بررسی و مقایسه فلز آرسنیک در عضله و کبد ماهیان پرورشی کپور نقره ای (*Hypophthalmichthys molitrix*) کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)، کپور علفخوار (*Ctenopharyngodon idella*)، کپور سرگنده (*Aristichthy snobilis*) و قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در اهواز و شهرکرد

ابوالفضل عسکری ساری[1*]
مریم محمدی[1]

۱. گروه شیلات، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

* **نویسنده مسئول مکاتبات**
Askary-sary@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۶/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۱۰
کد مقاله: ۱۳۹۴۰۱۱۱۹

این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی می باشد.

چکیده

آرسنیک از عناصر سمی می باشد که به دلیل سمیت، سرطان زایی و جهش زایی پایش این عنصر دارای اهمیت فراوان است. این تحقیق در سال ۱۳۸۹ به منظور تعیین غلظت آرسنیک در عضله و کبد پنج گونه کپور نقره ای (*Hypophthalmichthys molitrix*)، کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)، کپور علفخوار (*Ctenopharyngodon idella*)، کپور سرگنده (*Aristichthys nobilis*) و قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)انجام شد.۶۰ نمونه ماهی از مجتمع پرورش ماهی آزادگان در اهواز و پرورش ماهی قزل آلاچشمه دیمه در شهرکرد تهیه گردید. سنجش آرسنیک از بافت های مورد مطالعه از روش هضم خشک و روش جذب اتمی مدل Perkin Elmer ۴۱۰۰صورت پذیرفت. بالاترین میزان آرسنیک در کبد ماهی کپور سرگنده ۰/۰۴۸±۰/۳۱۰. میلی گرم در کیلوگرم وزن تر و پایین ترین میزان این عنصر در عضله ماهی کپور نقره ای ۰/۰۲۳±۰/۱۷۷ میلی گرم در کیلوگرم وزن تر بود. غلظت آرسنیک بین عضله و کبد قزل آلای رنگین کمان، کپورسرگنده و کپور علفخوار اختلاف معنی داری داشت (P>۰/۰۵)، اما میزان این عنصر در عضله و کبد کپور معمولی و کپور نقره ای اختلاف معنی داری نداشت (P>۰/۰۵). نتایج این تحقیق نشان داد غلظت آرسنیک در تمام نمونه ها پایین تر از استانداردهای WHO و EPA است.

واژگان کلیدی: ماهیان پرورشی، عضله، کبد، آرسنیک، سمیت.

مقدمه

آرسنیک جزء عناصر سمی شناخته‌شده است اما میزان سمیت این عنصر به فرم شیمیایی آن بستگی دارد و دارای سمیت ملایم می باشد (Cornelis *et al*., 2005; Klonts, 1979)، فلزی است که در طبیعت وجود دارد و یکی از خطرناک ترین آلاینده های زیست محیطی محسوب می گردد (برزگری و همکاران،۱۳۸۷; Jolliffe, 1996). همچنین این عنصر نقشی در فعل‌وانفعالات زیستی در بدن انسان ندارد (WHO, 2004) و بر روی سیستم قلب و عروق و پوست، سیستم عصبی مرکزی و محیطی، کلیه ها و سیستم خون ساز بدن تأثیرگذار می باشد و سبب سرطان زایی می گردد (US EPA, 1984; US EPA, 2000). آرسنیک و ترکیبات آن در

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-06-07]

صنعت، دامداری، کشاورزی و پزشکی کاربرد زیادی دارد و از آن در ساخت شیشه، چوب، حشره کش و علف کش ها، اجزای الکترونیکی و آلیاژها استفاده می کنند. بسیاری از ترکیبات آن در آب محلول هستند، سهم عمده آرسنیک در آب های طبیعی از تخلیه پساب ها و فاضلاب های انسانی می باشد و میزان ورود این فلز به محیط‌زیست در اثر فرسایش طبیعی بسیار کم است (Voigt, 2006 Buat-Menard *et al*., 1987;). سمیت آرسنیک تابعی از ترکیبات آن می باشد. ترکیبات تری متیل آرسنیک و آرسنوبتایین که از طریق فرآورده های دریایی وارد بدن انسان می شوند، از سمیت بسیار پایینی برخوردار هستند. ترکیبات معدنی و آلی آرسنیک به‌خوبی جذب‌شده و به‌طور عمده در کبد، عضلات، کلیه‌ها، طحال، پوست و در مقادیر کمتر در مغز، قلب، رحم، تیروئید، پانکراس، ناخن و مو ذخیره می شوند. آرسنیک می تواند از طریق جفت منتقل شود (حمیدی، ۱۳۸۸).

تحقیقات درزمینه فلزات سنگین در بدن ماهیان پرورشی به‌ویژه در مورد عنصر آرسنیک بسیار محدود است آرسنیک ازجمله عناصر سنگین است که هیچ‌گونه نقشی در متابولیسم موجودات زنده ندارد و به‌عنوان یک عنصر سمی در بدن موجودات زنده عمل می‌نماید. کپور نقره ای، کپور معمولی، کپور علفخوار، کپور سر گنده و قزل آلای رنگین‌کمان پنج گونه مهم پرورشی آبزیان در ایران می‌باشند که روی میزان غلظت ارسنیک آن‌ها تحقیقی صورت نگرفته است و روی سایر عناصر سنگین نیز تحقیقات بسیار محدودی انجام‌شده است. امینی رنجبر و علیزاده (۱۳۷۸) میزان سرب، کادمیوم، مس، روی و کروم را در سه گونه پرورشی کپور ماهیان تعیین کردند (امینی رنجبر و علیزاده،۱۳۸۷). محمد نژاد و همکاران (۱۳۸۳) میزان سمیت کادمیوم، سرب و روی را در بچه ماهی شیپ (*Acipenser nudiventris*) مشخص کردند (محمد نژاد و همکاران،۱۳۸۳). عسکری و همکاران (۱۳۸۶) میزان کادمیوم، سرب، نیکل و کروم را در ماهیان پرورشی شهر خرم‌آباد بررسی نمودند (عسکری و همکاران، ۱۳۸۶). عسکری ساری و ولایت زاده (۱۳۹۰) میزان سرب و روی را در دو گونه کپور معمولی و قزل آلای رنگین کمان مطالعه نمودند (عسکری ساری و ولایت زاده)؛ اما در مورد آلودگی عنصر آرسنیک در اندام های ماهیان تحقیقات محدودی انجام‌شده است. Agah و همکاران (۲۰۰۹) میزان عنصر آرسنیک را در پنج گونه ماهی خلیج‌فارس در شش منطقه ایران مطالعه نمودند (Agah *et al*., 2009). ندافی و همکاران (۱۳۸۵) میزان سمیت آرسنیک در آب را به کمک ماهی قزل آلای رنگین کمان به‌عنوان یک اندیکاتور زیستی مطالعه نمودند (ندافی و همکاران، ۱۳۸۵). حمیدی (۱۳۸۸) میزان عنصر آرسنیک را در پنج گونه ماهی بومی شیربت، شلج، بنی، گتان و حمری تالاب هورالعظیم را تعیین نمود که میزان آرسنیک در تمامی نمونه‌ها پایین‌تر از استانداردهای بین‌المللی بود (حمیدی، ۱۳۸۸).

میزان پرورش آبزیان در جهان در سال ۲۰۱۱،۶۲۷۰۰۳۰۰ تن بوده است (FAO, 2013) و میزان تولید آبزیان پرورشی در ایران در سال ۱۳۹۱،۳۳۸۸۷۷ تن بوده که از این میزان ۱۵۴۵۶۵ تن مربوط به ماهیان گرمابی بوده که میزان آن در استان خوزستان ۴۰۵۳۷ تن بوده که رتبه ی سوم را در کشور دارد (سالنامه ی شیلات ایران، ۱۳۹۲). ماهی کپور معمولی در آب‌های گرم بیشتر کشورهای دنیا پرورش داده می‌شود. این ماهی همه چیز خوار و به‌طورکلی کف زی خوار است (هدایت، ۱۳۷۸). میزان پرورش این ماهی در سال ۲۰۱۱، ۳۷۳۳۴۱۸ تن بوده و سومین گونه ی مهم پرورشی آبزیان ازنظر تولید می‌باشد (FAO, 2013). ماهی آمور یا کپور علفخوار خاصیت سازگاری و رشد مطلوبی داشته و غیربومی آب‌های ایران است (عسگری، ۱۳۸۴) این ماهی به‌طور کامل علفخوار می‌باشد (فرید پاک،۱۳۸۶) میزان پرورش این‌گونه در سال ۲۰۱۱،۴۵۷۴۶۷۳ تن بوده و دومین گونه ی مهم پرورشی می‌باشد(FAO, 2013). بیگ هد یا کپور سر گنده یکی از گونه‌های مهم کپور ماهیان است. میزان پرورش این ماهی در سال ۲۰۱۱، ۲۷۰۵۴۳۶ تن بوده و هفتمین گونه ی پرورشی جهان محسوب می‌شود (FAO, 2013). ماهی فیتوفاگ به دلیل قابلیت سازگاری با محیط، رشد سریع، رژیم غذایی مناسب در سراسر جهان معرفی‌شده است (هدایت، ۱۳۷۸) میزان پرورش این‌گونه در سال ۲۰۱۱، ۵۳۴۹۵۸۸ تن بوده و در حال حاضر اولین گونه ی پرورشی جهان می‌باشد(FAO, 2011). ماهی قزل آلای رنگین کمان مهم‌ترین گونه سرد آبی پرورشی در ایران می‌باشد که میزان پرورش آن در سال ۱۳۹۱ برابر با ۱۳۱ هزار تن بوده است که بالاترین میزان پرورش تک‌گونه‌ای در کشور را دارد (سالنامه‌ی شیلات ایران، ۱۳۹۲).

با توجه به اینکه ماهیان پرورشی در ایران بخشی از رژیم غذایی مردم را تشکیل می دهند، همچنین آرسنیک از عناصر سمی و سرطان زا در بدن انسان می باشد، هدف از انجام این تحقیق بررسی و مقایسه میزان آرسنیک در عضله خوراکی پنج گونه ماهی پرورشی کپور نقره ای، کپور معمولی، کپور علفخوار، کپور سر گنده و قزل آلای رنگین کمان بود.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-06-07]

مواد و روش‌ها

در این بررسی ۶۰ نمونه ماهی کپور نقره‌ای، کپور معمولی، کپور علفخوار، کپور سر گنده از مجتمع پرورش ماهی آزادگان در اهواز و ماهی قزل آلای رنگین‌کمان از پرورش ماهی قزل آلا چشمه دیمه در شهرکرد تهیه گردید. از هرگونه ماهی پرورشی ۱۲ عدد به‌صورت تصادفی از استخرهای پرورشی تهیه شد. ماهیان نمونه برداری شده به‌وسیله جعبه یونولیت حاوی یخ به آزمایشگاه انتقال داده شدند و در آزمایشگاه زیست‌سنجی ماهیان موردمطالعه انجام شد (جدول ۱).

جدول ۱: زیست‌سنجی ماهیان پرورشی موردمطالعه (انحراف معیار±میانگین).

گونه ماهی	طول کل (سانتیمتر)	طول استاندارد (سانتیمتر)	وزن (گرم)
کپور معمولی	۳۲/۸۸±۱/۷۸	۲۷/۵۰±۱/۹۶	۷۳۸/۱۲±۲۶/۳۹
کپور سر گنده	۴۷/۸۳±۱/۲۵	۴۲/۵۰±۱/۳۲	۸۱۶±۳۲/۱۸
کپور نقره‌ای	۵۳/۳۸±۲/۵۱	۴۶/۱۶±۱/۰۴	۱۱۱۳/۱۷±۶۳/۵۱
کپور علفخوار	۳۸/۸۳±۱/۶۳	۳۴/۵۸±۱/۱۷	۶۲۶/۶۱±۲۵/۶۲
قزل‌آلای رنگین‌کمان	۳۱/۶۷±۱/۵۲	۲۸±۱/۵۰	۴۹۸/۵۸±۱۸/۹۲

سپس بافت کبد از محوطه شکمی و عضله پشتی از استخوان های ۱۲ نمونه ماهی جدا گردید. سپس تمامی نمونه های عضله و کبد به مدت ۱۲۰ تا ۱۵۰ دقیقه در آون با دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده تا به وزن ثابت رسیده و سپس از داخل آون خارج شدند. برای هضم نمونه ها از روش مرطوب استفاده‌شده است که ۰/۵ گرم از نمونه در یک بالن ۲۵۰ میلی‌لیتری ریخته شد و به آن ۲۵ میلی‌لیتر اسیدسولفوریک غلیظ، ۲۰ میلی‌لیتر اسید نیتریک ۷ مولار و ۱ میلی‌لیتر محلول مولیبدات سدیم ۲ درصد اضافه شد و چند عدد سنگ جوش برای اینکه جوش به‌طور منظم و یکنواخت صورت گیرد قرار داده شد، سپس نمونه سرد شده و از بالای مبرد به‌آرامی 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 درحالی‌که بالن چرخانده می شد ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر از بالای مبرد به‌آرامی به آن اضافه شد. با حرارت دادن (حدود ۱۰۰ دقیقه) محلول کاملاً شفافی به دست آمد، این محلول پس از سرد شدن به داخل بالن ژوژه ۱۰۰ میلی‌لیتری انتقال داده شد و به حجم رسانده شد (Harkabusova *et al*., 2009). سنجش آرسنیک به روش جذب اتمی با کمک دستگاه Perkin Elmer ۴۱۰۰ ساخت کشور انگلستان با سیستم کوره انجام شد. سنجش آرسنیک توسط دستگاه در دامنه قسمت در میلیون بود و دارای حساسیت ۰/۰۱ می‌باشد. جهت اندازه‌گیری عنصر موردنظر ابتدا به ۱۰ میلی لیتر محلول هضم شده نمونه ها، ۵ میلی‌لیتر محلول آمونیم پیرولیدین کاربامات ۵ درصد اضافه‌شده و به مدت ۲۰ دقیقه نمونه‌ها بهم زده شدند تا عناصر به‌صورت فرم آلی‌فلزی در محلول کمپلکس شوند و سپس به نمونه‌ها ۲ میلی‌لیتر متیل ایزوبوتیل کتون اضافه شد و به مدت ۳۰ دقیقه نمونه‌ها بهم زده شدند و پس از ۱۰ دقیقه نمونه‌ها در دور ۲۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شدند و عناصر موردنظر به فاز آلی منتقل شدند. پس از تنظیم کوره و سیستم منبع تولید اشعه کاتدی دستگاه و دستگاه جذب اتمی منحنی کالیبراسیون این عناصر به کمک استانداردهای این عناصر و ماتریکس مدیفایر پالادیم توسط نرم افزارWinLab۳۲ رسم گردید و مقدار این عناصر در محلول های آماده‌شده اندازه گیری گردید (Ahmad and Shuhaimi-Othman, 2010; Olowu *et al*., 2010).

در این بررسی تجزیه‌وتحلیل داده‌ها به کمک نرم افزارSPSS-17 انجام شد و میانگین داده ها به کمک آنالیز واریانس یک‌طرفه (ANOVA) با یکدیگر مقایسه شدند که وجود یا عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح اطمینان ۹۵ تعیین گردید. همچنین در رسم نمودارها و جداول از نرم افزار Excel2003 استفاده گردید.

نتایج

در این تحقیق غلظت آرسنیک بین عضله و کبد قزل آلای رنگین‌کمان، کپور معمولی، کپور نقره‌ای، کپور سر گنده و کپور علفخوار اختلاف معنی داری داشت ($P<0/05$). بر اساس آنالیز واریانس یک‌طرفه (ANOVA) بالاترین میزان آرسنیک در کبد ماهی کپور سر گنده ۰/۰۴۸±۰/۳۱۰ میلی گرم در کیلوگرم وزن‌تر و پایین ترین میزان این عنصر در عضله ماهی کپور نقره‌ای ۰/۰۲۳±۰/۱۷۷

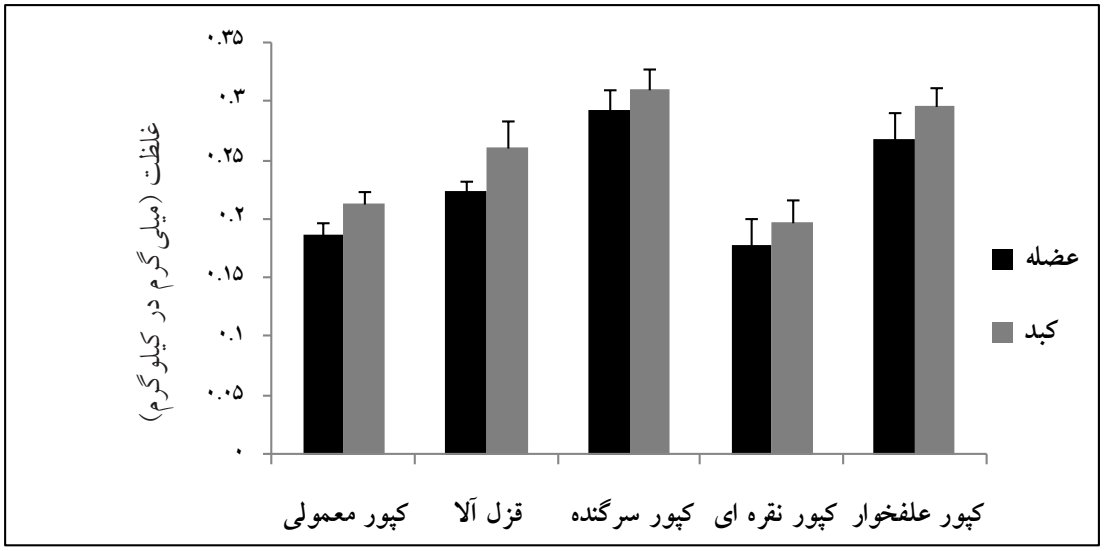
[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-06-07]

میلی گرم در کیلوگرم وزن تر بود (جدول ۱). میزان تجمع آرسنیک در عضله پنج گونه ماهی پرورشی در این تحقیق پایین تر از کبد بود (شکل ۱).

جدول ۲: غلظت آرسنیک در کبد و عضله کپور معمولی، کپور سر گنده، کپور نقره ای، کپور علفخوار و قزل آلای رنگین کمان (میلی گرم در کیلوگرم وزن‌تر).

گونه ماهی	نام علمی	عضله	کبد
کپور معمولی	*Cyprinus carpio*	۰/۱۸۶±۰/۰۱۱^{Ab}	۰/۲۱۲±۰/۰۱۲^{Aa}
کپور سر گنده	*Aristichthys nobilis*	۰/۲۹۲±۰/۰۱۸^{Bb}	۰/۳۱۰±۰/۰۱۸^{Ba}
کپور نقره‌ای	*Hypophthalmichthys molitrix*	۰/۱۷۷±۰/۰۲۳^{Cb}	۰/۱۹۷±۰/۰۱۹^{Ca}
کپور علفخوار	*Ctenopharyngodon idella*	۰/۲۶۸±۰/۰۲۲^{Db}	۰/۲۹۶±۰/۰۱۵^{Da}
قزل آلای رنگین کمان	*Oncorhynchus mykiss*	۰/۲۲۳±۰/۰۰۹^{Eb}	۰/۲۶۰±۰/۰۲۳^{Ea}

حروف بزرگ مقایسه ستون، حروف کوچک مقایسه سطر، غیرهمنام تفاوت معنی‌دار (P<۰/۰۵)



شکل ۱: مقایسه غلظت آرسنیک در کبد و عضله کپور معمولی، کپور سر گنده، کپور نقره‌ای، کپور علفخوار و قزل آلای رنگین کمان (میلی گرم در کیلوگرم وزن‌تر).

بحث و نتیجه گیری

در این تحقیق میزان آرسنیک بین کبد و عضله ماهیان موردمطالعه اختلاف معنی داری داشت (P>۰/۰۵). میزان این عنصر در کبد ماهیان پرورشی کپور نقره ای، کپور معمولی، کپور علفخوار، کپور سر گنده و قزل آلای رنگین‌کمان بالاتر از عضله بود (P>۰/۰۵). به‌طورکلی آب‌شش‌ها، کلیه و کبد عمده ترین راهه‌ای جذب این فلزات به بدن ماهیان می باشند (Newman and Unger, ۲۰۰۳) و عضله دارای پایین ترین مقادیر فلزات سنگین در ماهیان می باشد (Al-Yousuf, 2000). همچنین پایین بودن تجمع فلزات سنگین در عضله ممکن است به دلیل پایین بودن میزان پروتئین های باند شونده با فلزات سنگین باشد (Allen-Gill and Martynov, 1995) به نظر می‌رسد، عضله به‌عنوان محل اصلی تجمع فلزات سنگین قلمداد نمی‌شود (Romeo *et al.*, 1999). در تحقیقات متعدد میزان

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-06-07]

آرسنیک در کبد ماهی *Coregonus clupeaformis* (Pedlar *et al.,* 2002)، ماهیان *Labeo rohita*، *Labeo gonitus*، *Tilapia mossambicus*، *Cirrhinus mrigala* و *Cirrhinus reba* (Shah *et al.,* 2009)، ماهیان *Coregonus clupeaformis*، *Stizostedion vitreum*، *Catostomus commersoni*، *Catostomus catostomus* (De Rosemond *et al.,* 2008)، ماهیان شوریده (*Otolithes ruber*) هامور معمولی (*Epinephelus coioides*) و حلوا سفید (*Pampus argenteus*) خلیج‌فارس (Agah *et al.,* 2009) بالاتر از عضله بود که با نتایج این تحقیق هماهنگی دارد.

فرسایش صخره‌های حاوی آرسنیک و فعالیت‌های آتشفشانی از مهم‌ترین منابع طبیعی ورود آرسنیک به محیط می‌باشند. آرسنیک در حشره‌کش‌ها و مواد محافظ چوب، صنایع شیشه، آلیاژها و صنایع الکترونیک وجود دارد. فاضلاب‌های صنعتی کارخانه‌های دباغی، استحصال سنگ‌های معدنی و رنگرزی نیز از منابع اصلی آلوده‌کننده آب‌های سطحی به آرسنیک هستند. تقریباً تمام آرسنیک موجود در بدن ماهی و غذاهای دریایی به‌صورت آلی است که فقدان سمیت آن توسط مسئولین بهداشتی تائید شده است (Mormedo and Davies, 2001). مهم‌ترین عامل مسمومیت آرسنیک معدنی به فرم تری اکسید آرسنیک می‌باشد و درصورتی‌که ماهیان به مدت ۴۸ ساعت در معرض آن قرار گیرند، علائم مسمومیت را به‌طور متوسط تا شدید نشان می‌دهند (عسکری ساری و ولایت زاده، ۱۳۹۳). میزان آرسنیک در عضله ماهی حمری، شلج، بنی، گتان و شیربت تالاب هورالعظیم بالاتر از نتایج این تحقیق بود (حمیدی، ۱۳۸۸). همچنین میزان آرسنیک در ماهیان پرورشی موردمطالعه در این تحقیق در مقایسه با ماهیان *Labeo rohita*، *Labeo gonitus*، *Tilapia mossambicus*، *Cirrhinus mrigala* و *Cirrhinus reba* (Shah *et al.,* 2009)، ماهیان *Coregonus clupeaformis*، *Stizostedion vitreum*، *Catostomus commersoni*، *Catostomus catostomus* (De Rosemond *et al.,* 2008) نیز پایین‌تر بود (جدول ۲). تفاوت در مقادیر فلزات سنگین گونه‌های مختلف به رفتارهای غذایی (ANZFA, 1998; Mormedo and Davies, 2001;Romeo *et al*., 1999; Watanabe *et al.,* 2003)، سن، اندازه و طول ماهی(Linde *et al*., ۱۹۹۸; Al-Yousuf, 2000) و محل زندگی، بستگی دارد (Canli and Atli, 2003).

جدول ۲: مقایسه میزان آرسنیک در ماهیان پرورشی موردمطالعه با تحقیقات دیگر (میلی‌گرم در کیلوگرم).

گونه	عضله	کبد	منابع
Labeo rohita	۷/۳	۸/۵	Shah *et al*., 2009
Labeo gonitus	۲	۱۰/۱	Shah *et al*., 2009
Tilapia mossambicus	۲/۳	۹	Shah *et al*., 2009
Cirrhinus mrigala	۲	۸/۳	Shah *et al*., 2009
Cirrhinus reba	۲/۶	۹/۳	Shah *et al*., 2009
Coregonus clupeaformis	۰/۷۷	۱/۰۷	De Rosemond *et al.,* 2008
Stizostedion vitreum	۰/۵۷	۱/۲۲	De Rosemond *et al.,* 2008
Catostomus commersoni	۰/۹۱	۲/۵۲	De Rosemond *et al.,* 2008
Esox lucius	۰/۹۷	۰/۴۲	De Rosemond *et al.,* 2008
Catostomus catostomus	۱/۱۵	۱/۳۳	De Rosemond *et al.,* 2008
قزل‌آلای رنگین‌کمان	۰/۷۲ -۲/۳۲	-	Harkabusova *et al*., 2009
شلج، حمری، بنی، شیربت، گتان	۰/۹ -۱	-	حمیدی، ۱۳۸۸
ماهیان موردمطالعه	۰/۱۷۷-۰/۲۹۲	۰/۱۹۷-۰/۳۱۰	تحقیق حاضر

میزان استاندارد مجاز و حد آستانه آرسنیک در کشور سنگاپور و مالزی ppm ۱ می باشد (Munoz،Ikem and Egiebor, 2005 *et al*., 2000). همچنین حد آستانه این فلز در استاندارد نیوزلند و استرالیا (ANZFA) (ANZFA, 1998; Tuzen, 2009) و انجمن ملی بهداشت و سلامت استرالیا (NHMRC) ۱ قسمت در میلیون می باشد (Reyment, 1990). در این تحقیق میزان آرسنیک در عضله ماهیان پرورشی کپور معمولی، کپور نقره ای، کپور سر گنده، کپور علفخوار و قزل آلای رنگین‌کمان موردمطالعه پایین‌تر از حد مجاز استانداردهای بین المللی بود. با توجه به اینکه میزان آرسنیک در عضله ماهیان پرورشی پایین‌تر از آستانه مجاز استانداردهای

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-06-07]

جهانی بود ماهیان موردمطالعه جهت مصرف انسانی ازنظر آرسنیک مشکلی ایجاد نمی کنند، اما پیشنهاد می گردد درزمینه تجمع میزان آرسنیک در عضله و کبد گونه های دیگر خوراکی در آب های داخلی و خلیج‌فارس و دریای خزر نیز مطالعات جامع و گسترده تری انجام گردد.

سپاسگزاری

از حوزه معاونت محترم پژوهشی واحد اهواز که حمایت مالی این پروژه در قالب طرح پژوهشی را بر عهده داشته تشکر و قدردانی می گردد.

منابع

امینی رنجبر، غ. و علیزاده، م.، ۱۳۷۸. اندازه‌گیری مقادیر فلزات سنگین (Cr, Zn, Cd, Cu, Pb) در سه گونه از کپور ماهیان پرورشی. مجله پژوهش و سازندگی، شماره ۴۰، ۴۱ و ۴۲، صفحات ۱۴۹-۱۴۶.

برزگری، ف.، وحدتی، ا. و افروز تاجی.، ۱۳۸۷. اثر آرسنیک بر سلول های خونی موش صحرائی (رات). مجله زیست شناسی ایران، جلد ۲۱، شماره ۴، صفحات ۶۱۷-۶۱۱.

حمیدی، ز.، ۱۳۸۸. اندازه‌گیری و مقایسه غلظت جیوه، آرسنیک، کادمیوم، سرب، کبالت، وانادیوم، کل مواد نفتی و سموم ارگانوکلره در عضله برخی ماهیان تالاب هورالعظیم. پایان نامه کارشناسی ارشد منابع طبیعی شیلات. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان. صفحات۱۰-۱۹.

سالنامه آماری شیلات ایران.، ۱۳۸۹. سالنامه آماری شیلات ایران ۱۳۸۸-۱۳۷۹. انتشارات سازمان شیلات ایران. تهران، ایران. صفحات ۱-۳۵.

سالنامه آماری شیلات ایران.، ۱۳۹۲. سالنامه آماری شیلات ایران ۱۳۸۸-۱۳۷۹. انتشارات سازمان شیلات ایران. تهران، ایران. صفحات ۱۱-۴۵.

عسکری، ر.، ۱۳۸۴. مروری بر ماهی شناسی سیستماتیک، تهران: انتشارات نقش مهر، چاپ اول. صفحات ۱۵۸- ۲۶.

عسکری، ق.، اشرفی، د. و غلامپور، ا .، ۱۳۸۶. بررسی مقدار فلزات سنگین کادمیوم، سرب، کروم و نیکل در ماهیان پرورشی شهرستان خرم‌آباد. دهمین همایش ملی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی همدان، ایران. صفحات ۳۲-۲۰.

عسکری ساری، ا. و ولایت زاده، م.، ۱۳۹۰. بررسی غلظت سرب و روی در بافت های کبد و عضله دو گونه ماهی پرورشی کپور معمولی و قزل‌آلای رنگین کمان. مجله دامپزشکی ایران، دوره هفتم، شماره ۱، صفحات ۳۵-۳۰.

عسکری ساری، ا. و ولایت زاده، م.، ۱۳۹۳. فلزات سنگین در آبزیان. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. چاپ اول. ۱۳۰-۸۰ ص.

فرید پاک، ف.،۱۳۸۶. دستورالعمل اجرایی تکثیر مصنوعی و پرورش ماهیان گرمابی، تهران: انتشارات علمی آبزیان، چاپ سوم. صفحات ۲۰۸-۱۴۱.

محمد نژاد شموشکی، م.، نظامی، ش.، اسماعیلی ساری، ع.، خارا، ح. و پژند، ذ.، ۱۳۸۳. تعیین غلظت کشنده (LC_{50} 96h) فلزات سنگین کادمیوم، روی و سرب بر بچه ماهی شیپ (*Acipenser nudiventris*). مجله علوم دریایی ایران، دوره ۳، شماره ۴، صفحات ۵۳-۴۵.

هدایت، م.، ۱۳۷۸. پرورش ماهی ۱، تهران: انتشارات شقایق روستا، چاپ اول. صفحات ۶۲-۲۲.

Agah, H., Leermakers, M., Elskens, M., Fatemi, S. M. R. and 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. and Shuhaimi-Othman, M., 2010. Heavy metal Concentration in Sediments and fishes from Lake Chini, Pahang, Malaysia. Journal of Biological Sciences, 10 (2): 93-100.

Allen-Gill, S. M. and 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. 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. Journal of Scientific Total Environment, 256: 87-94.

ANZFA (Australia New Zealand Food Authority)., 1998. Food Standards Code. Standard A12, 389 Issue 37.

Buat-Menard, P., Peterson, P. J., Havas, M., Steinnes, H. M. and Turner, G. R., 1987. Arsenic. In: Hutchinson, T.C., Meena, K.M. (Eds.), Lead, Mercury, Cadmium and Arsenic in the Environment. John Wiley, New York, 43–48.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-06-07]

Canli, M. and 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.

Cornelis, R., Crews, H., Caruso, J. and Heumann, K . G., 2005. Toxic effects of arsenic. In: Handbook of Elemental Speciation II: Species in the Environment, Food, Medicine and Occupational Health. John Wiley & Sons, Chichester, 78–79.

De Rosemond, S., Xie, Q. and Liber, K., 2008. Arsenic concentration and speciation in five freshwater fish species from Back Bay near Yellowknife, NT, Canada. Environmental Monitoring and Assessment, 147: 199-210.

Eboh, L., Mepba, H. D. and 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.

FAO (Food and Agriculture Organization)., 2013. Yearbook annuaire anuario. Fishery and Aquaculture Statistics. Roma,10-214.

Harkabusova, V., Macharackova, B. O. Celechovska, O. and Vitoulova, E., 2009. Determination of Arsenic in the Rainbow Trout Muscle and Rice Samples. Czech Journal Food Sciences, 27: 404-406.

Ikem, A. and Egiebor, N. O ., 2005. Assessment of trace elements in canned fishes (mackerel, tuna, salmon, sardines and herrings) marketed in Georgia and Alabama (United States of America). Journal of Food Compostion Analytic, 18: 771-787.

Jolliffe, D. M.,1996. A history of the use of arsenicals. Journal Royal. Soc. Med., 86: 287-289.

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

Klonts, Z. G., 1979. Fish health management (Vol 2) University of Idaho, Moscow. Idaho, USA. 142 pp.

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

Mormedo, S. and Davies, I. M., 2001. Heavy metal concentration in commercial deep-see fish from the Rockall Trough. Continental Shelf Reseach, 21: 899-916.

Munoz, O., Devesa, V., Suner, M. A., Velez, D., Montoro, R., Urieta, I., Macho, M. L. and Jalon, M.,2000. Total and inorganic arsenic in fresh and processed fish products. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48: 4369-4376.

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

Olowu R. A., Ayejuyo O. O., Adewuyi G. U., Adejoro I. A., Denloye A. A. B., Babatunde A. O. and Ogundajo A. L. 2010. Determination of Heavy Metals in Fish Tissues, Water and Sediment from Epe and Badagry Lagoons, Lagos, Nigeria. Journal of Chemistry, 7(1): 215-221.

Okoye, B. C. O., 1991. Heavy metals and organisms in the Lagos Lagoon. International Journal of Environmental Studies, 37: 285-292.

Pedlar, R. M., Ptashynski M. D., Evans R. E. Klaverkamp J. F.,2002. Toxicological effects of dietary arsenic exposure in lake whitefish (Coregonus clupeaformis). Aquatic Toxicology, 57: 167–189.

Reyment, G. E., 1990. Australian and some international food standards for heavy metals. Torry Strait baseline study conference, 155-164.

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

Shah, A. Q., Kazi, T. G., Muhammad Balal Arain ,M. B., Jamali, M. K., Afridi, H. I., Jalbani, N., Baig, J. A. and Kandhro, Gh. A., 2009. Accumulation of arsenic in different fresh water fish species – potential contribution to high arsenic intakes. Food Chemistry, 112: 520–524

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.

US EPA., 1984. Ambient water quality criteria for arsenic, Report No. 20450, Washington DC.

US EPA., 2000. Arsenic occurrence in public drinking water supplies, EPA-815-R-00-023, Washington DC.

Voigt, H. R., 2006. Heavy metal concentrations in four-horn sculpin Triglopsis quadricornis (L.) (Pisces), its main food organism Saduria entomon L. (Crustacea), and in bottom sediments in the Archipelago Sea and

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-06-07]

the Gulf of Finland (Baltic Sea). Proc. Estonian Acad. Sci. Biol. Ecol., 56 (3): 224-238.

Watanabe, K. H., Desimone, F. W., Thiyagarajah, A., Hartley, W. R. and 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.

WHO., 2004. Guidelines for drinking water quality. Geneva, pp. 1-22.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-06-07]