

## تجمع زیستی فلزات سنگین در بافت عضله ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) و کپور (*Cyprinus carpio*) دریای خزر در آب های ساحلی استان مازندران

• اکبر الصاق (نویسنده مسئول)

عضو هیأت علمی گروه شیمی، دانشکده شیمی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال

تاریخ دریافت: مهر ماه ۱۳۹۰ تاریخ پذیرش: آذر ماه ۱۳۹۰

تلفن تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۳۵۸۱۳۰۵

Email: a\_elsagh@iau-tnb.ac.ir

### چکیده

امروزه محصولات دریایی نقش قابل توجهی در تامین غذای مردم جهان دارند و با شناسایی کیفیت و برتری غذایی این فراورده ها بر دیگر مواد پروتئینی روز به روز بر مصرف آن افزوده می شود. به موازات افزایش مصرف این منابع و خصوصاً ماهیان، اهمیت بهداشت و سلامت آنان نیز، بیشتر می گردد که در این میان فلزات سنگین به علت فرایند بیولوژیکی و تجمع زیستی، تشخیص و اندازه گیری آن اهمیت زیادی دارد. بر این مبنا در این تحقیق غلظت فلزات سنگین نیکل و کروم در عضلات خوراکی ۴۸ نمونه از دو گونه ماهی اقتصادی و پر مصرف در شمال کشور شامل: ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) و کپور (*Cyprinus carpio*) دریای خزر در حوزه سواحل استان مازندران، با روش طیف سنج جذب اتمی مورد سنجش قرار گرفت. میانگین  $\pm$  خطای استاندارد غلظت فلزات سنگین نیکل و کروم در بافت خوراکی ماهی سفید به ترتیب ۰/۶۵۰/۱۲ و ۱/۶۸۰/۲۸ میکروگرم بر گرم وزن خشک نمونه و میانگین  $\pm$  خطای استاندارد غلظت فلزات سنگین نیکل و کروم در بافت خوراکی ماهی کپور نیز به ترتیب ۱/۴۷۰/۲۲ و ۰/۷۴۰/۱۹ میکروگرم بر گرم وزن خشک نمونه اندازه گیری شد. این مقادیر با حد مجاز و سطح استاندارد، ارائه شده از سوی سازمان بهداشت جهانی برای ماهیان مقایسه شد. نتایج نشان داد که غلظت این فلزات در عضلات ماهیان مورد نظر، در مناطق مورد مطالعه یعنی بابلسر، فریدون کنار، محمود آباد، رستم رود نور، پارک جنگلی سی سنگان و نوشهر، اختلاف معنی داری با مقدار مجاز و سطح استاندارد خود دارند ( $P < 0/05$ ) که این امر بیانگر آلوده بودن آب این مناطق از لحاظ فلزات سنگین فوق می باشد.

کلمات کلیدی: استان مازندران، دریای خزر، ماهی سفید، ماهی کپور، فلزات سنگین، تجمع زیستی.

Veterinary Journal (Pajouhesh & Sazandegi) 95 pp: 41-48

### Bioaccumulation of heavy metals levels in muscles of *Rutilus frisii kutum* and *Cyprinus carpio* Fishes of coastal waters of the Mazandaran Province, Caspian Sea

By: Akbar. Elshagh, Member of Scientific Board of Faculty of Chemistry, Department of Chemistry, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. (Corresponding Author; Tel: +989123581305).

The proteins in fish, as well as other aquatic animals has nowadays become an important and complete protein sources in many people's diets around the world and as a results, there has been a growing interest to protect and ensure the health of this important food source. Heavy metals due to their specific physical and chemical characteristics as well as their effects on various ecosystems are considered as a major contaminator of marine environments. Therefore determining the level of heavy metals in water and aquatic species, as a link in the food chain of human beings, is of a great importance. In this study, levels of some heavy metals were evaluated, using flame atomic absorption spectroscopy technique, in tissues of two commonly consumed fish in Iran namely *Rutilus frisii kutum* and *Cyprinus carpio* collected from the coastal waters of the Mazandaran Province, Caspian Sea. The average concentration of Ni and Cr were detected as ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) dry weight of *Rutilus frisii kutum*'s tissues: 1.68 0.28 and 0.65 0.12 (Mean Standard Error) respectively. These values for *Cyprinus carpio* were detected as: 1.47 0.22 and 0.74 0.19 (Mean Standard Error). These values were compared with the World Health Organization (WHO) safety reference standard regarding the amount of the above mentioned heavy metals in fish's tissues. These values were compared with the WHO safety standards regarding the amount of the above mentioned heavy metals in fish tissues. Based on the results of this study, the concentration of Ni and Cr in the studied fish tissues proved to be much higher than international standards with a reliability of  $P < 0.05$ . The results show that the pollution in the water of this region are because of these heavy metals.

**Key words:** Mazandaran Province, Caspian Sea, *Rutilus frisii kutum*, *Cyprinus carpio*, Heavy metals, Bioaccumulation

#### مقدمه

دریای خزر که بین کشورهای قزاقستان، ترکمنستان، روسیه فدرال، آذربایجان و ایران واقع شده به عنوان بزرگترین دریاچه جهان، یکی از مهم ترین دریاچه های دنیا از نظر اکوسیستم آبی بوده و همواره جهت تامین غذا، ایجاد اشتغال و درآمد مورد توجه ساحل نشینان و دولت ها قرار گرفته است. این دریاچه بین  $47^{\circ}$  و  $7^{\circ}$  تا  $36^{\circ}$  و  $33^{\circ}$  عرض شمالی و  $46^{\circ}$  و  $43^{\circ}$  تا  $54^{\circ}$  و  $50^{\circ}$  طول شرقی قرار گرفته است. طول این دریاچه از  $1030$  الی  $1200$  کیلومتر تخمین زده شده است و عرض آن از  $208$  کیلومتر در قسمت های میانی الی  $480$  کیلومتر در بخش های جنوبی متغیر است. عمق متوسط آن  $180$  متر است و در سواحل جنوبی که عمیق ترین بخش این دریاچه به شمار می رود به  $1000$  متر و در سواحل شمالی تنها به چند متر می رسد (Debus, 1995). از آنجا که این دریاچه بدون راه خروجی، محیط زیست بسته ای را تشکیل داده و زمان ماند آلاینده ها در آن بسیار بالا می باشد، ورود انواع آلاینده ها تهدید جدی برای این دریاچه و آبریان آن محسوب می گردد. در این میان فلزات سنگین از جمله آلاینده های بسیار مهم محیط زیست این دریا محسوب می شوند (Bundy, 1996). امروزه در صنایع غذایی، آبریان دریایی سهم عمده ای از تولید پروتئین را دارا می باشند. بنابراین اطمینان از سلامت و بهداشت پروتئین تولید شده از اهمیت زیادی برخوردار است. فلزات سنگین با توجه به خواص

فیزیکی، شیمیایی و زیستی خود، منبع مهمی برای آلودگی آبریان دریایی هستند و به عنوان یکی از مهم ترین آلاینده های محیطی مطرح هستند که طی فرآیندهای صنعتی، استفاده از سوخت های فسیلی، دفع فاضلاب های کشاورزی و صنعتی به محیط، استفاده بی رویه از کودهای فسفاته در امور کشاورزی و ... به محیط زیست وارد شده و منجر به افزایش میزان سطح فلزات سنگین در منابع آبی شده و به دنبال آن تجمع این فلزات را در فرآورده های دریایی، بخصوص ماهیان خواهیم داشت که علاوه بر آسیب های جدی بر سلامت و حیات این موجودات، در نهایت با توجه به زنجیره غذایی با وارد شدن به بدن انسان سبب بیماری ها و نارسایی های خاص می شوند (Burrows و همکاران 1983). برای نخستین بار اثرات سمی فلزات سنگین در ماهیان، به خصوص جیوه در سال 1953 میلادی در ناحیه ی میناماتای ژاپن به طور محسوس و قابل تشخیص مشاهده گردید که طی آن بیش از  $43$  تن از ماهیگیران و ساکنان بومی با مصرف ماهی خلیج که غلظت زیادی از فلزات سنگین را به همراه داشت جان خود را از دست داده و بیش از  $700$  نفر هم معلولیت دائمی پیدا کردند. هم چنین در 19 نوزاد که مادران آنها از این مواد غذایی مصرف کرده بودند، تغییرات ژنتیکی دیده شد (Förstner و همکاران 1984). مهم ترین اثرات سوء ناشی از مصرف مواد غذایی از جمله ماهیان آلوده به عناصر سنگین، که در انسان پدید می آید: برای نیکل، آثار سمیت آن بر سیستم تنفس، دستگاه

*(Rutilus frisii kutum)* و کپور (*Cyprinus carpio*)، تعداد ۴۸ نمونه (۲۴ نمونه از هر گونه) در نیمه دوم سال ۱۳۸۸، در ۶ ایستگاه: بابلسر، فریدون کنار، محمود آباد، رستم رود نور، پارک جنگلی سی سنگان و نوشهر (شکل ۱)، توسط صیادان با تورهای پره با بافته چشمه ۳۰ میلی متری صید شدند. انتخاب ایستگاه های نمونه برداری به نحوی بود که صید به میزان قابل توجه در آن مکان ها صورت گیرد و گونه های مورد مطالعه قابل دسترسی و نمونه برداری باشند. هم چنین فاصله بین ایستگاه های نمونه برداری تقریباً یکسان بود، به طوری که یک تصویر کلی از وضعیت آلودگی احتمالی سواحل استان مازندران دریای خزر قابل بررسی باشد. مختصات جغرافیایی ایستگاه های نمونه برداری در جدول ۱ آمده است. ماهیان از نظر گونه و محل صید، دسته بندی و داخل کیسه های استریل پلی اتیلنی کد گذاری شده، در جعبه یخ بلافاصله به آزمایشگاه انتقال یافته و بعد از زیست سنجی تا زمان آزمایش در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد منجمد و نگهداری شدند (*Staniskiène* و همکاران ۲۰۰۶). با وجود اینکه نمونه ها بطور تصادفی انتخاب شده بودند، با توجه به اندازه چشمه تورها، در وزن و طول ماهی ها در دو گونه و بین ایستگاه ها تفاوت قابل ملاحظه ای مشاهده نشد. در مرحله بعد، پس از جداسازی عضلات و گوشت خوراکی ماهی ها و شستشو با آب دوبار تقطیر، نمونه های صید شده از یک گونه در هر ایستگاه مخلوط شد و نمونه مرکب به دست آمد. سپس ۵۰ گرم از نمونه مرکب هر گونه، با توجه به ایستگاه آن، بوسیله هاون بصورت یکنواخت در آمد. آنگاه نمونه های له شده به مدت ۴۸ ساعت در گرمخانه با دمای ۷۰ درجه سانتی گراد قرار گرفت، تا کاملاً خشک شدند (*Al-Kahtani* و همکاران ۲۰۰۹). سپس نمونه ها را به دسیکاتور انتقال داده و پس از رسیدن به وزن ثابت، در هاون، تا پودر شدن کامل سائیده شدند. در این مرحله برای اندازه گیری فلزات سنگین نیکل و کروم، ۰/۵۰ گرم از هر نمونه سائیده شده را در لوله ی آزمایش ریخته و ۴ میلی لیتر اسید نیتریک ۶۵ درصد و بعد از یک ساعت ۱ میلی لیتر اسید پرکلریک ۷۰ درصد به آن اضافه گردید و به مدت ۴۸ ساعت زیر هود نگه داشته شد. در مرحله بعد، در ابتدا به مدت ۱ ساعت در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد و سپس در دمای ۱۲۰ درجه سانتی گراد نیز به مدت ۱ ساعت نمونه ها زیر

گوارش، خون، کبد و کلیه ها دیده شده است (*Zemanova* و همکاران ۲۰۰۷). کروم نیز سبب بروز درماتیت های پوستی و تحریک غشاهای مخاطی می شود (*Aktas* و همکاران ۲۰۰۵). بدین سبب محققان بسیاری در سراسر دنیا به سنجش فلزات سنگین در آبزیان مورد مصرف انسان پرداخته اند (*Irwandi* و همکاران ۲۰۰۹)، (*Al-Kahtani* و همکاران ۲۰۰۹)،

(*Ubalua* و همکاران ۲۰۰۷)، (*Staniskiène* و همکاران ۲۰۰۶)، (*ChunChen* و همکاران ۲۰۰۱)، (*Blevins* و همکاران ۱۹۷۶).

در ایران به نسبت مطالعات کمتری صورت گرفته است. در این زمینه می توان به تحقیقات نگارنده مقاله، شهرپاری و همکاران در سال ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۰، امینی رنجیر و همکاران، صادقی راد و همکاران، فاضلی و همکاران در سال ۱۳۸۴، میرسنجری و همکاران در سال ۱۳۸۰ و خدابنده و همکاران در سال ۱۳۷۹ در حوزه دریای خزر اشاره کرد. در این تحقیق نیز به دلیل اهمیت اکولوژیکی دریای خزر و لزوم آگاهی از میزان آلودگی ها، به منظور مقابله مناسب با تهدیدات، تجمع زیستی فلزات سنگین نیکل و کروم، در عضلات خوراکی دو گونه ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) و کپور (*Cyprinus carpio*) دریای خزر در سواحل استان مازندران، که از پر مصرف ترین محصولات دریایی در رژیم غذایی مردم شمال کشور می باشند (*Gharib* و همکاران ۲۰۰۳)، مورد ارزیابی و سنجش قرار گرفت. ارائه ی نتایج به سازمان های ذی ربط علاوه بر کمک به حفظ بهداشت و سلامت و توسعه پایدار جامعه، باعث پیشگیری از بروز برخی بیماری ها و مقدمه ای به منظور تحقیقات بعدی در خصوص به دست آوردن اطلاعات کافی از وضعیت آلودگی در جهت به کارگیری روش های پیشگیرانه و ارائه استانداردها و قوانین مناسب خواهد بود.

### مواد و روش ها

در این مطالعه عضله خوراکی ماهی به سبب نقش مهم در تغذیه انسان و لزوم اطمینان از سلامت آن مورد بررسی قرار گرفت. بر این مبنا، به منظور بررسی تجمع زیستی فلزات سنگین نیکل و کروم در عضلات خوراکی دو گونه از ماهیان دریای خزر در سواحل استان مازندران، شامل: ماهی سفید



شکل ۱- مناطق نمونه برداری خط ساحلی استان مازندران دریای خزر

صحت آزمایش و روش تجزیه ای استخراج فلزات سنگین از نمونه ها و کسب مقدار صحیح آن ها از روش افزایش استاندارد و درصد بازیابی فلزات استفاده گردید. با توجه به درصد های بازیابی فلزات در حدود  $9 \pm 100\%$  می توان نتیجه گیری نمود که روش مورد استفاده، برای سنجش فلزات از اطمینان کافی برخوردار است. شاخص های عملیاتی طیف سنجی در جدول (۲) نشان داده شده است (Elsagh و همکاران ۲۰۱۰ و Irwandi و همکاران ۲۰۰۹). کلیه مواد شیمیایی از نوع معرف های تجزیه ای از شرکت مرک آلمان استفاده شد. تمامی نمونه های تحقیق با آب دوبار تقطیر تهیه شدند. هم چنین تجزیه و تحلیل آماری بر روی داده ها با فرض نرمال و گوسی بودن داده ها به روش آزمون های پارامتریک (T-test) و ANOVA در نرم افزار SPSS/۱۵ انجام شد.

هود حرارت داده شدند تا هضم کامل صورت گرفت. نمونه های هضم شده توسط کاغذ صافی واتمن (اندازه ۴۲) صاف و با آب دوبار تقطیر، در بالن حجمی ۱۰ میلی لیتری به حجم رسانده شدند (Baldwin و همکاران ۱۹۹۹ و Roger, ۱۹۹۴). برای سنجش میزان فلزات سنگین نیکل و کروم از دستگاه طیف سنج جذب اتمی شعله ای مدل A-Z VARIAN-USA (۲۲۰) استفاده گردید. برای این منظور، ابتدا منحنی های کالیبراسیون با تزریق استاندارد های مشخص به دستگاه رسم شد (Official method of Analysis, ۱۹۸۰). سپس نمونه های آماده شده، پس از به هم زدن و یکنواخت شدن محلول به دستگاه تزریق و مقادیر جذب و غلظت خوانده شد (Burrows و همکاران ۱۹۸۳). جهت اطمینان از دقت تجزیه هر نمونه سه مرتبه آزمایش و میانگین آن ثبت شد. هم چنین برای اطمینان از

جدول ۱- موقعیت ایستگاه های نمونه برداری

ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
بابلسر	۵۲°۳۸'۴۶/۲۵"	۳۳/۵۱'۴۲°۳۶"
فریدون کنار	۵۲°۳۱'۲۰/۵۹"	۴۱°۳۶'۵۸/۳۷"
محمود آباد	۵۲°۱۴'۵۴/۵۴"	۷۲/۵۳°۳۸'۳۶"
رستم رود نور	۵۲°۱۰'۰۳/۳۴"	۵۳/۵۳'۳۴°۳۶"
پارک جنگلی سی سنگان	۵۱°۴۸'۵۳/۰۴"	۶۲/۱۲'۳۵°۳۶"
نوشهر	۵۱°۳۱'۱۰/۷۷"	۱۴/۴۶'۳۹°۳۶"

جدول ۲- شرایط دستگاه برای اندازه گیری عناصر

روش	جریان (mA)	عرض شکافت (nm)	طول موج (nm)	عناصر
FAAS	۰/۴	۲۰/۰	۲۳۲/۰	Ni
FAAS	۰/۷	۲۰/۰	۳۵۷/۹	Cr
FAAS	۴/۰	۰/۷۰	۲۲۸/۰	Cd
FAAS	۴/۰	۰/۷۰	۲۸۳/۳	Pb

FAAS: Flame Atomic Absorption Spectroscopy

گوشت ماهی سفید و کپور در ایستگاه‌های مختلف نشان داد که با تغییر ایستگاه‌ها در غلظت فلزات سنگین نیکل و کروم در دو گونه ماهی اختلاف معنی داری به وجود خواهد آمد ( $P < 0/05$ ). نتایج آزمون (t-Test) برای مقایسه میانگین غلظت فلزات سنگین نیکل و کروم در گوشت ماهی سفید و کپور با مقادیر سطح استاندارد این عناصر در سازمان بهداشت جهانی و سازمان کشاورزی و غذایی سازمان ملل، نشان داد که اختلاف معنی داری میان مقدار نیکل و کروم موجود در گوشت ماهیان و سطح استاندارد هر یک از آنان (نیکل و کروم به ترتیب برابر ۰/۳۸ و ۰/۲۰ میکرو گرم بر گرم) وجود دارد ( $P < 0/05$ ) و میزان میانگین آنان بالاتر از سطح استاندارد است. شکل‌های ۲ و ۳ مقادیر فلزات سنگین نیکل و کروم ایستگاه‌های بابلسر، فریدون کنار، محمود آباد، رستم رود نور، پارک جنگلی سی سنگان و نوشهر را در دو گونه ماهی سفید و کپور و مقایسه با حد مجاز و سطح استاندارد آنان را نشان می‌دهد.

### بحث و نتیجه گیری

در تحقیق انجام شده بر روی ماهیان سفید (*Rutilus frisii kutum*) و کپور (*Cyprinus carpio*)، بخشی از خط ساحلی جنوب دریای خزر در استان مازندران، مشخص شد که بطور کلی میزان آلودگی به فلزات سنگین نیکل و کروم قابل توجه و بیشتر از سطح استاندارد سازمان بهداشت جهانی و سازمان کشاورزی و غذایی سازمان ملل برای ماهیان است. این تجمع زیاد عناصر سنگین، به طور قطع آلودگی بالای آب دریای خزر را در ایستگاه‌های مورد مطالعه نسبت به عناصر فوق، به وضوح نشان می‌دهد. از آنجایی که مناطق مورد نظر، به عنوان قطب مهم کشاورزی مازندران محسوب می‌شوند و با توجه به تراکم کشت‌های مختلف، استفاده از کودهای شیمیایی، سموم کشاورزی، قارچ کش و علف کش در مزارع بسیار بالا می‌باشد. غالباً پس از مصرف، کودها و سموم از چند طریق نظیر

جدول ۴- میانگین غلظت نیکل بر حسب میکرو گرم بر گرم وزن خشک نمونه

روش	ماهی سفید	ماهی کپور
	میانگین $\pm$ خطای استاندارد	
بابلسر	۰/۶۳ $\pm$ ۰/۱۲	۰/۹۲ $\pm$ ۰/۲۹
فریدون کنار	۱/۰۳ $\pm$ ۰/۱۲	۰/۸۵ $\pm$ ۰/۲۳
محمود آباد	۰/۳۷ $\pm$ ۰/۱۲	۰/۴۸ $\pm$ ۰/۲۹
رستم رود نور	۰/۳۰ $\pm$ ۰/۱۲	۰/۲۷ $\pm$ ۰/۱۵
پارک جنگلی سی سنگان	۰/۶۶ $\pm$ ۰/۱۲	۰/۷۸ $\pm$ ۰/۱۶
نوشهر	۰/۹۳ $\pm$ ۰/۱۲	۱/۱۵ $\pm$ ۰/۰۳
WHO	۰/۲۰	۰/۲۰

(Mean Standard Error)  $\pm$  (n=۴): (WHO) World Health Organization

### نتایج

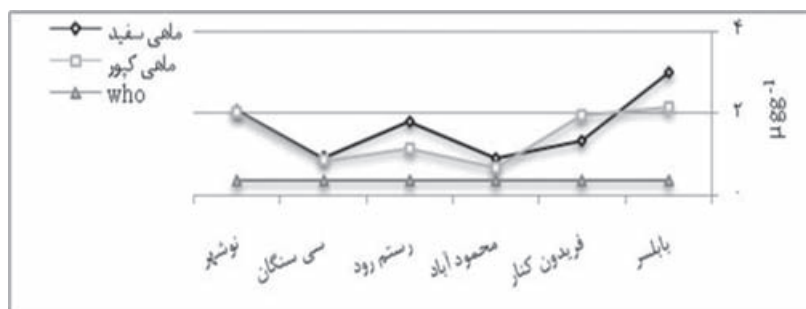
مقادیر اندازه گیری شده فلزات سنگین نیکل و کروم در گوشت دو گونه ماهی سفید و کپور در ایستگاه‌های مورد سنجش در جداول ۳ و ۴ آمده است.

میانگین  $\pm$  خطای استاندارد غلظت فلزات سنگین نیکل و کروم در بافت خوراکی ماهی سفید به ترتیب ۰/۶۸ و ۱/۶۸ و ۰/۱۲ و ۰/۶۵ میکرو گرم بر گرم وزن خشک نمونه و میانگین  $\pm$  خطای استاندارد غلظت فلزات سنگین نیکل و کروم در بافت خوراکی ماهی کپور نیز به ترتیب ۱/۴۷ و ۰/۱۹ و ۰/۷۴ میکروگرم بر گرم وزن خشک نمونه اندازه گیری شد. مقادیر به دست آمده با حد مجاز و سطح استاندارد این فلزات، ارائه شده از سوی سازمان بهداشت جهانی و سازمان کشاورزی و غذایی سازمان ملل برای ماهیان مقایسه شد. مقادیر مجاز و سطح استاندارد جهانی فلزات سنگین نیکل و کروم برای ماهیان به ترتیب برابر ۰/۳۸ و ۰/۲۰ میکرو گرم بر گرم می‌باشد. فراوانی فلزات سنگین در گوشت دو گونه ماهی بدین ترتیب به دست آمد: (Cr < Ni). نتایج آزمون (t-Test) برای مقایسه میانگین فلزات سنگین نیکل و کروم در گوشت ماهی سفید و کپور در ایستگاه‌های مختلف بدین صورت به دست آمد: میانگین مقدار نیکل در ایستگاه‌های نوشهر، پارک جنگلی سی سنگان، رستم‌رود و محمود آباد برای ماهی سفید و کپور تفاوت معنی‌داری ندارد ( $P < 0/05$ ). در ایستگاه بابلسر ماهی سفید دارای میانگین نیکل بیشتری است و در ایستگاه فریدون کنار این مقدار برای ماهی کپور بیشتر است. میزان کروم برای ماهی سفید و کپور در بیشتر ایستگاه‌ها دارای تفاوت معنی‌دار است ( $P < 0/05$ ). در ایستگاه‌های فریدون کنار و رستم رود نور ماهی سفید دارای میانگین کروم بیشتری است و در ایستگاه‌های بابلسر، محمود آباد، پارک جنگلی سی سنگان و نوشهر این مقدار برای ماهی کپور بیشتر است. هم‌چنین نتایج آزمون ANOVA برای مقایسه میانگین غلظت فلزات سنگین نیکل و کروم در

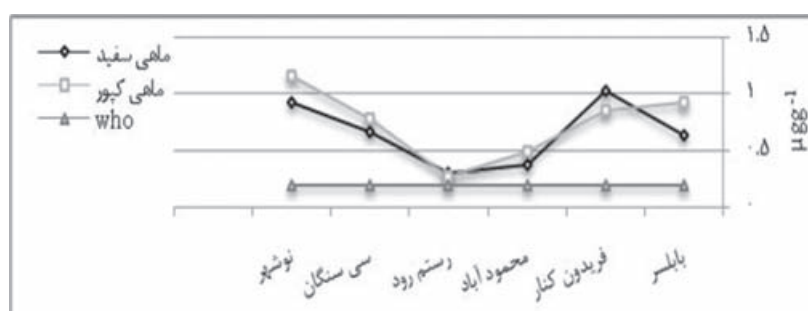
جدول ۳- میانگین غلظت کادمیوم بر حسب میکرو گرم بر گرم وزن خشک نمونه

روش	ماهی سفید	ماهی کپور
	میانگین $\pm$ خطای استاندارد	
بابلسر	۲/۹۹ $\pm$ ۰/۴۰	۲/۱۷ $\pm$ ۰/۰۹
فریدون کنار	۱/۳۶ $\pm$ ۰/۴۲	۱/۹۶ $\pm$ ۰/۱۰
محمود آباد	۰/۹۰ $\pm$ ۰/۲۸	۰/۶۶ $\pm$ ۰/۱۷
رستم رود نور	۱/۸۰ $\pm$ ۰/۴۶	۱/۱۵ $\pm$ ۰/۱۳
پارک جنگلی سی سنگان	۰/۹۶ $\pm$ ۰/۰۱	۰/۸۶ $\pm$ ۰/۳۶
نوشهر	۲/۰۶ $\pm$ ۰/۱۱	۲/۰۵ $\pm$ ۰/۴۶
WHO	۰/۳۸	۰/۳۸

(Mean Standard Error)  $\pm$  (n=۴): (WHO) World Health Organization



شکل ۲- میانگین غلظت کادمیوم (Mean±SE) در ماهیان سفید و کپور در ایستگاه های مورد مطالعه و مقایسه با WHO



شکل ۳- میانگین غلظت نیکل (Mean±SE) در ماهیان سفید و کپور در ایستگاه های مورد مطالعه و مقایسه با WHO

بافت های عضله ماهی کفال (*Iiza aurata*) سواحل جنوبی دریای خزر در سه استان گلستان، مازندران و گیلان بیشتر می باشد. هم چنین با توجه و مقایسه با سنجش های مشابه مناطق جنوبی کشور، مشخص شد که تجمع میانگین غلظت فلزات سنگین نیکل و کروم در عضله دو گونه ماهی سفید و کپور سواحل استان مازندران نسبت به ماهیان: خلیج فارس و سواحل بوشهر ایران (Pourang و همکاران ۲۰۰۵)، (شهریاری، ۱۳۸۴) و (ناصری و همکاران، ۱۳۸۴) بسیار بیشتر است. مقایسه ای که بین نتایج پژوهش حاضر با میانگین غلظت فلز سنگین کروم در چهار گونه از ماهیان خلیج فارس در سواحل عربستان سعودی انجام گرفت، نشان داد که میانگین غلظت کروم در بافت عضله ماهیان سواحل عربستان سعودی، که برابر با ۶۰/۶ نانوگرم به ازای هر گرم از وزن مرطوب ماهی بود، از میانگین غلظت فلز سنگین کروم در عضله دو گونه ماهی سفید و کپور مناطق مورد مطالعه کم تر بود (Al-Saleh و همکاران ۲۰۰۰). هم چنین در مقایسه با ۲ گونه ماهیان رودخانه آبا نیجریه (Ubalua و همکاران ۲۰۰۷)، ۹ گونه ماهیان سواحل آن پینگ تایوان (Chun chen و همکاران ۲۰۰۱)، ماهیان چشمه آل حدود عربستان سعودی (Al-Kahtani و همکاران ۲۰۰۹) و ۸ گونه ماهیان جزیره لانگ کاوی مالزی (Irwandi و همکاران ۲۰۰۹) تجمع فلزات سنگین نیکل و کروم در عضله دو گونه ماهی سفید و کپور در مناطق مورد مطالعه، به مراتب بیشتر است. مقایسه این پژوهش با میانگین نتایج به دست آمده از تحقیقی که در نروژ در مورد غلظت فلزات سنگین کروم و نیکل در عضله ماهیان آب های مرزی نروژ با روسیه انجام گرفت،

وزش باد، شستشوی خاک مزارع در اثر بارش باران و نشست پساب های کشاورزی وارد رودخانه ها می شوند و در نتیجه به آلوده نمودن آب دریا و در پی آن ماهیان منجر می گردد. در مورد نیکل می توان منشأ آلودگی را منابع نفتی و هم چنین معدن کاوی و ساختار و جنس بستر دریا دانست که منجر به آلودگی آب دریا و ماهیان می گردد. آلودگی کروم می تواند ناشی از صنایع آبکاری و تجهیزات الکترونیکی، تخلیه و بارگیری مواد معدنی به ویژه کرومیت باشد. هم چنین تردد قایق ها، شناورها و نفتکش ها و نشت مواد سوختی آنان و حتی نفت خام که دارای فلز کروم می باشد و عملیات رنگ آمیزی آنان به سبب وجود کروم در ساختار انواع رنگ ها، می تواند عامل غلظت بالای فلز سنگین کروم در آب دریا و به دنبال آن در ماهیان باشد. بطور کلی اگرچه روند زمین شناسی و آب و هوایی و عوامل طبیعی و نقش نیمه شمالی دریای خزر، در این آلودگی ها انکارناپذیر است، اما فعالیت های انسانی بیشترین آلودگی و تخریب را وارد می سازند. چنانچه بیشترین میزان آلودگی برای هر دو گونه ماهی، در ایستگاه نوشهر، بابلسر و فریدون کنار می باشد که به علت فعالیت های بیشتر انسانی نسبت به سایر ایستگاه ها، نظیر شیرابه زباله ها و تخلیه فاضلاب های شهری، صنعتی و کشاورزی از ساحل به دریا، اقتصادی از قبیل صنایع چوب، سلولز و کاغذ، تجهیزات الکترونیکی، صنایع غذایی، سموم و کودهای شیمیایی و حیوانی و تردد کشتی های نفتکش، قایق های صیادی، تفریحی و کشتی های تجاری، می تواند باشد. میانگین میزان نیکل اندازه گیری شده در این تحقیق، از نتایج به دست آمده توسط فاضلی در سال ۱۳۸۴ در

ایران و دانشکده علوم و فنون دریایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال را اعلام می‌دارم.

### منابع مورد استفاده

- ۱- الصاق، ا. (۱۳۸۹) تعیین برخی فلزات سنگین در عضلات ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) و کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) جنوب مرکزی دریای خزر. نشریه علمی پژوهشی دامپزشکی (پژوهش و سازندگی)، شماره ۸۹، صفحات ۴۴-۳۳.
- ۲- الصاق، ا. (۱۳۸۹) سنجش میزان تجمع فلزات سنگین در ماهیان سفید (*Rutilus frisii kutum*) و کپور (*Cyprinus carpio*) دریای خزر. مجله علمی پژوهشی پژوهش‌های علوم و فنون دریایی، سال پنجم، شماره ۲، تابستان ۱۳۸۹، صفحات ۷۷-۶۹.
- ۳- الصاق، ا. (۱۳۸۹) سنجش و اندازه‌گیری آلودگی‌های فلزات سنگین (Zn, Cr, Ni, Cd) در رسوبات ساحلی خلیج فارس. فصلنامه علمی پژوهشی زمین‌شناسی و محیط زیست، سال چهارم، دوره ۱۲، پاییز ۱۳۸۹، صفحات ۲۶-۱۵.
- ۴- الصاق، ا. (۱۳۹۰) ارزیابی تراکم فلزات سنگین روی، مس، کبالت و منگنز در بافت خوراکی ماهیان سفید و کپور جنوب مرکزی دریای خزر. مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی گرگان، دوره ۱۳، شماره ۴ (پی در پی ۴۰)، زمستان ۱۳۹۰، صفحات ۱۱۳-۱۰۷.
- ۵- امینی رنجبر، غ. و ستوده نیا، ف. (۱۳۸۴) تجمع فلزات سنگین در بافت عضله ماهی کفال طلایی دریای خزر در ارتباط با برخی مشخصات بیومتریک (طول استاندارد، وزن، سن و جنسیت). مجله علمی شیلات ایران، سال چهاردهم، شماره ۳، پاییز ۱۳۸۴، صفحات ۱۶-۱.
- ۶- خدابنده، ص.، طلایی، ر. و قیومی، ر. (۱۳۷۹) تجمع فلزات سنگین در رسوبات و آبزیان دریای خزر. مجله آب و فاضلاب، شماره ۳۹، صفحات ۴۲-۳۸.
- ۷- شهریار، ع. (۱۳۸۴) بررسی غلظت فلزات سنگین کادمیوم، کروم، سرب و نیکل در دو گونه از ماهیان دریایی سرخو و شوریده خلیج فارس در سال ۱۳۸۲. مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی گرگان، دوره ۷، شماره ۲، صفحات ۶۷-۶۵.
- ۸- شهریار، ع.، گل فیروزی، ک. و نوشین، ش. (۱۳۸۹) میزان تجمع کادمیوم و سرب در بافت عضلانی سه گونه از ماهیان دریایی کپور، کفال و ماهی سفید سواحل دریای خزر در حوضه خلیج گرگان در سال ۸۶-۱۳۸۵. مجله علمی شیلات ایران، سال نوزدهم، شماره ۲، تابستان ۱۳۸۹، صفحات ۹۹-۹۵.
- ۹- صادقی راد، م.، امینی رنجبر، غ.، جوشیده، ه. و ارشد، ع. (۱۳۸۴) مقایسه تجمع فلزات سنگین (روی، مس، کادمیوم، سرب و جیوه) در بافت عضله و خویار دو گونه تالسماهی ایرانی و ازون برون حوضه جنوبی دریای خزر. مجله علمی شیلات ایران، سال ۱۴، شماره ۳، صفحات ۱۰۰-۷۹.
- ۱۰- فاضلی، م.، ابطحی، ب. و کاشانی آذر، ص. (۱۳۸۴) سنجش تجمع فلزات سنگین سرب، نیکل و روی در بافت‌های ماهی کفال (*liza aurata*) سواحل جنوبی دریای خزر. مجله علمی شیلات ایران، سال چهاردهم، شماره ۱، بهار ۱۳۸۴، صفحات ۷۸-۶۵.
- ۱۱- میرسنجری، م.، غلامی، ز. و نگهبان، م. (۱۳۸۰) بررسی اثرات آلودگی فلزات سنگین (جیوه و سرب) بر روی آبزیان دریای مازندران. چهارمین همایش کشوری بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی یزد، صفحات ۷۴۵-۷۳۶.
- ۱۲- ناصری، م.، رضایی، م.، عابدی، ع. و اعظم افشار، ن. (۱۳۸۴) سنجش مقادیر

که به ترتیب ۰/۴۵-۰/۱۷ و ۳/۱-۰/۴۸ میکرو گرم بر گرم وزن خشک بود، نشان داد که نسبت به ماهیان آب‌های مرزی نروژ با روسیه، میانگین غلظت نیکل کمتر و میانگین غلظت کروم تقریباً در یک محدوده است (Amudsen, ۱۹۹۷). با مقایسه نتایج پژوهش حاضر با ۷ گونه ماهیان منابع آب‌های لیتوانی (نموناس، الکترانایی و ابلی جا)، میانگین مقادیر فلزسنگین نیکل در عضله ماهیان سفید و کپور سواحل استان مازندران بیشتر و فلز سنگین کروم کمتر بود (Staniskiene و همکاران ۲۰۰۶). با توجه و مقایسه با غلظت میانگین عناصر سنگین در عضله ماهیان که توسط بریایان در سال ۱۹۷۶ ارائه شده (میانگین بر حسب میکرو گرم بر گرم وزن خشک:  $Ni=1 Pb=3 Cd=0/1$ ) میانگین مقدار فلز سنگین نیکل در تمام ایستگاه‌ها به جز محمود آباد و پارک جنگلی سی سنگان خیلی بالاتر از خط پایه بریایان است. در خصوص تفاوت مقادیر فلزات سنگین در ماهیان مورد مطالعه (دریای خزر در حوزه استان مازندران) با ماهیان سایر مناطق دنیا، عوامل مختلفی مانند: شرایط جغرافیایی، محیطی و ساختار زمین‌شناسی منطقه، کیفیت منابع تامین‌کننده آب، صنایع مجاور در حاشیه سواحل و مقررات دفع پساب، نوع گونه‌های ماهی، شرایط متفاوت فعالیت‌های آزمایشگاهی و ... دخالت دارند. با این وجود به نظر می‌رسد که توسعه شهرک‌های صنعتی، استفاده بی‌رویه از سموم و کودهای شیمیایی در حاشیه ساحل، استفاده بی‌رویه از فاضلاب‌های تصفیه نشده صنایع در بخش کشاورزی و رهاسازی زهاب‌های کشاورزی به رودخانه‌های منتهی به دریای خزر و از همه مهم‌تر طرح‌های گردشگری موجب گردد تا در دراز مدت، مقدار این عناصر در آب این بخش از دریا و در نتیجه در بافت ماهیان این منطقه بیشتر از پیش افزایش یابد و سلامت مردم را مورد تهدید جدی قرار دهد. از آنجایی که آب پایه و اساس همه ارگانیسم‌ها و اکوسیستم‌هاست، حفاظت و صیانت از منابع دریایی امری مهم در نگه‌داری همه‌ی اکوسیستم‌ها می‌باشد. بدون شک اگر به مسائل زیست محیطی منطقه توجه نشود و استفاده‌های بی‌رویه از حشره‌کش‌ها، قارچ‌کش‌ها، کودهای شیمیایی و عدم تصفیه‌ی صحیح فاضلاب‌های شهری صنعتی و ... ادامه یابد، در آینده‌ای نزدیک اکوسیستم دریای خزر شدیدتر آسیب خواهد دید. رفع و کاهش این معضلات، اعمال مدیریتی موثر بر مناطق ساحلی و ماهیگیری، جمع‌آوری، تصفیه و دفع آلاینده‌ها و بهبود شاخص‌های بهداشتی را می‌طلبد. لذا با عنایت به وضعیت موجود آلودگی در مناطق ساحلی که طی سال‌های بی‌توجهی به مسائل زیست محیطی ایجاد گردیده است، پیشنهاد می‌گردد، سیاست‌گذاران ملی و استانی در گسترش اماکن گردشگری، پلاژها، واحد‌های مسکونی و تجاری که در سال‌های اخیر نیز رونق گرفته است، رعایت استانداردهای زیست محیطی بیشتری را بنمایند. در نهایت ماحصل این پروژه زنگ خطر و هشدار جدی برای مسئولین و محققین می‌باشد، بدین جهت که هر چه سریع‌تر راهکارهای لازم و عملی را در جهت کاهش این نوع آلودگی‌ها ببیندیشند و محیط زیست و منابع آبی و غذایی انسان را از این تهدیدات نجات دهند.

### تشکر و قدردانی

بدین وسیله مراتب سپاس و قدردانی خود را از راهنمایی‌ها و مساعدت استاد فرهیخته ام، جناب آقای دکتر محمد ربانی در سازمان انرژی اتمی

- ments, p: 5.
- 25- Elsagh, A. and Rabani, M.(2010) *Determination of heavy metals like Ni, Cr, Mn and Co in salt that getting from infiltration with water washing method and comparing with impure salt*. The National Chemistry Conference, Islamic Azad University, Shahreza Branch, p: 373.
- 26- Förstner, U.G.T.W.(1984) *Metal Pollution in the Aquatic Environment*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, p: 486.
- 27- Gharib, A.G. and Ahmadiniar, A.( 2003) Determination of essential major and trace elements in daily diets by comparative methodologies and alterations. *Trace Elements in Medicin E*, Vol,1, pp: 43-53.
- 28- Irwandi, J. and Farida, O.(2009) Mineral and heavy metal contents of marine fin fish in Langkawi island, Malaysia. *International Food Research Journal*, Vol,16, pp: 105-112.
- 29- Official method of Analysis of the Association of official Analytical chemists. (1980) *Atomic bsorption method o fish*. 13th ed.
- 30- Pourang, N. Nikouyan, A. and Dennis, J.H.(2005) Trace element concentrations in fish, surficial sediments and water from northern part of the Persian Gulf. *Environmental Monitoring and Assessment*, Vol,109, pp: 293-316.
- 31- Roger, N.R.(1994) John Wiley and Sons, New York. *Environmental Analysis*. U.S.A, p: 263.
- 32- Staniskiene , B. and Matusевичius, P.(2006) Distribution of Heavy Metals in Tissues of Freshwater Fish in Lithuania. *Polish of Environ stud*, Vol,15, No,4, pp: 585-591.
- 33- Ubalua, A.O. and Chijioke, U.C. (2007) Determination and assessment of Heavy Metal content in Fish and shellfish in Aba River, Abia State, Nigeria. *Kmitl Sci.Tech.J.I*, Vol,7, pp: 16-23.
- 34- World health organization. Nutrition and the prevention of chronic diseases, Report of joint WHO/FAO expert consultation.(1987) Setting Environmental Standards guidelines for decision making. Geneva.
- 35- World health organization. WHO, Technical report series. (1980). Health-based limits in occupational exposure to heavy metals.
- 36- Zemanova, J. Lukac, N. Massanyi, P. Trandzik, J. Burocziova, M. Nad, P. et al. (2007). Nickel seminal concentrations in various animals and correlation to spermatozoa quality. *J Vet Med A*, Vol,54, pp: 281-286.
- 13- Al-Kahtani, M.(2009) Accumulation of Heavy Metals in Tilapia Fish from Al\_Khadoud spring, Al-Hassa, Saudi Arabia. *American Journal of Applied Sciences*, Vol,6, No, 12, pp: 2024-2029.
- 14- Al-Saleh, I. and Shinwari, N.( 2000) Preliminary report on the levels of elements in four fish species from the Persian Gulf of Saudia Arabia. *Chemosphere*, Vol,48, pp: 479-755.
- 15- Aktas, Y.K. and Ibar, H.(2005) Determination of chromium, copper, manganese, nickel and zinc by flame atomic absorption spectrometry after separation of bentonite modified with trioctylamine. *J of the Indian Chemical Society*, Vol,82, pp: 134-136.
- 16- Amudsen, P.A.(1997) Heavy metals contamination in freshwater fish from the border region between Norway and Russia. *The Science of the Total Environmental*, Vol,201, pp: 211-224.
- 17- Baldwin, D. R. and Marshall, W. J.(1999) Heavy metal poisoning and its laboratory investigation, *Ann. Clin. Biochem*, Vol,36, pp: 267-300.
- 18- Blevins, D.R. and Oscar, C.(1986) Metal Concentrations in Muscle of Fish from Aquatic Systems in U.S.A. *water, Air, and Soil Pollution*, Vol,29, No, 4, pp: 361-371.
- 19- Brayan, G.W.(1976) *Heavy metal contamination in the sea*, In: Johnston R, (ed) Marine pollution, Academic press, London, p: 729.
- 20- Bundy, R.(1996) Legal Aspects of Protecting the Environment of the Caspian Sea . *Review of European Community & International Environmental Law*, Vol,5, pp: 122-129.
- 21- Burrows, I.G. and Whitton, B.A.(1983) Heavy Metals in Water, Sediments and Invertebrates from a metal contaminated river free of organic pollution. *Hydrobiologia*, Vol,106, No, 3, pp: 263-273.
- 22- Chunchen, YI. and Hsienchen, M.(2001) Heavy Metal concentrations in Nine Species of Fishes Caught in Coastal water off Ann- Ping, S.W. Taiwan. *Journal of Food and Drug Analysis*, Vol,9, No, 2, pp: 107-114.
- 23- Debus, L.(1995). Sturgeon in Europe and causes of their decline. Sturgeon Stock and Caviar Trade Workshop, Bonn, Germany, pp: 55-67.
- 24- Elsagh, A. and Rabani, M.(2010) *Determination of heavy metals in salt from filtration with water washing method and comparing with standard*. 2nd Iranian Congress for Trace Ele-

■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■