

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
- سیاوش 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 ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: مرداد ۱۳۹۶

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 استاندارد 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 $3/11 \pm 0/10$ ، $3/20 \pm 0/10$ ، $2/64 \pm 0/21$ ، $0/36 \pm 0/01$ ، $0/33 \pm 0/33$ و $10/44 \pm 0/33$ و گیش ماهی به‌ترتیب $0/40 \pm 0/05$ میلی‌گرم بر کیلوگرم، در عضله گیش ماهی به‌ترتیب $1/24 \pm 0/07$ ، $0/33 \pm 0/01$ ، $0/02 \pm 0$ ، $0/32 \pm 0/35$ ، $11/49 \pm 0/0$ و $0/61 \pm 0/06$ میلی‌گرم بر کیلوگرم و هوور به‌ترتیب $2/34 \pm 0/14$ ، $1/82 \pm 0/12$ ، $0/02 \pm 0$ ، $0/27 \pm 0/07$ ، $13/37 \pm 0/07$ و $0/30 \pm 0/01$ میلی‌گرم بر کیلوگرم تعیین گردید. تحلیل آماری نتایج، مبین وجود اختلاف معنی‌دار غلظت عناصر آهن، روی و سرب در ماهی‌های مورد بررسی بود ($P < 0/05$). در حالی که غلظت کروم در بین ماهی‌های مختلف معنی‌دار نبود ($P > 0/05$). 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



مقدمه

این پروتئین‌ها هموگلوبین، ترانسفرین و فرتینین می‌باشد. در میان آنزیم‌هایی که حاوی آهن بوده و یا توسط آن فعال می‌شوند می‌توان به کاتلاز، پراکسیداز، فنیل آلانین، هیدوکسی‌لاز و بسیاری از آنزیم‌های دیگر شامل آنزیم‌های چرخه اسیدتری کروکسیلیک اشاره کرد. مصرف بلندمدت 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 (Cheng و Gobas, 2007). تحقیقات متعددی در زمینه اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین در بافت خوراکی ماهیان در محیط‌های مختلف دنیا و از جمله ایران انجام گردیده است که از آن جمله می‌توان به تحقیقی که Shahriari و همکاران (2005) 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 بیش تر بود. عسگری ساری و همکاران (1389) میزان فلزات سنگین جیوه، کادمیوم و سرب در عضله ماهی شوریده در بندر 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 استانداردها بهداشت جهانی گزارش شد. از جمله تحقیقات دیگر می‌توان به مطالعه‌ی زاده و پورخیز (1392) در ماهی زمین کن (*Platycephalus indicus*) و Alinejad و همکاران (2014) بر روی کفشک تیزدندان (*Psettodes erumei*) اشاره نمود.

از آنجایی که آب‌های جنوب کشور، به دلیل رفت 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، 1389)، لذا هدف از این تحقیق، بررسی برخی فلزات سنگین در عضله کفشک تیزدندان، گیش ماهی و ماهی هور شهرستان بوشهر و مقایسه آن با استانداردهای جهانی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

تعداد 30 نمونه ماهی کفشک تیزدندان، گیش ماهی و ماهی هور به‌طور تصادفی از شهرستان بوشهر جمع‌آوری شد. سپس نمونه‌ها خوب شسته شد و فلس آن‌ها جدا گردید و 100 گرم از عضله پستی هر ماهی را وزن کرده و از آن 25 گرم، در داخل فور در حرارت بین 65 درجه سانتی‌گراد گذاشته تا کاملاً خشک شود (FAO, 2004). کلیه وسایل مورد استفاده به مدت 24 ساعت در مجاورت اسید نیتریک

ورود بیش از حد فلزات سنگین به منابع آبی داخلی و دریایی، منجر به تجمع این فلزات در اندام‌های مختلف آبزیان می‌گردد و در صورتی که میزان این تجمع از حد معینی افزایش یابد، علائم مسمومیت و به دنبال آن تلفات مشاهده می‌شود (جلالی جعفری و آقازاده‌مشتگی، 1390). تجمع فلزات سنگین در اندام‌ها و بافت‌های مختلف از جمله بافت عضلانی ماهی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Begum و همکاران، 2009؛ Roberts, 2012). 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، 1998). مهم‌ترین اثرات سوء ناشی از مصرف مواد غذایی آلوده به فلزات سنگین از جمله کادمیوم ایجاد بیماری ایتا ایتا و تخریب کلیه، تخریب بافت‌های بیضه می‌باشد (Shokrzadeh و Saravi, 2010). 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 فشارهای روانی می‌گردد (Razavi و همکاران، 2012؛ Shahriari, 2005). نیکل از جمله فلزات پرکاربرد در صنعت می‌باشد و یکی از ترکیبات کاتالیستی مورد استفاده در صنایع پتروشیمی است (Kargar و همکاران، 2011). افزایش غلظت نیکل از حد مجاز استاندارد سازمان بهداشت جهانی، بر روی اندام‌های مختلف انسان از جمله 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، 2009). عامل اصلی ورود نیکل به دریاها از طریق رودخانه‌هاست مهم‌ترین منشأ انسانی نیکل در اکوسیستم‌های آبی سوختن سوخت‌های فسیلی، سنگ‌های معدنی و فعالیت‌های صنعتی گداختن و آبکاری فلزات است (Harikumar و همکاران، 2009؛ Spears و همکاران، 1986). قرار گرفتن موجودات آبی در 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، 1389؛ Roberts, 2012). مسمومیت با روی به کاهش pH عروق سرخرگی، کاهش جذب اکسیژن، افزایش ضربان قلب منجر می‌گردد (Pourang و همکاران، 2001). بیش از 90٪ آهن بدن به‌صورت متصل به پروتئین‌ها وجود دارد، مهم‌ترین



آهن، روی و سرب در ماهی کفشک تیزدندان مشاهده شد. درحالی که میزان فلز کروم در بین ماهی‌های مورد بررسی اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند ($P > 0.05$). بیش‌ترین میزان فلز کادمیوم در ماهی کفشک تیزدندان مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری را با دو ماهی دیگر نشان داد ($P < 0.05$). کم‌ترین میزان نیکل در ماهی هورر مشاهده درحالی که بین ماهی کفشک تیزدندان و گیش ماهی این اختلاف از نظر میزان نیکل معنی‌دار نبود ($P > 0.05$).

جدول ۱: میانگین و انحراف معیار غلظت فلزات سنگین مورد بررسی در ماهی کفشک تیزدندان، هورر و گیش ماهی بوشهر (میلی‌گرم بر کیلوگرم)

فلزات سنگین	ماهی کفشک تیز دندان	ماهی هورر	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 ($P < 0.05$).

میزان فلز آهن، روی، سرب، کادمیوم، کروم و نیکل از نظر حد مجاز استاندارد بهداشت جهانی به ترتیب ۱۰۰، ۱۰۰، ۰/۵، ۰/۲، ۱۰ و ۰/۳۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش شد (Saravi و Shokrzadeh، ۲۰۱۰). که نتایج حاصله نشان داد که میزان سرب در ماهی کفشک تیزدندان و ماهی هورر بالاتر از حد مجاز استاندارد جهانی است ($P < 0.05$). همچنین میزان کادمیوم در ماهی کفشک تیزدندان بالاتر از حد مجاز استاندارد بهداشت جهانی بود ($P < 0.05$). 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 آبی 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 آبی 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

۵ درصد قرار گرفت و سپس دو بار با آب مقطر شسته و مورد استفاده قرار گرفت. ابتدا بوته‌های چینی به مدت 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 دوده‌های حاصله خارج شوند سپس ظروف حاوی نمونه‌ها به کوره سرد منتقل و دما به آرامی تا ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد بالا برده شد. نمونه‌های خاکستر شده را از کوره خارج کرده و پس از سرد شدن به منظور 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 به آرامی تا ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد به همان روش قبل افزایش یافت. دمای کوره به مدت یک ساعت 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، مجدداً در کوره با دمای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱ ساعت گذاشته شد و این عمل تا زمانی که 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 به مدت 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 به حجم 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 به دست آمد (Spears و همکاران، ۱۹۸۶).

آنالیز آماری: داده‌ها با آزمون کالموگروف اسمیرنوف نرمال‌سنجی شدند پس از آن مقایسه میانگین فلزات سنگین در ماهی کفشک تیز دندان، گیش‌ماهی و ماهی هورر 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 ($P < 0.05$) 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 ماهی هورر در جدول ۱ آورده شده است. غلظت فلزات آهن، روی و سرب در بین ماهی‌های مورد بررسی اختلاف معنی‌داری را با هم نشان دادند ($P < 0.05$). بیش‌ترین میزان فلزات



در کل نتایج این تحقیق نشان داد که بیشترین میزان فلز آهن، روی، سرب و کادمیوم در کفشک تیزدندان مشاهده شد لذا کفشک ماهیان تیزدندان به لحاظ کفزی بودن و تماس با ترکیبات رسوبی می‌توانند به‌عنوان شاخص زیستی 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 هور و گیش ماهی به لحاظ 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 به دلیل تاثیرگذاری عوامل مختلفی از قبیل نوع عنصر، نوع آبی، بافت جنسیت، وزن و سن آبی، عادات غذایی، خصوصیات فیزیولوژیک ماهی و ویژگی‌های اکولوژیک و شرایط محیطی باشد (فاضلی و همکاران، ۱۳۸۴؛ Razavi و همکاران، ۲۰۱۲). در خصوص 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 می‌دهد که تجمع کادمیوم در عضله پایین‌ترین مقادیر را نشان می‌دهد (عسگری ساری و همکاران، ۱۳۸۹؛ Abu Hilal و Jsmail، ۲۰۰۸).

تشکر و قدردانی

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

منابع

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

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 آنجایی که ماهی کفشک تیزدندان از ماهیان کفزی است و به نظر می‌رسد گوشت‌خوار باشد لذا خطر افزایش تجمع فلزات سنگین در این ماهی افزایش می‌یابد (صادقی، ۱۳۸۰). میزان سرب در ماهی کفشک تیزدندان و ماهی هور 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 به خود 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 (عسگری ساری، 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. در خصوص فلز سرب نیز گزارش شده که در عضله ماهی‌ها تجمع یافته و اتصال آن با موکوس، نقش مهم در تجمع و دفع آن دارد (جلالی جعفری و آقازاده‌مشگی، ۱۳۸۵).

محدوده تحمل فلزاتی نظیر سرب و کادمیوم بسیار ناچیز است (عسگری ساری و همکاران، ۱۳۸۹). این فلزات برای انسان بسیار سمی محسوب می‌شوند. از طرفی کادمیوم قادر است به طرز 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 ای‌پلاژیک یا نریتیکی همانند ماهی هور بیش‌تر در مواجهه با آلاینده‌ها قرار دارند. روی از جمله موادی است که به‌عنوان میکرونوترینت در غذای موجودات و آبزیان نقش دارد که براساس مقادیر خود 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).



- muscles of *Psetodes 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 Mujeebuahtman, 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, رسوبات خور موسی در استان خوزستان. مجله علمی شیلات ایران. سال ۲۰، شماره ۲، صفحات ۱۷ تا ۲۶.
 ۳. **جلالی جعفری، ب. و آقازاده مشگی، م.، ۱۳۸۵.** مسمومیت ماهیان در اثر فلزات سنگین آب و اهمیت آن در بهداشت عمومی. انتشارات مان کتاب. چاپ اول. ۱۴۰ صفحه.
 ۴. **شهاب مقدم، ف.؛ اسماعیلی ساری، ع.؛ ولی نسب، 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.** ویژگی های زیستی و ریخت شناسی ماهیان جنوب ایران (خلیج فارس و دریای عمان). انتشارات نقش مهر. چاپ اول. ۴۴۰ صفحه.
 ۶. **عسگری ساری، ا.، ۱۳۸۸.** بررسی عناصر سنگین (سرب، جیوه و کادمیوم) در ماهیان بومی آب شیرین صید رودخانه های (*Liza abu*) و بیاح (*Barbus gyrpus*) شیریت کارون و کرخه در فصل زمستان. مجله بیولوژی دریا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. سال ۲، شماره ۴، صفحات ۹۷ تا ۱۰۷.
 ۷. **عسگری ساری، ا.؛ ولایت زاده، م.؛ بهشتی، م. و خدادادی، م.، ۱۳۸۹.** میزان تجمع فلزات سنگین جیوه، سرب و کادمیوم در بافت های ماهی بیاح (*Liza abu*) رودخانه های کارون و بهمینشیر استان خوزستان. مجله پژوهش های علوم و فنون دریایی. شماره ۱، صفحات ۶۱ تا ۶۹.
 ۸. **فاضلی، م.ش.؛ ابطحی، ب. و صباغ کاشانی، آ.، ۱۳۸۴.** سنجش تجمع فلزات سنگین سرب، نیکل و روی در بافت های ماهی کفال (*Liza aurata*) سواحل جنوبی دریای خزر. مجله علمی شیلات ایران. شماره ۱۴، صفحات ۶۵ تا ۷۸.
 ۹. **نبی زاده، س. و پورخباز، ع.ر.، ۱۳۹۲.** بررسی تجمع فلزات سنگین کادمیوم و نیکل در بافت های ماهی زمین کن (*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.; Shoabi Omrani, B.; Shokrzadeh, M.; Ghaem Maghami, S.; Yasemi, M. and Amini Fard, A., 2014.** Heavy metals accumulation in



- 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.

