محیط زیست طبیعی، منابع طبیعی ایران، دوره ۷۱، شماره ۱، بهار ۱۳۹۷
صفحات ۱۲۵ تا ۱۳۷

بررسی تجمع و مقایسه فلزات سنگین در بافت‌های ماهی کفال طلایی (*Liza aurata*) در دو دوره رسیدگی جنسی و استراحت جنسی

مهرنوش نوروزی[1*]، مصطفی باقری توانی[2]، شقایق قدرتی[2]، آمنه امیر جنتی[2]

۱- استادیار گروه بیولوژی دریا دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تنکابن
۲- کارشناس ارشد بوم شناسی آبزیان شیلاتی، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، تنکابن، ایران

(تاریخ دریافت ۹۴/۰۵/۱۷-تاریخ پذیرش ۹۶/۰۳/۰۷)

چکیده:

هدف از انجام این مطالعه، بررسی میزان تجمع پنج فلز سنگین سرب، کادمیوم، جیوه، آرسنیک و کروم در بافتهای عضله، کبد و آبشش ماهی کفال طلایی (*Liza aurata*)، در حوزه جنوبی دریای خزر بود. نمونه برداری از ۱۰۰ عدد ماهیان بالغ کفال، از ۱۰ ایستگاه در دو دوره رسیدگی جنسی (فصل پاییز) و استراحت جنسی (فصل بهار) انجام گردید. جهت اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین بافتهای عضله، کبد و آبشش هر یک از ماهیان تفکیک گردید. استخراج فلزات از بافتهای مورد نظر از روش هضم با استفاده از مخلوط اسید استفاده شد. تعیین غلظت بوسیله دستگاه جذب اتمی مجهز به سیستم کوره گرافیتی انجام شد. میزان جذب فلزات سنگین در بافت عضله در دوره رسیدگی جنسی به ترتیب سرب، کادمیوم، جیوه، آرسنیک و کروم با میانگین ۱/۴۰، ۰/۴۳، ۰/۱۶، ۰/۰۷ و ۰/۵۴ میکروگرم برگرم بود و در دوره استراحت جنسی به ترتیب با میانگین ۱/۹۰، ۰/۹۳، ۰/۲۴، ۰/۱۲ و ۰/۶۱ میکروگرم برگرم بود. در کل میزان جذب فلزات سنگین در دوره استراحت جنسی (As<Hg<Cr<Cd<Pb) بیشتر از دوره رسیدگی جنسی (As<Hg<Cd<Cr<Pb) بود. میزان تجمع فلزات بین سه بافت به صورت کبد> آبشش > عضله بود و این اختلاف معنی‌دار بود. طبق دادهای ثبت شده از فلزات سنگین در بافت عضله در مقایسه با حد مجاز اعلام شده توسط سازمان بهداشت جهانی و انجمن بهداشت ملی و تحقیقات پزشکی استرالیا هر پنج فلز Pb، Cd، Cr، Hg و As بالاتر از حد مجاز استاندارد جهانی بود، بنابراین مصرف این ماهی برای سلامتی انسان ضرر دارد.

کلید واژگان: فلزسنگین، تجمع زیستی، دوره جنسی، دریای خزر، کفال طلایی

*نویسنده مسئول: تلفن ۰۹۱۱۳۷۱۴۲۵۱ ایمیل: mnoroozi@toniau.ac.ir

۱. مقدمه

دریاچه خزر بزرگترین دریاچه دنیا است که در شمال ایران قرار دارد که رودخانه‌های کوچک و بزرگی به آن وارد می‌شوند. این دریاچه در معرض سطوح بالایی از آلودگی های صنعتی،کشاورزی و نفتی قرار دارد. راههای اصلی ورود فلزات سنگین به محیط زیست دریای خزر، رودخانه‌ها و فعالیت‌های انسانی می‌باشد. بسیاری از گونه‌های ماهیان مصرف کننده نهایی هرم غذایی در اکوسیستم‌های آبی هستند (Amini Ranjbar and Sotudehnia, 2005). از میان آلودگی‌های غیر آلی، فلزات سنگین بدلیل تجزیه نشدن طبیعی و تجمع در سطوح زنجیره غذایی و ایجاد اثرات بیولوژیکی زیان آور از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند. عناصری از قبیل سرب، کادمیوم، جیوه، کروم و آرسنیک که کاربرد زیستی ندارند، حتی به میزان بسیار اندک قادرند در عملکرد طبیعی بدن آبزیان اختلال ایجاد نمایند. ازآنجایی که ماهی‌ها بخش عمده‌ای از رژیم غذایی انسان را تشکیل می دهند، این فلزات سنگین می توانند از طریق تغذیه از ماهیان آلوده وارد بدن انسان گردند (Lakshamanan *et al.*, 2009). یکی از راههای ورود فلزات سنگین به بدن، زنجیره غذایی است. بسیاری از نرم‌تنان هم قادرند مقدار زیادی فلزات سنگین آب دریا را در بافت‌های نرم خود ذخیره کنند (Esmaili Sari, 2002).

از جمله مطالعاتی که جهت اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین ماهی کفال طلایی[1] سواحل جنوبی دریای خزر انجام شده است، به مطالعات Fazeli و همکاران (2005)، Amini Ranjbar و Sotudehnia(2005)، Taghavi Jelodar و همکاران (2011)، Solgi و Esfandi Sarafraz(2015) می‌توان اشاره کرد. از دیگر مطالعات بر روی خانواده کفال ماهیان در دنیا به Filazi و همکاران(2003) در بررسی تجمع فلزات سنگین ماهی کفال (*Mugil auratus*) دریای سیاه و سواحل ترکیه،Bahnasawy و همکاران (2009) در کفال ماهیان (*Mugil cephalus* و *Liza ramada*) دریاچه مانزالای مصر، Zaqoot و همکاران (2017) در کفال ماهیان (*Mugil cephalus*) دریای مدیترانه می‌توان نام برد.

پیشتر مطالعات نشان داده است که فصل و دوره تولید مثل در میزان تجمع فلزات سنگین در بافتهای مختلف بدن ماهی موثر است (Hamed, 1998; Kalay *et al.*, 1999; Ibrahim *et al.*, 1999). با اینحال اطلاعات چندانی در مورد میزان جذب فلزات سنگین ماهیان اقتصادی از جمله ماهی کفال طلایی با توجه به دوره تولید مثلی آنها در سواحل جنوبی دریای خزر وجود ندارد. این پژوهش با هدف بررسی میزان تجمع پنج فلز سنگین و سمی (سرب، کادمیوم، جیوه، کروم و آرسنیک) برای سنجش در ماهیان خوراکی است، در بافتهای عضله، کبد و آبشش ماهی کفال طلایی در دو دوره رسیدگی جنسی (فصل پاییز) و استراحت جنسی (فصل بهار) و مقایسه درصد آنها در این دو دوره انجام گرفت، و همچنین مقایسه

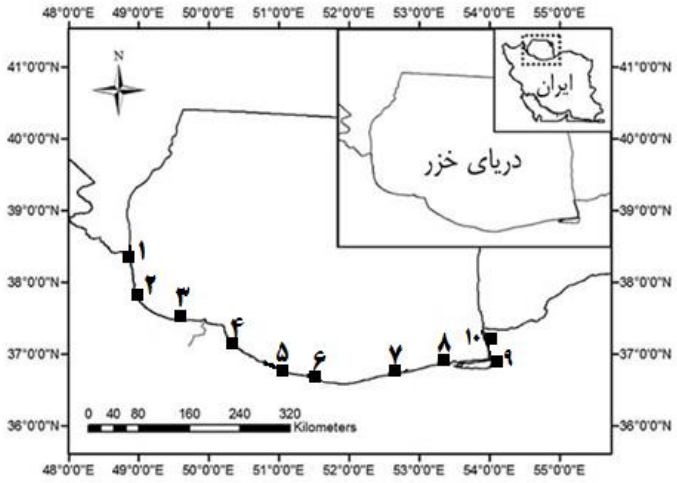
1 - *Liza aurata*

مقادیر حاصله از تجمع این فلزات سنگین با استانداردهای FDA[1],WHO[2], NHMRC[3] بود.

۲. مواد و روش‌ها

تعداد ۵۵ قطعه ماهی نر و ۴۵ قطعه ماهی ماده از مجموع ۱۰۰ قطعه ماهی کفال طلایی بالغ، در دو دوره رسیدگی جنسی (آبان ماه) و استراحت جنسی (فرودین ماه) از صید پره در ۱۰ ایستگاه در نوار ساحلی حوزه جنوبی دریای خزر از آستارا تا خواجه نفس تهیه و در درون یخ ۱:۱ به آزمایشگاه تحقیقات شیلات و بیولوژی دریا دانشگاه آزاد اسلامی واحد تنکابن منتقل شد (شکل ۱). هر ایستگاه نمونه برداری ۱۰ عدد ماهی بالغ (۵ عدد دوره استراحت جنسی و ۵ عدد دوره رسیدگی جنسی) که بیشتر ماهیان در مرحله IV و V جنسی بودند تهیه گردید. ماهیان به منظور رفع آلودگی های سطحی و پوستی با آب مقطر شستشو شدند. پس از شستشوی شاخص‌های وزن بوسیله ترازو با دقت ۲± گرم (ترازو دیجیتال مدل SE-62 DY-888، ساخت ایران) و طول کل بوسیله تخته مدرج با دقت ۱± میلیمتر اندازه گیری گردید. جهت انجام عمل هضم شیمیایی توسط ابزار اسکالپل مقدار ۱۰ گرم از هر بافت (عضله، کبد و آبشش) ماهیان توسط ترازوی دیجیتال توزین و در بالن حاوی ۵ میلی لیتر آب اکسیژنه و اسید نیتریک (۶۵ درصد) با نسبت ۱ به ۳ به مدت ۵ ساعت در دمای حداکثر ۱۴۰ C° در درون دستگاه Heater Digestقرار داده شدند. سپس محلول شفاف حاصل از هضم با کاغذ فیلتر واتمن شماره یک فیلتر گردید و سپس محلول صاف شده با آب مقطر به حجم حدود ۵ سی‌سی رسانده شد و داخل تیوپ‌های هضم، جداگانه ریخته شد (Lakshmanan *et al.*, 2009; Moopam, 1983). جهت اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین از دستگاه جذب اتمی مدل AAS4 Zeiss (Germany) مجهز به سیستم کوره گرافیتی استفاده شد. لازم به ذکر می‌باشد در زمان محاسبه میزان جذب در خط معادله استاندارد دستگاه مقدار وزن اولیه بافت منظور گردید. در این مطالعه، مقادیر فلزات بر حسب میکروگرم بر گرم وزن خشک بیان گردیده است. داده‌ها برای تجزیه وتحلیل پس از نرمال سازی، با استفاده از آزمون کولموگروف اسمیرنوف از آزمون پارامتری t مستقل (t-test) با کمک نرم افزار SPSS 20 و برای رسم نمودار نیز از نرم افزار EXCEL 2007 در سطح اطمینان ۹۵ ٪ استفاده شد.

1- Food and Drug Administration
2- World Health Organization
3- National Health and Medical Research Council



شکل ۱- نقشه ایستگاه‌های نمونه برداری از ماهی کفال طلایی در حوزه جنوبی دریای خزر

۳. نتایج

۳،۱. نتایج زیست سنجی

میانگین نتایج زیست سنجی بین ایستگاه های مختلف در دو دوره استراحت و رسیدگی جنسی در جدول ۱ نشان می‌دهد که بیشترین وزن و طول کل در دوره رسیدگی جنسی و کمترین آن در دوره استراحت جنسی دیده شد. بر اساس آزمون t-test اختلاف بین دو دوره معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$).

جدول ۱- میانگین (±انحراف معیار) نتایج زیست سنجی ماهی کفال طلایی بین دو دوره جنسی

شاخص	وزن (گرم)	طول کل (سانتی متر)
استراحت جنسی	۸۲/۱۰±۱۹۷/۰۲	۴۸/۴۵±۳/۷۸
رسیدگی جنسی	۹۳۴/۵۶±۳۳۱/۳۳	۵۰/۱۱±۵/۶۸
سطح معنی داری	*۰/۰۱۸	*۰/۰۳۰

*) نشان دهنده سطح معنی داری در سطح ۰/۰۵ اطمینان

۳،۲. نتایج تجمع فلزات سنگین بین سه بافت

نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که میزان تجمع فلز پنج سنگین در سه بافت عضله، کبد و آبشش با یکدیگر متفاوت است. بر اساس جدول ۲ میزان تجمع فلزات در بین سه بافت، به صورت کبد > آبشش > عضله بود. نتایج آزمون t-test نشان داد این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$). این نتیجه در هر دو دوره استراحت جنسی و رسیدگی جنسی مشابه بود.

۳،۳. نتایج تجمع فلزات سنگین در دوره استراحت جنسی و رسیدگی جنسی

نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که میزان جذب

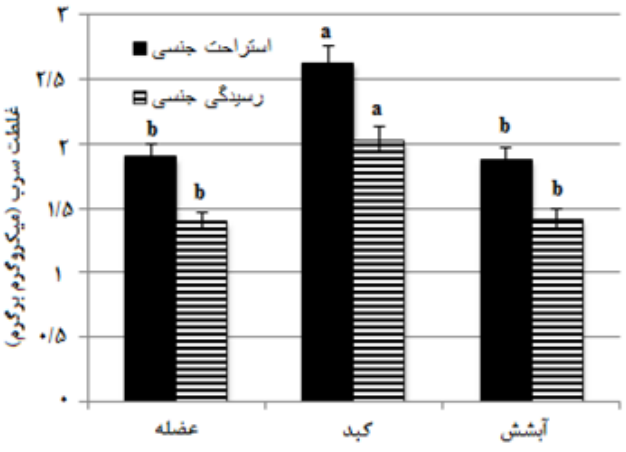
فلزات سنگین سرب، کادمیوم، جیوه، کروم و آرسنیک در بافتهای عضله، کبد و آبشش در دوره استراحت جنسی بیشتر از دوره رسیدگی جنسی بود (جدول ۲). نتایج آزمون t-test نشان داد این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$). همچنین میزان تجمع فلزات سرب، کادمیوم و جیوه بین سه بافت در دو دوره جنسی ماهی کفال طلایی بر اساس نتایج آزمون t-test (جدول ۳) باهم متفاوت بود ($p<۰/۰۵$). اما در مورد میزان تجمع فلز کروم فقط در بافت کبد در دو دوره جنسی اختلاف معنی‌دار وجود داشت ($p<۰/۰۵$). در مورد میزان تجمع فلز آرسنیک بین سه بافت در دو دوره جنسی ماهی کفال طلایی باهم تفاوت معنی‌داری دیده نشد ($p>۰/۰۵$). میزان جذب فلزات در دوره رسیدگی جنسی بصورت $As < Hg < Cd < Cr < Pb$ و در دوره استراحت جنسی بصورت $As < Hg < Cr < Cd < Pb$ بود. همانطور که شکل‌های ۲ تا ۶ نشان می‌دهد در هر دو دوره جنسی بیشترین تجمع فلزات سنگین در بافت کبد و کمترین آن در بافت عضله بود.

جدول ۲- میانگین (±انحراف معیار) تجمع فلزات سنگین(میکروگرم برگرم) بین دو دوره جنسی

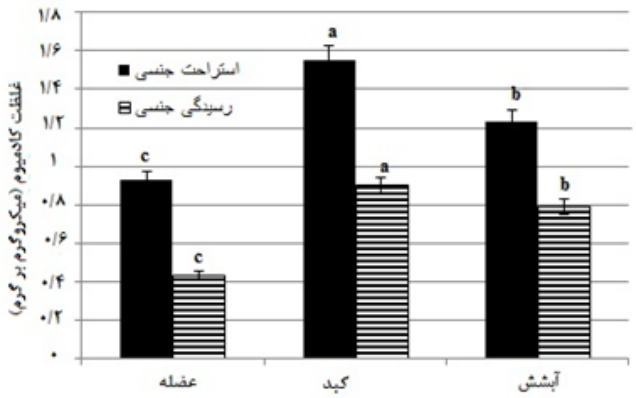
بافت	عضله		کبد		آبشش	
فلز	استراحت	رسیدگی	استراحت	رسیدگی	استراحت	رسیدگی
سرب	۱/۹۰±۰/۳۶	۱/۴۰±۰/۲۵	۲/۶۳±۰/۳۸	۲/۰۳±۰/۳۰	۱/۸۸±۰/۳۶	۱/۴۲±۰/۲۲
کادمیوم	۰/۹۳±۰/۲۳	۰/۴۳±۰/۱۸	۱/۵۵±۰/۲۹	۰/۹۰±۰/۲۱	۱/۲۳±۰/۲۴	۰/۷۹ ±۰/۱۵
جیوه	۰/۲۴ ±۰/۰۷	۰/۱۶±۰/۰۵	۰/۶۸±۰/۱۴	۰/۵۸±۰/۱۱	۰/۵۴ ±۰/۱۳	۰/۴۱±۰/۰۹
کروم	۰/۶۱±۰/۱۳	۰/۵۴±۰/۱۵	۱/۵۳±۰/۱۸	۱/۳۵±۰/۱۲	۱/۰۳±۰/۲۲	۰/۹۴ ±۰/۲۶
آرسنیک	۰/۱۲±۰/۰۴	۰/۰۷±۰/۰۳	۰/۲۸±۰/۱۱	۰/۲۱±۰/۱۰	۰/۱۹±۰/۰۷	۰/۱۳ ±۰/۰۵

جدول ۳- نتایج آزمون t-test تجمع فلزات سنگین بین دو دوره جنسی

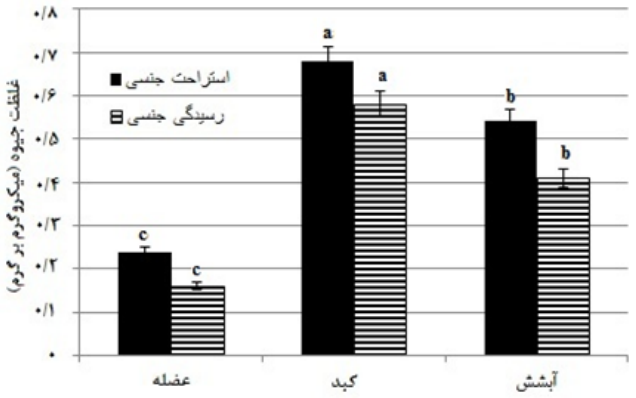
	بافت	سرب	کادمیوم	جیوه	کروم	آرسنیک
سطح معنی‌داری	عضله	۰/۰۴۰	۰/۰۴۸	۰/۰۲۴	۰/۲۷۴	۰/۳۵۴
	کبد	۰/۰۲۴	۰/۰۴۳	۰/۰۳۴	۰/۰۳۹	۰/۸۳۶
	آبشش	۰/۰۲۷	۰/۰۲۴	۰/۰۱۷	۰/۷۲۷	۰/۲۲۷



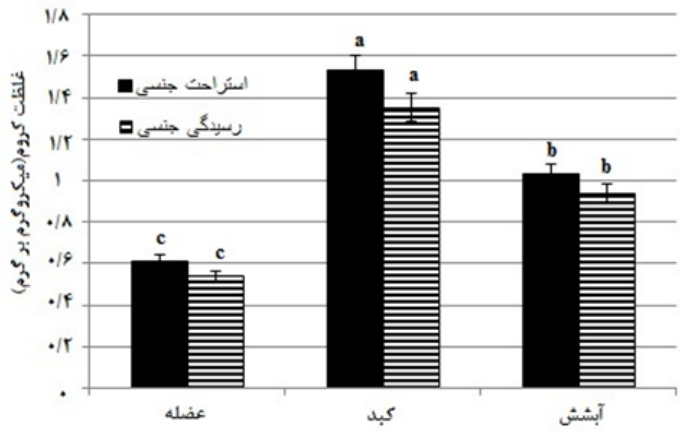
شکل۲- نمودارستونی فلز سرب بین دو دوره جنسی



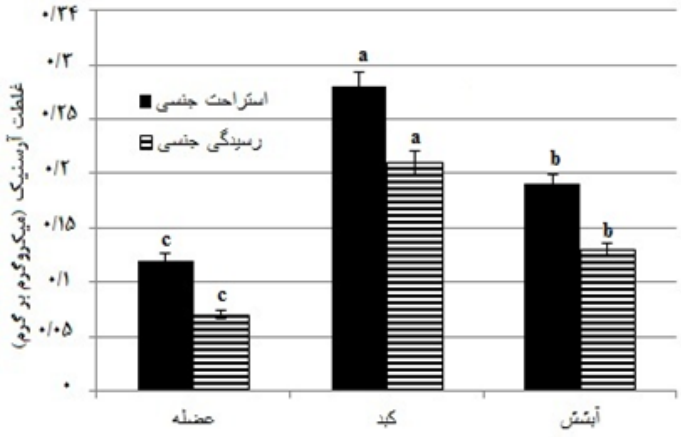
شکل۳- نمودار ستونی فلز کادمیوم بین دو دوره جنسی



شکل۴- نمودارستونی فلز جیوه بین دو دوره جنسی



شکل۵- نمودار ستونی فلز کروم بین دو دوره جنسی



شکل۶- نمودار ستونی فلز آرسنیک بین دو دوره جنسی

۴. بحث و نتیجه گیری

۱،٤. مقایسه شاخص‌های زیستی

مقایسه شاخص‌های زیستی بین دو فصل بهار (استراحت جنسی) و پاییز (رسیدگی جنسی) نشان داد، هر دو شاخص طول و وزن در فصل پاییز بالاتر از فصل بهار بود. علت افزایش وزن ماهیان در دوره رسیدگی جنسی احتمالا به علت افزایش وزن گنادهاست. براساس مطالعات ماهی کفال طلایی در فصل بهار در دوره استراحت جنسی و در فصل پاییز در دوره رسیدگی جنسی به سر می‌برد و در نزدیکی ساحل تولید مثل می‌کند (Rehbein and Oehlenschlager, 2009). تخمدان‌های ماهی در فصل پاییز پر از سلول‌های جنسی (تخمک و اسپرماتوزوئید) می‌گردد. بنابراین میانگین وزن در فصل پاییز بیشتر از فصل بهار است. زیرا در فصل بهار گنادها از سلول های جنسی کاملا تخلیه شده اند و کاهش وزن در ابتدای فصل بهار قابل توجیه می‌باشد.

۲،٤. تجمع فلزات سنگین بین سه بافت

نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که میزان تجمع فلزات سنگین سرب، کادمیوم، جیوه، کروم و آرسنیک در سه بافت ماهی کفال طلایی به صورت کبد> آبشش> عضله بود که بیشترین مقدار در بافت کبد و کمترین مقدار در بافت عضله بود. ورود آلودگی‌ها به بافت‌های ماهی معمولا از ۵ مسیر اصلی روی می‌دهد: ذرات غذایی یا غیر غذایی، آبشش‌ها، ورود آب از راه دهان و جذب از راه پوست. پس از جذب، این آلاینده‌ها از طریق رگهای خونی به مراکز ذخیره یا به کبد منتقل می‌شوند (Nussev *et al.*, 2000). جذب سطحی فلزات بوسیله سطح آبشش، اولین نشان برای آلودگی در آب است و آبشش می‌تواند نقش مهمی در نمایش سطوح کل فلزات آب داشته باشد (Varanasi and Markey, 1978). همچنین کبد به دلیل گرایش به تجمع سطوح بالای آلاینده‌های مختلف نسبت به بافتهای دیگر شاخص زیست محیطی مناسبی برای ارزیابی آلودگی آب محسوب می‌شود (Yilmaz, 2009) و برای اطمینان از سلامت مصرف ماهیان در میزان تجمع فلزات سنگین از بافت عضله استفاده می‌شود.

به طور کلی، میزان تجمع فلزات مختلف در بافت‌ها به نقش فیزیولوژیک آنها بستگی دارد. همچنین عادات رفتاری و تغذیه‌ای عامل موثر دیگری در تفاوت انباشتگی در اندام‌های مختلف بدن است (Carvalho *et al.*, 2005; Al-Yousuf *et al.*, 2000). نوع عنصر، نوع آبزی، بافت، خصوصیات فیزیولوژیک ماهی، ویژگیهای اکولوژیک و شرایط محیطی، خواص فیزیکی و شیمیایی محیط مانند سختی آب، pH، درجه حرارت، مواد مغذی و زمان رشد ماهی در تجمع فلزات در بافتهای بدن موثر است (Dixon *et al.*, 1996; Fuhrer *et al.*, 1996). علت تفاوت غلظت فلزات سنگین در بافتهای مختلف 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 دیگری تلقی شود (Canli and Atli, 2003). فلزات سنگین اندام هدف خود را بر اساس میزان فعالیت متابولیک آن انتخاب می‌کنند و این نکته، علت تجمع بیشتر فلزات در بافتهایی نظیر کبد، کلیه و آبشش‌ها را در مقایسه با بافت ماهیچه (با فعالیت متابولیک پایین) تفسیر می‌نماید (Filazi *et al.*, 2003). علت کاهش غلظت فلزات در عضله، کمتر از کبد این است که عضله مکان اولیه ذخیره این فلزات نیست، فلزات سنگین ابتدا در کبد ذخیره می‌شوند و سپس به عضله منتقل می‌گردند(Beheshti, 2011). علت اصلی این که مقدار فلزات در ماهی در عضله کمتر و در کبد بیشتر است به دلایل مختلفی از جمله چربی بالای بافت کبد، خاستگاه فیزیولوژیک و عدم تحرک بافت کبد در مقایسه با بافت عضله است (Azami *et al.*, 2012).

در مطالعه حاضر، بیشترین تجمع فلزات سنگین در بافت کبد و سپس آبشش و کمترین آن در بافت عضله بود. اندام‌های هدف، همانند کبد و آبشش‌ها، بافت های فعال متابولیکی هستند و تجمع فلزات در سطوح بالاتر در این بافت‌ها نسبت به بافت عضله، در

بسیاری از گونه‌های کفال ماهیان در مناطق مختلف گزارش شده است. مطالعه روی کفال خاکستری در شمال شرقی دریای مدیترانه (Filazi *et al.*, 2003)، ماهی کفال بیاه[1] دریاچه سد آتاتورک ترکیه(Fuhrer *et al.*, 1996)، ماهی کفال پشت سبز[2] (Askary Sary, 2010)، کفال طلایی دریای خزر(Amini Ranjbar and Sotudehnia ,2005; Fazeli *et al.*,2005; Taghavi jelodar *et al.*, 2011; Solgi and Esfandi Sarafraz, 2015; Filazi *et al.*, 2003) و سایر کفال ماهیان (Bahnasawy *et al.*, 2009) نتایج مشابه بررسی حاضر را نشان دادند.

طبق داده‌های ثبت شده و مقایسه با حد مجاز استانداردهای ذکر شده (جدول۴)، هر پنج فلز سنگین سرب، کادمیوم، جیوه، کروم و آرسنیک در ماهی کفال طلایی بالا تر از حد مجاز بود و برای سلامتی انسان ضرر دارد. آلودگی آب دریای خزر با فلزات سنگین به علت ساختار زمین شناسی منطقه یا وجود منابع آلاینده حاصل از فعالیت های انسانی نظیر تخلیه فاضلابهای شهری، صنعتی و کشاورزی از ساحل به دریا، تردد قایق های صیادی، تفریحی و تجاری و همچنین ورود مواد آلی و معدنی از سواحل شمالی به سمت سواحل جنوبی دریای خزر باشد. این تجمع زیاد عناصر سنگین، به طور قطع آلودگی بالای آب دریای خزر را نسبت به عناصر فوق بوضوح نشان می‌دهد. از آنجاییکه انباشت کادمیوم و جیوه در بدن انسان می‌تواند موجب اختلال در سیستم عصبی و ناکارآمدی کلیه‌ها شود و غلظت بالای سرب نیز می تواند موجب کم خونی و تجمع آرسنیک می‌تواند خطر ابتلاء به انواع سرطانها را به همراه داشته باشد. همچنین فلز کروم نیز مشکلات تنفسی، پایین آمدن مقاومت بدن در برابر بیماری‌ها، عقیم شدن و تشکیل تومور را موجب شده، که باید به اهمیت آلودگی به فلزات سنگین در این ماهیان توجه نمود.

جدول۴- مقایسه غلظت فلزات سنگین (میکروگرم برگرم) در بافت عضله ماهی کفال طلایی با سایرین

منابع	Pb	Cd	Hg	As	Cr
WHO (WHO, 1996)	۰/۴	۰/۲	۰/۱	۰/۲	۰/۱
U.K (MAFF, 1995)	۱/۵	۰/۰۵	۰/۰۵	-	-
NHMRC (Tuzen, 2009)	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۵	-	-
Amini Ranjbar and Sotudehnia, 2005	۰/۳۲۱	۲/۳۳۷	-	-	-
Fazeli *et al.*, 2005	۳/۰۱	-	-	-	-
Pazooki *et al.*, 2009	-	۰/۲۸۲	-	-	۰/۶۰۷
Taghavi jelodar *et al.*, 2011	۱/۵	۰/۳۵	-	-	۰/۷۴
Solgi and Esfandi Sarafraz, 2015	۰/۰۷۲	۰/۶۷	-	-	-
مطالعه حاضر	۱/۴۰-۱/۹۰	۰/۴۳-۰/۹۳	۰/۱۶-۰/۲۴	۰/۰۷-۰/۱۲	۰/۵۴-۰/۶۱

1 - *Liza abu*

2 - *Liza dussumieri*

۳،٤. نتایج تجمع فلزات سنگین در دوره استراحت جنسی و رسیدگی جنسی

بر اساس پژوهش حاضر، میزان جذب فلزات سنگین در بافتهای مورد بررسی در فصل بهار مرحله استراحت جنسی بیشتر از فصل پاییز دوره رسیدگی جنسی بود (جدول ۲). ماهی کفال طلایی در فصل پاییز تخمریزی می‌کند و از ذخایر بدن (چربی و پروتئین) برای تشکیل تولیدات جنسی مصرف می‌کند و در این زمان به جهت وضعیت فیزیولوژیکی بدن، غذای کمی مصرف می‌نماید(Rehbein and Oehlenschlager, 2009). مجددا در فصل بهار بعد از گذراندن دوره تولید مثل به علت شروع تغذیه فعال، هنگامی که گناد غیر فعال است چربی در بدن ماهی ذخیره می شود. باید توجه داشت که بسیاری از فلزات از راه مواد غذایی خورده شده وارد بدن ماهی می‌شوند (Nussey *et al.*, 2000). به نظر می‌رسد کمتر بودن نرخ تغذیه در دوران تولید مثل در فصل پاییز، عامل اصلی کاهش تجمع فلزات سنگین نسبت به بهار باشد. به علاوه، وضعیت فیزیولوژیک ماهی می‌تواند بر انباشت زیستی هر فلز موثر باشد(Kotze *et al.*, 1999).

علت اصلی این که مقدار فلزات در بافت عضله در فصل استراحت جنسی بیشتر از رسیدگی جنسی است به دلایل مختلفی از جمله تحرک بیشتر ماهیان در فصل استراحت جنسی به علت تغذیه فعال، وجود و نفوذ بیشتر فلزات سنگین در فصل بهار که دمای آب بالاتر است و تمایل به جذب بیشتر این ترکیبات در فصل استراحت جنسی و تمایل موجود رنده برای انتقال آن برای انتقال آن به کبد برای کاهش سمیت است. مشابه این نتیجه پیشتر بر روی سایر پرندگان آبزی توسط Azami و همکاران (2012) گزارش شده است.

از طرف دیگر مقدار انباشت زیستی یک فلز تحت تاثیر عوامل محیطی، زیستی و ژنتیکی منجر به تفاوت در انباشت زیستی فلز بین افراد مختلف، نوع بافتها، فصل‌ها و مناطق می‌شود (Sadeghi Rad *et al.*, 2005).Obasohan و Eguavoen (2008)در مطالعه بر روی ماهی آب شیرین *Erpetoichthys calabaricus*گزارش کردند میزان تجمع فلزات منگنز، کادمیوم، نیکل و سرب در بدن ماهی از الگوی فصلی این فلزات در آب پیروی می‌کند. این نشان می‌دهد که نسبت نزدیکی بین غلظت فلزات در آب و بدن ماهی وجود دارد. مشابه پژوهش فوق Nasehi و همکاران (2013) نیز در بررسی تجمع فلزات سنگین در ماهی کپور رودخانه ارس دریافتند، غلظت فلزات سنگین در ۴ فصل الگوی یکسانی در بافت ماهیان ندارد و کاهش بارندگی در فصل تابستان را موجب افزایش جذب فلزات توسط ماهی اعلام کردند.

Bahnasawy و همکاران (2009) طی مطالعه جذب دو فلز سرب و کادمیوم در فصول مختلف سال در دو گونه ماهی کفال بیشترین تجمع را در تابستان و کمترین آن در زمستان گزارش کردند. دلیل آن را بالا رفتن دمای آب در فصل گرم و افزایش فعالیت و تهویه در ماهی و در نهایت افزایش درجه حرارت موجب کاهش اکسیژن خون و افزایش میزان غلظت فلزات می‌گردد (Grobler, 1988). اعضای خانواده کفال ماهیان به طور گسترده‌ای در آبهای گرمسیری و نیمه

گرمسیری پراکنده اند با توجه به گرم شدن آب دریای خزر در فصل بهار میزان دما و شوری در محدوده فیزیولوژی این ماهی بوده به دلیل شرایط مناسب محیطی و زیستی رشد ماهی بیشتر شده است (Helfman *et al.*, 1997). افزایش میزان سوخت و ساز، ماهی را وادار به افزایش فراوانی تغذیه می‌کند که می‌تواند باعث ورود بسیاری از فلزات از راه تغذیه باشد (Nussey *et al.*, 2000). در نهایت باید اعلام داشت که فصل، تولید مثل، شرایط محیطی، دسترسی به غذا از عوامل مهم در افزایش میزان غلظت فلزات در زمان استراحت جنسی در ماهی کفال می‌باشد.

۴,۴. نتیجه‌گیری نهایی

نتایج تحقیق و پژوهش کنونی نشان می‌دهد که عواملی نظیر فصل، چرخه تولید مثلی و تغذیه ماهی بر روی میزان تجمع فلزات سنگین و سمی (Pb, Cd, Hg, Cr, As) تاثیرگذارند. آلودگی‌های موجود در دریای خزر طی فصول متفاوت بر روند تجمع فلزات سنگین و سمی در ماهی کفال طلایی موثر هستند. همچنین تجمع فلزات سنگین در بافت‌های مختلف ماهی کفال طلایی به صورت کبد>آبشش> عضله است و میزان آن بالاتر از حد مجاز استانداردهای بین المللی است. از آنجاییکه ماهیان جز لاینفک سبد غذایی مردم می‌باشند و بافت عضله ماهی مهمترین بخش خوراکی است که می‌تواند به طور مستقیم بر روی سلامتی انسان اثر گذار باشد، با توجه به روند آلودگی منابع آبی کشور به خصوص سواحل جنوبی دریای خزر که یکی از قطب‌های اصلی کشاورزی و گردشگری کشور می‌باشد ضروری است که هرساله آبزیان مصرفی و به خصوص ماهیان دریایی مورد سنجش و پایش جهت میزان جذب فلزات و سموم قرار گیرند تا هم سلامت مصرف‌کنندگان تضمین گردد و همچنین روند افزایش یا کاهش آلودگی مورد ارزیابی قرار گیرد.

References

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. Science of the Total Environment. 256, 87-94.

Amini Ranjbar, G.H., Sotudehnia, F., 2005. Investigation of heavy metals accumulation in muscle tissue of (*Mugil auratus*) in relation to standard length, weight, age and sex. Iranian Scientific Fisheries Journal. 14, 1-18. (In Persian).

Askary Sary, A., 2010. The study of Heavy metals (Pb, Hg and Cd) in (*Barbus grypus*) and (*Liza abu*) in Karoon and Karkheh rivers. Scientific and Research Journal of Marine Biology. 4, 95-107. (In Persian).

Azami, J., Esmaili-Sari, A., Bahramifar, N., 2012. Determination of Mercury Concentration in Different Tissues of Coot (*Fulica atra*), Mallard (*Anas platyrhynchos*) and Great Cormorant (*Phalacrocorax carbo*). Iranian Journal of Health and Environment. 4(4), 471-481. (In Persian).

Bahnasawy, M., Khidr, A.A., Dheina, N., 2009. Seasonal Variations of Heavy Metals Concentrations in Mullet, (*Mugil cephalus*) and (*Liza ramada*) (Mugilidae) from Lake Manzala, Egypt. Journal of Applied Sciences Research. 5(7), 845-852.

Beheshti, M., 2011. Comparative study of concentration of heavy metals (Cu, Fe, Zn, Mn) in muscle, liver and gill organ of fish (*Liza abu*) in the Karoon and Karkheh rivers in Khuzestan Province." M.Sc. Thesis. Islamic Azad University, Science and Research, Ahvaz. (In Persian).

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

Dixon, H., Gil, A., Gubala, C., Lasorsa, B., Crecelius, E., Curtis, L.R., 1996. Heavy metal accumulation in sediment and fresh water fish in U.S. Arctic lakes. Environmental Toxicology and Chemistry. 16 (4), 733.

Esmaili Sari, A., 2002. Pollution health and environmental standards. University Press, Tarbiat Modares, 767 p.

Fazeli, M.S., Abtahi, B., Sabbagh kashani, A., 2005. Assessing Pb, Ni and Zn accumulation in the tissues of (*Liza aurata*) in the south Caspian Sea. Iranian Scientific Fisheries Journal. 14, 65-78.

Filazi, A., Baskaya, R., Kum, C., 2003. Metal concentration in tissues of the Black Sea fish (*Mugil auratus*) from Sinop-Icliman, Turkey. Human Experiment Toxic. 22, 85-87

Fuhrer, G.J, Stuart, D. J., Mckenzie, W., Rinella, J. F., Cranwford, J.K., Skach, K.A., Hornlorger, M.I., 1996.

Spatial and temporal distribution of trace elements in water, sediment and aquatic biota. U.S. Geological Survey, Portland, 190 p.

Grobler, E., 1988. Die Effek van Atrasien, Sink en Yster op die Hematogie en Suurst of verbruik van (*Tilapia sparmanii*) (Cichlidae). MSc. Thesis. Rand Afrikaans University, South Africa.

Hamed, M., 1998. Distribution of trace metals in the River Nile Ecosystem, Damietta branch between Mansoura city and Damietta Province. Egyptian German Society of Zoology. 27(A), 399-415.

Helfman, G.S., Collette, B.B., Facey, D.E., 1997. The Diversity of Fishes. Blackwell Science, 528 p.

Ibrahim, A., Bahnasawy, M., Mansy, S., Elfayomy R., 1999. Heavy metal accumulation in water, sediment and some fishes in Lake Manzala, Egypt. Egyptian German Society of Zoology. 29(B), 43-58.

Kalay, M., Ay, O., Canli, M., 1999. Heavy metal concentrations in fish tissues from the northeast Mediterranean Sea. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. 63, 673-681.

Kotze, P.J., Du Preez H.H., Vuren van, J.H.J., 1999. Bioaccumulation of copper and zinc in (*Oreochromis mossamicus*) and (*Clarias gariepinus*), from the Olifants River, Mpumalanga, South Africa. Water SA-Pretoria. 25, 99-110

Lakshmanan, R., Kesavan, K., Vijayanand, P., Rajaram, V., Rajagopal, S., 2009. Heavy metals accumulation in five commercially important fishes of Parangipettai, southeast coast of India. Advance Journal of Food Science and Technology. 1, pp. 63-65.

MAFF., 1995. Monitoring and surveillance of nonradioactive contaminants in the aquatic environment and activities regulating the disposal of wastes at sea, 1993. Aquatic Environment Monitoring Report. No. 44. Directorate of Fisheries Research, Lowestoft.

Moopam., 1983. Manual of oceanographic observation and pollution analysis. Regional organization for the protection of marine environment (ROPME).

Nasehi, F., Monavari, M., Naderi, Gh., Vaezi, M. A., Madani, F., 2013. Investigation of heavy metals accumulation in the sediment and body of carp fish in Aras River. Iranian Journal of Fisheries Sciences. 12(2), 398-410.

Nussey, G., Vuren van, J.H.J., Dupreez, H.H., 2000. Bioaccumulation of chromium, manganese, nickel and lead in the tissues of the (*Labeo umbratus*) from Witbank dam, Mpumalanga. Water SA 26, 269-284.

Obasohan, E.E., Eguavoen, O.I., 2008. Seasonal variations of bioaccumulation of heavy metals in a freshwater fish (*Erpetoichthys calabaricus*) from Ogba River, Benin city, Nigeria. Indian Journal of Animal Research. 42(3), 171-179.

Pazooki, J., Abtahi, B., Rezaei, F., 2009. Determination of Heavy Metals (Cd, Cr) in the Muscle and Skin of (*Liza aurata*) from the Caspian Sea (Bandar Anzali). Environmental Science. 7(1), 21 -32

Rehbein, H., Oehlenschlager, J., 2009. Fishery products quality, safety and authenticity. John Wiley and Sons Publishing, pp. 4-10.

Sadeghi Rad, M., Amini Ranjbar, Gh., Arshad, A., Joshiedeh, H., 2005. Assessing heavy metal content of muscle tissue and caviar of (*Acipenser persicus*) and (*Aciperser stellatus*) in southern Caspian Sea. Iranian Scientific Fisheries Journal. 3, 79-100 (In Persian).

Taghavi jelodar, H., Sharifzadeh Baei, M., Najafpour, Sh., Fazli, H., 2011. The comparison of heavy metals concentrations in different organs of (*Liza aurata*) inhibiting in southern parts of Caspian Sea. World Applied Science Journal. 14, 96-100.

Tuzen, M., 2009. Toxic and essential trace elemental contents in fish species from the Black Sea, Turkey. Food and Chemical Toxicology. 47 (9), 2302-2307.

Solgi, E., Esfandi Sarafraz, J., 2015. Determination of lead and cadmium in the edible tissue of (*Liza aurata*) in Bandar Anzali coast: Accumulation and risk consumption. Journal of Aquatic Ecology. 5 (1), 43-34.

WHO (World Health Organization). 1996. Health criteria other supporting information. In: Guidelines for Drinking Water Quality, 2nd ed. 2, pp. 31-388.

Yilmaz, F., 2009. The comparison of heavy metal concentrations (Cd, Cu, Mn, Pb, and Zn) in tissues of three economically important fish (*Anguilla anguilla*, *Mugil cephalus* and *Oreochromis niloticus*) inhabiting Köycegiz Lake-Mugla (Turkey). Turkish Journal of Science and Technology. 4, 7-15.

Varanasi, U., Markey, D., 1978. Uptake and release of lead and cadmium in skin and mucus of Coho Salmon. Comparative Biochemistry and Physiology. 60, 187-192.

Zaqoot, H., A, Aish, A.M., Wafi, H.N. 2017. Baseline Concentration of Heavy Metals in Fish Collected from Gaza Fishing Harbor in the Mediterranean Sea along Gaza Coast, Palestine. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 17, 101-109.