سنجش مقادير برخي عناصر سنگين (آهن، مس، روي، منيزيم، منگنز، جيوه، سرب و كادميوم) در بافتهاي خوراكي و غيرخوراكي ماهي‌كفال پشت سبز (*Liza dussumieri*) سواحل بوشهر

محمود ناصري[1]، مسعود رضايي[2]*، عذرا عابدي[3]، اعظم افشار نادري[4]

۱- دانش‌آموخته كارشناسي ارشد شيلات، دانشكدة منابع طبيعي و علوم دريايي، دانشگاه تربيت مدرس، نور
۲- استاديار گروه شيلات، دانشكدة منابع طبيعي و علوم دريايي، دانشگاه تربيت مدرس، نور
۳- دانش‌آموخته كارشناسي صنايع غذايي، دانشگاه شيراز
٤- كارشناس آزمايشگاه پزشكي دانشگاه تربيت مدرس، تهران

چكيده

تجمع احتمالی عناصر سنگین در بخشهای خوراکی و غیرخوراکی کفال پشت سبز نر، ماده و نابالغ در سه ایستگاه در محدودهٔ سواحل بوشهر تا بندر دیر بررسی شد. پس از زیست‌سنجی و توزین ماهیان صید شده، هضم شیمیایی نمونه‌ها طبق روش استاندارد بین‌المللی صورت گرفت. میزان عناصر سنگین آهن، مس، روی، منیزیم، منگنز، جیوه، سرب و کادمیوم در بافتهای عضله، آبشش و امعا و احشا به‌وسیلهٔ دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد. نتایج حاصل بیانگر غلظت بیشتر این عناصر در بافتهای غیرخوراکی نسبت به بافت خوراکی عضله بود. در اغلب موارد در جذب و تجمع عناصر سنگین بین عضله ماهیان نر و ماده تفاوت معناداری مشاهده شد. به‌علاوه تجمع فلزات سنگین در بافتهای آبشش و امعا و احشا، از ایستگاه ۱ به ۳ به‌دلیل دوری از مناطق آلوده کاهش یافت. همچنین بین رده‌های وزنی و طولی ماهیان در جذب و تجمع برخی عناصر سنگین اختلاف معناداری مشاهده گردید ($P<0/05$).

کلید واژگان: فلزات سنگین، آلودگی، بافت، کفال پشت سبز(*Liza dussumieri*).

۱- مقدمه

درحال حاضر محصولات دریایی نقش قابل توجهی در تأمین غذای مردم جهان دارند و با شناسایی مطلوبیت و برتری غذایی این فرآورده‌ها بر دیگر مواد پروتئینی روزبه‌روز بر مصرف آنها افزوده می‌شود. افزایش تقاضا برای محصولات دریـایی به عنـوان یک منبع ارزشمند غذایی بویژه در سالیان اخیر موجب رشد و توسعه همه جانبه صنعت ماهیگیری، عمل‌آوری و استحصال محصولات دریایی کشورهای واقع در حاشیه دریاها، خلیجها و آبهای آزاد شده است.

همگام با رشد تقاضا، افزایش روند آلودگی محیطهای دریایی به شکلی جدی، احتمال بروز مشکلات کیفی در این منبع ارزشمند غـذایی را تشدید کـرده است. همواره تـوسعـه

* نویسندهٔ مسؤول مقاله: تلفن: ۰۱۲۲-۶۲۵۳۱۰۱، E-mail: rezai_ma@modares.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

فعالیتهای صنعتی و کشاورزی (استفاده از کودها و سموم دفع آفات) موجب شده است تا میزان زیادی فاضلابهای صنعتی، شهری و همچنین پسابهای کشاورزی دارای ترکیبات شیمیایی مختلف مخصوصاً عناصر سنگین، وارد اکوسیستمهای آبی گردد[۱، ۲].

عناصر سنگین تغییرات قابل ملاحظه‌ای در چرخه‌های بیوژئوشیمیایی ایجاد کرده و هر یک دارای آثار خاصی در بدن موجوداتند[۳]. این ترکیبات به علت آثار سمی و توان تجمع زیستی[1] در گونه‌های مختلف آبزیان و نیز به‌دلیل وارد شدن به زنجیره غذایی از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. بسیاری از این فلزات از اجزای متشکله اکوسیستمهای آبی به‌حساب آمده و حتی تعدادی از آنها در بقای موجودات زنده نقش حایز اهمیتی ایفاء می‌کنند. با وجود این چنانچه میزان این عناصر به دلایل گوناگونی از حدود معینی فراتر رود سلامت آبزیان و به تبع آن انسان به مخاطره می‌افتد. در این زمینه مطالعاتی به‌وسیلهٔ صباغ کاشانی (۱۳۸۰)، یعقوب‌زاده (۱۳۷۹)، ریاحی بختیاری (۱۳۸۰)، کارگین[2] (۱۹۹۶) [۴]، یوسال و همکاران[3] (۱۹۸۲) [۵]، کان لی و همکاران[4] (۲۰۰۲) [۶]، رومیو[5] (۱۹۹۹)[۷] و ... انجام شده است.

خلیج فارس به‌عنوان مهمترین آبراهه جهان در نقل و انتقالات نفتی، متأسفانه براثر اعمال شیوه‌های نادرست در زمرهٔ آلوده‌ترین مناطق دریایی جهان قرار دارد[۸]. در این تحقیق میزان تجمع عناصر جیوه، مس، آهن، روی، سرب، کادمیوم، منیزیم و منگنز در عضله به‌عنوان بخش خوراکی، آبشش و امعا و احشا به‌عنوان بخشهای غیرخوراکی ماهی کفال پشت سبز صید شده در محدودهٔ سواحل بوشهر تا بندر دیر مورد سنجش قرار گرفت. نتایج حاصل با بررسی میزان آلودگی بافتهای مختلف ماهی کفال، از حیث بهداشت و سلامت مصرف کننده و نیز مدیریت اکوسیستم سواحل حایز اهمیت خواهد بود.

1. Bioaccumulation
2. Kargin
3. Uysal, et al
4. Canli, et al
5. Romeo

۲- مواد و روش‌کار

پس از بررسیهای مقدماتی و شناسایی اولیه منطقه (محدودهٔ سواحل بوشهر تا بندر دیر) در شهریور ماه ۱۳۸۳ از سه ایستگاه تعیین شده تعدادی ماهی کفال پشت سبز *Liza dussumieri* صید گردید (مختصات جغرافیایی ایستگاههای صید در جدول۱ درج شده است).

جدول۱ مختصات جغرافیایی ایستگاههای مورد مطالعه

شماره ایستگاه	مختصات جغرافیایي	
۱	۲۸° ۴۶'N	۵۰° ۵۹'E
۲	۲۸° ۰۸' N	۵۰° ۱۷' E
۳	۲۷° ۴۹'N	۵۱° ۵۵' E

پس از جداسازی ماهیان نر، ماده، بالغ و نابالغ، از هر ایستگاه تعداد ۱۵ ماهی نابالغ، ۱۵ ماهی نر و ۱۵ ماهی ماده انتخاب شد. حین دوره نمونه‌برداری سعی گردید از ماهیان صید شده هر ایستگاه به شکل مجزا و از رده‌های سن و وزن برابر، ماهی نر، ماده و نابالغ به‌صورت خوشه‌ای تصادفی انتخاب گردد تا آثار احتمالی سن و وزن بر میزان غلظت فلزات در بافت ماهیان انتخاب شده خنثی گردد.

نمونه‌ها پس از زیست‌سنجی اولیه شامل وزن کل، وزن امعا و احشا، طول کل و طول استاندارد در فریزر با دمای ۲۰- نگهداری شدند. پس از انتقال ماهیها به آزمایشگاههای شیمی و پزشکی دانشگاه تربیت مدرس و قبل از کالبد شکافی و جدا کردن بافتها، نمونه‌ها با آب مقطر شستشو داده شدند. سپس بافتهای عضله، آبشش و امعا و احشا براساس دستورالعمل فائو جداسازی گردید[۹]. برای اندازه‌گیری میزان فلزات مس، آهن، روی، سرب، کادمیوم، منیزیم و منگنز در بافتهای جداسازی شده از روش هضم اسیدی براساس وزن خشک[6] به‌شرح زیر استفاده شد. هر سه بافت مورد نظر به‌صورت جداگانه در آونی با دمای ۱۰۵°C به‌مدت ۲۴ ساعت خشک گردیدند، سپس برای تبدیل به حالت پودری در هاون

6. Dry Weight

Archive of SID
www.SID.ir

سنگی کاملاً کوبیده شدند (تمام وسایل قبلاً با اسید نیتریک ۱۰٪ شستشو داده شدند). در مرحله بعد از هر نمونه مقدار یک گرم با ترازوی دیجیتال توزین شد و با اسید نیتریک و پرکلریک به نسبت حجمی ۱:۳ به مدت سه ساعت در دمای ۱۱۰°C عمل هضم انجام پذیرفت[۱۰]. نمونه‌ها پس از رقیق‌سازی با اسید نیتریک ۰/۴ درصد به حجم نهایی ۲۵mL رسیدند [۱۱]. برای اندازه‌گیری جیوه نیز از روش هضم ولز و ملچر استفاده شد[۱۲].

برای تعیین میزان فلزات مس، آهن، روی، منیزیم و منگنز از دستگاه جذب اتمی با شعله شیمادزو مدل AA-۶۸۰[1] و برای اندازه‌گیری عناصر جیوه، سرب و کادمیوم از دستگاه اندازه‌گیری بدون شعله[2] استفاده شد. پس از بررسی نرمال بودن داده‌ها برای تعیین دقیق وجود یا نبود اختلاف معنادار تجمع فلزات سنگین در بافتهای عضله، آبشش و امعا و احشا ماهیان صید شده از ایستگاههای مختلف از روش تجزیه واریانس یکطرفه پارامتری[3] استفاده شد. پس از احراز وجود اختلاف معنادار بین تیمارها و آزمون همگنی واریانس آزمون دانکن به کار گرفته شد.

۳- نتایج

نتایج حاصل از زیست‌سنجی ماهیان صید شده، در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج آنالیز طول و وزن ماهیان نر، ماده و نابالغ نشان داد اختلاف بین طول و وزن ماهیان همجنس در هر ایستگاه و بین ایستگاهها معنادار نبوده است.

اندازه‌گیری مقادیر طول و وزن ماهی کفال نشان داد در اغلب موارد ماهیان ماده وزن امعا و احشا بیشتری نسبت به ماهیان نر داشته‌اند. نتایج حاصل از آنالیز فلزات موجود در بافتهای عضله، آبشش و امعا و احشا ماهی کفال پشت سبز (جدولهای ۳، ۴ و۵) نشان داد که از نقطه نظر آلودگی بافتی در تمام موارد میزان فلزات موجود در عضله به شکل معناداری کمتر از آبشش و امعاء و احشاء بود ($p<۰/۰۵$). مقادیر فلزات مختلف در بافت ماهیان صید شده از ایستگاههای متفاوت به لحاظ کمیت تفاوت معناداری داشته اما از نظر ترتیب در هر سه ایستگاه میزان فلزات امعا و احشا و آبشش به‌صورت زیر بوده است:

Fe>Zn>Cu>Mg>Mn>Pb>Hg>Cd

فلزات موجود در عضله ماهیان ایستگاههای ۲ و۳ نیز به لحاظ ترتیب، مشابه فلزات امعا و احشا و آبشش بود اما مقادیر فلزات اندازه‌گیری شده عضله ماهیان ایستگاه ۱ نشان داد در این ایستگاه میزان جیوه بیش از سرب بوده است:

(Fe>Zn>Cu>Mg>Mn>Hg>Pb>Cd)

جدول۲ مقادیر طول، طول استاندارد، وزن کل و وزن امعا و احشا ماهی کفال ایستگاه۱،۲و۳ (میانگین± انحراف معیار)*

ایستگاه و جنسیت		تعداد	طول کل	طول استاندارد	وزن کل	وزن امعاء و احشاء
ایستگاه۱	ماهی نر	۱۵	۱۸/۹۰±۰/۵۳	۱۷/۶۵±۰/۶۶	۱۰۳/۹۰±۰/۲۶	۸/۳۰±۰/۹۳
	ماهی ماده	۱۵	۱۸/۷۶±۰/۱۴	۱۷/۴۰±۰/۱۶	۱۰۸/۲۴±۰/۶۶	۱۰/۳۴±۰/۵۸
	ماهی نابالغ	۱۵	۱۲/۳۲±۰/۴۵	۱۱/۲۷±۰/۳۳	۷۰/۹۵±۱/۴۴	۳/۹۸±۰/۶۴
ایستگاه۲	ماهی نر	۱۵	۱۷/۹۰±۱/۱۴	۱۶/۹۰±۰/۴۸	۱۰۰/۴۰±۰/۲۲	۸/۰۱±۰/۳۱
	ماهی ماده	۱۵	۱۸/۸±۰/۱۱	۱۷/۳۵±۰/۲۴	۱۰۳/۲۴±۰/۸۲	۱۰/۵۶±۰/۱۲
	ماهی نابالغ	۱۵	۱۲/۹۸±۰/۳۴	۱۱/۵۵±۰/۶۸	۷۴/۵۶±۰/۳۲	۴/۴۳±۰/۲۸
ایستگاه۳	ماهی نر	۱۵	۱۷/۴۰±۱/۵۹	۱۵/۹۹±۱/۴۵	۹۸/۹۶±۰/۳۳	۷/۶۷±۰/۴۸
	ماهی ماده	۱۵	۱۸/۹۲±۰/۳۹	۱۸/۰۲±۰/۲۱	۱۰۳/۳۸±۰/۵۰	۱۱/۰۴±۰/۱۲
	ماهی نابالغ	۱۵	۱۱/۷۸±۰/۸۷	۱۰/۸۴±۰/۳۱	۶۸/۵۲±۰/۵۵	۳/۵۱±۱/۰۳

* طول کل و طول استاندارد برحسب سانتیمتر، وزن کل و وزن امعا و احشا براساس گرم بیان شده است.

1. Shimadzu AA-680
2. Shimadzu MUV-IA
3. Compelete randomaize one way ANOVA

Archive of SID
www.SID.ir

جدول۳ مقادیر اندازه‌گیری شده عناصر سنگین عضله، آبشش و امعا و احشا ماهی کفال ایستگاه ۱ (میانگین± اشتباه معیار)*

نوع فلز	جنسیت	نوع بافت			نوع فلز	جنسیت	نوع بافت		
		امعا و احشا	عضله	آبشش			امعاء و احشاء	عضله	آبشش
Fe	نر	۸۴۸/۷±۱۳۰/۷^{Aa}	۲۶/۴±۴/۵^{Bc}	۶۴۸/۳±۸۳/۵^{Aa}	Hg	نر	۱۱۲/۳±۵/۵^{Ab}	۸۹/۳±۰/۵^{Bb}	۱۰۶/۸±۰/۵^{Aa}
	ماده	۸۳۵/۳±۱۱۱/۵^{Aa}	۳۰/۶±۰/۵^{Cb}	۵۹۰/۳±۹۹/۵^{Ba}		ماده	۱۲۹/۵±۷/۵^{Aa}	۹۵/۶±۲/۲۵^{Ca}	۱۰۰/۲±۰/۵^{Ba}
	نابالغ	۷۰۹/۳±۱۹۱^{Ab}	۸۸/۱±۶۳/۷^{Ba}	۶۵۴/۳±۱۱۵^{Aa}		نابالغ	۸۰/۶±۵/۵^{Ac}	۵۵/۳±۰/۵^{Bc}	۴۶/۳±۰/۵^{Bb}
Cu	نر	۳۵/۲±۴/۶۲^{Aa}	۱/۱۵±۰/۲^{Bc}	۳۷/۳±۱/۳^{Aa}	Cd	نر	۱۹/۷۹±۹/۵^{Aa}	۸/۲۲±۰/۶۴^{Bb}	۱۶/۲±۴/۲^{Aa}
	ماده	۳۷/۳±۵/۵^{Aa}	۱/۶±۱۴/۵^{Bb}	۳۴/۷±۲/۵^{Aa}		ماده	۲۰/۳±۶/۴^{Aa}	۱۱/۳±۲/۵^{Ba}	۱۸/۳±۵/۳^{Aa}
	نابالغ	۱۷/۰۹±۲/۳۵^{Ab}	۲/۳۲±۰/۴۳^{Ba}	۱۶/۳±۲/۵^{Ac}		نابالغ	۸/۳۶±۰/۵^{Ab}	۷/۸۶±۰/۶۶^{Ab}	۶/۴۱±۰/۸۲^{Bb}
Zn	نر	۴۲/۵±۳/۵۱^{Aa}	۱۹/۷۲±۱/۸۴^{Ba}	۳۸/۹±۵/۲^{Ab}	Pb	نر	۱۲۸/۳±۲۱/۷^{Aa}	۶۴/۳±۶/۰۳^{Ba}	۱۲۳/۴±۱۹/۵^{Aa}
	ماده	۴۴/۶±۲/۵^{Aa}	۲۱/۶±۲/۵^{Ca}	۳۴/۵±۶/۵^{Bb}		ماده	۱۳۳/۶±۲۵/۵^{Aa}	۷۳/۳±۴/۰۵^{Ba}	۱۱۳/۸±۲۰/۵^{Aa}
	نابالغ	۴۵/۲۷±۵/۸^{Aa}	۱۷/۹۲±۱/۵^{Aa}	۴۲/۳±۳/۸^{Aa}		نابالغ	۵۹/۰۹±۳/۹^{Ab}	۶۰/۹۸±۴/۱^{Ab}	۶۹/۳±۱۲/۵^{Ab}
Mg	نر	۱۷/۸±۳/۲^{Ab}	۷/۵۹±۰/۱۸^{Bb}	۱۶/۵±۳/۵^{Ab}	Mn	نر	۹/۱۳±۴/۰۹^{Ab}	۰/۴۷۹±۰/۳^{Bb}	۸/۳±۳/۲^{Ab}
	ماده	۱۸/۳±۶/۲^{Ab}	۶/۳±۲/۵^{Cb}	۱۴/۳±۱/۵^{Bb}		ماده	۱۰/۵۷±۳/۵^{Ab}	۰/۹۲۷±۰/۵^{Ca}	۶/۲۴±۲/۲^{Bb}
	نابالغ	۲۲/۳±۴/۳^{Aa}	۱۰/۰۸±۰/۶۵^{Ba}	۱۹/۹±۰/۵^{Aa}		نابالغ	۱۴/۷±۵/۳۶^{Aa}	۰/۷۵±۰/۱۳^{Ba}	۱۲/۸±۴/۷^{Aa}

*حروف بزرگ بیانگر وجود اختلاف معنادار براساس ردیف (نوع بافت) و حروف کوچک بیانگر وجود اختلاف معنادار در ستون (جنسیت) بوده وA>B>C می‌باشد. مقادیر فلزات آهن، روی، مس، منیزیم و منگنز برحسب mg/kg و مقادیر فلزات جیوه، سرب وکادمیوم برحسب µg/kg می‌باشد (p<۰/۰۵).

جدول٤ مقادیر اندازه‌گیری شده عناصر سنگین عضله، آبشش و امعا و احشا ماهی کفال ایستگاه ۲ (میانگین± اشتباه معیار)*

نوع فلز	جنسیت	نوع بافت			نوع فلز	جنسیت	نوع بافت		
		امعا و احشا	عضله	آبشش			امعاء و احشاء	عضله	آبشش
Fe	نر	۶۷۵/۸±۹۵/۳^{Aa}	۵۱/۵±۱۱/۳^{Cb}	۶۰۰/۲±۷۶/۱^{Ba}	Hg	نر	۱۱۲/۶±۱/۳^{Ab}	۷۶/۹±۲/۵^{Bb}	۱۰۸/۸±۵/۸^{Aa}
	ماده	۶۹۱/۳±۸۴/۵^{Aa}	۶۴/۳±۹/۵^{Cb}	۵۸۲/۶±۹۱/۳^{Ba}		ماده	۱۲۲/۴±۶/۵^{Aa}	۹۹/۳±۱/۸^{Ca}	۹۴/۹±۳/۲^{Ba}
	نابالغ	۷۰۰/۳±۱۲۸/۶^{Aa}	۸۷/۷±۱۲/۹^{Ca}	۶۵۳/۱±۷۸/۹^{Ba}		نابالغ	۶۹/۴±۱/۱^{Ac}	۴۲/۱±۱/۴۵^{Bc}	۳۹/۳±۱/۶^{Bb}
Cu	نر	۲۶/۰۷±۴/۴^{Aa}	۱/۱۹±۶/۲^{Cc}	۱۴/۵±۳/۲^{Bb}	Cd	نر	۱۳/۹±۴/۸^{Aa}	۸/۰۱±۰/۴۵^{Ba}	۱۵/۳±۲/۶^{Aa}
	ماده	۲۵/۰۱±۳/۳^{Aa}	۳/۱۹±۸/۱^{Ba}	۱۷/۳±۵/۱^{Aa}		ماده	۱۵/۷±۳/۱^{Aa}	۹/۲±۱/۵^{Ca}	۱۱/۴±۵/۸^{Ba}
	نابالغ	۱۵/۰۷±۱/۸^{Ab}	۲/۵۵±۰/۲۸^{Ab}	۱۵/۹±۲/۴^{Ab}		نابالغ	۸/۶۹±۰/۳۲^{Ab}	۷/۶۱±۰/۳۷^{Ba}	۹/۹۸±۲/۲^{Ab}
Zn	نر	۴۹/۶±۳/۴^{Aa}	۲۱/۴±۱/۲^{Ba}	۵۱/۲±۴/۶^{Aa}	Pb	نر	۱۵۷/۹±۳۰/۳^{Aa}	۶۳/۳±۴/۲^{Ba}	۱۴۵/۱±۱۴/۸^{Ab}
	ماده	۵۰/۹±۴/۶^{Aa}	۲۵/۵±۴/۱^{Ba}	۴۸/۱±۲/۱^{Aa}		ماده	۱۶۴/۳±۲۳/۵^{Aa}	۶۵/۲±۰/۳۱^{Ca}	۱۳۵/۱±۳۱/۵^{Bb}
	نابالغ	۴۴/۹۱±۳/۰۷^{Ab}	۱۸/۳±۰/۹۸^{Ba}	۳۹/۳±۲/۲^{Ab}		نابالغ	۱۵۲/۸±۳۶/۱^{Ab}	۶۲/۰۴±۳/۲^{Aa}	۱۶۲/۲±۴۵/۲^{Aa}
Mg	نر	۱۳/۶±۲/۲^{Ab}	۸/۳±۰/۳۷^{Bb}	۱۲/۱±۴/۵^{Ab}	Mn	نر	۶/۴۲±۳/۳^{Ab}	۰/۴۸±۰/۱۸^{Bb}	۷/۲۱±۱/۸^{Ab}
	ماده	۱۴/۳±۲/۹^{Ab}	۸/۱±۰/۶۸^{Bb}	۱۱/۶±۳/۴^{Ab}		ماده	۷/۳±۲/۹^{Ab}	۰/۵۱±۰/۱۹^{Bb}	۸/۱۱±۳/۱^{Ab}
	نابالغ	۲۱/۰۳±۲/۸^{Aa}	۱۰/۱±۰/۳^{Ba}	۱۹/۵±۲/۵^{Aa}		نابالغ	۱۰/۴±۳/۰۷^{Aa}	۰/۶۷±۰/۱۲^{Ba}	۱۱/۲±۲/۹^{Aa}

*حروف بزرگ بیانگر وجود اختلاف معنادار براساس ردیف (نوع بافت) و حروف کوچک بیانگر وجود اختلاف معنادار در ستون (جنسیت) بوده وA>B>C می‌باشد. مقادیر فلزات آهن، روی، مس، منیزیم و منگنز برحسب mg/kg و مقادیر فلزات جیوه، سرب وکادمیوم برحسب µg/kg می‌باشد (p<۰/۰۵).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۵ مقادیر اندازه‌گیری شده عناصر سنگین عضله، آبشش و امعا و احشا ماهی کفال ایستگاه ۳ (میانگین± اشتباه معیار)*

نوع فلز	جنسیت	نوع بافت			نوع فلز	جنسیت	نوع بافت		
		امعا و احشا	عضله	آبشش			امعاء و احشاء	عضله	آبشش
Fe	نر	۵۷۲/۹±۱۰۴/۶^{Ab}	۷۷/۱۵±۱۷/۰^{Bb}	۵۴۸/۴±۱۰۲/۵^{Ab}	Hg	نر	۹۸/۳±۵/۵^{Ab}	۷۲/۵±۰/۹^{Bb}	۹۵/۸±۷/۳^{Aa}
	ماده	۵۸۸/۳±۱۰۲/۵^{Ab}	۸۲/۶±۱۲/۵^{Bb}	۵۶۲/۹±۹۸/۵^{Ab}		ماده	۱۱۵/۵±۲/۸^{Aa}	۹۰/۶±۲/۳^{Ca}	۹۳/۲±۱/۲^{Ba}
	نابالغ	۵۰۲/۶±۱۸۹/۵^{Aa}	۱۱۶/۶±۹۳/۹^{Ba}	۶۸۰/۳±۱۱۰/۵^{Aa}		نابالغ	۸۰/۶±۵/۵^{Ac}	۶۱/۶±۲/۲^{Bc}	۷۲/۶±۲/۵^{Ab}
Cu	نر	۱۶/۹±۵/۶۱^{Aa}	۱/۵۲±۰/۱۶^{Bb}	۱۴/۸±۴/۵^{Aa}	Cd	نر	۸/۱۶±۰/۴۸^{Aa}	۷/۷±۰/۶۹^{Ab}	۹/۷۱±۱/۶۵^{Aa}
	ماده	۱۹/۳±۲/۵^{Aa}	۲/۱۲±۰/۵^{Bb}	۱۵/۴±۴/۲^{Aa}		ماده	۸/۳۵±۲/۵^{Aa}	۹/۵±۲/۱^{Aa}	۱۰/۱۱±۰/۶^{Aa}
	نابالغ	۱۷/۰۵±۲/۷^{Aa}	۲/۷۸±۰/۳۷^{Ca}	۱۴/۳±۱/۵^{Ba}		نابالغ	۹/۰۲±۰/۴۸^{Ba}	۷/۶۶±۰/۴^{Bb}	۱۱/۳±۰/۵^{Aa}
Zn	نر	۵۶/۸±۴/۴^{Aa}	۲۳/۱۷±۱/۶۶^{Bb}	۴۸/۳±۹/۵^{Aa}	Pb	نر	۱۸۷/۴±۵۶/۸^{Ab}	۶۲/۳۴±۶/۵^{Ba}	۱۹۴/۱±۷۸/۶^{Ab}
	ماده	۶۰/۹±۷/۳^{Aa}	۲۹/۴۱±۱/۲^{Ca}	۴۴/۱۳±۵/۵^{Ba}		ماده	۲۰۸/۶±۶۱/۵^{Ab}	۶۴/۳±۲/۱۵^{Ba}	۲۰۲/۹±۶۶/۵^{Ab}
	نابالغ	۴۴/۵۴±۵/۲^{Ab}	۱۸/۷±۱/۲۶^{Bc}	۴۱/۶±۳/۵^{Ab}		نابالغ	۲۶۴/۵±۴۷/۲^{Aa}	۶۳/۰۲±۵/۳^{Ba}	۲۴۳/۲±۲۱/۵^{Aa}
Mg	نر	۹/۵±۲/۱۰^{Ab}	۹/۱۴±۰/۵۹^{Ab}	۱۰/۱±۱/۳^{Ab}	Mn	نر	۳/۷۱±۱/۸۹^{Bc}	۰/۴۹±۰/۱۱^{Cb}	۵/۳۱±۲/۲۳^{Ab}
	ماده	۱۲/۳±۴/۱^{Ab}	۶/۱۱±۰/۶۹^{Bb}	۱۳/۴±۲/۵^{Ab}		ماده	۴/۲۲±۱/۴۴^{Ab}	۰/۸۲±۰/۱۵^{Ba}	۵/۷۸±۲/۱۸^{Ab}
	نابالغ	۱۹/۷±۳/۹۳^{Aa}	۱۰/۲۲±۰/۲۵^{Ba}	۲۲/۶±۵/۱^{Aa}		نابالغ	۶/۱±۲/۳۴^{Aa}	۰/۵۸±۰/۲۲^{Bb}	۷/۱۲±۳/۵^{Aa}

*حروف بزرگ بیانگر وجود اختلاف معنادار براساس ردیف (نوع بافت) و حروف کوچک بیانگر وجود اختلاف معنادار درستون (جنسیت) بوده وA>B>C می‌باشد. مقادیر فلزات آهن، روی، مس، منیزیم و منگنز برحسب mg/kg و مقادیر فلزات جیوه، سرب وکادمیوم برحسب µg/kg می‌باشد(p<۰/۰۵).

همان طور که در جدولهای ۳، ۴ و ۵ دیده می‌شود مقادیر فلزات عضله ماهیان کم وزن و نابالغ در اکثر موارد بیش از ماهیان نر و ماده می‌باشد اما میزان برخی از فلزات در بافت امعا و احشا ماهیان بالغ (نر و ماده) بیش از ماهی نابالغ دیده شد. در این میان میزان جیوه در هر سه ایستگاه در بافتهای عضله، آبشش و امعا و احشا ماهی بالغ به شکل معناداری بیش از ماهی نابالغ بود(p<۰/۰۵). در بافت خوراکی میزان برخی فلزات مانند جیوه، آهن، مس، کادمیوم، منگنز و روی در عضله ماهیان ماده بیش از ماهیان نر بود (جدولهای ۴ و۵). بنابراین تفاوت معناداری از حیث نر و ماده بودن در تجمع فلزات عضله مشاهده گردید(p<۰/۰۵).

۴- بحث و نتیجه گیری

اهمیت اندازه‌گیری و سنجش میزان عناصر سنگین در آبزیان به دو مبحث مهم مدیریت اکوسیستم و سلامت غذایی انسان باز می‌گردد[۱۴، ۱۵].

عوامل مختلفی همچون عوامل فیزیولوژیک، عادات غذایی، ژنتیک، اندازه و همچنین شرایط زیست محیطی بر تجمع عناصر سنگین در بافتهای مختلف بدن آبزیان مؤثرند[۱۶-۱۹]. نتایج پژوهش حاضر نشان داد مقادیر تمام فلزات اندازه‌گیری شده در آبشش و امعا و احشا ماهیان بالغ قابل ملاحظه و بیش از عضله بود. این امر ضمن تأیید آلودگی منطقه مورد مطالعه، با مطالعات قبلی دیگر محققان بر سایر گونه‌ها همخوانی دارد[۲۰-۲۳].

بر پایه تحقیق حاضر نتایج حاصل از تجزیه نمونه‌های ماهی کفال پشت سبز هر سه ایستگاه، مبین تأثیر معنادار اندازه و وزن ماهی بر میانگین میزان غلظت عناصر سنگین کادمیوم، سرب، جیوه، روی و مس در امعا و احشا و آبشش بوده است به‌صورتی‌که در اوزان بالاتر میانگین میزان این عناصر در دو بافت مذکور بیشتر بود. براساس گزارشهای دیگر، همزمان با رشد ماهی تطابق فیزیولوژیک با محیط اطراف ایجاد می‌گردد که این امر در حذف یا خنثی‌سازی عناصر سنگین عضلات

Archive of SID
www.SID.ir

مؤثر است[١٦]. طبق نظر محققان در کبد و عضله ماهیان، پروتئینهای متالوتیونین مسؤول حذف و خنثی‌سازی عناصر سنگین و آثار سمی آنها می‌باشند[٣٤]. بنابراین به دنبال افزایش وزن و طول ماهی و به تبع آن سازگاری موجود با محیط زیست، از غلظت این فلزات در عضلات کاسته شده و بر میزان آنها در امعاء و احشاء افزوده می‌شود[٢٢]. نتایج این مطالعه نشان داد در اوزان کمتر غلظت عناصر سنگین عضله (به استثنای جیوه) بیش از آنها در ماهیان با اوزان بیشتر می‌باشد. این نتیجه نیزگویای عدم سازگاری موجود در حذف این عناصر در سنین پایین می‌باشد. البته با توجه به مهاجر بودن این ماهی، غلظت بالای این فلزات ممکن است تحت تأثیر زیستگاه نوزادی باشد. این ماهی دوره نوزادگاهی را در سواحل سپری کرده و با عنایت به آلودگی بیشتر سواحل به این فلزات در مقایسه با مناطق عمیقتر، تجمع بیشتر این عناصر در ماهیان کم وزن منطقی به نظر می‌رسد[٢٣].

مقادیر اندازه‌گیری شده فلز کادمیوم نشان داد غلظت این فلز تحت تأثیر جنسیت بوده و میانگین میزان آن در ماهیان ماده بیش از ماهیان نر می‌باشد. این امر احتمالاً به تفاوت ظرفیت گنادها و چربی بدن در جذب و تجمع این فلز باز می‌گردد[٢٣].

از حیث کمی در مطالعه حاضر مقدار آهن بیش از فلزات دیگر بود. کاربرد بیشتر آهن در فعالیتهای بیوشیمیایی بدن (هموگلوبین و سیتوکرومها و...) و نیز فراوانی آن به عنوان چهارمین عنصر خاک میزان غلظت زیاد آن را در مقایسه با سایر عناصرتوجیه می‌کند[٢٥]. اما از حیث آلودگی، زیاد بودن میزان آهن خود نتایج ناگواری همچون بیماری هموکروماتوزیس درپی‌خواهد داشت[٢٥]. عنصر روی نیز از عناصر ضروری برای فعالیتهای بدن بوده که قدرت جذب آن توسط ماهیان جوان بیشتر از ماهیان مسن می‌باشد[٢٦]. در بسیاری از آبزیان تغییرات فصلی محتوای میزان روی گزارش گردید که اصلیترین دلیل این موضوع رژیم غذایی آبزی ذکر شده است[٢٧]. مکی و همکاران میزان روی امعا و احشا را چندین برابر عضله گزارش کردند[٢٦]. تحقیق حاضر نیز بالاتربودن عنصر روی امعا و احشا نسبت به عضله را تأیید می‌کند. مس نیز از دسته فلزات مورد نیاز بدن برای فعالیتهای ضروری است که مقادیر بیش از حد این فلز نیز موجب تغییرات نکروتیک کبد، خوردگی مخاطی و آسیبهای شدید مویرگی می‌شود[٢٥]. هرچند در تحقیق حاضر مقادیر مس عضله ماهیان نابالغ تقریباً بیش از ماهیان بالغ بود اما مقادیر اندازه-گیری شده نشان داد در تمام موارد میزان این فلز کمتر از حد مجاز مصرف بوده است.

در مطالعات متعدد مشابه با تحقیق حاضر میزان منگنز تجمع یافته در عضله ماهیان کمتر از آهن، روی، مس و منیزیم گزارش شده است[١۴، ٢٨، ٢٩]. در تحقیق مشابه دیگری نیز Sing وFerns (١٩٧٨) انباشت و تجمع منگنز در عضله ماهی را بسیار ناچیز دانستند[٣٠].

نتایج تحقیق حاضر نشان داد فلزات جیوه، سرب و کادمیوم به‌عنوان آلاینده‌های زیست محیطی [٣، ٨] پایینتر از محدودهٔ مجاز مصرف بوده است. هرچند مقادیر جیوه کمتر از حد مجاز مصرف بوده اما همگام با افزایش وزن و طول و به تبع آن بلوغ، میزان جیوه تجمع یافته در ماهیان مورد مطالعه افزایش یافته است. تجمع زیستی، بالابودن نیمهٔ عمر و ماندگاری جیوه در بدن از دلایل عمده افزایش مقادیر آن همگام با افزایش وزن بدن می‌باشد[٢٥]. نتایج مشابهی به‌وسیلهٔ رومئو (١٩٩٩)، یزدانی (١٣٨۴) و مظلومی (١٣٨۴) در زمینه افزایش میزان فلز جیوه همگام با افزایش سن، طول و وزن گزارش شده است [١۶، ٣١، ٣٢].

مقایسه و آنالیز آلودگی فلزات امعا و احشا و آبشش ماهیان صید شده از ایستگاههای ٢،١ و٣ نشان داد غالب فلزات اندازه‌گیری شده با دور شدن از ایستگاه ١ کاهش می‌یابند. از آنجا که ایستگاه ١ در مناطق ساحلی نزدیک به بوشهر قرار داشت و با توجه به فعالیتهای صنعتی و انسانی بیشتر در این منطقه، آلودگی بیشتر آن نسبت به دو ایستگاه بعدی منطقی است. به نظر می‌رسد تخلیه مستقیم آب توازن

Archive of SID

www.SID.ir

کشتیها و نیز نشت روغن، لجن و مواد نفتی، توسعه فعالیتهای صنعتی و افزایش رشد شهرنشینی، صنایع ساحلی (بویژه اسکله‌های بارگیری) با توجه به حجم عظیم تخلیه فاضلابهای گوناگون به آن بیشترین سهم را در آلودگی منطقه داشته باشند[۸].

در مطالعات متعدد اثبات گردید که رسوبات بستر عمده‌ترین بخش پذیرنده و در واقع ذخیرگاه آلاینده‌های مختلف مخصوصاً عناصر سنگین در اکوسیستمهای آبی می‌باشند[۳۳]. با توجه به رژیم غذایی ماهی کفال (دتریت‌خواری) کم شدن میزان آلودگی امعا و احشا و آبشش با دور شدن از ایستگاه ۱ قابلیت استفاده از این ماهی به‌عنوان یک اندیکاتور زیستی را محتمل می‌سازد.

با توجه به تفاوتهای غلظت و آلودگی فلزات در ماهیان با اندازه‌های مختلف، منطقی به نظر می‌رسد که از حیث بهداشت و سلامت، مصرف کننده از ماهیان با اوزان بالاتر از ۱۰۰g استفاده کند. همچنین با توجه به آلودگی بالاتر بخشهای غیر مأکول از لحاظ عناصر سنگین لازم است نسبت به استفاده از آنها در صنایع مختلف مخصوصاً کارخانجات آرد ماهی دقت خاصی مبذول داشت. در پایان نظر به‌میزان بالای آلودگی در خلیج فارس، بخصوص سواحل بوشهر شایسته است حداکثر میزان توجه در رابطه با صید و مصرف گونه‌های دیگر ماهیان در نظر قرار گیرد تا اصول بهداشتی در مصرف آبزیان با توجه به سلامت مصرف کننده رعایت گردد.

۵- منابع

[1] Lamanso R., Cheung Y., Chan K. M.; Metal concentration in the tissues of rabbitfish collected from Tolo Harbour in Hong kong; Marine Pollution Bulletin; 1999; 39:123-134.

[2] Fowler SW.; Trace metal monitoring of pelagic organisms from the open editerranean Sea. Environ Monitor Asses; 1986; 7:59]78.

[۳] صباغ کاشانی آ.؛ تعیین میزان برخی فلزات سنگین عضله، کبد، کلیه، آبشش وتخمدان ماهی کفال (*Liza aurata*) در سواحل جنوبی دریای خزر؛ *پایان نامه کارشناسی ارشد*؛ دانشگاه تربیت مدرس؛ ۱۳۸۰؛ ۸۷ ص.

[4] Kargin F., Seasonal changes in levels of heavy metal in tissues of Mullus barbuatus and Sparus aurata collected from Iskenderm Gulf., Water, Air and Soil Pollution; 1996; 90: 557-562.

[5] Uysal H., Tuncer S.; Levels of heavy metals in some commercial food species in the Bay of Izmir. VI Journees Etud Pollutions Cannes; 1982; CIESM 323.

[6] Canli M., Atli G.; The relationships between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species. Environ Pollut; 2002; 121(1):36-129.

[7] Romeoa M., Siaub Y., Sidoumou Z., Gnassia-Barelli M.; Heavy metal distributionin different fish species from the Mauritania coast. Sci Total Environ; 1999; 232:75-169.

[۸] یعقوب‌زاده ی.؛ اندازه‌گیری و مقایسه میزان تجمع برخی از عناصر سنگین در پاره‌ای از آبزیان تجاری منطقه بوشهر؛ *پایان نامه کارشناسی ارشد*؛ دانشگاه تربیت مدرس؛ ۱۳۷۹؛ ۷۹ص.

[9] FAO.; Compilation of legal limits for hazardous substances in fish and fishery products. FAO Fish Circ; 1983; 464:5–100.

[10]Bernhard m.; Manual of metods in aquatic environment research, part3: sampeling and analyses of biological material.FAO Fish Tech Paper; UNEP, Rome. 1976; No.158.

[۱۱]ریاحی بختیاری ع.؛ تعیین میزان و نحوه تغیرات فلزات، سرب و کادمیوم در بافتهای مختلف برخی از گونه‌های ماهی رودخانه هراز؛ *فصل‌نامه علمی علوم دریایی*؛ جلد ۱، شمارهٔ ۱، ۱۳۸۰؛ صص.۳۷-۴۵.

Archive of SID
www.SID.ir

[12] Welz B., Melcher M.; Decomposition of marine biological tissues for determination of Arsenic, Selenium and Mercury using Hydride Generation and cold Vapor Atomic absorption spectrometries. American Chemical Society.1984.

[13] Karadede h., Oymak a.; Heavy metals in mullet, Liza abu and catfish, Silurus, triostegus, from the Atatu¨rk Dam Lake (Euphrates) Turkey. Environment International; 2004; 30:183-188.

[14] Jordao CP., Pereira MG., Bellato CR., Pereira JL., Matos AT.; Assessment of water systems for contaminants from domestic and industrial sewages. Environ Monit Assess; 2002; 79(1):75–100.

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

[16] Rao LM., Padmaja G.; Bioaccumulation of heavy metals in M. cyprinoids from the harbor waters of Visakhapatnam. Bull Pure Appl Sci; 2000; 19A (2):77–85.

[17] Watanabe KH., Desimone FW., Thiyagarajah A., Hartley WR., Hindrichs AE.; Fish tissue quality in the lower Mississippi River and health risks from fish consumption. Sci Total Environ; 2003; 302(1–3):26-109.

[18] Poorang N., Dennis H., Gourchian H.; Tissue distribution and redistribution of trace element in shrimp species with the emphasis on the role of metallothionein. Ecotoxicology; 2003; 13: 519-533.

[19] Al-Yousuf M.H., El-Shahawi M.S., Al-Ghais S.M.; Tracemetals in liver, skin and muscle of Lethrinus lentjan fish speciesin relation to body length and sex. Sci Total. Environ; 2000; 256: 87–94.

[20] Linde AR., Sanchez-Galan S., Izquierdo JI., Arribas P., Maranon E., Garcy´' a-Vazquez E.; Brown Trout as biomonitor of heavy metal pollution: effectof age on the reliability of the assessment. Ecotoxicol Environ Saf; 1998; 40:5-120.

[21] Heath A.G.; Water Pollution and Fish Physiology. CRC press, Florida, USA; 1987.

[22] Freedman B. Environmental Ecology. The impact of pollution and other stresses on ecosystem structure and function. London: Academic press; 1989.

[23] Avenant-Oldewage A., Marx HM.; Bioaccumulation of chromium, copper and iron in the organs and tissues of Clarias gariepinus in the Olifants River, Kruger National Park. Water Sanit; 2000; 26(4): 82-569.

[۲۴] اسماعیلی‌ساری ع.؛ آلاینده‌ها، بهداشت و استاندارد در محیط‌زیست؛ چاپ اول، انتشارات نقش مهر؛۱۳۸۱؛ ۷۶۹ص.

[25] McCoy C.P., Hara T.M., Bennett L.W., Boyle C.R., Lynn B.C.; Liver and kidney concentrations of zinc, copper and cadmium in channel catfish (Ictalurus punctatus): variation due to size, seasonand health status. Vet. Hum. Toxicol; 1995; 37(1): 11–15.

[26] Bruland KW., Franks RP., Mn, Ni, Cu, Zn and Cd in the Western North Atlantic. In: Wong CS., Boyle E., Bruland KW., Burton JD., Goldberg ED., editors. Trace metals in sea water. New YorkrLondon: Plenum Press, 1983:395]414.

[27] Kargin F., Erdem C.; Accumulation of copper in liver, spleen, stomach, intestine, gill and muscle of Cyprinus carpio. Doga, Turk J Zoolog; 1991; 15: 14-306.

[28] Khan AT., Weis JS., D'andrea L.; Bioaccumulation of four heavy metals in two populations of grass shrimp, Palaemonotes pugio. Bull Environ Contam Toxicol; 1989; 42:43-339.

[29] Sing SM., Ferns PN.; Accumulation of heavy metals in rainbow trout Salmo gairdneri (R.) maintained on a diet containing activated sewage sludge. J Fish Biol; 1978; 13:277– 86.

Archive of SID

www.SID.ir

[۳۰] یزدانی ل.؛ بررسی غلظت جیوه در برخی اندامهای ماهی کفال طلایی(*Liza aurata*)؛ *پایان نامه کارشناسی ارشد*؛ دانشگاه تربیت مدرس؛ ۱۳۸٤؛ ٦۱ص.

[۳۱] مظلومی س.؛ بررسی غلظت جیوه در برخی اندامهای باکلان بزرگ (*Phalacrocorax carbo*)؛ *پایان‌نامه کارشناسی ارشد*؛ دانشگاه تربیت مدرس؛ ۱۳۸۴؛۵۴ ص.

[۳۲] دبیری م.؛ آلودگی محیط زیست آب, خاک، هوا و صوت؛ انتشارات اتحاد؛ ۱۳۷۹؛٤۰۰ ص.

Archive of SID

www.SID.ir