بررسی انباشت برخی از فلزات سنگین و ارزیابی ریسک سلامت در بافت عضله دو گونه از ماهیان تجاری سفید (*Rutilus frisii kutum*) و کفال پوزه باریک (*Liza saliens*) دریای خزر

رضا پورغلام *، حسن نصراله زاده ساروی، مریم رضایی، سیدابراهیم واردی

پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، ساری، ایران

تاریخ دریافت: ۹۱/۲/۱۳ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۱/۲۴

چکیده

این تحقیق درسال ۱۳۸۷ انجام گردید. ۴۰ نمونه ماهی سفید از تعاونی پره فرح آباد ساری و ۲۲ نمونه کفال پوزه باریک از حوزه جنوب شرقی دریای خزر جمع آوری گردید. آماده سازی نمونه های ماهی با روش استاندارد انجام شد. نمونه ها با دستگاه جذب اتمی (مدل Thermo, M۵) آنالیزگردید. نتایج نشان داد که فلز روی با مقدار۱۹۶/۳± ۴۱۵/۳ میکروگرم بر گرم وزن خشک بالاترین مقدار را در عضله ماهی کفال دارا بود. علاوه برآن فلز مس با مقدار ۱۰/۸۵ ± ۱۱/۰۴۲ ، نیکل ۰/۴۱ ± ۰/۸۴ ، سرب ۲/۶۳ ± ۲/۶۷، کادمیم۰/۶۳±۱/۰۷ و جیوه۱/۳۰ ±۰/۱۶ میکروگرم بر گرم وزن خشک نیز درماهی کفال سنجش شدند. در ماهی سفید مقدار روی باید میزان مقدار۰/۴۰ ± ۰/۴۶ ، مس ۰/۰۱۳۲ ± ۰/۰۰۷ و جیوه۱/۲۶ ± ۰/۷۵ میکروگرم بر گرم وزن خشک سنجش شدند. غلظت این فلزات در عضله دو گونه ماهی سفید و کفال کمتر از حد استاندارد های مختلف دنیا برآورد شد. بررسی آزمون همبستگی جیوه و روی نشان داد که برهمکنشی این دو فلز در بافت عضله ماهی سفید منفی و معنی دار (r = -۰/۲۸) است. این همبستگی نشان می‌دهد که با افزایش غلظت فلز ضروری روی از سمیت فلز غیر ضروری جیوه کاسته می‌شود. نتایج این مطالعه بر اساس محاسبه برآورد سیبل خطر (THQ) نشان داد که نسبت دوز تعیین شده آلاینده به سطح دوز مرجع برای تمام فلزات در افراد بزرگسال و خردسال کمتر از واحد(THQ<۱) بوده است.به این ترتیب، مصرف ماهیان سفید و کفال پوزه باریک با حداکثر سرانه ۶ کیلوگرم در سال احتمالاخطرآشکاری برای سلامت افراد بزرگسال و خردسال بوجود نمی آورد.

واژگان کلیدی: فلزات سنگین، ارزیابی ریسک سلامت ، ماهی سفید ،ماهی کفال، حوزه جنوبی دریای خزر.

مقدمه

دریای خزر با دارا بودن ذخایر زیستی (گیاهی و جانوری) از جمله صید ماهی استورژن و استحصال خاویار یکی از منحصر به فردترین دریاچه های جهان است (بذرافشان،۱۳۷۴). در سال های اخیر توسعه روز افزون فعالیت های

*نگارنده پاسخگو: r_pourgholam@yahoo.com

انسانی کشورهای حاشیه دریای خزر اکولوژی این دریا را دستخوش تغییرات نموده است. پالایشگاه های نفت و گاز و ذخایر نفتی در حوزه های نفتی و همچنین فعالیت های اکتشاف و حفاری بوسیله پنج کشور پیرامون، به ویژه آذربایجان و قزاقستان دردریای خزر و تخلیه فاضلاب ها و پساب های صنعتی سبب آلوده سازی این دریا شده است (واردی، ۱۳۸۵).

فلزات سنگین با توجه به سمیت ، پایداری طولانی، قابلیت انباشت زیستی و تجزیه ناپذیری ، گروه اصلی آلاینده های آبزیان در زنجیره مواد غذایی را تشکیل می دهند. آنها از طریق منابع طبیعی و فعالیت های انسانی دائما در حال وارد شدن به اکوسیستم های آبی می باشند(Uysal *et al*.,۲۰۰۸ ; Oymak *et al*.,۲۰۰۹). مطالعات و پژوهش های انجام شده موید آنست که عوامل آلاینده از طریق ایجاد شرایط نامطلوب در دریا و اثراتی که در چرخه تولید مثل آبزیان دارند باعث کاهش ذخایر آنها می گردند (قاسم اف، ۱۹۹۴).

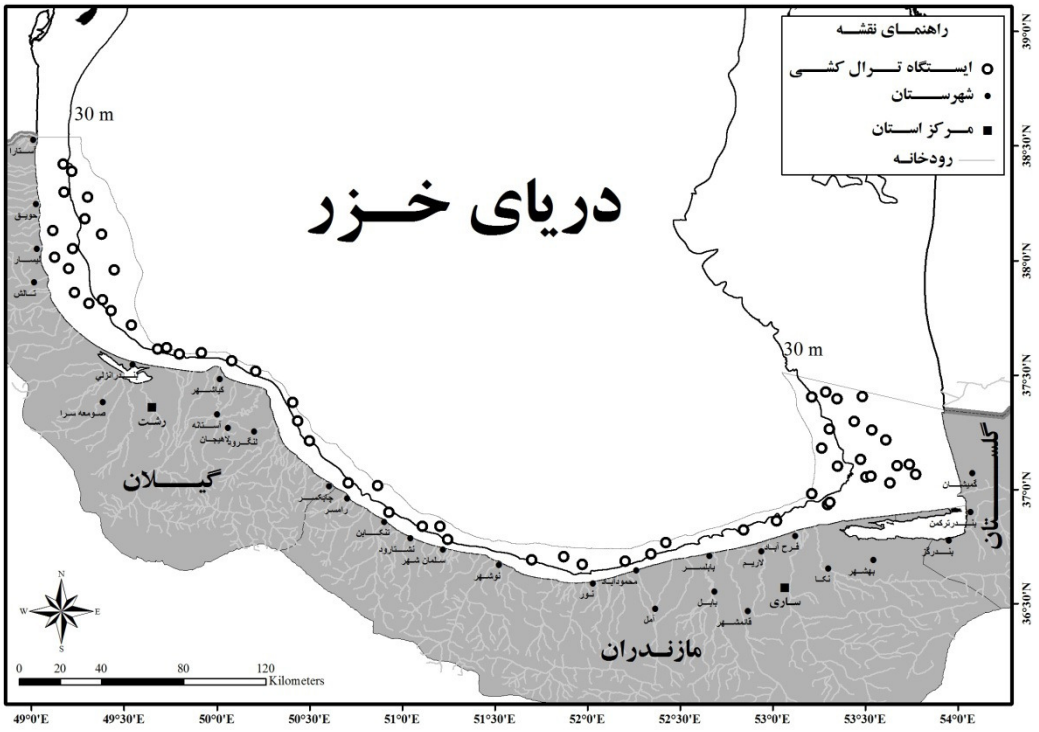
آلودگی آب با ترکیبات یا عناصر فلزی سنگین، منجر به مسمومیت خونی ماهیان (توکسمی) و به دنبال آن ، تلفات مستقیم و یا مسمومیت مزمن و حتی تغییراتی در فیزیولوژی ماهیان می شود که نتیجه آن عدم توانایی برای ادامه حیات خواهد بود. فلزات سمی از راه های گوناگون سبب مرگ ماهیان می شوند. بیشتر ترکیبات فلزی یا یون های آنها در بافت های بدن، به ویژه کبد، آبشش، قلب، طحال و استخوان انباشت می گردند(جلالی و آقازاده، ۱۳۸۵).

با توجه به این واقعیت که دریای مازندران، در خشکی محصور است، بخش عمده ای از آلاینده های ورودی به آن در درون آن به دام می افتند. آلاینده ها با جریان های دریایی، در طول سواحل خزر به گردش در می آیند و درصد زیادی از ساکنین (بیش از ۱۰ میلیون نفر) در استان های ساحلی ایران در معرض غلظت بالای آلاینده های سمی قرار می گیرند. از مدت ها پیش آلودگی محیط های آبی با فلزات سنگین و انباشت زیستی این آلاینده ها به عنوان خطر جدی، مورد توجه قرار گرفته است. این آلاینده ها در محیط های آبی در بدن آبزیان انباشت پیدا کرده و سپس از طریق زنجیره غذایی به بدن انسان منتقل می شوند ((Fazeli, *et al*., ۲۰۰۵; Agusa *et al*., ۲۰۰۴). بنابر این سلامت بافت عضله ماهیان به عنوان اصلی ترین بخش مورد تغذیه انسان اهمیت زیادی دارد. به همین دلیل در این مطالعه غلظت هفت فلز:ضروری (مس و روی)، تقریبا ضروری (نیکل و کبالت) و غیر ضروری (سرب، کادمیم و جیوه) در عضله ماهی کفال پوزه باریک (*liza saliens*) و ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) در سال ۱۳۸۷مورد بررسی قرار گرفت. در ضمن تعیین برآورد سیبل خطر (Target Hazard Quotient) THQنیز در این دوگونه ماهی از اهداف این تحقیق بود.

مواد و روش ها

برای اندازه گیری فلزات تعداد ۴۰ قطعه ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) در فصل بهار و تعداد ۲۲ قطعه ماهی کفال پوزه باریک (*Liza saliens*) در تابستان سال۱۳۸۷ جمع آوری گردید. نمونه برداری ماهی کفال در فصل تابستان با استفاده از صید به روش ترال در دریا در منطقه شرقی حوزه جنوبی دریای خزر بوسیله کشتی

تحقیقاتی گیلان و نمونه برداری ماهی سفید در فصل بهار از صید تعاونی صیادی پره فرح آباد ساری در حوزه جنوبی دریای خزر انجام گردید شکل (۱).



شکل ۱- دریای مازندران، محل جغرافیایی اجرای تحقیق در سال ۱۳۸۷

جدول شماره (۱) مشخصات بیومتری ماهیان بررسی شده را نشان می دهد.

جدول ۱- مشخصات بیومتری ماهیان صید شده در منطقه جنوب شرقی دریای خزر (سال۱۳۸۷)

گونه ماهی	تعداد نمونه	میانگین وزن(گرم) Mean ± Sd (Min - Max)	میانگین طول(سانتی متر) Mean ± Sd (Min - Max)
Rutilus frisii kutum (ماهی سفید)	۴۰	۶۹۳/۰± ۱۴۰/۷ (۴۱۷/۰-۱۰۷۴/۰)	۴۲/۵± ۳/۰ (۳۶/۹-۵۰/۰)
Liza saliens (ماهی کفال پوزه باریک)	۲۲	۹۷/۲± ۱۵/۷ (۷۱/۰-۱۲۲/۰)	۲۳/۰± ۱/۸ (۲۰/۴-۲۶/۷)

جهت آماده سازی نمونه های ماهی ، قسمت عضلانی با تیغه اسکالپل از دیگر قسمت ها تفکیک گردید. سپس تمام نمونه ها در دمای ۸۰ درجه سانتی گراد با استفاده از دستگاه آون خشک گردیدند (برای آماده سازی فلز جیوه نمونه ها در دمای ۶۰ درجه خشک گردید). نمونه های آماده سازی شده به مقدار ۰/۳ گرم توزین و درون ویال

ریخته و از روش هضم اسیدی فلزات استخراج گردیدند (MOOPAM,۱۹۹۹). نمونه شاهد در تمام نمونه ها برای تزریق دستگاه آماده سازی گردید.

میزان غلظت فلزهای Cu, Pb, Cd, Zn,Co, Hg و Ni با استفاده ازدستگاه جذب اتمی مجهز به سه سیستم شعله ، گرافیتی و سیستم بخار با لامپ زمینه دوتریم (D۲Thermo,Electron Corporation AA) Serio System Modle : $M_۵$ ارزیابی گردید. اندازه گیری جیوه به روش بخارات سرد اتمی(Cold Vapour)انجام گردید(APHA,۲۰۰۵).

خطرات بهداشتی مصرف ماهی توسط مردم بر اساس THQ(Target Hazard Quotient) ارزیابی شد. جزئیات روش برآورد THQ توسط سازمان حفاظت محیط زیست ایالات متحده(US EPA,۲۰۰۰)و محاسبات با استفاده از فرض استاندارد آنالیزهای ریسک فوق جدول(۲) با توجه به متوسط وزن بدن انسان بزرگسال(بالغ)به وزن ۵۵/۹ کیلوگرم و ۳۲/۷ کیلو گرم برای بچه ها انجام شد (Ge KY,۱۹۹۲).

در این راستا ، THQ بر اساس روش Chien مورد مطالعه قرار گرفت (Chien *et al.*,۲۰۰۳):

$$\mathbf{THQ= E_F E_D F_{IR} C / R_{FD} W_{AB} T_A}$$

E_F= در معرض ۳۶۵ روز / سال

E_D = با طول عمر متوسط ۷۰ سال (Bennett *et al.*, ۱۹۹۹)

F_{IR} = نرخ قورت غذایی (گرم / فرد / در روز)

C= غلظت فلز در غذا (میکروگرم / گرم)

R_{FD}= دوز مرجع (میلی گرم / کیلوگرم / روز) ؛

W_{AB}= متوسط وزن بدن ۵۵/۹ کیلو گرم برای بزرگسالان و۳۲/۷ کیلو گرم برای خردسالان

T_A = زمان متوسط سرطان زایی

جدول ۲- دوز مرجع عناصر فلزی برحسب میلی گرم بر کیلوگرم در روز

فلز	Hg	Pb	Cd	Cu	Zn
غلظت	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۴	۰/۰۰۱	۰/۰۴	۰/۳

برای مشخص شدن نرمال بودن داده ها، از آزمون Kolmogorov-Smirnov استفاده گردید. به منظور وجود یا عدم وجوداختلاف معنی دار میزان تجمع هر یک از فلزات بین دو گونه ماهی از آزمون تی(T-test) استفاده شد. از ضریب همبستگی پیرسون (Pearson) برای بررسی روابط میان میزان تجمع فلزات در بافت عضله و برخی پارامترهای بیومتریک ماهی ها (وزن، طول کلی و طول چنگالی) استفاده شد. آنالیزهای آماری فوق الذکر برروی داده‌ها با استفاده از نسخه جدید بسته نرم افزاری SPSS(Version ۱۷/۰) انجام گردید.

نتایج

میانگین و انحراف معیار میزان سرب، روی، کادمیم، مس، کبالت، نیکل و جیوه در جدول (۳) آورده شده است. نتایج نشان داد که در ماهی کفال بیشترین غلظت فلز روی برابر (۴۱۵/۳) میکروگرم بر گرم وزن خشک و در ماهی سفید بیشترین غلظت فلز جیوه برابر (۲/۶۹) میکروگرم بر گرم وزن خشک بود. مقدار فلزات مختلف در ماهی سفید از حداکثر به حداقل برابر Hg>Zn>Cu، همچنین درماهی سفید سرب ،کادمیوم، کبالت ونیکل تشخیص داده نشد و برای ماهی کفال‌برابر Zn>Cu>Pb>Hg>Cd بود جدول (۳).

نتایج آزمون‌تی(T- test) نشان داد که بین میزان انباشت همه فلزهای سنجش شده به جز جیوه در بافت عضله دو گونه ماهی سفید و کفال پوزه باریک اختلاف معنی دار وجود دارد($p \leq ۰/۰۵$). همچنین همبستگی بین غلظت فلزها و پارامترهای رشد ماهیان نشان داد که غلظت جیوه با طول کل (TL) ($r = ۰/۲۷۳$) ماهی سفید ارتباط دارد و همچنین همین فلز با طول کل (TL) ($r = ۰/۴۱۳$) و وزن (W) ($r = ۰/۴۰۷$) ماهی کفال پوزه باریک همبستگی نشان داد جدول‌های (۴و ۵).

جدول۳- میانگین و انحراف معیار و دامنه انباشت فلزهای بررسی شده دربافت عضلانی ماهیان سفید و کفال پوزه باریک (بر حسب میکروگرم بر گرم وزن خشک) در دریای خزر سال ۱۳۸۷

فلز	گونه ماهی	انحراف معیار ±میانگین	حداکثر- حداقل
Pb	کفال	۲/۶۳ ± ۲/۶۷	۰/۰۱ -۸/۳۳
	سفید	nd	<۰/۰۱۲
Zn	کفال	۲۱۷/۸ ± ۱۹۶/۳	۷۰/۳-۴۱۵/۳
	سفید	۰/۴۰ ± ۰/۴۶	nd-۱/۸۰
Cd	کفال	۰/۶۳ ± ۱/۰۷	nd -۴/۰۰
	سفید	nd	<۰/۰۰۴
Cu	کفال	۱۰/۸۵ ± ۱۱/۰۴۲	۲/۳۰-۱۳/۰۰
	سفید	۰/۰۱۳۲ ± ۰/۰۰۷	nd-۰/۰۲۳
Co	کفال	nd	<۰/۰۰۴
	سفید	nd	<۰/۰۰۴
Ni	کفال	۰/۴۱ ± ۰/۸۴	nd -۳/۳۳
	سفید	nd	<۰/۰۴۸

فلز	گونه ماهی	انحراف معیار ±میانگین	حداکثر- حداقل
Hg	کفال	۱/۳۰ ± ۰/۱۶	۱/۰۵ -۱/۶۷
	سفید	۱/۲۶ ± ۰/۷۵	nd-۲/۶۹

nd = not detected

جدول ۴- ضرائب همبستگی پیرسون جهت بررسی روابط بین فلزهای مورد بررسی انباشته شده در بافت عضله نمونه‌های ماهی سفید و برخی پارامترهای بیومتریک .

		Hg	Cu	Fe	Zn	W	FL	TL
TL	ضریب همبستگی							۱
	سطح معنی دار							
FL	ضریب همبستگی						۱	۰/۹۹**
	سطح معنی دار							۰
W	ضریب همبستگی					۱	۰/۹۱۶**	۰/۸۹۵**
	سطح معنی دار						۰	۰
Zn	ضریب همبستگی				۱	-۰/۰۷۵	-۰/۰۳۷	-۰/۰۸۷
	سطح معنی دار					۰/۶۴۷	۰/۸۲	۰/۵۹۴
Fe	ضریب همبستگی			۱	۰/۵۵۲**	-۰/۰۵۳	-۰/۰۷۹	-۰/۱۱۸
	سطح معنی دار				۰	۰/۷۴۵	۰/۶۲۶	۰/۴۶۸
Cu	ضریب همبستگی		۱	-۰/۰۵۸	-۰/۲۰۱	۰/۲۸۹	۰/۲۳۶	۰/۲۵۶
	سطح معنی دار			۰/۷۲۳	۰/۲۳۱	۰/۰۷۱	۰/۱۴۳	۰/۱۱۱
Hg	ضریب همبستگی	۱	۰/۲۱۷	۰/۳۶۲*	-۰/۲۷۵	۰/۱۱۷	۰/۲۲۸	۰/۲۷۳
	سطح معنی دار		۰/۱۷۹	۰/۰۲۲	۰/۰۸۶	۰/۴۷۳	۰/۱۵۶	۰/۰۸۸

طول کل:TL , طول فورک : FL , وزن : W

* معنی دار در سطح ۰/۰۵ ، ** معنی دار در سطح ۰/۰۱

جدول ۵- ضرائب همبستگی پیرسون جهت بررسی روابط بین بین فلزهای انباشته شده در بافت عضله نمونه‌های ماهی کفال پوزه باریک و برخی پارامترهای بیومتریک .

		TL	FL	W	Pb	Zn	Fe	Cd	Cu	Ni	Hg
TL	ضریب همبستگی	۱									
	سطح معنی دار										
FL	ضریب همبستگی	۰/۹۸۰**	۱								
	سطح معنی دار	۰									
W	ضریب همبستگی	۰/۸۸۵**	۰/۹۰۵**	۱							
	سطح معنی دار	۰	۰								
Pb	ضریب همبستگی	۰/۱۰۲	۰/۰۸۷	۰/۲۳۳	۱						
	سطح معنی دار	۰/۶۵۲	۰/۷۰۱	۰/۲۹۷							
Zn	ضریب همبستگی	-۰/۱۴۹	-۰/۰۴۴	-۰/۰۳۳	-۰/۲۱۵	۱					
	سطح معنی دار	۰/۵۱	۰/۸۴۶	۰/۸۸۳	۰/۳۳۸						
Fe	ضریب همبستگی	۰/۰۶۵	۰/۱۴۱	۰/۲۳	۰/۱۵۲	۰/۶۴۲**	۱				
	سطح معنی دار	۰/۷۷۵	۰/۵۳۲	۰/۳۰۴	۰/۴۹۹	۰/۰۰۱					
Cd	ضریب همبستگی	۰/۱۰۹	۰/۰۸	۰/۰۸۷	۰/۴۲۸*	-۰/۰۹	-۰/۱۷۱	۱			
	سطح معنی دار	۰/۶۳	۰/۷۲۲	۰/۷	۰/۰۴۷	۰/۶۹	۰/۴۴۷				
Cu	ضریب همبستگی	-۰/۰۲۱*	-۰/۰۵	۰/۰۳۷	۰/۵۰۷*	-۰/۰۵۵	-۰/۰۶	۰/۳۲۶	۱		
	سطح معنی دار	۰/۹۲۶	۰/۸۲۴	۰/۸۷۱	۰/۰۱۶	۰/۸۰۸	۰/۷۹	۰/۱۳۹			
Ni	ضریب همبستگی	-۰/۲۳۸	-۰/۲۱۷	-۰/۲۹۶	-۰/۳۰۸	۰/۳۲	۰/۱۵۸	-۰/۱۰۳	-۰/۰۵۳	۱	
	سطح معنی دار	۰/۲۸۶	۰/۳۳۲	۰/۱۸۱	۰/۱۶۳	۰/۱۴۷	۰/۴۸۳	۰/۶۴۸	۰/۸۱۶		
Hg	ضریب همبستگی	۰/۴۳۱	۰/۳۴۳	۰/۴۰۷	-۰/۰۵۶	-۰/۲۵۱	۰/۱۶۶	-۰/۱۰۲	۰/۱۵۳	۰/۱۴۱	۱
	سطح معنی دار	۰/۰۵۶	۰/۱۱۸	۰/۰۶	۰/۸۰۴	۰/۲۶	۰/۴۶	۰/۶۵۳	۰/۴۹۸	۰/۵۳۲	

طول کل:TL , طول فورک : FL , وزن : W

* معنی دار در سطح ۰.۰۵ ، ** معنی دار در سطح ۰.۰۱

بحث و نتیجه گیری

بر اساس نتایج این پژوهش غلظت اکثر فلزات به خصوص فلزات غیرضروری (سرب، کادمیم و جیوه) در ماهی کفال بیش از ماهی سفید بود. نتایج آزمون تی این اختلاف را معنی دار نشان داد (P<۰/۰۵). Evans و همکاران(۲۰۰۵) در مطالعاتشان گزارش کردند که اغلب گونه ها در سطوح غذایی متفاوت، تفاوت آشکاری را در میزان تجمع آلاینده ها نشان می دهند که دلیل آنرا می توان در متغیرهای بیولوژیکی، پارامترهای محیطی، فیزیولوژی و زیستگاه گونه های ماهی جستجو نمود.بعنوان مثال ماهی کفال یک گونه پوده خوار و ماهی سفید آنادروم و بنتوپلاژیک می باشد و از سوی دیگر تجمع این فلزات در رسوب بیشتر از ستون آب است، لذا همانطور که نتایج این تحقیق نشان داد تجمع این فلزات در ماهی کفال بیش از ماهی سفید است(جدول ۳).

مطالعه واردی و همکاران درسال ۱۳۸۷ نشان داد که حداکثر میزان جیوه درناحیه شرقی (منطقه امیرآباد) بوده است(واردی وهمکاران ،۱۳۸۹). همچنین مطالعهAnan و همکاران (۲۰۰۵) بیانگر تجمع بیشتر غلظت جیوه در ماهیان صید شده در ناحیه شرقی حوزه جنوبی دریای خزر نسبت به ناحیه غربی بوده است که مشابه تحقیق حاضر می باشد.

نتایج نشان داد غلظت جیوه با افزایش طول کل دو گونه سفید و کفال افزایش یافت (همبستگی مثبت بین غلظت جیوه و طول کل)(جداول۴ و۵) .به بیان دیگر با افزایش طول ماهی شدت آلودگی نیز افزایش یافت که این نتیجه با تحقیق (Blackmore and Wang,۲۰۰۴) ;راحتی و قاسم زاده (۱۳۸۷) در ماهیان دیگر و همچنین در ماهی کفال طلایی دریای خزر (یزدانی نسب و همکاران، ۱۳۸۵) مطابقت دارد.

(Jezierska and Witeska,۲۰۰۱) گزارش کردند بطور معمول در اکثر اکوسیستم ها سطح فلزات در ماهی به ترتیب برابرZn>Pb>Cu>Cd>Hg می باشد. در تحقیق حاضر در ماهی کفال (Zn>Cu>Pb>Hg>Cd) و سفید (Hg>Zn>Cu) مکان فلز جیوه در طبقه بندی تغییر کرده است بطوری که در ماهی سفید فلز جیوه در ابتدای این سطح قرار گرفته است.

غلظت فلزات ضروری روی و مس برخلاف فلزات سنگین غیر ضروری (کادمیم، و جیوه)، در برخی از پستانداران دریایی و ماهیان با افزایش طول عمر کاهش می یابد. دلیل آن، نیاز اساسی آن ها به این عناصر در سنین رشد است (Storelli and Marcotrigiano, ۲۰۰۲). عناصر روی و سلنیوم اگر چه دارای پتانسیل انباشت زیستی در موجودات زنده هستند، اما تحقیقات اخیر نشان می دهد این فلزات نقش موثری در کاهش اثرات سمی فلزات سنگین غیر ضروری بخصوص جیوه دارند (۲۰۰۱ , Mercola and Klinghard). روی و سلنیوم جزو ریزمغذی ها و آنتی اکسیدان های ضروری بدن موجودات زنده محسوب می شوند که در افزایش سطح سیستم ایمنی و کارکرد صحیح آن نقش اساسی ایفا می کنند(Hamilton, ۲۰۰۴). مطالعه برهمکنشی بین جیوه با روی و سلنیوم بطور گسترده تری در پستانداران آبزی (Yang *et al.*, ۲۰۰۷; Seixas *et al.*, ۲۰۰۸) صورت گرفته است. بررسی آزمون همبستگی جیوه و روی نشان داد که برهمکنش این دو فلز در بافت عضله ماهی سفید منفی و

معنی دار (r = -۰/۲۸) است. این همبستگی نشان داد که با افزایش غلظت فلز ضروری روی از میزان سمیت فلز غیر ضروری جیوه کاسته می شود.

نتایج مربوط به تعداد فلز های مورد سنجش دربرخی از انواع کپور ماهیان (Cyprinidae) و کفال ماهیان (Mugilidae)درمناطق جغرافیایی مختلف در جدول های(۶ و۷) درج شده است. با توجه ارقام (جدول۶) میزان فلز سرب در عضله ماهی سفید دریای خزر ناچیز و با مقادیر این فلز در نمونه های بدست آمده ازکل سواحل جنوبی دریای خزر مطابقت می نماید(Anan *et al*,۲۰۰۵). در تحقیق حاضر میزان فلز سرب در ماهی سفید دریای خزر در مقایسه با ماهی سفید آتلانتیک جنوبی و سایرکپور ماهیان در سایر مناطق جغرافیایی جدول(۶) کمترتعیین گردید(۱۳۸۷). اما مقدار این فلز در ماهی کفال پوزه باریک جدول(۷) دارای مقادیر بالاتر(۲/۶۳ میکروگرم بر گرم وزن خشک) از ماهی کفال طلایی (*Liza auratus*) دریای خزر و آتلانتیک جنوبی (*Liza aurata*) و غلظت کمتری نسبت به کفال خاکستری (*Mugil cephalus*) دریای مدیترانه و یک گونه کفال(*Mugil sp.*) در آبهای مصر بود. درجدول (۳) میزان فلز روی و مس در عضله ماهی سفید دریای خزر مقادیر بسیار کمتری(۰/۴۰ و ۰/۰۱۳۲ میکروگرم بر گرم وزن خشک) نسبت به نمونه های کل سواحل جنوبی دریای خزر(Anan *et al*,۲۰۰۵) و سایر مناطق جغرافیایی را نشان می دهد، ولی غلظت این دو فلز در ماهی کفال پوزه باریک جدول(۷)مقادیر بالاتری نسبت به سایر گونه ها ازجمله کفال طلایی دریای خزر و سایر گونه ها در سایر مناطق جغرافیایی نشان داد.

میزان تجمع فلزات نیکل ، کبالت وکادمیم در عضله ماهی سفید در تحقیق کنونی در حد ناچیز و مشابه سایر ایستگاههای مناطق حوزه جنوبی خزر و کمتر ازمیزان آنها در سایر گونه های خانواده کپور ماهیان در سایر مناطق آبی است. در حالیکه میزان تجمع فلزات نیکل۰/۴۱ و کادمیم۰/۶۳ میکروگرم بر گرم وزن خشک در عضله ماهی کفال پوزه باریک(*Liza saliens*) از سایر گونه های کفال در سایر مناطق جغرافیایی بیشتر است. غلظت جیوه (۱/۲۶ میکروگرم بر گرم وزن خشک) در بافت عضلانی ماهی سفید دریای خزر در مقایسه با سایر ایستگاههای مناطق حوزه جنوبی مقادیری کمتر نشان داده است. میزان این عنصر در عضله ماهی کفال پوزه باریک(۱/۳۰ میکروگرم بر گرم وزن خشک) نیز از سایر گونه ها در آتلانتیک جنوبی کمتراست.

جدول۶ - مقایسه غلظت های فلزات سنگین در بافت عضلانی کپورماهیان در نقاط مختلف دنیا (میکروگرم بر گرم وزن‌تر) براساس نتایج برخی ازپژوهش ها با نتایج پژوهش حاضر

گونه مورد مطالعه	منطقه جغرافیایی	Hg	Cd	Co	Ni	Cu	Zn	Pb	منابع
Rutilus fresi kutum (ماهی سفید)	فرح آباد ساری	۰/۰۰۱۶	۰/۰۰۴<	**nd**	۰/۰۴۸<	۰/۰۱۳	۰/۰۴۰	۰/۰۱۲<	تحقیق کنونی (سال ۱۳۸۷)
Rutilus fresi kutum (ماهی سفید)	کل سواحل جنوبی دریای خزر	۰/۱۹	۰/۰۰۱	۰/۰۰۹	–	۱/۰۱	۱۷/۲	۰/۰۰۸	Anan *et al*,۲۰۰۵
Rutilus fresi kutum (ماهی سفید)	آتلانتیک جنوبی (اسپانیا)	–	–	–	–	۳/۶۹	۳۷/۹۹	–	Zeynaly *et al*,۲۰۰۹
Cipirus carpio (کپور معمولی)	آتلانتیک جنوبی (اسپانیا)	–	–	–	–	۳/۳۹	۷۳/۸۱	–	Zeynaly *et al*,۲۰۰۹
Cyprinidae (خانواده‌کپورماهیان)	دریاچه جوران (زاگرب)	–	۱۰	–	–	–	–	۱۲۵	Bosnir *et al*,۲۰۰۳
Abramis brama (ماهی سیم)	سد زمبورزیس (لهستان)	–	۵/۰۸	–	–	–	–	۱۶/۹	Dobrowolski and Skowrońska, ۲۰۰۶
Rutilus rutilus (ماهی کلمه)	سد زمبورزیس (لهستان)	–	۴/۲	–	–	–	۵۵۶۵	۲۷/۲	Dobrowolski and Skowrońska, ۲۰۰۶
Cipirus carpio (کپور معمولی)	سد آتاتورک (ترکیه)	**nd**	**nd**	**nd**	**nd**	۲/۲۳	۹/۷۲	**nd**	Karadede and Unlu,۲۰۰۰

علامت – نشان دهنده فقدان اطلاعات.

*(میکروگرم برگرم وزن خشک)

جدول۷ - مقایسه غلظت های فلزات سنگین در بافت عضلانی کفال ماهیان در نقاط مختلف دنیا(برحسب میکروگرم بر گرم وزن خشک) براساس نتایج برخی ازپژوهش ها

گونه مورد مطالعه	منطقه جغرافیایی	Hg	Cd	Co	Ni	Cu	Zn	Pb	منابع
Liza saliens	سواحل جنوب شرقی دریای خزر	۰/۰۰۱۳	۰/۶۳۱	**nd**	۰/۴۰۹	۱۰/۸۳	۲۱۷/۸۱	۲/۶۳	تحقیق کنونی (سال ۱۳۸۷)
Liza auratus	سواحل جنوبی دریای خزر		۰/۳۲	۳/۰۷	–	۱/۰۰	۱۴/۳۳	۲/۳۱	ستوده نیا، امینی رنجبر و واردی ۱۳۸۲
Mugil auratus	سواحل جنوبی دریای خزر	–	–	–	–	۳/۱۴	۴۳/۴۶	–	Zeynaly *et al*,۲۰۰۹
Liza aurata(Bacuta)	جنوبی آتلانتیک (اسپانیا)	۰/۰۱۳	۰/۰۳۰	–	۰/۰۷۰	۰/۵	۶۰/۰۷	۰/۰۳	Usero *et al*, ۲۰۰۳
Liza aurata (Lieber)	جنوبی آتلانتیک (اسپانیا)	۰/۰۱۳	۰/۰۲۱	–	۰/۰۲۴	۰/۶	۸/۴۱	۰/۰۳	Usero *et al*, ۲۰۰۳
Liza aurata (San Carlos)	جنوبی آتلانتیک (اسپانیا)	۰/۰۱۰	۰/۰۱۳	–	۰/۰۲۱	۰/۲	۳/۸۷	۰/۰۴	Usero *et al*, ۲۰۰۳
Liza aurata (San Juan)	جنوبی آتلانتیک (اسپانیا)	۰/۰۱۰	۰/۰۱۸	–	۰/۰۲۳	۰/۴	۳/۱۰	۰/۰۵	Usero *et al*, ۲۰۰۳
Mugil cephalus	شمال شرقی مدیترانه	–	۰/۶۶	–	–	۴/۴۱	۳۷/۳۹	۵/۳۲	Canli,& Atli,۲۰۰۳
Mugil sp.	سد دولتی مصر	–	۰/۷۳	–	–	۵/۷	۱۶	۶/۶	Mansour & Sidky, ۲۰۰۲
Liza abu	سد آتاتورک (ترکیه)	–	–	**nd**	**nd**	۱/۳۶	۷/۷۴	–	Karadede *et al*,۲۰۰۳

جهت مقایسه غلظت فلزات سنگین با استاندارد مقدار واحدی وجود ندارد. سازمان‌ها و دولت های مختلف استانداردهای متفاوتی را برای غلظت این آلاینده ها در مواد غذایی تعیین کرده‌اند (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۹۱). بنابراین به منظور اعتبار بخشی،نتایج تحقیق کنونی با استاندارد های فلزات سنگین در اتحادیه اروپا، سازمان بهداشت جهانی ،سازمان خواربار کشاورزی، انجمن بهداشت استرالیا ، وزارت کشاورزی و شیلات و مواد غذایی انگلستان وچند کشور اروپایی و اداره غذا و دارو در جدول(۸) مقایسه شده است. این مقایسه نشان داد که مقادیرفلزات روی، مس ،نیکل،کادمیم، سرب و جیوه در عضله ماهی سفید حوزه جنوبی خزر(منطقه فرح آباد) ناچیز بوده و پایین تراز حد مجاز اتحادیه اروپایی، سازمان بهداشت جهانی ، انجمن بهداشت استرالیا ، وزارت کشاورزی و شیلات و مواد غذایی انگلستان ،اداره غذا و دارو و چند کشور دیگر (نیوزیلند،هنگ کنگ،دانمارک و سوئیس) بود.

در بافت عضلانی ماهی کفال پوزه باریک تجمع جیوه با استانداردهای(MAFF، FDA ،EC ، WHO[1])، نیکل با استاندارد (WHO)، مس با استاندارد (FAO) مطابقت می نماید. فلز سرب پایین تر ازمقادیر استانداردهای (WHO ،MAFF،NHMRC) و چند کشور دیگر (نیوزیلند، هنگ کنگ، دانمارک و سوئیس) تعیین شد ولی مقادیری بالاتر از حدود مجاز (FAO ، EC) نشان داد. تجمع فلز روی در بافت عضلانی کفال پوزه باریک پایین تر از حدود مجاز سازمان بهداشت جهانی و بالاتر از مقدار مجاز سازمان خواربار جهانی اندازه گیری شد. میزان تجمع فلز کادمیم در بافت عضلانی ماهی کفال پوزه باریک پایین تر از حدود استانداردهای WHO و FAOوMAFF و New Zealand و Hong Kong و Denmark و بالاتر از حدود مجاز تعیین شده از سوی استانداردهای EC وNHMRC و کشورسوئیس تعیین شدجدول(۸).

جدول۸ - مقایسه میانگین غلظت فلزات سنگین ماهیان (سفید و کفال) دریای خزر(سال۱۳۸۷) با حد غلظت مجاز چند فلز سنگین (بر اساس استانداردهای بهداشت جهانی، انجمن بهداشت استرالیا و ...) (برحسب میکرو گرم بر گرم وزن تر)

استانداردسازمان های جهانی وکشورها	Hg	Pb	Cd	Ni	Cu	Zn	منبع
WHO[1]	**۰/۵**	۱/۵	۰/۲	۰/۴	–	۱۵۰	Biney & Ameyibor,۱۹۹۲; Madany *et al.*,۱۹۹۶
FAO	–	۰/۵	۰/۵	-	۳۰	۴۰	FAO,۱۹۸۳
EC(European Commission)	**۰/۵**	۰/۲	۰/۰۵	-	–	–	EC,۲۰۰۵
FDA[2]	**۱**	-	-	-	–	–	Ruelle & Henry,۱۹۹۴
NHMRC[3]	–	۱/۵	۰/۰۵	-	–	–	Maher,۱۹۸۶;Darmono& Denton,۱۹۹۰
MAFF[4]	**۱**	۲	۰/۲	-	–	–	Merian,۱۹۹۱;Radojevic & Bashkin,۱۹۹۹
New Zealand	–	۲	۱	-	–	–	Nauen,۱۹۸۳
Hong Kong	–	۶	۲	-	–	–	Nauen,۱۹۸۳
Switzerland	–	۱	۰/۱	-	–	–	Nauen,۱۹۸۳
Denmark	–	۲	-	-	–	–	Huss,۱۹۹۴
*Caspian Sea (پوزه باریک) (*Liza Saliens*)	۰/۰۰۰۳	۰/۶۳۲	۰/۱۵۲	۰/۰۹۶	۲/۶۰	۵۲/۲۷	تحقیق کنونی
*Caspian Sea(ماهی سفید) *Rutilus frisii kutum*	۰/۰۰۰۳	<۰/۰۱۲	<۰/۰۰۴	<۰/۰۱۱	۰/۰۰۳	۰/۰۹۷	تحقیق کنونی

*نتایج تحقیق کنونی برای مقایسه با استانداردها برحسب وزن تر محاسبه شد.- فقدان اطلاعات معتبر، ۱-سازمان بهداشت جهانی، ۲- اداره غذا و دارو، ۳ -انجمن بهداشت استرالیا، ۴- وزارت کشاورزی، شیلات و مواد غذایی انگلستان

ارزیابی خطر سلامت بر اساس برآورد سیبل خطر (Target Hazard Quotient) THQیعنی نسبت دوز تعیین شده آلاینده به سطح دوزمرجع(Refrence Dose)RfD بیان می شود. اگر نسبت کمتر از ۱ باشد، خطر آشکاری وجود نخواهد داشت. در غیر اینصورت اگر دوز مساوی یا بزرگتر از RfD باشد نگرانی خطرات سلامتی برای مردم مصرف کننده وجود دارد (US EPA, ۲۰۰۰).

در جدول (۹) ،THQ برای جذب فلزات (Zn,Cu, Pb ,Cd,Hg) در مصرف کنندگان ماهی (برای بزرگسالان و کودکان) آمده است. بر اساس این جدولTHQبرای تمام فلزات در افراد بزرگسال و خردسال کمتر از ۱ بدست آمد (THQ<۱). بنابر این خطر مصرف ماهی سفید برای سلامت افراد ناچیز و مشابه با نتایج بدست آمده ماهیان پرورشی تیانجین چین (THQ<۱) بوده است (Wang *et al.*,۲۰۰۵). THQ در ماهی سفید بسیار کمتر از کفال پوزه باریک محاسبه گردید. اگربه تنهایی مصرف سرانه ماهی کفال به دو برابر برسد آنوقت سلامت مصرف ماهی برا ی افراد خردسال به حد آستانه خواهد رسید.باتوجه به اینکه بیشترین صید ماهیان استخوانی دریای خزر، ماهیان سفید(حدود ۶۵ درصد) و کفال(حدود ۳۰ درصد) است و ماهیان پرورشی (شامل کپور، آمور، فیتوفاگ ، قزل آلا و...) نیز عمدتا در برنامه غذایی مردم شمال کشور قرار دارد. بنابراین با در نظر گرفتن THQمصرف سرانه ۶ کیلوگرم بصورت ترکیبی از ماهیان فوق پیشنهاد می گردد.

جدول۹ - برآورد سیبل خطر (THQ(Target Hazard Quotient با مصرف دو گونه ماهی اقتصادی دریای خزر برای فلزات مختلف در شمال ایران) براساس نتایج پژوهش حاضر(سال۱۳۸۷)

گونه ماهی	بزرگسال					خردسال				
	Zn	Cu	Pb	Cd	Hg	Zn	Cu	Pb	Cd	Hg
(ماهی کفال پوزه باریک) (*Liza Saliens*)	۰/۲۱	۰/۰۸	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۰۰۰۸	۰/۵۴۷	۰/۲۰۴	۰/۴۹۶	۰/۴۷۶	۰/۰۰۲
(ماهی سفید) *Rutilus frisii kutum*	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲
Total Fish (ترکیب ماهیان سفید و کفال)	۰/۱۰۷	۰/۰۴	۰/۰۹۷	۰/۱۲۲	۰/۰۰۰۹	۰/۲۷۴	۰/۱۰۲	۰/۲۴۹	۰/۲۳۹	۰/۰۰۲

منابع

ابراهیمی سیریزی،ز.، ساکی زاده، م.، اسماعیلی ساری، ع.، .بهرامی فر، ن.، قاسمپوری، س. ق. و عباسی، ک.۱۳۹۱. بررسی فلزات سنگین کادمیم، سرب، روی و مس در بافت عضله اردک ماهی تالاب بین المللی انزلی، انباشتگی و ارزیابی خطرات. مجله علوم پزشکی مازندران،۲۲(۶۳): ۸۷-۵۷.

بذرافشان،ع. ا.۱۳۷۴. بررسی پارامترهای فیزیکوشیمیایی ، آلودگی های نفتی و فلزات سنگین در جنوب شرقی دریای خزر (قبل از حفاری چاه های نفت). پایان نامه کارشناسی ارشد رشته آلودگی دریا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.

جلالی جعفری،ب. و آقازاده مشکی،م. ۱۳۸۵. مسمومیت ماهیان دراثر فلزات سنگین و اهمیت آن در بهداشت بهداشت عمومی.انتشارات مان کتاب. تهران.

راحتی نویر، م. و قاسم زاده،غ.۱۳۸۷. تعیین حد قابل قبول مصرف ماهانه برخی از ماهی های تازه پرمصرف در ایران(بدون عوارض سرطانزایی از جیوه).. هجدهمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی. مشهد، پارک علم و فناوری خراسان رضوی، ایران.

ستوده نیا، ف.، امینی رنجبر،غ. و واردی، س. ا. .۱۳۸۲. بررسی بار آلودگی فلزات سنگین (Cd,Pb ,Cu,Zn) در بافت عضله ماهی کفال درمحدوده اسکله فریدون کنار. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.

قاسم اوف، ا.ک. ۱۹۹۴.اکولوژی دریای خزر. انتشارات نااوکا- باکو.ترجمه ابواقاسم شریعتی، تهران، موسسه تحقیقات شیلات ایران. تهران.

واردی، ا. ۱۳۸۵. ارزیابی غلظت عناصر در بافت های عضلانی ماهیان آزاد (*Salmonidae*)، سوف (*Percidae*) و کفال طلایی (*Mugilidae*) حوزه جنوبی دریای خزر. مجموعه مقالات اولین کنگره عناصر کمیاب ایران. معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی ایران. تهران.

واردی ،ا..۱۳۸۹. گزارش آلودگی ها. پژوهشکده اکولوژی دریای خزر. موسسه تحقیقات شیلات ایران. ساری، ایران.

یزدانی نسب، ل.، اسماعیلی ساری، ع.، ابطحی، ب. و قاسمپوری، س. م.۱۳۸۵.بررسی میزان غلظت و تجمع‌زیستی جیوه در بافتهای مختلف ماهی کفال طلایی (*Liza aurata*) سواحل جنوبی دریای خزر. اولین همایش مهندسی محیط زیست، دانشگاه تهران. تهران.

Agusa, T., Cainito, T., Tanabe, S., Pourkazemi, M. & Aubrey, D.G. ۲۰۰٤. Concentrations of trace elements in muscle of sturgeons in the Caspian Sea. Marine Pollution Bulletin, ٤٩(٩-١٠) : ٧٨٩-٨٠٠.

Anan, A., Takashi, K., Shinsuke, T., Igor, M. & David, G.A. ۲۰۰۵. Trace element accumulation in fishes collected from coastal waters of the Caspian Sea. Marine Pollution Bulletin, ۵۱(۸-۱۲): ۸۸۲–۸۸۸.

APHA (American Public Health Association). ۲۰۰۵. Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water. American Public Health Association. USA.

Bennett, D.H., Kastenberg, W.E. & McKone, T.E. ۱۹۹۹.A multimedia, multiple pathway risk assessment of natrazine: the impact of age differentiated exposure including joint uncertainty and variability. Reliability Engineering & System Safety, ۶۳:۱۸۵–۹۸.

Biney, C. A. & Ameyibor, E. ۱۹۹۲. Trace metal concentrations in the pink shrimp Penaeus notialis, from the coast of Ghana. Water, Air, & Soil Pollution, ۶۳(۳-٤): ۲۷۳–۲۷۹.

Blackmore, G. & Wang, W.۲۰۰٤. The transfer of cadmium, mercury, mthylmercury and zine in an intertidal rocky shore food chain. Journal of Experimental Marin Biology and Ecology, ۳۰۷: ۹۱-۱۱۰.

Bosnir, J., Puntaric, D., Skes, I., Klaric, M., Simic, S., Zoric, I.& Galic, R.۲۰۰۳. Toxic metals in freshwater fish from the Zagreb Area as indicators of environmental pollution. Collegium Antropologicum. ۲۷ Suppl, ۱. (۱): ۳۱–۳۹.

Canli, M. & Atli, G. ۲۰۰۳. The relationships between heavy metal (Cd,Cr,Cu,Fe,Pb,Zn) levels and size of six Mediterranean fish species. Environmental Pollution, ۱۲۱(۱):۱۲۹-۱۳٦.

Chien, L.C. ,Hung ,T.C., Choang, K.Y., Yeh, C.Y., Meng, P.J.& Shieh, M.J. ۲۰۰۳.Daily intake of TBT, Cu, Zn, Cd and as for fishermen in Taiwan. Science of the Total Environment, ۲۸۵(۱-۳):۱۷۷-۸۵.

Darmono, D. & Denton, G. R.W. ۱۹۹۰. Heavy metal concentrations in the banana prawn, *Penaeus merguiensis*, and leader prawn, *P. monodon*, in the Townsville Region of Australia. The Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology,٤٤, ٤۷۹–٤۸٦.

Dobrowolski, R.& Skowrońska, M. ۲۰۰٦.The Study of trace metal levels in select environmental components of the Zemborzyce Reservoir. Polish Journal of Environmental, ۱۵(٤): ۵۳۷-۵٤۲.

EPA. ۲۰۰۰. Risk-based concentration table. Philadeiphia PA :United State Environmental Protection Agency. Washington. DC.

European Commission. ۲۰۰۵. As regards heavy metals. Official Journal of the European Union. Commission Regulation. No ۷۸/۲۰۰۵. No ٤٦٦/۲۰۰۱.

Evans, M.S., Lockhart, W.L. L., Doetzel , G. ,Low , D., Muir, K., Kidd, G., Stephens, J.& Delaronde, A. ۲۰۰۵ .Elevated mercury concentrations in fish in lakes in the Mackenzie River Basin. The role of physical, chemical and biological factors. Science of the Total Environment, ۳۵۱-۳۵۲:٤۷۹-۵۰۰.

FAO.۱۹۸۳. Compilation of legal limits for hazardous substance in fish and fishery products. FAO Fishery Circular No. ٤٦٤, ٥-١٠٠.

Fazeli, M.S., Abtahi, B. & Sabbagh Kashani, A.۲۰۰٥.Assessing Pb, Ni and Zn accumulation in the tissues of *Liza aurata* in the south Caspian Sea. Iranian Journal of Fisheries Sciences, ١٤(١): ٦٥-٧٨ (Persian).

FDA. ۲۰۰۰. Total diet study statistics on element results. Available in: www. fda.gov.

Ge, K.Y., ١٩٩٢. The status of nutrient and meal of Chinese in the ١٩٩٠s. Beijing People's Hygiene Press. ٤١٥٤٣٤.

Hamilton, S.J. ٢٠٠٤.Review of selenium toxicity in the aquatic food chain. Science of the Total Environment, ٣٢٦:١-٣١.

Huss, H.H. ١٩٩٤.Assurance of seafood quality. FAO Fisheries Technical Paper. Rome. Jezierska, B.& Witeska, M. ٢٠٠١. Metal toxicity to fish. Wydawnictwo Akademii Podlaskiej, Siedlce.

Karadede, Oymak, S.A. & Unlu, E. ٢٠٠٣. Heavy metals in mullet, *Liza abu*, and catfish, *Silurus triostegus*, from the Ataturk Dam Lake (Euphrates),Turkey. Environment International, ٣٠(٢): ١٨٣-١٨٨.

Karadede, H. & Ünlü .E. ٢٠٠٠. Concentrations of some heavy metals in water, sediment and fish species from the Atatürk Dam Lake (Euphrates), Turkey. Chemosphere, ٤١: ١٣٧١-١٣٧٦.

Madany, I. M., Wahab, A. A. A. & Al-Alawi, Z. ١٩٩٦. Trace metals concentrations in marine organisms from the coastal areas of Bahrain, Arabian Gulf. Water, Air, & Soil Pollution, ٩١: ٢٣٣_٢٤٨.

Maher, W.A. ١٩٨٦. Trace metal concentrations in marine organisms from St. Vincent Gulf, south Australia. Water, Air Soil Pollution, ٢٩:٧٧-٨٤.

Mansour,S.A. & Sidky, M.M. ٢٠٠٢. Heavy metals contaminating water and fish from Fayoum Governorate, Egypt. Food Chemistry, ٧٨:١٥-٢٢.

Mercole, D.O. & Klinghard, M.D. ٢٠٠١.Mercury toxicity and systemic elimination agents. Journal of Nutritional & Environmental Medicine, ١١: ٥٣-٦٢

Merian,E. ١٩٩١. Metals and their compounds in the environment occurrence, analysis and biological relevance. VCH, Wenham.

MOOPAM. ۱۹۹۹. Manual of oceanographic observations and pollutant analyses methods, state of Kuwait.

Nauen, C.E. ۱۹۸۳. Compilation of legal limits for hazardous substances in fish and fishery products.FAO Fisheries Circular No. ۷٦٤. Rome, Italy.

Oymak, S.A., Karadede-Akin, H. & Dogan, N. ۲۰۰۹. Heavy metal in tissues of *Tor grypus* from Ataturk Dam Lake, Euphrates River Turkey. Biologia, ٦٤: ۱۵۱-۱۵۵.

Radojevic, M. &Bashkin, V.N. ۱۹۹۹.Practical environmental analysis. The Royal Society of Chemistry, U.K.

Ruelle, R.&Henry, C. ۱۹۹٤. Life history observation and contaminant evolution of pallid sturgeon. Final report. U.S. Fish and Wildlife service Region ٦. Contaminants program. USA.

Seixas,T.G.,Kehrig,H.A.,Costa,M.,Fillmann,G.,Di Beneditto,A.P.M.,Secchi,E.R.,Souza,C.M.M. ,Malm,O.& Moreira,I. ۲۰۰۸.Total mercury, organic mercury and selenium in liver and kidney of a South American coastal dolphin. Environmental Pollution, ۱۵٤: ۹۸-۱۰٦.

Storelli, M.M. & Marcotrigiano, G.O. ۲۰۰۲. Mercury speciation and relationship between mercury and selenium in liver of *Galeus melastomus* from the Mediterranean Sea. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, ٦۹: ۵۱٦_۵۲۲.

Usero, J ., Izquierdo,C. ,Morllo, J. &Gracia, I. ۲۰۰۳. Heavy metals in fish (*Solea vulgaris*, *Anguilla anguilla* and *Liza aurata*) from salt marshes on the southern Atlantic coast of Spain. Environment International, ۲۹(۷) :۹٤۹-۹۵٦.

Uysal, K. , Emre, Y. & Kose, E. ۲۰۰۸.The determination of heavy metal accumulation ratios in muscle, skin and gills of some migratory fish species by inductively coupled plasma-optical emission spectrometry (ICP-OES) in Beymelek Lagoon (Antalya/Turkey). Microchemical Journal, ۹۰: ٦۷-۷۰.

Wang, X.L., Sato, T., Xing, B. &Tao, S. ۲۰۰۵.Health risk of heavy metals to the general public in Tianjin, China via consumption of vegetables and fish. Environmental Research, ۳۵۰:۲۸_ ۳۷.

WHO .۱۹۹٦. Polynuclear aromatic hydrocarbons. In: Guidelines for drinking-water quality, ۲nd ed. Vol. ۲. Health criteria and other supporting information. World Health Organization. Geneva.

Yang,J., Kunito, T., Tanabe, S.& Miyazaki, N. ۲۰۰۷.Mercury and its relation with selenium in the liver of Dall's porpoises *(Phocoenoides dalli*) off the Sanriku coast of Japan. Environmental Pollution, ۱٤۸: ٦٦۹-٦۷۳.

Zeynaly,F., TajiK,H., Asri,R.S., Meshkini,S., Fallah,A.A.&Rahnama, M.۲۰۰۹. Determination of Coper Zinc and Iron levels in Edible Muscle of three commercial fish species from Iranian Coastal water of the Caspian Sea. Journal of Animal and Veterinary Advances, ۸ (۷): ۱۲۸٥-۱۲۸۸