تجمع زیستی فلزات سنگین نیکل، کادمیوم و سرب در عضله، کبد و خاویار تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*) پرورشی در استان خوزستان

اعظم محمدصالحی[1*]، محمد ولایت‌زاده[1]، ناصر کرمی‌راد[2]

*a.mohamadsalehi1358@gmail.com

۱. باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران
۲. سازمان شیلات ایران، تهران، ایران

تاریخ دریافت: تیر ۱۳۹۵ تاریخ پذیرش: مرداد ۱۳۹۶

واژه‌های کلیدی: تجمع زیستی، فلزات سنگین، عضله، خاویار، تاسماهی سیبری

تاسماهیان (Acipenseridae) گونه‌هایی از ماهیان با ارزش از رده ماهیان غضروفی ـ استخوانی با دو جنس تاسماهی و فیل ماهی 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 فیل ماهی، گونه فیل ماهی (*Huso huso*) است (سالنامه آماری شیلات ایران، ۱۳۹۳). تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*) یکی از گونه‌های غیربومی خانواده تاسماهیان در کشور می‌باشد که در سال‌های اخیر مورد توجه پژوهشگران و پرورش دهندگان قرار گرفته است و در سال ۱۳۸۵ از کشور مجارستان وارد ایران شد (حسنعلی پور اربوسرا و همکاران، ۱۳۹۱؛ دروی قاضیانی و همکاران، ۱۳۹۳؛ نجفی‌پور مقدم و همکاران، ۱۳۹۴؛ عباسی و همکاران، ۱۳۹۴).

فلزات سنگین گروهی از آلاینده‌های خطرناک هستند که خطر بالقوه برای سلامتی اکوسیستم‌ها و موجودات زنده محسوب می‌شوند. ماهیان با افزایش این آلاینده‌ها در محیط‌زیست آبی، آنها را از مسیرهای مختلف بدن جذب کرده که در اندام‌های عضله، کبد، کلیه، پوست و استخوان آن‌ها تجمع یافته‌اند (اسماعیلی‌ساری و همکاران، ۱۳۸۶؛ عسکری‌ساری و ولایت‌زاده، ۱۳۹۳). عناصر سمی نظیر جیوه، آرسنیک، کادمیوم، سرب و نیکل از مهمترین منابع آلاینده محیط‌زیست بشمار می‌آیند که در بدن انسان اثرات سمی دارند و سبب انواع بیماری‌ها می‌شوند (Qin *et al*., 2015; Miloskovic and Simic, 2015). سرب یکی از چهار فلزی است که بیشترین عوارض را بر سلامتی انسان دارد (عسکری‌ساری و ولایت‌زاده، ۱۳۹۳). کادمیوم نیز جزء فلزات سمی می‌باشد که اثرات سمیت آن در بدن انسان نیز موجب شده است که در سال‌های اخیر محققین در کشورهای مختلف، مطالعات بسیاری را در مورد این عنصر انجام دهند (امینی رنجبر و ستوده نیا، ۱۳۸۴؛ عسکری‌ساری و همکاران، ۱۳۹۱؛ هاشمی حسین آبادی و

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.3.4.5]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113559]

همکاران، ۱۳۹۶). نیکل جزء فلزات سنگینی است که می تواند تاثیرات جبران ناپذیری بر موجودات زنده داشته باشد (عبیدی و همکاران، ۱۳۹۶). در مطالعات بسیاری انباشت زیستی و غلظت فلزات سنگین در اندام‌های تاسماهیان گزارش شده است. از برخی تحقیقات می‌توان به سنجش میزان فلزات سنگین در گونه‌های تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*)، ماهی ازون‌برون (*Acipenser stellatus*) و فیل ماهی (*Huso huso*) اشاره کرد (مشروفه و همکاران، ۱۳۹۱؛ مشروفه و همکاران، ۱۳۹۲؛ Abtahi *et al*., 2007; Raeisi *et al*., 2014; Monsefrad *et al*., 2015).

عضله ماهی نقش مهمی در تغذیه انسان‌ها دارد، همچنین خاویار تاسماهیان از لحاظ طعم و مزه بسیار مطلوب است و جزیی از قست خوراکی این ماهیان می‌باشد. کبد ماهیان اندامی است که سموم مختلف نظیر فلزات سنگین در آن تجمع می‌یابد. بنابراین، با توجه به مطالب مذکور، این تحقیق با هدف تعیین و مقایسه میزان فلزات سنگین کادمیوم، سرب و نیکل در عضله، کبد و خاویار تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*) پرورشی در استان خوزستان انجام شد.

در این تحقیق در فصل بهار سال ۱۳۹۳، ۳۰ نمونه تاسماهی سیبری به صورت 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 ۴۸ درجه و ۲۴ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۲۲ دقیقه شمالی با ارتفاع ۱۴۰ متر از سطح تراز دریا قرار دارد. استخرهای پرورشی، بتونی با ابعاد ۲×۲ متر با عمق ۱۰۰ سانتیمتر می‌باشند و درون سالن سرپوشیده قرار دارند و آب مورد نیاز از طریق چاه عمیق پس از هوادهی مورد استفاده قرار می‌گیرد. از هر استخر ۶ قطعه تاسماهی سیبری نمونه‌برداری شد. علت نمونه‌برداری از ۵ استخر پرورشی این بود که از ۵ جیره غذایی متفاوت جهت تغذیه ماهیان استفاده شد. جیره‌های غذایی بر اساس ۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد جایگزینی آرد ضایعات طیور به جای آرد ماهی طراحی و تنظیم شد. در این تحقیق تیمار ۱، ۱۰۰ درصد آرد ماهی، تیمار ۲، ۲۵ درصد جایگزینی آرد طیور، تیمار ۳، ۵۰ درصد جایگزینی آرد طیور، تیمار ۴، ۷۵ درصد جایگزینی آرد طیور و تیمار ۵، ۱۰۰ درصد آرد طیور بود (جدول ۱).

ماهیان بوسیله جعبه‌های یونولیتی حاوی پودر یخ به آزمایشگاه انتقال داده شدند. در آزمایشگاه زیست‌سنجی نمونه‌ها شامل طول، وزن و سن انجام شد و بافت عضله، خاویار و کبد نمونه ها جدا گردید. وزن ماهیان به وسیله دستگاه ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم و طول آن‌ها با خط‌کش زیست‌سنجی با دقت ۰/۰۱ سانتیمتر اندازه‌گیری شد (ROPME, 1999). برای هضم نمونه‌ها از روش خشک استفاده شد (Eboh *et al*., 2006). 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 (Ahmad and Shuhaimi-Othman, 2010). صحت داده‌های بدست آمده با استفاده از استاندارد مرجع (Standard Reference Materials; SRM) بررسی گردید. بدین منظور، ابتدا غلظت‌های مختلف استاندارد فلزات سنگین به تعداد ۵ استاندارد ساخته شد و پس از تزریق به دستگاه جذب اتمی منحنی کالیبراسیون عناصر رسم گردید. سپس نمونه‌های آماده شده به دستگاه تزریق شد و غلظت مورد نظر یادداشت گردید (Rouessac and Rouessac, 2007). تجزیه و تحلیل داده‌ها به کمک نرم افزار SPSS18 انجام شد. نرمال بودن داده‌ها به کمک آزمون کولموگراف ـ اسمیرنف بررسی شدند. میانگین داده‌ها به کمک آزمون t (Paired-samples t test) با یکدیگر مقایسه شد که وجود یا فقدان اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ (P=0.05) تعیین گردید. رسم نمودارها و جداول با استفاده از نرم‌افزار Excel 2007 انجام شد. میانگین پارامترهای طول و وزن تاسماهی سیبری پرورشی مورد مطالعه در جدول ۲ ارائه شده است.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.3.4.5]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113559]

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.3.4.5]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113559]

جدول ۱: اجزای جیره غذایی تیمارهای مورد مطالعه

Table 1: Feed components of the treatments studied

تیمارها / اجزا جیره غذایی	تیمار ۱ (استخر ۱)	تیمار ۲ (استخر ۲)	تیمار ۳ (استخر۳)	تیمار ۴ (استخر۴)	تیمار ۵ (استخر ۵)
آرد ضایعات طیور	-	٪۱۲	٪۲۴	٪۳۶	٪۴۸
آرد ماهی	٪۴۸	٪۳۶	٪۲۴	٪۱۲	-
آرد سویا	٪۱۶	٪۱۶	٪۱۶	٪۱۷	٪۱۷
آرد گندم	٪۱۲	٪۱۲	٪۱۳	٪۱۳	٪۱۲
سبوس برنج	٪۳	٪۳	٪۲	٪۲	٪۳
ملاس	٪۳	٪۳	٪۳	٪۲	٪۴
روغن ماهی	٪۵	٪۵	٪۵	٪۵	٪۵
روغن کانولا	٪۵	٪۵	٪۵	٪۵	٪۵
پروبیوتیک	٪۲	٪۲	٪۲	٪۲	٪۲
بایندر	٪۲	٪۲	٪۲	٪۲	٪۲
بتافین	٪۱	٪۱	٪۱	٪۱	٪۱
پرمیکس ویتامین[a]	٪۱/۵	٪۱/۵	٪۱/۵	٪۱/۵	٪۱/۵
پرمیکس معدنی[b]	٪۱/۵	٪۱/۵	٪۱/۵	٪۱/۵	٪۱/۵
پروتئین	۴۰/۸۰	۴۰/۱۸	۳۹/۵۵	۳۹/۳۷	۳۸/۸۱
چربی	۱۴/۶۵	۱۵/۰۵	۱۵/۴۰	۱۵/۸۱	۱۶/۲۴
انرژی قابل هضم (Kcal/Kg)	۳۴۷۸/۳۰	۳۵۰۳/۵	۳۵۳۴/۲	۳۵۸۴/۴	۳۶۱۰/۷۲
انرژی قابل هضم (mj/Kg)	۱۴/۱۶	۱۴/۷۱	۱۵/۰۵	۱۵/۰۵	۱۵/۱۶

a: ویتامین A: ۴۰۰۰Iu/kg، ویتامین D: ۱۵۰۰ Iu/kg، پیریدوکسین: ۰/۰۱ gr/kg، کولین: ۵/۵ mg/kg، فولات: ۳ mg/kg، نیاسین: gr/kg ۰/۰۶، ویتامین B_{12}: ۰/۰۲ mg/kg، پنتوتنات: ۰/۴۵۰ gr/kg. b: منیزیم: ۲۰۰ mg/kg، سدیم: ۵۰۰mg/kg، آهن: ۲۰ mg/kg، مس: ۳ mg/kg، روی: ۱۵ mg/kg، منگنز: ۱۵ mg/kg، سلنیوم: ۰/۵ mg/kg، آلومینیوم ۰/۰۳ mg/kg، کبالت ۲/۵ mg/kg.

جدول ۲: میانگین (mean±SD) زیست‌سنجی (طول، وزن و سن) تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*) پرورشی در استان خوزستان، ۱۳۹۳

Table 2: Mean (mean±SD) biometrics (length, weight and age) of *Acipenser baerii* in Khuzestan province, 2014.

استخرهای نمونه برداری	تعداد نمونه	سن (سال)	طول (سانتیمتر)	وزن (گرم)
استخر ۱	۶	۴	۸۸/۶۷±۳/۲۷	۸۷۶۸/۳۱±۵۲/۳۴
استخر ۲	۶	۴	۸۷/۳۸±۴/۶۸	۸۸۳۰±۶۹/۴۵
استخر ۳	۶	۴	۸۷/۵۰±۳/۵۲	۸۷۲۱/۵۲±۵۵/۷۲
استخر ۴	۶	۴	۸۸/۷۶±۳/۷۷	۸۷۰۵±۷۲/۱۲
استخر ۵	۶	۴	۸۸/۵۵±۴/۱۹	۸۶۰۳/۴۸±۵۱/۶۳

بالاترین و پایین‌ترین میزان فلز نیکل در تاسماهی سیبری پرورشی در عضله بترتیب در استخرهای ۱ و ۳ (۰/۱۷±۰/۰۱ و ۰/۱۱±۰/۰۲ میکروگرم بر کیلوگرم) بدست آمد ($P>0.05$). در اندام کبد نیز بالاترین و پایین‌ترین میزان این فلز در استخر ۱ و ۴ (۱/۰۱±۰/۲۳ و ۰/۷۴±۰/۰۳ میکروگرم بر کیلوگرم) محاسبه گردید ($P<0.05$). همچنین بالاترین و پایین‌ترین میزان فلز نیکل (۰/۰۸ و ۰/۰۹ میکروگرم بر کیلوگرم) در خاویار

تاسماهی سیبری پرورشی در استخرهای مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری نداشت (P>0.05). میزان فلز نیکل در ۵ استخر مورد مطالعه در اندام کبد نسبت به عضله و خاویار تاسماهی سیبری پرورشی بالاتر بود (P<0.05). همچنین پایین‌ترین میزان این فلز در خاویار ماهی مشاهده شد. به طور کلی، بالاترین و پایین‌ترین میزان نیکل در کبد (۱/۰۱±۰/۲۳ میکروگرم بر کیلوگرم) و خاویار (۰/۰۸±۰/۰۰۳ میکروگرم بر کیلوگرم) بدست آمد (P<0.05). بالاترین و پایین‌ترین میزان فلز کادمیوم در تاسماهی سیبری پرورشی در عضله به ترتیب در استخرهای ۵ و ۱ (۰/۰۲۳±۰/۰۰۳ و ۰/۰۱۷±۰/۰۰۲ میکروگرم بر کیلوگرم) بدست آمد (P>0.05). در اندام کبد نیز بالاترین و پایین‌ترین میزان این فلز در استخر ۳ و ۱ (۰/۰۴۱±۰/۰۰۲ و ۰/۰۳۲±۰/۰۰۱ میکروگرم بر کیلوگرم) محاسبه گردید (P<0.05). همچنین بالاترین میزان فلز کادمیوم در خاویار تاسماهی سیبری پرورشی در استخر ۲ (۰/۰۲۴±۰/۰۰۲ میکروگرم بر کیلوگرم) بود (P>0.05). میزان فلز کادمیوم در ۵ استخر مورد مطالعه در اندام کبد نسبت به عضله و خاویار تاسماهی سیبری پرورشی بالاتر بود (P<0.05). همچنین پایین‌ترین میزان این فلز در عضله ماهی مشاهده شد، اما در استخر ۳ میزان کادمیوم در عضله بالاتر از خاویار محاسبه شد و در استخر ۵ میزان این عنصر در عضله و خاویار برابر بود. به طور کلی، بالاترین و پایین‌ترین میزان کادمیوم در کبد (۰/۰۴۱±۰/۰۰۲ میکروگرم بر کیلوگرم) و خاویار (۰/۰۱۷±۰/۰۰۲ میکروگرم بر کیلوگرم) بدست آمد (P<0.05). بالاترین و پایین‌ترین میزان فلز سرب در تاسماهی سیبری پرورشی در عضله به ترتیب در استخرهای ۱ و ۳ (۰/۲۴±۰/۰۳ و ۰/۱۸±۰/۰۲ میکروگرم بر کیلوگرم) بدست آمد (P>0.05). در اندام کبد نیز بالاترین و پایین‌ترین میزان این فلز در استخر ۵ و ۳ (۰/۳۵±۰/۰۲ و ۰/۲۹±۰/۰۳ میکروگرم بر کیلوگرم) محاسبه گردید (P<0.05). همچنین بالاترین و پایین‌ترین میزان فلز سرب در خاویار تاسماهی سیبری پرورشی در استخر ۲ و ۴ (۰/۱۷±۰/۰۲ و ۰/۱۱±۰/۰۲ میکروگرم بر کیلوگرم) بود (P>0.05). میزان فلز سرب در ۵ استخر مورد مطالعه در اندام کبد نسبت به عضله و خاویار تاس ماهی سیبری پرورشی بالاتر بود (P<0.05). همچنین پایین‌ترین میزان این فلز در خاویار ماهی مشاهده شد. به طور کلی، بالاترین و پایین‌ترین میزان سرب در کبد (۰/۳۵±۰/۰۲ میکروگرم بر کیلوگرم) و خاویار (۰/۱۱±۰/۰۲ میکروگرم بر کیلوگرم) بدست آمد (P<0.05) (جدول ۳).

جدول ۳: میانگین (mean±SD) غلظت فلز نیکل، کادمیوم و سرب (میکروگرم بر کیلوگرم) در اندام‌های تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*) پرورشی در استان خوزستان، ۱۳۹۳

Table 3: Mean (mean±SD) concentration of nickel, cadmium, and lead (µg/kg) in organs of Acipenser baerii from Khuzestan province, 2014.

	نیکل			کادمیوم			سرب		
تیمارها	عضله	کبد	خاویار	عضله	کبد	خاویار	عضله	کبد	خاویار
استخر ۱	۰/۱۷±۰/۰۱^{a}	۱/۰۱±۰/۲۳^{a}	۰/۰۸±۰/۰۳^{a}	۰/۰۱۷±۰/۰۰۲^{a}	۰/۰۳۲±۰/۰۰۱^{a}	۰/۰۲۱±۰/۰۰۲^{a}	۰/۲۴±۰/۰۳^{b}	۰/۳۱±۰/۰۲^{a}	۰/۱۲±۰/۰۱^{a}
استخر ۲	۰/۱۴±۰/۰۲^{a}	۱/۱۷±۰/۱۹^{a}	۰/۰۹±۰/۰۰۲^{a}	۰/۰۲۱±۰/۰۰۱^{a}	۰/۰۳۳±۰/۰۰۱^{a}	۰/۰۲۴±۰/۰۰۲^{a}	۰/۲۲±۰/۰۲^{b}	۰/۳۴±۰/۰۲^{a}	۰/۱۷±۰/۰۲^{b}
استخر ۳	۰/۱۱±۰/۰۲^{a}	۰/۹۶±۰/۰۵^{a}	۰/۰۸±۰/۰۰۶^{a}	۰/۰۲۲±۰/۰۰۳^{a}	۰/۰۴۱±۰/۰۰۲^{b}	۰/۰۲۱±۰/۰۰۱^{a}	۰/۱۸±۰/۰۲^{a}	۰/۲۹±۰/۰۳^{b}	۰/۱۳±۰/۰۲^{a}
استخر ۴	۰/۱۲±۰/۰۱^{a}	۰/۷۴±۰/۰۳^{b}	۰/۰۹±۰/۰۰۵^{a}	۰/۰۱۹±۰/۰۰۲^{a}	۰/۰۳۹±۰/۰۰۲^{a}	۰/۰۲۲±۰/۰۰۱^{a}	۰/۱۹±۰/۰۱^{a}	۰/۳۴±۰/۰۳^{a}	۰/۱۱±۰/۰۲^{a}
استخر ۵	۰/۱۶±۰/۰۱^{a}	۰/۹۶±۰/۰۶^{a}	۰/۰۸±۰/۰۰۶^{a}	۰/۰۲۳±۰/۰۰۳^{a}	۰/۰۳۴±۰/۰۰۲^{a}	۰/۰۲۳±۰/۰۰۳^{a}	۰/۱۹±۰/۰۲^{a}	۰/۳۵±۰/۰۲^{a}	۰/۱۳±۰/۰۲^{a}

حروف غیرهمنام در هر ستون اختلاف معنی دار بین استخرها را نشان می دهد (P<0.05).

میزان فلزات سنگین در تاسماهی سیبری در تمامی نمونه‌های مورد مطالعه در کبد بالاتر از عضله و خاویار بود. فلزات سنگین اندام هدف خود را بر اساس میزان فعالیت متابولیک آن انتخاب می‌کنند. این نکته، علت تجمع بیشتر

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.3.4.5]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113559]

فلزات در اندام‌هایی نظیر کبد و کلیه را در مقایسه با فعالیت متابولیک پایین عضله تفسیر می‌نماید (Filazi *et al*., 2003). زمان طولانی بلوغ جنسی در تاسماهیان زمان طولانی‌تری برای آلاینده‌های محیطی بخصوص برای فلزات سنگین جهت انباشتگی در اندام‌های آن‌ها فراهم می‌کند. با توجه به اینکه تاسماهیان کفزی و دارای طول عمر زیادی می‌باشند و از همه مهمتر از نظر جایگاهشان در زنجیره غذایی، می‌توانند تجمع بالایی از آلاینده‌ها را در اندام‌های بدن دریافت کنند (مشروفه و همکاران، ۱۳۹۲؛ غفاری و حسینی، ۱۳۹۲).

غلظت نیکل در کبد تاسماهی سیبری بالاتر از خاویار و عضله بدست 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؛ عسکری‌ساری و ولایت‌زاده، ۱۳۹۳). میانگین میزان نیکل در خاویار تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) بالاتر از عضله گزارش شده است (مشروفه و همکاران، ۱۳۹۲) که با نتایج این تحقیق همخوانی ندارد. همچنین در مطالعه‌ای میزان نیکل در عضله دو گونه ماهی ازون‌برون (*Acipenser stellatus*) و فیل ماهی (*Huso huso*) بترتیب ۰/۱۶و ۰/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش شده است (مشروفه و همکاران، ۱۳۹۱). میزان کادمیوم و سرب نیز در خاویار و عضله تاسماهی سیبری پایین‌تر از کبد بدست آمد. به طور کلی، آبشش‌ها، کلیه و کبد عمده‌ترین راه‌های جذب این فلزات به بدن ماهیان می‌باشند (Newman and Unger, 2003) 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 نظیر کلیه، کبد و آبشش‌ها تجمع می‌یابند (Al-Yousuf *et al*., 2000 ; Filazi *et al*., 2003). میزان کادمیوم در عضله ازون‌برون (*Acipenser stellatus*) و تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) بالاتر از خاویار تعیین شد (صادقی‌راد و همکاران، ۱۳۸۴). همچنین میزان کادمیوم در کبد فیل ماهی (*Huso huso*) و ازون‌برون (*Acipenser stellatus*) بالاتر از عضله گزارش شده است (گاپه‌یوا و همکاران، ۱۹۹۰) که با نتایج این تحقیق هم‌خوانی دارد. میزان سرب نیز در خاویار تاسماهی سیبری پایین‌تر از عضله بدست آمد. فلز سرب نیز به طور عمده در کلیه، آبشش و عضله ماهی تجمع می‌یابد (اسماعیلی‌ساری، ۱۳۸۱؛ جلالی جعفری و آقازاده مشگی، ۱۳۸۶). میزان سرب در عضله تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) ۶/۶ میکروگرم در کیلوگرم بالاتر از کبد گزارش شده است (Raeisi *et al*., 2014). همچنین میزان این فلز در کبد ماهی ازون‌برون (*Acipenser stellatus*) ۰/۵۲۴ میکروگرم در گرم پایین‌تر از سایر بافت‌های این گونه تعیین شده است (Abtahi *et al*., 2007).

در بسیاری از مطالعات انجام شده در خصوص تجمع فلزات سنگین در اندام‌های ماهیان خاویاری، تجمع زیستی عناصر در خاویار این ماهیان گزارش شده است (صادقی‌راد و همکاران، ۱۳۸۲؛ صادقی‌راد و همکاران، ۱۳۸۴؛ مشروفه و همکاران،۱۳۹۱؛ مشروفه و همکاران، ۱۳۹۲؛ Monsefrad *et al*., 2015). در این تحقیق نیز میزان نیکل، کادمیوم و سرب در خاویار تاسماهی سیبری پرورشی وجود داشت که با نتایج مطالعات دیگر هم‌خوانی دارد. با توجه به تحقیقات انجام شده و نتایج فلزات کادمیوم، سرب و نیکل در این پژوهش، غلظت‌های کم فلزات سنگین در خاویار تاسماهیان تجمع می‌یابد. میانگین میزان کادمیوم در خاویار تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) بالاتر از عضله گزارش شده است (مشروفه و همکاران، ۱۳۹۲) که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد. علت تجمع بالای فلزات در خاویار نسبت به عضله، به علت مکانیسم دفاعی بدن ماهی در تعدیل فلزات و آلاینده‌هاست که در این فرآیند برخی از آلاینده‌های آلی و معدنی جهت دفع از بدن به تخم‌ها یا خاویار انتقال می‌یابد و از بدن دفع می‌گردد (مشروفه و همکاران، ۱۳۹۲).

احتمالاً یکی از دلایل پایین بودن میزان عناصر سنگین در اندام‌های تاسماهی سیبری پرورشی، استفاده از آب‌های زیرزمینی برای پرورش این گونه است. مقادیر کادمیوم،

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.3.4.5]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113559]

سرب و نیکل در آب‌های زیر زمینی کمتر از آب‌های سطحی می‌باشد. بنابراین، با توجه به نتایج این پژوهش مشاهده می‌شود که میزان کادمیوم، سرب و نیکل در آب مورد استفاده جهت پرورش تاسماهی سیبری پایین می‌باشد. میزان نیکل در عضله ماهی تاسماهی سیبری در مقایسه با حد مجاز سازمان بهداشت جهانی پایین‌تر بود. میزان فلزات سنگین کادمیوم و سرب نیز در عضله تاسماهی سیبری در مقایسه با استانداردهای تدوین شده نظیر سازمان بهداشت جهانی، سازمان غذا و داروی آمریکا، وزارت کشاورزی ـ شیلات انگلستان و انجمن ملی بهداشت و سلامت استرالیا پایین‌تر بود.

منابع

اسماعیلی‌ساری، ع.، ۱۳۸۱. آلاینده‌ها، بهداشت و استاندارد محیط‌زیست. انتشارات نقش مهر، چاپ اول، تهران. ۷۶۷ص.

اسماعیلی‌ساری، ع.، نوری‌ساری، ح. و اسماعیلی-ساری، ا.، ۱۳۸۶. جیوه در محیط‌زیست. انتشارات بازرگان، چاپ اول، رشت. ۲۲۶ص.

امینی رنجبر، غ. و ستوده‌نیا، ف.، ۱۳۸۴. 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، ۱۸-۱.

جلالی جعفری، ب. و آقازاده مشگی، م.، ۱۳۸۶. مسمومیت ماهیان در اثر فلزات سنگین آب و اهمیت آن در بهداشت عمومی. انتشارات مان کتاب. چاپ اول. تهران. ۱۳۴ص.

حسنعلی پور اربوسرا، ع.ر.، ایگدری، س.، بهمنی، م. و پور باقر، ه.، ۱۳۹۱. تغییرات شاخص کورتیزول ـ گلوکز و رشد در پاسخ به تراکم ذخیره در تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*). نشریه بهره برداری و پرورش آبزیان، ۱ (۴): ۲۷-۱۳.

دروی قاضیانی، س.، یوسفی جوردهی، ا.، کاظمی، ر. و پور اسدی، م.، ۱۳۹۳. مقایسه عملکرد رشد و بازماندگی لارو تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*) و استرلیاد (*Acipenser ruthenus*) در مرحله تغذیه فعال تا انگشت قد. نشریه شیلات، مجله منابع طبیعی ایران، ۶۷ (۱): ۴۷-۳۹.

سالنامه آماری شیلات ایران، ۱۳۹۳. دفتر برنامه‌ریزی گروه آمار و مطالعات توسعه شیلاتی، سالنامه آماری سازمان شیلات ایران (۱۳۹۲ـ۱۳۸۲). تهران، ص. ۶۴.

صادقی راد، م.، امینی رنجبر، غ.، ارشد، ع. و جوشیده، ه.، ۱۳۸۲. بررسی میزان تجمع روی و مس در بافت عضله و خاویار دو گونه تاسماهی ایرانی و ازون برون حوضه جنوبی دریای خزر. مجله پژوهش و سازندگی در امور دام و آبزیان، ۶۱: ۵۵ـ ۵۱.

صادقی راد، م.، امینی رنجبر، غ.، ارشد، ع. و جوشیده، ه.، ۱۳۸۴. مقایسه تجمع فلزات سنگین (روی، مس، کادمیوم، سرب و جیوه) در بافت عضله و خاویار دو گونه تاسماهی ایرانی و ازون برون حوضه جنوبی دریای خزر. مجله علمی شیلات ایران، ۱۴(۳): ۱۰۰ـ ۷۹.

عباسی، ن.، نوری، ا.، کلوانی نیتلی، ب. و طلوعی گیلانی، م.ح.، ۱۳۹۴. اندسکوپی روشی نوین در تعیین جنسیت تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*). مجله بوم شناسی آبزیان، ۴ (۴): ۱۰۳-۹۶.

عبیدی، ر.، پذیرا، ع.، قنبری، ف. و مغدانی، س. ۱۳۹۶. تعیین میزان غلظت فلزات سنگین نیکل و کادمیوم در بافت های عضله و کبد ماهی سنگسر معمولی (*Pomadasys kaakan*) در بندر بوشهر. مجله علمی شیلات ایران، ۲۶ (۱): ۶۵-۵۵.

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 ولایت زاده، م.، ۱۳۹۳. فلزات سنگین در آبزیان. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. چاپ اول. ۳۸۰ ص.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.3.4.5]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113559]

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 هم اندیشان محیط زیست فردا، ۹ صفحه.

گاپه یوا، 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. ۱۰ص.

مشروفه، ع.، ریاحی بختیاری، ع. و پورکاظمی، م.، ۱۳۹۱. بررسی میزان فلزات سنگین کادمیوم، نیکل، وانادیوم و روی در بافت های مختلف فیل ماهی و ازون برون و ریسک ناشی از مصرف بافت عضلانی آن ها مربوط به حوضه جنوبی دریای خزر. مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ۲۲ (۹۶): 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، ۶ (۳): ۴۱۶-۴۰۷.

نجفی پورمقدم، ا.، فلاحتکار، ب. و کلباسی مسجدشاهی، م.ر.، ۱۳۹۴. تغییرات اسیدهای چرب جیره و عضله در بچه تاسماهیان سیبری (*Acipenser baerii*) تغذیه شده با سطوح مختلف لسیتین. فصلنامه اقیانوس شناسی، ۶ (۲۱): ۱۰۵-۹۷.

هاشمی حسین آبادی، ز.، سلطانیان، س. و اخلاقی، م.، ۱۳۹۶. اندازه گیری غلظت برخی از فلزات سنگین در غذاهای زنده مورد استفاده در پرورش آبزیان. مجله علمی شیلات ایران، ۲۶ (۲): ۱۳-۷.

Abtahi, B., Ghodrati Shojaii, M., Esmaili Sari, A., Rahnema, M., Sharif Pour, I., Bahmni, M., Kazemi, R. and Hallajian, A., 2007. Concentration of Some Heavy Metals in Tissues of Stellate Sturgeon (*Acipenser stellatus*) in the South Caspian Sea. Environmental Sciences, 4(3): 77-84.

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.

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. Journal of Food Chemistry, 97(3): 490-497. DOI: 10.1016/j.foodchem.2005.05.041

Filazi, A., Baskaya, R. and Kum, C., 2003. Metal concentration in tissues of the Black Sea fish *Mugil auratus* from Sinop-Icliman, Turkey. Journal of Human and Experimental Toxicology, 22: 85-87. DOI: 10.1191/0960327103ht323oa.

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 Journal of Environmental Studies, 24(1): 199-206. DOI: 10.15244/pjoes/24929.

Monsefrada, S.F., Khanlarc, M., Nazemroayad, S., Faizbakhshe, R. and

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.3.4.5]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113559]

Mirsadeghia, H., 2015. A preliminary risk assessment of the trace metals accumulated in the farmed Beluga sturgeon (*Huso huso*) caviar from Caspian Sea. Persian Journal of Seafood Science and Technology, 1: 7-11.

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

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. DOI: 10.1016/j.foodcont.2014.08.016.

Raeisi, S., Sharifi Rad, J., Sharifi Rad, M. and Zakariaei, H., 2014. Analysis of heavy metals content in water, sediments and fish from the Gorgan bay, southeastern Caspian Sea, Iran. International journal of Advanced Biological and Biomedical Research, 2(6): 2162-2172.

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

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

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.3.4.5]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113559]

Bioaccumulation of heavy metals, Ni, Cd and Pb in muscle, liver and caviar of farmed *Acipenser baerii* from Khuozestan Province

Mohammad Salehi A.[*1]; Velayatzadeh M.[1]; Karami Rad N.[2]

a.mohamadsalehi1358@gmail.com

1. Young and Elite Researchers Club, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran
2. Fisheries Organization of Iran, Tehran, Iran

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.3.4.5]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113559]

Abstract

The presence of heavy metals in our environment has been of great concern because of their toxicity when their concentration is more than the permissible level. These metals enter in the environment by different ways e.g. industrial activities. This study was carried out to determine and comparison of heavy metals Cd, Pb and Ni in muscle, liver and caviar of farmed *Acipenser baerii* from Khuozestan Province, 2014. 30 samples of *Acipenser baerii* were prepared randomly from five ponds of Hantoshzadeh breeding. 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 concentration of Ni, Cd and Pb were 1.10±0.23, 0.041±0.002 and 0.35±0.02 µ/Kg in liver of *Acipenser baerii*. The lowest concentration of this metals were obtained 0.08±0.003, 0.017±0.002 and 0.11±0.02 µ/Kg in caviar this species. Concentration of heavy metals in the liver of *Acipenser baerii* was higher than muscle and caviar. In this study concentration of Ni, Cd and Pb in muscle and caviar of *Acipenser baerii* were lower than comparison of WHO, FDA, MAFF and NHMRC standards.

Keywords: Bioaccumulation, Heavy metals, Muscle, Caviar, *Acipenser baerii*

*Corresponding author