مقاله علمی – پژوهشی:

تجمع فلزات سنگین جیوه و روی در بافت آبشش و ارتباط آنها با برخی از شاخص‌های بیوشیمیایی خون ماهی سی‌باس آسیایی (*Lates calcarifer*)

سیامک یوسفی سیاه‌کلرودی*[۱]، وحید مرشدی[۲]، پرستو محبی‌درخش[۳]، مهیار یوسفی سیاه‌کلرودی[٤]، شمری اصیل قاسم محمد[٥]

* siamak.yousefi1@gmail.com

۱- گروه زیست شناسی، دانشکده علوم زیستی، واحد ورامین- پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، پیشوا، ایران
۲- گروه شیلات و زیست شناسی دریا، پژوهشکده خلیج فارس، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران
۳- موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
٤- دانشکده دامپزشکی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
٥- گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: فروردین ۱٤۰۳ تاریخ پذیرش: خرداد ۱٤۰۳

چکیده

این تحقیق با هدف اندازه‌گیری و بررسی ارتباط بین فلزات سنگین (جیوه و روی) با برخی شاخص‌های بیوشیمیایی خونی و بافت آبشش ماهی سی‌باس پرورش یافته در قفس در پاییز ۱۴۰۱ واقع در بندر کنگان انجام گرفته است. نمونه‌ها پس از تثبیت با الکل، به آزمایشگاه منتقل شدند. شاخص‌های زیست‌سنجی ماهیان شامل وزن(گرم) به‌وسیله ترازو و طول کل(سانتی‌متر) به‌وسیله تخته زیست‌سنجی اندازه‌گیری شدند. سپس از آبشش هر ماهی نمونه تهیه و به‌وسیله دستگاه اسپکتروفتومتری جذب اتمی شعله، میزان غلظت هر فلز به‌دست آمد. برای ارزیابی تجزیه‌وتحلیل بافتی، نمونه بافت آبشش جداسازی و به‌وسیله دستگاه پاساژ بافت تهیه شده و به‌روش هموتوکسین ائوزین رنگ‌آمیزی شدند. سنجش شاخص‌های بیوشیمیایی خون نیز براساس دستورالعمل کیت تجاری انجام گردید. نتایج این پژوهش نشان داد، میانگین فلز جیوه و روی به‌ترتیب ۰/۱ و ۷/۵ میکروگرم بر گرم در خون ماهی‌ها بود. میانگین غلظت کورتیزول، گلوکز، آلبومین، پروتئین کل، کلسترول و تری گلیسرید به‌ترتیب ۵۰/۵ نانوگرم برمیلی‌لیتر، ۱۵۴/۳۳میلی گرم بر دسی‌لیتر، ۱/۱۹گرم بردسی‌لیتر ، ۳/۳۶ گرم بر دسی‌لیتر ،۱۹۴ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر و ۲۴۴ میلی گرم بردسی‌لیتر به‌دست آمد. در بررسی نمونه بافت آبشش ماهی سی‌باس آسیایی عوارضی مانند پرخونی، خونریزی، هیپرپلازی، نکروز سلولی و تخریب لایه اپیتلیوم رشته‌های اولیه و ثانویه آبشش، مشاهده گردید. غلظت فلزات سنگین جیوه و روی در بافت آبشش ماهی سی‌باس مورد مطالعه، پایین‌تر از حداستاندارد تعیین شده از سوی FAO و WHO بود.

لغات کلیدی: سی‌باس آسیایی، هیستوپاتولوژی، شاخص‌های بیوشیمیایی، جیوه، روی

*نویسنده مسئول

Copyright: © 2023 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

[Downloaded from isfj.ir on 2025-04-04]

مقدمه

ماهی سی‌باس آسیایی (*Lates calcarifer*) از اعضاء خانواده بزرگ Latidae است که در آسیا به نام بأس دریایی و در استرالیا بارموندی شناخته می‌شود. سی‌باس به دلیل رشد سریع، تکثیر آسان، تحمل شوری بالا و توانایی در پذیرش غذای فرموله، از بهترین ماهیان پرورشی دریایی دنیا محسوب می‌شود به‌طوری‌که طبق گزارش FAO از کل تولید ماهیان دریایی پرورشی در سال ۲۰۲۰، ۱۹۶/۹ هزار تن مربوط به ماهی سی‌باس آسیایی بوده که این نکته بیانگر بازارپسندی این ماهی در دنیاست (FAO, 2022). در ایران با توجه به اهمیت اقتصادی آن و تقاضا برای غذای سالم دریایی، اخیراً در قالب پرورش ماهی در قفس در خلیج فارس و دریای عمان پرورش می‌یابند (Mazej *et al*., 2010).

فلزات سنگینی که به صورت ترکیب با آنزیم‌ها وارد بدن انسان می‌شوند، به‌وسیله پروتئین‌ها حمل می‌شوند یا در چربی‌های بدن تجمع می‌یابند، تأثیرات نامطلوب بیش‌تری دارند (Askary Sary, 2010). وجود فلزات سنگین تنش اضافی به ماهی تحمیل می‌کند که این تنش منجر به بروز سایر تغییرات فیزیولوژیک در ماهی می‌شود (Sweety *et al*., 2007). مکانیسم ورود فلزات سنگین، جذب و دفع آنها در ماهیان گوناگون متفاوت است. اما مشخص شده است که تأثیر سمی فلزات بر ماهی ارتباط معنی‌داری با شکل حضور آنها در آب دارد (Askary Sary *et al*., 2012). تغییرات شاخص‌های خونی اغلب به تغییرات فیزیولوژیک و محیطی وابسته هستند. در شرایطی که ماهیان در معرض آلاینده‌های فلزات قرار گیرند، برخی فراسنجه‌های فیزیولوژیک و بیوشیمیایی خون آنها تغییر می‌کند (Cicik and Engin 2005; Sweety *et al*., 2007). کلسترول ماده پیش‌ساخت هورمون‌های استروئیدی است که تحت شرایط استرس، غلظت آن در خون افزایش می‌یابد و ممکن است باعث افزایش ساخت هورمون کورتیزول باشد. افزایش بیش از حد کلسترول بیانگر بی‌نظمی سوخت‌وساز چربی و لیپوپروتئین به‌ویژه تخریب کارایی فیزیولوژیک کبد است. سطوح غلظت تری‌گلیسرید و کلسترول به عنوان شاخص‌های اصلی وضعیت سلامت ماهیان استخوانی عالی مطرح است (Zhou *et al*., 2009; Gul *et al*., 2011). ارتباط تری‌گلیسریدها و پروتئین تام شاید به دلیل عدم حلالیت تری‌گلیسیریدها در آب و انتقال در پلاسما باشد. از این‌رو، با برخی لیپوپروتئین‌ها و کلسترول مجموعه‌ای تشکیل می‌دهند که قابل انتقال در پلاسما باشد و افزایش ساخت این لیپوپروتئین‌ها بر پروتئین تام تاثیرگذار است. گلوکز اصلی‌ترین ماده به‌دست آمده از سوخت‌وساز مواد کربوهیدراتی است (Ahmadifar *et al*., 2010). مقدار گلوکز خون شاخص مناسبی برای پاسخ‌های ثانویه استرس ماهی به شرایط نامناسب محیطی است (Cicik and Engin, 2005; Yousefi *et al*., 2011). تغییرات خصوصیات خون ماهیان در پاسخ به شرایط زیست‌محیطی، پاسخی است بر استرس‌های محیطی که می‌تواند به عنوان یک شاخص مهم زیستی مد نظر قرار گیرد (Bridges *et al*., 1976).

تغییرات هیستوپاتولوژی به عنوان نشانگر زیستی استفاده می‌شوند، زیرا پاسخ اولیه بیولوژیک قابل اندازه‌گیری ناشی از قرارگیری در معرض آلاینده‌ها را نشان می‌دهند. رویدادهای هیستوپاتولوژی می‌توانند به‌سرعت آلودگی آب، سلامت بافت ماهی را تشخیص دهند. هدف از مطالعه هیستوپاتولوژی، مشاهده تغییرات سلولی ایجاد شده در اندام‌های هدف ماهی است و ابزاری برای تعیین سلامت جمعیت و منعکس‌کننده سلامتی کل اکوسیستم آبی است (Varanasi and Markey, 1978).

جیوه آلی در مقایسه با جیوه غیرآلی به طور موثرتری از طریق جذب مستقیم از آب (تغلیظ زیستی) و در طول زنجیره غذایی (بزرگ‌نمایی زیستی) به اندام‌ها و بافت‌های مختلف ماهی انتقال می‌یابد (Weiner and Spry, 1996). ترکیبات جیوه در ضدعفونی‌کننده‌ها و داروها کاربرد دارد (Calvert, 2004). جیوه در تولید برخی از دماسنج‌ها، سوئیچ‌های جیوه، الکترودها، انواع الکترولیزها، باتری‌ها، سلول‌های جیوه وکاتالیت‌های، علف‌کش‌ها حشره‌کش‌ها، تهیه آلیاژ دندان و در آینه تلسکوپ‌ها نیز به‌کار می‌رود.

مطالعات مختلفی در رابطه با تأثیر انواع مختلفی از آلاینده‌های فلزات سنگین بر گونه‌های مختلف ماهیان و آبزیان انجام شده است که از جمله می‌توان به مقایسه تجمع برخی فلزات سنگین (جیوه، مس و روی) در بافت کبد و

[Downloaded from isfj.ir on 2025-04-04]

عضله ماهی کپور پرورشی و کپور دریایی (*Cypinus carpio*) (Meshkiniy and Rasooli Aghdam, 2019)، بررسی تجمع غلظت فلزات سنگین (سرب، کادمیوم و جیوه) در عضله ماهی گوازیم دم‌رشته‌ای (*Nemipterus japonicus*) (Khandanisharahi *et al*., 2018)، بررسی تجمع فلزات سنگین در عضله ماهی کفشک تیزدندان (*Psettodes erumei*) آبهای بوشهر Alinejad *et al*., (2014)، میزان فلزات سنگین آهن، مس، روی، منیزیم، منگنز، جیوه، سرب و کادمیوم در بافت‌های خوراکی و غیرخوراکی ماهی کفال پشت سبز (*Liza dussumieri*) در سواحل بوشهر (Naseri *et al*., 2005)، انباشتگی برخی عناصر سنگین در بافت‌های عضله، کبد و آبشش ماهی هامور (*Epinephlus coioiedes*) اشاره کرد (Alinejad *et al*., 2014).

در تحقیق حاضر ارتباط بین فلزات جیوه و روی با برخی از فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون و تجمع این فلزات در آبشش ماهی سی‌باس آسیایی مورد بررسی قرار گرفته است تا با تعیین مقدار شاخص‌های بیوشیمیایی خونی و ارتباط آنها با فلزات سنگین جیوه و روی، بتوان درک صحیحی از شرایط فیزیولوژیک این ماهی ارزشمند پیدا کرد.

مواد و روش کار

تهیه و آماده‌سازی نمونه‌ها

برای انجام این پژوهش، تعداد ۱۵ قطعه ماهی سی‌باس آسیایی در فصل پاییز ۱۴۰۱ به صورت کاملاً تصادفی با میانگین وزنی ۲۶۰/۶۴ گرم و میانگین طولی ۲۶/۸۲ سانتی‌متر از قفس‌های پرورشی واقع در استان بوشهر- بندر کنگان با مختصات طول و عرض جغرافیایی (27.805968, 51.969911 و 27.805446, 51.969744 و 27.804888,51.969496)، صید شده و به همراه پودر یخ به محل آزمایشگاه دانشگاه خلیج فارس منتقل شدند (شکل ۱).

ماهی‌ها ابتدا با آب مقطر شستشو شدند تا عوامل آلاینده، پوشش لزج و ذرات خارجی جذب کننده فلزات از لایه سطحی آنها رفع گردد و سپس مورد زیست‌سنجی قرار گرفتند. وزن و طول ماهی‌ها به‌وسیله ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۱ میلی‌گرم و تخته زیست‌سنجی مدرج اندازه‌گیری و نتایج، در جدول ثبت گردید. سپس بافت آبشش به طور کامل از آن خارج گردید. نمونه بافت‌های بخش آبشش، بسته‌بندی و شماره‌گذاری شدند. به منظور اندازه‌گیری جیوه و روی، ۴ گرم از هر نمونه در آون در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند. از هر نمونه خشک شده، داخل ارلن مایرهای ۱۰۰ میلی‌لیتر ریخته شده و روی هر کدام ۵ میلی‌لیتر هیدروژن پراکسید و ۱۰ میلی‌لیتر نیتریک اسید غلیظ اضافه شد. هضم نمونه‌ها در ظروف داغ در دمای ۲۵۰-۲۰۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴ ساعت و زیر هود تا شفاف شدن نمونه‌ها انجام گردید. سپس با عبور محلول‌های به‌دست آمده از کاغذ صافی، محلول‌های آماده اندازه‌گیری داخل ارلن مایرهای کاملاً تمیز جمع‌آوری شدند (Oguzie and Izerbigie, 2009). محلول‌های استاندارد فلزات مذکور از نمک‌های نیترات خالص مربوطه ساخت شرکت مرک آلمان تهیه گردید و پس از رسم نمودار کالیبراسیون، به‌وسیله دستگاه اسپکتروفتومتری جذب اتمی شعله (FAAS) ساخت شرکت Shimadzu، مدل AA670G ساخت کشور ژاپن میزان غلظت هر فلز به‌دست آمد. غلظت نهائی فلزات بر حسب میکروگرم برگرم وزن خشک بیان شد.

برای ارزیابی تجزیه‌وتحلیل بافتی، پس از تشریح، نمونه بافت آبشش جداسازی و نمونه‌های بافتی در محلول تثبیت‌کننده بوئن قرار داده شدند و پس از ۴۸ ساعت از محلول بوئن خارج و تا زمان انجام مراحل بعدی در الکل ۷۰٪ نگه‌داری خواهند شد (Velma and Tchounwou, 2010). کلیه مراحل پاساژ بافتی شامل آبگیری، شفاف‌سازی و آغشتگی در دستگاه پاساژ بافت یا هیستوکینت و تحت برنامه زمان‌بندی شده انجام شد. نمونه‌های بافتی با ضخامت ۵-۴ میکرون طبق روش‌های روتین بافت‌شناسی، تهیه شده و با استفاده از محلول‌های هماتوکسیلین و ائوزین، رنگ‌آمیزی شدند (Liu *et al*., 2011). سپس لام‌های بافتی آماده با استفاده از میکروسکوپ نوری مجهز به دوربین عکس‌برداری دیجیتال بررسی شدند.

سنجش شاخص‌های بیوشیمیایی خون (آلبومین، تری‌گلیسرید، گلوکز، پروتئین کل، کلسترول) نیز با استفاده از دستگاه اتوآنالایزر براساس دستورالعمل کیت پارس آزمون انجام شد. بدین‌منظور، نمونه‌ها به آزمایشگاه تخصصی

[Downloaded from isfj.ir on 2025-04-04]

دامپزشکی پایش سلامت (ویرومد گیلان) منتقل شده و با استفاده از ضریب مندرج در کاتالوگ اندازه‌گیری شدند.
جهت مقایسه آماری نمونه‌ها از نرم‌افزارهای EXCEL و SPSS نسخه ۲۰ و روش آماری آنالیز واریانس یک‌طرفه (ANOVA) استفاده گردید. به‌منظور تعیین وجود یا فقدان اختلاف معنی‌دار بین نتایج بررسی نمونه‌ها، از آزمون پارامتریک و پس از تعیین نرمال بودن داده‌ها، از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه (ANOVA) با سطح اطمینان ۹۵٪ ($P<0/05$) استفاده شد. داده‌ها بر اساس واحد میکروگرم بر گرم وزن خشک (میانگین± انحراف معیار) بیان گردیده است.

شکل ۱: نقشه منطقه مورد مطالعه در استان بوشهر- بندرکنگان
Figure 1- Map of the studied area in Bushehr Province- Bandarkangan

نتایج

نتایج حاصل از زیست‌سنجی ماهی‌های صید شده در جدول ۱ ارائه شده است. براساس آن، نمونه ماهی‌های مورد مطالعه از میانگین طولی ۲/۶۱±۲۶/۸۲ سانتی‌متر و میانگین وزنی ۹۴/۷۰±۲۶۵/۶۴ گرم برخوردار بودند (جدول ۱). نتایج حاصل از سنجش جیوه و روی در بافت آبشش ماهی سی‌باس آسیایی نشان داد که میانگین غلظت جیوه در بافت آبشش ماهی سی‌باس ۰/۱ میکروگرم بر گرم و میانگین غلظت روی ۷/۱ میکروگرم بر گرم بود (جدول ۲). نتایج سنجش سطح شاخص‌های بیوشیمیایی خون به همراه میانگین و انحراف معیار آن‌ها در ماهی سی‌باس آسیایی در جدول ۳ ارائه شده است.

نتایج بافت‌شناسی

نتایج حاصل از مطالعه بافت آبشش ماهی سی‌باس آسیایی پرورش یافته در قفس‌های مستقر در بندر کنگان از استان بوشهر واقع در خلیج فارس نشان داد که فلزات جیوه و روی منجر به عوارضی در بافت آبشش مانند پرخونی، خونریزی، هیپرپلازی، نکروز سلولی و تخریب لایه اپیتلیوم رشته‌های اولیه و ثانویه آبشش، شده است (شکل‌های ۲ و ۳).

[Downloaded from isfj.ir on 2025-04-04]

جدول ۱: زیست‌سنجی ماهیان سی‌باس آسیایی در قفس‌های بندر کنگان

Table 1: Biometric results of Asian seabass fish samples in Kangan port cages

maximum	minimal	standard error	Mean	number	Variable
437.18	107.69	94.70	265.64	15	weight (gram)
31	22.00	2.61	26.82	15	Length (cm)

جدول ۲: حداقل، حداکثر و میانگین±انحراف معیار غلظت جیوه و روی در آبشش ماهی سی‌باس آسیایی

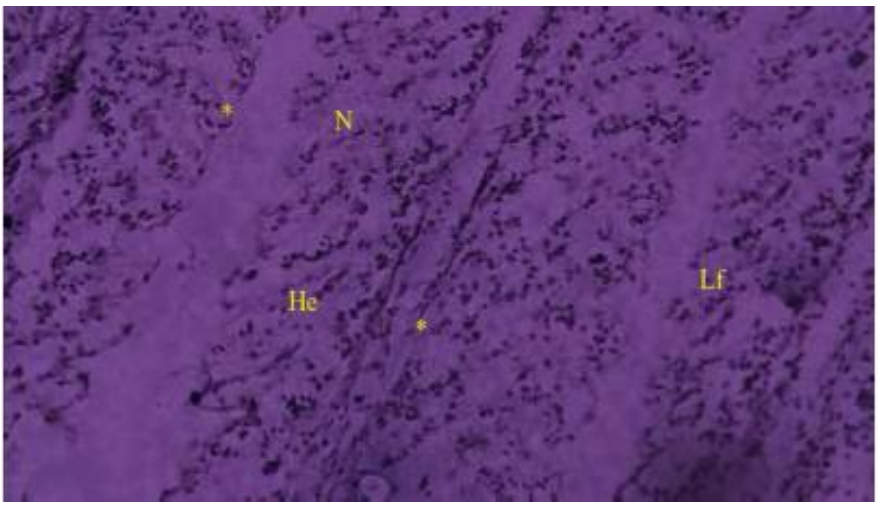
Table 2: The minimum and maximum concentrations of mercury and zinc investigated along with their mean and standard deviation in the gills of Asian seabass

Mean ± standard deviation	Maximum metal concentration(µg/g dry weight)	Minimum concentration(µg/g dry weight)	The name of the metal
0 ± 0.1	0.1	0.1	mercury
7.5 ± 0.52915	8.1	7.1	Zinc

جدول ۳: سطح شاخص‌های بیوشیمیایی خون ماهی سی‌باس آسیایی

Table 3:The level of biochemical factors in the blood of Asian seabass

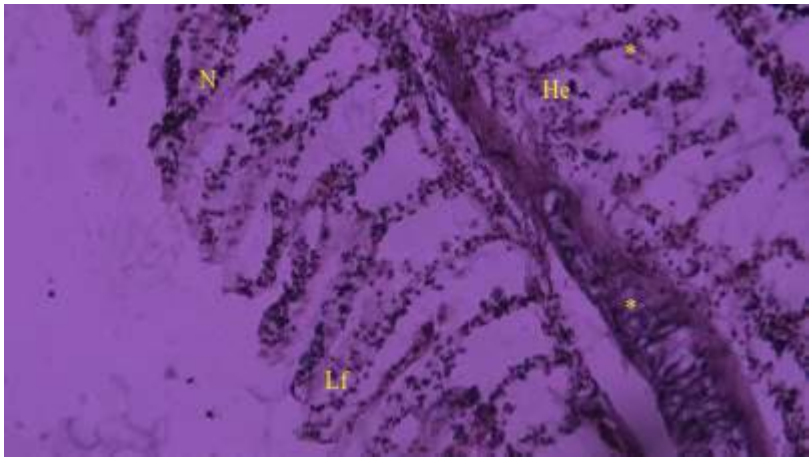
Mean ± standard deviation	Maximum concentration	Minimum concentration	Matter
0.09±1.19	1.27g/dl	۱.۲۲g/dl	Albumin
12.83±244.33	263mg/dl	mg/dl۲۲۳	Triglyceride
13.08±154.33	172mg/dl	135 mg/dl	Glucose
15.08±194	215mg/dl	171mg/dl	Cholesterol
0.20±3.36	3.57g/dl	2.95g/dl	Total protein
4.78۰±50.53	57ng/ml	45ng/ml	Cortisol



شکل ۲: مشاهده خونریزی (He)، چسبندگی رشته‌های ثانویه (Lf)، تخریب لایه اپیتلیوم رشته‌های اولیه و ثانویه (ستاره) و نکروز سلولی (N) در آبشش ماهی (H&E,40X)

Figure 2: Observation of bleeding (He), adhesion of secondary filaments (Lf), destruction of the epithelium layer of primary and secondary filaments (star) and cell necrosis (N) in fish gills (H&E, 40X)

[Downloaded from isfj.ir on 2025-04-04]



شکل ۳: مشاهده خونریزی (He)، چسبندگی رشته‌های ثانویه (Lf)، تخریب لایه اپیتلیوم رشته‌های اولیه و ثانویه (ستاره) و نکروز سلولی (N) در آبشش (H&E,40X)

Figure 3: Observation of bleeding (He), adhesion of secondary filaments (Lf), destruction of the epithelium layer of primary and secondary filaments (star) and cell necrosis (N) in the gill (H&E, 40X)

نتایج بررسی مقایسه آماری نمونه‌ها

ابتدا جهت تعیین نرمال بودن داده‌ها تست شپیرو-ویلک اجرا شد. نتایج نشان داد که داده‌های شاخص‌های بیوشیمیایی همگی به‌جز آلبومین نرمال بودند ($p>۰/۰۵$) (جدول ۴). سپس جهت تعیین سطح تغییرات معنی‌دار سطوح شاخص‌های بیوشیمیایی و ارتباط آنها با میزان غلظت فلزات سنگین جیوه و روی، از آزمون One Way Anova استفاده شد ($p>۰/۰۵$) (جداول ۵ و ۶). نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین نمونه‌ها در میزان شاخص‌های بیوشیمیایی خون ماهی به‌جز آلبومین و توتال پروتئین در ارتباط با غلظت روی مشاهده شد ($p<۰/۰۵$) (جدول ۶). اما اختلاف معنی‌داری بین متغیر مستقل جیوه با متغیرهای وابسته شاخص‌های بیوشیمیایی مشاهده نشد ($p>۰/۰۵$). همچنین آزمون همبستگی بین متغیرهای وابسته (میزان شاخص‌های بیوشیمیایی) و مستقل (غلظت جیوه و روی) نشان داد که رابطه همبستگی معنی‌دار بین غلظت جیوه در آبشش ماهی سی‌باس آسیایی با شاخص‌های بیوشیمیایی (آلبومین، گلوکز، تری‌گلسیرید، کورتیزول، پروتئین کل و کلسترول) وجود ندارد. از سویی، همبستگی بین غلظت روی با پروتئین کل و آلبومین، معنی‌دار نبود، اما همبستگی معنی‌دار با گلوکز، کورتیزول و تری‌گلسیرید و کلسترول مشاهده شد (جداول ۷ و ۸).

جدول ۴: نتایج آماری آزمون نرمال بودن داده‌ها Kolmogorov-Smirnov

Table 4: Statistical results of Kolmogorov-Smirnov data normality test

Biochemical factors	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Total Protein	0.192	15	0.142	0.853	15	0.019
Albumin	0.407	15	0.000	0.656	15	0.000
Glucose	0.138	15	0.200*	0.935	15	0.328
Cortisol	0.186	15	0.171	0.890	15	0.068
Triglisrid	0.165	15	0.200*	0.938	15	0.353
Colestrol	0.166	15	0.200	0.938	15	0.359

*This is a lower bound of the true significance

[Downloaded from isfj.ir on 2025-04-04]

جدول ۵: اختلاف بین نمونه‌ها در میزان شاخص‌های بیوشیمیایی خون در ارتباط با میزان جیوه

Table 5: The difference between the samples in the level of blood biochemical factors in relation to the level of mercury

Biochemical factors		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Colestrol	Between Groups	162.450	2	81.225	.375	.695
	Within Groups	2596. 883	12	216.407		
	Total	2759.333	14			
Triglisrid	Between Groups	40.533	2	20.267	.124	.884
	Within Groups	1960.800	12	163.400		
	Total	2001.333	14			
Glucose	Between Groups	136.600	2	68.300	.413	.671
	Within Groups	1985.133	12	165.428		
	Total	2121.733	14			
Cortisol	Between Groups	14.600	2	7.300	.333	.723
	Within Groups	263.133	12	21.928		
	Total	277.733	14			
Albumin	Between Groups	0.023	2	0.011	.920	.425
	Within Groups	0.148	12	0.012		
	Total	0.171	14			
Total protien	Between Groups	0.041	2	0.021	.481	.630
	Within Groups	0.514	12	0.043		
	Total	0.555	14			

جدول ۶: نتایج آماری One Way Anova ارتباط بین روی و شاخص‌های بیوشیمیایی خون

Table 6: One Way Anova statistical results of the relationship between zinc and blood biochemical factors

Biochemical factors		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Colestrol	Between Groups	۰1840.133	2	920.067	12.011	.001
	Within Groups	919.200	12	76.600		
	Total	2759.333	14			
Triglisrid	Between Groups	1370.533	2	685.267	13.036	.001
	Within Groups	630.800	12	52.567		
	Total	2001.333	14			
Glucose	Between Groups	1400.933	2	700.467	11.661	.002
	Within Groups	720.800	12	60.067		
	Total	2121.733	14			
Cortisol	Between Groups	184.933	2	91.467	11.578	.002
	Within Groups	94.800	12	7.900		
	Total	277.733	14			
Albumin	Between Groups	0.001	2	0.000	.018	.982
	Within Groups	0.170	12	0.014		
	Total	0.171	14			
Total protein	Between Groups	0.020	2	0.01	.228	.799
	Within Groups	0.534	12	0.045		
	Total	0.555	14			

[Downloaded from isfj.ir on 2025-04-04]

جدول ۷: نتایج تست همبستگی بین غلظت فلز جیوه با شاخص‌های بیوشیمیایی خون ماهی

Table 7: Correlation test results between mercury metal concentration and fish blood biochemical factors

Biochemical factors		Total protein	Albumin	Glucose	Cortisol	Triglisrid	Colestrol	Hg
Total protein	Pearson Correlation	1	0.421	0.118	-0.299	-0.088	0.338	-0.077
	Sig. (2-Tailed)		0.118	0.676	0.280	0.755	0.218	0.786
	N	15	15	15	15	15	15	15
Albumin	Pearson Correlation	0.421	1	-0.164	-0.170	-0.036	0.182	-0.356
	Sig. (2-Tailed)	0.118		0.559	0.545	0.898	0.516	0.192
	N	15	15	15	15	15	15	15
Glucose	Pearson Correlation	0.118	-0.164	1	0.852**	0.831**	-0.830**	-0.193
	Sig. (2-Tailed)	0.676	0.559		0.000	0.000	0.000	0.491
	N	15	15	15	15	15	15	15
Cortisol	Pearson Correlation	-0.299	-0.170	0.852**	1	0.895**	-0.947**	-0.011
	Sig. (2-Tailed)	0.280	0.545	0.000		0.000	0.000	0.970
	N	15	15	15	15	15	15	15
Triglisrid	Pearson Correlation	-0.088	-0.036	0.831**	0.895**	1	-0.782**	-0.100
	Sig. (2-Tailed)	0.755	0.898	0.000	0.000		0.001	0.724
	N	15	15	15	15	15	15	15
Colestrol	Pearson Correlation	0.338	0.182	-0.830**	-0.947**	-0.782**	1	0.085
	Sig. (2-Tailed)	0.218	0.516	0.000	0.000	0.001		0.763
	N	15	15	15	15	15	15	15
Hg	Pearson Correlation	-0.077	-0.356	-0.193	-0.011	-0.100	0.085	1
	Sig. (2-Tailed)	0.786	0.192	0.491	0.970	0.724	0.763	
	N	15	15	15	15	15	15	15

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

جدول ۸: نتایج تست همبستگی بین غلظت فلز روی با شاخص‌های بیوشیمیایی خون ماهی

Table 8: Correlation test results between zinc metal concentration and fish blood biochemical factors

Biochemical factors		Total protein	Albumin	Glucose	Cortisol	Triglisrid	Colestrol	Zn
Total protein	Pearson Correlation	1	0.421	0.118	-0.299	-0.088	0.338	-0.152
	Sig. (2-Tailed)		0.118	0.676	0.280	0.755	0.218	0.588
	N	15	15	15	15	15	15	15
Albumin	Pearson Correlation	0.421	1	-0.164	-0.170	-0.036	0.182	-0.023
	Sig. (2-Tailed)	0.118		0.559	0.545	0.898	0.516	0.935
	N	15	15	15	15	15	15	15
Glucose	Pearson Correlation	0.118	-0.164	1	0.852**	0.831**	-0.830**	0.719**
	Sig. (2-Tailed)	0.676	0.559		0.000	0.000	0.000	0.003
	N	15	15	15	15	15	15	15
Cortisol	Pearson Correlation	-0.299	-0.170	0.852**	1	0.895**	-0.947**	0.803**
	Sig. (2-Tailed)	0.280	0.545	0.000		0.000	0.000	0.000

[Downloaded from isfj.ir on 2025-04-04]

Biochemical factors		Total protein	Albumin	Glucose	Cortisol	Triglisrid	Colestrol	Zn
	N	15	15	15	15	15	15	15
Triglisrid	Pearson Correlation	-0.088	-0.036	0.831**	0.895**	1	-0.782**	0.772**
	Sig. (2-Tailed)	0.755	0.898	0.000	0.000		0.001	0.001
	N	15	15	15	15	15	15	15
Colestrol	Pearson Correlation	0.338	0.182	-0.830**	-0.947**	-0.782**	1	-0.794**
	Sig. (2-Tailed)	0.218	0.516	0.000	0.000	0.001		0.000
	N	15	15	15	15	15	15	15
Zn	Pearson Correlation	-0.152	-0.023	0.719**	0.803**	0.772**	-0.794**	1
	Sig. (2-Tailed)	0.588	0.935	0.003	0.000	0.001	0.000	
	N	15	15	15	15	15	15	15

**Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

بحث

نتایج به‌دست آمده در این تحقیق نشان داد، میانگین غلظت جیوه و روی در بافت آبشش ماهی سی‌باس آسیایی به‌ترتیب ۰/۱ و ۷/۵ppm بود که کم‌تر از استانداردهای WHO، FAO، NHMRC و UK (MAFF, 1995) است (جدول ۹). نتایج بررسی تجمع فلزات سنگین (Pb, Cd, Hg, As) در بافت‌های عضله و آبشش سه گونه ماهی *Alectis indicus*، *Epinephelus chlorostima* و *Lutjanus aaimniscatus* در آبهای خلیج فارس نشان داد که بیش ترین تجمع زیستی فلزات مذکور در آبشش بود که در مقایسه با حد مجاز استانداردهای بین‌المللی، نشان داد که در سه گونه، بالاتر از حد مجاز بود (Norouzi *et al*., 2019). اختلاف در نتایج پژوهش‌های تجمع زیستی فلزات سنگین در بافت‌های ماهی می‌تواند وابسته به عواملی مانند محل زیست ماهی، نوع گونه و تغذیه آنها باشد (Romeo *et al*., 1999; Cogun *et al*., 2006).

جدول ۹: مقایسه میانگین غلظت فلزات جیوه و روی در بافت آبشش ماهی سی‌باس آسیایی با استانداردهای بین‌المللی (میکروگرم بر گرم وزن خشک)

Table 9: Comparison of the average concentration of mercury and zinc metals in the gill tissue of Asian seabass with international standards (micrograms per gram of dry weight)

Standard	mercury	zinc	Source
WHO	0.5	100	(WHO,1995)
FDA	1	-	(Chen and Chen, 2001)
FAO	0.5	20	(FAO,2016)
NHMRC	0.3	150	(MAFF,1995)
UK(MAFF)	1.5	50	(Chen and Chen, 2001)
existence Research	0.1	7.5	Present research

WHO: Word Health Organization, FDA: Food and Drug Administration, NHMRC: National Health and Medical Research Council, MAFF: Ministry of Agriculture Fisheries and Food

در بررسی تجمع فلزات سنگین در عضله ماهی کفشک تیزدندان (*Psettodes erumei*) آبهای بوشهر، میزان تجمع فلز روی در عضله سینه‌ای این ماهی ۰/۲۰۸ میکروگرم بر کیلوگرم گزارش گردید که پایین‌تر از استانداردهای بین‌المللی قرار داشت (Alinejad *et al*., 2014). Askary Sary و همکاران (۲۰۱۲) طی بررسی میزان فلزات سنگین (جیوه، کادمیوم، سرب) در عضله ماهی شوریده در بنادر صیادی آبادان و بندرعباس، میزان تجمع فلزات سنگین جیوه در عضله ماهی شوریده کم‌تر از استانداردهای WHO و MAFF (۱۹۹۵) گزارش گردید که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. بررسی غلظت جیوه در آب و ماهی‌های سواحل جنوبی دریای خزر نشان داد که بیش‌تر نمونه‌های

[Downloaded from isfj.ir on 2025-04-04]

بافت‌های ماهی (کبد و عضله) در سواحل غربی دریای خزر بالاتر از استاندارد US.EPA و از استانداردهای WHO و EPA پایین‌تر بود (Abadi *et al*., 2017). دلیل بالاتر بودن غلظت برخی نمونه‌های و مغایرت نتایج این تحقیق با نتایج تحقیق حاضر، به دلیل شرایط فیزیکوشیمیایی دریای خزر و تفاوت در بافت‌های مورد آزمایش است (Koshafar and Velayatzadeh, 2016). در ارزیابی خطر فلز جیوه ناشی از مصرف ماهی شانک زردباله (*Acanthopagus latus*) به نتیجه مشابه این تحقیق رسیدند و گزارش کردند که میانگین میزان جیوه موجود در عضله ماهی شانک از حد آستانه استانداردهای جهانی پایین‌تر بوده است. نتایج مغایر این تحقیق در مطالعه‌ای در رودخانه آلوده Yamuna (هند) بر ماهی *Oreochromis niloticus* انجام شد، فلزات سنگین موجود نمونه آب رودخانه مذکور از حد استاندارد بالاتر بود و ترتیب غلظت این فلزات عبارتند از: Fe> Mn> Zn> Cu> Ni> Cr> Cd. بر طبق نتایج این مطالعه و شاخص آلودگی فلزات، میزان این شاخص در عضله ماهی ۴۹/۸۶، کلیه ۴۷/۶۸ و کبد ۴۵/۲۶ بالاتر از تجمع زیستی بود (Shahnavazkhan *et al*., 2020).

نتایج تحقیق اخیر نشان از میزان بالای گلوکز خون داشت (جدول ۱۰) که می‌تواند به دلیل استرس وارده در اثر آلاینده‌های فلزات سنگین باشد. در مطالعه Dange (۲۰۱۰) بر ماهی تیلاپیا ((*Oreochromis mossambicus*)، میزان گلوکز خون در غلظت‌های بالا و کم به مدت ۱۲ روز مورد مطالعه قرار گرفت که تفاوتی با گروه شاهد نداشت. مشابه این تحقیق، بررسی اثر سمیت فلز سرب بر برخی شاخص‌های بیوشیمیایی خون بچه‌ماهی فیتوفاگ (*Hypophthalmichthys molitrix*) بود که نتایج آن نشان داد، گلوکز پلاسما با افزایش غلظت فلز سرب افزایش یافته و سطوح تری‌گلسرید و آلبومین در مواجهه با فلز سرب تغییر معنی‌داری نداشته است.

جدول ۱۰: مقایسه شاخص‌های بیوشیمیایی خون اندازه‌گیری شده در تحقیق اخیر با پژوهش‌های قبلی

Table 10: Comparison of blood biochemical factors measured in the recent research with previous researches

Other studies (control treatment)	The average of the current research	Matter	Source
5.3g/dl	1.19 g/dl	Albumin	Fatahi *et al*., 2022
458 mg/dl	244.33mg/dl	Triglyceride	Fatahi *et al*., 2022
81.71 mg/dl	154.33 mg/dl	Glucose	Bangi *et al*., 2000
332 mg/dl	194mg/dl	Cholesterol	Fatahi *et al*., 2022
5.7 g/dl	3.36 g/dl	Total protein	Bangi *et al*., 2000
5.169-26.6ng/ml	50.53 ng/ml	Cortisol	Bangi *et al*., 2000

میزان کلسترول ابتدا افزایش یافته و سپس کاهش یافته است. میزان کلسترول در مطالعه اخیر پایین‌تر از تیمار پژوهش مذکور است. ممکن است آسیب وارده به سلول‌های کبدی، موجب نشت و آزادسازی کلسترول به خون شود و سطح آن را در خون افزایش دهد (Mohiseni *et al*., 2016). در همین زمینه، مطالعات مختلف بر افزایش سطح کلسترول پلاسما در مواجهه با آلاینده‌های محیطی تأکید کرده‌اند (Luskova, 1995; Rabitto *et al*., 2005). عوامل استرس‌زای محیطی (فلزات سنگین)، باعث تغییر سطح شاخص‌های بیوشیمیایی (آنزیم‌ها)، در بدن جانوران می‌شوند (Metwally, 2009). غلظت کلسترول خون ماهیان در بین و درون گونه‌ها با توجه به نوع تغذیه، شدت فعالیت و مرحله رشدونمو جنسی می‌تواند متفاوت و متغیر باشد (Zhou *et al*., 2009). تغییرات معنی‌داری در پروتئین کل و میزان آلبومین در یافته‌های این پژوهش مشاهده نشد. در تحقیقی مشابه، میزان پروتئین کل با گذشت زمان و افزایش غلظت سرب افزایش یافته است (Shakoori and Abdali, 2017). تغییرات سطوح آلبومین پلاسما به دلیل کاهش میزان نفوذ سدیم است (Alkahemal *et al*., 2011). از آن‌جایی‌که آلبومین یکی از پروتئین‌های خون بوده و مهم‌ترین وظیفه آن حفظ فشار اسمزی خون است، کاهش نفوذپذیری سدیم پلاسما باعث افزایش فشار اسمزی شده و در نتیجه موجب به‌هم ریختن تنظیمات آلبومین می‌شود. کاهش میزان پروتئین کل به‌دنبال کاهش میزان آلبومین است، زیرا آلبومین ۱۲ درصد از پروتئین کل است (Yousefi Jourdehi, 2006).

[Downloaded from isfj.ir on 2025-04-04]

پروتئین‌های پلاسما به‌جز ایمونوگلوبولین‌ها، در کبد ساخته می‌شوند. با توجه به اثر تخریبی فلز روی بر بافت کبد، ساخت پروتئین‌های کبد کاهش می‌یابد. در ضمن، اثر استرس ناشی از مسمومیت و گرسنگی منجر به کاهش پروتئین تام خون در ماهی می‌شود (Gluth and Hanke, 1985). ولی در مطالعهZhou و همکاران (۲۰۰۹) اثر سموم مختلف در زمان‌های متفاوت بر خون ماهی کپور معمولی مورد مطالعه قرار گرفت و گزارش کردند که میزان پروتئین پلاسما و کلسترول تحت تأثیر سموم مختلف دچار کاهش می‌گردد. در بررسی‌های علمی موجود، افزایش سطح پروتئین کل پلاسما تحت تأثیر فلزات سنگین گزارش شده است. برای مثال، افزایش معنی‌دار پروتئین پلاسمای خون در ماهیانی که در معرض کادمیوم و مس قرار گرفته‌اند، گزارش شده است (Soltani and Khoshbavar Rostami, 2005).

نتایج بافت‌شناسی نشان داد که تمامی نمونه آبشش‌های ماهی مورد مطالعه بافتی ناسالم بوده‌اند و عوارضی همچون پرخونی، خونریزی، هیپرپلازی و چسبندگی رشته‌های ثانویه، نکروز سلولی، تخریب لایه اپی‌تلیوم رشته‌های اولیه و ثانویه آبشش، چماقی شدن رشته‌های ثانویه مشاهده گردید. علل پرخونی می‌تواند به دلیل آسیب و عفونت باشد. پرخونی به دنبال اتساع سرخرگ یا انسداد مسیر خروج خون سیاهرگی دیده می‌شود. نفوذ آلاینده‌ها، استرس و ... موجب القاء هایپرپلازی سلول‌های اپیتلیومی و به‌هم چسبیدن متعاقب لاملاهای ثانویه در بافت آبشش می‌شود. جوش خوردن لاملاها به یکدیگر، با وجود کاهش کیفیت فعالیت آبشش‌ها، موجب افزایش فاصله بین محیط خارج و خون می‌شود و یک سد دفاعی را جهت جلوگیری از نفوذ بیش‌تر آلاینده‌ها به بدن ماهی و کاهش عوارض آسیب زننده آنها ایجاد می‌کند. هایپرپلازی اغلب پاسخی اولیه به تحریک غیرطبیعی در روند تکثیر سلولی بوده و در آن شکل میکروسکوپی سلول طبیعی بوده اما میزان تکثیر بیش‌تر از حد نیاز است. پرخونی یک مکانیسم دفاعی است که موجب کاهش فضای بین لاملایی، اتصال لاملاهای مجاور، کاهش آسیب‌پذیری آبشش در برابر نفوذ آلاینده‌ها از طریق اپی‌تلیوم می‌شود. پرخونی، افزایش خون به اندام‌هاست. نتایج مشابه این تحقیق در بررسی اثرات هیستوپاتولوژیک فلزات سنگین بر بافت آبشش با عوارضی مانند جدا شدن اپی‌تلیوم، هایپرتروفی، هایپرپلازی، پرخونی و موکوس فراوان مشاهده شده است (Kohkan and Shaybak, 2017). در تحقیقی مشابه، عوارض ناشی از فلزات سنگین بر بافت آبشش شامل نکروز بافتی، ملانیزه شدن سلول و تخریب اپیتلیوم در ماهی کپور گزارش شد (Ghovati *et al*., 2011). اثرات سرب بر بافت آبشش همراه با پرخونی، ادم، افزایش سلول‌های موکوسی، نکروزسلول‌های پوششی و هیپرپلازی سلول‌های پوششی گزارش شده است (Shahsavani *et al*., 2009).

نتایج به‌دست آمده در پژوهش حاضر نشان داد که میزان غلظت دو فلز جیوه و روی در بافت آبشش ماهی سی‌باس آسیایی صید شده از قفس، پایین‌تر از حد استاندارد تعیین شده از FAO و WHO بود. از سوی دیگر، نتایج نشان داد که شاخص‌های بیوشیمیایی گلوکز، کورتیزول، تری‌گلیسرید در ماهیان مورد مطالعه در حد بالای نرمال بوده و در مورد کلسترول این نتیجه معکوس بود. در بررسی نمونه بافت آبشش ماهی سی‌باس آسیایی عوارضی مانند پرخونی، خونریزی، هیپرپلازی، نکروز سلولی و تخریب لایه اپیتلیوم رشته‌های اولیه و ثانویه آبشش، مشاهده گردید.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از پرسنل آزمایشگاه دانشگاه خلیج فارس بوشهر و آزمایشگاه انیستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری که در انجام آزمایش‌های مرتبط با این تحقیق یاری رساندند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

Abadi, M., Zamani, A., Parizanganeh, A., Khosravi, Y. and Badiee, H., 2017. Mercury concentration in water and fish samples along south coast of The Caspian Sea. *Iranian Journal of Health and Environment*, 10(3):329-338. (In Persian)

[Downloaded from isfj.ir on 2025-04-04]

Ahmdifar, A., Akrami, R., Ghelichi, A. and Mohammadi Zarejabad, A., 2010. Effects of different dietary prebiotic insulin levels on blood serum enzymes, hematologic and biochemical parameters of great sturgeon (*Huso huso*) juveniles. *Comparative Clinical Pathology Journal*, 20: 447-451. DOI:10 .org/10.1007/s00580-010-1017-2

Alinejad, S., Shoaibi Omrani, B., Shokrzadeh, M., Ghaem Maghami, S., Yasemi, M. and Amini Fard, A., 2014. Heavy metals accumulation in muscles of *Psettodes erumei* in Boushehr waters. *Journal of Aquatic Animals Nutrition*, 1(2): 55-64. (In Persian)

Alkahemal, H., Zobeir, A., Alisoleiman, A., Almisned, F. and Alamin, M., 2011. Toxicity bioassay of lead acetate and effects of its sublethal exposure on growth, haematological parameters and reproduction in *Clarias gariepinus*. *African Journal of Biotechnology*, 10(53):11039-11047. http://doi.org/10.5897/ajb11.1463

Askary Sary, A., 2010. The study of Heavy metals (Pb, Hg and Cd) in (*Barbus grypus*) and (*Liza abu*) in Karoon and Karkheh rivers. *Journal of Marine Biology*, 1(4):107-95. (In Persian)

Askary Sary, A., Javahery Baboli, M., Mahjob, S. and Velayatzadeh, M., 2012. The comparison of heavy metals (Hg, Cd, Pb) in the muscle of *Otolithes ruber* in Abadan and Bandar Abbas Ports, the Persian Gulf. *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 21(3):99-106. (In Persian)

Bagni, M., Archetti, L., Amadori, M. and Marino, G., 2000. Effect of long-term oral administration of an immunostimulant diet on innate immunity in sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Journal of veterinary medicine. B, Infectious diseases and veterinary public health*, 47(10):745-51. DOI:10.1046/j.1439-0450.2000.00412.x.

Bridges D.W., Cech, J.J. and Pedro, D.N., 1976. Seasonal haematological changes in winter flounder, Pseudopleuronectes americanus. *Transaction of American Fisheries Society*, 5: 596-600.

Calvert, J.B. 2004. Mercury: the role of mercury, especially its uses in science and engineering. Available at: http://www.du.edu/~jcalvert/phys/mercury.htm#pois (Accessed on may2004.)

Cicik, B. and Engin, K., 2005. The effects of cadmium on levels of glucose in serum and glycogen reserves in the liver and muscle tissues of *Cyprinus carpio* (L., 1758). *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 29(1): 113-117.

Chen, Y.C. and Chen, M.H., 2001. Heavy metal concentrations in nine species of fishes caught in coastal waters off Ann-Ping, S.W. Taiwan. *Food and Drug Analysis*, 9: 107-111.

Cogun, H.Y., Yuzereroglu, T.A., Firat, O., Gok, G. and Kargin, F., 2006. Metal concentrations in fish species from the Northeast Mediterranean Sea. *Journal of Environmental Monitoring and Assessment*, 121: 431-438. http://doi.org/10.1007/s10661-005-9142-0

[Downloaded from isfj.ir on 2025-04-04]

Dange, D.A., 2010. Changes in carbohydrate metabolism in tilapia, *Oreochromis mossambicus*, during short-term exposure to different types of pollutants environmental pollution. *Journal of Animal and Veterinary*, 41(2):165-177.

FAO, 2022. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020.FAO, Italy, 236 P.

FAO/WHO, 2016. Accumulation of heavy metals in fishes of freshwater. Available at: https://www.slideshare.net. (Accessed on 3 August 2021).

Fatahi, S., Mahmoud Hafezieh, M. and Sharifian, M., 2022. Compensatory growth of Asian sea bass (Lates calcarifer) following short term starvation periods and refeeding: effects on growth and feeding performances, body composition and blood biochemical parameters, *Journal of Animal Environment*, 14(3):261-268.

Ghovati, N., Mohammadi, S. and Mohammadi, V., 2011. Comparison and investigation of hardness and alkalinity changes with heavy metal poisoning in common carp. *Journal of Wetland Ecobiology*, (2)8:21-28. (In Persian)

Gluth, G. and Hanke, W., 1985. A comparison of physiological changes in carp, *Cyprinus carpio*, induced by several pollutants at sublethal concentrations. I. The dependency on exposure time. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 9(2):179-188.

Gul, Y., Gao, Z.X., Qian, X.Q. and Wang, W.M., 2011. Hematological and serum biochemical characterization and comparison of wild and cultured northern snakehead (*Channa argus Cantor*, 1842). *Journal of Applied Ichthyology*, 27: 122-128. http://doi.org.10.1111/j.1439-0426.2010.01565.x

Khandanisharahi, T., Taghavi, L., Valinassab, T. and Aienjamshid, K., 2018. Determination of heavy metals (Pb, Cd & Hg) Accumulation in Nemipterus japonicas in the Northern Persian Gulf and reveal health risks. *Journal of Animal Environment*, 9(4):183-192. (In Persian)

Kohkan, O. and Shaybak, N., 2017. Histopathological effects of heavy metals on fish liver and gill tissue. *Shipping and Maritime Technology*, 4(1):19-30. (In Persian)

Koshafar, A. and Velayatzadeh, M., 2016. Risk assessment to consumers from mercury in *Acanthopagrus latus*. *Journal of Food Hygiene*, 6(3):21-33. (In Persian)

Liu, X.J., Luo, Z., Li, C.H., Xiong, B.X., Zhao, Y.H. and Li, X.D., 2011. Antioxidant responses, hepatic intermediary metabolism, histology and ultrastructure in *Synechogobius hasta* exposed to water borne cadmium**.** *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 74:1156-1163.

Luskova, V., 1995. Determination of normal values in fish. Acta Universitatis Carolinae Biologica. 39:191-200.

MAFF, 1995. Monitoring and surveillance of nonradioactive contaminants in the aquatic environment and activities regulating the disposal of wastes at sea, 1993. Aquatic

[Downloaded from isfj.ir on 2025-04-04]

Environment Monitoring Report No. 44. Direcorate of Fisheries Research, Lowestoft.

Mazej, Z.S., Sayegh-Petkovšek, A. and Pokorny, B., 2010. Heavy metal concentrations in food chain of lake Velenjskojezero, Slovenia: an artificial lake from mining. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 58:998-1007.

Meshkiniy, S. and Rasooli Aghdam, H., 2019. Comparing accumulation of some heavy metals (mercury, copper, zinc) in liver and muscle tissues of grown carp and sea carp. *Veterinary Research and Biological Products*, 32(2):75-83. (In Persian)

Metwally, M., 2009. Effect of garlic (Allium sativum) on some heavy metal (copper and zinc) induced alteration in serum lipid profile of *Oreochromis niloticus*. *World Journal of Fish and Marine Sciences*, 1:1-6.

Mohiseni M., Asayesh S., Shafiee Bazarnoie S., Mohseni F., Moradi N., Matouri M. and Mirzaee, N., 2016. Biochemical alteration induced by cadmium and lead in common carp via an experimental food chain. *Iranian Journal of Toxicology*, 10(4):25-32.

Naseri, M., Afshar Naderi, A., Abedi, E. and Rezaei, M., 2005. Measuring the amounts of some heavy elements (Iron, Copper, Zinc, Magnesium, Manganese, Mercury, Lead and Cadmium) in edible and non-edible tissues Green-backed mullet (*Liza dussumieri*) shores of Bushehr. *Journal of Marine Science and Technology*, 4(3-4):59-67. (In Persian)

Norouzi, M., Sadeghi, M.M., Bagheri Tavani, M. and Zandavar, H., 2019. Heavy Metal Accumulation in Tissues of Three Fish Species from the Persian Gulf. *Journal of Environmental Science and Technology*, 21(6):197-212. (In Persian)

Oguzie, F.A. and Izerbigie, A.A., 2009. Heavy Metals concentration in the organs of the silver Catfish, *Chrysichthys nigrodigitatus* (Lacèpéde) caught upstream of the Ikpoba River and the reservoir in Benin City. *Bioscience Research Communications*, 21(4):189-197.

Rabitto, I.S., Costa, J.A., De Assis, H.S., Pelletier, E., Akaishi, F.M., Anjos, A. and Ribeiro, C.O., 2005. Effects of dietary Pb (II) and tributyltin on neotropical fish, *Hoplias malabaricus*: histopathological and biochemical findings. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 60(2):147-156.

Romeo, M., Siau, Y., Sidoumou, Z. and Genassia- Garelli, M., 1999. Heavy metal distribution in different fish species from the Mauritania coaste. *Science of the Total Environment*, 232:169-175.

Shahsavani, D., Movassaghi, A.R. and Omidzahir, SH., 2009. Protective effect of thiamine on the induced lesions by experimental lead poisoning in gold fish (*Carassius auratus*). *Journal of Veterinary Research*. 64(3):237-242. (In Persian)

ShahnavazKhan, M., Javed, M., Rahman, M.D. and Iresh Ahmed, M.D., 2020. Heavy metal pollution and risk assessment by the battery of toxicity tests, *Scientific Reports*, 10:16593. DOI:10.1038/s41598-020-73468-4

Shakoori, M. and Abdali, S., 2017. Effect of Lead on Some Biochemical Indices of Farmed Silver Carp (*Hypophthalmichthys*

[Downloaded from isfj.ir on 2025-04-04]

molitrix). *Journal of Marine Science & Technology Research*, 12(1):1-12. (In Persian)

Soltani, M. and Khoshbavar Rostami, H., 2005. The effect of diazinon on haematological indices and LC50 (96 h) of *Acipenser nudiventris*. *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 14(3):49-60. (In Persian)

Sweety, R.R., Sajwan, K.S. and Kumar, K.S., 2007. Influence of zinc on cadmium induced hematological and biochemical responses in freshwater teleost fish *Catla catla*. *Fish Physiology and Biochemical Journal*, 34:169-174.

Varanasi, U. and Markey, D., 1978. Uptake and release of lead and cadmium in skin and mucus of Coho Salmon Comparative. Biochemistry and Physiology, 60, 187-192.

Velma, V. and Tchounwou, P.B., 2010. Chromium-induced biochemical, genotoxic and histopathologic effects in liverand kidney of goldfish, *Carassius auratus*. *Mutation Research*, 698:43-51.

Wiener, J.G. and Spry, D.J., 1996. Toxicologycal significance of mercury in freshwater fish. in: Beyer, W.N., Heinz, G.H., Rdmon-Norwood, A.W. (eds.). Environmental Contamination in wildlife: Interpreting Tissue Concentration.SETAC Special.

World Health Organization (WHO), 1995. Health risks from marine pollution in Mediterranean. Part I implications for policy makers, Switzerland. 255 P.

Yousefi, M., Abtahi, B. and Abdian Kenari, A., 2011. Hematological, serum biochemical parameters, and physiological responses to acute stress of Beluga sturgeon (*Huso huso*) juveniles fed dietary nucleotide. *Comparative Clinical Pathology Journal*, 18:1-6.

Yousefi Jourdehi, A., 2006. Determining the relationship of some blood and osmotic indicators in the process of sexual development of farmed ozone fish (*Acipenser stellatus*). Master's thesis. Islamic Azad University, Lahijan branch, Iran. (In Persian)

Zhou, X., Li, M., Abbas, Kh. and Wang, W., 2009. Comparison of hematology and serum biochemistry of cultured and wild Dojo loach Misgurnus anguillicaudatus. *Fish Physiology and Biochemical Journal*, 35:435-441. http://doi.org.10.1007/s10695-008-9268-4

[Downloaded from isfj.ir on 2025-04-04]

Accumulation of heavy metals mercury and zinc in the gill tissue and their relationship with some blood biochemical parameters of Asian seabass (*Lates calcarifer*)

Yousefi Siahkalroodi S.[1*]; Morshedi V.[2]; Mohebi derakhsh P.[3]; Yousefi Siahkalroodi M.[4]; Asil Ghasem Mohammad S.[5]

1-Department of Biology, Faculty of Biological Sciences, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Pishva, Iran
2- Persian Gulf Research Center, University of Persian Gulf, Bushehr
3-Iranian Fisheries Science Research Institute, Agriculture Research Education and Organization, Tehran, Iran
4-Faculty of Veterinary Medicine, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
5-Department of Biology, Faculty of Basic Sciences, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Abstract

This research was conducted with the aim of measuring and investigating the relationship between heavy metals (mercury and zinc) and some biochemical factors of blood and gill tissue of sea bass (*Lates calcarifer*) grown in cages in fall of 2022, located in Kangan port. After fixing the samples with alcohol, they were transferred to the laboratory. The biometric indexes of the fish including weight in grams were measured using a scale and total length in centimeters using a biometric board. Then, a sample of the gills of each piece of fish was prepared and the concentration of each metal was obtained by flame atomic absorption spectrophotometry. To evaluate histological analysis, gill tissue samples were separated and stained by hematoxylin and eosin method. Blood biochemical factors were measured according to the instructions of the commercial kit. The results of this research showed that the average metal mercury and zinc were 0.1 and 7.5 microgram/g respectively in the fish blood serum of the samples. which was lower than WHO and FAO standards. The average concentration of cortisol, glucose, albumin, total protein, cholesterol and triglycerides were 50.55 ng/l, 154.33 mg/ dl, 1.19 g/dl, 3.36 g/dl, 194 mg/dl and 244 mg/dl were obtained, respectively. In the examination of the gill tissue sample of Asian seabass, complications such as hyperemia, bleeding, hyperplasia, cell necrosis and destruction of the epithelium layer of the primary and secondary strands of the gill were observed. The concentration of heavy metals mercury and zinc in the gill tissue of the studied seabass was lower than the standard limit determined by FAO and WHO.

Keywords: Asian seabass, Histopathology, Biochemical parameters, Mercury, Zinc

[*]Corresponding author

[Downloaded from isfj.ir on 2025-04-04]