بررسی تجمع زیستی جیوه، کادمیوم و آرسنیک و برخی ترکیبات شیمیایی عضله ماهی کفشک زبان گاوی (*Cynoglossus arel*) بندر هندیجان

شیما جنت مکان[1]، ابوالفضل عسکری ساری[2]، مهران جواهری بابلی[3] و محمد ولایت زاده[4]*

۱- گروه شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان، اهواز

۲ و ۳- گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز

۴- باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۵/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۰/۱۵

چکیده

این تحقیق در سال ۱۳۹۰ به منظور تعیین میزان پروتئین، چربی، خاکستر و فلزات آرسنیک، جیوه و کادمیوم در عضله ماهی کفشک زبان گاوی (*Cynoglossus arel*) در بندر هندیجان انجام شد. تعداد ۱۰ نمونه ماهی کفشک زبان گاوی از سواحل بندر هندیجان به کمک تور ترال صید شد. میانگین میزان جیوه، آرسنیک و کادمیوم در عضله ماهی کفشک زبان گاوی به ترتیب ۷/۲۷±۴۱/۶۰، ۷/۵۰±۷۳/۲۰ و ۲۱/۴۰±۱۸۹/۰۲ میکروگرم در کیلوگرم وزن‌تر بود. همچنین میزان پروتئین، چربی و خاکستر در عضله این ماهی به ترتیب ۰/۵۴±۱۶/۵۸، ۰/۱۴±۱/۰۴ و ۰/۱۳±۱/۵۷ درصد تعیین شد. نتایج نشان دهنده ارتباط مثبت و معنی‌داری بین غلظت جیوه، آرسنیک و کادمیوم در عضله ماهی کفشک زبان گاوی بود (P<۰/۰۵). بالاترین ضریب همبستگی (r=۰/۹۶۴, P<۰/۰۵) در عضله ماهی کفشک زبان گاوی بین میزان فلزات کادمیوم و آرسنیک مشاهده گردید. در این تحقیق ارتباط مثبت و معنی‌داری بین غلظت جیوه، آرسنیک و کادمیوم با میزان ترکیبات شیمیایی در عضله ماهی کفشک زبان گاوی وجود داشت (P<۰/۰۵). بالاترین ضریب همبستگی (r=۰/۹۷۲, P<۰/۰۵) در عضله ماهی کفشک زبان گاوی بین آرسنیک و پروتئین مشاهده گردید. همچنین پایین‌ترین ضریب همبستگی (r=۰/۸۸۰, P<۰/۰۵) در عضله ماهی کفشک زبان گاوی بین جیوه و پروتئین مشاهده گردید.

واژگان کلیدی: فلزات سنگین، عضله، پروتئین، چربی، تجمع زیستی، کفشک زبان گاوی، بندر هندیجان

* نگارنده پاسخگو: mv.5908@gmail.com

مقدمه

فلزات سنگین به عنوان یکی از گروه‌های اصلی آلاینده‌های محیط‌های آبی در اثر فعالیت‌های طبیعی و نیز به‌طور عمده در اثر فعالیت‌های انسانی به محیط‌های آبی راه می‌یابند (Humtsoe *et al*., 2007). پساب واحدهای صنعتی، کشاورزی، حمل و نقل، مواد حاصل از سوختن سوخت‌های فسیلی، فرسایش زمین، فضولات انسانی و دامی و پساب ناشی از پرورش دام، منابع تشکیل دهنده فلزات سنگین در اکوسیستم‌های آبی هستند (Sekhar *et al*., 2003; Askary Sary & Velayatzadeh, 2012). فلزات سنگین ممکن است در بدن آبزیان از جمله ماهی تجمع یابند و خطر بالقوه برای سلامتی اکوسیستم و موجودات زنده محسوب گردند (عسکری ساری و ولایت زاده، ۱۳۹۰). علاوه بر این زباله‌های صنعتی، ساختار ژئوشیمیایی زمین و معدن کاوی فلزات نیز از منابع بالقوه آلودگی فلزات سنگین در محیط آبی به شمار می‌روند (Turkmen & Ciminli, 2007).

آرسنیک در اکوسیستم‌های آبی از منابع کشاورزی (علف کش های آلی) و یا از طریق سوخت‌های فسیلی و صنعتی ناشی می‌شود (ولایت‌زاده و عسکری ساری، ۱۳۹۱). آرسنیک جزء عناصر سمی شناخته شده است. میزان سمیت این عنصر به فرم شیمیایی آن بستگی دارد و دارای سمیت ملایم می‌باشد (عسکری ساری و ولایت‌زاده، ۱۳۸۹). آرسنیک عنصری است که در طبیعت وجود دارد و یکی از خطرناک‌ترین آلاینده‌های زیست محیطی محسوب می‌گردد. همچنین این عنصر نقشی در فعل و انفعالات زیستی در بدن انسان ندارد. این فلز بر روی سیستم قلب، عروق، پوست، سیستم عصبی مرکزی و محیطی، کلیه‌ها و سیستم خون ساز بدن تأثیرگذار بوده و سرطان‌زا می‌باشد (اسماعیلی ساری، ۱۳۸۱؛ عسکری ساری و ولایت‌زاده، ۱۳۹۳).

جیوه از سمی‌ترین فلزات محسوب می‌شود که به دلیل سمیت بالا و تجمع در موجودات آبزی، یکی از خطرناک‌ترین آلاینده‌های زیست محیطی می‌باشد (عسکری ساری و ولایت‌زاده، ۱۳۸۹). متیل جیوه می‌تواند از راه جذب شدن توسط گیاهان آبزی، جلبک‌ها، پلانکتون، بی مهرگان کفزی و ماهی وارد زنجیره غذایی شود، به‌طوری که بالاترین غلظت متیل جیوه در ماهیان شکارگر بزرگ مانند کوسه ماهیان و تون ماهیان اندازه گیری شده است (اسماعیلی ساری و همکاران، ۱۳۸۶).

کادمیوم از معدود عناصری است که هیچ گونه نقش زیستی در بدن انسان ندارد و حتی در مقادیر بسیار کم نیز ایجاد مسمومیت می‌کند و سبب فقر آهن می‌شود (عسکری ساری و ولایت‌زاده، ۱۳۸۹). کادمیوم پس از جذب توسط بدن در فعالیت‌های متابولیسمی و آنزیمی شرکت نموده و سبب اختلال در آن‌ها می‌گردد. سمیت کادمیوم و ذخیره آن با کمبود روی افزایش می‌یابد (اسماعیلی ساری، ۱۳۸۱؛ عسکری ساری و ولایت‌زاده، ۱۳۹۳).

هنگامی که فلزات وارد بدن ماهی شدند، ترکیبات آلی و مواد آنزیمی واکنش نشان داده و پس از اتصال به پروتئین‌ها به کمک گردش خون جابجا می‌شوند. عمده‌ترین پروتئینی که در سلول به فلزات سنگین اتصال می‌یابد متالوتیونین است. فلزات سنگین توانایی وادار کردن سلول‌ها به رونویسی ژن‌های متالوتیونین را دارند. به نظر می‌رسد که مسئولیت اصلی سمیت زدایی ماهیان از فلزات سنگین به عهده این پروتئین باشد، اگرچه پروتئین‌های با وزن مولکولی کم نیز می‌توانند به فلزات سنگین متصل شوند (عسکری ساری و ولایت زاده، ۱۳۸۹؛ عسکری ساری و ولایت‌زاده، ۱۳۹۳).

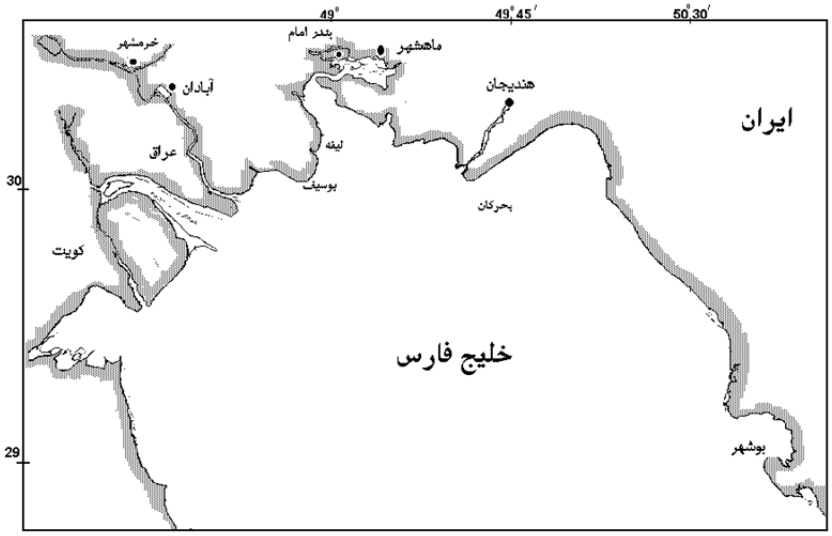
کفشک زبان گاوی (*Cynoglossus arel*)، گونه‌ای از ماهیان پهن و زبانی شکل است که چشم آن‌ها در سمت چپ بدن قرار گرفته است. بدن آن از دو پهلو بسیار فشرده بوده و به سمت خلفی بدن باریک می‌شود. دهان آن‌ها نامتقارن است. دندان‌ها ریز بوده و تنها در سمت فاقد چشم وجود دارد. یک قلاب پوزه‌ای در زیر دهان مشاهده می‌شود (ستاری و همکاران، ۱۳۸۲). به‌طور کلی گونه‌های کفشک ماهیان در

سواحل جنوبی ایران ارزش شیلاتی بالایی دارند، این گونه نیز در بین مردم جنوب به دلیل سهولت طبخ و استفاده جهت تغذیه، طرفداران بسیار زیادی دارد و دارای ارزش اقتصادی است (اسدی و دهقانی رودپشتی، ۱۳۷۵؛ عسکری، ۱۳۸۴).

هدف از انجام این تحقیق سنجش ترکیبات شیمیایی پروتئین، چربی و خاکستر و فلزات سنگین آرسنیک، جیوه و کادمیوم در عضله ماهی کفشک زبان گاوی و بررسی ارتباط میزان ترکیبات شیمیایی با تجمع فلزات سنگین در عضله این ماهی در بندر هندیجان بود.

مواد و روش‌ها

تعداد ۱۰ عدد ماهی کفشک زبان گاوی (*Cynoglossus arel*) در تابستان ۱۳۹۰ از بندر هندیجان به کمک تور گوشگیر صید شد. این گونه در آب‌های کم عمق سواحل استان خوزستان زندگی می‌کند. هندیجان بندری است در جنوب شرقی استان خوزستان و در ۷۵ کیلومتری جنوب شرقی بندر ماهشهر در غرب شهرستان بهبهان و در شمال بندر دیلم قرار گرفته است که در ۳۰ درجه و ۱۵ دقیقه عرض جغرافیایی و ۴۹ درجه و ۴۳ دقیقه طول شرقی شهرستان اهواز قرار دارد و ارتفاع این شهر از سطح دریا به ۵ متر می‌رسد. بندر هندیجان در ۸۰ کیلومتری مصب رودخانه زهره قرار دارد.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه نمونه برداری ماهی کفشک زبان گاوی (*Cynoglossus arel*) بندر هندیجان در فصل تابستان ۱۳۹۰

زیست سنجی ماهیان

نمونه‌های ماهی به وسیله جعبه یونولیتی حاوی پودر یخ به آزمایشگاه انتقال یافتند. ابتدا زیست سنجی ماهیان شامل طول کل، طول استاندارد و وزن انجام و ثبت گردید. توزین نمونه‌ها به وسیله ترازوی دیجیتال کیا مدل BL 1000 با دقت ۰/۰۱ گرم و خصوصیات طولی ماهیان به وسیله خط کش با دقت ۰/۱ میلی متر انجام شد. سپس قسمتی از عضله پشتی ماهیان به وسیله تیغه استریل از جنس استیل جدا گردید.

نمونه‌های به دست آمده پس از توزین در پتری دیش (شیشه ساعت) قرار گرفتند تا در مرحله بعد برای خشک کردن در آون قرار گیرند. نمونه‌های به دست آمده به مدت ۱۲۰ تا ۱۵۰ دقیقه در آون با دمای ۶۵ درجه سانتی گراد قرار داده شد تا به وزن

ثابت رسید و از داخل آون خارج شدند.

هضم نمونه‌ها

برای هضم نمونه‌ها از روش مرطوب استفاده شد. در این روش ۰/۵ گرم از نمونه در یک بالن ۲۵۰ میلی لیتری ریخته شد و به آن ۲۵ میلی لیتر سولفوریک اسید غلیظ، ۲۰ میلی لیتر نیتریک اسید ۷ مولار و ۱ میلی لیتر محلول مولیبدات سدیم ۲ درصد اضافه شد. چند عدد سنگ جوش برای اینکه جوش به طور منظم و یکنواخت صورت گیرد نیز در آن قرار داده شد. سپس نمونه سرد شد. آن گاه از بالای مبرد ۲۰ میلی لیتر مخلوط نیتریک اسید غلیظ و پرکلریک اسید غلیظ به نسبت ۱:۱ به آرامی به نمونه اضافه شد. سپس به مخلوط حاصل حرارت داده شد تا بخار سفید رنگ اسید به طور کامل محو گردد. مجدداً مخلوط سرد شد. در حالی که بالن با دست چرخانده می‌شد ۱۰ میلی لیتر آب مقطر از بالای مبرد به آرامی به آن اضافه گردید. با حرارت دادن نمونه‌ها در حدود ۱۰۰ دقیقه، محلول کاملاً شفافی به دست آمد. این محلول پس از سرد شدن به داخل بالن ژوژه ۱۰۰ میلی لیتری انتقال داده شده و به حجم رسانده شد (Eboh *et al.*, 2006; Kalay & Bevis, 2003).

جهت سنجش عناصر از دستگاه جذب اتمی مدل پرکین المر ۴۱۰۰ (Perkin Elmer 4100) ساخت کشور امریکا مجهز به سیستم‌های کوره، هیدرید و شعله که به عنوان منبع اتمیزه کننده عناصر در محلول می‌باشد، استفاده گردید. جهت اندازه گیری جیوه در این روش یون‌های جیوه موجود در محلول به وسیله $NaBH_4$ به جیوه فلزی کاهیده شد. جیوه با گاز حامل آرگون به داخل لوله جذبی شیشه‌ای با مسیر طولانی برده و در آنجا جذب اتمی‌اتم های جیوه در ۲۳۵/۷ نانومتر اندازه‌گیری گردید. سپس سیستم هیدرید بر روی دستگاه جذب اتمی نصب و تنظیم شد و دستگاه به کمک محلول‌های استاندارد به حالت اپتیمم تنظیم گردید. منحنی کالیبراسیون جیوه به روش افزایش استاندارد برای هریک از عناصر به کمک نرم‌افزار winlab 32 دستگاه ترسیم و مقدار جیوه در ۵ میلی لیتر از محلول قرائت و در مقدار یک گرم نمونه محاسبه و ثبت گردید. آرسنیک و کادمیوم به کمک سیستم کوره سنجش شدند (Ahmad & Shuhaimi-Othman, 2010; Olowu *et al.*, 2010). جهت اندازه‌گیری پروتئین موجود در نمونه‌های مورد مطالعه از روش کجلدال (AOAC, 1995) استفاده شد. میزان چربی از روش استخراج به کمک حلال متانولی و استری کردن تعیین گردید (Folch *et al.*, 1957). میزان خاکستر نیز از طریق سوزاندن ماده آلی و توزین خاکستر و بقایای ترکیبات معدنی صورت گرفت که برای این منظور از کوره الکتریکی استفاده شد (AOAC, 1995).

آنالیز آماری

در این تحقیق آزمایش‌ها به صورت کاملاً تصادفی انجام شد. نتایج حاصل از این تحقیق با استفاده از نرم افزار آماری SPSS 18 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقایسه میزان فلزات سنگین و ترکیبات شیمیایی در عضله با استفاده از آنالیز واریانس یکطرفه (ANOVA) به دست آمد. همچنین جهت تعیین میزان همبستگی میان غلظت فلزات سنگین و ترکیبات شیمیایی بافت عضله ماهیان مورد مطالعه از آنالیز همبستگی پیرسون و رگرسیون خطی استفاده گردید. برای رسم جداول و نمودارها از نرم افزار Excel 2007 استفاده شد.

نتایج

میانگین میزان جیوه، آرسنیک و کادمیوم در عضله ماهی کفشک زبان گاوی به ترتیب ۷/۲۷±۴۱/۶۰، ۷/۵۰±۷۳/۲۰ و ۲۱/۴۰±۱۸۹/۰۲ میکروگرم در کیلوگرم وزن‌تر بود. همچنین میزان پروتئین، چربی، خاکستر در عضله این ماهی به ترتیب ۰/۵۴±۱۶/۵۸، ۰/۱۴±۱/۰۴ و ۰/۱۳±۱/۵۷ درصد محاسبه شد.

نتایج نشان دهنده ارتباط مثبت و معنی‌داری بین

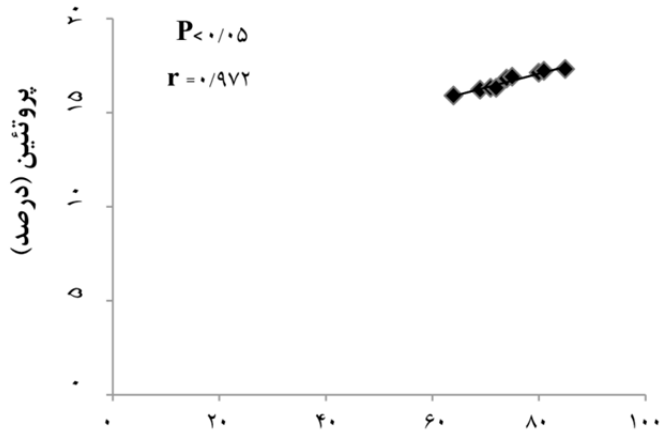
غلظت جیوه، آرسنیک و کادمیوم در عضله ماهی کفشک زبان گاوی بود (P<۰/۰۵). بالاترین ضریب همبستگی (r) در عضله ماهی کفشک زبان گاوی بین فلزات کادمیوم و آرسنیک مشاهده گردید (۰/۰۵ , r=۰/۹۶۴P<). در این تحقیق ارتباط مثبت و معنی داری بین غلظت جیوه، آرسنیک و کادمیوم با میزان ترکیبات شیمیایی در عضله ماهی کفشک زبان گاوی وجود داشت (P<۰/۰۵). بالاترین ضریب همبستگی (r) در عضله ماهی کفشک زبان گاوی بین آرسنیک و پروتئین مشاهده گردید (r=۰/۹۷۲, P<۰/۰۵). همچنین پایین‌ترین ضریب همبستگی (r) در عضله ماهی کفشک زبان گاوی بین جیوه و پروتئین مشاهده گردید (r=۰/۸۸۰, P<۰/۰۵) (جدول ۲).

جدول ۱- ضریب همبستگی فلزات سنگین در عضله ماهی کفشک زبان گاوی (*Cynoglossus arel*) بندر هندیجان در فصل تابستان ۱۳۹۰

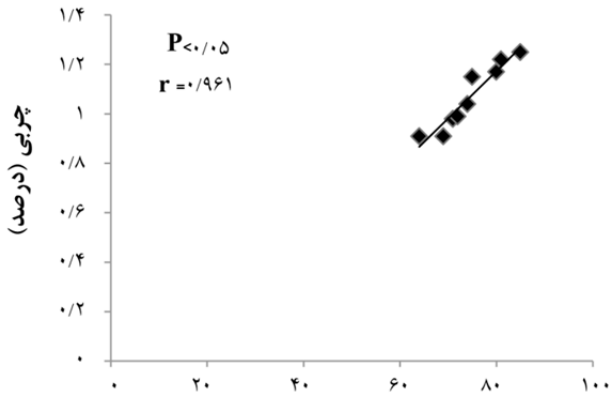
	آرسنیک	جیوه	کادمیوم
آرسنیک		۰/۹۲۱	۰/۹۶۴
جیوه	۰/۹۲۱		۰/۹۴۶
کادمیوم	۰/۹۶۴	۰/۹۴۶	

جدول ۲- ضریب همبستگی فلزات سنگین با ترکیبات شیمیایی عضله ماهی کفشک زبان گاوی (*Cynoglossus arel*) بندر هندیجان در فصل تابستان ۱۳۹۰

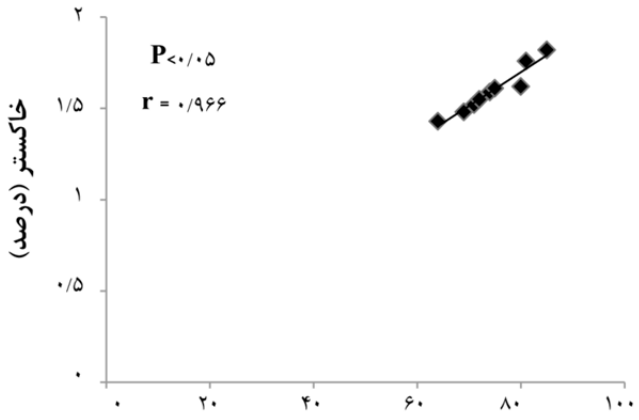
	پروتئین	چربی	خاکستر
آرسنیک	۰/۹۷۲	۰/۹۶۱	۰/۹۶۶
جیوه	۰/۸۸۰	۰/۸۹۴	۰/۸۹۰
کادمیوم	۰/۹۱۰	۰/۹۰۵	۰/۹۶۴



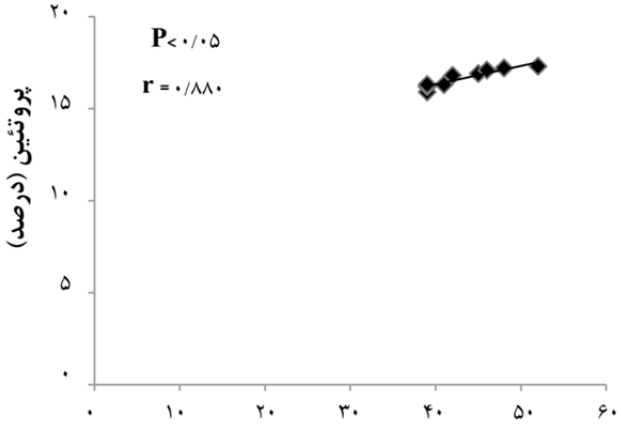
شکل ۲- ارتباط انباشت آرسنیک (میکروگرم در کیلوگرم) با درصد پروتئین در عضله ماهی کفشک زبان گاوی (*Cynoglossus arel*) بندر هندیجان در فصل تابستان ۱۳۹۰



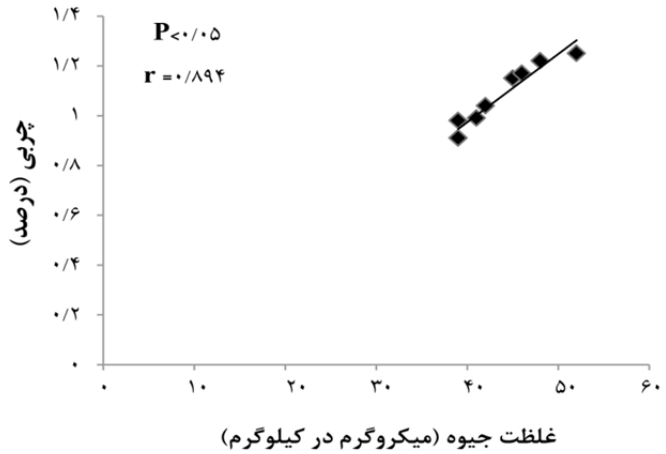
شکل ۳- ارتباط انباشت آرسنیک (میکروگرم در کیلوگرم) با درصد چربی در عضله ماهی کفشک زبان گاوی (*Cynoglossus arel*) بندر هندیجان در فصل تابستان ۱۳۹۰



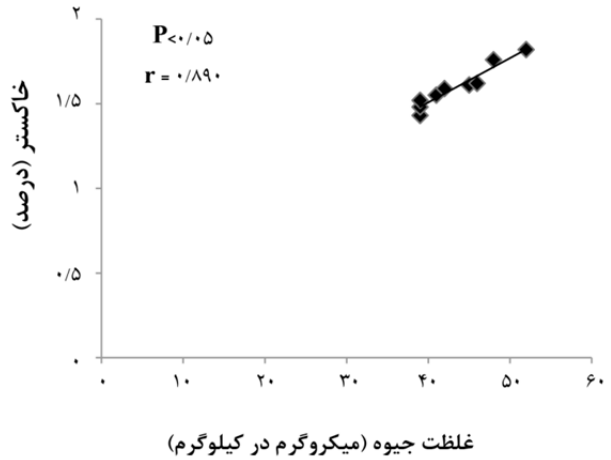
شکل ۴- ارتباط انباشت آرسنیک (میکروگرم در کیلوگرم) با درصد خاکستر در عضله ماهی کفشک زبان گاوی (*Cynoglossus arel*) بندر هندیجان در فصل تابستان ۱۳۹۰



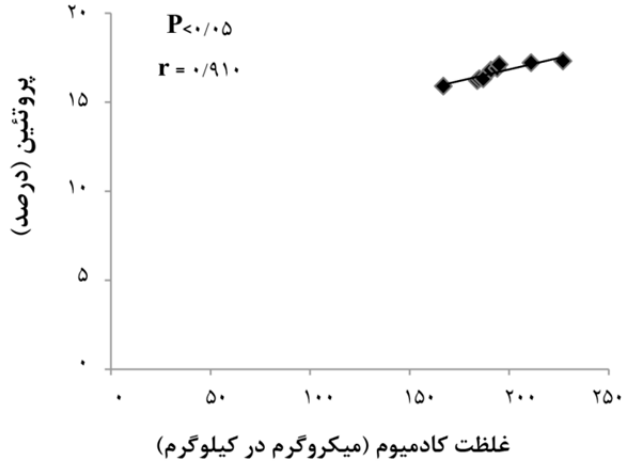
شکل ۵- ارتباط انباشت جیوه (میکروگرم در کیلوگرم) با درصد پروتئین در عضله ماهی کفشک زبان گاوی (*Cynoglossus arel*) بندر هندیجان در فصل تابستان ۱۳۹۰



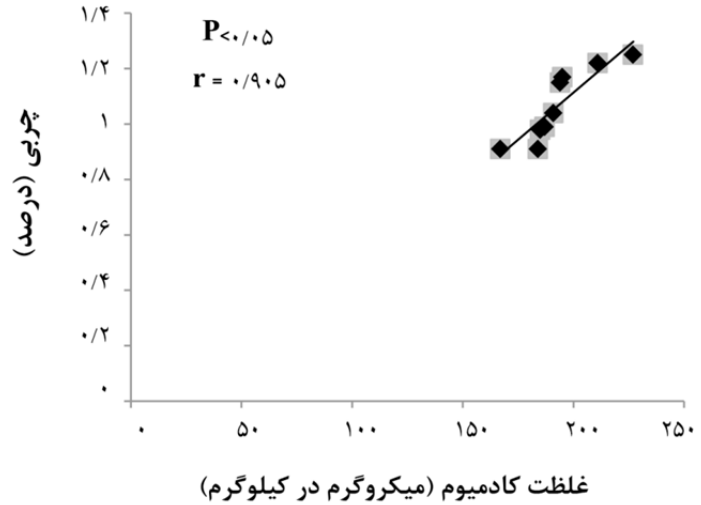
شکل ۶- ارتباط انباشت جیوه (میکروگرم در کیلوگرم) با میزان درصد چربی در عضله ماهی کفشک زبان گاوی (*Cynoglossus arel*) بندر هندیجان در فصل تابستان ۱۳۹۰



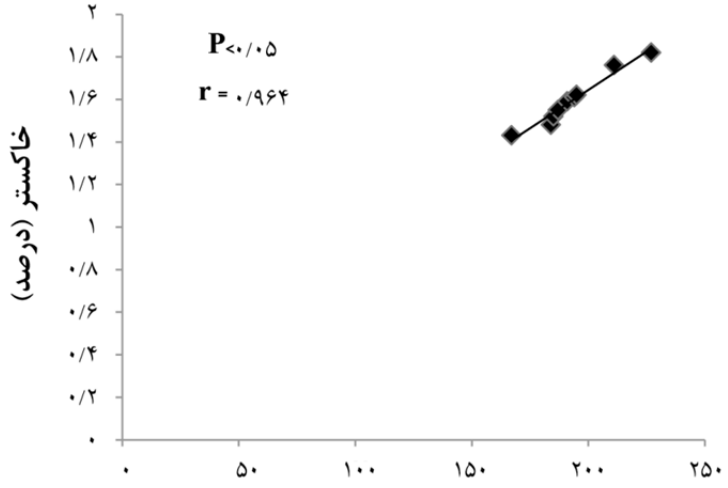
شکل ۷- ارتباط انباشت جیوه (میکروگرم در کیلوگرم) با درصد خاکستر در عضله ماهی کفشک زبان گاوی (*Cynoglossus arel*) بندر هندیجان در فصل تابستان ۱۳۹۰



شکل ۸- ارتباط انباشت کادمیوم (میکروگرم در کیلوگرم) با درصد پروتئین در عضله ماهی کفشک زبان گاوی (*Cynoglossus arel*) بندر هندیجان در فصل تابستان ۱۳۹۰



شکل ۹- ارتباط انباشت کادمیوم (میکروگرم در کیلوگرم) با درصد چربی در عضله ماهی کفشک زبان گاوی (*Cynoglossus arel*) بندر هندیجان در فصل تابستان ۱۳۹۰



شکل ۱۰- ارتباط انباشت کادمیوم (میکروگرم در کیلوگرم) با درصد خاکستر در عضله ماهی کفشک زبان گاوی (*Cynoglossus arel*) بندر هندیجان در فصل تابستان ۱۳۹۰

بحث و نتیجه‌گیری

در این تحقیق مقدار جیوه در دامنه ۵۲-۲۵ میکروگرم در کیلوگرم وزن‌تر عضله ماهی کفشک زبان گاوی به دست آمد. معمولاً میزان جیوه در عضله پایین می‌باشد (Al-Yousuf *et al.*, 2000). به عنوان مثال جیوه در عدم حضور روی و مس در کبد با مقادیر بالایی تجمع می‌یابد (Heath, 1987). مقدار جیوه در ماهی کفشک زبان گاوی (*Cynoglossus arel*) و گل خورک (*Periophthalmus waltoni*) در بندر امام خمینی در سال ۱۳۸۷ به ترتیب ۰/۶۸ و ۰/۸۱ میلی گرم در کیلوگرم (عسکری ساری و همکاران، ۱۳۸۹) و در ماهی کفال خاکستری (*Mugil cephalus*) در سال

۲۰۰۶ با مقدار ۰/۰۱ میلی‌گرم در کیلوگرم (Ubalua *et al.*, 2007) در مقایسه با مقادیر جیوه به دست آمده تحقیق بالاتر بود و همخوانی نداشت. علت اختلاف تجمع فلزات سنگین در تحقیقات مختلف با توجه به شرایط اکولوژیک و زیستی و فعالیت‌های متابولیکی (Canli & Atli, 2003) متفاوت است و به محل زندگی، رفتار تغذیه‌ای (Laimanso *et al.*, 1999)، سطح غذا، سن، اندازه و فصل نمونه برداری (Al-Yousuf *et al.*, 2000)، زمان ماندگاری فلزات سنگین و فعالیت‌های تنظیمی همئوستازی بدن ماهی نیز بستگی دارد (عسکری ساری و ولایت‌زاده، ۱۳۸۹). همچنین روش سنجش فلزات سنگین و دستگاه‌های جذب اتمی مختلف نیز در نتایج گزارش شده می‌تواند تأثیرگذار باشد (عسکری ساری و ولایت زاده، ۱۳۹۳).

میانگین مقدار آرسنیک در عضله ماهی کفشک زبان گاوی ۸۵-۶۱ میکروگرم در کیلوگرم وزن‌تر بود. میزان آرسنیک در این تحقیق در مقایسه با ماهی شوریده (*Otolithes rubber*) ۰/۴ میکروگرم در گرم، سنگسر (*Pomadasys* sp.) ۱ میکروگرم در گرم، زمین کن (*Platycephalus* sp.) ۰/۶ میکروگرم در گرم، هامور (*Epinephelus tauvina*) ۰/۳ میکروگرم در گرم و حلوا سفید (*Pampus argenteus*) ۰/۹ میکروگرم در گرم در خلیج فارس در سال ۲۰۰۴ (Agah *et al.*, 2009)، *Mullus barbatus* و کفال خاکستری (*Mugil cephalus*) ۰/۱۱ و ۰/۲۳ میکروگرم در گرم در دریای سیاه در سال ۲۰۰۸ (Tuzen, 2009) پایین‌تر بود. میزان آرسنیک در عضله ماهی لوتک (*Cyprinion macrostomus*)، شلج (*Aspius vorax*) و حمری (*Barbus luteus*) رودخانه کارون در سال ۱۳۹۱ به ترتیب ۷۳/۹، ۷۷/۳۶ و ۷۹/۹۱ میکروگرم در کیلوگرم و در عضله دو گونه کفال خلیج فارس در سال ۱۳۹۱، مید (*Liza klunzingeri*) و بیاه (*Liza macrolepis*) ۹۷/۶۶ و ۸۶ میکروگرم در کیلوگرم گزارش شده است (ولایت‌زاده و عسکری ساری، ۱۳۹۱).

در این تحقیق مقدار انباشت کادمیوم در دامنه ۲۲۷-۱۴۹ میکروگرم در کیلوگرم وزن‌تر عضله ماهی کفشک زبان گاوی به دست آمد. میانگین فلز کادمیوم در بافت عضله ماهی شوریده (*Otolithes ruber*) در بنادر صیادی آبادان و بندرعباس در سال ۱۳۸۹ به ترتیب ۰/۲۵۰ و ۰/۲۷۹ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن‌تر گزارش شده است (عسکری ساری و همکاران، ۱۳۹۱). فرهادی و همکاران (۱۳۹۲) نیز میزان تجمع کادمیوم را در عضله ماهی کیجار (*Saurida tumbil*) صید شده از سواحل بندر هندیجان در سال ۱۳۹۱ را غیر قابل تشخیص گزارش نمودند. میزان کادمیوم در عضله ماهیان شورت (*Sillago sihama*) و زمین کن (*Platycephalus indicus*) خلیج فارس در سال ۱۳۹۱ به ترتیب ۰/۵-۰/۴۳ و ۰/۳۹-۰/۲۲ میکروگرم بر گرم وزن‌تر گزارش شده است (محمد نبی‌زاده و پورخباز، ۱۳۹۲). البته میزان تجمع و ذخیره فلزات سنگین در اندام‌های مختلف ماهیان با توجه به شرایط اکولوژیک و زیستی و فعالیت‌های متابولیکی و ویژگی‌های بیوشیمیایی فلز متفاوت است (Canli & Atli, 2003). تفاوت در تجمع عناصر گونه‌های مختلف به رفتارهای غذایی (Mormedo & Davies, 2001; Watanabe *et al.*, 2003)، سن، اندازه و طول ماهی (Linde *et al.*, 1998; Al-Yousuf *et al.*, 2000) و محل زندگی و شرایط زیست محیطی و همچنین خواص فیزیکی و شیمیایی محیط از قبیل سختی آب، pH، درجه حرارت، فصل نمونه‌برداری، مواد مغذی و زمان رشد ماهی بستگی دارد (Dixon *et al.*, 1996; Fuhrer *et al.*, 1996).

در این تحقیق میانگین میزان پروتئین، چربی و خاکستر در عضله ماهی کفشک زبان گاوی به ترتیب ۱۷/۳-۱۵/۸، ۱/۲۵-۰/۸۵، ۱/۸۲-۱/۳۹ درصد محاسبه شد. در تحقیقات متعدد میزان ترکیبات پروتئین، چربی و خاکستر در عضله ماهیان متفاوت گزارش شده است که در جدول (۳) آمده است.

علت تفاوت میزان پروتئین، چربی و خاکستر در

تحقیقات ارائه شده گونه ماهی، نوع تغذیه، جنسیت، سن، شرایط زیستگاه و نوع روش سنجش و اندازه‌گیری این ترکیبات می‌باشد (رضوی شیرازی، ۱۳۸۶؛ عسکری ساری و ولایت‌زاده، ۱۳۹۱ الف؛ عسکری ساری و ولایت‌زاده،۱۳۹۱ ب).

جدول ۳- مقایسه میزان ترکیبات تقریبی (پروتئین، چربی و خاکستر) (درصد) در عضله ماهی کفشک زبان گاوی (*Cynoglossus arel*) بندر هندیجان با سایر مطالعات انجام شده

گونه ماهی	نام علمی	پروتئین	چربی	خاکستر	منابع
گربه ماهی	*Hemisynodontis membranacea*	۲۰/۲۶	_	_	Olagunju *et al*., 2012
هرینگ	*Clupea harengus*	۱۸/۴۵	۱۱/۱۴	۱/۵۱	Olagunju *et al*., 2012
ماکرل	*Scomber scombrus*	۲۰/۲۰	۱۲/۱۳	۱/۷۹	Olagunju *et al*., 2012
تیلاپیا	*Tilapia zilli*	۱۸/۸۰	_	_	Olagunju *et al*., 2012
تون ماهی پهن	*Orcynopsis unicolor*	۲۲	۱۶	۲	Aberoumand, 2012
تون زرده	*Euthynnus affinis*	۲۴	۱۴	۳/۲۷	Aberoumand, 2012
کفال پشت سبز	*Liza dussmieri*	۱۰/۱۳	۰/۲۵	۱/۳۶	Aberoumand, 2012
بأس دریایی	*Dicentrarchus labrax*	۵۰	۲/۱	۱۱/۵	Bhouri *et al*., 2010
ماکرل	*Scomber scombrus*	۱۸/۲۵	۳/۰۳	_	Makanjuola, 2012
کفشک زبان گاوی	*Cynoglossus arel*	۱۶/۵۸	۱/۰۴	۱/۵۷	تحقیق حاضر

در این تحقیق ارتباط مثبت و معنی‌داری بین غلظت جیوه، آرسنیک و کادمیوم با میزان ترکیبات شیمیایی در عضله ماهی کفشک زبان گاوی وجود داشت ($P<۰/۰۵$). بالاترین ضریب همبستگی (r) در عضله ماهی کفشک زبان گاوی بین آرسنیک و پروتئین مشاهده گردید ($r=۰/۹۷۲, P<۰/۰۵$). همچنین پایین‌ترین ضریب همبستگی (r) در عضله ماهی کفشک زبان گاوی بین جیوه و پروتئین مشاهده گردید ($r=۰/۸۸۰, P<۰/۰۵$).

در مطالعاتی ارتباط و همبستگی مثبت و معنی‌داری بین غلظت انباشت فلزات سنگین آرسنیک و روی با میزان ترکیبات شیمیایی پروتئین، چربی، خاکستر و رطوبت در عضله هشت گونه ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)، قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)، کپور سرگنده (*Aristichthys nobilis*)، کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*)، کپور علفخوار (*Ctenopharyngodon idella*)، شیر (*Scomberomorus commerson*)، قباد (*Scomberomorus guttatus*) و شوریده (*Otolithes ruber*) گزارش شده است (عسکری ساری و ولایت زاده،۱۳۹۱ الف؛ عسکری ساری و ولایت زاده،۱۳۹۱ ب) که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد. با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان بیان نمود که تجمع فلزات سنگین با میزان ترکیبات شیمیایی پروتئین، چربی و خاکستر در عضله ماهیان رابطه مستقیم دارد.

میزان انباشت فلزات سنگین در عضله ماهی کفشک زبان گاوی به ترتیب عبارت است از: کادمیوم > آرسنیک > جیوه. پایین بودن تجمع فلزات سنگین در عضله، ممکن است به دلیل پایین بودن میزان پروتئین‌های باند شونده با فلزات سنگین باشد (Allen-Gill & Martynov, 1995). به نظر می‌رسد، عضله به عنوان محل اصلی تجمع فلزات سنگین قلمداد نمی‌شود (Romeo *et al*., 1999). مسیر جذب و

مکانیسم انتقال آنها به بدن ماهی به عوامل مختلف وابسته است که شکل شیمیایی فلز (یونی یا نمک‌های آنها) در تعیین این مسیر بسیار مهم است (عسکری ساری و ولایت‌زاده، ۱۳۸۹).

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر از پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان استخراج شده است. نویسندگان مقاله مراتب تشکر خود را از ریاست محترم واحد و معاونین محترم پژوهشی و آموزشی آن دانشگاه جهت همکاری‌های لازم در پیشبرد اهداف پژوهشی این تحقیق اعلام می‌دارند.

منابع

اسدی، ه. و دهقانی پشترودی، ر. ۱۳۷۵. اطلس ماهیان خلیج فارس و دریای عمان. انتشارات وزارت جهاد کشاورزی، چاپ اول، تهران.

اسماعیلی ساری، ع. ۱۳۸۱. آلاینده‌ها، بهداشت و استاندارد محیط زیست. انتشارات نقش مهر، چاپ اول، تهران.

اسماعیلی ساری، ع.، نوری ساری، ح. و اسماعیلی، ا. ۱۳۸۶. جیوه در محیط زیست. انتشارات بازرگان، چاپ اول، رشت.

رضوی شیرازی، ح. ۱۳۸۶. تکنولوژی فرآورده‌های دریایی (اصول نگهداری و عمل آوری جلد اول). انتشارات پارس نگار. چاپ دوم. تهران.

ستاری، م.، شاهسونی، د. و شفیعی، ش. ۱۳۸۲. ماهی شناسی ۲ (سیستماتیک). انتشارات حق شناس. چاپ اول. تهران.

عسکری، ر. ۱۳۸۴. مروری بر ماهی شناسی سیستماتیک. انتشارات نقش مهر، چاپ اول، تهران.

عسکری ساری، ا. و ولایت‌زاده، م. ۱۳۸۹. هیدروشیمی کاربردی در آبزیان. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، چاپ اول. ایران.

عسکری ساری، ا.، ولایت‌زاده، م. و محمدی، م. ۱۳۸۹. میزان جیوه در دو گونه کفشک زبان گاوی و گل خورک در دو منطقه صیادی بندر امام خمینی و بندر عباس. مجله شیلات دانشگاه آزاد اسلامی واحد آزادشهر، ۴ (۲): ۵۶-۵۱.

عسکری ساری، ا. و ولایت زاده، م. ۱۳۹۰. بررسی غلظت سرب و روی در بافت‌های کبد و عضله دو گونه ماهی پرورشی کپور معمولی و قزل آلای رنگین کمان. مجله دامپزشکی ایران، ۷ (۱): ۳۵-۳۰.

عسکری ساری، ا. و ولایت‌زاده، م. ۱۳۹۱(الف). بررسی ارتباط تجمع فلز روی با میزان ترکیب شیمیایی عضله هشت گونه ماهی ایران. مجله فرآوری و نگه داری مواد غذایی، ۴ (۱): ۱۱۳-۹۹.

عسکری ساری، ا. و ولایت‌زاده، م. ۱۳۹۱(ب). بررسی ارتباط تجمع آرسنیک با میزان پروتئین، چربی، خاکستر و رطوبت در عضله هشت گونه ماهی در ایران. مجله بهداشت مواد غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز، ۲ (۳): ۵۸-۴۹.

عسکری ساری، ا.، جواهری بابلی، م.، محجوب، ث. و ولایت زاده، م. ۱۳۹۱. میزان فلزات سنگین (جیوه، کادمیوم، سرب) در عضله ماهی شوریده در بنادر صیادی آبادان و بندرعباس. مجله علمی شیلات ایران، ۲۱ (۳): ۱۰۶-۹۹.

عسکری ساری، ا. و ولایت‌زاده، م. ۱۳۹۳. فلزات سنگین در آبزیان. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، چاپ اول. ایران.

فرهادی، ا.، یاوری، و. و سالاری علی آبادی، م. ع. ۱۳۹۲. غلظت برخی فلزات سنگین در بافت‌های مختلف ماهی کیجار بزرگ (*Saurida tumbil*) در بندر هندیجان. فصلنامه علوم و فنون شیلات، ۲ (۱): ۸۰-۷۱.

محمدنبی زاده، س. و پورخباز، ع. ر. ۱۳۹۲. ردیابی زیستی فلزات سنگین در بافت‌های ماهیان شورت و زمین کن در ذخیره گاه زیست کره حرا. مجله دامپزشکی ایران، ۹ (۱): ۷۵-۶۴.

ولایت زاده، م. و عسکری ساری، ا. ۱۳۹۱. بررسی و مقایسه تجمع آرسنیک در عضله و کبد پنج گونه ماهی بومی استان خوزستان. نشریه شیلات (منابع طبیعی ایران)، ۶۵ (۴): ۴۶۱-۴۵۷.

Aberoumand, A. 2012. Proximate composition of less known some processed and fresh fish species for determination of the nutritive values in Iran. *Journal of Agricultural Technology*, 8(3): 917-922.

Agah, H., Leermakers, M., Elskens, M., Fatemi, S. M. R. & Baeyens, W. 2009. Accumulation of trace metals in the muscle and liver tissues of five species from the Persian Gulf. *Journal of Environmental Monitoring and Assessment*, 157: 499-514.

Ahmad, A. K. & Shuhaimi-Othman, M. 2010. Heavy metal concentration in sediments and fishes from Lake Chini, Pahang, Malaysia. *Journal of Biological Sciences*, 10(2): 93-100.

Al Ghabshi, A., Al-Khadhuri, H., Al-Aboudi, N., Al-Gharabi, S., Al-Khatri, A., Al-

tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 226: 497–509.

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.

Heath, A. G. 1987. Water pollution and fish physiology, (2nd ed.), CRC, Press, Boston, USA.

Humtsoe, N., Davoodi, R., Kulkarni, B. G. & Chavan, B. 2007. Effect of arsenic on the enzymes of the rohu carp, *Labio rohita*, Raffles. *Bulletin of Zoology*, 14: 17-19.

Kalay, G. & Bevis, M. J. 2003. Structure and physical property relationships in processed polybutene. *Journal of Applied Polymer Science*, 88: 814-824.

Laimanso, R. Y., Cheung, R. Y. & Chan, K. W. 1999. Metal concentrations in the tissues of Rabbitfish (*Siganus oramin)* collected from Tolo Harbour and Victoria Harbor in Hong Kong. *Journal of Marine Pollution Bulletin*, 39: 234.

Linde, A. R., Sanchez-Galan, S., Izquierdo, J. I., Arribas, P., Maranon, E., Garcy, A. & Vazquez, E. 1998. Brown Trout as biomonitor of heavy metal pollution: effect of age on the reliability of the assessment. *Ecotoxicology Environment*, 40: 120-125.

Makanjuola, O. M. 2012. Chemical analysis of flesh and some body parts of different fresh fish in South West Nigeria. *Pakistan Journal of Nutrition*, 11 (1): 14-15.

Mormedoe, S. & Davies, I. M. 2001. Heavy metal concentration in commercial deep-see fish from the Rockall Trough. *Continental Shelf Research*, 21: 899-916.

Olagunju, A., Muhammad, A., Mada, S. B., Mohammed, A., Mohammed, H. A. & Mahmoud, K. T. 2012. Nutrient composition of *Tilapia zilli*, *Hemisynodontis membranacea*, *Clupea harengus* and *Scombers scombrus* consumed in Zaria. *World Journal Life Science and Medical Research*, 2: 16-19.

Olowu, R. A., Ayejuyo, O. O., Adewuyi, G. U., Adejoro, I. A., Denloye, A. A. B., Babatunde, A. O. & Ogundajo, A. L. 2010. Determination of heavy metals in fish tissues, water and sediment from Epe and Mazrooei, N. & Sudheesh, P. S. 2012. Effect of the freshness of starting material on the final product quality of dried salted shark. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 4(2): 60-63.

Allen-Gill, S. M. & Martynov, V. G. 1995. Heavy metals burdens in nine species of freshwater and anadromous fish from the Pechora River. Northern Russia. *Sciences Total Environment*, 160-161: 653-659.

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. *Journal of Science Total Environment*, 256: 87-94.

AOAC. 1995. Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists. INC., Arlington, Virginia, USA.

Askary Sary, A. & Velayatzadeh, M. 2012. Lead and Zinc levels in *Scomberomorus guttatus*, *Scomberomorus commerson* and *Otolithes ruber* from Hendijan, Iran. *Advances in Environmental Biology,* 6 (2): 843-848.

Bhouri, A. M., Bouhlel, I., Chouba, L., Hammami, M., Cafsi, M. El. & Chaouch, A. 2010. Total lipid content, fatty acid and mineral compositions of muscles and liver in wild and farmed Sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *African Journal of Food Science*, 4 (8): 522-530.

Canli, M. & Atli, G. 2003. The relationship between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species. *Journal of 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 freshwater fish in U. S. Arctic Lakes. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 16(4): 733.

Eboh, L., Mepba, H. D. & Ekpo, M. B. 2006. Heavy metal contaminants and processing effects on the composition, storage stability and fatty acid profiles of five common commercially available fish species in Oron Local Government, Nigeria. *Journal of Food Chemistry*, 97 (3): 490-497.

Folch, J., Lees, M. & Stanley, G. H. S. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal

Food Chemistry, 103: 670–675.

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

Ubalua, A. O., Chijioke, U. C. & Ezeronye, O. U. 2007. Determination and assessment heavy metal content in fish and shellfish in Aba River, Abia State, Nigeria. *Sciences Technology Journal*, 7(1): 16-23.

Watanabe, K. H., Desimone, F. W., Thiyagarajah, A., Hartley, W. R. & Hindrichs, A. E. 2003. Fish tissue quality in the lower Mississippi River and health risks from fish consumption. *Science Total Environment*, 302(1-3): 109 126.

Badagry Lagoons, Lagos, Nigeria. *Journal of Chemistry*, 7(1): 215-221.

Romeo, M., Siaub, Y., Sidoumou, Z. & Gnassia-Barelli, M. 1999. Heavy metal distribution in different fish species from the Mauritania coast. *Sciences Total Environment*, 232: 169-75.

Sekhar, K. C., Chary, N. S., Kamala, C. T., Raj, D. S. S. & Rao, A. S. 2003. Fractionation studies and bioaccumulation of sediment-bound heavy metals in Kollerulake Bay edible fish. *Environment International*, 29: 1001–1008.

Turkmen, M. & Ciminli, C. 2007. Determination of metals in fish and mussel species by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry. *Journal of*