اندازه گیری و مقایسه فلزات سنگین (Zn، Mn، Cu، Fe) در ماهی بیاه (*Liza abu*) رودخانه های کارون و بهمنشیر استان خوزستان

ابوالفضل عسکری ساری[۱]، محمد ولایت زاده[۲]*، محبوبه بهشتی[۳]، مژگان خدادادی[۴]، محمد کاظمیان[۵]

۱و۴. گروه شیلات دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز
۵. گروه شیلات دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران
۲و۳. واحد علوم و تحقیقات خوزستان، دانشگاه آزاد اسلامی گروه شیلات

چکیده

تحقیق حاضر در زمستان ۱۳۸۸، به منظور تعیین غلظت فلزات سنگین منگنز، مس، روی و آهن در بافت های عضله، کبد و آبشش ماهی بیاه (*Liza abu*) رودخانه های کارون و بهمنشیر استان خوزستان انجام گرفت. جهت استخراج فلزات از بافت های مورد مطالعه از روش هضم شیمیایی مرطوب و تعیین غلظت فلزات سنگین به وسیله دستگاه جذب اتمی صورت پذیرفت. بالاترین غلظت منگنز، مس، روی و آهن ۰/۰۱۳±۰/۷۰۶، ۰/۰۲۰±۰/۴۲۸، ۰/۴۰±۱۱/۷۴، ۰/۰۸±۱۴/۰۴ میلی گرم در کیلوگرم و پایین ترین غلظت منگنز، مس، روی و آهن ۰/۰۱۲±۰/۶۴۶، ۰/۰۳۳±۰/۲۸۹، ۰/۲۶±۹/۷۴، و ۰/۳۴±۱۱/۸۱ میلی گرم در کیلوگرم به دست آمد. میزان غلظت فلزات روی و منگنز در کبد، آبشش و عضله در نمونه ماهی بیاه رودخانه کارون اختلاف معنی داری با نمونه ای ماهی بهمنشیر نداشت ($P\geq ۰/۰۵$). میزان مس در کبد و عضله در نمونه های هر دو رودخانه دارای اختلاف معنی دار بود ($P< ۰/۰۵$). اما میزان مس و در کبد و عضله با آبشش اختلاف معنی داری با نمونه ای ماهی بهمنشیر نداشت ($P\geq ۰/۰۵$). میزان آهن در آبشش و کبد نمونه های هر دو رودخانه اختلاف معنی داری نداشت ($P\geq ۰/۰۵$). اما در عضله اختلاف معنی داری داشت ($P<۰/۰۵$). .

واژگان کلیدی: فلزات سنگین، ماهی بیاه، کارون، بهمنشیر، استان خوزستان

***مسئول مکاتبه:mohammadvelayatzadeh@yahoo.com**

مقدمه

تعیین آلودگی فلزات سنگین در غذاهای دریایی برای سلامتی انسان و موجودات دریایی مهم می باشد (Turkmen *et al.*,2008 ; Celik and Oehlenschlager,2005). ماهیان به طور مداوم در معرض فلزات سنگین موجود در آبهای آلوده قرار دارند، پذیرش فلزات سنگین توسط ماهی در اکوسیستم های آبی آلوده متفاوت است و به احتیاجات اکولوژیکی، سوخت و ساز و عوامل دیگری از قبیل شوری، سطح آلودگی آب، غذا و رسوب بستگی دارد (Fidan *et al.*,2007 ; Dogan and Yilmaz,2007). تجمع فلزات توسط ماهی به مکان، رفتار تغذیه ای، سطح غذا، سن، اندازه، زمان ماندگاری فلزات و فعالیت های تنظیمی هموستازی بدن بستگی دارد (Sankar *et al.*, 2006 ; Marijic and Raspor,2007 ; Tuzen and Soylak,2006 ; Demirezen and Uruc,2006 ; Burger *et al.*,2002). همچنین اهمیت اندازه گیری و سنجش میزان عناصر سنگین در آبزیان به دو مبحث مهم مدیریت و سلامت غذایی انسان باز می گردد (Jordao *et al.*,2002 ; Romeo *et al.*,1999). حضور فلزات سنگین در اکوسیستم های آبی نتیجه دو منبع آلودگی است، فرآیندهای طبیعی و فعالیت های انسانی (Rico *et al.*,2007) .۵ منبع عمده الودگی های مزبور همواره فعالیت های انسانی می باشد (Pourang *et al.*,2005). فلزات سنگین موجود در زیستگاه های آبی را می توان با ارزیابی غلظت آنها در آب، رسوب یا موجودات آبزی بررسی کرد (Laboy-Nieves and Conde,2001) البته آنالیزهای شیمیایی آب و رسوب، سطوح آلودگی را مشخص می کنند اما برای ارزیابی کیفیت بیولوژیکی ناحیه مورد مطالعه کافی نیستند (Fernandez and Berias,2001) تنها سیستم های زنده قادر به ارزیابی تاثیرات پیچیده آلاینده های با دسترسی زیستی می باشند (Agah *et al.*,2007).

فلزات سنگین اندام هدف خود را بر اساس میزان فعالیت متابولیک آن انتخاب می کنند. این نکته، علت تجمع بیشتر فلزات در بافت هایی نظیر کلیه، کبد و آبشش ها را در مقایسه با بافت عضله (با فعالیت متابولیک پایین) تفسیر می نماید (Filazi *et al.*,2003). مقادیر برخی از این فلزات مانند مس، روی، آهن و ... در غلظت های پایین برای متابولیسم آبزیان ضروری هستند (Canli and Atli,2003) و نقش مثبت و منفی مهمی را در زندگی انسان دارند (Ghaedi *et al.*,2006 ; Ghaedi *et al.*,2007 ; Ghaedi *et al.*,2008 ; Ghaedi *et al.*,2009)، همچنین

زمانی که مقادیر فلزات ضروری افزایش یابد می توانند اثرات سمی داشته باشند (Turkmen *et al*.,2008 ; Turkmen and Ciminli,2007).

فلزات روی و مس بر اساس مقادیرشان در فرآیندهای زیستی ایفای نقش می کنند (محرک یا بازدارنده) (Anderson and Morel,1975) این فلزات از جمله عناصر ضروری در واکنش های زیستی می باشند و به صورت هموستاتیک تنظیم می شوند. غلظت های این عناصر در بافت های یکسان از گونه های متفاوت می توانند تغییرات زیادی داشته باشند (Wagemann and Muir,1984). غذاهای دریایی منبع اصلی روی و مس هستند (WHO,1995).

ماهی مهم ترین منبع آهن برای کودکان و بزرگسالان می باشد ،و کمبود این عنصر سبب کم خونی می گردد (Institute of Medicine,2003) . کاربرد بیشتر آن در فعالیت های بیوشیمیایی بدن (هموگلوبین و سیتوکروم ها و....) می باشد، اما بالا بودن میزان آهن نتایج ناگواری همچون بیماری هموکروماتوزیس (Haemokrematosis) را در پی خواهد داشت (McCoy *et al*.,1995 ; USEPA,1997). بطور معمول منگنز نسبت به آهن سمیت کمتری برای ماهی دارد و علائم مسمومیت با این عنصر بی قراری و عدم تعادل شناگری است (Van-Duijn,2000).

با توجه به اینکه ماهی بیاه در منطقه مطالعه سهمی در غذای مصرفی مردم دارد ، این تحقیق با هدف سنجش و مقایسه فلزات مس، روی، آهن و منگنز در اندام های آبشش، کبد و عضله ماهی بیاه (*Liza abu*) در رودخانه های بهمنشیر و کارون در استان خوزستان انجام شد.

مواد و روش ها

در این تحقیق غلظت فلزات منگنز، روی، مس و آهن در بافت های عضله، کبد و آبشش ماهی بیاه رودخانه های بهمنشیر و کارون استان خوزستان بررسی شد. ۲۱۶ نمونه ماهی بیاه صید شده با تور های سنتی توسط صیادان محلی تهیه شدند. ماهیان صید شده در جعبه های یونولیتی حاوی یخ به" آزمایشگاه کیمیا پژوه البرز" در شهرکرد انتقال داده شدند. پس از زیست سنجی ماهیان، بافت عضله، کبد و آبشش نمونه ها جدا گردید و از ماهیان مورد مطالعه نمونه مرکب تهیه شد. بافت های موردنظر هر ۳ عدد ماهی را با یکدیگر مخلوط نموده و یک نمونه مرکب به دست آمد (MOOPAM,1999).

نمونه های به دست آمده را به مدت ۱۲۰ تا ۱۵۰ دقیقه در آون با دمای ۶۵ درجه سانتیگراد قرار داده تا به وزن ثابت رسیده و سپس از داخل آون خارج شدند. برای هضم نمونه ها از روش مرطوب استفاده شد.۰/۵ گرم از هر

نمونه در یک بالن ۲۵۰ میلی لیتر ریخته شده و به آن ۲۵ میلی لیتر اسید سولفوریک غلیظ، ۲۰ میلی لیتر اسید نیتریک ۷ مولار و ۱ میلی لیتر محلول مولیبدات سدیم ۲ درصد اضافه شد و چند عدد سنگ جوش را برای اینکه جوش به طور منظم و یکنواخت صورت گیرد قرار داده شد. سپس نمونه ها سرد شده و از بالای مبرد، به آرامی مقدار ۲۰ میلی لیتر مخلوط اسید نیتریک غلیظ و اسید پرکلریک غلیظ به نسبت ۱:۱ به نمونه اضافه شد. در ادامه، مخلوط تا محو کامل بخارات سفید رنگ اسید حرارت داده شد. مخلوط سرد شده و در حالی که بالن چرخانده می شد ۱۰ میلی لیتر آب مقطر از بالای مبرد به آرامی به آن اضافه گردید. با حرارت دادن نمونه ها (حدود ۱۰۰ دقیقه) محلول کاملا شفافی به دست آمد، این محلول پس از سرد شدن به داخل بالن ژوژه ۱۰۰ میلی لیتر انتقال داده شد و به حجم رسانده شد (Kalay *et al*.,1997 ; Eboh *et al*.,2005 ; Okoye,1991).

سپس میزان مس، روی، منگنز و آهن به روش جذب اتمی با سیستم شعله، به کمک دستگاه Perkin Elmer 4100 سنجش گردید (Ahmad and Shuhaimi-Othman,2010 ; Olowu *et al*.,2010). جهت اندازگیری عناصر مورد نظر ابتدا به ۱۰ میلی لیتر محلول هضم شده نمونه ها، ۵ میلی لیتر محلول آمونیم پیرولیدین کاربامات ۵درصد اضافه شده و به مدت ۲۰ دقیقه نمونه ها به هم زده شدند تا عناصر به صورت فرم آلی فلزی در محلول کمپلکس شوند و سپس به نمونه ها ۲ میلی لیتر متیل ایزوبوتیل کتون اضافه شد و به مدت ۳۰ دقیقه نمونه ها به هم زده شدند و پس از ۱۰ دقیقه نمونه ها در دور ۲۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شدند و عناصر مورد نظر به فاز آلی منتقل شدند. پس از تنظیم کوره و سیستم EDL (منبع تولید اشعه کاتدی) دستگاه و اپتیمم کردن دستگاه جذب اتمی منحنی کالیبراسیون این عناصر به کمک استانداردهای این عناصر توسط نرم افزار Win Lab 32 رسم گردید و مقدار این عناصر اندازگیری گردید.

تجزیه و تحلیل داده ها به کمک نرم افزار SPSS17 انجام شد و میانگین تیمارها به کمک آنالیز t-test با یکدیگر مقایسه شدند که وجود یا عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد تعیین گردید. همچنین جهت رسم نمودارها و جداول از نرم افزار Excel 2007 استفاده گردید.

نتایج

غلظت فلزات مورد سنجش در بافت های نمونه های ماهی بیاه گونه ***Liza abu***در دو رودخانه کادرون وبهمنشیر با یکدیگر مقایسه شد که بر اساس ان غلظت فلزات روی و منگنز در کبد، آبشش و عضله اختلاف معنی داری نداشت ($P\geq ۰/۰۵$). اما مس در کبد و عضله اختلاف معنی داری را نشان داد ($P<۰/۰۵$). همچنین در آبشش اختلاف

معنی داری مشاهده نشد ($P\geq ۰/۰۵$). آهن در آبشش و کبد اختلاف معنی داری نداشت ($P\geq ۰/۰۵$). اما بررسی این فلز در عضله ماهیان دو رودخانه مذکور اختلاف معنی داری را نشان داد ($P<۰/۰۵$).

در جدول(۱) میانگین و انحراف معیار زیست سنجی ماهیان بیاه مورد مطالعه کارون و بهمنشیر آمده است. به طور کلی طول استاندارد، طول کل و وزن ماهیان مورد مطالعه در رودخانه بهمنشیر بالاتر از رودخانه کارون بود (جدول ۱).

همچنین با توجه به جدول(۲) بالاترین و پایین ترین میزان غلظت منگنز، مس، روی و آهن به ترتیب آبشش نمونه ماهی کارون (۰/۷۰۶±۰/۰۱۳)، عضله نمونه ماهی کارون (۰/۶۴۶±۰/۰۱۲)، آبشش نمونه ماهی کارون (۰/۴۲۸±۰/۰۲۰)، عضله نمونه ماهی بهمنشیر (۰/۲۸۹±۰/۰۳۳)، آبشش ماهی کارون (۱۱/۷۴±۰/۴۰)، عضله ماهی بهمنشیر (۹/۷۴±۰/۲۶)، آبشش ماهی نمونه کارون (۱۴/۰۴±۰/۰۸) و عضله نمونه ماهی بهمنشیر (۱۱/۸۱±۰/۳۴) میلی گرم در کیلوگرم به دست آمد.

جدول ۱-نتایج زیست سنجی ماهی بیاه گونه *Liza abu* رودخانه های کارون و بهمنشیر (میانگین±SD)،۱۳۸۸

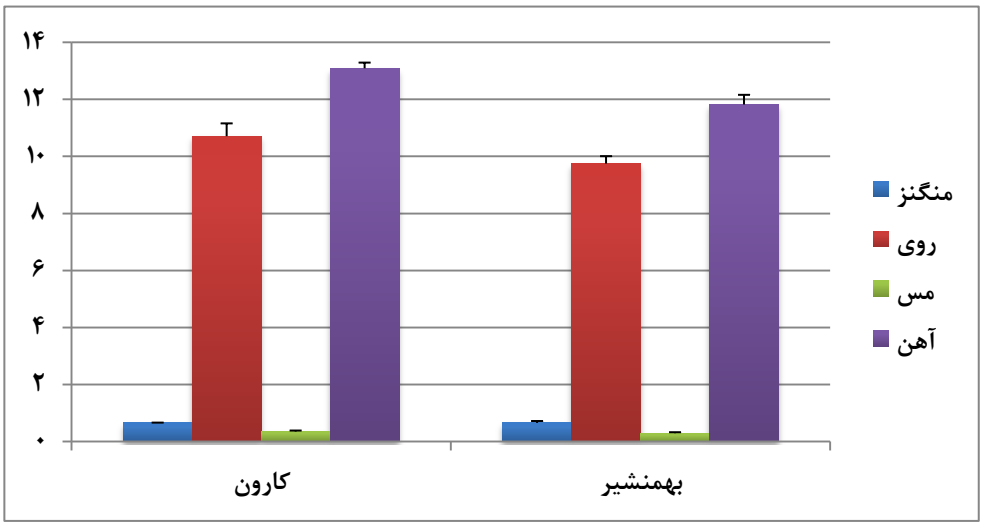
محل صید	طول کل (cm)	طول استاندارد (cm)	وزن (g)
رودخانه کارون	۱۶/۳۳±۱/۱۷	۱۴/۰۵±۱/۲۶	۴۷/۷۷±۱۲/۰۱
رودخانه بهمنشیر	۱۹/۷۷±۰/۸۷	۱۶/۴۴±۰/۸۸	۱۰۴±۹/۹۴

جدول ۲- میزان تجمع فلزات سنگین در اندام های ماهی بیاه گونه *Liza abu* در رود خانه کارون و بهمنشیر (میانگین±SD) بر حسب ppm،۱۳۸۸

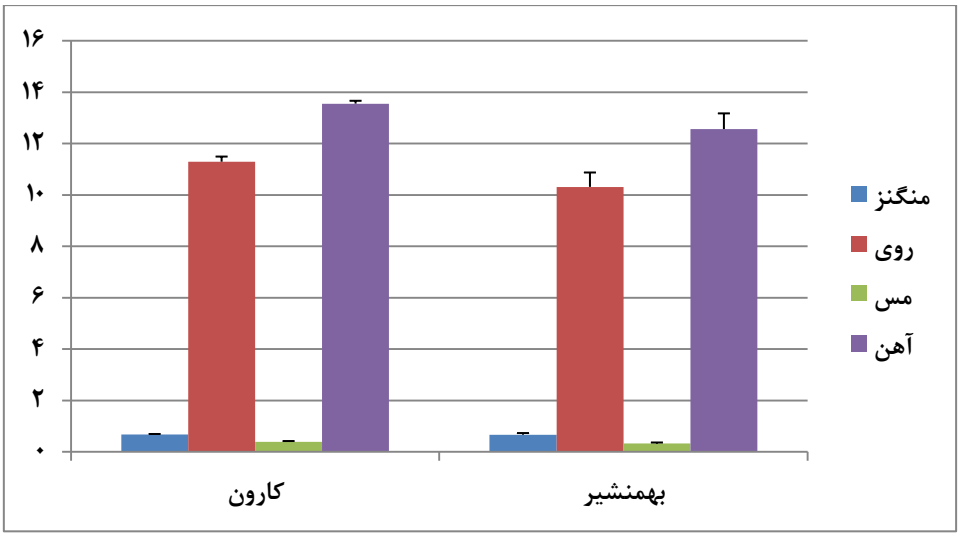
		فلزات			
محل صید	**اندام ها**	**منگنز**	**مس**	**روی**	**آهن**
کارون	**کبد**	۰/۶۷۷±۰/۰۱۷	۰/۳۹۴±۰/۰۲۶	۱۱/۲۹±۰/۲۰	۱۳/۵۵±۰/۱۱
	عضله	۰/۶۴۶±۰/۰۱۲	۰/۳۵۵±۰/۰۲۶	۱۰/۷۰±۰/۴۵	۱۳/۰۸±۰/۲۰
	آبشش	۰/۷۰۶±۰/۰۱۳	۰/۴۲۸±۰/۰۲۰	۱۱/۷۴±۰/۴۰	۱۴/۰۴±۰/۰۸
	کبد	۰/۶۶۷±۰/۰۶۴	۰/۳۲۸±۰/۰۳۵	۱۰/۳۱±۰/۵۶	۱۲/۵۶±۰/۶۱

بهمنشیر	عضله	۰/۶۴۷±۰/۰۶۷	۰/۲۸۹±۰/۰۳۳	۹/۷۴±۰/۲۶	۱۱/۸۱±۰/۳۴
	آبشش	۰/۶۹۶±۰/۰۶۴	۰/۳۶۹±۰/۰۳۹	۱۰/۶۲±۰/۶۶	۱۳/۰۷±۰/۸۷

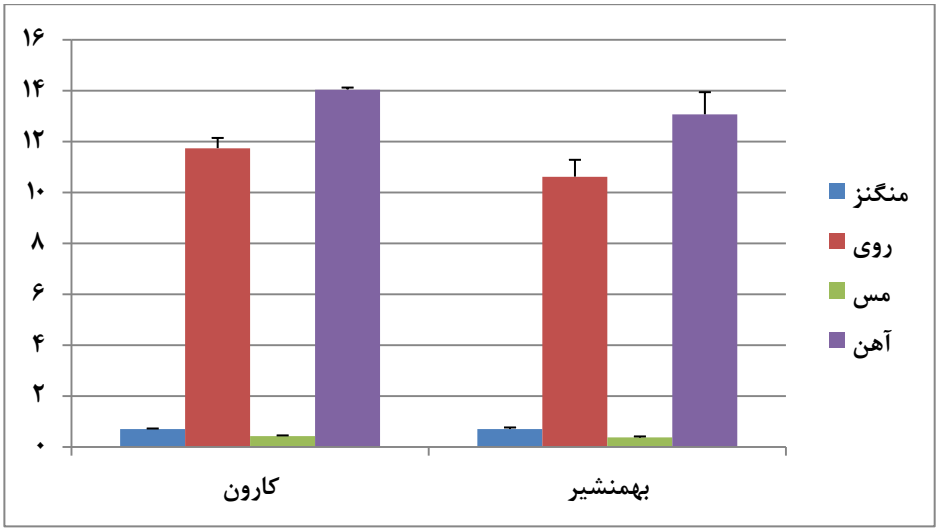
در این تحقیق مشاهده شد که در عضله، کبد و آبشش ماهی بیاه رودخانه های مورد مطالعه میزان آهن و روی بالاتر از مس و منگنز بود. همچنین مقایسه فلزات منگنز، مس، روی و آهن در بافت های مورد مطالعه ماهی بیاه نشان داد که بالاترین میزان تجمع چهار فلز مورد نظر در آبشش ماهی بیاه در رودخانه کارون بود (شکل ها ی ۱،۲و۳).



شکل۱.نمودار مقایسه غلظت فلزات سنگین در بافت عضله ماهی بیاه گونه *Liza abu* (میلی گرم در لیتر)،۱۳۸۸



شکل۲-نمودار مقایسه غلظت فلزات سنگین در بافت کبد ماهی بیاه گونه *Liza abu* (میلی گرم در لیتر)،۱۳۸۸



شکل۳-نمودار مقایسه غلظت فلزات سنگین در بافت آبشش ماهی بیاه گونه *Liza abu* (ppm)،۱۳۸۸

بحث و نتیجه گیری

بر اساس نتایج به دست آمده غلظت فلزات مس، روی و منگنز در آبشش از عضله و کبد ماهی بیاه در رودخانه های کارون و بهمنشیر بالاتر بود. همچنین در این بررسی مشاهده شد که میزان عناصر مورد مطالعه در بافت کبد ماهی بیاه دو رودخانه بالاتر از عضله بود. در بررسی رضایی و همکاران در سال ۱۳۸۴ در بافت های خوراکی و غیر خوراکی ماهی کفال پشت سبز (*Liza dussumieri*) میزان عناصر آهن، مس، روی، منیزیم، منگنز در بافت های غیر خوراکی بالاتر از بافت عضله بود. در مطالعه دیگر غلظت فلزات روی، مس و آهن در ماهی *Sciaena umbra* در کبد بالاتر از عضله به دست آمد (Turkmen *et al.*,2008). در مطالعه شریف فاضلی و همکاران میزان روی در تخمدان، کبد، کلیه و آبشش بالاتر از عضله به دست آمد (شریف فاضلی و همکاران، ۱۳۸۴). غلظت مس، روی و آهن در کبد و آبشش ماهی *Mugil cephalus* بیشتر از عضله به دست آمد (Canli and Atli,2003). بر اساس یافته های Agah و همکاران (۲۰۰۸) بر روی ۵ گونه از ماهیان خلیج فارس مشخص شد که تجمع زیستی فلزات سنگین در کبد بیشتر از عضله می باشد (Agah *et al.*,2008). McCoy و همکاران 1995 میزان عنصر روی امعا و احشا را چندین برابر عضله گزارش نمودند. همچنین تحقیقات انجام شده در نقاط مختلف جهان بیشترین میزان تجمع روی را در کبد تایید نموده اند (Dixson *et al.*,1996 ; Laimanso *et al.*,1999 ; Glushankova and Pashkova,1992). Sing و Ferns (1978)تجمع منگنز را در عضله ماهی را بسیار ناچیز می دانند که نتایج این بررسی ها با نتایج به دست آمده در این تحقیق هماهنگی کامل دارد.

بر اساس نتایج به دست آمده غلظت فلزات مس، روی و منگنز در کبد، آبشش و عضله ماهی بیاح در رودخانه دز یا کارون و بهمنشیر اختلاف معنی داری نداشت (P≥۰/۰۵). آهن در آبشش و کبد اختلاف معنی داری نداشت (۰/۰۵ ≥P). اما در عضله اختلاف معنی داری داشت (P<۰/۰۵). نتایج غلظت فلزات سنگین در ۳ گونه *Anguila anguila* ، *Liza auratus* و *Solea vulgaris* در ناحیه شمالی خلیج آکوبا در دریای سرخ در ۱۱ گونه ماهی نشان داد که مقادیر آنها در عضله و کبد این ماهیان اختلاف معنی داری نداشت (Abu Hilal and Ismail,2008) که با این تحقیق هماهنگی دارد اما در بررسی فلزات سنگین در ماهیان دریاچه Chini در کشور مالزی غلظت مس و روی در گونه های ماهیان مورد مطالعه اختلاف معنی داری داشت (P<۰/۰۵). (Ahmad and Shuhaimi-Othman,2010). همچنین بر اساس بررسی صادقی راد و همکاران در سال ۱۳۸۴، میانگین روی در عضله و خاویار ماهی ازون برون و تاس ماهی ایرانی اختلاف معنی داری وجود داشت (P< ۰/۰۵). در بررسی میزان عناصر سنگین در گونه های *Trachurus mediterraneus* و *Mugil cephalus* توسط Yilmaz (2003)، میزان روی در عضله ماهی *Mugil cephalus* برابر ۱۴/۷۸±۳۸/۲۳ میلی گرم در کیلوگرم و در گناد این ماهی ۵۶ میلی گرم در کیلوگرم به دست آمد که بین عضله و گناد اختلاف معنی داری وجود داشت ، که نتایج بررسی های اخیر با نتایج این تحقیق متفاوت بود.

در مطالعه ای میزان روی و مس در ۱۵ گونه از ماهیان دریاچه Chini در مالزی به ترتیب $mgKg^{-1}$ ۰/۰۵۱±۴/۴۶ و ۰/۰۲۳±۰/۴۶ بود (Ahmad and Shuhaimi-Othman,2010). غلظت مس و روی در ماهی *Tilapia nilotica* در دریاچه ناصر در مصر به ترتیب ppm ۰/۲۶ و ۰/۶۳ (Rashed,2001)، در ماهی *Mugil cephalus* شمال غربی دریای مدیترانه به ترتیب ppm ۱/۶۷±۴/۴۱ و ۶/۸۸±۳۷/۳۹ (Canli and Atli,2002) و در ماهی *Liza abu* در دریاچه اتاتورک درترکیه به ترتیب ppm ۰/۷۰±۱/۳۶ و ۵/۱۰±۷/۷۴ به دست آمد (Karadede *et al.*,2003). در مطالعه انجام شده توسط Al-Yousuf و همکاران (2000) غلظت فلزات روی، مس و منگنز در عضله گونه ای ماهی از خانواده ماهیان پهلو نقره ای (Lethrinidae) در منطقه خلیج فارس مشخص گردید که ماهیان ماده جاذب غلظت های بیشتری از عناصر مورد مطالعه می باشند. میزان عناصر آهن، روی، مس و منگنز در ماهی *Mugil cephalus* در رودخانه Abaدر نیجریه به ترتیب مقادیر ۰/۰۲±۰/۰۳، ۰/۸±۱/۵، ۰/۶۱±۰/۱۴ و ۰/۰۱±۰/۰۴ میکروگرم بر گرم به دست آمد (Ubalua *et al.*,2007). همچنین میزان روی در عضله ماهی آب شیرین قطب شمال ۱۷/۷۸-۱۶/۹۸ میلی گرم بر کیلوگرم (Dixson *et al.*, 1996) و در ماهیان رودخانه پاملیکو

۹/۱۴-۲۳/۲ میلی گرم بر کیلوگرم به دست آمد (Wicker and Gantt,1994). میزان فلز روی و مس در عضله کفال طلایی دریای خزر ppm ۱۴/۳۳۹و ۰/۹۹۶ به دست آمد (امینی رنجبر و ستوده نیا، ۱۳۸۴). دادالهی و همکاران در سال ۱۳۸۷ میزان فلز مس را در بافت عضله و آبشش ماهی شیربت رودخانه اروند رود به ترتیب ۲/۸۹±۰/۹۸ و ۶/۹۷±۳/۹۷ میکروگرم بر گرم به دست آوردند (دادالهی و همکاران، ۱۳۸۷). در مطالعه ای میزان آهن و روی در گربه ماهی به ترتیب ۸/۴۰ و ۱/۹۵ میکروگرم بر گرم به دست آمد (Olowu *et al*.,2010).

فهرست منابع

امینی رنجبر، غ.ر و ستوده نیا، ف. ۱۳۸۴. تجمع فلزات سنگین در بافت عضله ماهی کفال طلایی (*Mugil auratus*) دریای خزر در ارتباط با برخی مشخصات بیومتریک (طول استاندارد، وزن، سن و جنسیت). مجله علمی شیلات ایران، ۱۴(۳): ۱۸ـ ۱.

دادالهی سهراب، ع؛ نبوی، سید م ب و خیرور، ن. ۱۳۸۷. ارتباط برخی مشخصات زیست سنجی با تجمع فلزات سنگین در بافت عضله و آبشش ماهی شیربت (*Barbus grypus*) در رودخانه اروند رود. مجله علمی شیلات ایران، ۱۷(۴): ۳۴ـ ۲۷.

رضایی، م؛ ناصری، م؛ عابدی، ع و افشار نادری، ا. ۱۳۸۴. سنجش مقادیر برخی عناصر سنگین (آهن، مس، روی، منیزیم، منگنز، جیوه، سرب و کادمیوم) در بافت های خوراکی و غیر خوراکی ماهی کفال پشت سبز (*Liza dussumieri*) سواحل بوشهر. مجله علوم دریایی ایران، ۴(۳و۴): ۶۷ ـ ۵۹.

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

شریف فاضلی، م؛ ابطحی، ب و صباغ کاشانی، آ. ۱۳۸۴. سنجش تجمع فلزات سنگین سرب، نیکل و روی در بافت های ماهی کفال طلایی سواحل جنوبی دریای خزر. مجله علمی شیلات ایران، ۱۴(۱): ۷۸ـ ۶۵.

Abu Hilal, A.H., & Ismail, N.S. 2008. Heavy metals in eleven common species of fish from the Gulf of Aqaba, Red Sea. Jordan Journal of Biological Sciences, 1: 13-18.

Agah, H., *et al*, 2007. Total Mercury and Mrtthyl Mercury concentrations in fish from the Persian Gulf and the Caspian Sea, J. of Water Air Soil Pollut, 181: 95-105.

Agah. H., Leermakers. M., Elskens. M., Fatemi. S.M.R. & Baeyens. W. 2008. Accumulation of trace metals in the muscle and liver tissues of five species from the Persian Gulf. Environ Monit Assess, 157: 499-514.

Ahmad, A.K., & Shuhaimi-Othman, M. 2010. Heavy metal concentration in sediments and fishes from Lake Chini, Pahang, Malaysia. Journal of Biological Sciences, 10 (2): 93-100.

Al-Yousuf, M. H., El-Shahawi, M.S., & Al-Ghais, S.M. 2000. Trace metals in liver, skin and muscle of *Lethrinus lentjan* fish species in relation to body length and sex. Sci. Total Environ. 256: 87-94.

Anderson, D.M., & Morel, F.M. 1978. Copper sensitivity of *Gonyaulax tamarensis*. Limnol. Oceanogr, 23: 283-295.

Burger, J., Gaines, K.F., Shne Boring, C., Stephenes, W.L., Snodgrass, J., Dixon, C., McMahon, M., Shukla, S., Shukla, J., & Gochfeld, M. 2002. Metal levels in fish from the Savannah River: Potential hazards to fish and other receptors. Environmental Research, 89: 85-97.

Canli, M., & Atli, G. 2003. The relationship between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species. Journal of Environmental Pollution, 121: 129-136.

Celik, U.,& Oehlenschlager, J. 2005. Zinc and copper content in marine fish samples collected from the eastern Mediterranean Sea, Eur. Food Res. Technol., 220: 37- 41.

Demirezen, D., & Uruc, K. 2006. Comparative study trace elements in certain fish meat and meat products. Journal Meat Science, 74: 255-260.

Dixon, H., Gil, A., Gubala, C., Lasorsa, B., Crecelius, E., & Curtis, L.R., 1996. Heavy metal accumulation in sediment and freshwater fish in U.S. Arctic Lakes. Environmental Toxicology and Chemistry, 16, No. 4, 733 P.

Dogan, M., & Yilmaz, A.B. 2007. Heavy metals in water and in tissues of Himri(*Carasobarbus luteus*) from Orontes (Asi) River Turkey. Environ. Monit. Assess., 53: 161-163.

Eboh. L.; Mepba. H.D., & Ekpo. M.B. 2005. Heavy metal contaminats and processing effects on the composition, storage stability and fatty acid profiles. Sci. Technol., 41:712-716.

Fernandez, N., & Berias, R. 2001. Combined toxicity of dissolved mercury with Copper, Lead and Cadmium on embryogenesis and early larval growth of the *Paracentrotus lividus* Sea-Urchin. Journal of Ecotoxicology, 10: 263–271.

Fidan, A.F., Cigerci, I.H., Konuk, M., Kucukkurt, I., Aslan, R., & Dundar, Y. 2007. Determination of some heavy metal levels and oxidative status in *Carassius carassius* from Eber Lake. Environ. Monit. Assess., 69: 1951-1958.

Filazi, A., Baskaya, R., & Kum, C. 2003. Metal concentration in tissues of the Black Sea fish *Mugil auratus* from Sinop-Icliman, Turkey. Human & Experimental Toxicology. www. Hetjournal.com., 22: 85-87.

Ghaedi. M. 2006. Pyrimidine-2-thiol as selective and sensitive ligand for preconcentration and determination of Pb^{2+}. Chemia Analityczna, 51: 593–602.

Ghaedi. M., Ahmadi. F.,& Soylak. M. 2007. Simultaneous preconcentration of Copper, Nickel, Cobalt and Lead ionsprior to their flame atomic absorption spectrometric determination. Annali Di Chimica, 97: 277–285.

Ghaedi. M., Shokrollahi. A., Kianfar. A.H., Mirsadeghi. A.S., Pourfarokhi. A., & Soylak. M. 2008. The determination of some heavy metals in food samples by flame atomic absorption spectrometry after their separation–preconcentration on bis salicyl aldehyde, 1,3 propan diimine (BSPDI) loaded on activated carbon. Journal of Hazardous Material, 154:128–134.

Ghaedi. M., Shokrollahi. A., Kianfar. A.H.,Pourfarokhi. A., Khanjari. N., Mirsadeghi. A.S., & Soylak. M. 2009. Preconcentration and separation of trace amount of heavy metal ions on bis (2-hydroxy acetophenone) ethylendiimine loaded on activated carbon. Journal of Hazardous Materials, 162: 1408–1414.

Glushankova, M.A., & Pashkova, I.M. 1992. Heavy metal in the tissue of fish from the Pskovsko chudskoe and Vyrts yoru lakes. Tsitologiya., 34, No. 3, 46 P.

Institute of Medicine. 2003. Dietary Reference Intakes: Applications in Dietary Planning. Subcommittee on Interpretation and Uses of Dietary Reference Intakes and the standing Committee on the Scientific Evalution of Dietary Reference Intakes. Institute of Medicine of the National Academies, Press, Washington, DC, p. 248.

Jordao C.P., Pereira M.G., Bellato C.R., Pereira J.L., & Matos A.T. 2002. Assessment of water systems for contaminants from domestic and industrial sewages. Environ Monit Assess, 79(1): 75–100.

Kalay. G., & Bevis. M. J. 1997. Structure and physical property relationships in processed polybutene. Journal Polym Sci, Polym Phys Ed, 35: 415P.

Karadede, H., Oymak, S.A., & Unlu, E. 2003. Heavy metals in mullet, *Liza abu*, and catfish, *Silurus triostegus*, from the Ataturk Dam Lake (Euphrates), Turkey. Environ. International,

Laimanso, R., Cheung, Y., & Chan, K.M. 1999. Metal concentration in the tissues of Rabbitfish (*Siganus oramin*) collected from Tolo Harbour in Hong kong. J. Marine Pollution Bulletin, 39: 123-134.

Laboy-Nieves, E.N., & Conde, J.E. 2001. Metal levels in eviscerated tissue of shallow-water deposit-feeding holothurians.Journal of Hydrobiologia, 459: 19-26.

Marijic, V.F., & Raspor, B. 2007. Metal exposure assessment in native fish, *Mullus barbatus* from the Eastern Adriatic Sea. J. Toxicology Letters, 168(3): 292-301.

McCoy, C.P., Ohara, T.M., Benett, L.W., & Boyle C.R. 1995. Liver and kidney concentrations of Zinc, Copper and Cadmium in Channel cat fish(*Ictalurus punctatus*): Variations due to size, season and health status. J. Vet Human Toxical, 37: 11-15.

MOOPAM, 1999. Manual of oceanographic observations and pollutant analysis methods. ROPME. Kuwait, Vol.1: 20.

Olowu, R.A., Ayejuyo, O.O., Adewuyi, G.U., Adejoro, I.A., Denloye, A.A.B., Babatunde, A.O., & Ogundajo, A.L. 2010. Determination of heavy metals in fish tissues, water and sediment from Epe and Badagry Lagoons, Lagos, Nigeria. Journal of Chemistry, 7 (1): 215-221.

Okoye, B.C.O. 1991. Heavy metals and organisms in the Lagos Lagoon. International Journal of Environmental Studies, 37: 285-292.

Pourang, N., Nikouyan, A., & Dennis, J.H. 2005. Trace Element concentrations in fish, surficial sediments and water from northern part of the Persian Gulf. Journal of Environmental Monitoring and Assessment, 109: 293-316.

Rashed, M.N. 2001. Monitoring of environmental heavy metals in fish from Nassar Lake. Environm International., 27: 27-33.

Rico, L.G., & *et al*. 2007. Content and daily untake of Copper, Zinc, Lead, Cadmium and Mercury from dietary supplements in Mexico. Journal of Food and Chemical Toxicology. 45: 1599-1605.

Romeo, M., Siaub Y., Sidoumou Z., & Gnassia- Barelli, M. 1999. Heavy metal distribution in different fish species from the Mauritania coast. Sci Total Environ., 232:75–169.

Sankar, T.V., Zynudheen, A.A., Anandan, R., & Nair, P.G.C. 2006. Distribution of organochlorine pesticides and heavy metal residues in fish and shellfish from Calicut region, Kerala, India. Chemosphere, 65: 583-590.

Sing S.M., & Ferns P.N. 1978. Accumulation of heavy metals in rainbow trout Salmo gairdneri (R.) maintained on a diet containing activated sewage sludge. Journal Fish Biology, 13: 277– 86.

Turkmen, M., & Ciminli, C. 2007. Determination of metals in fish and mussel species by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry, Food Chemistry, 103: 670-675.

Turkmen, M., Turkmen, A., Tepe, Y., Ates, A., & Gokkus, K. 2008. Determination of metal contaminations in sea foods from Marmara, Aegean and Mediterranean seas: Twelve fish species, Food Chemistry, 108: 794-800.

Tuzen, M.,N .& Soylak, M. 2006. Determination of trace metals in canned fish marketed in Turkey. Food Chemistry, 101: 1378-1383.

Ubalua, A.O.; Chijioke, U.C.; & Ezeronye, O.U. 2007. Determination and Assessment Heavy Metal Content in fish and shellfish in Aba River, Abia State, Nigeria. KMITL Sci. Tech. J., 7(1): 16-23.

USEPA (United States Environmental Protection Agency). 1997. Mercury Study Report to Congress, Office of Air Quality Planning and Standards and Office of Research and Development, Washington, DC.

Van-Duijn, J.R.C. 2000. Diseases of fishes. Narendra Publishing House. Dehli, India.

Wagemann, R., & Muir, D.C.G. 1984. Concentration of heavy metals and organochlorine in marine mammals of northern waters overview and evaluation. Can. Tech. Rep. Fish. Aq. Sci. No 1279.

Wicker, A.M., & Gantt, L.K. 1994. Contaminant assessment of fish Rangia clams and sediments in the lower Pamlico River.

WHO. 1995. Health risks from marine pollution in the Mediterranean. Part 1 Implications for Policy Makers. 255 P.

Yilmaz. L. 2003. Chemical composition, biological properties and health effects of propolis. 28–30.