ارزیابی امکان بروز اثرات غیرسرطانی کادمیوم، نیکل، سرب، کروم و روی ناشی از مصرف ماهی شیربت (*Barbus grypus*) در شهرستان ماهشهر

مهدی سالمی[1*]، زهرا سیاحی[2]

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

۲-گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

*مسئول مکاتبات: mehdisalemi48@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۵/۱۹

چکیده

با افزایش توسعه، تکنولوژی و تولید متنوع مواد شیمیایی مورد نیاز در صنعت، کشاورزی در دهه‌های اخیر به صورت فزاینده‌ای گسترش یافته است به طوری که با افزایش جمعیت، فعالیت‌های صنعتی و کشاورزی ورود آلاینده‌ها به محیط زیست افزایش یافته است. این تحقیق در سال ۱۳۹۵ با هدف ارزیابی امکان بروز اثرات غیرسرطانی فلزات سنگین ناشی از مصرف ماهی شیربت مردم شهر ماهشهر در فصل تابستان انجام شد. در این پژوهش نمونه‌های ماهی مورد نیاز از صید روزانه صیادان بندر ماهشهر در سال ۱۳۹۵ تهیه شدند. نمونه‌گیری به صورت تصادفی از بین ماهیان صید شده و آماده عرصه به بازار صورت گرفت که ۲۶ نمونه استفاده شد. بعد از زیست سنجی، بافت عضله نمونه‌ها جداسازی و هضم شیمیایی نمونه انجام شد و با استفاده از دستگاه جذب اتمی (Ultima2c) میزان غلظت فلزات کادمیوم، نیکل، سرب، کروم و روی عضله اندازه گیری گردید و براساس جمع آوری اطلاعات از طریق پرسشنامه نسبت خطر فلزات سنگین تعیین شد. نتایج این مطالعه نشان داد که میانگین غلظت کادمیوم و نیکل، سرب، کروم و روی در عضله ماهی شیربت به ترتیب ۲/۸٤۸، ۱/۹۳۳، ۲۳.۳، ۰/۰٤٥ و ۲۳/۹۳ میلی‌گرم وزن خشک بود که این میزان فلز کادمیوم، نیکل، سرب بالاتر از حد استاندارد تعیین شده توسط سازمان‌های معتبر جهانی مانند WHO، FAO، MAFF و FDA هستند. بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه، نسبت خطر (HQ) کادمیوم بالاتر از ۱ (۱/۱۰)، نیکل پایین تر از ۱(۰/۸۲)، سرب بالاتر از۱(۹/۹۹)، کروم پایین‌تر از ۱ (۰/۰۱۹) و روی بالاتر ازیک (۱۰/۲۵) بود که براین اساس مصرف ماهی شیربت این منطقه خطر حادی برای مصرف‌کنندگان از نظر میزان فلزات سنگین در پی خواهد داشت.

کلمات کلیدی: ارزیابی، ماهشهر، فلزات سنگین، ماهی شیربت، *Barbus grypus*.

مقدمه

فلزات سنگین آلاینده‌های پایداری هستند که از پیامدهای پایداری آنها بزرگنمایی زیستی در زنجیره غذایی است، مقدار فلزات سنگین در زنجیره غذایی می‌تواند تا چندین برابر در آب و هوا افزایش یابند (۳). فلزات سنگین نه تنها تهدیدی برای ماهی به شمار می‌روند، بلکه برای مصرف‌کنندگان از غذاهای دریایی آلوده به این فلزات نیز خطر بزرگی محصوب می‌شوند (٤). آبزیان برای برنامه‌های کنترل فلزات سنگین در محیط‌های دریایی مناسب هستند، زیرا

نمونه برداری آماده سازی نمونه‌ها و نیز آنالیز شیمیایی آنها ساده‌تر، سریع‌تر و کم‌هزینه‌تر هستند (۱۶).

ماهی به عنوان یک منبع پروتئینی ارزشمند در سبد غذایی بسیاری از مردم وجود دارد و تخمین زده می‌شود که بین ۱۵ تا ۲۰ درصد از پروتئین‌های حیوانی از منابع آبی تامین می‌شود (۵).

عنصر کادمیوم یکی از فلزات سنگین که برای انسان مضر است، مسمومیت با این فلزیک عامل خطر در مراحل اولیه بیماری های فشارخون محسوب می شود (۲۱).

مقادیر کم نیکل برای تولید سلول‌های قرمز خون در بدن انسان مورد نیاز است، هرچند در مقادیر بالا تا حدودی می‌تواند سمی باشد، به نظر می‌رسد نیکل در کوتاه مدت مشکلاتی ایجاد نمی‌کند، اما در طولانی مدت می‌تواند باعث کاهش وزن بدن، صدماتی به قلب، کبد، تحریک و ساسیت شود (۱۷، ۳۱).

مسمومیت با سرب منجر به علائم عصبی، افزایش ناهنجاری عصبی، کاهش خون و بخصوص عوارض مربوط به جنین خصوصاً در زمان رشد و توسعه عصبی بسیاربا اهمیت است (۱۰).

با این وجود این آبزیان می‌توانند دارای میزان خطرناکی از بعضی فلزات باشند که ممکن است هم برای ماهی و هم برای افرادی که آنها را مصرف می‌کنند مخاطره آمیز است (۲). متوسط مصرف سالانه آبزیان در ایران ۸/۵ کیلوگرم در سال ۱۳۹۱ بوده است (۲۷) که تقریبا برابر با نصف سرانه مصرف جهانی ماهی یعنی ۱۸ کیلوگرم در سازمان خواروبار و کشاورزی ملل متحد FAO در سال ۲۰۱۰ برآورد شده است (۲۱).

در شهر ماهشهر به دلیل نزدیکی به تالاب شادگان میزان مصرف ماهی نسبتا بالا است و با توجه به اینکه محل‌های صید این ماهیان در معرض ورود انواع آلاینده‌های شهری و فاضلاب‌های صنعتی است، لذا بررسی غلظت فلزات سنگین در ماهیانی که بیشتر توسط مردم خریداری و مصرف می‌شوند، بسیار با اهمیت است. این مطالعه با هدف ارزیابی امکان بروز اثرات غیرسرطانی مصرف موجودات آبزی از نظر فلزات سنگین شهر ماهشهر صورت نگرفته است و بیشتر آنها صرفا به بررسی فلزات در بافت‌های مختلف ماهی و ارتباط تجمع فلزات سنگین با پارامترهای بیومتری پرداخته‌اند (۲، ۷).

از آنجایی که ماهی شیربت (*Barbus grypus*) از ماهیان غالب منطقه می‌باشد و در رژیم غذایی ساکنین منطقه موجود بوده و مصرف بالایی دارد، بررسی میزان فلزات سنگین جهت ارزیابی امکان بروز اثرات غیرسرطانی ناشی ازمصرف این ماهی ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین هدف این پژوهش در زمینه ارزیابی امکان بروز اثرات غیرسرطانی فلزات سنگین ناشی از مصرف ماهی شیربت مردم شهر ماهشهر بوده است.

مواد و روش کار

شهر ماهشهر در موقعیت بین ۴۹ درجه و ۱۳ دقیقه طول جغرافیایی و ۳۰ درجه و ۳۳ دقیقه عرض جغرافیایی در جنوب استان خوزستان واقع شده است، شهرستان ماهشهر دارای آب و هوای گرم و مرطوب، میانگین بارندگی سالیانه آن حدود ۲۳۳ mm است (۹) (شکل ۱).

در این پژوهش نمونه‌های ماهی مورد نیاز از صید روزانه صیادان بندر ماهشهر در تابستان ۱۳۹۵ تهیه شدند. نمونه‌گیری به صورت تصادفی از بین میاهیان صید شده و آماده عرصه به بازار صورت گرفت که در این پژوهش از ۲۶ نمونه استفاده شد. نمونه‌های تهیه شده تا زمان شروع آنالیز در فریزر در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. عضله (از تمام قسمت‌های بدن ماهی) نمونه‌های ماهی جداگردید،

سپس در آون در دمای ٦٠ درجه سانتی‌گراد د به مدت ۲۳ ساعت قرار داده تا خشک شوند.

شکل۱- موقعیت منطقه مطالعاتی در شهر ماهشهر (ماخذ: Googel earth:Imagery Date:12/16/2016)

سپس بافت‌های خشک شده به کمک هاون چینی به شکل پودر همگن درآمدند، به منظور هضم نمونه‌ها یک گرم از نمونه برداشته و به آن ۱۰ سی‌سی اسید نیتریک غلیظ در بشر اضافه و به مدت ٢٤ ساعت که توسط پارافیلم پوشانیده و بعد از آن روی هیتر در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد تا نزدیک خشک شدن قرارداده شد، بعد از سرد شدن به آن اسید نیتریک ٤ درصد اضافه گردید و پس از عبور از کاغذ صافی واتمن ٤٢ m با آب مقطر دوبار تقطیر به حجم نهایی رسید (٢٤). نمونه های هضم شده به وسیله دستگاه جذب اتمی مدل (Ultima2c) مورد آنالیز قرار گرفت، لازم به ذکراست میزان مصرف ماهی در بین ساکنین محلی و برای برآورد احتمال ریسک از طریق توزیع پرسشنامه در بین ساکنین شهر ماهشهر صورت گرفته است. در این مطالعه ریسک بهداشتی ناشی از مواجهه با فلزات سنگین در ماهیان، از طریق محاسبه مقدار نسبت خطر بر اساس روابط ارائه شده توسط آژانس حفاظت محیط زیست امریکا (EPA) (٣٤)، مطابق زیر تعیین گردید. مقدار HQ کمتر از ۱ نشان-دهنده عدم وجود احتمال بروز اثرات غیرسرطانی جمعیت در معرض مواجهه است. نسبت خطر HQ یا (Hazard Quotient) عبارت است از نسبت تماس یک آلاینده به دوز مرجع آن که اگر کمتر از یک باشد نشان‌دهنده‌ی آن است که مصرف ماهی اثر مضری بر سلامتی ندارد (۱۸).

بررسی نسبت خطر از رابطه ذیل به دست می‌آید (۱۳) که در آن: $HQ = \frac{MTCC \times RBA \times CR \times ED \times EF}{BW \times AT_{nc} \times RSC \times RfD}$

MTCC میانگین غلظت آلاینده‌ی اندازه‌گیری شده در ماهی (mg)، CR میانگین استاندارد مصرف روزانه ماهی (kg/d ۰/۰۳) BW وزن بدن (۷۰kg برای یک فرد بالغ)، RBA ضریب دسترسی زیستی نسبی (بر اساس پیشنهاد شده توسط EPA زمانی که اطلاعات کافی در خصوص مقدار فاکتور RBA موجود نباشد مقدار فاکتور برابر یک در نظرگرفته می-شود، برای کروم ۲ تا ۷ درصد، سرب ۷ تا ۱۵ درصد و نیکل ۳ تا ٤ درصد در نظر گرفته است (٢٦). ED طول مدت مواجهه،EF دفعات مواجه، AT_{nc} متوسط زمان مواجهه تا بروز اثرات غیر سرطانی،RSC ضریب نسبی سهم منبع (مقدار RSC براساس مقدار

پیشنهاد شده توسط EPA (کروم، نیکل، سرب به ترتیب ۰/۷، ۰/۳، ۰/۲ در نظر گرفته شده است) (۳۰). HQ نسبت خطر،RFD دوز مرجع (۰/۰۰۱mg). در این مطالعه مقدار پارامتر AT_{nc} به صورت زیر تعیین گردید: $ATnc = ED * 356\ days/year$

مقدار خطر در این مطالعه با در نظرگرفتن بدترین شرایط مواجهه برآورد گردید، برای این منظور دفعات مواجهه (EF) در بدترین حالت برابر۳٦٥ روز در سال در نظر گرفته شد، در این مطالعه برای برآورد نسبت خطر غیرسرطانی و ریسک سرطانی، مقدار پارامتر ED برای گروه‌های سنی مختلف برابر مقدار حداکثر سن در هر گروه منظور شد و مقدار AT_{nc} از حاصلضرب مقدار ED در عدد ۳٦٥ محاسبه گردید، با توجه به این که اطلاعات توزیع وزن بدن برای گروه‌های سنی مختلف درایران وجود ندارد دراین مطالعه از مقدار وزن پیش فرض که EPA، ۷۰ کیلوگرم برای افراد بزرگسالان منظورشد. 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 EPA پیشنهاد شده محاسبه گردید (۲۹).

حد مجاز مصرف روزانه ماهی از رابطه ذیل بدست می‌آید:

$$CRlim = \frac{RFD \times BW}{Cm}$$

که در آن CR_{lim} حداکثر میزان مجاز مصرف در روز (کیلوگرم)، RFD دوز مرجع یا مجموع مجاز جذب روزانه‌ی آلاینده ۰/۰۰۱ mg/d (۲٦)، BW وزن بدن (۷۰ کیلوگرم برای برای یک فرد بالغ)، CM میزان کادمیوم و نیکل در ماهی (میلی‌گرم) می‌باشد.

نتایج

نتایج این مطالعه نشان داد که میانگین غلظت کادمیوم و نیکل، سرب، کروم و روی در عضله ماهی شیربت به ترتیب ۲/۸٤۸، ۱/۹۳۳، ۲۳.۳، ۰/٤٥ ۰ و ۲۳/۹۳ میلی‌گرم وزن خشک بود که این میزان فلز کادمیوم، نیکل، سرب و روی بالاتر ازحد استاندارد تعیین شده توسط سازمان‌های معتبر جهانی مانند WHO، FAO، MAFF و FDA هستند (جدول۱).

در این پژوهش مشاهده شده که در عضله ماهی شیربت (*Barbus grypus*) در منطقه مورد مطالعه میزان سرب و روی بالاتر از میزان نیکل، کادمیوم و کروم بود (نمودار۱). نمودارهای ۲ تا ٦ به ترتیب مقایسه غلظت نیکل، کروم، کادمیوم، سرب و روی با استانداردهای بین‌المللی در این تحقیق می‌پردازند.

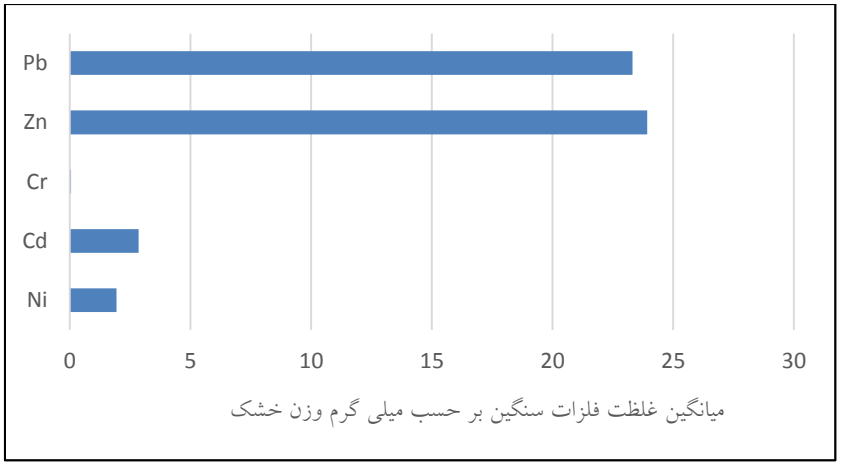
در ماهی شیربت (*Barbus grypus*) با استانداردهای بین‌المللی میزان HQ در فلز کادمیوم، نیکل، سرب، کروم و روی به ترتیب ۱/۱۰، ۰/۸۲، ۹/۹۹، ۰/۰۱۹ و ۱۰/۲٥ میلی‌گرم بدست آمد. با توجه به فرمول تعیین حداکثر میزان مجاز مصرف روزانه ماهی بر اساس تکمیل پرسشنامه توسط جمعیت و طبق فرمول برای کادمیوم ۰/۲٥ میلی‌گرم وزن خشک در روز و ۰/۱۷٥ کیلوگرم در هفته بدست آمد و برای نیکل ۰/۱۸ میلی-گرم وزن خشک در روز، ۰/۱۲٦ کیلوگرم در هفته، فلز سرب ۳ میلی‌گرم وزن خشک در روز، ۲۱ گرم در هفته، کروم ٤/٦٦ میلی‌گرم وزن خشک در روز ۳۲/٦۲ کیلوگرم در هفته، روی ۰/۸۸ میلی‌گرم وزن خشک در روز و ٦/۱٦ کیلوگرم در هفته بدست آمد (جدول۲).

جدول ۱- حداکثر مقادیر استاندارد فلزات سنگین در عضله ماهیان (برحسب میلی‌گرم وزن خشک)

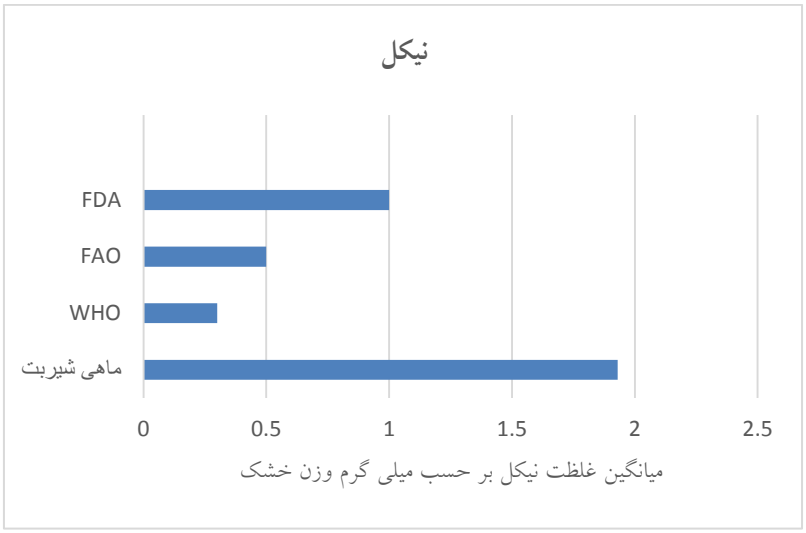
استاندارد/ فلزسنگین	Ni	Cd	Cr	Zn	Pb
WHO (۳۰)	۰/۳	۰/۲	۱۰۰	۱۰۰	۰/۵
FAO (۱)	۰/۵	۰/۱	۵۰	۵۰	۰/۵
FDA (۲)	۱	۱	–	٤۰	۱
MAFF (۳۱ ،۳)	–	–	–	۵۰	۲
نتایج مطالعه حاضر	۱/۹۳	۲/۸۵	۰/۰٤۵	۲۳/۹۳	۲۳/۳۱

جدول۲- نتایج امکان بروز اثرات غیرسرطانی ماهی شیربت (*Barbus grypus*)

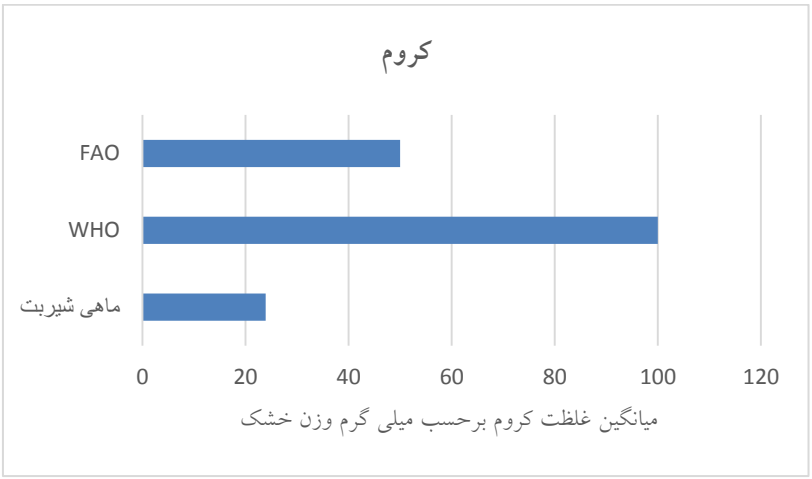
فلزات سنگین	CR(g)	HQ
Ni	۱۸	۰/۸۲
Cd	۲۵	۱/۱۰
Pb	۳	۹/۹۹
Cr	٤/٦٦	۰/۰۱۹
Zn	۸۸	۱۰/۲۵



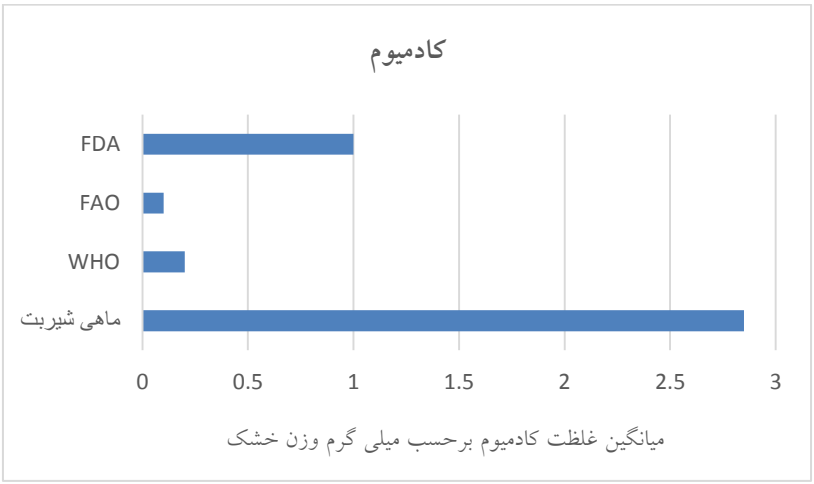
نمودار۱- مقایسه میانگین غلظت فلزات سنگین در ماهی شیربت (*Barbus grypus*)



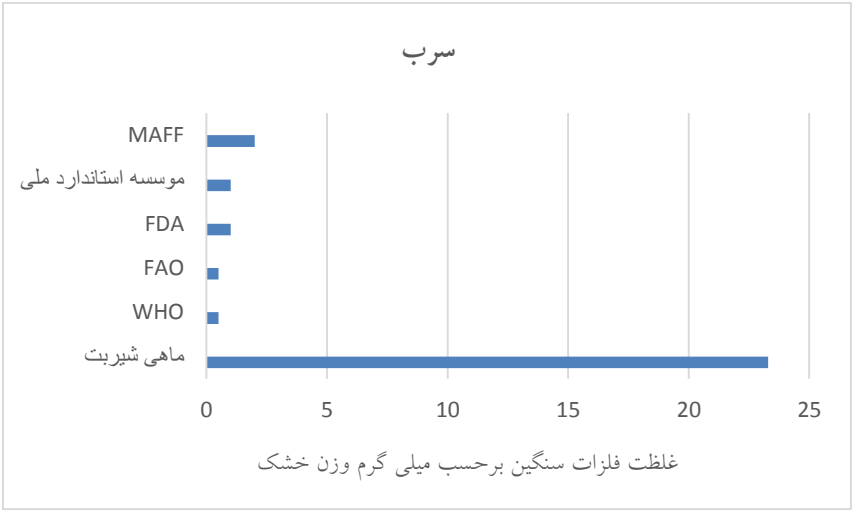
نمودار ۲- مقایسه غلظت نیکل با استانداردهای بین‌المللی



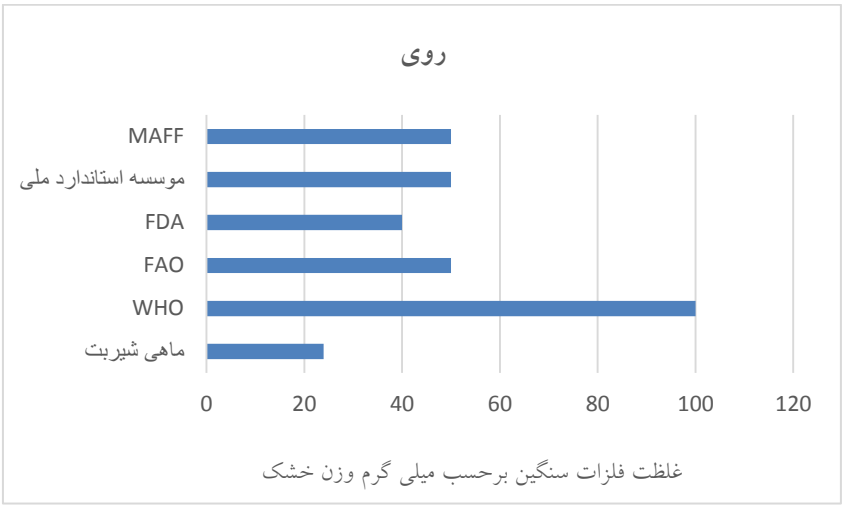
نمودار ۳- مقایسه غلظت کروم با استانداردهای بین‌المللی



نمودار ٤= مقایسه غلظت کادمیوم با استانداردهای بین‌المللی



نمودار ۵- مقایسه غلظت سرب با استانداردهای بین‌المللی



نمودار ٦- مقایسه غلظت روی با استانداردهای بین‌المللی

بحث

امروز اهمیت اندازه‌گیری و سنجش میزان عناصر سنگین در آبزیان به دو بحث مهم مدیریت اکوسیستم و سلامت غذای انسان‌ها باز می‌گردد (۳۳).

ارزیابی امکان بروز اثرات غیرسرطانی ناشی از مصرف ماهی با محاسبه نسبت خطر انجام شد که مقادیر بدست آمده برای فلزات سرب و کادمیوم بیانگر احتمال اثرات ناسازگار بر روی سلامت انسان است. مطالعه حاضر با اندازه‌گیری فلزات سنگین در بافت ماهیچه در ماهی و محاسبه خطر بهداشتی با آن پرداخته شد، که این مسئله بیانگر احتمال حضور گسترده این آلاینده‌ها در محیط زیست است. برای 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 و MAFF بالاتر مشاهده شد، همچنین بین غلظت نیز در بافت نمونه‌های اندازه‌گیری شده با استانداردهای جهانی، کروم و روی کمتر بود (نمودار ۱).

میزان غلظت فلز نیکل را درعضله ماهی کفشک گرد (*Euryglossa*) در استان خوزستان، ۱٤/٤۸ میلی‌گرم وزن خشک گزارش نمودند که میزان غلظت فلز نیکل بالاتر از حدمجاز استانداردهای سازمان غذا و دارو آمریکا بود (۲۱) که این نتایج با نتایج تحقیق همخوانی دارد. در معرض قراگیری آبزیان به فلزات سنگین، علاوه بر ایجاد اثرات نامطلوب در گونه می‌تواند برای شکارچیان سطوح بالاتر غذایی و همچنین جوامع انسانی مصرف کننده آنها نیز مخاطره آمیزباشد (٤).

جهت ارزیابی ریسک مخاطرات ناشی از مصرف فرآورده‌های دریایی در جوامع انسانی مطالعه فلزات سنگین در بافت عضله ماهیان نسبت به سایر بافت‌ها ارجح بوده است (۲۰).

میزان غلظت فلز نیکل را در عضله ماهی کفشک (*Brachirus orientalis*) در بندر بوشهر و بندر عباس به ترتیب ۱/۳۷۸و ۲/۲۰۸ میلی‌گرم وزن خشک گزارش نمودند که میزان غلظت فلز نیکل در بندر بوشهر و بندر عسلویه بالاتر از حد مجاز استاندارد سازمان بهداشت جهانی بود (۳٤). میزان غلظت فلز نیکل را درعضله ماهی شوریده (*Otolithes ruber*) در بندر بوشهر و بندر عسلویه بالاتر از حد مجاز استاندارد WHO بود که این نتایج با نتایج حاضرهم خوانی دارد (۲۹).

بررسی تجمع فلزات سنگین (سرب، نیکل، مس، آهن و روی) در ماهی سفیدک (*Schizothorax zarudnyi*) چاه نیمه‌های سیستان نشان داد که میزان تجمع فلزات سرب، نیکل و مس در بافت خوراکی عضله از حد مجاز استانداردهای جهانی، سازمان غذا و دارو امریکا (FDA)، EPA وWHO بالاتربود که این نتایج با نتایج حاضر هم‌خوانی دارد (۲۳). میزان غلظت فلز کادمیوم را در عضله ماهی بنی وحشی (*Mesopotamichtys sharpeyi*) تالاب شادگان و پرورشی ماهی آزادگان) به ترتیب ۰/۰۱٤ و ۰/۰۰۵ میلی‌گرم وزن خشک گزارش نمودند (۱۲).

ارزیابی فلزات سنگین روی مس و جیوه در ماهی گامبوزیا (*Gambusia holbrooki*)، افزایش غلظت کلرید مس و افزایش غلظت کلرید جیوه به عنوان محدوده بحرانی تعیین ودرواقع بیشترین حساسیت در این محدوده مشاهده شد، مقادیر تعیین شده نشان داد که در بین فلزات روی، مس و جیوه بیشترین سمی بودن به ترتیب مربوط به جیوه، بعد از آن مس و سرانجام روی بود (۲۹).

مقایسه تجمع زیستی فلزات سنگین نیکل و کادمیوم در بافت عضله دو گونه ماهی شیر و قباد در بندر بوشهر که غلظت فلزات سنگین نیکل و کادمیوم دربافت ماهیان شیر و قباد منطقه مورد مطالعه پایین‌تر از حد مجاز استاندارد WHO، وزارت کشاورزی، شیلات و غذای انگلستان و سازمان غذا و داروی آمریکا بود (۱).

بررسی تجمع زیستی فلزات سنگین مس، کادمیوم و آرسنیک در رسوب و آبزیان سد خدا آفرین که غلظت فلزات آرسنیک و کادمیوم در رسوب و بافت عضله بیش از حد استاندارد جهانی FAO و EPA گزارش نمودند (٦). بررسی فلزات سنگین (آرسنیک، سرب، کادمیوم، کروم و نیکل) در عضله کفال پوزه باریک (*Liza saliens*) و ارزیابی خطر بهداشتی ناشی از مصرف آن برای انسان، غلظت کلیه فلزات به جز سرب در نمونه‌ها پایین‌تر از استانداردهای بین‌المللی بود (۱۱).

نتیجه‌گیری

بر اساس مطالعه انجام شده متاسفانه مقدار فلز کادمیوم، نیکل، سرب و روی در ماهی مورد مطالعه بیش از استاندارد توصیه شده می‌باشد و دلیل این امر شاید بارندگی کم در طی سال‌های اخیر شهر ماهشهر

ورود فاضلاب‌های شهری، صنعتی و کشاورزی که باعث تغلیظ این عناصر در بافت ماهیان شده است. با توجه به نقش و اهمیت عضله ماهی در تغذیه انسانی پیشنهاد می‌گردد که مدیریت بهتر و بیشتری در جهت کنترل منابع آلاینده صورت گیرد تا ذخایر آبزیان که به عنوان یکی از منابع مهم پروتئینی است دچار صدمات کمتری ناشی از عوامل آلاینده شوند.

منابع

۱-پذیرا ع.، خسروی فردا.، ۱۳۹٤. مقایسه تجمع زیستی فلزات سنگین نیکل وکادمیوم دربافت عظله دو گونه ماهی شیر (*Scomberomorus Commerson*) وقباد (*Scoomberomorus Guttatus*) در بندر بوشهر. مجله علمی – پژوهشی زیست شناسی دریا ، جلد ۷، شماره ٤، صفحات۷۹-۸۹.

۲-پورباقر ه.، حسینی س.، خراسانی ن.، حسینی م.، دلفیه پ.، ۱۳۹۲، مقدار فلزات سنگین درعضله میگوی سفید هندی (*Fennerpenaeus indicus*). نشریه شیلات ، مجله منابع طبیعی ایران ، دوره ٦۷، شماره ۱، صفحات ۱۳ – ۲٤.

۳-پروانه م.، خیرورن.، نیک پور ی.، نبوی م.، ۱۳۹۰. غلظت فلزات سنگین درماهی کفشک گرد (*Euryglossa orientalis*) و رسوبات خور موسی در استان خوزستان . مجله علمی شیلات ایران . دوره ۲۰ ، شماره ۲ ، صفحات ۱۷ – ۲٦.

٤-خوشناموند م.، کبود وند پورش.، غیاثی ف.، ۱۳۸۹. پایش جیوه تجمع یافته دربافت های مختلف ماهی کپور نقره ای (*Hypophthalmichthys militrix*)دریاچه سد قشلاق سنندج. فصلنامه علمی – پژوهشی انجمن علمی بهداشت محیط ایران ، دوره سوم ، شماره سوم ، صفحات۲۹۱– ۲۹۸.

۵-دهقانی م.، ۱۳۹۵. ارزیابی غلظت فلزات سنگین (سرب، کادمیوم، کرم، مس، کبالت و روی) در ماهیان خوراکی تالاب بین المللی خورخوران، فصلنامه علمی پژوهشی اکوبیولوژی تالاب دانشگاه آزاد اسالمی واحد اهواز، سال هشتم ، شماره ۹۲ ، صفحات ۲۳-۵۵.

٦-زارع رشکوئیه م.، حمیدیان ا.، هادی پور ب.، اشرفی س.، ۱۳۹۵. بررسی تجمع زیستی فلزات سنگین مس ، کادمیوم وآرسنیک در رسوب وآبزیان سد خدا آفرین ، نشریه دامپزشکی در پژوهش وسازندگی ، شماره ۱۱۰، صفحات ۷۳ -۸۰.

۷-سنجر ف.، جواهری م.، عسکری ساری ا.، ۱۳۸۸. اندازه گیری ومقایسه فلزات سنگین (سرب و کادمیوم درعضله وپوست ماهی زمین کن دم نواری (*Platycephalus indicus*) منطقه صیادی بندر ماهشهر، زیست شناسی دریا(بیولوژی دریا)، دوره ۱ شماره ٤ ، صفحات ۳۵-٤٦.

۸-سینکاکریمی م.، پورخباز ع.، حسنپور م.، قاسمپوری م.، تعیین میزان فلزات در بافتهای اردک سرسبز (*Platyrhynchos Anas*) وارزیابی خطر غذایی ناشی از مصرف آن در سواحل جنوب شرقی دریای خزر. فصلنامه علمی پژوهشی اکوبیولوژی تالاب- دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز سال پنجم ، شماره ۱۸ ، صفحات۹۰-۷۹.

۹- شجاعی زاده م.، دریجانی ر.، حیدری ف.، ۱۳۹۲. بررسی رابطه اقلیم وپدیده گردوغبار (مطلعه موردی : شهرستان ماهشهر- دومین کنفرانس بین المللی مخاطرات محیطی ،صفحات ۱-۱۰.

۱۰-قربانی رنجبری ع.، قربانی رنجبری ن.، قربانی رنجبری ز.، مرحمتی زاده م.، چراغی .، ۱۳۹۱. بررسی میزان سرب ، جیوه وکادمیوم در اندام های ماهی شیربت (*Barbus grypus*) و بیاح (*Liza abu*) بومی رودخانه کارون منطقه اهواز درسال ۱۳۸۹.

بهداشتی موادغذایی، دوره ۲ ، شماره ٤، صفحات۵۳- ۱۰۱.

۱۱-کلانی ن.، ریاضی ب.، کرباسی ع.، معطر .، ۱۳۹۳. بررسی فلزات سنگین (آرسنیک ، سرب ، کادمیوم ، کروم ونیکل) درعضله کفال پوزه باریک (*Liza Saliens*) وارزیابی خطر بهداشتی ناشی از مصرف آن برای انسان . مجله آبزیان وشیلات، دوره ۵۵ ، شماره ۱۷، صفحات ٦۵- ۷۹.

۱۲-کیانی و.، فرهنگی م.، خراسانی ن.، پورکاسمانی م.، ۱۳۹۱. ارزیابی Lc50 فلزات سنگین ، روی ، مس وجیوه درماهی گامبوزیا(*Gambusia holbrooki*)، مجله پژوهش های محیط زیست، سال ۳ ، شماره ٦ ، صفحات ۵۷ تا ٦٤.

۱۳- مصداقی نیا ع.، ناصری س.، هادی م.،۱۳۹۵. ارزیابی ریسک سرطانزایی ونسبت خطر غر سرطانزایی کروم در آب های آشامیدنی بطری شده در ایران . مجله سلامت ومحیط زیست، دوره نهم ، شماره سوم ، صفحات ۳٤۷- ۳۵۸.

۱٤-مشروفه ع .، ریاحی ع.، محمد پور ک.،۱۳۹۲. غلظت کادمیوم ، نیکل، وانادیوم وروی درعضله وخاویار تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) با تاکید برارزیابی ریسک ناشی از مصرف عضله . فصلنامه علمی – پژوهشی انجمن علمی بهداشتی محیط ایران ، شماره سوم، صفحات٤۰۷ – ٤۱٦.

15.Arizhibowa F., 2013. Human Health Risk Assessment of Heavy Metal Bioaccumulationin NileTilapia Oreochromisniloticus from Lake Chivero, Zimbabwe. Biological Sciences Seasonal dynamics in a newly-created subtropical wetland lake. *Journal Wetland ecology and management*, 102(6): 133-42.

16.Amartey E., Adjei C., Quashie F., Duodu G., Bentil N., 2011. Determination of heavy metals concentration in hair Pomades on the Ghanaian market using atomic absorption spectrometry technique. British *Journal of Pharmacology and Toxicology*, (2):192-8.

17. Abdel A.S., Dkhil M.A., Quraishy S., 2011. Bioaccumulation of some heavy metals in tilapia fish relevant to their concentration in water and sediment of Wadi Hanifah. *African Journal Biotechnology*, 10(13): 2541–2547

18.Cheraghi M., Noryny M., 2010. Risk assessment of cadmium resulting from consumption of the fish Barbus grypus Arvand River. *Journal of Ecobiology Wetland*, 34(5):75-82.

19. Collings S.E., Johnson M.S., Leach R.T., 1996. Metal contamination of Angler-caugh fish from the Mersey estuary. *Marine Environmental Research*, 41(3): 281-297.

20.Eisler R., 1985. Cadmium hazards to fish,wildlife and invertebrates:a synoptic rewiew.US fish and wildlife service. Washington; May. Report No. LBNL2356.

21.FAO, Food and agriculture organization of united nation,The state of world fisheries and aquaculture. RomeItaly, 2010. Report No: ISSN 1020-5489.

22. Food and Agriculture Organization. FAOSTAT. Statistical databases. Available from: http://faostat.fao.org. Accessed 2007. Apr 26.

23.Ghanbari F., Nasrinnhad N.A., Khajeheian M.R., Obeidi R., Farashbandi M., 2015. Accumulation of trace metals in the muscle tissues of tiger tooth crooker in Persian Gulf. *Journal International of Biosciences*, 6(5):17-7.

24.Hosseini Alhashemi A., 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*, 42(7):1-5.

25.Hosseini S., Mahboobi Soofiani N., Hosseini S.V., 2011. Risk assessment of mercury due to consumption of kutum of the Caspian Sea (Rutilus frisii kutum) in

Mazandaran Province. *Iranian Journal of Natural Resources,* 3(64): 243-57.

26. Howd R., Brown J., Fan A., 2004. Risk assessment for chemicals in drinking water: estimation of relative source contribution. Baltimore, Maryland: The Society of Toxicology.

27. Iranian fisheries organization. 2012. The Iranian Fisheries Statistical Year book.

28. 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.

29.Moghdani J., Faeli F., Neamadeh F., Irani M., Jamei M., Dashtianeh M., 2015. Distribution of metals (lead.Vanadium, Nickel, Selenium) in the tissues of benthic fish, oriental sole, from two sites of persian Gulf. *Journal of Scientific Research and Devlopment*, 2(5): 61-5.

30. National Environmental Policy Institute. Assessing the bioavailability of metals in soil for use in human health risk assessments. Washington DC: National Environmental Policy Institute; 2000.

31. Pourang N., Nikouyan A., Dennis J.H., 2005. Trace element concentrations in fish, surficial sediments and water from northern part of the Persian Gulf. *Environmental Monitoring and Assessment*, 3(1): 109: 293–316.

32.Spry D.J., 1991. Metal bioavilability and toxicity to fish in low alkalinity lakes :a critical review. *Journal Environment Pollution*, 4(71): 243-304.

33.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.

34. United States Environmental Protection Agency (USEPA). Guidance for assessing chemical contaminant data for use in fish advisories. Volume 2. Risk assessment and fish consumption limits; 3rd ed. Washington. Publication.2000. No. EPA 823-B-001-008.

35. WHO. 1996. Health criteria other supporting information. In: Guidelines for Drinking Water Quality. 31–388 .