نشریه فن‌آوری‌های نوین در توسعه آبزی‌پروری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آزادشهر/ ISSN: 2008-0026 سال دوازدهم، شماره چهارم، زمستان ۹۷/ صفحات: ۲۶-۱۵

مقایسه تجمع زیستی فلزات سنگین نیکل، کادمیوم و روی در عضله و کبد فیل‌ماهی (*Huso huso*) و ماهی ازون‌برون (*Acipenser stellatus*) پرورشی در استان خوزستان

*اعظم محمد صالحی[1] و محمد ولایت‌زاده[1]

[1]باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

تاریخ دریافت: ۹۷/۲/۱۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۶/۱۵

چکیده

این پژوهش با هدف تعیین و مقایسه میزان فلزات سنگین کادمیوم، روی و نیکل در عضله و کبد فیل‌ماهی (*Huso huso*) و ماهی ازون‌برون (*Acipenser stellatus*) پرورشی در فصل بهار در استان خوزستان انجام شد. ۶۰ نمونه فیل‌ماهی و ماهی ازون‌برون به‌صورت کاملاً تصادفی از ۵ استخر پرورشی مزرعه پرورش ماهیان خاویاری حنطوش‌زاده تهیه شد. سنجش فلزات سنگین به روش جذب اتمی و با دستگاه Perkin Elmer 4100 صورت گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌ها به کمک نرم‌افزار SPSS17 انجام شد و میانگین تیمارها به کمک آنالیز واریانس T-test با یکدیگر مقایسه شدند. بالاترین و پایین ترین میزان نیکل، کادمیوم و روی در کبد و عضله ماهی ازون‌برون به‌دست آمد ($P<۰/۰۵$). میزان نیکل، کادمیوم و روی در کبد فیل‌ماهی و ماهی ازون‌برون بالاتر از عضله بود ($P<۰/۰۵$). میزان این فلزات در عضله فیل‌ماهی بالاتر از ازون‌برون به‌دست آمد ($P>۰/۰۵$). همچنین میزان فلز نیکل، کادمیوم و روی در کبد ماهی ازون‌برون بالاتر از کبد فیل‌ماهی بود ($P>۰/۰۵$). در این پژوهش میزان نیکل، کادمیوم و روی در عضله فیل‌ماهی و ماهی ازون‌برون در مقایسه با حد مجاز سازمان بهداشت جهانی، سازمان غذا و داروی آمریکا، وزارت کشاورزی- شیلات انگلستان و انجمن ملی بهداشت و سلامت استرالیا پایین‌تر بود. با توجه به نتایج به‌دست آمده مصرف این دو گونه ماهی پرورشی در استان خوزستان مشکلی برای انسان ایجاد نمی‌کند.

واژه‌های کلیدی: تجمع زیستی، فلزات سنگین، فیل‌ماهی، ماهی ازون‌برون

مقدمه

تاس‌ماهیان (Acipenseridae) گونه‌هایی از ماهیان با ارزش از رده ماهیان غضروفی- استخوانی با دو جنس تاس‌ماهی و فیل‌ماهی هستند. گونه‌های بومی جنس تاس‌ماهی در آب‌های ایران شامل ازون‌برون (*Acipenser stellatus*)، تاس‌ماهی ایرانی (قره‌برون) (*Acipenser persicus*)، چالباش (تاس‌ماهی روسی) (*Acipenser gueldenstaedtii*)، ماهی شیپ (*Acipenser nudiventris*) و استرلیاد (*Acipenser ruthenus*) بوده و تنها گونه جنس فیل‌ماهی، گونه فیل‌ماهی (*Huso huso*) است (سالنامه آماری شیلات ایران، ۱۳۹۳). فیل‌ماهی و ماهی ازون‌برون گونه‌های با ارزش و مهم تاس‌ماهیان می‌باشند که گران‌ترین نوع خاویار از گونه فیل‌ماهی استحصال می‌شود، به همین دلیل این دو گونه از اهمیت شیلاتی و اقتصادی بالایی برخوردار هستند (کیوان، ۱۳۸۲).

* نویسنده مسئول: a.mohamadsalehi1358@gmail.com

با توجه گسترش فعالیت‌های انسان و افزایش مستمر آلودگی‌های زیست‌محیطی در اکوسیستم‌های دریایی و آب شیرین، کاهش ذخایر آبزیان و صید بی‌رویه ماهیان سبب شده تا دهه اخیر تکثیر و پرورش آبزیان افزایش یابد. با توجه به کاهش ذخایر طبیعی ماهیان خاویاری در جهان و دریای خزر، یکی از راه‌حل‌های بسیار مؤثر جهت افزایش تولید گوشت و خاویار، تکثیر مصنوعی و پرورش تاس‌ماهیان می‌باشد. استقبال مصرف‌کنندگان نیز سبب افزایش پرورش ماهیان خاویاری در مناطق مختلف ایران شده است. با توجه به این‌که تاس‌ماهیان دارای طول عمر بالا و گوشتخوار هستند، بهترین شاخص جهت تعیین غلظت فلزات در اکوسیستم‌های آبی می‌باشند. علاوه بر این نظر به ارزش غذایی و همچنین اهمیت اقتصادی این گونه‌ها، ارزیابی تجمع فلزات سنگین جهت مصرف این ماهیان ضروری به‌نظر می‌رسد (غفاری و حسینی، ۱۳۹۲). در سال‌های اخیر تاس‌ماهیان مانند فیل‌ماهی و ماهی ازون‌برون در استان خوزستان پرورش داده می‌شوند.

فلزات سنگین گروهی از آلاینده‌های خطرناک می‌باشند که خطر بالقوه برای سلامتی اکوسیستم‌ها و موجودات زنده محسوب می‌شوند. در این میان ماهیان گروهی از آبزیان هستند که با افزایش آلاینده‌ها در محیط زیست آبی، آن‌ها را از مسیرهای مختلف بدن جذب نموده و در اندام‌های عضله، کبد، کلیه، پوست و استخوان تجمع می‌یابند (اسماعیلی ساری و همکاران، ۱۳۸٦؛ عسکری ساری و ولایت‌زاده، ۱۳۹۳). عناصر سمی مانند جیوه، آرسنیک، کادمیوم، سرب و نیکل از مهم‌ترین منابع آلاینده محیط‌زیست به حساب می‌آیند که در بدن انسان اثرات سمی دارند و سبب انواع بیماری‌ها می‌شوند (Miloskovic و Simic، ۲۰۱۵).

برخی فلزات سنگین مانند مس، روی، آهن و منگنز برای بدن انسان ضروری هستند، اما چنان‌چه مقادیر آن‌ها بیش از حد گردد، سمیت آن‌ها بیش‌تر شده و مشکلاتی را ایجاد می‌کنند (ولایت‌زاده و همکاران، ۱۳۹۳؛ Qin و همکاران، ۲۰۱۵).

کادمیوم نیز جزء فلزات سمی می‌باشد که اثرات سمیت کادمیوم در بدن انسان نیز باعث شده است که در سال‌های اخیر پژوهشگران در کشورهای مختلف، مطالعات بسیاری را در مورد این عنصر انجام دهند (امینی رنجبر و ستوده‌نیا، ۱۳۸٤؛ دادالهی سهراب و همکاران، ۱۳۸۷؛ عسکری ساری و همکاران، ۱۳۹۱). نیکل جزء فلزات سنگینی است که می‌تواند تأثیرات جبران‌ناپذیری بر موجودات زنده داشته باشد (جلالی جعفری و آقازاده مشگی، ۱۳۸٦). بخش اعظم ترکیبات نیکل در طبیعت جذب ذرات خاک و رسوبات شده و در نهایت به‌صورت غیرمتحرک در می‌آیند. وجود نیکل در آب‌های سطحی سبب کاهش رشد جلبک‌ها می‌شود (عسکری ساری و ولایت‌زاده، ۱۳۹۳). عنصر روی در فرآیندهای زیستی نقش مهمی دارد و از جمله عناصر ضروری است که در واکنش‌های زیستی فعالیت می‌کند (اسماعیلی ساری، ۱۳۸۱). عنصر روی در مقادیر اندک برای ماهی ضروری است و به‌عنوان کاتالیزور در ساختار اکثر آنزیم‌های فعال در سوخت‌وساز انرژی فعالانه نقش دارد و میزان اندک آن تهدیدی جدی محسوب نمی‌شود (روحانی، ۱۳۷٤).

با توجه به این‌که عضله ماهی نقش مهمی در تغذیه انسان‌ها دارد و اطمینان از سلامت آن جهت مصرف در بدن انسان‌ها ضروری است، همچنین فلزات سنگین سبب بروز مسمومیت‌های حاد و مزمن می‌شود، به همین علت عضله به‌عنوان بافت هدف انتخاب گردید. کبد ماهیان اندامی است که سموم

مختلف مانند فلزات سنگین در آن تجمع می‌یابد. بنابراین با توجه به مطالب ذکر شده، این پژوهش با هدف تعیین و مقایسه میزان فلزات سنگین کادمیوم، روی و نیکل در عضله و کبد فیل‌ماهی (*Huso huso*) و ماهی ازون‌برون (*Acipenser stellatus*) پرورشی در استان خوزستان انجام شد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش در فصل بهار سال ۱۳۹٤، ٦۰ نمونه فیل‌ماهی و ماهی ازون‌برون به‌صورت کاملاً تصادفی از ۵ استخر پرورشی مزرعه پرورش ماهیان خاویاری حنطوش‌زاده تهیه شد. این مرکز پرورشی در استان خوزستان و شهرستان دزفول واقع شده است و از نظر موقعیت جغرافیایی در طول جغرافیایی ٤۸ درجه و ۲٤ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۲۲ دقیقه شمالی با ارتفاع ۱٤۰ متر از سطح تراز دریا قرار دارد. استخرهای پرورشی هشت ضلعی، بتونی با حجم ٥٤ مترمکعب می‌باشند و درون سالن سرپوشیده قرار دارند و آب مورد نیاز از طریق چاه عمیق پس از هوادهی در سیستم نیمه مدار بسته مورد استفاده قرار می‌گیرد. از هر استخر ٦ قطعه فیل‌ماهی و ٦ قطعه ماهی ازون‌برون نمونه‌برداری شد.

ماهیان به‌وسیله جعبه‌های یونولیتی حاوی پودر یخ به آزمایشگاه انتقال داده شدند. در آزمایشگاه زیست‌سنجی نمونه‌ها شامل طول، وزن و سن انجام شد و بافت عضله و کبد نمونه‌ها جدا گردید. وزن ماهیان به‌وسیله دستگاه ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم و طول آن‌ها با خط‌کش زیست‌سنجی با دقت ۰/۰۱ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد (ROPME، ۱۹۹۹).

نمونه‌های به‌دست آمده را به‌مدت ۱۲۰ تا ۱۵۰ دقیقه در آون با دمای ٦٥ درجه سلسیوس قرار داده تا به وزن ثابت رسیدند و سپس از داخل آون خارج شدند. برای هضم نمونه‌ها از روش مرطوب استفاده شد که ۰/۵ گرم از نمونه در یک بالن ۲۵۰ میلی‌لیتر ریخته شد و به آن ۲۵ میلی‌لیتر اسید سولفوریک غلیظ، ۲۰ میلی‌لیتر اسید نیتریک ۷ مولار و ۱ میلی‌لیتر محلول مولیبدات سدیم ۲ درصد اضافه شد و از سنگ جوش برای یکنواختی جوشیدن استفاده شد، سپس نمونه سرد شده و از بالای مبرد به آرامی ۲۰ میلی‌لیتر مخلوط اسید نیتریک غلیظ و اسید پرکلریک غلیظ به نسبت ۱:۱ به نمونه اضافه شد، سپس مخلوط حرارت داده شد تا بخارات سفید رنگ اسید به‌طور کامل محو شد، مخلوط سرد شده و در حالی‌که بالن چرخانده می‌شد ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر از بالای مبرد به آرامی به آن اضافه شد. با حرارت دادن حدود ۱۰۰ دقیقه محلول کاملاً شفافی به‌دست آمد، این محلول پس از سرد شدن به داخل بالن ژوژه ۱۰۰ میلی‌لیتر انتقال داده شد و به حجم رسانده شد (Eboh و همکاران، ۲۰۰٦).

سنجش فلزات سنگین مورد مطالعه به روش جذب اتمی و سیستم کوره گرافیتی با کمک دستگاه Perkin Elmer 4100 انجام شد. حد تشخیص فلزات توسط این دستگاه جذب اتمی به روش کوره در حد ppb بود که دارای دقت حدود ۱۰۰۰ برابر سیستم شعله می‌باشد. جهت اندازه‌گیری فلزات سنگین ابتدا به ۱۰ میلی‌لیتر محلول هضم شده نمونه‌ها، ۵ میلی‌لیتر محلول آمونیم پیرولیدین کاربامات ۵ درصد اضافه شده و به‌مدت ۲۰ دقیقه نمونه‌ها بهم زده شدند تا عناصر به‌صورت فرم آلی فلزی در محلول کمپلکس شوند و سپس به نمونه‌ها ۲ میلی‌لیتر متیل ایزوبوتیل کتون اضافه شد و به‌مدت ۳۰ دقیقه نمونه‌ها بهم زده شدند و پس از ۱۰ دقیقه نمونه‌ها در دور ۲۵۰۰ دور

در دقیقه سانتریفوژ شدند و عناصر مورد نظر بـه فـاز آلی منتقل شدند. پس از تنظیم کوره و سیسـتم EDL (منبع تولیـد اشـعه کاتـدی) دسـتگاه و اپتـیمم کـردن دستگاه جذب اتمی منحنی کالیبراسیون این عناصر به کمک استانداردهای این عناصر و مـاتریکس مـدیفایر پالادیم توسط نرم‌افزار WinLab 32 رسـم گردیـد و مقدار این عناصر در محلول‌های آماده شده اندازه‌گیری گردید (Ahmad و Shuhaimi-Othman، ۲۰۱۰).

صحت داده‌های به‌دست آمده با اسـتفاده از روش افـزودن اسـتاندارد (Standard Addition) بررسـی گردید. در این روش ابتـدا مـاده مجهـول آنـالیز شـد، سپس به چند ظرف که حاوی مقدار یکسانی از نمونه است، حجم‌های مشخصی از استاندارد اضافه گردید و کروماتوگرام مربوط به هر مرحله را آنالیز و ارتفاع یـا سطح زیر پیک نمونه‌ها را بر اساس حجـم اسـتاندارد اضافه شده ترسیم و در نهایـت بـا اسـتفاده از روابـط موجود غلظت نمونـه محاسـبه شـد. اسـتفاده از ایـن روش سبب حفظ بافت نمونه‌هـا گردیـد و در نتیجـه احتمال مزاحمت بافت (Matrix Interference) نمونه کاهش یافـت (Rouessac و Rouessac، ۲۰۰۷). در این پژوهش برای محاسبه منحنی کالبراسیون از استاندارد مرجـع (Standard Reference Materials; SRM) استفاده شد. برای این کار ابتدا غلظـت‌هـای مختلـف استاندارد فلزات سنگین به تعداد ۵ اسـتاندارد سـاخته شد و پس از تزریق به دستگاه جـذب اتمـی منحنـی کالیبراسیون عناصر رسم گردید. پس از آن نمونه‌هـای آماده شده به دستگاه تزریق شـد و غلظـت مـوردنظر قرائت گردید.

در این پژوهش تجزیـه و تحلیـل داده‌هـا بـه کمـک نرم‌افزار SPSS17 انجام شد. نرمال بودن داده‌ها به کمک آزمون کولموگراف- اسمیرنف بررسی شدند. میانگین داده‌ها به کمک آزمون t (Paired-samples t test) با یکدیگر مقایسه شدند که وجود یا عدم وجود اختلاف معنـی‌دار در سـطح اطمینـان ۹۵ (P=۰/۰۵) تعیـین گردید. در رسـم نمودارهـا و جـدول‌هـا از نـرم‌افـزار Excel 2007 استفاده گردید.

نتایج

میانگین پارامترهای طول و وزن فیل‌ماهی و ماهی ازون‌برون پرورشی مورد مطالعه در جدول‌های ۱ و ۲ آمده است.

جدول ۱- میانگین (mean±SD) زیست‌سنجی فیل‌ماهی (*Huso huso*) پرورشی در استان خوزستان، ۱۳۹٤

استخرهای نمونه‌برداری	تعداد نمونه	سن (سال)	طول (سانتی‌متر)	وزن (گرم)
استخر ۱	٦	۵	۱۱۷/۱۲±۱۲/۰۹	۳۵۰۰/۳۲±۲۵/٤۷
استخر ۲	٦	۵	۱۲۰/۰٦±۱۱/۸٤	٤٤۰۰±٦۸/۱۹
استخر ۳	٦	۵	۱۱٤/٤۵±۱۱/٤٤	۳۰۰۰/۹۷±۹۲/٤۲
استخر ٤	٦	۵	۱۱۱/۹۲±۹/۱٤	۳۳۰۰/٦۸±۵۷/٦۱
استخر ۵	٦	۵	۱۱٦/۷۷±۸/۲٦	۳۹۰۰/۲۲±۷۸/۲۰

جدول ۲- میانگین (mean±SD) زیست‌سنجی ماهی ازون‌برون (*Acipenser stellatus*) پرورشی در استان خوزستان، ۱۳۹٤

استخرهای نمونه‌برداری	تعداد نمونه	سن (سال)	طول	وزن
استخر ۱	٦	٥	۱۳٥/٥۱±۹/٤٦	۹٦٥۰±٦٦/۲٤
استخر ۲	٦	٥	۱۲۷/٥۳±۱۱/۲۲	۸۷٥۰/٤۲±۷۱/٦۹
استخر ۳	٦	٥	۱۳٤/٦٤±۹/۲۸	۸٤۰۰±٥٤/۱۹
استخر ٤	٦	٥	۱۳۳/۳۲±۸/۸٥	۸۳۲۰/٦٥±۸۳
استخر ٥	٦	٥	۱٤۰/۲٥±۱۲/۱۲	۸۲٤۰/۷۹±۷٥/۷٦

بالاترین و پایین‌ترین میزان نیکل در کبد (۱/۷۱±۰/۰۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و عضله ماهی ازون‌برون (۰/۰۸۳±۰/۰۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم) به‌دست آمد (P<۰/۰٥). میزان نیکل در کبد فیل‌ماهی و ماهی ازون‌برون بالاتر از عضله بود (P<۰/۰٥). میزان این فلز در عضله فیل‌ماهی بالاتر از ازون‌برون به‌دست آمد (P>۰/۰٥). همچنین میزان فلز نیکل در کبد ماهی ازون برون بالاتر از کبد فیل‌ماهی بود (P>۰/۰٥). میزان فلز نیکل در ٥ استخر مورد مطالعه در اندام کبد نسبت به عضله فیل‌ماهی و ماهی ازون‌برون بالاتر به‌دست آمد (P<۰/۰٥)، اما میزان این عنصر در تمامی نمونه‌های عضله و کبد دو گونه ماهی استخرهای مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری نداشت (P>۰/۰٥) (جدول ۳).

جدول ۳- میانگین (mean±SD) غلظت فلز نیکل (میکروگرم بر کیلوگرم) در فیل‌ماهی (*Huso huso*) و ماهی ازون‌برون (*Acipenser stellatus*) پرورشی در استان خوزستان، ۱۳۹۳

استخرهای نمونه‌برداری	فیل‌ماهی		ازون‌برون	
	عضله	کبد	عضله	کبد
استخر ۱	۰/۰۹۳±۰/۰۳^{a}	۱/۲۳±۰/۲۸^{b}	۰/۰۸۷±۰/۰۳^{a}	۱/۷۱±۰/۰۹^{b}
استخر ۲	۰/۰۸۷±۰/۰۲^{a}	۱/۲٤±۰/۱٦^{b}	۰/۰۸۳±۰/۰۳^{a}	۱/۳۲±۰/۱۲^{b}
استخر ۳	۰/۰۹۹±۰/۰۲^{a}	۱/۲۷±۰/۱۸^{b}	۰/۰۸٦±۰/۰۲^{a}	۱/٤۳±۰/۱٦^{b}
استخر ٤	۰/۰۹۷±۰/۰٤^{a}	۱/۳٤±۰/۱۸^{b}	۰/۰۸۹±۰/۰۲^{a}	۱/۳۷±۰/۲٤^{b}
استخر ٥	۰/۰۹۱±۰/۰٥^{a}	۱/۳۲±۰/۲۲^{b}	۰/۰۸٦±۰/۰۲^{a}	۱/۳٦±۰/۱۷^{b}

حروف غیرهمنام در هر ردیف و ستون اختلاف معنی‌دار بین استخرها را نشان می‌دهد (P<۰/۰٥).

بالاترین و پایین‌ترین میزان کادمیوم در کبد (۱/۳٥±۰/۰۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و عضله ماهی ازون‌برون (۰/۰۰۲±۰/۰۰۰۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم) به‌دست آمد (P<۰/۰٥). میزان کادمیوم در کبد فیل‌ماهی و ماهی ازون‌برون بالاتر از عضله بود (P<۰/۰٥). میزان این فلز در عضله فیل‌ماهی بالاتر از ازون‌برون به‌دست آمد (P>۰/۰٥). همچنین میزان فلز کادمیوم در کبد ماهی ازون‌برون بالاتر از کبد فیل‌ماهی بود (P>۰/۰٥). میزان فلز کادمیوم در ٥ استخر مورد مطالعه در اندام کبد نسبت به عضله فیل‌ماهی و ماهی

ازون‌برون بالاتر به‌دست آمد (P<۰/۰۵)، اما میزان این عنصر در تمامی نمونه‌های عضله و کبد دو گونه ماهی استخرهای مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵) (جدول ٤).

بالاترین و پایین‌ترین میزان روی در کبد (۳٦/۲۵±۲/۹۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و عضله ماهی ازون‌برون (۳/۲۷±۰/۱۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم) به‌دست آمد (P<۰/۰۵). میزان روی در کبد فیل‌ماهی و ماهی ازون‌برون بالاتر از عضله بود (P<۰/۰۵). میزان این فلز در عضله فیل‌ماهی بالاتر از ازون‌برون به‌دست آمد (P>۰/۰۵). همچنین میزان فلز روی در کبد ماهی ازون‌برون بالاتر از کبد فیل‌ماهی بود (P>۰/۰۵). میزان فلز روی در ۵ استخر مورد مطالعه در اندام کبد نسبت به عضله فیل‌ماهی و ماهی ازون‌برون بالاتر به‌دست آمد (P<۰/۰۵)، اما میزان این عنصر در تمامی نمونه‌های عضله و کبد دو گونه ماهی استخرهای مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵) (جدول ۵).

جدول ٤- میانگین (mean±SD) غلظت فلز کادمیوم (میکروگرم بر کیلوگرم) در فیل‌ماهی (*Huso huso*) و ماهی ازون‌برون (*Acipenser stellatus*) پرورشی در استان خوزستان، ۱۳۹۳

استخرهای نمونه‌برداری	فیل‌ماهی		ازون‌برون	
	عضله	کبد	عضله	کبد
استخر ۱	۰/۰۱۳±۰/۰۰۱^{a}	۱/۰۲±۰/۰۳^{b}	۰/۰۰۲±۰/۰۰۰۳^{a}	۱/۲٦±۰/۰۱^{b}
استخر ۲	۰/۰۱۷±۰/۰۰۱^{a}	۱/۰۲±۰/۰۱^{b}	۰/۰۰۳±۰/۰۰۰۱^{a}	۱/۲۳±۰/۰۲^{b}
استخر ۳	۰/۰۱۹±۰/۰۰۱^{a}	۰/۹۷±۰/۰۱^{b}	۰/۰۰۳±۰/۰۰۰۲^{a}	۱/۳٤±۰/۰۳^{b}
استخر ٤	۰/۰۱۳±۰/۰۰۱^{a}	۰/۹٤±۰/۰۲^{b}	۰/۰۰۳±۰/۰۰۰۱^{a}	۱/۳۵±۰/۰۱^{b}
استخر ۵	۰/۰۱۱±۰/۰۰۲^{a}	۰/۹۹±۰/۰۱^{b}	۰/۰۰۲±۰/۰۰۰۱^{a}	۱/۲۸±۰/۰۱^{b}

حروف غیرهمنام در هر ردیف اختلاف معنی‌دار بین استخرها را نشان می‌دهد (P<۰/۰۵).

جدول ۵- میانگین (mean±SD) غلظت فلز روی (میکروگرم بر کیلوگرم) در فیل‌ماهی (*Huso huso*) و ماهی ازون‌برون (*Acipenser stellatus*) پرورشی در استان خوزستان، ۱۳۹۳

استخرهای نمونه‌برداری	فیل‌ماهی		ازون‌برون	
	عضله	کبد	عضله	کبد
استخر ۱	۷/٤٤±۰/۲٦^{a}	۲۹/۷۱±۱/۳۳^{b}	۳/۲۷±۰/۱۲^{c}	۳٦/۲۵±۲/۹۰^{d}
استخر ۲	۷/٤۷±۰/۳۲^{a}	۳۰/٤۱±۲/۲٤^{b}	۳/۷۵±۰/۲۱^{c}	۳٤/۷۷±۳/۲۸^{d}
استخر ۳	۷/٤۰±۰/٤۱^{a}	۳۰/۲۳±۲/۷۵^{b}	۳/٦۲±۰/۲۵^{c}	۳۱/۲۸±۳/٦۸^{d}
استخر ٤	۷/٤۷±۰/۲۲^{a}	۲۹/۲۳±۱/۷٦^{b}	۳/۹۰±۰/۲۸^{c}	۳۲/۳٤±۲/٤۹^{d}
استخر ۵	۷/٤۹±۰/۲۹^{a}	۲۹/٤٦±۱/۱٦^{b}	٤/۲٤±۰/۲۹^{c}	۳۳/٦۸±۲/۸۷^{d}

حروف غیرهمنام در هر ردیف اختلاف معنی‌دار بین استخرها را نشان می‌دهد (P<۰/۰۵).

بحث و نتیجه‌گیری

میزان فلزات سنگین در فیل‌ماهی و ماهی ازون‌برون در تمامی نمونه‌های مورد مطالعه در کبد بالاتر از عضله بود. فلزات سنگین اندام هدف خود را بر اساس میزان فعالیت متابولیک آن انتخاب می‌کنند. این نکته، علت تجمع بیش‌تر فلزات در اندام‌هایی مانند کبد و کلیه را در مقایسه (با فعالیت متابولیک پایین) تفسیر می‌نمایند (Filazi و همکاران، ۲۰۰۳). بیش‌تر اندام‌های ماهی در برابر مسمومیت با فلزات سنگین حساس هستند، در این پژوهش بافت عضله ماهی به نسبت نقش مهم در تغذیه انسان و لزوم اطمینان از سلامت آن جهت مصرف و کبد به‌دلیل این‌که عضو اصلی در سوخت‌وساز بدن است و صدمات اصلی را تحمل می‌کند (Stoskopf، ۱۹۹۳)، به‌عنوان اندام‌های هدف انتخاب شدند. زمان طولانی بلوغ جنسی در تاس‌ماهیان زمان طولانی‌تری برای آلاینده‌های محیطی به‌خصوص برای فلزات سنگین جهت انباشتگی در اندام‌های آن‌ها فراهم می‌کند نظر به این‌که تاس‌ماهیان کفزی بوده و همچنین با داشتن طول عمر نسبتاً طولانی میزان چربی در بافت‌های مختلف رژیم غذایی و از همه مهم‌تر جایگاهشان در زنجیره غذایی، می‌توانند تجمع بالایی از آلاینده‌ها را در اندام‌های بدن دریافت کنند (مشروفه و همکاران، ۱۳۹۲؛ غفاری و حسینی، ۱۳۹۲). به‌نظر می‌رسد که ماهیان مختلف در مقابل حضور فلزات سنگین در آب کاملاً بی‌دفاع هستند و ورود آن‌ها در بدن و تجمع آن‌ها در بافت‌های مختلف به‌طور کلی متأثر از غلظت آلاینده در محیط باشد. با این‌حال، به‌نظر می‌رسد حضور پروتئین‌های متالوتیونئین در کبد و نقش آن در کاهش استرس اکسیداتیو در ماهیان توجیه‌کننده تجمع بیش‌تر این آلاینده‌ها در اندام کبد باشد (Alvarado و همکاران، ۲۰۰۶).

در این پژوهش غلظت نیکل در کبد فیل‌ماهی و ماهی ازون‌برون بالاتر از عضله به‌دست آمد. نیکل در کبد، آبشش، کلیه و عضلات ماهیان تجمع می‌یابد. بیش‌ترین میزان نیکل در آبزیان در تخمدان سپس در کبد، آبشش، کلیه و کم‌ترین میزان در عضله ماهی گزارش شده است (جلالی جعفری و آقازاده مشگی، ۱۳۸۶؛ عسکری ساری و ولایت‌زاده، ۱۳۹۳). میزان نیکل در عضله دو گونه ماهی ازون‌برون (*Acipenser stellatus*) و فیل‌ماهی (*Huso huso*) به‌ترتیب ۰/۱۶ و ۰/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش شده است (مشروفه و همکاران، ۱۳۹۱). دامنه غلظت فلز نیکل در عضله فیل‌ماهی و ماهی ازون‌برون بسیار کم بود. نیکل به‌طور گسترده‌ای در محیط زیست پراکنده است و افزایش غلظت این فلز به‌دلیل مصرف سوخت‌های فسیلی، استخراج آن از معادن و پالایشگاه‌ها و سوزاندن مواد زائد و پساب بیمارستانی است (اسماعیلی ساری، ۱۳۸۱). غلظت بالای نیکل در رسوبات، اصولاً ناشی از منابع انسانی مثل تردد کشتی‌ها، قایق‌ها و نفت‌کش‌ها، نفت خام، فاضلاب‌های شهری و صنعتی است (Pourang و همکاران، ۲۰۰۵). تخلیه و بارگیری مواد معدنی به‌خصوص آهن صورت و تردد کشتی‌ها و شناورها و پساب ناشی از آن‌ها در افزایش آلودگی نیکل نقش دارد (مشروفه و همکاران، ۱۳۹۱؛ عسکری ساری و ولایت‌زاده، ۱۳۹۳).

در این پژوهش میزان کادمیوم در عضله فیل‌ماهی و ماهی ازون‌برون پایین‌تر از کبد به‌دست آمد. به‌طور کلی آبشش‌ها، کلیه و کبد عمده‌ترین راه‌های جذب این فلزات به بدن ماهیان می‌باشند (Newman و Unger، ۲۰۰۳) که جذب فلز کادمیوم از طریق آبشش‌ها بسیار بیش‌تر از جذب از طریق لوله گوارشی صورت می‌گیرد. معمولاً بافت عضله دارای پایین‌ترین

مقادیر فلزات سنگین در ماهیان می‌باشد و این عناصر در بافت‌هایی مانند کلیه، کبد و آبشش‌ها تجمع می‌نمایند (Al-Yousuf و همکاران، ۲۰۰۰؛ Filazi و همکاران، ۲۰۰۳). کادمیوم برای ماهیان به‌شدت سمی است و تجهیزات فلزی که با کادمیوم پوشیده شده‌اند نباید برای حوضچه‌های نگهداری ماهی استفاده شوند، به علاوه رنگ‌هایی را که حاوی کادمیوم هستند نباید به‌منظور رنگ‌آمیزی حوضچه‌ها مصرف کرد. کادمیوم در آب‌ها به‌طور معمول همراه با روی وجود دارد اما غلظت آن خیلی کم‌تر از روی است (روحانی، ۱۳۷٤؛ جعفرزاده حقیقی و فرهنگ، ۱۳۸۵). میزان کادمیوم در عضله ازون‌برون (*Acipenser stellatus*) و تاس‌ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) بالاتر از خاویار تعیین شد (صادقی‌راد و همکاران، ۱۳۸٤). همچنین میزان کادمیوم در کبد فیل‌ماهی (*Huso huso*) و ازون‌برون (*Acipenser stellatus*) بالاتر از عضله گزارش شده است (گاپه‌یوا و همکاران، ۱۹۹۰) که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد. کادمیوم از طریق آتش‌سوزی جنگل‌ها و آتشفشان‌ها، فعالیت‌های انسانی مانند شیرابه‌های زباله‌های صنعتی، تولید کودهای فسفاته و سموم کشاورزی وارد محیط زیست می‌شوند. مقادیری از این فلز به‌وسیله هوازدگی سنگ‌ها وارد رودخانه و منابع آبی می‌گردد (رجایی و همکاران، ۱۳۹۱، Massaro، ۱۹۹۷).

سنجش و اندازه‌گیری غلظت‌های عناصر سنگین در بدن ماهیان از جنبه‌های بهداشت و سلامت انسان و مدیریت اکوسیستم‌های آبی و آبزی‌پروری اهمیت دارد و پایش این عناصر بسیار مهم و ضروری می‌باشد (عسکری ساری و ولایت‌زاده، ۱۳۹۳؛ Yilmaz و همکاران، ۲۰۰۷). میزان روی نیز در عضله فیل‌ماهی و ماهی ازون‌برون پایین‌تر از کبد به‌دست آمد. میزان روی در عضله تاس‌ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) و ازون‌برون (*Acipenser stellatus*) ۲٦/۹ و ۱/۸ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش شده است (صادقی‌راد و همکاران، ۱۳۸۲). میزان روی در عضله تاس‌ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) ۷/٤۹ میلی‌گرم در کیلوگرم تعیین شده است (مشروفه و همکاران، ۱۳۹۲). همچنین در مطالعه‌ای میزان روی در عضله فیل‌ماهی (*Huso huso*)، ۹/٤۸ میلی‌گرم در کیلوگرم، تاس‌ماهی روسی (*Acipenser gueldenstaedtii*) ۱۳/۸۸ میلی‌گرم در کیلوگرم و ماهی ازون‌برون (*Acipenser stellatus*) ۱۱/٤٤ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش گردید (Wirth و همکاران، ۱۹۹۸). در پژوهشی دیگر میزان روی در عضله فیل‌ماهی (*Huso huso*) ۲۰/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم، تاس‌ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) ۲۱/۷ میلی‌گرم در کیلوگرم، تاس‌ماهی روسی (*Acipenser gueldenstaedtii*) ۲۲ میلی گرم در کیلوگرم و ازون‌برون (*Acipenser stellatus*) ۲۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم ارائه شده است (Agusa و همکاران، ۲۰۰٤). عنصر روی می‌توانند در اندام‌های ماهیان ذخیره شوند و سپس به بافت‌های دیگر منتقل شده یا این‌که مجدداً در گردش درآیند تا در چرخه‌های زیستی متعدد وارد واکنش شوند (Aaseth و Norseth، ۱۹۸٦). میزان تجمع زیستی عناصر سنگین در اندام‌های تاس‌ماهیان به فاکتورهای زیستی مانند رژیم غذایی، نوع زیستگاه، فصول مختلف سال و توانایی جذب عناصر سنگین توسط گونه مورد نظر بستگی دارد (Papagiannis و همکاران، ۲۰۰٤).

در علوم تکثیر و آبزی‌پروری ماهیان از منابع مختلف آبی مانند رودخانه‌ها، دریاها، چشمه‌ها و چاه‌ها استفاده می‌شود. از میان جریان‌های سطحی،

رودخانه‌ها به‌دلیل نحوه ارتباط با رشد و توسعه جوامع بیش از دیگر منابع در بهبود و ارتقاء سطح زندگی انسان‌ها مؤثر بوده و به همین نسبت نیز بیش‌تر از دیگر موارد در معرض خطر آلودگی و کاهش کیفیت می‌باشد. منابع فوق از طریق فعالیت‌های توسعه و عمران به‌صورت فیزیکی و از طریق ورود پساب‌های آلوده به‌صورت فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیکی دچار مشکل گردیده است. اما احتمالاً یکی از دلایل پایین بودن میزان عناصر سنگین در اندام‌های فیل‌ماهی و ماهی ازون‌برون پرورشی این است که در این پژوهش جهت پرورش این گونه از آب‌های زیرزمینی منطقه استفاده شده است، مقادیر کادمیوم، روی و نیکل در آب‌های زیرزمینی کم‌تر از آب‌های سطحی می‌باشد. آلودگی آب‌های زیرزمینی به‌دلیل نفوذ آب‌های سطحی و مهاجرت فلزات سنگین از طریق خاک میسر می‌باشد. با توجه به جابه‌جایی فلزات توسط آب و نفوذ آن‌ها به لایه‌های زیرزمینی در طول زمان اجتناب‌ناپذیر است، بنابراین احتمال می‌رود غلظت فلزات سنگین در آب‌های زیرزمینی افزایش یابد (محمدیان و همکاران، ۱۳۸۷)، اما با توجه به نتایج این پژوهش مشاهده می‌شود که میزان کادمیوم، روی و نیکل در آب مورد استفاده جهت پرورش فیل‌ماهی و ماهی ازون‌برون پایین می‌باشد.

استانداردهای جهانی موجود در سطح بین‌المللی برای حد مجاز غلظت فلزات سنگین با توجه به‌میزان مصرف فرآورده‌های شیلاتی بیان می‌گردد. بیان این‌که گونه‌های مورد مطالعه در مناطق مختلف از آلودگی بالایی برخوردار هستند، اگر غیرممکن نباشد بسیار دشوار است، زیرا غلظت بالای عناصر در کنار میزان مصرف بالای ماهیان می‌تواند سبب ایجاد پاره‌ای از مشکلات شود. با این وجود مصرف اندام‌هایی مانند کبد و کلیه به‌دلیل غلظت بالای عناصر سنگین در آن‌ها که در نتیجه توانایی بالای این اعضا در تجمع فلزات سنگین است می‌تواند انسان را سریع‌تر در معرض آلودگی به این عناصر قرار دهد. به همین دلیل به‌نظر می‌رسد عدم استفاده از این اندام‌ها برای حفظ سلامت انسان منطقی‌تر باشد، هر چند که در کشور ما تقریباً در تمام نقاط کشور هیچ‌گونه تمایلی به مصرف این بافت (کلیه و کبد آبزیان) به‌عنوان ماده غذایی در مردم وجود ندارد. در این پژوهش میزان نیکل، کادمیوم و روی در عضله فیل‌ماهی و ماهی ازون‌برون در مقایسه با استانداردهای تدوین شده مانند سازمان بهداشت جهانی، سازمان غذا و داروی آمریکا، وزارت کشاورزی- شیلات انگلستان و انجمن ملی بهداشت و سلامت استرالیا پایین‌تر بود.

منابع

اسماعیلی ساری، ع.، ۱۳۸۱. آلاینده‌ها، بهداشت و استاندارد محیط زیست. انتشارات نقش مهر، چاپ اول، تهران. ۷٦۷ صفحه.

اسماعیلی ساری، ع.، نوری ساری، ح.، و اسماعیلی ساری، ا.، ۱۳۸٦. جیوه در محیط زیست. انتشارات بازرگان، چاپ اول، رشت. ۲۲٦ صفحه.

امینی رنجبر، غ.، و ستوده‌نیا، ف.، ۱۳۸٤. تجمع فلزات سنگین در بافت عضله ماهی کفال طلایی (*Mugil auratus*) دریای خزر در ارتباط با برخی مشخصات بیومتریک (طول استاندارد، وزن، سن و جنسیت). مجله علمی شیلات ایران، سال چهاردهم، شماره ۳، صفحات ۱ تا ۱۸.

جعفرزاده حقیقی، ن.، و فرهنگ، م.، ۱۳۸۵. آلودگی دریا (ترجمه). انتشارات آوای قلم. چاپ اول. تهران. ۳۹۳ صفحه.

جلالی جعفری، ب.، و آقازاده مشگی، م.، ۱۳۸٦. مسمومیت ماهیان در اثر فلزات سنگین آب و اهمیت آن در بهداشت عمومی. انتشارات مان کتاب. چاپ اول. تهران. ۱۳٤ صفحه.

دادالهی سهراب، ع.، نبوی، م.، و خیرور، ن.، ۱۳۸۷. ارتباط برخی مشخصات زیست‌سنجی با تجمع فلزات سنگین در بافت عضله و آبشش ماهی شیربت (*Barbus grypus*) در رودخانه اروند رود. مجله علمی شیلات ایران، سال هفدهم، شماره ٤، صفحات ۲۷ تا ۳۳.

رجایی، ق.، جهانتیغ، ح.، میر، ع.، حصاری مطلق، س.، و حسن‌پور، م.، ۱۳۹۱. بررسی غلظت فلزات سنگین در مخازن آب چاه نیمه‌های استان سیستان و بلوچستان در سال ۱۳۸۹. مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ۲۲ (۹۰): ۱۱۲-۱۰۵.

روحانی، م.، ۱۳۷٤. تشخیص، پیشگیری و درمان بیماری‌ها و مسمومیت‌های ماهی (ترجمه). انتشارات اداره کل آموزش و ترویج معاونت تکثیر و پرورش آبزیان شیلات ایران. ۲٥٦ صفحه.

سالنامه آماری شیلات ایران، ۱۳۹۳. دفتر برنامه‌ریزی گروه آمار و مطالعات توسعه شیلاتی، سالنامه آماری سازمان شیلات ایران (۱۳۹۲-۱۳۸۲). تهران، صفحه: ٦٤.

صادقی‌راد، م.، امینی رنجبر، غ.ر.، ارشد، ع.، و جوشیده، ه.، ۱۳۸۲. بررسی میزان تجمع روی و مس در بافت عضله و خاویار دو گونه تاس‌ماهی ایرانی و ازون‌برون حوضه جنوبی دریای خزر. مجله پژوهش و سازندگی در امور دام و آبزیان، ٦۱: ٥٥-٥۱.

صادقی‌راد، م.، امینی رنجبر، غ.ر.، ارشد، ع.، و جوشیده، ه.، ۱۳۸٤. مقایسه تجمع فلزات سنگین (روی، مس، کادمیوم، سرب و جیوه) در بافت عضله و خاویار دو گونه تاس‌ماهی ایرانی و ازون‌برون حوضه جنوبی دریای خزر. مجله علمی شیلات ایران، ۱٤(۳): ۱۰۰-۷۹.

عسکری ساری، ا.، جواهری بابلی، م.، محجوب، ث.، و ولایت‌زاده، م.، ۱۳۹۱. میزان فلزات سنگین (جیوه، کادمیوم، سرب) در عضله ماهی شوریده در بنادر صیادی آبادان و بندرعباس. مجله علمی شیلات ایران، ۲۱ (۳): ۱۰٦-۹۹.

عسکری ساری، ا.، و ولایت‌زاده، م.، ۱۳۹۳. فلزات سنگین در آبزیان. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. چاپ اول. ۳۸۰ صفحه.

غفاری، ز.، و حسینی، س.ع.، ۱۳۹۲. اثر فلزات سنگین بر ماهیان خاویاری دریای خزر. دومین همایش ملی توسعه پایدار کشاورزی و محیط زیست سالم. همدان، شرکت هم‌اندیشان محیط زیست فردا، ۹ صفحه.

کیوان، ا.، ۱۳۸۲. ماهیان خاویاری ایران. انتشارات نقش مهر، چاپ اول، تهران. ٤۲٤ صفحه.

گاپه‌یوا، م.و.، تسل مویچ، ا.ل.، و شیروکووا، م.ا.، ۱۹۹۰. فلزات سنگین در تاس‌ماهیان بخش سفلای ولگا. ترجمه یونس عادلی (شهریور ۱۳۷۷). مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان. ۱۰ صفحه.

محمدیان، م.، نوری، ج.، افشاری، ن.، نصیری، ج.، و نورانی، م.، ۱۳۸۷. بررسی غلظت فلزات سنگین در چاه‌های آب مجاور کارخانه سرب و روی زنجان. مجله سلامت و محیط، ۱ (۱): ٥٦-٥۱.

مشروفه، ع.، ریاحی بختیاری، ع.، و پورکاظمی، م.، ۱۳۹۱. بررسی میزان فلزات سنگین کادمیوم، نیکل، وانادیوم و روی در بافت‌های مختلف فیل‌ماهی و ازون‌برون و ریسک ناشی از مصرف بافت عضلانی آن‌ها مربوط به حوضه جنوبی دریای خزر. مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ۲۲ (۹٦): ۹۷-۹۰.

مشروفه، ع.، ریاحی بختیاری، ع.، و پورکاظمی، م.، ۱۳۹۲. غلظت کادمیوم، نیکل، وانادیوم و روی در عضله و خاویار تاس‌ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) با تاکید بر ارزیابی ریسک ناشی از مصرف عضله. مجله سلامت و محیط، ٦ (۳): ٤١٦-٤٠٧.

ولایت‌زاده، م.، عسکری ساری، ا.، خدادادی، م.ف.، کاظمیان، م.، و بهشتی، م.، ۱۳۹۳. اندازه‌گیری و مقایسه غلظت فلزات سنگین جیوه، سرب و کادمیوم در بافت‌های ماهی بیاه (*Liza abu*) رودخانه‌های کارون و دز استان خوزستان. مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست، ١٦ (۳): ٦١-٥١.

Aaseth, J., and Norseth, T., 1986. Copper. In Handbook on the Toxicology of Metals, 2nd. Ed. Vol II (L. Friberg, G.F. Nordberg & V.B. Vouk, eds) pp. 233-254. Elsevier Amesterdam.

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

Ahmad, A.K., and Shuhaimi-Othman, M., 2010. Heavy metal concentration in sediments and fishes from Lake Chini, Pahang, Malaysia. J. Biol. Sci. 10 (2), 93-100.

Alvarado, N.E., Quesada, I., Hylland, K., Marigomez, I., and Soto, M., 2006. Quantitative changes in metallothionein expression in target cell-types in the gills of turbot (*Scophthalmus maximus*) exposed to Cd, Cu, Zn and after a depuration treatment. Aquatic Toxicology, 77, 64-77.

Al-Yousuf, M.H., El-Shahawi, M.S., and Al-Ghais, S.M., 2000. Trace metals in liver, skin and muscle of *Lethrinus lentjan* fish species in relation to body length and sex. Sciences Total Environment, 256, 87-94.

Eboh, L., Mepba, H.D., and Ekp, 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. J. Food Chem. 97 (3), 490-497.

Filazi, A., Baskaya, R., and Kum, C., 2003. Metal concentration in tissues of the Black Sea fish *Mugil auratus* from Sinop-Icliman, Turkey. J. Human Exp. Toxicol. 22, 85-87.

Massaro, E., 1997. Handbook of Human Toxicology, National Health and Environmental Effects Research Laboratory, CRC Press, Boca Raton, New York, pp. 38-54, 118-119, 135-136.

Miloskovic, A., and Simic, V., 2015. Arsenic and Other Trace Elements in Five Edible Fish Species in Relation to Fish Size and Weight and Potential Health Risks for Human Consumption. Polish J. Environ. Stud. 24 (1), 199-206.

Newman, M.C., and Unger, M.A., 2003. Fundamentals of ecotoxicology. CRC Press, 458p.

Papagiannis, I., Kagalou, I., Leonardos, J., Petridis, D., and Kalfakakou, V., 2004. Copper and zinc in four freshwater fish species from Lake Pamvotis (Greece). Environment International, 30, 357-362.

Pourang, N., Dennis, J.H., and Ghourchian, H., 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.

Qin, D., Jiang, H., Bai, S., Tang, S., and Mou, Z., 2015. Determination of 28 trace elements in three farmed cyprinid fish species from Northeast China. Food Control, 50, 1-8.

Rouessac, F., and Rouessac, A., 2007. Chemical Analysis Modern Instrumentation Methods and Techniques. 2nd Edition, England, John Wiley & Sons Ltd.

ROPMI., 1999. Manual of oceanographic and pollulant analysis method. Third Edition. Kuwait. pp. 1-100.

Stoskopf, M.K., 1993. Fish medicine. WB. Saunders Co. London, England. 882p.
Wirth, M., Kirschbaum, F., Gessner, Y., Kruger, A., and Billard, R., 1998. Discrimination of caviarfrom different sturgeon species. Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries, Muggelseedumm 310, D-12587 Berlin, Germany.
Yılmaz, F., Özdemir, N., Demirak, A., and Tuna, A.L., 2007. Heavy metal levels in two fish species Leuciscus cephalus and Lepomis gibbosus. Food Chemistry, 100, 830-835.

New Technologies in Aquaculture Development, Islamic Azad University, Azadshahr Branch
Vol. 12, No. 4, Winter 2019

Comparison of bioaccumulation of heavy metals, Ni, Cd and Zn in muscle and liver of farmed *Huso huso* and *Acipenser stellatus* from Khuozestan Province

***A. Mohammad Salehi[1] and M. Velayatzadeh[1]**
[1]Young and Elite Researchers Club, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

Abstract

This present study was carried out to investigate and comparison of heavy metals Ni, Cd and Zn in muscle and liver of farmed *Huso huso* and *Acipenser stellatus* from Khuozestan Province. Sixty samples of *Huso huso* and *Acipenser stellatus* were prepared from five ponds of Hantoshzadeh breeding Acipenseridae. Heavy metal levels in fish samples were analyzed by Perkin Elmer 4100 zl atomic absorption. Data analysis was performed with the software SPSS17 and comparison of the mean to T-test. The highest and lowest concentration of Ni, Cd and Zn in liver and muscle of *Acipenser stellatus* ($P<0.05$). Concentration of Ni, Cd and Zn in liver of *Huso huso* and *Acipenser stellatus* were higher than muscle ($P<0.05$). Concentration of this metals in muscle of *Huso huso* were higher than *Acipenser stellatus* ($P>0.05$). Also, concentration of metals, Ni, Cd and Zn in liver of *Acipenser stellatus* were higher than *Huso huso* ($P>0.05$). In this study concentration of Ni, Cd and Zn in muscle of *Huso huso* and *Acipenser stellatus* were lower than comparison of WHO, FDA, MAFF and NHMRC standards. According to the results for two species fish from Khuozestan Province does not cause allergic reactions for human consumption.

Keywords: Bioaccumulation; Heavy metals; *Huso huso*; *Acipenser stellatus*.

* Corresponding author; a.mohamadsalehi1358@gmail.com