فلزات سنگین (نیکل و وانادیوم) در عضله و کبد ماهی گیش خال سفید (*Carangoiedes malabaricus*) در دو فصل تابستان و زمستان در بندر عباس، خلیج فارس

ماریس قندچی[1*]، مهناز سادات صادقی[2]، مژگان امتیازجو[3] و نوشین سجادی[4]

۱، ۲ و ۳-گروه بیولوژی دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال
۴- گروه محیط زیست، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۵/۵

چکیده

تحقیق حاضر در دو فصل گرم و سرد سال ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ برای تعیین غلظت دو فلز V و Ni در بافت عضله و کبد ماهی گیش خال سفید (*Carangoiedes malabaricus*) صید شده از محدوده بندر عباس انجام شد. نمونه‌ها بیومتری و توزین شده و بافت عضله و کبد جدا گردید. سپس غلظت نیکل و وانادیوم به وسیله دستگاه جذب اتمی کوره اندازه گیری شد. بر اساس نتایج به دست آمده در کل سال میانگین غلظت‌های نیکل و وانادیوم در کبد ۰/۲۶۵±۰/۰۲۷ و ۰/۰۵۶۶±۰/۰۰۷۵، و در عضله ۰/۲۰۱۱±۰/۰۳۸۷ و ۰/۰۱۷۰± ۰/۰۸۹۸ میکروگرم بر گرم وزن خشک بود. همچنین به تفکیک در فصل زمستان میانگین غلظت نیکل و وانادیوم در کبد ۰/۲۵۵۲±۰/۰۴۲۲ و ۰/۰۷۱۲±۰/۰۱۱۶، و در عضله ۰/۲۷۹۱±۰/۰۷۱۰ و ۰/۱۴۳۵±۰/۰۲۷۳ و در تابستان به ترتیب در کبد ۰/۲۷۴۸±۰/۰۳۵۶ و ۰/۰۴۱۹±۰/۰۰۸۴، و در عضله ۰/۱۲۳۲±۰/۰۱۶۹ و ۰/۰۳۶۱±۰/۰۰۷۰ میکروگرم بر گرم وزن خشک به دست آمد. میانگین غلظت نیکل در بافت‌های کبد و عضله ماهی گیش خال سفید تفاوت معنی‌داری داشت (p<۰/۰۵) در حالی که میانگین غلظت وانادیوم در دو بافت کبد و عضله تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (p>۰/۰۵). از مقایسه نتایج با حد مجاز سازمان‌های WHO و EPA پائین بودن غلظت این فلزات نتیجه گیری شد.

واژگان کلیدی: فلزات سنگین، ماهی گیش خال سفید (*Carangoiedes malabaricus*)، بندرعباس

* نگارنده پاسخگو: mari30_gh@yahoo.com

مقدمه

امروزه استفاده از منابع خوراکی آبزی به ویژه ماهیان به عنوان بخشی از منابع پروتئینی به علت افزایش جمعیت و نیاز روز افزون انسان به غذا افزایش یافته است (امینی رنجبر و علیزاده، ۱۳۷۸). از سوی دیگر، پیشرفت روزافزون صنایع و به دنبال آن آلودگی هوا و افزایش بی رویه جمعیت شهرها و روستاها و در پی آن توسعه مناطق کشاورزی و استفاده از کودها و سموم دفع آفات موجب می‌گردد تا حجم بالایی از فاضلاب‌های شهری و همچنین پساب‌های کشاورزی که دارای مقادیر مختلفی از فلزات سنگین هستند، وارد اکوسیستم‌های آبی شده و سبب تخریب محیط زیست شوند (Demirak *et al*, 2006). خلیج فارس به دلیل ساختار بسته و دارا بودن منابع عظیم نفتی به شاهراه عبور نفت جهان تبدیل شده است و از آن جایی که جریان‌های قوی دریایی در این منطقه وجود ندارد، پالایش آلودگی‌های آن زمان بر می‌باشد. از مهم‌ترین آلاینده‌های دریایی هیدروکربن‌های نفتی و فلزات سنگین هستند که سبب تغییرات رفتاری و ژنتیکی در لاروها و کاهش ذخائر آبزیان می‌گردد (صدوق نیری و همکاران، ۱۳۸۸). آلودگی‌های نفتی می‌تواند سبب افزایش میزان فلزات سنگین مانند نیکل، وانادیوم و سرب در محیط شود. تجمع فلزات سنگین در بدن ماهیان و انسان منجر به بروز عوارض متعددی می‌گردد. با توجه به مصرف روز افزون آبزیان به خصوص انواع ماهی، حصول اطمینان از سلامت آن ضروری بوده و سنجش فلزات مذکور در محیط همواره با اهمیت تلقی می‌شود. تحقیقاتی مشابه بر روی سایر گونه‌های ماهیان صورت گرفته است که از آن میان می‌توان به تحقیق صادقی (۱۳۸۸) بر روی خصوصیات زیستی و میزان فلزات (سرب، کادمیوم، نیکل، آهن و وانادیوم) در بافت‌های کبد، عضله و گناد ماهی شیر در خلیج فارس اشاره نمود. غلظت فلزات اشاره شده در تحقیق مذکور، پائین تر از حد مجاز استانداردهای جهانی EPA, UK, WHO اعلام گردید. تحقیقات دیگری نیز بر روی ماهی گیش خال سفید صورت گرفته است، از جمله اسماعیلی ساری و همکاران (۱۳۸۷) تجمع فلزات سنگین (آهن، مس، روی) در بافت عضله ماهی گیش چشم درشت در خلیج فارس را مورد بررسی قرار دادند.

بهره‌مند (۱۳۹۰) مطالعه‌ای بر میزان فلزات سنگین (سرب، کادمیوم و نیکل) در بافت عضله و کبد ماهی حلوا سیاه *(Parastroma teusniger)* در آب‌های استان هرمزگان انجام داد و میزان تجمع فلـزات را در حد مجاز اعلام نمود. به طور کلی فلزات سنگین به دلیل تأثیر منفی مختف بر آبزیان نظیر کاهش رشد، تغییر رفتار، تغییرات ژنتیکی و نیز مرگ و میر و همچنین به سبب سمیّت و تجمع در زنجیره غذایی موجب نگرانی در مصرف ماهی شده است (صادقی راد و همکاران،۱۳۸۱). به دلیل اهمیت موضوع، در این تحقیق برای اولین بار در ایران به بررسی آلودگی بافت‌های کبد و عضله ماهی گیش خال سفید به فلزات سنگین نیکل و وانادیوم پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

این بررسی طی دو فصل سرد و گرم (۱۳۹۰-۱۳۹۱) در آب‌های اطراف استان هرمزگان در محدوده سواحل بندر عباس انجام شد. در هر فصل ۱۵ قطعه ماهی گیش خال سفید به روش تصادفی از مناطق تخلیه صید تهیه و به آزمایشگاه منتقل و مورد زیست سنجی قرار گرفتند. برای زیست سنجی شاخص‌های طول کل و طول چنگالی با خط کش بیومتری بر حسب سانتی‌متر و وزن بدن با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شد.

هضم شیمیایی

دو بافت عضله و کبد ماهی گیش خال سفید (*Carangoiedes malabaricus*) با روش Microwave Digestion مورد هضم قرار گرفتند. نمونه‌های بافت توسط آون با دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴

ساعت خشک شدند. ۰/۳ گرم از نمونه‌ها به مخلوطی از اسید نیتریک ۶۵ درصد و آب اکسیژنه ۳۵ درصد به نسبت ۸ میلی‌لیتر به ۲ میلی‌لیتر اضافه و نهایتاً با دستگاه ماکروویو عمل هضم تکمیل گردید. پس از عملیات هضم و صاف کردن نمونه، حجم محلول با استفاده از آب مقطر به ۵۰ میلی‌لیتر رسانیده شد و تا تزریق به دستگاه جذب اتمی در یخچال و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید (MOOPAM, 1999). پس از آماده سازی نمونه‌ها میزان غلظت عناصر مورد نظر توسط دستگاه جذب اتمی کوره‌ای Varian با مدل GTA 100 در بافت‌ها تعیین شد.

آنالیز آماری

برای انجام مطالعات آماری از نرم‌افزار SPSS15 استفاده و برای تعیین همبستگی از آزمون پیرسون استفاده شد. رسم نمودارها توسط نرم‌افزار Excel 2007 انجام گرفت.

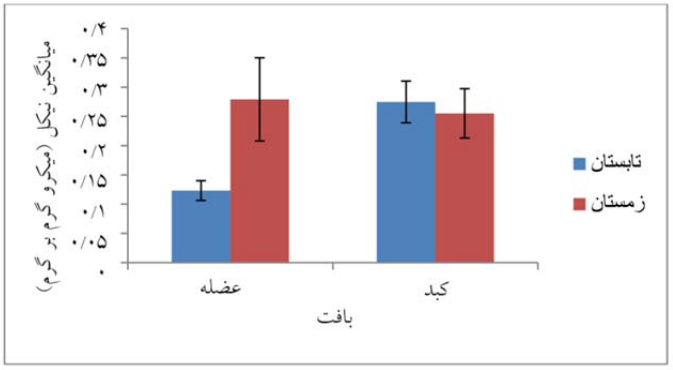
نتایج

جدول (۱) نشان دهنده خلاصه نتایج آماری حاصل از زیست سنجی ۳۰ قطعه ماهی گیش خال سفید در تحقیق حاضر است. میانگین طول چنگالی در کل نمونه‌ها ۲۸/۹۴ و میانگین طول کل ۳۲/۹۶ سانتی‌متر ثبت شد و میانگین وزن ۵۲۰/۵۷ گرم در کل نمونه‌ها به دست آمد. بیشترین میزان نیکل و وانادیوم در بافت عضله و بیشترین میانگین نیکل در بافت کبد و وانادیوم در بافت عضله ثبت گردید.

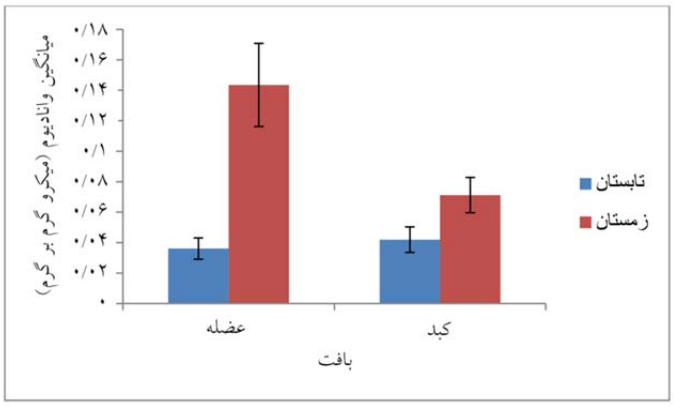
جدول۱- شاخص‌های طولی و وزنی ماهی گیش خال سفید در آب‌های استان هرمزگـان در سال ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ (n=۳۰)

متغیر	تعداد	کمترین	بیشترین	میانگین	خطای استاندارد	انحراف معیار
طول چنگالی (سانتی‌متر)	۳۰	۲۱/۴۰	۳۹/۱۰	۲۸/۹۴	۱/۰۰۵	۵/۵۱
طول کل (سانتی‌متر)	۳۰	۲۳/۷۰	۴۵/۸۰	۳۲/۹۶	۱/۲۵۷	۶/۸۸
وزن (گرم)	۳۰	۲۳۹	۱۰۰۰	۵۲۰/۵۷	۵۳/۴۱۴	۲۹۲/۵۶

شکل (۱) تغییر غلظت نیکل و شکل (۲) تغییر غلظت وانادیوم را در بافت‌های کبد و عضله ماهی گیش خال سفید در دو فصل تابستان و زمستان نمایش می‌دهد.



شکل۱- میانگین غلظت نیکل در بافت‌های کبد و عضله ماهی گیش خال سفید در آب‌های استان هرمزگان (۱۳۹۰-۱۳۹۱)
(به تفکیک فصل) میانگین± خطای استاندارد



شکل۲- میانگین غلظت وانادیوم در بافت‌های کبد و عضله ماهی گیش خال سفید در آب‌های استان هرمزگان (۱۳۹۰-۱۳۹۱) (به تفکیک فصل) میانگین± خطای استاندارد

بر اساس نتایج میانگین غلظت نیکل در بافت‌های کبد و عضله ماهی گیش خال سفید تفاوت معنی‌داری داشت ($p<۰/۰۵$) ولی میانگین غلظت وانادیوم در دو بافت کبد و عضله تفاوت معنی‌داری نشان نداد ($p>۰/۰۵$) (شکل ۳).

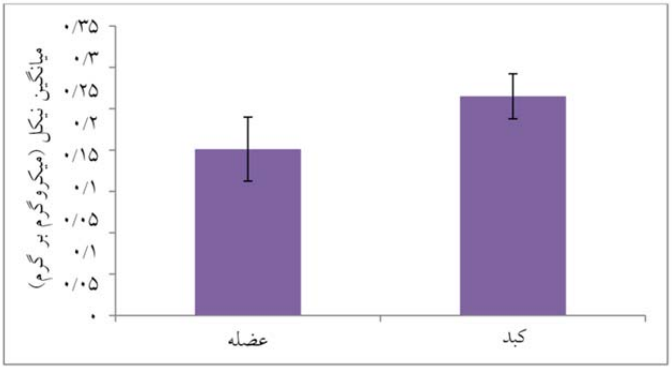
در جدول (۲) میانگین غلظت فلزهای سنگین نیکل و وانادیوم در تحقیق حاضر با استانداردهای جهانی مقایسه شده است.

جدول۲- مقایسه میانگین نتایج پژوهش حاضر با حداکثر قابل قبول جهانی فلـزات سـنگین در بافـت ماهی برحسب ppm

استاندارد	نیکل	وانادیوم	منبع
WHO (سازمان بهداشت جهانی)	۰/۴	۰/۵	Biney & Ameyibor (1992)
E.O.S	۱۰		Pouring *et al*., 2005
NHMRC (انجمن بهداشت ملی و تحقیقات پزشکی استرالیا)			Maher (1986)
UK(MAFF) (وزارت کشاورزی - شیلات و غذای انگلستان)			Collings *et al*., (1996); Mormede & Davies (2001)
EPA	۰/۹۹		Ashraf, 2004
کانادا		۰/۵	Goyer & Mehjaman (1977)
ایتالیا		۰/۷	Goyer & Mehjaman (1977)
سوئد		۱	Goyer & Mehjaman (1977)
مطالعه حاضر	۰/۲۰۱۱	۰/۰۸۹۸	بافت عضله گیش خال سفید
مطالعه حاضر	۰/۲۶۵	۰/۰۵۶۶	بافت کبد ماهی گیش خال سفید

از مقایسه میانگین غلظت فلزات سنگین با استانداردهای جهانی (WHO, UK, NHMRC) پایین‌تر بودن غلظت این فلزات در هر دو بافت در مقایسه با استانداردهای ذکر شده اثبات گردید.

جداول (۳ و ۴) نتایج بررسی همبستگی طول چنگالی و وزن با غلظت فلزهای وانادیوم و نیکل را نشان می‌دهد.



شکل۳- میانگین غلظت نیکل در بافت‌ها کبد و عضله ماهی گیش خال سفید در آب‌های استان هرمزگان (۱۳۹۰-۱۳۹۱) میانگین ± خطای استاندارد

جدول۳- همبستگی فاکتورهای مورد مطالعه در بافت عضله ماهی گیش خال سفید در آب‌های استان هرمزگان (۱۳۹۰-۱۳۹۱) n=۳۰

	نیکل	وانادیوم	وزن	طول
طول چنگالی	r=۰/۱۲۲ P=۰/۳۴۴	r=۰/۴۱۳** P=۰/۰۰۲	r=۰/۸۲۲** ۰	r=۱ ۰
وزن	r=۰/۱۹۹ P=۰/۱۲۴	r=۰/۴۰۸** P=۰/۰۰۲	r=۱ ۰	
وانادیوم	r=۰/۰۹۵ P=۰/۴۶۳	r=۱ ۰		
نیکل	r=۱ ۰			

** نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ است.

جدول۴- همبستگی فاکتورهای مورد مطالعه در بافت کبد ماهی گیش خال سفید در آب‌های استان هرمزگان (۱۳۹۰-۱۳۹۱) n=۳۰

	نیکل	وانادیوم	وزن	طول
طول چنگالی	r=-۰/۲۰۵ P=۰/۱۱۲	r=۰/۰۵۱ P=۰/۶۹۴	r=۰/۸۲۲** ۰	r=۱ ۰
وزن	r=-۰/۲۱۸ P=۰/۰۹۳	r=۰/۰۴۲ P=۰/۷۴۷	r=۱ ۰	
وانادیوم	r=۰/۲۹۸ P=۰/۰۲۲	r=۱ ۰		
نیکل	r=۱ ۰			

** نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ است.

بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس مطالعه‌ی حاضر در دو فصل تابستان و زمستان میانگین غلظت نیکل در بافت‌های کبد و عضله ماهی گیش خال سفید تفاوت معنی‌داری نشان داد ($p<۰/۰۵$) در حالی که میانگین غلظت وانادیوم در دو بافت کبد و عضله تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۱ و ۲)($P\geq.۰/۰۵$).

افزایش فعالیت متابولیک در فصل تابستان به دلیل افزایش دما سبب افزایش جذب فلزات سنگین می‌شود (Olsson, 1998) که این مسأله با نتایج مطالعه‌ی حاضر مطابقت ندارد. این مسئله را می‌توان به دلیل کوچک بودن سایز ماهیان و مدت زمان در معرض آلودگی بودن آنها در مطالعه حاضر نسبت داد.

نتایج آماری حاصل از اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های ماهی گیش خال سفید (شکل ۳) نشان می‌دهد که میزان فلز نیکل در بافت کبد بیشتر از عضله بود ولی درباره وانادیوم تفاوت معنی‌داری بین دو بافت مشاهده نشد.

تحقیقات متعدد ثابت کرده است که میانگین غلظت فلزات سنگین در بافت‌های مختلف ماهی با یکدیگر متفاوت می‌باشد. اختلاف غلظت فلزات سنگین در بافت‌های گوناگون ماهیان می‌تواند ناشی از متغیر بودن توان فلزات سنگین در زمینه غلبه بر پیوندهای فلزی پروتئین‌ها نظیر متالوتیونین‌ها باشد. همچنین تفاوت نیازهای اکولوژیک و فعالیت‌های متابولیک ماهیان می‌تواند به عنوان عامل مهم دیگر تلقی شود (Canil & Atli,2003). فلزات سنگین اندام هدف خود را بر اساس میزان فعالیت متابولیک آن انتخاب می‌کند، این نکته می‌تواند علت تجمع بیشتر فلزات در بافت‌هایی مانند کبد، کلیه و آبشش را در مقایسه با بافت عضله (با فعالیت متابولیک پایین) تفسیر نماید (Filazi *et al.*, 2003).

عریان و همکاران (۱۳۸۵) مطالعه‌ای بر اثرات آلودگی نفتی در حوزه شمالی خلیج فارس بر میزان تجمع فلزات سنگین (نیکل، سرب، وانادیوم، کادمیوم (در بافت عضله ماهی حلوا سفید (*Pampus regenteuss*) انجام داده و تجمع فلزات سنگین را به ترتیب Ni > V >Pb> Cd گزارش نمودند که با نتیجه مطالعه حاضر مطابقت دارد. بهره‌مند (۱۳۹۰) مطالعه‌ای بر میزان فلزات سنگین (سرب، کادمیوم و نیکل (در بافت عضله و کبد ماهی حلوا سیاه *(Parastromateus niger)* در آب‌های استان هرمزگان انجام دادند و میزان تجمع نیکل را در بافت کبد بیشتر از عضله گزارش کرد که با نتیجه مطالعه حاضر مطابقت دارد.

مطابق نتایج به دست آمده در تحقیق حاضر، بررسی انجام شده بر روی میزان غلظت فلزات سنگین (روی، منگنز، نیکل، کروم، مس و کادمیوم) در بافت عضلانی طحال و کبد کوسه بمبو *Chiloscyllium plagiosum* در آب‌های جنوبی هنگ کنگ نشان داد که میزان تجمع این فلزات در بافت‌های مختلف متفاوت می‌باشد، به طوری که بیشترین میزان غلظت فلزات نیکل و کادمیوم در کبد و بیشترین غلظت فلزات مس و منگنز در طحال به دست آمد (Cornish *et al.*, 2007) در مطالعه دیگری که بر روی تعیین میزان فلزات سنگین (سرب، کادمیوم و نیکل) در بافت عضله و کبد ماهی طلال *Rastrelliger kanagurta* در آب‌های بندرعباس (استان هرمزگان) انجام شد، بیشترین میزان غلظت نیکل و سرب در بافت کبد مشاهده گردید (رستمی،۱۳۹۰) که با نتیجه مطالعات حاضر مطابقت دارد. مقایسه میانگین غلظت فلزات سنگین در بافت عضله و کبد ماهی در نقاط مختلف دنیا با مطالعه حاضر در جدول (۵) آورده شده است.

جدول۵- مقایسه میانگین غلظت‌های فلزات سنگین در بافت عضله و کبد ماهی در نقاط مختلف دنیا (میکرو گرم بر گرم وزن خشک)

گونه مورد مطالعه	نیکل	وانادیوم	منبع
عضله *Prastromateus niger*	۰/۳۲		Raja & Veerasingam, 2009
کبد *Prastromateus niger*	۴/۲۵		Raja & Veerasingam, 2009
عضله *prastormateus niger*	۳/۷		O'shea & Sai, 2009
کبد *Prastromateus niger*	۵/۶		O'shea & Sai, 2009
کبد ماهی حلوا سیاه	۰/۶۸۸۴		بهره مند،۱۳۹۰
عضله ماهی حلوا سیاه	۰/۳۲۲۷		بهره مند،۱۳۹۰
ماهی شیر	۰/۰۶۵		صادقی، ۱۳۸۸
ماهی طلال	۰/۲۲		رستمی،۱۳۹۰
عضله ماهی گیش خال سفید	۰/۲۰۱۱	۰/۰۸۹۸	مطالعه حاضر
کبد ماهی گیش خال سفید	۰/۲۶۵	۰/۰۵۶۶	مطالعه حاضر

بر اساس مطالعات ارائه شده در جدول (۵) بیشترین تجمع فلزات در بافت کبد در مقایسه با عضله در ماهیان مختلف به دست آمده است که با مطالعه حاضر مطابقت دارد.

در مطالعات پایش زیستی این مسأله را باید مورد توجه قرار داد که عدم حضور فلزات سنگین در مقادیر بالا در بافت‌های موجودات زنده از احتمال وجود مقادیر بالای آن فلز در محیط نمی‌کاهد و ممکن است پیوندی قوی با ذرات رسوب - خاک و غیره در منطقه مورد نظر وجود داشته باشد که امکان ایجاد بمب‌های ساعتی شیمیایی را افزایش می‌دهد (Herling&Kuhhnt,1992). با توجه به مطالعه حاضر می‌توان پایین بودن میزان فلزات نیکل و وانادیوم را در گونه مورد بررسی توجیه نمود.

ضریب همبستگی پیرسون همبستگی مثبت معنی‌داری بین طول چنگالی با وزن و همچنین وزن با غلظت وانادیوم در بافت کبد ماهی نشان داد (جداول ۳ و ۴) که معرف افزایش جذب فلز وانادیوم با افزایش سایز ماهی می‌باشد. سن، طول، وزن، جنسیت، عادات تغذیه‌ای، نیاز اکولوژیک، غلظت فلزات سنگین در آب و رسوب، مدت زمان ماندگاری ماهی در محیط آبی، فصل صید و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آب (شوری، pH، سختی و دما) از عوامل مؤثر در تجمع فلزات سنگین در اندام‌های مختلف ماهی می‌باشد (Canli & Atil, 2003). در این باره در مطالعات متعدد نتایج متفاوتی به دست آمده است، مانند صادقی (۱۳۸۸) بر روی ماهی شیر نشان داد که همبستگی مثبت معنی‌داری بین طول چنگالی و وزن با میزان سرب وجود دارد. همچنین بهره‌مند (۱۳۹۰) همبستگی معنی‌داری بین وزن و غلظت نیکل در کبد و همبستگی معنی‌دار بین میزان سرب و کادمیوم و وزن ماهی حلوا سیاه در بافت عضله بدست آورد، به همین ترتیب در مطالعه‌ی Omer Salman (۲۰۰۶) بر روی ماهیان دریای اژه، همبستگی مثبت معنی‌داری بین طول چنگالی با سرب همچنین وزن ماهی با سرب به دست نیامده بود و یا در مطالعه‌ای که صادقی راد (۱۳۸۳) بر روی ماهیان خوراکی تالاب انزلی انجام داد هیچ گونه ارتباط معنی‌داری بین میزان تجمع فلزات مورد بررسی در بافت‌های کبد و عضله با طول چنگالی و وزن ماهی‌ها یافت نشد.

با توجه نتایج مطالعه حاضر چنین نتیجه‌گیری می‌شود که فلزات نیکل و وانادیوم در بافت‌های عضله و

کبد ماهی گیش خال سفید، تجمع پیدا کرده است ولی میزان آن در مقایسه با استانداردهای EPA,WHO نشان می‌دهد که غلظت فلزها پایین‌تر از حد مجاز می‌باشد و به این ترتیب مصرف این ماهی توسط انسان در این دوره از نظر آلودگی به فلزهای وانادیوم و نیکل خطری ندارد.

منابع

اسماعیلی ساری، ع.، شهاب تورم، ف.، ولی نسب، ت. و کریم آبادی، م. ۱۳۸۷. مقایسه تجمع فلزات سنگین در عضله گیش چشم درشت (*Selar crumenophthalmus*) و سپر ماهی چهارگوش (*himantura gerrardi*) در خلیج فارس. مجله علمی شیلات. ۱۹(۲): ۸۵.

امینی رنجبر، غ. و علیزاده، م. ۱۳۷۸. اندازه‌گیری مقادیر فلزات (Cd,Cr,Zn,Cu,Pb) در سه گونه از کپور ماهیان پرورشی. پژوهش و سازندگی، ۱۲(۱): ۱۴۶-۱۴۹

بهره‌مند، ب.۱۳۹۰. تعیین میزان فلزات سنگین (سرب، کادمیوم، نیکل) در بافت عضله و کبد ماهی حلوا سیاه (*Parastromateus niger*) در بندرعباس (استان هرمزگان). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.

رستمی، ز.۱۳۹۰. تعیین میزان فلزات سنگین (سرب، کادمیوم، نیکل) در بافت عضله و کبد ماهی طلال (*Rastrelliger kanagurta*) در بندرعباس (استان هرمزگان). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.

صادقی، م. ۱۳۸۸. بررسی خصوصیات زیستی و تعیین میزان فلزات سنگین در بافت‌های عضلانی، کبد و گناد ماهی شیر در آب‌های استان هرمزگان (خلیج فارس). رساله دکترا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات. تهران.

صادقی راد، م.، امینی رنجبر، غ.، ارشد، ع و جوشیده، ه.۱۳۸۴. مقایسه تجمع فلزات سنگین (روی، مس، کادمیوم، سرب، چیوه) در بافت عضله و خاویار دو گونه تاس ماهی ایرانی و ازون برون حوضه جنوبی دریای خزر. مجله علمی شیلات ایران،۱۴(۳): ۱۰۰- ۷۹.

صادقی راد، م.۱۳۷۵. بررسی و تعیین میزان فلزات سنگین در چند گونه از ماهیان خوراکی تالاب انزلی مجله علمی شیلات ایران. ۴: ۱۶-۱.

صدوق نیری، ع.، عطاران، گ.، شکوری، ا.، احمدی، ر. و رحیمی، ر. ۱۳۸۸. آسیب‌های زیست محیطی ناشی از فلزات سنگین بر ماهی صبور (*Tenualosa ilisha*) در شمال غرب خلیج فارس. همایش بین المللی خلیج فارس. بوشهر.

عریان، ش.، تاتینا، م. و قریب خانی، م. ۱۳۸۵. بررسی میزان تجمع فلزات سنگین ناشی از تأثیر آلودگی نفتی در بافت عضله ماهی یلی (*quidrilenatus Pelates*) در خلیج فارس. مجله بیولوژی دریا، ۳: ۳۹-۲۸.

Ashraf, W. 2004. Levels of selected heavy metals in tuna fish. *Arabian Journal for Science and Engineering,* 1A: 89-92.

Biney, C.A. & Ameyibor, E. 1992.Trace metal concentrations in the pink Shrimp *penaeus nobilis*, from the coast of Ghana. *Water Air Soil Pollution,* 63:273-279.

Canli, M. & Atil, G. 2003. The relationships between heavy metals (Cd,Cr,Cu,Fe, Pb,Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species. *Environmental Pollution*, 121(1):129-136.

Colling, S. E., Johnson, M. S. & leah, R.T. 1996. Metal contamination of angler caught fish from the Mersey Estuary. *Marine Environmental Research*, 41 (3):281-297.

Cornish, A.S., Valerie, C. M. H., Wong. H, L., James, C. W., Lam, P.K.S., Lam,k. & leung, M.Y.2007. Trace metals and organochlorines in the Bamboo shark *Chiloscyllium plagiosum* from the southern waters of hongkong. China. *Science of the Total Environment*, 376:335-345.

Demirak, A.,Yilmaz, F., Tuna, A.L. & Ozdemir, N. 2006. Heavy metals in water, sediment and tissues of *Leucicus Cephalus* from a stream in southwestern Turkey. *Chemospher*, 63(9): 1451-1458.

Filazi, A., Baskaya, R. & Kum, C. 2003. Metal concentration in tissues of black sea fish *Mugil aurats* from sinop-Icliman, Turkey. *Human Experimental Toxicology*, 22: 85-87.

Goyer, R.A. & Mehjaman, M. A. 1977. Toxicology of trace elements. John & Wiley Sons, New York.

Herling, T. & Kuhnt, G. 1992. Chemical time bombs in urban Sails. In: Abstracts of an International Meeting on Bioremediation, Toxicology Environmental fate Ecology, American Petroleum. B22- B28.Joint

Maher, W.A. 1986. Trace metal concentrations in marine organisms from St. Vincent Gulf, South Australia. *Water Air Soil Pollution,* 29:77-84.

Moopam. 1999. Manual of Oceanographic Observation and Pollution Analyses

concentration in fish from Australia Markets. *Journal of Wildlife Management*,.48:741-748.

Pourang, N., Nikoyan, A. & Dennis, J.H.2005. Trace element concentration in fish, sediments and water from northern part of Persian Gulf. *Environmental Monitoring and Assessment*, 109(1):293-316.

Raja, P. & Veerasingam, S. 2009. Heavy metal concentration in four commercially valuable marine edible fish species from Parangipettai Cost, South East coast of India. *International Journal of Animal and Veterinary,* 1(1):10-24.

Methods. Third Edition.Regional organization for the Protection of the Marine Environment (ROPME). Kuwait.

Mormede, S. & Davis, I. M., 2001. Heavy metal concentrations in commercial deep sea fish from Rockwall Trough. *Continental Shelf Research*, 21:899-916.

Ollson, P. E. 1998. Disorders associated with heavy metal Pollution. In: Fish disease and disorders. (Vol2). Non infections disorders. Leather, J.F &Woo, P.T.K. (eds). CAB International Publishing. Oxford, UK.

Omer Salman, A. D. 2005.Determination of heavy metal (Cd,Pb,Cu,Zn,Ni) in sediments and fish of Turkey Sea. *Continental Shelf Research,* 21:899-916.

O'shea, U. & Sai, O. 2009.Heavy metal