

بررسی مقایسه‌ای میزان تجمع زیستی فلزات سنگین (نیکل، کادمیوم و سرب) در بافت نرم و پوسته میگو در مزارع پرورش میگوی استان بوشهر

سیدمحمد رضا فاطمی^۱

علی ماشینچیان^۲

محمد افشار نسب^۳

هانیه صدرالساداتی^{۴*}

Hanieh_sadr@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۲/۱۴

تاریخ دریافت: ۸۹/۰۸/۲۵

چکیده

زمینه و هدف: در بررسی های انجام شده به منظور سنجش فلزات سنگین (نیکل، کادمیوم و سرب) در بافت های عضله و پوسته میگو که در آبان ماه سال ۱۳۸۸ در مزارع پرورش میگوی استان بوشهر صورت گرفت.

روش بررسی: بافت عضله و پوسته نمونه های صید شده تفکیک و در دستگاه آون خشک شده و سپس پس از پودر شدن، توسط اسید هضم و به حجم رسیده شده و جهت سنجش میزان فلزات در بافت های مذکور از دستگاه جذب اتمی با شعله استفاده گردید.

یافته ها: میانگین نتایج در عضله و پوسته برای کادمیوم ۰/۲ ، ۰/۵ ، سرب ۱/۹۲ ، ۴/۸۲ ، و نیکل ۱/۴ ، ۵/۵ میلی گرم بر کیلو گرم وزن تر بدست آمد. مقایسه نتایج فوق با استانداردهای جهانی نظیر سازمان بهداشت جهانی، وزارت کشاورزی شیلات و غذای انگلستان، انجمن بهداشت ملی و تحقیقات پزشکی استرالیا و اتحادیه اروپا نشان داد که غلظت این فلزات پایین تر از حد مجاز می باشد. از طرفی رابطه خطی معکوس بین میزان تجمع این سه فلز با گذشت زمان در بافت پوسته نشان داده شد. همچنین بین میزان تجمع فلز کادمیوم در بافت عضله با گذشت زمان رابطه خطی معکوس مشاهده شد. اما بین میزان تجمع فلزات سرب و نیکل در بافت عضله با گذشت زمان رابطه خطی مستقیم دیده شد. به علاوه بین میزان تجمع فلزات کادمیوم و سرب در بافت عضله با گذشت زمان رابطه معنی داری بدست آمد. همچنین بین میزان تجمع فلز کادمیوم در پوسته نیز با گذشت زمان رابطه معنی داری بدست آمد.

واژه های کلیدی: استان بوشهر، مزارع پرورش میگو، تجمع زیستی، میگو، نیکل، کادمیوم، سرب.

۱- استادیار دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

۲- استادیار دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

۳- دانشیار موسسه تحقیقات علوم شیلاتی، ایران.

۴* - (مسئول مکاتبات): دانشجوی کارشناسی ارشد زیست شناسی دریا، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

A Comparative Study of Heavy Metals (Ni, Cd, Pb) Bioaccumulation in Soft Tissue and Shell of Shrimp in Shrimp Farms of Bushehr Province

Mohammadreza Fatemi¹

Ali Mashinchyan²

Mohammad Afsharnasab³

Hanieh Sadrsadaty^{4*}

Hanieh_sadr@yahoo.com

Abstract

Background and Objective: The main objective of this research was to study three heavy metals (nickel, cadmium and lead) in the shrimp's muscle tissue and shell. This research was conducted in shrimp farms of Bushehr Province in 2009.

Method: Muscle tissues and the shells of the collected samples were separated, dried in oven and after grinding were digested in acid until they reached the volume, and then flame atomic absorption spectroscopy was used to assess the level of metals in the tissues and shells.

Findings: The findings of this study show an average of 0.2 and 0.5 milligram per kilo (wet weight) of cadmium in tissue and shell; 1.92 and 4.82 milligram per kilogram (wet weight) of lead; and 1.4 and 5.5 milligram per kilogram (wet weight) of nickel in tissue and shell respectively. A comparison of the results with the international standards of the World Health Organization, British Ministry of Agriculture, Fishing and Food and Australian National Medical, Health and Research Association and that of the European Union shows that the concentration of these metals is below the permitted level. Meanwhile, the results show a reverse linear relationship between the accumulation of the three metals in shell texture and the passage of time. Also there is a reverse linear relationship between accumulation of cadmium in the muscle tissue and the passage of time. But a direct linear relationship was observed between accumulation of lead and nickel in the muscle tissue and the passage of time. Moreover, a significant relationship was found between accumulation of cadmium and lead in the muscle tissue and the passage of time. Also a significant relationship was found between accumulation of cadmium in the shell and the passage of time.

Keywords: Bushehr Province, shrimp farming, bioaccumulation, shrimp, nickel, cadmium, lead.

1- Assistant Professor, Department of Science and Technology Marine, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

2- Assistant Professor, Department of Science and Technology Marine, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

3- Associate Professor, Iranian Fisheries Research Institute, Tehran, Iran.

4- M.Sc. in Sea Biology, Department of Science and Technology Marine, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.* (Corresponding Author)

مقدمه

بیش از یک هزار سال است که از قدمت پرورش آبریان در جهان و به خصوص کشورهای خاور دور می‌گذرد. در گذشته‌های دور، تولید آبریان در حد یک حرفه‌ی کوچک و به‌طور عمده جهت مصرف شخصی یا مصرف جوامع کوچک دیگر صورت می‌گرفت. اما در نتیجه رشد روز افزون جمعیت جهان و به موازات آن، افزایش میزان نیاز به پروتئین در سراسر جهان، به خصوص با کشف عوارض منفی ناشی از مصرف پروتئین‌های حیوانی قرمز، وجود قابلیت بالای منابع آبی جهت تأمین این نیاز با بهره برداری بیشتر از آبریان، اجتناب ناپذیر گردید (۱).

در ابتدا آبریان مورد نیاز بازارهای مصرف، فقط از طریق صید از منابع طبیعی تأمین می‌گردید، تا اینکه به دلیل افزایش هزینه‌های صید و یا صید بیش از حد و نابودی بسیاری از ذخایر در نتیجه‌ی آلودگی محیط زیست آبریان، تمایل به آبرزی پروری و تأمین تقاضای بازارهای مصرف از طریق پرورش مصنوعی افزایش یافت.

در این راستا در سال‌های اخیر، صنعت پرورش میگو یکی از عمده‌ترین صنایع تعدادی از کشورهای آسیایی گردیده است. این امر از میزان بالای تولید سالانه‌ی آن‌ها و ارزآوری کلان و سود مناسبتی که این پیشه برای کشورهای تولید کننده دارد، مشخص می‌گردد. تولید جهانی میگوی پرورشی علی‌رغم مشکلاتی که برای آن پیش آمد، مانند بیماری‌های ویروسی و نوسانات قیمت جهانی، طی سال‌های اخیر روند صعودی داشته‌است و با توجه به گزارش سایت فانو از ۸۵۴,۲۱۴ تن در سال ۱۹۹۵ با افزایش ۱۴۸ درصدی به ۲,۱۱۶,۲۲۱ تن در سال ۲۰۰۵ رسیده است (۲).

این صنعت نیز مانند دیگر صنایع وابسته به دریا ممکن است تحت تأثیر آلودگی‌های ناشی از دریا قرار گرفته و مشکلات و مسایلی برای آن به وجود آید.

اگرچه برخی از آلودگی‌های وارد شده به منابع آبی به تدریج قابل بازگشت به حالت اولیه و خارج شدن از چرخه‌ی آلودگی می‌باشند و اکوسیستم را به مخاطره می‌اندازند، ولی حیات انسان‌های مصرف کننده از این منابع آبی را مورد تهدید جدی قرار نمی‌دهند، اما در این میان آلودگی‌هایی وجود دارند که نه تنها از چرخه آلودگی خارج نمی‌شوند بلکه به تدریج افزایش یافته و می‌توانند حیات انسان‌ها را نیز با خطر جدی رو به رو سازند. از جمله این آلودگی‌ها فلزات سنگین هستند. در کل اگر فلزات سنگین به بیش از حد مجاز در محیط برسند، اثرات سمیت فراوان دارند (۳).

فلزات سنگین به دلیل برخورداری از خاصیت تجمع پذیری، در بافت‌های مختلف و عدم تجزیه پذیری و نیز مقاومت در برابر تغییرات بیولوژیکی پس از ورود به محیط قادرند در چرخه‌حیات به حرکت چرخه‌ای خود ادامه داده و به تدریج در بافت‌های چرب و نیز در م‌صرف کنندگان تکامل یافته، ذخیره‌گردند و از این راه موجب بروز خطرات عدیده سمی، حاد و مزمن و حتی اثرات سوء ژنتیکی شوند (۱).

فلزات سنگین اثرات مختلفی مانند کاهش رشد، تغییر رفتار، تغییرات ژنتیکی و مرگ و میری آبریان را باعث می‌شوند. این‌گونه رفتار سبب زوال زیستی

آبریان می‌گردد. نابودی یا کاهش گونه‌ای خاص سبب تغییر در اکوسیستم آب گشته و توازن آن‌ها را به هم می‌زند (۱).

با توجه به آنچه بیان گردید دلیل انتخاب این سه فلز به‌عنوان آلوده کننده به طور خلاصه عبارت است از:

سرب و کادمیوم جز آلاینده‌های مهمی هستند که در سنجش آلودگی به فلزات سنگین همیشه در الویت قرار دارند. در عین حال به خاطر اثرات سمی شدید و منابع فراوان ورود این آلاینده‌ها به طبیعت و نیز نیمه عمر طولانی این فلزات هم‌چنان‌که اشاره شد از مهم‌ترین آلاینده‌های فلزی محسوب می‌شوند.

نیکل نیز جز شاخص‌های مهم آلودگی نفتی به حساب می‌آید، بنابراین می‌توان آلودگی نفتی منطقه را براساس میزان سنجش این فلز مورد بررسی قرار داد.

خلیج فارس یکی از مهم‌ترین مناطق تولید نفت و گاز در جهان می‌باشد. وجود ذخایر عظیم موجب توسعه‌ی فعالیت‌های مربوط و وابسته به نفت مانند اکتشاف، حفاری و استخراج، پالایش، خطوط انتقال نفت در بستر دریا، بارگیری و حمل و نقل توسط نفت‌کش‌های غول پیکر و نظایر آن در مناطق ساحلی فلات قاره و همچنین توسعه مناطق ساحلی و جزایر شده است، که عوامل مذکور هر کدام به طور بالقوه منبع آلوده کننده بوده و در شرایط کنونی همواره موجب افزایش بار آلودگی منابع آب خلیج فارس و محیط زیست دریایی شده‌اند، تا جایی که خلیج فارس امروزه یکی از آلوده‌ترین دریاهای محسوب می‌شود (۳). از این نظر حیات آبریان به شدت مورد تهدید قرار می‌گیرد به خصوص این که خلیج فارس یکی از منابع مهم تأمین پروتئین منطقه و جهان به شمار می‌رود و وجود گونه‌های متعدد ماهیان و جانوران دریایی، مورد استفاده توسط انسان به ویژگی‌های منحصر به فرد این منطقه می‌افزاید (۳).

در این تحقیق تلاش شده تا با اندازه‌گیری میزان تجمع فلزات نیکل، کادمیوم و سرب در میگوی سفید غربی (*Litopenaeus vannamei*) در مزارع پرورش میگوی استان بوشهر که در مجاورت خلیج فارس قرار دارد، میزان آلوده بودن این نوع میگو به فلزات سنگین بررسی شود، با توجه به این که میگو در رژیم غذایی انسان‌ها جایگاه ویژه‌ای دارد، لذا نتایج این تحقیق می‌تواند راه‌کارهایی را در جهت استفاده مناسب‌تر از این ذخیره ارزشمند دریایی ارائه نماید.

روش بررسی

پس از بررسی‌ها و شناسایی‌های اولیه منطقه بندرریگ در استان بوشهر، ابتدا سه استخر پرورش میگو که در آن میگوها در سه دوره سنی ۶۰، ۸۰ و ۱۰۲ روزه بودند، انتخاب گردید. سپس از هر استخر سه تکرار (در هر تکرار ۵ عدد میگو) و در مجموع تعداد ۱۳۵ عدد میگو با نام علمی *Litopenaeus vannamei* در آبان ماه سال ۱۳۸۸ توسط تور سالیکی برداشت گردید.

هر ۵ عدد میگو در کیسه فریز کاملاً تمیز قرار گرفته و در یخ‌دان محتوی یخ چیده شدند. سپس نمونه‌ها به آزمایشگاه انتقال داده شد. در مرحله اول زیست

محلول بدست آمده را از کاغذ صافی عبور داده و در بالن ژوژه به حجم می‌رسانیم. جهت تعیین میزان غلظت فلزات سنگین از دستگاه جذب اتمی شعله‌ای مدل specterAA200، آزمایشگاه شیمی مجتمع آزمایشگاهی واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی تهران استفاده گردید. نتایج بدست آمده، با استفاده از نرم افزار SPSS مورد ارزیابی آماری قرار گرفت. در ابتدا داده‌ها با استفاده از آزمون Kolmogorov Smirnov مورد آزمایش نرمال بودن قرار گرفتند. جهت مقایسه میانگین‌ها در ارتباط با نتایج بدست آمده از آزمون آنالیز واریانس One Way Anova، آنالیز آماری انجام شد تا درجه صحت و معنی‌دار بودن تعیین شود. همچنین از آنالیز رگرسیون برای بدست آمدن همبستگی و ارتباط بین غلظت این فلزات در بافت‌ها نسبت به زمان مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها

سنجی اولیه شامل اندازه‌گیری وزن، طول کل و طول کاراپاس انجام شد سپس نمونه‌ها با آب مقطر شستشو شدند تا ذرات خارجی جذب کننده فلزات از سطح بدن برطرف گردد. به منظور اندازه‌گیری میزان غلظت فلزات سنگین تمام نمونه‌های عضله و پوسته جدا شده و درون پتری دیش قرار داده شدند (۴) نمونه‌های بدست آمده به آون منتقل شده و در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت نگهداری شدند (مدت ۲۴ ساعت). ۵ میگو در هر تکرار با یکدیگر ادغام شدند و سپس برای هضم نمونه‌ها از اسید نیتریک غلیظ استفاده گردید که روش استاندارد بکار رفته برای هضم از کتاب MOOPAM است. با استناد به دستورالعمل این کتاب برای نمونه‌های بیولوژیکی از اسید نیتریک استفاده می‌گردد. یک گرم از بافت مورد نظر را پس از بود کردن توسط هاون چینی برداشته و به آن ۶ سی سی اسید نیتریک اضافه کرده و آن را روی هیتر قرار داده و به مدت ۳-۴ ساعت حرارت داده تا محلول شفاف بدست آید (۴).

جدول ۱- نتایج میزان غلظت فلزات سنگین در پوسته میگو بر اساس تیمارهای مکانی و زمانی در مجتمع پرورش میگوی سایت بندرریگ

در سال ۱۳۸۸ می‌باشد. (بر اساس میلی‌گرم بر کیلو گرم وزن خشک)

Table 1- Results of concentration level of heavy metals in shrimp shell on the basis of local and timetreatment in the Rig Port Shrimp Farm in 2009 (Milligram/dry weight)

فلزات	۶۰			میانگین	۸۰			میانگین	۱۰۲			
	تکرار ۱	تکرار ۲	تکرار ۳		تکرار ۱	تکرار ۲	تکرار ۳		تکرار ۱	تکرار ۲	تکرار ۳	
استخر ۱	Cd	۳/۱۹۴	۱/۷۹۲	۱/۵۱۷	۰/۷۲±۲/۱۶۷	۲/۲۳	۱/۹	۱/۶	۱/۸۷۵	۱/۲۲۵	۱/۱۵	۱/۴۱۶±۰/۳
	Ni	۷/۶۱۶	۵/۸۳۶	۴/۲۸۵	۱/۳±۵/۹۱۲	-	۲۹/۳۸	-	۲۹/۳۷۵	۱۱/۵۳	۱۲/۱	۰/۶±۱۱/۳۳۳
	Pb	۵۵/۹	۲۴/۳۶	۷/۴۴	۲۰/۰۸±۲۹/۳۳	۱۴/۳	۱۲/۲۵	۱/۲۵	۵/۷±۹/۲۵	۱۷/۲۵	۱۶/۳	۰/۵±۱۷
استخر ۲	Cd	۱/۸۶۱	۲	۲/۹۹۹	۰/۵±۲/۲۸۶	۱/۹	۲/۳	۲/۵۵	۰/۲±۲/۲۵	۱/۱۷۵	۱/۳۵	۰/۱±۱/۳۵۸
	Ni	۶/۱۸۷	۵/۸۳۳	۱۰/۳۷	۲/۰۶±۷/۴۶۴	-	۲۵	-	۲۵	۱۲/۹	۱۱/۸۳	۰/۷±۱۲/۸۰۸
	Pb	۱۹/۶۲	۱۶/۲۵	۲۶/۶	۴/۳±۲۰/۸۲	۱/۲۵	۱۵	۲۳	۸/۹±۱۳/۰۸۳	۱۷/۷۵	۱۶/۸	۰/۴±۱۷/۴۱۶
استخر ۳	Cd	۲/۲۷۲	۲/۸۱۷	۳/۲۰۹	۰/۳±۲/۷۶۶	۲/۴	۲/۵۵	۲/۱	۰/۱±۲/۳۵	۱/۳۵	۱/۴۲۵	۰/۰۷±۱/۴۲۷
	Ni	۸/۱۸۹	۸/۰۴۳	۸/۸۳۷	۰/۳±۸/۳۵۳	-	-	۴۹/۸	۴۹/۷۷۵	۱۴/۷۸	۱۵/۲	۲/۱±۱۶/۴۷۴
	Pb	۱۵/۶۷	۱۳/۳۲	۱۳/۵۸	۱/۰۶±۱۴/۱۹	۱۷/۸	۶/۷۵	۱۳	۴/۵±۱۳/۵	۱۹/۲۵	۱۸/۳	۲/۷±۱۶/۸۴۷

جدول ۲- نتایج میزان غلظت فلزات سنگین در عضله میگو بر اساس تیمارهای مکانی و زمانی (بر اساس میلی‌گرم بر کیلو گرم وزن خشک)

Table 2- Results of concentration level of heavy metals in shrimp tissue on the basis of local and timetreatment (Milligram/dry weight)

فلزات	۶۰			میانگین	۸۰			میانگین	۱۰۲			
	تکرار ۱	تکرار ۲	تکرار ۳		تکرار ۱	تکرار ۲	تکرار ۳		تکرار ۱	تکرار ۲	تکرار ۳	
استخر ۱	Cd	۰/۵	۰/۴۷۵	۰/۶۵	۰/۰۷±۰/۵۴۱	۱/۲۲۵	۱/۲۲۵	۱/۳۵	۰/۵۲۵	۰/۴۲۵	-	۰/۰۶±۰/۴۳۳
	Ni	۱/۸۷۵	۱/۷۲۵	۱/۷	۰/۰۸±۱/۷۶۶	۴/۷۵	۴/۷۵	-	۴/۷۵	۸/۲۵	۸/۸۸	۱/۰۹±۸/۳۷۵
	Pb	۱۱	۸/۵	۲/۲۵	۳/۶±۷/۳۵	۵	۵/۷۵	۲/۷۵	۱/۲±۴/۵	۶/۷۵	۷	۰/۷±۷/۴۱۶
استخر ۲	Cd	۰/۸۵	۰/۸۷۵	۲/۱۲۵	۰/۵±۱/۲۸۳	۱/۴۲۵	۱/۵۵	۱/۴	۰/۰۶±۱/۴۵۸	۰/۵	۰/۴۵	۰/۰۵±۰/۵۰۸
	Ni	۱/۶۲۵	۲/۳۵	۲/۱۷۵	۰/۳±۲/۰۵	۴/۸۷۵	-	-	۴/۸۷۵	۹/۲۵	۱۱/۵۳	۱/۰۸±۱۰/۷۸۳
	Pb	۲/۷۵	۴/۲۵	۴/۷۵	۰/۸±۳/۹۱۶	۴/۷۵	۷/۵	۷/۷۵	۱/۳±۶/۶۶۶	۸/۵	۹/۷۵	۰/۶±۹/۴۱۶
استخر ۳	Cd	۱	۰/۹۷۵	۱/۱	۰/۱±۱/۰۲۵	۱/۴۲۵	۱/۳	۱/۶	۰/۱±۱/۴۵۸	۰/۶۵	۰/۵۵	۰/۰۵±۰/۶۱۶
	Ni	۲/۹۵	۳/۳۵	۳/۴۲۵	۰/۲±۲/۲۴۱	-	۷/۳۲۵	۷/۹۷۵	۰/۳±۷/۶۵	۱۲/۳۳	۱۲/۸۵	۰/۹±۱۳/۲۱۶
	Pb	۲	۱/۵	۲/۷۵	۰/۵±۲/۰۸۳	۱۱/۷۵	۷/۵	۷/۲۵	۲/۰۶±۸/۸۳	۱۱/۲۵	۷/۲۵	۱/۶±۹/۰۸۳

در این مطالعه آزمون ضریب همبستگی پیرسون بین غلظت فلز کادمیوم در پوسته با عامل زمان رابطه منفی معنی‌دار را نشان داد ($P < 0/05$). بین میزان تجمع فلز نیکل در بافت پوسته با گذشت زمان ضریب همبستگی پیرسون گویای وجود رابطه مثبت می‌باشد اما معنی‌دار نیست. همچنین بین میزان تجمع فلز سرب در بافت پوسته با گذشت زمان ضریب همبستگی پیرسون گویای وجود رابطه منفی می‌باشد و معنی‌دار نیست.

نتایج تحقیق حاضر با نتایج تحقیق عباس اسماعیلی ساری و همکاران در سال ۱۳۸۰ که غلظت چهار فلز نیکل، کادمیوم، سرب و روی را بر روی چهار گونه آبرزی که سه گونه آن ماهی و یک گونه میگو بود مطابقت دارد. غلظت این چهار فلز در میگو کم‌تر از سه گونه دیگر بود (۱).

به‌علاوه تحقیقات L. Tron-mayen و همکاران در سال ۱۹۹۵ نشان داد غلظت شش فلز نیکل، کادمیوم، آهن، روی، منگنز و مس بر روی بافت‌های مختلف میگوی کالیفرنیا، بیش‌ترین غلظت مربوط به فلز کادمیوم می‌باشد که در هیاتوپانکراس جذب شده بود. این نتیجه با نتایج بدست آمده در تحقیق حاضر که پایین بودن غلظت فلز کادمیوم در عضله و تجمع این فلز در هیاتوپانکراس را نشان می‌دهد، مطابقت دارد (۱).

همچنین در تحقیقی که توسط مریم پایدار و همکارانش در سال ۱۳۸۱ بر روی شاه میگوی آب شیرین تالاب انزلی صورت گرفته است، مشخص گردید که میزان تجمع فلزات سنگین نیکل، سرب، وانادیوم، روی و کروم در بافت پوسته بیش‌تر از عضله است. میانگین کل فلز سرب در عضله $3/07 \text{ ppm}$ و در پوسته $9/91 \text{ ppm}$ ، میانگین کل فلز نیکل در عضله $4/17 \text{ ppm}$ و در پوسته $7/33 \text{ ppm}$ می‌باشد. این پژوهش با تحقیق انجام شده در این پایان نامه در زمینه بالا بودن تجمع فلزات در پوسته نسبت به عضله مطابقت دارد (۷).

نیز در تحقیقاتی که Paez-Osuna و همکاران در سال ۱۹۹۵ بر روی بافت میگوی کالیفرنیا انجام دادند غلظت شش فلز نیکل، کادمیوم، آهن، روی، منگنز و مس اندازه‌گیری شد و نتایج حاصل نشان داد که بیش‌ترین غلظت مربوط به کادمیوم، آهن و روی است که در هیاتوپانکراس جذب شده بودند. این نتیجه با نتایج بدست آمده در تحقیق حاضر که نشان داد غلظت فلز کادمیوم در عضله کم است و تجمع این فلز در هیاتوپانکراس زیاد است، مطابقت دارد (۸).

نتایج حاصل از آنالیز همبستگی میزان تجمع فلزات سنگین در بافت عضله و پوسته با عامل گذشت زمان در مطالعه حاضر بیان‌گر این مطلب است که باید آزمایش‌ها و بررسی‌های بیش‌تری در خصوص نحوه جذب (برقراری پیوند فلز با پروتئین بافت‌های مختلف) یا عدم جذب فلزات سنگین در بافت‌ها انجام گیرد. به‌طور مثال روند کاهشی میزان کادمیوم در بافت عضله می‌تواند مربوط به این مطلب باشد که این فلز بیش‌تر در هیاتوپانکراس تجمع دارد و میزان تجمع آن در بافت عضله خیلی کم است و بالا بودن غلظت دو فلز سرب و نیکل در عضله نسبت به کادمیوم نشان دهنده تجمع زیاد این دو فلز در بافت عضله است (۱).

براساس نتایج بدست آمده از مطالعه حاضر، میزان غلظت عناصر سرب، کادمیوم و نیکل در بافت پوسته بیش‌تر از عضله است و این امر می‌تواند ناشی

میانگین نتایج عضله و پوسته برای فلز کادمیوم $0/2$ ، $0/5$ ، برای فلز سرب $1/92$ ، $4/82$ و برای فلز نیکل $5/5$ میلی‌گرم بر کیلو گرم وزن تر بدست آمد. میزان این سه فلز در بافت پوسته بیش‌تر از بافت عضله بود.

نتایج حاصل از بررسی‌های آماری، حاکی از پایین بودن میزان این فلزات در بافت عضله میگو در مقایسه با استانداردهای (UK) MAFF, NHMRC, WHO, EU می‌باشد (۵). البته در مورد فلز نیکل، غلظت آن کمی از استاندارد بالاتر است. نتایج حاصل از آنالیز همبستگی مبین وجود رابطه منفی معنی‌دار (در سطح $0/05$) بین میزان تجمع فلز کادمیوم در پوسته نسبت به زمان وجود دارد. در مورد دو فلز دیگر رابطه معنی‌دار دیده نشد. همچنین در عضله بین میزان تجمع فلز کادمیوم رابطه منفی و معنی‌دار (در سطح $0/05$) نسبت به زمان وجود دارد. اما در مورد فلز سرب رابطه مثبت و معنی‌دار (در سطح $0/05$) نسبت به زمان وجود دارد.

بحث و نتیجه گیری

نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که میانگین غلظت فلزات سنگین در دو بافت میگو با یکدیگر متفاوت است. طبق نتایج حاصل از آزمون t برای دو بافت عضله و پوسته اختلاف معنی‌دار برای سه فلز نیکل، کادمیوم و سرب مشاهده نگردید.

غلظت این سه فلز در پوسته بیش‌تر از عضله بدست آمد و در بافت عضله غلظت سرب بیش‌تر از دو فلز دیگر بود. اما غلظت آن از حد استاندارد پایین‌تر است. بالا بودن غلظت سرب نسبت به دو فلز دیگر در بافت عضله می‌تواند ناشی از تمایل این فلز به تجمع در بافت‌های پرتحرک آبرزیان باشد. گزارشات محققین دیگر نشان داده است که در تمام گونه‌های ماهیان و سایر آبرزیان عضله، حاوی کم‌ترین مقدار کادمیوم نسبت به سایر بافت‌ها است (۱).

بطور کلی تفاوت غلظت فلزات سنگین در بافت‌های گوناگون آبرزیان می‌تواند ناشی از تفاوت نیازهای اکولوژیک و فعالیت‌های متابولیک در آبرزیان باشد (۶). غلظت فلز نیکل در بافت عضله میگو در این تحقیق $1/4$ میلی‌گرم بر کیلو گرم وزن تر بوده است که تنها $0/4$ بیش‌تر از استاندارد است. مقدار غلظت فلز نیکل در این تحقیق با نتایج حاصل از بررسی‌های مشابه کمی بیش‌تر گزارش گردید (۷).

میزان فلز کادمیوم در تحقیق حاضر در بافت عضله نسبت به استانداردها کم‌تر بود. میزان بدست آمده برای عنصر کادمیوم کم‌تر از نتایج مطالعات پیشین گزارش گردید (۷).

مطالعه غلظت فلز سرب در بافت عضله میزان غلظت این فلز را پایین‌تر از استانداردهای جهانی نشان داد.

در مطالعه حاضر آزمون ضریب همبستگی پیرسون بین غلظت فلز کادمیوم در عضله با عامل زمان رابطه منفی معنی‌دار در سطح ($P < 0/05$) را نشان داد. همچنین بین میزان تجمع فلز نیکل در بافت عضله با گذشت زمان ضریب همبستگی پیرسون گویای وجود رابطه مثبت است اما معنی‌دار نیست. همچنین بین میزان تجمع فلز سرب در بافت عضله با گذشت زمان ضریب همبستگی پیرسون گویای وجود رابطه مثبت معنی‌دار می‌باشد.

بنابه آن چه در بالا اشاره گردید و با توجه به اهمیت میگو در میان سایر آبزیان در تغذیه انسان، میگوهای این منطقه از سلامت کافی برخوردار بوده و لذا استفاده از آنها با آرامش و اطمینان کافی صورت می گیرد.

از این امر باشد که گاهی اوقات فلزات سنگین می توانند جایگزین برخی عناصر در بدن موجود شوند. مثلا از آن جا که پوسته میگو دارای کلسیم است و این فلزات می توانند جایگزین فلز کلسیم در بافت موجود شوند، شاید این موضوع توجیهی بر این مطلب باشد (۱).

جدول ۳: مقایسه میانگین غلظت فلزات نیکل، کادمیوم و سرب با استانداردهای جهانی (بر حسب میلی گرم بر کیلوگرم وزن تر)^۱

Table 3- Comparison of average concentration of nickel, cadmium and lead with international standards (Milligram/wet weight)

Ni	Pb	Cd	استانداردها و میگو
۵/۰ -۱	۲	۱	WHO
-	۵/۱	۰.۵/۰	NHMRC
-	۲	۲/۰	MAFF(UK)
-	۵/۰	۵/۰	EU
۴/۱	۹۲/۱	۲/۰	عضله
۵/۵	۸۲/۴	۵/۰	پوسته

منابع

- 6- Canli, M. and Atli, G. 2003. The relationship between heavy metal (Cd,Cr,Cu,Fe,Pb,Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species, Vol. 121, pp.129-136. Environment Pollution.
- 7- پایدار، مریم و همکاران. سنجش میزان عناصر سنگین در شاه میگوی آب شیرین تالاب انزلی. مجله علمی شیلات ایران. سال دوازدهم؛ شماره ۲: صفحه ۱-۱۴.
- 8- Paez-Osuna. F, L. Tron-Mayen.1995. Distribution of heavy metals in tissues of the shrimp *Penaeus californiensis* from the northwest coast of Mexico. Vol. 55, pp 209-215. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology.
- 1- جلالی جعفری، بهیار و همکاران. مسمومیت ماهیان در اثر فلزات سنگین آب و اهمیت آن در بهداشت عمومی، چاپ اول، تهران، مان کتاب، ۱۳۸۶. ۳۴۰ص.
- 2- <http://www.FAO.ORG>
- 3- صمدیار، حسن. تهیه مدل انتقال آلاینده ها در خلیج فارس (خور موسی) ناشی از فعالیت پتروشیمی بندر امام. کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، ۱۳۸۴؛ ۳۰۴ صفحه.
- 4- Manual of oceanographic observations and pollutant analyses methods (MOOPAM). ROPME, Kuwait, 1999.
- 5- امینی رنجبر، غلامرضا و فریبا ستوده نیا. تجمع فلزات سنگین در بافت عضله کفال طلائی دریای خزر در ارتباط با برخی مشخصات بیومتریکی (طول استاندارد، وزن، سن و جنسیت). مجله علمی شیلات ایران. سال چهاردهم؛ شماره ۳: صفحه ۱-۱۷.

۱- با توجه به اینکه غلظت های محاسبه شده در عضلات بر حسب غلظت در وزن خشک عضله می باشد، در صورتی که عضله میگوی مصرفی به صورت تازه و حاوی حداقل ۷۰ درصد آب می باشد، لذا غلظت ها بر حسب غلظت در وزن تر مجددا محاسبه گردیده که برای این منظور از فرمول زیر استفاده شد: $\left(1 - \frac{\text{درصد آب}}{100}\right) \times \text{غلظت بر حسب وزن خشک} = \text{غلظت بر حسب میلی گرم بر کیلوگرم وزن تر}$