بررسی تجمع فلزات سنگین در عضله ماهیان کفشک تیزدندان (*Psettodes erumei*)، گیش ماهی (*Carangoides fulvoguttatus*) و ماهی هوور (*Thunnus tonggol*) آب‌های بوشهر

- **امین غلامحسینی**: بخش آبزیان، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران
- **مصطفی اخلاقی**: بخش آبزیان، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران
- **پریا اکبری***: گروه شیلات، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، بندر چابهار، ایران
- **سیاووش سلطانیان**: بخش آبزیان، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران
- **وحیده نقدسی**: بخش آبزیان، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران
- **محمدسعید فریدونی**: بخش آبزیان، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۹٦ تاریخ پذیرش: مرداد ۱۳۹٦

چکیده

فلزات سنگین از مهم‌ترین آلاینده‌های محیط زیست به‌شمار می‌روند که از طریق زنجیره غذایی در بدن آبزیان تجمع می‌یابند. هدف از این تحقیق، اندازه‌گیری میانگین غلظت فلزات سنگین سرب، آهن، روی، کروم، نیکل و کادمیوم عضله کفشک تیزدندان (*Psettodes erumei*)، گیش ماهی (*Carangoides fulvoguttatus*) و ماهی هوور (*Thunnus tonggol*) در بوشهر و مقایسه آن با استاندرد جهانی می‌باشد. ۳۰ نمونه از هر ماهی مورد مطالعه، از صید روزانه صیادان بوشهر تهیه شدند. پس از شست و شو، بافت عضله خوراکی جداسازی و پس از انجام عملیات هضم اسیدی، غلظت فلزات سنگین نمونه‌ها به‌وسیله دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد. میانگین غلظت فلزات سنگین روی، سرب، کادمیوم، نیکل، آهن و کروم در عضله کفشک تیزدندان به‌ترتیب ۳/۱۱±۰/۱٤، ۳/۲۰±۰/۱۰، ۲/٦٤±۰/۲۱، ۰/۳٦±۰/۰۱، ۱۵/٤٤±۰/۳۳ و ۰/٤۰±۰/۰۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم، در عضله گیش ماهی به‌ترتیب ۱/۲٤±۰/۰۷، ۰/۳۳±۰/۰۱، ۰±۰/۰۲، ۳۲/۳۵±۰، ۱۱/٤۹±۰/۰ و ۰/٦۱±۰/۰٦ میلی‌گرم برکیلوگرم و هوور به‌ترتیب ۲/۳٤±۰/۱٤، ۱/۸۲±۰/۱۲، ۰±۰/۰۲، ۰/۲۷±۰، ۱۳/۳۷±۰/۰۷ و ۰/۳۰±۰/۰۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم تعیین گردید. تحلیل آماری نتایج، مبین وجود اختلاف معنی‌دار غلظت عناصر آهن، روی و سرب در ماهی‌های مورد بررسی بود (P<۰/۰۵). در حالی‌که غلظت کروم در بین ماهی‌های مختلف معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). نتایج مطالعه حاضر بیانگر غلظت پایین فلزات سنگین روی، کروم، آهن و نیکل اندازه‌گیری شده در عضله ماهیان مورد بررسی شده در مقایسه با استاندارد جهانی است.

کلمات کلیدی: کفشک تیزدندان، گیش ماهی، هوور، فلزات سنگین، آلودگی زیست محیطی

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: paria.akbary@gmail.com

مقدمه

ورود بیش از حد فلزات سنگین به منابع آبی داخلی و دریایی، منجر به تجمع این فلزات در اندام‌های مختلف آبزیان می‌گردد و در صورتی‌که‌میزان این تجمع‌از حد معینی افزایش یابد، علائم مسمومیت و به‌دنبال آن تلفات مشاهده می‌شود (جلالی‌جعفرب و آقازاده‌مشگی، ۱۳۹۰). تجمع فلزات سنگین در اندام‌ها و بافت‌های مختلف ازجمله بافت عضلانی ماهی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Begum و همکاران، ۲۰۰۹؛ Roberts، ۲۰۱۲). 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 می‌شوند (Jarup و همکاران، ۱۹۹۸). مهم‌ترین اثرات سوء ناشی از مصرف مواد‌غذایی‌آلوده‌به فلزات‌سنگین‌ازجمله کادمیوم ایجاد بیماری ایتا ایتا و تخریب کلیه، تخریب بافت‌های بیضه می‌باشد (Shokrzadeh و Saravi، ۲۰۱۰). کروم موجب ایجاد درماتیت‌های پوستی و تحریک غشای مخاطی، سرب باعث اختلالات سیستم عصبی محیطی و مرکزی، نیکل موجب تغییر در خون و آنزیم و افزایش فشارهای‌روانی می‌گردد(Razavi‌و‌همکاران، ۲۰۱۲؛ Shahriari، ۲۰۰۵). نیکل ازجمله فلزات پرکاربرد در صنعت می‌باشد و یکی از ترکیبات کاتالیستی‌مورد استفاده در صنایع پتروشیمی است (Kargar و همکاران، ۲۰۱۱). افزایش غلظت نیکل از حد مجاز استاندرد سازمان بهداشت جهانی، بر روی اندام‌های مختلف انسان ازجمله ریه، کلیه و دستگاه گوارشی، تاثیر سوء می‌گذارد که می‌توان به آلرژی شدید پوستی، مرگ جنین، کاهش قدرت سیستم ایمنی بدن، کاهش وزن و سرطان ریه و سینوس‌های بینی اشاره کرد (Harikumar و همکاران، ۲۰۰۹). عامل اصلی ورود نیکل به دریاها از طریق رودخانه‌هاست مهم‌ترین منشا انسانی نیکل در اکوسیستم‌های آبی سوختن سوخت‌های فسیلی، سنگ‌های معدنی و فعالیت‌های صنعتی گداختن و آبکاری فلزات است (Harikumar و همکاران، ۲۰۰۹؛ Spears و همکاران، ۱۹۸۶). قرار گرفتن‌موجودات‌آبزی‌در معرض رسوبات آلوده به نیکل موجب تاثیرات شدیدی مانند مرگ و میر، کاهش رشد و فعالیت‌های بازدارنده تولیدمثل می‌شود فلز روی از لحاظ زیستی یکی از فلزات معدنی استثنایی است که در سلامتی عمومی بدن انسان نقش مهمی ایفاء می‌نماید (بندانی و همکاران، ۱۳۸۹؛ Roberts، ۲۰۱۲). مسمومیت با روی به کاهش pH عروق سرخرگی، کاهش جذب اکسیژن، افزایش ضربان قلب منجر می‌گردد (Pourang و همکاران، ۲۰۰۱). بیش از ۹۰٪ آهن بدن به‌صورت متصل به پروتئین‌ها وجود دارد، مهم‌ترین این پروتئین‌ها هموگلوبین، ترانسفرین و فرتینین می‌باشد. در میان آنزیم‌هایی که حاوی آهن بوده و یا توسط آن فعال می‌شوند می‌توان به کاتلاز، پراکسیداز، فنیل‌آلانین، هیدوکسی‌لاز و بسیاری از‌آنزیم‌های دیگر شامل آنزیم‌های چرخه اسیدتری‌کربوکسیلیک اشاره‌کرد. مصرف بلندمدت آهن می‌تواند‌منجر به ناراحتی‌های تغذیه‌ایی، کاهش رشد و کمبودفسفرشود.وجودآهن اضافی در خون انسان باعث ایجاد رسوباتی می‌شودکه رگ‌های خونی را مسدودمی‌کند(Cheng‌وGobas، ۲۰۰۷).

تحقیقات‌متعددی درزمینه اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین در بافت خوراکی ماهیان در محیط‌های مختلف دنیا و ازجمله ایران انجام گردیده است که از آن جمله می‌توان به تحقیقی که Shahriari و همکاران (۲۰۰۵) در ارتباط با اندازه‌گیری مقادیر فلزات سنگین کادمیوم، سرب و نیکل در بافت خوراکی ماهی شوریده (*Otolithes ruber*) و سرخو (*Lutjanus lemniscatus*) خلیج فارس اشاره کرد که مقدار سرب، کادمیوم، کروم و نیکل از حداکثر مجاز سازمان بهداشت جهانی بیش‌تر بود. عسگری‌ساری و همکاران (۱۳۸۹) میزان فلزات سنگین جیوه، کادمیوم و سرب در عضله ماهی شوریده در بنادر صیادی آبادان و بندرعباس را مورد بررسی قرار دادند آن‌ها گزارش کردند که میانگین تجمع فلزات جیوه، کادمیوم و سرب در بافت عضله ماهی شوریده بندر عباس بالاتر بود و میزان کادمیوم بالاتر از حد مجاز استاندار بهداشت جهانی گزارش شد. ازجمله تحقیقات دیگر می‌توان به‌مطالعه‌نبی‌زاده‌و‌پورخباز(۱۳۹۲)درماهی‌زمین‌کن(*Platycephalus indicus*) و Alinejad و همکاران (۲۰۱۴) بر روی کفشک تیزدندان (*Psettodes erumei*) اشاره نمود.

از آن‌جایی‌که آب‌های‌جنوب‌کشور،به‌دلیل‌رفت و آمد نفت‌کش‌ها و ورود فاضلاب‌های شهری و صنعتی در معرض آلودگی هستند و از طرف دیگر ماهی‌ها نشانگرهای خوبی برای پایش طولانی مدت تجمع فلزات سنگین در محیط‌های دریایی هستند (شهاب‌مقدم و همکاران، ۱۳۸۹)، لذا هدف از این تحقیق، بررسی برخی فلزات سنگین در عضله کفشک تیزدندان، گیش‌ماهی و ماهی هوور شهرستان بوشهر و مقایسه آن با استانداردهای جهانی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

تعداد ۳۰ نمونه ماهی کفشک تیزدندان، گیش‌ماهی و ماهی هوور به‌طور تصادفی از شهرستان بوشهر جمع‌آوری‌شد. سپس نمونه‌ها خوب شسته شد و فلس آن‌ها جدا گردید و ۱۰۰ گرم از عضله پشتی هر ماهی را وزن کرده و از آن ۲۵ گرم، درداخل فور در حرارت بین ۶۵ درجه سانتی‌گراد گذاشته تا کاملاً خشک شود (FAO، ۲۰۰۴). کلیه وسایل مورد استفاده به‌مدت ۲۴ ساعت در مجاورت اسید نیتریم

۵ درصد قرار گرفت و سپس دو بار با آب مقطر شسته و مورد استفاده قرار گرفت. ابتدا بوته‌های چینی به‌مدت ۲ ساعت در آون با دمای ۱۳۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت سپس نمونه‌ها در درون بوته‌های چینی قرار گرفتند و بر روی اجاق سوزانده شدند تا دودهای حاصله خارج شوند سپس ظروف حاوی نمونه‌ها به کوره سرد منتقل و دما به‌آرامی تا ۵۰۰ درجه‌سانتی‌گراد بالا برده شد. نمونه‌های خاکستر شده را از کوره خارج کرده و پس از سرد شدن به‌منظور عاری نمودن از کربن به آن‌ها ۲ میلی‌لیتر اسیدنیتریک غلیظ اضافه شد و بر روی صفحه داغ با دمای ملایم اسید تبخیر شد تا غلیان نکند. مجدد نمونه‌ها را به کوره سرد منتقل کرده و دمای کوره به‌آرامی تا ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد به همان روش قبل افزایش یافت. دمای کوره به‌مدت یک‌ساعت ثابت نگه داشته شد. سپس ظروف نمونه‌ها از کوره بیرون آورده شد و پس از سرد شدن به آن‌ها ۲ میلی‌لیتر اسیدنیتریک غلیظ اضافه شد و پس از تبخیر بر روی صفحه داغ، مجددا در کوره با دمای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۱ ساعت گذاشته شد و این عمل تا زمانی‌که نمونه‌ها عاری از کربن و سفید شوند تکرار شد. به نمونه‌های سفید شده ۱۰ میلی‌لیتر اسیدکلریدریک ۱ نرمال اضافه شد و روی صفحه داغ با دمای پایین به‌مدت ۱۰ دقیقه حرارت داده تا خاکستر در اسید حل گردد. محلول به بالن ژوژه ۲۵ میلی‌لیتری انتقال داده شد و پس از سرد شدن با اسیدکلریدریک ۱ نرمال به‌حجم رسانده شد. در نهایت، نمونه‌ها برای سنجش با دستگاه جذب اتمی آماده شدند. قبل از شروع قرائت نمونه‌ها، ابتدا استانداردهای هر فلز با غلظت‌های مشخص از قبل تهیه شده و به دستگاه تزریق شد و منحنی استاندارد هر فلز با ضریب رگرسیون آن به‌دست آمد (Spears و همکاران، ۱۹۸۶).

آنالیز آماری: داده‌ها با آزمون کالموگروف‌اسمیرنوف نرمال‌سنجی شدند پس از آن مقایسه میانگین فلزات سنگین در ماهی کفشک تیز دندان، گیش‌ماهی و ماهی‌هوور با آزمون واریانس یک‌طرفه (One Way ANOVA) و مقایسه میانگین فلزات سنگین با معیار استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO) با آزمون One- Sample t- test با استفاده از نرم‌افزار 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 نرم‌افزار Excel ۲۰۰۷ استفاده شد.

نتایج

نتایج حاصل میانگین غلظت فلزات سنگین در ماهی کفشک تیزدندان، گیش‌ماهی و ماهی‌هوور در جدول ۱ آورده شده است. غلظت فلزات آهن، روی و سرب در بین ماهی‌های مورد بررسی اختلاف معنی‌داری را با هم نشان دادند ($P<۰/۰۵$). بیش‌ترین میزان فلزات آهن، روی و سرب در ماهی کفشک تیزدندان مشاهده شد. درحالی‌که میزان فلز کروم در بین ماهی‌های مورد بررسی اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند($P>۰/۰۵$).بیش‌ترین میزان فلز کادمیوم در ماهی کفشک تیزدندان مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری را با دو ماهی دیگر نشان داد ($P<۰/۰۵$). کم‌ترین میزان نیکل در ماهی‌هوور مشاهده درحالی‌که بین ماهی کفشک تیزدندان و گیش ماهی این اختلاف از نظر میزان نیکل معنی‌دار نبود ($P>۰/۰۵$).

جدول۱: میانگین و انحراف معیار غلظت فلزات سنگین مورد بررسی در ماهی کفشک تیزدندان، هوور و گیش ماهی بوشهر (میلی‌گرم بر کیلوگرم)

فلزات سنگین	ماهی کفشک تیز دندان	ماهی هوور	گیش ماهی
آهن	۱۵/۴۴±۰/۳۳ c	۱۳/۳۷±۰/۰۷ b	۱۱/۴۹±۰/۳۲ a
روی	۳/۱۱±۰/۱۴ c	۲/۳۴±۰/۱۴ b	۱/۲۴±۰/۰۷ a
کادمیوم	۲/۶۴±۰/۲۱ b	۰/۰۲±۰/۰ a	۰/۰۲±۰/۰ a
کروم	۰/۴۰±۰/۰۵ a	۰/۳۰±۰/۰۱ a	۰/۶۱±۰/۰۶ a
سرب	۳/۲۰±۰/۱۰ c	۱/۸۲±۰/۱۲ b	۰/۳۳±۰/۰۱ a
نیکل	۰/۳۶±۰/۰۱ b	۰/۲۷±۰/۰ a	۰/۳۵±۰/۰۴ b

حروف نامشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین ماهی‌های مورد بررسی است ($P<۰/۰۵$).

میزان فلز آهن، روی، سرب، کادمیوم، کروم و نیکل از نظر حد مجاز استاندارد بهداشت جهانی به‌ترتیب ۱۰۰، ۱۰۰، ۰/۵، ۰/۲، ۱۰ و ۰/۳۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش شد(Shokrzadeh و Saravi، ۲۰۱۰). که نتایج حاصله نشان داد که میزان سرب در ماهی کفشک تیزدندان و ماهی‌هوور بالاتر از حد مجاز استاندارد جهانی است($P<۰/۰۵$).هم‌چنین میزان کادمیوم در ماهی کفشک تیزدندان بالاتر از حد مجاز استاندارد بهداشت جهانی بود ($P<۰/۰۵$). ولی در بقیه فلزات برای ماهی مورد بررسی این میزان پایین‌تر از حد استاندارد بود.

بحث

حضور فلزات سنگین در اکوسیستم‌های آبی منجر به تجمع این فلزات در موجودات آبزی شده و از طریق زنجیره غذایی به انسان منتقل می‌شود (Shahriari، ۲۰۰۵). بندانی و همکاران (۱۳۸۹) بیان نمودند که تراکم غلظت فلزات سنگین در بدن موجودات آبزی بستگی به خصوصیات شیمی منطقه و رفتار تغذیه‌ای دارد. غلظت هر یک از فلزات سنگین در بافت‌های مختلف بدن ماهی متفاوت است (بندانی و همکاران، ۱۳۸۹). نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که بیش‌ترین میزان فلز کادمیوم، آهن، روی و سرب در ماهی کفشک تیزدندان مشاهده شد و کم‌ترین میزان فلز آهن، روی و سرب در گیش‌ماهی

مشاهده شد. این موضوع نشان می‌دهد که محل زیست ماهی نیز از عوامل تاثیرگذار است. شهاب مقدم و همکاران (۱۳۸۹) بیان کردند که غلظت فلزات سنگین در عضلات ماهیان سطحی‌زی از کفزی‌ها کم‌تر است. از آن‌جایی‌که ماهی کفشک تیزدندان از ماهیان کف‌زی است و به‌نظر می‌رسد گوشت‌خوار باشد لذا خطر افزایش تجمع فلزات سنگین در این ماهی افزایش می‌یابد (صادقی،۱۳۸۰). میزان سرب در ماهی‌کفشک تیزدندان و ماهی‌هوور بالاتر از حد مجاز استاندارد جهانی (۰/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) گزارش شد. این موضوع نشان می‌دهد که سرب بدون شک بیش‌ترین مقادیر را در میان فلزات سنگین محیط زیست به‌خود اختصاص داده است، چرا که گستردگی منابع سرب و تنوع صنایع مختلف در استفاده از این عنصر در رنگ‌سازی، پتروشیمی، رادیولوژی و پزشکی و بیش از همه در بنزین و مصرف بالای آن در جهان سبب پراکنش بالای این عنصر در تمامی اکوسیستم‌ها شده است (عسگری‌ساری، ۱۳۸۸). در تحقیق پروانه و همکاران (۱۳۹۰) غلظت سرب بافت عضله ماهی کفشک گرد (*Euryglossa orientalis*) پایین‌تر از استانداردهای جهانی بود که این نتایج مشابه تحقیقات قبلی دیگر در سایر آبزیان است. در تحقیقی که بر روی ماهی شیربت (*Barbus gyrpus*) و بیاح (*Liza abu*) انجام شد، بالاترین غلظت مربوط به فلز سرب بود که براساس نظر Rauf و همکاران (۲۰۰۹) احتمالاً علت این امر تمایل این فلز به بافت‌های پرتحرک نظیر عضله ماهی است. درخصوص فلز سرب نیز گزارش شده که در عضله ماهی‌ها تجمع یافته و اتصال آن با موکوس، نقش مهم در تجمع و دفع آن دارد (جلالی‌جعفری و آقازاده‌مشگی، ۱۳۸۵).

محدوده تحمل فلزاتی نظیر سرب و کادمیوم بسیار ناچیز است (عسگری‌ساری و همکاران، ۱۳۸۹). این فلزات برای انسان بسیار سمی محسوب می‌شوند. از طرفی کادمیوم قادر است به‌طرز جبران ناپذیری صدمات کلیوی به بزرگ‌سالان وارد آورد. هم‌چنین غلظت غیرمجاز کادمیوم باعث بروز بیماری‌های گوارشی می‌شود (بندانی و همکاران، ۱۳۸۹). مقادیر غیرمجاز کروم نیز می‌تواند منجر به تخریب کلیه، کبد، دستگاه عصبی، تنفسی و پوست شود و ناهنجاری‌های کروموزومی نیز ایجاد کند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که کم‌ترین غلظت عناصر آهن، سرب و روی در گیش‌ماهی مشاهده شد که این موضوع نشان می‌دهد که ماهیان منطقه اپی‌پلاژیک یا نریتیکی همانند ماهی هوور بیش‌تر در مواجهه با آلاینده‌ها قرار دارند. روی ازجمله موادی است که به‌عنوان میکرونوترینت در غذای موجودات و آبزیان نقش دارد که براساس مقادیرخود در فرآیندهای زیستی ایفای نقش می‌کند (محرک یا بازدارنده). طبیعتاً غلظت این عنصر در بافت‌های مشابه از گونه‌های مختلف تغییرات زیادی را نشان می‌دهد (صادقی، ۱۳۸۰).

درکل نتایج این تحقیق نشان داد که بیش‌ترین میزان فلز آهن، روی، سرب و کادمیوم در کفشک تیزدندان مشاهده شد لذا کفشک ماهیان تیزدندان به‌لحاظ کفزی بودن و تماس با ترکیبات رسوبی می‌توانند به‌عنوان شاخص‌زیستی در بررسی اکوسیستم و برخی عناصر خطر آفرین موجود در آب مطرح گردد و به رغم فعالیت‌های نفتی، صنعتی و غیره وضعیت سلامتی ماهیان سطحی‌زی هم‌چون ماهی هوور و گیش ماهی به‌لحاظ فلزات سنگین آهن، روی، کروم، نیکل و کادمیوم در شرایط مطلوبی قرار داشت. البته هر گونه تغییر در روند جذب و تجمع عناصر سنگین در ماهی می‌تواند به‌دلیل تاثیرگذاری عوامل مختلفی از قبیل نوع عنصر، نوع آبزی، بافت جنسیت، وزن و سن آبزی، عادات غذایی، خصوصیات فیزیولوژیک ماهی و ویژگی‌های اکولوژیک و شرایط محیطی باشد (فاضلی و همکاران، ۱۳۸۴؛ Razavi و همکاران، ۲۰۱۲). درخصوص فلز کروم و کادمیوم در تحقیقی که توسط Rauf و همکاران (۲۰۰۹) بر روی ۳ گونه کپور انجام شد، دو عضوی که حداقل غلظت این دو فلز را نشان دادند، بافت ماهیچه و آبشش بوده‌اند و کبد بالاترین غلظت را داشته است. از طرفی کروم از حلالیت پایین‌تری در آب نسبت به عناصر دیگر برخوردار است (بندانی و همکاران،۱۳۸۹).کم‌ترین تجمع فلز در عضله سه ماهی مورد بررسی در این تحقیق، مربوط به کادمیوم بود که این موضوع نشان می‌دهدکه تجمع کادمیوم در عضله پایین‌ترین مقادیر را نشان می‌دهد (عسگری‌ساری و همکاران، ۱۳۸۹؛ Abu Hilal و Ismail، ۲۰۰۸).

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از همکاری کارشناس محترم آزمایشگاه مرکزی دانشکده دامپزشکی شیراز که امکانات لازم آزمایشگاهی را فراهم نمودند، تشکر می‌گردد.

منابع

۱. **بندانی، غ.؛ خوشباور رستمی، ح.؛ یلقی، س.؛ شکرزاده، م. و نظری، ح.، ۱۳۸۹.** سطح فلزات سنگین (سرب، کادمیوم، کروم و روی) در بافت عضله و کبد ماهی کپور (*Cyprinus carpio*) سواحل استان گلستان. مجله علمی شیلات ایران. سال ۱۹، شماره ۴، صفحات ۱ تا ۱۰.

۲. **پروانه، م.؛ خیرور، ن.؛ نیک‌پور، ی. و نبوی، م.، ۱۳۹۰.** غلظت فلزات سنگین در ماهی کفشک گرد (*Euryglossa orientalis*) و

رسوبات خور موسی در استان خوزستان. مجله علمی شیلات ایران. سال ۲۰، شماره ۲، صفحات ۱۷ تا ۲۶.

۳. **جلالی‌جعفری، ب. وآقازاده‌مشگی، م.، ۱۳۸۵.** مسمومیت ماهیان در اثر فلزات سنگین آب و اهمیت آن در بهداشت عمومی. انتشارات مان کتاب. چاپ اول. ۱۴۰ صفحه.

۴. **شهاب‌مقدم، ف.؛ اسماعیلی‌ساری، ع.؛ ولی‌نسب، ت. و کریم آبادی، م.، ۱۳۸۹.** مقایسه تجمع فلزات سنگین در عضله سپر ماهی چهار گوش (*Himantura gerrardi*) و گیش چشم درشت (*Selar crumenophthalmus*) خلیج فارس. مجله علمی شیلات ایران. سال ۱۹، شماره ۲، صفحات ۸۵ تا ۹۴.

۵. **صادقی، ن.، ۱۳۸۰.** ویژگی‌های زیستی و ریخت‌شناسی ماهیان جنوب ایران (خلیج فارس و دریای عمان). انتشارات نقش مهر. چاپ اول. ۴۴۰ صفحه.

۶. **عسگری‌ساری، ا.، ۱۳۸۸.** بررسی عناصر سنگین (سرب، جیوه و کادمیوم) در ماهیان بومی آب شیرین صبد رودخانه‌های (*Liza abu*) و بیاح (*Barbus gyrpus*) شیربت کارون و کرخه در فصل زمستان. مجله بیولوژی دریا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. سال ۲، شماره ۴، صفحات ۹۷ تا ۱۰۷.

۷. **عسگری‌ساری، ا.؛ ولایت‌زاده، م.؛ بهشتی، م. و خدادادی، م.، ۱۳۸۹.** میزان تجمع فلزات سنگین جیوه، سرب و کادمیوم در بافت‌های ماهی بیاح (*Liza abu*) رودخانه‌های کارون و بهمنشیر استان خوزستان. مجله پژوهش‌های علوم و فنون دریایی. شماره ۱، صفحات ۶۱ تا ۶۹.

۸. **فاضلی، م.ش.؛ ابطحی، ب. و صباغ‌کاشانی، آ.، ۱۳۸۴.** سنجش تجمع فلزات سنگین سرب، نیکل و روی در بافت‌های ماهی کفال (*Liza aurata*) سواحل جنوبی دریای خزر. مجله علمی شیلات ایران. شماره ۱۴، صفحات ۶۵ تا ۷۸.

۹. **نبی‌زاده، س. و پورخباز، ع.ر.، ۱۳۹۲.** بررسی تجمع فلزات سنگین کادمیوم و نیکل در بافت‌های ماهی زمین‌کن (*Platycephalus indicus*) در تالاب حرا. مجله مهندسی محیط زیست. شماره ۱، صفحات ۳۹ تا ۴۴.

۱۰. **Abu Hilal, A.H. and Ismail, N.S., 2008.** Heavy metals in eleven common species of fish from the Gulf of Aqaba, Red Sea. Jordan Journal of Biological Sciences. Vol. 1, pp: 13-18.

۱۱. **Alinejad. S.; Shoaibi Omrani, B.; Shokrzadeh, M.; Ghaem Maghami, S.; Yasemi, M. and Amini Fard, A., 2014.** Heavy metals accumulation in muscles of *Psettodes erumei* in Boushehr waters. Nutrient and Biochemistry in Aquaculture. Vol. 2, pp: 45-53

۱۲. **Begum, A.; Hari Krishna, S. and Khan, I., 2009.** Analysis of heavy metals in water, sediments and fish samples of Madivala Lakes of Bangalore, Karnataka. International Journal of Chemistry and Technology Research. Vol. 1, pp: 245-249.

۱۳. **Cheng, W.W.L. and Gobas, F.A.P.C., 2007.** Assessment of human health risks of consumption of cadmium contaminated cultured oysters. Human and Ecological Risk Assessment. Vol. 13, pp: 370-382.

۱۴. **FAO. 2004.** Statistical databases. Food and Agriculture Organization. 145 p.

۱۵. **Jarup, L.; Berglund, M. and Elinder, C.G., 1998.** Health effects of Cadmium exposure a review of the literature and a risk estimate. Journal of work Environmental Health. Vol. 24, pp: 1-51.

۱۶. **Kargar, A.; Tabiee, O.; Cheraghi, M. and Lorestani, B., 2011**. A comparative study of Vanadium and Nickel levels in muscles of male and female Indian white prawn (*Fenneropenaeus indicus*) in market Shiraz in 2011. Journal of Food Hygiene. Vol. 3, pp: 71-85

۱۷. **Harikumar, P.S.; Nasir, V.P. and Mujeebuahman, M.P., 2009.** Distribution of heavy metals in the core sediments of a tropical wetland system. International Journal of Environmental Science and Technology. Vol. 6, No. 2, pp: 225-232.

۱۸. **Pourang, N. and Amini, G., 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. Vol. 129, pp: 229-243.

۱۹. **Rauf, A.; Javad, M. and Ubaidullah, M., 2009.** Heavy metal levels in three major carps from the river Ravi, Pakistan. Pakistan Veterinary Journal. Vol. 29, pp: 24-26.

۲۰. **Razavi, S.M.R.; Vahabzadeh, H.; Zamini, A.; Askary Sary, A. and Velayatzadeh, M., 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. Vol. 3, pp: 43-90

۲۱. **Roberts, R.J., 2012.** Fish pathology. 4th ed., W.B. Saunders, UK. 581p.

۲۲. **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. Vol. 2, pp: 65-67.

۲۳. **Shokrzadeh, M. and Saeedi Saravi, S.S., 2010**. The study of heavy metals (lead ,cadmium and chromium) in three species of most consumed fish's sampled form Gorgan coast (Iran). Toxicological and Environmental Chemistry. Vol. 92, pp: 71-73.

۲۴. **Spears, J.W.; Harvey, R.W. and Samell, L.J., 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. Vol. 116, pp: 1873-1882.