

غلظت کادمیوم، کروم، سرب، نیکل و جیوه در سه گونه از ماهیان مصرفی شهر اصفهان

حسین پورمقدس^۱، علی شهریاری^۲

چکیده

مقدمه: استفاده از منابع خوراکی آبی، به ویژه ماهیان، به عنوان بخشی از منابع پروتئینی، به علت نیاز روزافزون انسان به غذا افزایش یافته است. بنابراین به موازات افزایش مصرف این منابع، اهمیت بهداشتی ماهیان نیز بیشتر مورد توجه قرار می‌گردد. بررسی فلزهای سمی به علت فرایند تجمع زیستی در بافت موجودات زنده اهمیت زیادی دارد.

روش‌ها: به منظور بررسی غلظت فلزهای سنگین در بافت عضلانی و پوست سه گونه از ماهیان مصرفی شهر اصفهان، تعداد ۱۰۵ نمونه از ماهیان سرخو، شوریده (ماهیان دریایی جنوب) و کپور پرورشی به طور تصادفی از مراکز عمده فروش ماهی جمع‌آوری شد و مقدار فلزهای سنگین کادمیوم، کروم، سرب، نیکل و جیوه موجود در بافت عضلانی و پوست ماهیان پس از عملیات هضم شیمیایی با دستگاه جذب اتمی و مقدار جیوه به روش فعال‌سازی با نوترون تعیین گردید.

یافته‌ها: میانگین غلظت سرب، کروم، کادمیوم، نیکل و جیوه در بافت خوراکی ماهیان سرخو به ترتیب ۰/۴۴، ۰/۰۳، ۰/۰۶، ۰/۳۲ و ۰/۲۲، در ماهی شوریده به ترتیب ۰/۴۸، ۰/۰۶، ۰/۰۶، ۰/۲۸ و ۰/۴۲ و در ماهی کپور به ترتیب ۰/۴۸، ۰/۰۷، ۰/۰۵، ۰/۰۳ و ۰/۲۲ ppm بر حسب وزن خشک ماهی به دست آمد.

نتیجه‌گیری: در این بررسی به طور تقریبی، توزیع یکسانی از فلزهای سمی در بافت ماهیان مورد مطالعه وجود داشت، ولی از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین غلظت آن‌ها مشاهده نگردید. میانگین فلزهای سنگین سمی از حد مجاز سازمان جهانی بهداشت بیشتر نبوده است. همچنین نتایج حاصل از انجام این پژوهش نشان داد که مقدار فلزهای سنگین سرب، کادمیوم، کروم و نیکل به ترتیب در ۲۷، ۳، ۸ و ۲۵ درصد از نمونه‌های مورد مطالعه بیشتر از حداکثر مجاز سازمان جهانی بهداشت بود.

واژه‌های کلیدی: ماهی، فلزات سنگین.

نوع مقاله: تحقیقی

پذیرش مقاله: ۱۹/۱/۲۰

دریافت مقاله: ۱۹/۱/۱۵

مقدمه
کیلوگرم در سال ۱۳۵۷ به بیش از ۵ کیلوگرم در سال ۱۳۷۵ افزایش یافت (۲). پژوهش‌های جدید در کشورهای صنعتی و پیشرفته جهان نشان می‌دهد که مصرف مداوم ماهی نقش زیادی در پیش‌گیری از بیماری‌های قلبی و عروقی دارد. چربی‌های کبد ماهی سرشار از ویتامین A و D و گوشت

استفاده از منابع خوراکی آبی، به ویژه ماهیان، به عنوان بخشی از منابع پروتئینی به علت افزایش جمعیت و نیاز روزافزون انسان به غذا به شدت افزایش یافته است (۱). مطابق آمارهای موجود، مصرف آبزیان در ایران از کمتر از ۱

۱- استاد، گروه مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوراسگان، اصفهان، ایران.

۲- دانشجوی دکتری بهداشت محیط، مرکز تحقیقات محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان و کارشناس ارشد مدیریت عالی بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی گلستان، گرگان، ایران (نویسنده مسؤل)

Email: AL_shahryar@yahoo.com

روش‌ها

به منظور بررسی غلظت فلزهای سنگین کادمیوم، کروم، سرب، نیکل و جیوه در سه گونه از ماهیان سرخو و شوریده (از ماهیان دریایی جنوب) و کپور (از ماهیان پرورشی)، ۳۵ نمونه از هر یک از ماهیان مورد مطالعه (در مجموع ۱۰۵ نمونه) از مراکز عرضه و فروش ماهی در شهر اصفهان جمع‌آوری گردید. نمونه‌برداری به طور تصادفی در فصل بهار از مراکز فروش عمده ماهی با مشورت کارشناسان اداره کل شیلات استان اصفهان انجام گرفت. ماهی‌های خریداری شده، در هر مرحله در آزمایشگاه با دقت تمیز و با آب دیونیزه شسته می‌شد. مقدار ۲۰ الی ۳۰ گرم از پوست و گوشت قابل مصرف ماهی، به طور جداگانه وزن و در داخل گرم‌خانه (دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد) به مدت ۴۴ ساعت نگهداری می‌گردید. سپس نمونه‌ها به دسیکاتور منتقل و پس از رسیدن به وزن ثابت در هاون چینی تا پودر شدن کامل ساییده می‌شدند (۸). آن گاه، ۰/۵ گرم از نمونه، به طور کامل پودر شده، ماهی به یک بشر وارد می‌شد و مقدار ۵ میلی‌لیتر اسید نیتریک غلیظ به آن اضافه می‌گردید و در روی اجاق شنی در دمای ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۸ ساعت حرارت داده می‌شد تا عناصر مورد مطالعه به صورت محلول شفاف کامل در آیند. سوسپانسیون‌های ایجاد شده با استفاده از کاغذ صافی (واتمن ۴۲) صاف و محلول صاف شده به یک بالن مدرج منتقل و به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانیده می‌شد (۹، ۱۰). پس از تزریق نمونه‌ها به دستگاه جذب اتمی، مقدار فلزهای موجود در نمونه خوانده شد و سپس با استفاده از فرمول زیر بر حسب ppm (بر حسب وزن خشک نمونه) محاسبه گردید (۱):

$$C \times V_1/m = \text{غلظت دستگاه} = C \text{ (غلظت واقعی)}$$

m وزن خشک انتخاب شده و V_1 حجم نهایی نمونه بود. در این مطالعه از مواد شیمیایی با درجه خلوص بسیار زیاد (شامل اسید نیتریک غلیظ ۶۵ درصد مرک آلمان، صافی واتمن انگلیس، آب دیونیزه و ...) و دستگاه‌های Perkin-Elmer 2380 atomic absorption spectrophotometer آلمان، فور Memmr ساخت انگلیس و دیگر لوازم آزمایشگاهی استفاده گردید.

ماهی سرشار از ویتامین B و نیاسین است. بنابراین به موازات رشد بشر در پژوهش‌های پزشکی و افزایش مصرف این منابع، اهمیت بهداشتی و سلامتی آن نیز بیشتر می‌گردد (۳). متأسفانه رشد سریع جمعیت و توسعه مراکز مسکونی، تجاری و صنعتی و از همه مهم‌تر مصرف بی‌رویه سموم دفع آفات کشاورزی و کودهای شیمیایی سبب افزایش سال به سال زباله‌ها و فاضلاب‌های شهری، صنعتی و کشاورزی شده است؛ به طوری که آلودگی محیط زیست انسان و موجودات آبی را به همراه دارد (۴). علاوه بر آلودگی‌های میکروبی، از موارد و نکات قابل توجه، میزان فلزهای سنگین در محصول‌های غذایی است که باید مورد توجه و ارزیابی جدی قرار گیرد. فلزهای سنگین، آلاینده‌های پایداری می‌باشند که بر خلاف ترکیبات آلی از طریق فرایندهای شیمیایی یا زیستی در طبیعت تجزیه نمی‌شوند (۵). یکی از یافته‌های مهم پایداری فلزهای سنگین، وسعت زیستی زیاد در زنجیره غذایی می‌باشد که در نتیجه این فرایند، مقدار فلزهای موجود در زنجیره غذایی تا چندین برابر مقدار آن‌ها در آب یا محیط زیست افزایش یابد. برای نمونه، ماهیان قادر هستند که مقادیر زیادی از فلزهای سنگین را در اندام‌های داخلی خود جذب کنند (۶). مسمومیت ناشی از مصرف ماهیان آلوده در انسان نخستین در سال ۱۹۵۳ در خلیج میناماتای ژاپن اتفاق افتاد که ماهیان آن در اثر ورود فاضلاب یک کارخانه تولید Vinyl Chloride و Acetaldehyde آلوده شده بودند؛ در این کارخانه از جیوه به عنوان کاتالیزور استفاده می‌کردند. در طی این حادثه، بیش از ۴۳ نفر در اثر مصرف ماهی‌های آلوده به جیوه جان خود را از دست داده، بیش از ۷۰۰ نفر دیگر نیز معلولیت‌های دائمی پیدا کردند (۷). بنابراین اهمیت موضوع روشن و ما را ترغیب به اندازه‌گیری و کنترل این عناصر در سه گونه از ماهیان مصرفی شهر اصفهان نمود، تا ضمن اطمینان از کیفیت بهداشتی محصولات غذایی، از بروز خطرهای انسانی پیش‌گیری گردد.

$$R = 100 (A_2 - A_1)/As$$

در این فرمول، R درصد بازیابی، A_1 غلظت نمونه بدون استاندارد ($0/1 \text{ mg}$)، A_2 غلظت نمونه حاوی استاندارد ($0/1 \text{ mg}$) و As غلظت محلول استاندارد ($0/1 \text{ mg}$) بود. نتایج با استفاده از نرم افزار SPSS و آزمون های t-test، آنالیز واریانس و Fisher تجزیه و تحلیل آماری شد.

یافته‌ها

جدول های ۱ و ۲ مقادیر فلزهای کادمیوم، کروم، سرب، نیکل و جیوه در گوشت و پوست سه گونه از ماهیان سرخو، شوریده و کپور بر حسب ppm را به تفکیک نشان می‌دهد.

برای اطمینان از روش استخراج فلزهای سنگین از نمونه‌های ماهی و کسب مقدار صحیح آن‌ها از روش افزایش استاندارد (Standard addition) و درصد بازیابی فلزها استفاده گردید. این روش در کنترل معرف‌ها، وسایل، دستگاه‌ها و روش کار نیز کاربرد دارد. در این تحقیق ۱۰ میلی‌لیتر از محلول استاندارد (فلزهای کادمیوم، کروم، نیکل و سرب) با غلظت ۱ ppm به نمونه مورد آزمایش اضافه شد. لازم به ذکر است که دو نمونه به صورت مشابه و در شرایط یکسان تهیه شد و تنها به یکی از آن‌ها محلول استاندارد اضافه گردید. آن گاه غلظت هر کدام جداگانه تعیین و درصد بازیابی فلزها از طریق فرمول زیر محاسبه گردید (۹).

جدول ۱: مقدار فلزهای کادمیوم، کروم، سرب و نیکل در گوشت ماهیان مصرفی شهر اصفهان بر حسب ppm

نوع ماهی	فلزهای سنگین	شاخص‌های آماری	کادمیوم	کروم	نیکل	سرب	جیوه
ماهی سرخو	میانگین		۰/۰۶۳	۰/۳۳۳	۰/۳۲۲	۰/۴۴۲	۰/۲۲۴
	انحراف معیار		۰/۰۳۴	۰/۲۴۵	۰/۱۴۶	۰/۱۸۵	۰/۰۰۸
	حداقل و حداکثر مقدار		۰/۱۶-۰/۰۲	۰/۷۶-۰/۰۱	۰/۶۵-۰/۰۹	۰/۷۶-۰/۱۲	۰/۳۲-۰/۱۳
ماهی شوریده	میانگین		۰/۰۶۴	۰/۰۶۲	۰/۲۸۴	۰/۴۸	۰/۴۲
	انحراف معیار		۰/۰۲۸	۰/۱۰۵	۰/۰۵۷	۰/۲۲۶	۰/۰۰۶
	حداقل و حداکثر مقدار		۰/۱۵-۰/۰۳	۰/۳۱-۰/۰۳	۰/۴۱-۰/۱۷	۱/۰۶-۰/۰۶	۰/۴۹-۰/۳۱
ماهی کپور	میانگین		۰/۰۵۸	۰/۰۷۹	۰/۳۰۳	۰/۴۸۲	۰/۳۸۶
	انحراف معیار		۰/۰۲۷	۰/۰۳۳	۰/۱۲۹	۰/۱۹۲	۰/۰۰۸
	حداقل و حداکثر مقدار		۰/۱۳-۰/۰۱	۰/۱۹-۰/۰۳	۰/۶۲-۰/۱۱	۱/۰۳-۰/۲۱	۰/۴۹-۰/۲۶

جدول ۲: مقدار فلزهای کادمیوم، کروم، سرب و نیکل در پوست ماهیان مصرفی شهر اصفهان بر حسب ppm

نوع ماهی	فلزهای سنگین	شاخص‌های آماری	کادمیوم	کروم	نیکل	سرب
ماهی سرخو	میانگین		۰/۰۵۴	۰/۰۹	۰/۲۹۱	۰/۴۸۷
	انحراف معیار		۰/۰۱۲	۰/۰۸۶	۰/۱۰۸	۰/۱۸۱
	حداقل و حداکثر مقدار		۰/۰۷-۰/۰۳	۰/۰۲۲-۰/۰۲	۰/۵-۰/۱۹	۰/۷۷-۰/۲۶
ماهی شوریده	میانگین		۰/۰۵۶	۰/۰۸۸	۰/۲۹۶	۰/۴۳
	انحراف معیار		۰/۰۲	۰/۰۵۶	۰/۰۵۲	۰/۱۴۸
	حداقل و حداکثر مقدار		۰/۱۱-۰/۰۴	۰/۸۶-۰/۰۳	۰/۴۱-۰/۲۶	۰/۷۷-۰/۲۶
ماهی کپور	میانگین		۰/۰۶۸	۰/۰۸۵	۰/۳۱	۰/۴۸
	انحراف معیار		۰/۰۲۱	۰/۰۲	۰/۱۱	۰/۲۰۹
	حداقل و حداکثر مقدار		۰/۱۱-۰/۰۴	۰/۱۳-۰/۰۶	۰/۴۹-۰/۱۷	۰/۸۵-۰/۲۵

تذکر: مقدار جیوه در پوست ماهیان تعیین نشده است.

جدول ۳: نتایج آزمایش استاندارد و درصد بازیابی فلزهای سنگین در ماهیان مورد مطالعه بر حسب ppm

نوع ماهی	نام فلز	A ₁	As	A ₂	%R
ماهی سرخو	کادمیوم	۰/۱۰۷	۱	۱/۰۷۸	۹۷/۱
	کروم	۰/۰۶۳	۱	۰/۹۹۳	۹۳
	سرب	۰/۰۵۲	۱	۰/۴۸	۹۶
ماهی شوریده	نیکل	۰/۰۴۱	۱	۱/۳۶۲	۹۵/۲
	کادمیوم	۰/۰۵۸	۱	۱/۰۰۵	۹۴/۷
	کروم	۰/۰۳۹	۱	۰/۹۹	۹۵/۱
ماهی کپور	سرب	۰/۰۷	۱	۱/۶۶۳	۹۶/۳
	نیکل	۰/۰۹۱	۱	۱/۰۶۳	۹۷/۲
	کادمیوم	۰/۰۵۹	۱	۱/۰۲۳	۹۶/۴
	کروم	۰/۰۸۵	۱	۱/۰۳۹	۹۵/۴
	سرب	۰/۰۴۶	۱	۱/۴۲۹	۹۶/۹
	نیکل	۰/۱۰۷	۱	۱/۰۳۵	۹۲/۸

استخرها بسیار محدود می‌باشد، در شرایطی هم به علت کمبود آب ممکن است از پساب‌های کشاورزی استفاده کنند. در مورد کروم و جیوه آزمون‌های آماری دوتایی نشان داد که اختلاف بین غلظت کروم و جیوه در ماهی‌های شوریده با سرخو و همچنین کپور با سرخو معنی‌دار بود، ولی اختلاف بین غلظت کروم در ماهی‌های شوریده و کپور معنی‌دار نشد؛ به طوری که این امر ممکن است به دلیل یکسانی وزن ماهی‌های کپور و شوریده باشد. چون وزن ماهیان سرخو به طور تقریبی نصف وزن کپور و شوریده بود، اما وزن ماهیان شوریده و کپور در یک محدوده قرار داشت. میانگین غلظت سرب، کروم، کادمیوم، نیکل و جیوه در بافت سه گونه از ماهیان مورد مطالعه به ترتیب ۰/۴۷، ۰/۰۷، ۰/۰۶، ۰/۳۰ و ۰/۳۵ ppm بر حسب وزن خشک ماهی محاسبه شد، که در مقایسه با استاندارد سازمان جهانی بهداشت کمتر از حداکثر مجاز بود. نتایج آماری همچنین نشان داد که در آزمون t-test میانگین غلظت فلزهای سنگین سرب، نیکل و کادمیوم در گوشت و پوست ماهیان سرخو، شوریده و کپور اختلاف آماری معنی‌داری وجود نداشت.

مقایسه ارقام یافته‌های آزمون‌های حاصل از این پژوهش با بررسی‌های به عمل آمده در دریای خزر نشان داد که غلظت سرب در ماهیان دریای خزر با میانگین ۱/۰۴ ppm بر حسب وزن خشک ماهی حدود ۲ برابر ماهیان مصرفی شهر

مقادیر استاندارد کادمیوم، کروم، نیکل، سرب و جیوه در ماهی‌ها به ترتیب ۰/۱، ۰/۳، ۰/۵ و ۰/۵ می‌باشد. نتایج آزمون آنالیز واریانس برای مقایسه میانگین‌های مقادیر فلزهای سنگین در گوشت و پوست ماهیان مورد مطالعه نشان داد که میانگین غلظت فلزهای سنگین سرب ($P = ۰/۶۹۱$)، نیکل ($P = ۰/۴۱۸$) و کادمیوم ($P = ۰/۶۶۲$) در گوشت و پوست سه گونه از ماهیان سرخو، شوریده و کپور اختلاف آماری معنی‌داری با یکدیگر وجود نداشت.

نتایج حاصل از افزایش استاندارد به نمونه‌های ماهی و درصد بازیابی فلزهای سنگین در جدول ۳ ارائه گردیده است. با توجه به درصدهای بازیابی فلزهای مختلف (۹۵ درصد) در جدول می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود که روش مورد استفاده برای تعیین فلزها از اطمینان کافی برخوردار است.

بحث

در این مطالعه، غلظت فلزهای سنگین سرب، نیکل و کادمیوم به طور یکنواخت در بافت ماهیان مورد مطالعه وجود داشت. مقدار فلزهای سنگین در ماهی کپور به میزان ناچیزی بیشتر از ماهی سرخو و شوریده بود. این افزایش مقدار ممکن است به دلیل آلودگی کمتر ماهیان دریایی نسبت به ماهیان پرورشی باشد؛ چرا که در استخرهای پرورشی منابع تأمین کننده آب

مقادیر فلزهای سنگین در ماهیان مصرفی شهر اصفهان با سایر کشورها، ممکن است عوامل مختلفی از جمله شرایط جغرافیایی، محیطی و کیفیت منابع تأمین کننده آب، صنایع مجاور در حاشیه سواحل و مقررات دفع پساب، نوع گونه‌های ماهی و بافت‌های مورد آزمایش، شرایط متفاوت فعالیت‌های آزمایشگاهی و... دخالت داشته باشد.

میانگین مقدار فلزهای سنگین مورد مطالعه در ماهیان مصرفی شهر اصفهان از حد استاندارد سازمان جهانی بهداشت کمتر بود، اما مقدار فلزهای سنگین سرب، کروم، نیکل، کادمیوم به ترتیب در ۲۷، ۸، ۳ و ۲۵ درصد از نمونه‌های مورد مطالعه بیشتر از حداکثر مجاز استاندارد سازمان جهانی بهداشت به دست آمد.

پیشنهادها

- ۱- مراکز آموزشی و پژوهشی به ویژه مرکز تحقیقات شیلات ایران طرح‌هایی را در مورد آلودگی ماهیان به سایر عوامل اعم از میکروبی و شیمیایی انجام دهند تا بر کیفیت بهداشتی ماهیان عرضه شده نظارت شود.
- ۲- بررسی غلظت فلزهای سنگین در ماهیان بایستی به طور هم‌زمان با آب، رسوبات کف و گیاهان آبی محل‌های رشد و تکثیر ماهیان انجام گیرد تا میزان تجمع بیولوژیکی در ماهیان مصرفی مورد سنجش و ارزیابی قرار گیرد.
- ۳- بررسی طرح‌هایی در خصوص ارتباط وزن و سن ماهی با میزان تجمع‌پذیری فلزهای سنگین در یک نوع ماهی به عنوان نمونه کپور انجام گیرد.
- ۴- در مورد ماهیان پرورشی، نیز ضروری است که میزان فلزهای سنگین در غذای مصرفی ماهیان بررسی شود تا مشخص گردد که فلزهای سنگین موجود در بافت ماهیان از چه منبعی تأمین می‌شود و در صورت وجود آلودگی از استفاده از آن به عنوان مواد خوراکی برای ماهیان جلوگیری گردد.

اصفهان می‌باشد؛ در ایجاد این تفاوت ممکن است دلایل مختلفی مانند آلودگی بیشتر دریای خزر از یک سو به دلیل ورود گسترده فاضلاب‌های شهری، صنعتی و به ویژه کشاورزی به داخل دریا و از سوی دیگر به دلیل مسدود بودن دریا و عدم اتصال به آب‌های آزاد، روش‌های متفاوت هضم شیمیایی نمونه‌ها، نوع گونه‌های ماهی و نوع بافت مورد آزمایش و... دخالت داشته باشد (۱، ۱۱، ۱۲).

غلظت کادمیوم، سرب و کروم در کپور پرورشی شهر اصفهان در مقایسه با کپور پرورشی مزارع پرورش ماهی استان گیلان به ترتیب با میانگین ۰/۰۲۷-۰/۰۰۹، ۰/۸۹۲-۰/۳۳۷ و ۰/۵۵۲-۰/۱۶ ppm بر حسب وزن خشک ماهی نشان داد که غلظت سرب و کروم به میزان ۲ برابر بیشتر از ماهیان مصرفی شهر اصفهان بود، ولی غلظت کادمیوم در ماهیان اصفهان به تقریب ۲ برابر ماهی‌های مزارع پرورشی استان گیلان به دست آمد. این تفاوت‌ها ممکن است به دلیل کیفیت متفاوت منابع تأمین کننده آب و همچنین روش‌های متفاوت هضم شیمیایی نمونه ماهی باشد (۱).

مقایسه ارقام این پژوهش با نتایج بررسی‌های تحقیقات سایر کشورهای جهان نشان داد که تجمع فلزهای مورد مطالعه در ماهیان مصرفی شهر اصفهان نسبت به ماهیان آب‌های یونان و دریاچه آتاتورک ترکیه تفاوت چندانی نداشت (۱۳، ۱۴)؛ ولی از ماهیان آب‌های مرزی نروژ با روسیه بسیار کمتر بود (۱۵). در مقایسه با ماهیان دریایی هنگ‌کنگ مقادیر کادمیوم و نیکل آن از ماهیان مصرفی شهر اصفهان بیشتر، ولی غلظت کروم کمتر و غلظت سرب در یک محدوده قرار داشت (۱۶) و در مقایسه با سواحل عربستان در خلیج فارس دارای مقادیر کروم یکسان، ولی مقادیر سرب و نیکل آن بیشتر بود (۱۷). نتایج این بررسی در مقایسه با ماهیان سواحل موریتانی دارای کادمیوم کمتر ولی در مقایسه با رودخانه پکوودا و آپنینگ تایوان کادمیوم بیشتر بود (۲۰-۱۸). به طور کلی می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که در تفاوت

References

1. Aminy Ranjbar GH, Alizadeh M. Measured amounts of heavy metals (Cr, Zn, Cu, Pb, Cd) in three species of

- carp fish breeding. Pajohesh and Sazandeghi 2000; 40-2: 146-9.
2. Fathi F. Survey of fish consumption in Isfahan. [Research project]. Tehran: The University of Tehran. 2002.
 3. Jaferi MM. The role of fish and fish oil in human nutrition. *Standard Monthly* 2002; 12(123): 25-7.
 4. Food and Agriculture Organization. Global pollution problem in the way of fishing industry. Trans. Eskash MR. Tehran: Iranian Fisheries Company Publishing Corporation; 1999. p. 18-21.
 5. Kelark AB. Sea pollution. Trans. Mohamadi MA, Dashtaki Z. Tehran: Naghshe Mehr; 2002. p. 105, 111-20, 125-9, 136-8.
 6. Parvaneh V. Quality control and food chemical examination. Tehran: The University of Tehran Press; 1993. p. 241, 309, 320-3.
 7. Harrison RM. Pollution: causes, effects and control. London: Royal Society of Chemistry; 1994. p. 425-6.
 8. Hajmohamadi MR, Ghaziasgar SH. Qualitative and quantitative determination of heavy and toxic elements in fish breeding in the treated wastewater and compared with other fishes. *Journal of Chemistry and Chemical Engineering* 1990; 10(12): 13-22.
 9. Eaton AD, Clesceri LS, Rice EW, Greenberg AE, Franson MAH, Editor. Standard methods for the examination of water and wastewater. 17th ed. Washington, DC: American Public Health Association; 1992. p. 3-13.
 10. American Society for Testing and Materials. Annual book of ASTM standards. Philadelphia: ASTM; 1994. p. 454-63, 492-7, 573-83, 598-603.
 11. Khodabandeh S, Talaei R, Ghaiyomi R. Accumulation of heavy metals in sediments and aquatics of Caspian Sea. *Water and Wastewater* 2001; 39: 19-20, 38-42.
 12. Mirsanjeri MM, Gholami Z, Neghaban M. Survey of heavy metals pollution effects (Hg, Pb) on the aquatics of Caspian Sea. Proceedings of the 4th National Congress on Environmental Health. 2001; Yazd, Iran.
 13. Catsiki VA, Stroglyoudi E. Survey of metal levels in common fish species from Greek waters. *Sci Total Environ* 1999; 237-238: 387-400.
 14. Karadede H, Unlu E. Concentrations of some heavy metals in water, sediment and fish species from the Ataturk Dam Lake (Euphrates), Turkey. *Chemosphere* 2000; 41(9): 1371-6.
 15. Amundsen PA, Staldivik FJ, Lukin AA, Kashulin NA, Popova OA, Reshetnikov YS. Heavy metal contamination in freshwater fish from the border region between Norway and Russia. *Science of the Total Environment* 1997; 201(3): 211-24.
 16. Wong CK, Wong PP, Chu LM. Heavy metal concentrations in marine fishes collected from fish culture sites in Hong Kong. *Arch Environ Contam Toxicol* 2001; 40(1): 60-9.
 17. Al-Saleh I, Shinwari N. Preliminary report on the levels of elements in four fish species from the Arabian Gulf of Saudi Arabia. *Chemosphere* 2002; 48(7): 749-55.
 18. Romeo M, Siau Y, Sidoumou Z, Gnassia-Barelli M. Heavy metal distribution in different fish species from the Mauritania coast. *Sci Total Environ* 1999; 232(3): 169-75.
 19. Allen-Gil SM, Martynov VG. Heavy metal burdens in nine species of freshwater and anadromous fish from the Pechora River, northern Russia. *Sci Total Environ* 1995; 160-161: 653-9.
 20. Chen CH, Chen MH. Heavy metal concentrations in nine species of fishes caught in coastal waters off ann-ping, S.W. Taiwan. *Journal of Food and Drug Analysis* 2001; 9(2): 107-14.

The concentration of lead, chromium, cadmium, nickel and mercury in three species of consuming fishes of Isfahan city

Hosein Pourmoghaddas¹, Ali Shahryar²

Abstract

Background: The consumption of aquatic nutrition sources, especially fishes, as a partial supply of protein has increased for ever-increasing demand of protein. In accordance with such an ever-increasing demand and bioaccumulation of toxic compounds, the safety control of mentioned foods, regarding the toxic level of heavy metals, become an important issue.

Methods: In this study the concentration of toxic trace elements, lead (Pb), chromium (Cr), cadmium (Cd), nickel (Ni) and mercury (Hg) were measured in 105 samples of fishes including Lutjans Coccineus and Tigeratoo Croaker (from Persian Gulf) and Cyprinus carpio (from artificial cultured ponds) were measure. The concentration of toxic trace elements were determined using Atomic Absorption method and Hg was measured using Neutron Activation Analysis.

Findings: Mean concentration of Pb, Cr, Cd, Ni and Hg in Lutjans Coccineus species of fish tissue were 0.44, 0.03, 0.06, 0.32 and 0.22, respectively. Mean concentration of Pb, Cr, Cd, Ni and Hg Tigeratoo Croaker were 0.48, 0.06, 0.06, 0.28 and 0.42, respectively. Mean concentration of Pb, Cr, Cd, Ni and Hg Cyprinus carpio were 0.48, 0.07, 0.05, 0.30 and 0.22.

Conclusion: The results of the study revealed that the mean concentration of toxic heavy metals in fishes did not exceed the WHO standards level. The exceeded level of Pb, Cd, Cr and Ni regarding to the WHO standard limits were presented in

Key words: Fish, Heavy Metals, Isfahan, Iran.

1- Professor, Department of Civil Engineering, Khorasgan Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran.

2- PhD Student, Environment Research Center, Isfahan University of Medical Sciences and MPH High Management of Health Education, Province Health Center, Golestan University of Medical Sciences, Gorgan, Iran.

(Corresponding Author)

Email: al_shahryar@yahoo.com