DOI: 10.22034/vj.2017.107682.1206
شماره ۱۱۷ زمستان ۱۳۹۶
تحقیقات دامپزشکی و فرآورده‌های بیولوژیک

بررسی مقادیر فلزات آهن، سرب و کروم در عضله میگوی سفید هندی *(Fenneropenaeus indicus)* جاسک و تنگه هرمز

• **امین غلامحسینی**
بخش آبزیان دانشکده دامپزشکی دانشگاه شیراز، شیراز
• **پریا اکبری (نویسنده مسئول)**
گروه شیلات دانشکده علوم دریایی دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، چابهار
• **محسن علی**
بخش آبزیان دانشکده دامپزشکی دانشگاه شیراز، شیراز
• **سیاووش سلطانیان**
بخش آبزیان دانشکده دامپزشکی دانشگاه شیراز، شیراز
• **وحیده تقدسی**
مرکز تحقیقات پاتوبیولوژی مولکولی شیراز، پاتوبیولوژی دکتر دانشبد، شیراز، ایران
• **محمد سعید فریدونی**
بخش آبزیان دانشکده دامپزشکی دانشگاه شیراز، شیراز

تاریخ دریافت: ۰۱-۰۷-۱۳۹۵ تاریخ پذیرش:۲۴-۱۲-۱۳۹۵

Email: paria.akbary@gmail.com

چکیده

فلزات سنگین به‌راحتی می‌توانند باعث آلودگی زیست محیطی آبزیان به‌خصوص میگوها شوند که یکی از ارزشمندترین منابع در زنجیره غذایی انسان‌ها محسوب می‌شوند. هدف از این مطالعه، بررسی غلظت فلزات سنگین (آهن، سرب و کروم) بافت عضله میگوی هندی (*Fenneropenaeus indicus*) در جاسک و تنگه هرمز و مقایسه آن‌ها با استانداردهای جهانی می‌باشد. تعداد ۶۰ نمونه میگوی هندی از صید روزانه صیادان جاسک و تنگه هرمز در آبان ماه ۱۳۹۴ تهیه شدند. پس از شست و شو، بافت خوراکی میگو جداسازی و در آون در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۷۴ ساعت خشک گردید. و پس از انجام عملیات هضم اسیدی، غلظت فلزات سنگین نمونه‌ها به‌وسیله دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین غلظت فلزات آهن و سرب و کروم بافت عضله میگو در جاسک و تنگه هرمز وجود داشت ($P<0/05$). بیشترین غلظت کروم و سرب به‌ترتیب ۰/۰۷ ± ۰/۸۲ و ۰/۰۸ ± ۰/۱۴ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک در جاسک و بیشترین غلظت آهن (۰/۴۵ ± ۶/۲۹ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک) در تنگه هرمز مشاهده شد. نتیجه این بررسی نشان داد که غلظت فلزات سنگین آهن، کروم و سرب (به استثنای کروم در جاسک) در عضله میگو از استانداردهای گزارش شده توسط سازمان بهداشت جهانی (WHO) کمتر بوده و نگران کننده نمی‌باشد. هر چند میانگین غلظت کروم در عضله میگوی بندر جاسک از حداکثر مجاز برای مصارف انسانی بالاتر بوده و نیاز به بررسی و حساسیت بیشتری دارد.

کلمات کلیدی: فلزات سنگین، میگوی هندی، خلیج فارس، آلودگی زیست‌محیطی

● Veterinary Researches & Biological Products No 117 pp: 241-247

A Study on Levels of Heavy Metals (Fe, Pb and Cr) in Muscle of *Fenneropenaeus indicus* in Jask and Strait of Hormuz

By: Gholamhosseini, A., Aquatic Animal Health Unit, School of Veterinary Medicine, Shirazu University, Shiraz, Iran. Akbari, P., (Corresponding Author) Chabahar Maritime University, Deparment of Marine Sciences, Fisheries groups. Ali, M., Aquatic Animal Health Unit, School of Veterinary Medicine, Shirazu University, Shiraz, Iran; Soltanian, S., Aquatic Animal Health Unit, School of Veterinary Medicine, Shirazu University, Shiraz, Iran. Taghdesi. V., Shiraz Molecular Pathology Research Center, Dr. Daneshbod Pathobiology Laboratory, Shiraz, Iran. and Fereidouni, M.S., Aquatic Animal Health Unit, School of Veterinary Medicine, Shirazu University, Shiraz, Iran.

Email: paria.akbary@gmail.com

Received: 2016-09-22 **Accepted: 2017-03-14**

Heavy metals can easily contaminate aquatic animals especially shrimps, which are one of the most valuable resources in the food chain of humans. The aim of this study was to evaluate the concentration of heavy metals (Fe, Cr and Pb) in the muscle tissue of *Fenneropenaeus indicus* in Jask and Strait of Hormuz and compare them with global standards. Thirty samples of *Fenneropenaeus indicus* were obtained in October 2015 from daily hunting of fishermen in Jask and Strait of Hormuz. Then the muscle tissues were washed and dried in oven at 65 °C for 74 hours. Following acid digestion, the measurement of heavy metals concentration was performed by Atomic absorption spectrometry. Results showed that there was a significant difference between Cr, Fe and Pb concentrations in shrimp muscle in Jask and Strait of Hormuz ($P<0.05$). The highest concentration of Cr (0.82± 0.07 mg/kg dry weight) and Pb (0.14± 0.08 mg/kg dry weigh) were observed in Jask and the highest concentration of Fe (6.29± 0.45 mg/kg dry weight) was observed in Strait of Hormuz. The results of this investigation showed that the concentration of heavy metals including Fe, Cr and Pb (except Cr metal in Jask) in the shrimp muscle were less than the amounts reported by WHO and so they were not risky for health. However, the concentration of Cr in shrimp muscle was more than the recommended consumption limit for the humans, and it needs to be controlled cautiously.

Key words: Heavy metals, *Fenneropenaeus indicus*, Persian Gulf, Environmental pollution

مقدمه

فلزات سنگین از مهم‌ترین آلاینده‌های محیط زیست می‌باشند که از طریق مناطق ساحلی و رودخانه‌ها وارد دریا و از طریق زنجیره غذایی در بدن آبزیان تجمع می‌یابند (۱۳). این در حالی است که امروزه بیش از بیش توجه افکار عمومی، مسئولان بهداشتی و رسانه‌های ارتباط جمعی به مسئله مسمومیت غذایی معطوف شده است. این امر به دلیل افزایش شمار بیماری‌هایی با منشاء غذایی است (۸). اگرچه برخی از عناصر ضروری برای زندگی و انجام فرآیندهای متابولیسمی مورد نیاز است، اما اگر بیش از حد جذب شوند می‌توانند سمی باشند (۲۰). یکی از اساسی‌ترین مسائل در ارتباط با فلزات سنگین عدم تجزیه شدن آن‌ها در بدن می‌باشد. فلزات سنگین پس از ورود به بدن دیگر از بدن دفع نشده بلکه در بافت‌هایی مثل چربی، عضلات، استخوان‌ها و مفاصل رسوب کرده و انباشته می‌شوند که همین امر موجب بروز بیماری‌ها و عوارض متعددی می‌شود (۶). از جمله فلزات سنگین می‌توان به کروم اشاره نمود که مسمومیت با کروم منجر به ایجاد درماتیت پوستی و تحریک غشای مخاطی می‌شود (۱۹). مسمومیت با سرب به عنوان متداول‌ترین شکل مسمومیت در سراسر جهان تلقی می‌شود، سرب از طریق هوا، غذا و آب وارد بدن می‌شود (۱۶). سرب با بسیاری از ترکیبات هورمونی بدن از جمله آنزیم‌ها و پروتئین‌ها اتصال برقرار نموده و موجب وقفه در فعالیت آنزیم‌ها و اختلال در سنتز پروتئین‌ها می‌گردد و از عوامل موثر وقوع سرطان در انسان شناخته شده است (۱۷). از جمله ضایعات مسمومیت با سرب، می‌توان به مرگ ناگهانی علائم عصبی، گنگی، کوری، انقباضات غیر ارادی و ناگهانی عضلات، کم‌خونی، خونریزی‌های نقطه‌ای در غده تیموس، تورم معده و روده، خونریزی اپی‌کارد و آندوکار قلب و دژنرسانس کلیه و کبد اشاره نمود (۵).

بیش از ۹۰ درصد آهن بدن به‌صورت متصل به پروتئین‌ها وجود دارد. مهم‌ترین این پروتئین‌ها هموگلوبین، ترانسفرین و فرتینین می‌باشند. در میان آنزیم‌هایی که حاوی آهن بوده و یا توسط آن فعال می‌شوند، می‌توان به کاتلاز، پراکسیداز، فنیل آلانین، هیدوکسی لاز و بسیاری از آنزیم‌های دیگر شامل آنزیم‌های چرخه اسید تری کربوکسیلیک اشاره

کرد. مصرف بلند مدت آهن می‌تواند منجر به ناراحتی‌های تغذیه‌ای، کاهش رشد و کمبود فسفر شود. وجود آهن اضافی در خون انسان باعث ایجاد رسوباتی می‌شود که رگ‌های خونی را مسدود می‌کند (۴، ۱۶).

از این رو با توجه به این‌که میگو از ارزش غذایی و تجاری نسبتا بالایی برخوردار است، لزوم بررسی میزان فلزات سنگین و آگاهی از مقدار آن‌ها به‌منظور کاهش مخاطرات ناشی از مصرف این آبزی ارزشمند ضروری است. از جمله تحقیقات انجام شده در این خصوص می‌توان به مطالعه موحد و همکاران (۱۱) بر روی میگوهای سفید (*Litopenaus vannamei*) دریایی و پرورشی آب‌های سواحل استان بوشهر اشاره نمود که نشان دادند اختلاف معنی‌داری بین میزان تجمع فلزات سنگین سرب، کادمیوم، روی، مس و جیوه در دو گروه مورد بررسی وجود ندارد. از تحقیقات دیگر در این زمینه می‌توان به پژوهش جوزف و استیراستاواک (۹) اشاره کرد که به تعیین بار فلزات سنگین (روی، مس، کروم، سرب، نیکل و کادمیوم) در میگوی *Penaeus indicus* ساکن خور اینور در مادرس پرداختند. هم‌چنین، ویو و یانگ (۲۱) غلظت فلزات سنگین (سرب، کبالت، کادمیوم، کروم، مس، آهن، منگنز و روی) را در بافت‌های عضله، پوسته و کبد میگوی سفید (*Litopenaus vannamei*) پرورشی و دریایی تعیین کردند.

با توجه به تعداد اندک مطالعه‌های انجام شده بر روی میگوی سفید هندی، پژوهش حاضر به اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین آهن، کروم و سرب در میگوی سفید هندی با نام علمی *Fenneropenaeus indicus* که یکی از گونه‌های مهم در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان (در جاسک و تنگه هرمز) است، و همچنین مقایسه آن با مقادیر استاندارد سازمان بهداشت جهانی پرداخته است.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق، نمونه‌های میگوی سفید هندی مورد نیاز از صید روزانه صیادان جاسک و تنگه هرمز (شکل ۱) در آبان‌ماه ۱۳۹۴ تهیه شدند. نمونه‌گیری به‌صورت تصادفی از بین میگوهای صید شده و آماده عرضه به بازار صورت گرفت. در این تحقیق، از ۳۰ میگو با سایز یکسان (۱/۱۲± ۵/۵۶ سانتی متر) با وزن تقریبی ۱۶ گرم برای هر منطقه استفاده شد. سپس نمونه‌ها بعد از شست وشو، در داخل کیسه‌های فریزری کاملا تمیز قرار گرفت به‌طوری‌که با محیط خارج در تماس نباشند. سپس، با دقت و به‌صورت مرتب در داخل جعبه‌های یونولیت حاوی یخ پودر شده (به‌صورت لایه‌های متناوبی از یخ و میگو به نسبت سه به یک) قرار داده شد و به آزمایشگاه مرکزی دانشکده دامپزشکی شیراز انتقال یافت و تا قبل از مراحل آزمایشگاهی در دمای ۲۰ – درجه سانتی‌گراد قرار داده شد.

قبل از کالبد شکافی و آماده‌سازی، نمونه‌ها به‌مدت تقریبی ۱۲ ساعت در یخچال (دمای چهار درجه سانتی‌گراد) قرار داده شدند تا رفع انجماد شوند (۱۸). سپس نمونه‌ها با آب مقطر سرد شست و شو داده شد تا پوشش لزج و ذرات خارجی جذب کننده فلزات از سطح بدن آن‌ها دفع شوند. آن‌گاه نوار گوارشی در سطح پشتی و نوار عصبی در سطح شکمی از بافت عضله و بعد از آن مقدار پنج گرم از بافت عضله هریک از نمونه‌ها با چاقو پلاستیکی جدا و وزن دقیق هر نمونه محاسبه شد و بعد از آن درون بطری‌های پلی اتیلنی ۵۰ میلی‌لیتری قرار گرفت و به هریک ۳۰ میلی‌لیتر اسید نیتریک غلیظ (ساخت شرکت کیمیا پارس، ایران) اضافه شد. سپس در بطری‌ها به‌خوبی بسته شد و نمونه‌ها به‌منظور هضم

شکل ۱- موقعیت تقریبی محل‌های نمونه‌برداری میگوی سفید هندی

سریع‌تر به‌مدت یک ساعت در داخل آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. پس از خروج نمونه‌ها از آون، اجازه داده شد تا نمونه‌ها در دمای اتاق سرد شوند و در مرحله بعد سوسپانسیون‌های ایجاد شده با استفاده از کاغذ صافی (واتمن شماره ۴۲) صاف و حجم محلول با افزودن آب دو بار تقطیر به ۴۰ میلی‌لیتر رسیده و تا زمان اندازه‌گیری در بطری‌ها نگهداری شد (۳). در نهایت، غلظت عناصر در هر یک از نمونه‌ها با استفاده از دستگاه جذب اتمی مدل PG instrument PG-۹۹۰ تعیین شد و از محلول استاندارد شرکت آلدریچ آمریکا برای هر عنصر استفاده شد و هر نمونه سه بار قرائت شد و میانگین آن ثبت گردید (۷). حد تشخیص دستگاه برای آهن ۰/۲ تا۱۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم، کروم ۰/۵ تا۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم و سرب ۰/۳ تا ۲۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. و غلظت‌های مورد استفاده در کالیبراسیون در جدول ۱ آورده شده است.

آنالیز آماری

داده‌ها با آزمون کالموگروف اسمیرنوف نرمال سنجی شدند پس از آن مقایسه میانگین فلزات سنگین (آهن، سرب و کروم) جاسک و تنگه هرمز با آزمون t- test مستقل و مقایسه میانگین فلزات سنگین با معیار استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO) با آزمون One- Sample t- test با استفاده از نرم افزار SPSS-۱۶ مورد آنالیز قرار گرفتند. وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد (P<۰/۰۵) تعیین گردید. در رسم نمودارها و جدول‌ها از نرم‌افزارExcel-۲۰۰۷ استفاده شد.

مدل آماری برای آنالیز آماری داده ها و اجزای آن عبارت بودند از:

$Yij = \mu + Ti + eij$

اجزای مدل عبارتند از:

Yij= مقدار هر مشاهده

μ= اثر میانگین

و Ti= اثر i امین تیمار

eij= اثرات باقی‌مانده

نتایج

میانگین غلظت فلزات سنگین آهن، کروم و سرب در بافت عضله خوراکی میگوی سفید هندی جاسک و تنگه هرمز و در جدول ۲ آورده شده است. بین میانگین غلظت فلز کروم عضله میگوی جاسک و تنگه هرمز اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (P=۰/۰۲). بیشترین میزان فلزات کروم در عضله میگوی سفید هندی جاسک مشاهده شد. در حالی‌که بیشترین میزان عنصر آهن در عضله میگوی تنگه هرمز مشاهده شد و اختلاف معنی‌داری با آن‌چه که در عضله میگوی جاسک بود نشان داد (P=۰). میانگین عنصر سرب عضله میگوی جاسک بیشتر از میانگین سرب در عضله میگوی تنگه هرمز بود (R2=۰/۰۲) .P و حد تشخیص هریک از فلزات در جدول ۳ آورده شده است.

بحث

فلزات سنگین در اندام‌های خاصی از بدن که معمولا از شدت فعالیت‌های متابولیکی بالاتری برخوردار است، بیش از سایر اندام‌ها تجمع می‌یابند، اما از آن جایی‌که در میگوها، عضلات بخش شکمی نقش مهمی در تغذیه انسان دارند، لزوم بررسی غلظت آلاینده‌ها و اطمینان از سالم بودن این قسمت از میگو حائز اهمیت می‌باشد (۱۱، ۱۲).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین غلظت فلزات سنگین تجمع یافته در عضله میگوی سفید هندی با مطالعات انجام شده بر روی گونه‌های میگوی خلیج فارس و استاندارد سازمان بهداشت جهانی در جدول ۴ نشان داده است که میانگین فلزات سنگین تحت بررسی (به استثنای کروم در عضله میگوی جاسک) کمتر از حد مجاز بودند.

در پژوهش حاضر، فلز آهن و سرب به ترتیب بیشترین و کمترین غلظت را در میگوهای تحت بررسی جاسک و تنگه هرمز نشان داد. هرچند مقادیر آهن در بافت خوراکی میگوی تنگه هرمز بالاتر از میزان آن در بافت خوراکی میگوی بندر جاسک بود، اما در مقایسه با میگوهایی مانند ببری سبز (۱۴) و میگوی پاسفید (۱۴) و میگوی سفید هندی بندر ماهشهر (۱۲) کمتر بود. دلیل این تفاوت‌ها در غلظت عنصر آهن احتمالا می‌تواند به منطقه زیست نمونه‌ها، اندازه، سن، جنسیت، گونه مورد

جدول ۱- غلظت مورد استفاده در کالیبراسیون

سرب		کروم		آهن	
غلظت (میلی گرم بر کیلوگرم)	OD	غلظت (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	OD	غلظت (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	OD
۰/۳۷۵	۰/۰۱۲	۱/۵	۰/۰۳	۰/۵	۰/۰۱۱
۰/۵	۰/۰۱۸	۳	۰/۰۵۶	۱	۰/۰۲۵
۰/۷۵	۰/۰۲۵	۶	۰/۱۰۵	۲	۰/۰۴۹
۱/۲۵	۰/۰۴۶	۱۲	۰/۲۱۴	۵	۰/۱۲۷
		۱۸	۰/۳۲۶	۸	۰/۲۵۲

جدول ۲- مقایسه میانگین غلظت فلزات سنگین تجمع یافته در بافت خوراکی میگوی سفید هندی جاسک (۳۰ نمونه) و تنگه هرمز (۳۰ نمونه)

سرب		کروم		آهن	
غلظت (میلی گرم بر کیلوگرم)	OD	(غلظت (میلی‌گرم بر کیلوگرم	OD	غلظت (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	OD
۰/۳۷۵	۰/۰۱۲	۱/۵	۰/۰۳	۰/۵	۰/۰۱۱
۰/۵	۰/۰۱۸	۳	۰/۰۵۶	۱	۰/۰۲۵
۰/۷۵	۰/۰۲۵	۶	۰/۱۰۵	۲	۰/۰۴۹
۱/۲۵	۰/۰۴۶	۱۲	۰/۲۱۴	۵	۰/۱۲۷
		۱۸	۰/۳۲۶	۸	۰/۲۵۲

حروف نامشابه در هرستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار بین غلظت تجمع یافته فلزات سنگین در عضله میگوی سفید هندی جاسک و تنگه هرمز است (P<۰/۰۵).

جدول ۳- R۲ و حد تشخیص فلزات مورد آزمایش

سرب		کروم		آهن	
R۲	فرمول	R۲	فرمول	R۲	فرمول
۹	y = ۰,۰۲۵۲x	۰/۹۹۹	y = ۰,۰۱۸x	۰/۹۹۹	y = ۰,۰۱۷۸x

جدول ۴- مقایسه غلظت فلزات سنگین (برحسب میکروگرم بر گرم وزن خشک) در بافت عضله میگوی سفید هندی جاسک و تنگه هرمز با سایر میگوهای خلیج فارس و استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO)

		فلز (میکروگرم بر گرم وزن خشک)		
مرجع	نام علمی میگو	سرب	کروم	آهن
پورنگ و امین (۱۴)	*Penaeus merguiensis*	-	۰/۶۳۵	۱۷/۸
پور رنگ و امین (۱۴)	*Litopenaus vannamei*	-	۰/۷۳۵	۲۲/۲
کورشکی (۱۰)	*Penaeus merguiensis*	-	-	-
پوررنگ و همکاران (۱۵)	*Penaeus merguiensis*	۱/۱۰	-	-
	Fenneropenaeus indicus جاسک	۰/۱۴	۰/۸۷	۳/۷۰
	Fenneropenaeus indicus تنگه هرمز	۰/۰۹	۰/۱۱	۶/۲۹
پور باقر و همکاران (۱۲)	*Fenneropenaeus indicus* بندر ماهشهر	۳/۷۱	۰/۶۹۴	۱۷/۱
سازمان بهداشت جهانی	-	۰/۵	۰/۲	۱۰۰

بررسی و تا حدودی نیز به روش‌های متفاوت هضم شیمیایی نمونه‌ها مربوط باشد (۱، ۲). از طرف دیگر غلظت فلز سرب در بافت عضله نمونه‌های تحت بررسی جاسک ۰/۸۷ میکروگرم بر گرم وزن خشک برآورد شد که در مقایسه با میزان کروم در میگوی ببری سبز (۰/۶۳۵ میکروگرم بر گرم وزن خشک) و میگوی پاسفید (۰/۷۳۵ میکروگرم بر گرم وزن خشک) منطقه قشم بیشتر بود و از نظر آماری اختلاف معنی‌داری را نشان داد (P=۰). می‌توان نتیجه گرفت که از منظر این عنصر، تفاوت قابل ملاحظه‌ای در تغییر غلظت آلاینده‌ها در اکوسیستم خلیج فارس رخ داده است (۱۲). کروم به‌خصوص به شکل ترکیب شش ظرفیتی دارای تاثیر مخرب در مصرف کننده است. به‌طوری‌که سبب نکروز شدن کبد، التهاب کلیه و نهایتا مرگ می‌شود (۱۹، ۲۱). این فلز به‌علت کاربردهای وسیع و مختلف در صنایع و فعالیت‌های انسانی از مهم‌ترین منابع آلودگی با منشاء انسانی به‌شمار می‌رود (۱۴). سازمان بهداشت جهانی محصولات شیلاتی میزان کروم را ۰/۲ میکروگرم بر گرم وزن خشک برآورد کرده است. این موضوع نشان می‌دهد که میزان کروم عضلات میگوی تحت بررسی جاسک از حداکثر مجاز کروم سازمان بهداشت جهانی بالاتر بود و سلامت انسان با مصرف این گونه می‌تواند تهدید گردد. میانگین غلظت کروم (به‌استثنای کروم موجود در عضله میگوی سفید هندی جاسک) و آهن در میگوی پاسفید در تحقیق صورت گرفته توسط پورنگ و امین (۱۴) بیشتر از میانگین این دو عنصر در میگوی سفید هندی مطالعه حاضر بود.

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که میزان فلز سرب در عضله میگوی تحت بررسی جاسک بیشتر از میزان آن در عضله میگوی تنگه هرمز بود و در مقایسه با میگوی ببری سبز آب‌های قطر (۱۵) و میگوی سفید هندی بندر ماهشهر (۱۲) کمتر بود و این اختلاف معنی‌دار بود (P=۰/۰۲). این تفاوت ممکن است به علل مختلفی از جمله آلودگی بیشتر خلیج فارس به سبب ورود گسترده ترکیبات نفتی و فاضلاب‌های صنعتی به داخل دریا، همچنین به سبب نیمه بسته بودن خلیج فارس و شرایط جغرافیایی محیطی و کیفیت منابع تامین کننده آب آن مربوط باشد (۱۵). ضمن آن که دفع پساب در بخش‌های ساحلی، روش‌های متفاوت هضم شیمیایی نمونه‌ها، نوع گونه و ویژگی‌های آن مانند اندازه و جنس نیز ممکن است در نتایج آزمایش دخالت داشته باشد (۱،۲)

نتیجه‌گیری کلی

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که به استثنای کروم، در عضله میگوی سفید هندی جاسک تمامی فلزات تحت بررسی غلظت کمتر از حد مجاز استاندارد سازمان بهداشت جهانی را نشان دادند (P=۰). لذا مصرف این‌گونه آبزی ارزشمند از نظر فلز آهن و سرب در دو منطقه تحت بررسی مشکل جدی برای ساکنان آن مناطق فراهم نمی‌سازد ولی بایستی نظارت بر میزان دفعات مصرف میگوی سفید هندی جاسک داشت تا منجر به بروز مسمومیت با فلز کروم نگردد. همچنین پیشنهاد می گردد مرکز تحقیقات شیلات ایران طرح‌هایی در زمینه آلودگی انواع ماهیان موجود در خلیج فارس و دریای عمان به سایر عوامل آلودگی اعم از میکروبی و شیمیایی انجام داده تا کیفیت بهداشتی ماهیان بررسی شده و ضمن اطلاع از کیفیت بهداشتی ماهیان کشور، میزان تجمع بیولوژیکی نیز در ماهیان، مورد سنجش و ارزیابی قرار گیرد.

منابع مورد استفاده

1. Agusa, T., T. Kunito, S. Tanabe, M. Pourkazemi and D.G. Aubrey. 2004. Concentrations of trace elements in muscle of sturgeons in the Caspian Sea. *Marine Pollution Bulletin* 49: 789– 800.

2. Anan, Y., T. Kunito, S. Tanabe, I. Mitrofanov and D. Aubrey. 2005. Trace element accumulation in fishes collected from coastal waters of the Caspian Sea. *Marine Pollution Bulletin* 51: 882–888.

3. AOAC (Association of Official Analytical Chemistry). 1995. Official methods of analysis. 16th ed. Arlington, VA, USA.

4. Askary Sari, A. and M. Velayatzadeh. 2000. Lead and zinc concentrations in liver and muscle tissues of two fish species, rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and common carp (*Cyprinus carpio*). *Journal of Iran Veterinary* 7: 30-35.

5. Gracey, G.F., D.S. Collins and R. J. Huey.1966. Meat Hygiene. 1st Tehran University Press, Tehran.

6. Harikumar P.S., V.P. Nasir and M. P. Mujeebu Rahman. 2009. Distribution of heavy metals in the core sediments of a tropical wetland system. *International Journal of Environmental Science and Technology* 6: 225-232.

7. Hulya Karadede, E. 2000. Concentration of heavy metals in water, sediment and fish species from the Ataturk Dam Lake Turkey. *Chemosphere* 41: 1371-1376.

8. Hunter, B.A., M. S. Johnson and D.J. Thompson. 1987. Ecotoxicology of copper and cadmium in a contaminated grassland ecosystem. III small mammals. *Journal of Applied Ecology* 24: 601-614.

9. Joseph, K. and J. P. Srivastava. 1992. Heavy metal load in prawn, *Penaeus indicus* (H. MilneEdwards) inhibiting ennore estuary in Madras. *Journal of the Inland Fisheries Society of India* 24: 30-33.

10. Kureishy, T.W. 1993. Concentration of heavy metals in marine organisms around Qatar before and after the Gulf War oil spill. *Marine Pollution Bulletin* 27: 183-186.

11. Movahed, A., A. Dehghan, R. Haji Hosseini, S. Akbarzadeh, A. A. Zendehboudi, M. Nafisi Behabadi, M. M. Mohammadi, N. Hajian, F. Pakdel, A. Hefzulla and D. Iranpour. 2013. Evaluation of heavy metals in the tissues of different species of shrimps collected from coastal waters of Bushehr, Persian Gulf. *Iranian South Medical Journal* 16: 100-109.

12. Pour Bagher, H., S. V. Hosseni, N. Khorasani, S. M. Hosseini and P. Dephie.2014. Heavy metal in muscle of *Fenneropenaeus indicus*. *Iranian Journal of Natural Resources* 1:13-24.

13. Pour Khabaz A. and S. Mohamad Nabizadeh. 2012. Determination of heavy metals sources in Hara Biosphere Reserve. *Veterinary*

Journal 9: 64-75.

14. Pourang, N. and G. Amini. 2001. Distribution of trace elements in tissues of two shrimp species from Persian Gulf and effects of storage temperature on elements transportation. *Water, Air and Soil Pollution* 129: 229-243.

15. Pourang, N., J. H. Dennis and H. Ghourchian. 2005. Distribution of heavy metals in *Penaeus semisulcatus* from Persian Gulf and possible role of metallothionein in their redistribution during storage, *Environmental Monitoring and Assessment* 100: 71-88.

16. Qasemi, M., S. Sobhanardakani and M. Riahi Khoram. 2012. Assessment of Fe, Zn, Cu, Cd, Pb concentrations in liver, kidney and muscle of cattle and sheep marketed in Hamedan city. MSc Thesis .Hamedan Branch, Islamic Azad University. Hamedan, Iran.

17. Razavi, S.M.R., H. Vahabzadeh, A. Zamini, A. Askary Sary and M. Velayatzadeh. 2012. Measured and Comparison of heavy metals Hg, Pb, Cd in the muscle and shell of *Fenneropenaeus indicus* Persian Gulf (Bahrekan, Khuzestan Province). *Journal of Aquatic Animals and Fisheries* 3:43-90

18. Saei-Dehkordi, S. S., A. Fallah and A. Nematollahi. 2010. Arsenic and mercury in commercially valuable fish species from the Persian Gulf: Influence of season and habitat. *Food and Chemical Toxicology* 48: 2945-2950.

19. Shahriari, A. 2005. Determination of cadmium, chromium, lead and nickel in edible tissues of Tiger-Toothed Croaker and Russels snapper from Persian Gulf in 2003. *Journal of Gorgan University of Medical Sciences* 2: 65-67.(In Farsi).

20. Spears, J. W., R. W. Harvey and L. J. Samell. 1986. Effects of dietary nickel and protein on growth, nitrogen metabolism and tissue concentrations of nickel, iron, zinc, manganese and copper in Calves. *Journal of Nutrition* 116: 1873-1882.

21. Wu, X. Y. and Y. F. Yang. 2011. Heavy metal (Pb, Co, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn and Zn) concentrations in harvest-size white shrimp *Litopenaeus vannamei* tissues from aquaculture and wild source. *Journal of Food Composition and Analysis* 24: 62-65.