Archive of SID

سنجش تجمع فلزات سنگین سرب، نیکل و روی در بافتهای ماهی کفال (*Liza aurata*) سواحل جنوبی دریای خزر

محمد شریف فاضلی، بهروز ابطحی و آذر صباغ کاشانی

abtahibm@modares.ac.ir

دانشکده منابع طبیعی وعلوم دریایی،دانشگاه تربیت مدرس، نور صندوق پستی: ۳۵۶-٤٦٤١٤

تاریخ ورود: فروردین ۱۳۸۲ تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۸۳

چکیده

میزان عناصر سرب، نیکل و روی در بافت های کبد، آبشش، کلیه، تخمدان و عضله ماهی کفال ***Liza aurata*** صید شده در زمستان ۱۳۷۹، در سواحل جنوبی دریای خزر (۷ ایستگاه از سواحل استانهای گیلان، مازندران وگلستان) با استفاده از دستگاه جذب اتمی (فیلیپس مدل ۹٤۰۰ PU) مورد بررسی و سنجش قرار گرفت. نتایج حاصله بیانگر آنست که بیشترین میزان سرب در کبد و پس از آن در آبشش، کلیه و تخمدان (بترتیب ۱۷/۵۱، ۱۳/۹۵، ۵/۰۳ و ٤/۹۱ میلی گرم در کیلوگرم) و کمترین آن در عضله (۳/۰۱) یافت می‌شود. بیشترین میزان نیکل و روی در تخمدان و سپس درکبد، آبشش و کلیه (بترتیب ٦/۲۳، ٦/۱٤، ۵/۷۱ و ۲/۹۸ برای نیکل و ٦٤۷/۲۸، ۱۵۹/۸۵، ۷۵/۷۱ و ٦۵/٤۲ میلی‌گرم در کیلوگرم برای روی) وحداقل میزان در عضله ماهی (۲/٤۹ میلی‌گرم در کیلوگرم نیکل و ۲۰/۱٤ میلی‌گرم در کیلوگرم روی) تجمع کرده است. همچنین مشخص گردید که بیشترین میزان عناصر سرب، نیکل و روی در ماهیان کفال بخش جنوب غربی، سپس در بخش میانی و کمترین مقدار در بخش شرقی سواحل جنوبی دریای خزر یافت می‌شود.

لغات کلیدی: ماهی کفال، *Liza aurata*، تجمع بافتی، عناصر سنگین، دریای خزر

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

توسعه صنایع و افزایش بی‌رویه جمعیت شهرها و روستاها و درپی آن توسعه مناطق کشاورزی و استفاده ازکودها و سموم دفع آفات موجب می‌گردد تا مقادیر زیادی فاضلابهای صنعتی و شهری و همچنین پسابهای کشاورزی که دارای ترکیبات شیمیایی مختلف خصوصا عناصر سنگین هستند وارد اکوسیستم‌های آبی شوند (Wicker & Gantt, 1994 ; Plaskett & Potter, 1979). سواحل جنوبی دریای خزر نیز از این قاعده مستثنی نمی‌باشند. این آلودگیها ازجملهٔ عناصر سنگین پس از ورود به اکوسیستم‌های آبی، در بافتها و اندامهای آبزیان تجمع یافته و نهایتا وارد زنجیره غذایی می‌شوند. میزان جذب و تجمع عناصر سنگین در آبزیان بویژه در ماهیان تابعی از شرایط اکولوژیک، فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک آب، نوع عنصر و آبزی و فیزیولوژی بدن جاندار می‌باشد (Plaskett & Potter, 1979 ; Jaffar *et al.*, 1998 ; Wicker & Gantt, 1994 ; Forstner & Wittman, 1979). در مناطق مختلف دریای خزر آلودگی نفتی به همراه سایر آلودگیهای شهری، کشاورزی و صنعتی سبب تخریب زیستگاههای طبیعی و محلهای تخمریزی ماهیان و در نتیجه کاهش جمعیت بسیاری از آنها شده و دریای خزر با منابع سرشار آن را در معرض خطر جدی قرار داده است.

در مطالعه تجمع فلزات سنگین در بافتهای ماهی و آبزیان تحقیقات متعددی در جهان و تعدادی در ایران انجام شده است. بعنوان نمونه بررسیهایی که از دهه هفتاد تاکنون در دریاچه روزولت آمریکا در خصوص میزان سرب در عضله و کبد ماهی صورت گرفته، میزان آن را در نوعی اردک ماهی به ترتیب ۰/۰۵ و ۰/۹ و در ماهی قزل آلا ۰/۰۵ و ۱/۰۴ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش نموده‌اند (Munn *et al.*, 1995)، همچنین در ماهی آب شیرین قطب شمال در کبد ۰/۰۶ تا ۰/۱۱۶ و در عضله ۰/۰۱ تا ۰/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم (Dixon *et al.*, 1996) در ماهی *Siganus oramin* از بنادر تولو و ویکتوریا در هنگ کنگ در کبد۰/۰۹ تا ۰/۲ و در عضله ۰/۰۰۹ تا ۰/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم (Laimanso *et al.*, 1999) و در چند گونه ماهی از رودخانه یاکی مای آمریکا حدودا ۰/۱۸ تا ۴ میلی‌گرم در کیلوگرم (Fuhrer *et al.*, 1996) گزارش شده است.

Hutchinson و همکاران (1975) میزان نیکل در عضله ۶ گونه ماهی در نزدیکی معادن نیکل در سواحل سودبرگ کانادا را بین ۹/۵ تا ۱۳/۸ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش نموده اند. Wright (1976) میزان نیکل را در آبهای سواحل انگلستان در عضله ۶ گونه ماهی بین ۰/۵ تا ۷/۲، در کبد بین ۱/۷ تا ۱۰/۸ و در کلیه بین ۲ تا ۶ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش نموده است. در تحقیق دیگری، میانگین میزان روی در عضله ماهیان black crappie, bluegill, yellow perch را در یکی از رودخانه‌های همجوار با قطب صنعتی در کشور آمریکا بترتیب ۱۰۶، ۲۰۸ و ۱۰۳ و همچنین ۱۰۰، ۱۰۹ و ۱۰۱ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش نموده اند (Vinikour *et al.*, 1988). اغلب تحقیقات انجام شده در دیگر نقاط جهان بیشترین میزان تجمع روی را در کبد می دانند (Glushankova & Pashkova, 1992 ; Dixson *et al.*, 1996 ; Laimanso *et al.*, 1999).

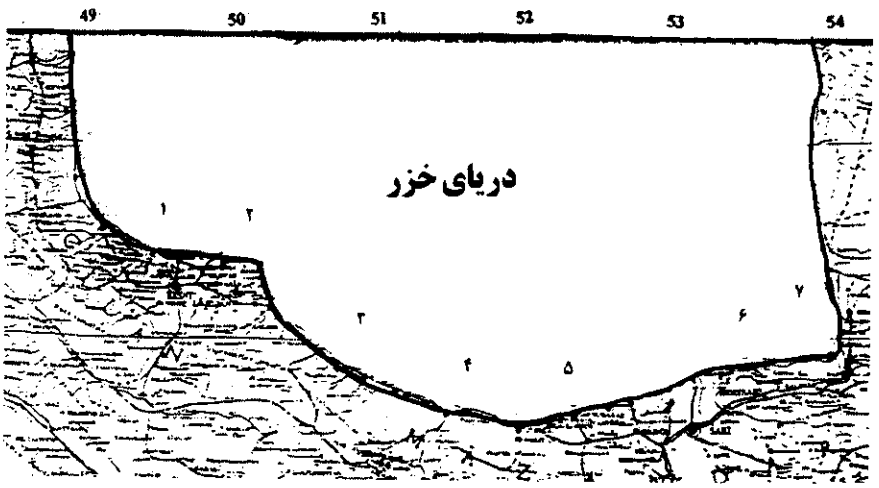
www.SID.ir

Archive of SID

با وجود منابع آلاینده مختلف در سواحل جنوبی دریای خزر و به طور کلی فعالیت‌های انسانی در ساحل و دریا، احتمال بالا بودن میزان عناصر سنگین در سواحل جنوبی دریای خزر و جذب و تجمع آنها در قسمت‌های مختلف بدن آبزیان، از جمله ماهیان تجاری مانند ماهی کفال وجود دارد. برای روشن شدن این مسئله و برای آگاهی از وضعیت سلامتی ماهی کفال برای مصرف‌کنندگان تحقیق حاضر انجام گردید.

مواد و روش کار

جهت نمونه برداری از ماهی کفال در سواحل جنوبی دریای خزر، کل منطقه ساحلی را به سه بخش غربی، میانی و شرقی، با توجه به مرزبندی استانی (استان گیلان، مازندران وگلستان) تقسیم و در بخش شرقی و غربی هر یک ۲ ایستگاه و در بخش میانی ۳ ایستگاه (در مجموع ۷ ایستگاه) تعیین شد (شکل ۱).



شکل ۱: موقعیت تقریبی ایستگاههای نمونه‌برداری در سواحل دریای خزر ۱) بندر انزلی ۲) بندر کیاشهر ۳) نوشهر ٤) رامسر ٥) محمودآباد ٦) بندر ترکمن و ۷) گمیشان

نمونه‌برداری از ماهی کفال طی فصل صید (زمستان) ۱۳۷۹ با استفاده از تور صید پره از ۷ ایستگاه مختلف در سواحل جنوبی دریای خزر صورت گرفت. از هر ایستگاه ۱۵ عدد ماهی صید و به سه گروه ۵ تایی کوچک، متوسط، بزرگ تقسیم‌بندی گردیدند. کلیه نمونه‌ها با آب شهر و آب مقطر شستشو و پس از بیومتری (اندازه‌گیری طول و وزن)، جداسازی بافت‌ها از نمونه‌های هر گروه انجام شد و هریک از بافتها شامل: کبد، کلیه، آبشش، تخمدان و عضله در آون با دمای ۶۰ درجه سانتیگراد برای مدت ۴۸ ساعت خشک شدند. برای هضم شیمیایی نمونه‌ها، یک گرم از نمونه‌های خشک و هموژنیزه شده کبد،

www.SID.ir

Archive of SID

کلیه، آبشش، تخمدان و عضله بطور جداگانه توزین و به هر یک ۵ میلی‌لیتر اسید نیتریک اضافه گردید. سپس با استفاده از حمام آب گرم ۱۰۰ درجه سانتیگراد نمونه‌ها تا مرحله نزدیک به خشک شدن پیش رفته و بعد از سرد شدن، با اضافه نمودن ۵ میلی‌لیتر اسید پرکلریک غلیظ مورد هضم قرار گرفتند (Roger, 1994). سپس کلیه نمونه‌ها با آب مقطر به حجم ۲۰ میلی‌لیتر رسانیده و با عبور از کاغذ صافی واتمن ۴۲ در ظروف مخصوص جهت اندازه گیری با دستگاه جذب اتمی نگهداری شدند. جهت سنجش میزان عناصر سنگین در کلیه نمونه ها از دستگاه جذب اتمی فیلیپس مدل PU ۹۴۰۰ استفاده، (Mertz ,1987) و هر نمونه در سه تکرار آنالیز گردید. ضمنا برای هر گروه یک نمونه شاهد تهیه و همراه با دیگر نمونه‌ها آنالیز شد، که نتیجه سنجش آنها صفر بود. برای رفع آلودگی احتمالی کلیه ظروف قبل از استفاده بوسیله اسید کلریدریک رقیق، آب معمولی و آب مقطر شستشو و خشک شدند. کلیه مواد شیمیایی از نوع A.R (Analytical Reagent) بوده و برای کنترل کیفیت کار آزمایشگاهی و تأیید صحت کار دستگاه جذب اتمی از استانداردهای MESS-1 و BCSS-1 کانادا (N.R.C.C.S., 1981) استفاده شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزارSPSS انجام شد. نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون Kolmogorov-Smirnov و همگن بودن واریانس بوسیله آزمون Levne تأیید شد. برای مقایسه کلی داده‌ها از آنالیز واریانس یکطرفه و آزمون SNK استفاده شد.

نتایج

نتایج حاصل از اندازه گیری طول و وزن نمونه ها در جدول شماره ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱: میانگینهای طول و وزن نمونه‌های ماهی کفال در ایستگاههای نمونه‌برداری

محل ایستگاه	شماره ایستگاه	طول (سانتیمتر)	وزن (گرم)
سواحل استان گیلان	۱	۳۷	٤٨٥
	۲	۳٦	۳۹۰
سواحل استان مازندران	۳	۳٦	۳۸۰
	٤	۳۵	۲۸۰
	۵	۲۸	۲۲٦
سواحل استان گلستان	٦	۳٤	۳۵۰
	۷	۳۲	۲٦۰
حداقل		۲۸	۲۲٦
حداکثر		۳۷	٤٨٥
میانگین ± انحراف معیار		۳٤ ± ۳/۱۱	۳۳۹/۱٤±۸۹/٦۸

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج تجزیه نمونه‌ها و میانگین مقادیر عناصر سنگین (سرب، نیکل و روی) در کبد، آبشش، کلیه، تخمدان و عضله این گونه در سواحل جنوبی دریای خزر بترتیب درجداول ۲، ۳ و ۴ نشان داده شده است.

جدول۲: میانگین (± انحراف معیار) مقدار سرب در وزن خشک بافتهای ماهی کفال سواحل جنوبی دریای خزر

محل ایستگاه	شماره ایستگاه	سرب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)				
		کبد	آبشش	کلیه	تخمدان	عضله
سواحل استان گیلان	۱	۲۹/۳	۱۷/۸	۱۲/٤	۷/۳	۳/۹
	۲	۱۹/۸	۱۵/۹	۸/۱	٦	٤
سواحل استان مازندران	۳	۱۳/۵	۱۲	۲/٤	٤/۸	۲
	٤	۱٦/۵	۱٤	۲/۸	٤/۲	۲/۵
	۵	۱٦	۱۱/۷	۲/۵	۳	۲/۵
سواحل استان گلستان	٦	۱۲	۱۱/۱	٤/۵	٤/۲	۳/۲
	۷	۱۵/٦	۱۵/۲	۲/۵	٤/۹	۳
حداقل		۱۲	۱۱/۱	۲/٤	۳	۲
حداکثر		۲۹/۳	۱۷/۸	۱۲/٤	۷/۳	٤
میانگین ± انحراف معیار		۱۷/۵۱±۵/۷۵	۱۳/۹۵±۲/٤۹	۵/۰۳±۳/۸٤	٤/۹۱±۱/۳۹	۳/۰۱±۰/۷۵

جدول ۳: میانگین (± انحراف معیار) مقدار نیکل در وزن خشک بافتهای ماهی کفال سواحل جنوبی دریای خزر

محل ایستگاه	شماره ایستگاه	نیکل (میلی‌گرم بر کیلوگرم)				
		کبد	آبشش	کلیه	تخمدان	عضله
سواحل استان گیلان	۱	۸	۷	۵	۷/۸	۳/۹
	۲	۷	۷	٤/۵	۱۰	٤
سواحل استان مازندران	۳	٦	٦	۲	٦	۲
	٤	٦/۵	٦	۳	٦	۲
	۵	۵/۵	۵	۲/٤	٤/۸	۱/۵
سواحل استان گلستان	٦	٦	۵	۲	۵	۲
	۷	٤	٤	۲	٤	۲
حداقل		٤	٤	۲	٤	۱/۵
حداکثر		۸	۷	۵	۱۰	٤
میانگین ± انحراف معیار		٦/۱٤±۱/۲۵	۵/۷۱±۱/۱۱	۲/۹۸±۱/۲۷	٦/۲۳±۲/۰۵	۲/٤۹± ۱/۰۲

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤: میانگین (± انحراف معیار) مقدار روی در وزن خشک بافتهای ماهی کفال سواحل جنوبی دریای خزر

محل ایستگاه	شماره ایستگاه	روی (میلی‌گرم بر کیلوگرم)				
		کبد	آبشش	کلیه	تخمدان	عضله
سواحل استان گیلان	١	١٧٠	٧٥	٧٨	٦٣٢	
	٢	١٨٦	٨٥	٨٠	٥٦٥	٢١
سواحل استان مازندران	٣	١٥٨	٧١	٥٦	٤٧٢	١٦
	٤	١٦٦	٧٤	٧٢	٥٢٠	١٩
	٥	١٤٠	٦٠	٥٨	٥٨٠	٢٠
سواحل استان گلستان	٦	١٦٤	٨٤	٥٧	٨١٧	٢٣
	٧	١٣٥	٨١	٥٧	٩٤٥	٢١
حداقل		١٣٥	٦٠	٥٦	٤٧٢	
حداکثر		١٨٦	٨٥	٨٠	٩٤٥	٢٣
میانگین± انحراف معیار		١٥٩/٨٥±١٧/٥٩	٧٥/٧١±٨/٧١	٦٥/٤٢±١٠/٧٩	٦٤٧/٢٨±١٧١/٢١	٢٠/١٤±٢/١٩

نتایج حاصله طبق آزمون SNK با اطمینان ۹۵ درصد بیانگر بیشترین میزان جذب و تجمع سرب و نیکل در قسمتهای مختلف ماهیان کفال سواحل جنوب غربی دریای خزر (سواحل استان گیلان) با میانگین کلی بترتیب ۱۲/۴ و۶/۴ میلی‌گرم در کیلوگرم بدست آمد. از طرفی ماهیان کفال در این استان بیشترین میزان روی در کلیه و کبد نسبت به دیگر ایستگاهها را دارا بودند، در حالی که بیشترین میزان روی در آبشش، تخمدان و عضله ماهیان کفال سواحل استان گلستان وجود دارد. لذا، حداکثر میزان روی در ماهیان سواحل استان گلستان (۲۳۸/۴ میلی‌گرم در کیلوگرم) و حداقل میزان آن در ماهیان کفال سواحل استان مازندران (۱۶۵/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) دیده می‌شود. همچنین حداقل میزان جذب و تجمع عناصر سرب، نیکل و روی در عضله ماهیان کفال سواحل جنوبی دریای خزر مشاهده گردید. روند جذب و تجمع عناصر سنگین در قسمتهای مختلف ماهیان کفال سواحل جنوبی دریای خزر به گونه‌ای است که بیشترین میزان سرب در کبد و سپس در آبشش، کلیه، تخمدان و عضله بترتیب ۱۷/۵۱، ۱۳/۹۵، ۵/۴، ۴/۹۱ و ۳/۰۱ میلی‌گرم در کیلوگرم می‌باشد، در مورد نیکل و روی، بیشترین میزان در تخمدان و سپس در کبد، آبشش، کلیه و عضله آنها بترتیب برای نیکل ۶/۲۳، ۶/۱۴، ۵/۷۱، ۲/۹۸ و ۲/۴۹ میلی‌گرم در کیلوگرم و برای روی نیز بترتیب ۶۴۷/۲۸، ۱۵۹/۸۵، ۷۵/۷۱، ۶۵/۴۲ و ۲۱/۱۴ میلی‌گرم در کیلوگرم می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

بحث

نتایج حاصله مبین آنست که بیشترین میزان تجمع سرب و نیکل در ایستگاههای شماره ۱ و ۲، واقع در استان گیلان بوده که این امر می‌تواند به دلیل ورود مستقیم و غیرمستقیم پساب کارخانه‌ها، فاضلاب‌های شهری، پساب‌های کشاورزی، آلودگی‌های ناشی از حمل و نقل دریایی و فعالیت‌های بندری، در منطقه مورد مطالعه باشد. علاوه بر منابع آلاینده ذکر شده در سواحل جنوب غربی خزر، آلاینده‌های آلی و معدنی دیگری نیز از سواحل آذربایجان، بوسیله جریان‌های شمال غربی به جنوب غربی و جنوب دریای خزر، توانسته منطقه مورد مطالعه را آلوده نماید.

حداکثر میزان روی در ماهیان کفال بخش جنوب شرقی خزر یعنی سواحل استان گلستان، حد متوسط آن در سواحل استان گیلان و حداقل میزان آن در ماهیان کفال سواحل استان مازندران به چشم می‌خورد. از آنجا که عنصر روی نسبت به عناصر سرب و نیکل، در پوسته زمین بیشتر است و از حلالیت بالاتری برخوردار می‌باشد (Forstner & Wittman, 1979) و عموماً به صورت طبیعی از طریق فرسایش، گرد و غبار، سوخت جنگل‌ها و گیاهان و به صورت غیرطبیعی یا انسان ساخت، در صورت وجود منابع آلاینده‌ای چون معادن مربوطه و فعالیت‌های کشاورزی و استفاده از سموم شیمیایی، به میزان زیادی (۳۰۰۰ < میکروگرم در لیتر) وارد اکوسیستم‌های آبی می‌گردد، می‌تواند در روند صعودی جذب و تجمع زیستی و افزایش آن در بافتها و اندامهای آبزیان نیز موثر باشد (Moore & Ramamoorthy, 1984).

حداکثر میزان جذب و تجمع سرب و نیکل در ماهیان کفال سواحل جنوب غربی خزر (استان گیلان) در ماهیان کفال سواحل استان مازندران و گلستان به چشم می‌خورد. سرب عموما در تمامی اشکال، از جمله آرسنات سرب که در تولید سموم دفع آفات، تتراتیل سرب و تترا متیل سرب که به عنوان عامل بهسوزی بنزین مورد استفاده قرار می‌گیرند، سمی بوده و همراه با نیکل از طریق فاضلابهای صنعتی، کشاورزی و دیگر فعالیتهای انسانی در ساحل دریا، وارد اکوسیستم‌های آبی شده و از جمله آلاینده‌های خطرناک بحساب می‌آیند (Moore & Ramamoorthy, 1984).

میانگین میزان عناصر در بافتهای کبد، آبشش، کلیه، تخمدان و عضله ماهی کفال در سواحل جنوبی دریای خزر مبین حداکثر میزان جذب و تجمع سرب در کبد ماهی کفال (میانگین ۱۷/۵۱ میلی‌گرم در کیلوگرم) و نیکل و روی در تخمدان (بترتیب ۶/۲۳، ۶۴۷/۲۸ میلی‌گرم در کیلوگرم) حداقل میزان جذب و تجمع هر سه عنصر در عضله (بترتیب ۳/۰۱، ۲/۴۹ و۲۰/۱۴ میلی‌گرم در کیلوگرم) این ماهی بوده است.

روند تغییرات سرب با حداقل ۹۵ درصد اطمینان به صورت " کبد > آبشش> کلیه> تخمدان > عضله" (کبد ۱۷/۵۱، آبشش ۱۳/۹۵، کلیه ۵/۰۳، تخمدان ۴/۹۱ و عضله ۳/۰۱ میلی‌گرم در کیلوگرم) و روی ونیکل به صورت "تخمدان > کبد> آبشش> عضله" می باشد، که اختلاف مقادیر در عضله با سایر بافتها در سطح ۹۹ درصد معنی‌دار است. این نتیجه‌گیری یعنی حداقل میزان جذب و تجمع

www.SID.ir

Archive of SID

سرب، نیکل و روی در عضله آبزیان توسط دیگر محققان نیز نشان داده شده است (Van, ; Ray, 1978 Vinikour *et al.*, 1988; Jaffar *et al.*, 1998; Glushankova & Pashkova, 1992; den Broek, 1979 Wlicker & Gantt, 1994 ; Munn *et al.*, 1995 ; Fuhrer *et al.*, 1996 ; Atta *et al.*, 1997 ; Laimanso *et al.* 1999).

میزان سرب در کبد ماهی کفال در منطقه مورد مطالعه حدوداً ۶ برابر میزان آن در عضله بود که این روند در دیگر تحقیقات تا حدود ۴ برابر (Ray , 1978) وحتی تا ۱۱ برابر (Bollingberg & Johanson, 1979) نیزگزارش گردیده است. Ray (1978) میانگین میزان سرب در عضله، کبد و کلیه ماهی آزاد اطلس رودخانه میرامی‌چی کانادا را بترتیب ۵/۱،۶۷/۳۶ و ۶/۸۲ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش کرده است، که این مقادیر از نتایج حاصل از تحقیق فعلی در مورد عضله و کبد پایین‌تر بوده ولی در مورد کلیه میزان آن بیشتر از میزان بدست آمده در تحقیق فعلی می‌باشد. به دنبال آن تحقیقات دیگری در کشور پاکستان، میانگین سرب را در بافت عضله ۱۷ گونه ماهی در سواحل پنجاب بین ۰/۷۶۵ تا ۴۵/۳۱۶، نیکل را بین ۰/۶۲۸ تا۳۸/۸۰ و روی را بین۱/۸۷ تا ۵۰/۶۵ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش نموده است، که حداکثر میزان سرب آن در حدود یازده برابر و نیکل پانزده برابر میزان سرب و نیکل موجود در عضله ماهی کفال در سواحل جنوبی دریای خزر (تحقیق فعلی) بوده که در واقع بیانگر آلودگی نسبی سواحل پنجاب به عناصر مذکور است که حتی توسط محقق مورد نظر بوضوح به آن اشاره شده است (Jaffar *et al.*, 1998). برخی دیگر از بررسیهایی که از دهه هفتاد میلادی تاکنون در دریاچه روزولت آمریکا در خصوص میزان سرب در عضله و کبد ماهی صورت گرفته، میزان آن را در نوعی از اردک ماهی بترتیب ۰/۰۵ و ۰/۹ و در ماهی قزل آلا ۰/۰۵ و ۱/۰۴ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش نموده‌اند (Munn *et al.*, 1995)، همچنین در ماهی آب شیرین قطب شمال در کبد ۰/۰۶ تا ۰/۱۱۶ و در عضله ۰/۰۱ تا ۰/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم (Dixon *et al.*,1996) در ماهی *Siganus oramin* از بنادر تولو و ویکتوریا در هنگ کنگ در کبد ۰/۰۹ تا ۰/۲ و در عضله ۰/۰۰۹ تا ۰/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم (Laimanso *et al.*, 1999) و در چند گونه ماهی از رودخانه یاکی مای آمریکا حدودا ۰/۱۸ تا ۴ میلی‌گرم در کیلوگرم (Fuhrer *et al.*, 1996) گزارش شده است. بررسی و مقایسه تحقیقات صورت گرفته، بیانگر آن است که برخی از نتایج فوق‌الذکر بیشتر و اغلب آنها کمتر از نتایج بدست آمده از تحقیق فعلی (سرب در عضله و کبد ماهیان کفال سواحل جنوبی دریای خزر) بوده و بطورکلی افزایش میزان جذب و تجمع عنصر سرب در ماهی کفال سواحل جنوبی دریای خزر را نشان می دهد، از طرفی میانگین میزان سرب در ماهیان کفال سواحل جنوبی دریای خزر (تحقیق فعلی ۹ میلی‌گرم در کیلوگرم) کمتر از مقدار پیشنهاد شده است (Fuhrer *et al.*, 1996). در مورد میزان قابل تحمل سرب برای آبزیان ۳۱ میلی‌گرم در کیلوگرم می‌باشد، که بیانگر عدم آلودگی شدید این ماهی به عنصر سرب می‌باشد، بویژه که حداقل میزان جذب و تجمع آن در عضله ماهی کفال بوده

www.SID.ir

Archive of SID

(۳/۰۱ میلی‌گرم در کیلوگرم) که این میزان می‌تواند گویای اطمینان از سلامت نسبی این ماهی تجاری باشد.

Hutchinson و همکاران (1975) میزان نیکل در عضله ۶ گونه ماهی در نزدیکی معادن نیکل در سواحل سودبرگ کانادا را بین ۹/۵ تا ۱۳/۸ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش نموده اند. تحقیق دیگری (Wright, 1976) میزان نیکل را در آبهای سواحل انگلستان در عضله ۶ گونه ماهی (Cod, Dab Lumpsucker, Plaicd, Sprat ,Haddock) بین ۰/۵ تا ۷/۲، در کبد بین ۱/۷ تا ۱۰/۸ و در کلیه بین ۲ تا ۶ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش نموده است. مقادیر گزارش شده فوق بیش از میزان نیکل در عضله ماهی کفال در سواحل جنوبی دریای خزر (۲/۴۹ میلی‌گرم در کیلوگرم) بیانگر عدم آلودگی شدید ماهی کفال به عنصر نیکل می‌باشد. در تحقیق دیگری میزان نیکل در عضله ماهی آب شیرین قطب شمال در آلاسکا را ۰/۴ تا ۰/۷ و در ماهیان رودخانه پاملیکو در شمال کارولینا را ۰/۱ تا ۲ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش نموده‌اند، که اغلب آنها از نتایج حاصل از تحقیق فعلی کمترند (Dixon *et al.*, 1996). میزان نیکل و روی در تخمدان اندکی بیشتر از کبد و آبشش ماهی کفال می‌باشد. اغلب تحقیقات انجام شده در این راستا، این روند جذب و تجمع را تأیید می‌کنند (Hutchinson, 1975; Wright, 1976)

Brown و Chow (1977) میزان روی را درعضله ۱۵ نمونه ماهی همه چیزخوار که از منطقه آلوده به فاضلابهای صنعتی و کشاورزی صید شده بودند، بین ۱۶ تا ۸۲ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش کرده‌اند.

در تحقیق دیگری، میانگین میزان روی در عضله ماهیانblack crappie, bluegill, yellow perch را در یکی از رودخانه‌های همجوار با قطب صنعتی در کشور آمریکا بترتیب ۱۰۶، ۲۰۸، ۱۰۳ و همچنین ۱۰۰، ۱۰۹ و ۱۰۱ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش نموده‌اند (Vinikour *et al.*, 1988) که این میزان حدوداً ۵ برابر میزان روی در عضله ماهی کفال (۲۰/۱۴ میلی‌گرم در کیلوگرم) سواحل جنوبی دریای خزر (تحقیق فعلی) بوده و بیانگر عدم آلودگی شدید منطقه مذکور به عنصر روی و به تبع آن کمی تجمع این عنصر در عضله ماهی کفال می‌باشد. اما برخی از تحقیقاتی که از دهه هفتاد تاکنون در خصوص میزان روی در عضله ماهیان مختلف صورت گرفته، میزان آن را درعضله ۱۰ نمونه ماهی سواحل مدیترانه بین ۰/۵ تا ۳۳ (Roth & Hornung, 1977) ، در عضله ماهی آب شیرین قطب شمال بین ۱۶/۹۸ تا ۱۷/۷۸ (Dixon *et al.*, 1996)، در شگ ماهی دریای شمال حدود ۶/۶ (Vanderstappen *et al.*, 1978)، در ماهی منطقه بندر تولو و ویکتوریا در هنگ کنگ بین ۴/۶۳ تا ۶/۷۹ (Leimanso *et al.*, 1999) و در ماهیان رودخانه پاملیکو بین ۹/۱۴ تا ۲/ ۲۳ (Wicker & Gantt, 1994) میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش نموده‌اند، که اغلب این نتایج از نتایج حاصل از تحقیق فعلی کمتر و یا برابر می‌باشند. جدول ۴ میزان روی را در کبد بیشتر از آبشش و کلیه کفال نشان می‌دهد (بترتیب ۱۵۹/۸۵، ۷۵/۷۱، ۶۵/۴۲ میلی‌گرم در کیلوگرم). اغلب تحقیقات انجام شده در این راستا در دیگر نقاط جهان نیز این

www.SID.ir

Archive of SID

روند جذب و تجمع را تایید می‌کنند و بیشترین میزان تجمع را درکبد می‌دانند (Glushankova *et al.*, 1992 ; Leimanso *et al.*, 1999 ; Dixson *et al.*, 1996).

میزان روی در کبد ماهی کفال سواحل جنوبی دریای خزر حدوداً ۸ برابر میزان آن در عضله ماهی می باشد که تا حدود ۵/۵ برابر آن توسط دیگر محققین نیزگزارش گردیده است (Machay *et al.*, 1975). غالب نظرات بر آن است که کبد ذخیره گاه عناصر بوده و بیشترین میزان در کبد تجمع می‌یابد و کمترین میزان در عضله ماهیان یافت می‌شود، که چنین روندی در تحقیق فعلی نیز مشاهده می‌گردد.

مقایسه میانگین میزان عناصر سنگین در تحقیق حاضر با استاندارد پیشنهاد شده توسط Fuhrer و همکاران (1996) در مورد میزان قابل تحمل این عناصر برای آبزیان (سرب ۳۱، روی ۱۲۰، نیکل ۱۶ میلی‌گرم در کیلوگرم) بیانگر سالم بودن نسبی ماهی کفال و احتمالاً عدم آلودگی شدید این ماهی به عناصر سرب، روی و نیکل می‌باشد، بویژه که حداقل میزان جذب و تجمع این عناصر در عضله ماهی کفال یعنی عضو مصرفی در تغذیه مردم است. البته هر گونه تغییر در روند جذب و تجمع عناصر سنگین در ماهی می‌تواند به دلیل تأثیرگذاری عوامل مختلفی از قبیل نوع عنصر، نوع آبزی، بافت، جنسیت، وزن و سن آبزی (ماهیان جوان قدرت جذب بالایی دارند)، عادات غذایی، خصوصیات فیزیولوژیک ماهی، ویژگیهای اکولوژیک و شرایط محیطی و همچنین خواص فیزیکی و شیمیایی محیط از قبیل سختی آب، pH، درجه حرارت، مواد مغذی و زمان رشد ماهی باشد (Dixon *et al.*, 1996; Fuhrer *et al.*, 1996).

در جمع‌بندی نهایی نتایج، میزان عناصر سرب و نیکل در بافتها و اندامهای مختلف ماهی کفال در سواحل جنوب غربی دریای خزر بیشتر از میزان آن در سواحل جنوب شرقی و میانی مشاهده می‌شود. که علت آن را می‌توان وجود منابع آلاینده بیشتر در این منطقه، ورود فاضلابهای شهری، صنعتی و کشاورزی از ساحل به دریا، تردد بیشتر قایقهای تفریحی و کشتیهای تجاری و ورود مواد آلی و معدنی از سواحل غربی (سواحل آذربایجان) به جنوب بوسیله جریانهای غرب به شرق دریای خزر، دانست. از طرفی میزان روی در ماهیان کفال سواحل جنوب شرقی بیشتر از دیگر مناطق ساحلی خزر می‌باشد که علت آن می‌تواند وضعیت زمین شناسی و ژئومورفولوژیک و در پی آن فرسایش و انحلال بیشتر این عنصر و همچنین وجود فعالیت‌های کشاورزی در این بخش از ساحل باشد.

روند جذب و تجمع عنصر سرب بصورت: کبد> آبشش> کلیه> تخمدان> عضله، و نیکل و روی بصورت: تخمدان> کبد> آبشش> کلیه> عضله می‌باشد.

تشکر و قدردانی

از سرکار خانم حقدوست، کارشناس محترم دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس به جهت همکاریهای بیدریغ ایشان در آزمایشگاه جذب اتمی نهایت تشکر و قدردانی را داریم.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

Atta, M.B. ; El-Sebaie, L.A. ; Noaman, M.A. and Kassab, H.E. , 1997. The effect of cooking on the content of heavy metal in fish (*Tilapia nilotica*). Biological Abstracts, Vol. 103, No. 5.

Bollingberg, H.J. and Johansen, P. , 1979. Lead in Spotted Wolffish, *Anarhichas minor*, near mine in Greenland. Journal of the Fisheries Research Board of Canada. Vol. 36, pp.1023-1028.

Brown, J.R. and Chow, L.Y. , 1977. Heavy metal concentrations in Ontario fish. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. Vol. 17, pp.190-195.

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

Forstner, U. and Wittman, G.T.W., 1979. Metal pollution in the aquatic Environmental, Springe Verlag, N.Y., 486P.

Fuhrer, G.J. ; Stuart, D.J. ; Mckenzie, W. ; Rinella, J.F. ; Cranwford, J.K. ; Skach, K.A. and Hornlorger, M.I. , 1996. Spatial and temporal distribution of trace elements in water, sediment and aquatic biota. U.S. Geological Survey, Portland, 190 P.

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

Hutchinson, T.C. ; Fedorenko, A. ; Fitchko, J. ; Kuja, A. ; Vav loon J. and Lichwa, J. , 1975. Movement and compartmentation of nickel and copper in an aquatic ecosystem in, D.D. Hemphill (ed), Trace substances in environmental heath-IX. Symposium. University of Missouri Press, Columbia, pp.89-105.

Jaffar, M. ; Ashraf, M. and Rasoal, A. , 1998. Heavy metal contents in some selected local freshwater fish and relevant waters. Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research, Vol. 31, No.3, pp.189-193.

Laimanso, R.Y. Cheung, and Chan, K.M. , 1999. Metal concentrations in the tissues of Rabbitfish (*Siganus oramin*) collected from Tolo Harbour and Victoria Harbour in Hong kong. Marine Pollution Bulletin, Vol.39, 234 P.

Machay, N.J. ; Kazacos, M.N. ; Williams, R.J. and Leadow, M.I. , 1975. Selenium and heavy metals in Black Malin. Marine Pollution Bulletin, Vol., 6, pp.57-60.

www.SID.ir

Mertz, W. , 1987. Trace elements in human and animal nutrition, Academic press. California, USA. 480 P.

Moore, J.W. and Ramamoorthy, S. , 1984. Heavy metal in natural waters, Springer-Verlag, New York, 268 P.

Munn, M.D. ; Cox, S.E. and Dean, C.J. , 1995. Concentrations of mercury and other trace elements in Walleye, Smallmouth Bass, and rainbow trout in Franklin D. Roosevelt Lake and the Upper Columbia River,Washington. U.S. Geological Survey, Tacoma, Washington, USA. 35 P.

National Reseach Council Canada Standard , 1981. Marine sediment reference material, MESS-1 & BCSS-1, Mar.Chem.Stand. Prog., Division of chemistry, N.R.C., Ottawa, Canada.

Plaskett, D. and Potter, I. , 1979. Heavy metal concentrations in the muscle tissue of 12 species of teleosts from cockburn sound, Western Australia. Australian journal of Marine and freshwater Research, Vol.30, No.5, 607 P.

Ray, S. , 1978. Bioaccumulation of lead in Atlantic salmon *Salmo salar*. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, Vol. 19, pp.631-636.

Roger, N.R. , 1994. Environmental analysis, John Wiley and Sons, New York, USA. 263 P.

Roth, I. and Hornung, H. , 1977. Heavy metal concentrations in water, sediments & fish from Mediteranean Coastal area, Israel. Environmental Science and Technology, Vol. 11, pp.265-279.

Van den Broek, W.L.F. , 1979. Seasonal levels of chlorinated hydrocarbons and heavy metals in fish and brown shrimps from the Medway Estuary, Kent. Environmental Pollution. Vol. 19, 2138 P.

Vanderstappen, R. ; Clerck, R. ; Vyncke, W. and Moermans, R. , 1978. Contents of mercury, zinc, copper, lead, cadmium in herrings .Revue de Agriculture. Vol. 32, No. 2, 331 P.

Vinikour, W.S. ; Goldstein, R.M. and Anderson, R.V. , 1988. Bioconcentration patterns of zinc, copper, cadmium and lead in selected fish species from the fox River Illinois, Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. Vol. 24, pp.727-734.

www.SID.ir

Archive of SID

Wicker, A.M. and Gantt, L.K. , 1994. Contaminant assessment of fish Rangia clams and sediments in the Lower Pamlico River, North Carolina, U.S Fish and Wildlife service Ecological services.

Wright, D.A. , 1976. Heavy metals in animals from the north east coast. Marine Pollution Bulletin. Vol. 7, pp.36-38.

www.SID.ir

Archive of SID

Assessing Pb, Ni and Zn accumulation in the tissues of *Liza aurata* in the south Caspian Sea

Fazeli M.S. ; Abtahi B. and Sabbagh Kashani A.

abtahibm@modares.ac.ir

Faculty of Marine Sciences, Tarbiat Modarres University,

P.O.Box:46414-356, Noor, Iran

Received: March 2003 Accepted: September 2004

Keywords: Heavy metal, *Liza aurata*, Bioaccumlation, Caspian Sea, Iran

Abstract

The liver, kidney, gill, ovary and muscle tissues of the caught *Liza aurata* have been sampled in spring 2002 in the southern Caspian Sea to assess their contamination with Pb, Ni and Zn using atomic absorption spectrophotometer method. We found the highest concentration of lead in the liver tissue (17.51 mg/kg), followed by gill (13.95 mg/kg), kidney (5.03 mg/kg) and ovary (4.91 mg/kg). The lowest concentration of lead was seen in muscle tissue (3.01 mg/kg) of *Liza aurata*. The highest accumulation of Ni and Zn were detected in ovary followed by liver, gill and kidney of the fish with a concentration of 6.23, 6.14, 5.71, and 2.98 mg/kg for Nickel and 647.28, 159.85, 75.71 and 65.42 mg/kg for Zinc.

We observed the lowest concentration of Nickel (2.49 mg/kg) and Zinc (20.14 mg/kg) in the muscle tissue and also determined the highest contamination of the fish with these chemicals to be occurring in the southwest followed by south center and southeast Caspian Sea.

www.SID.ir