بررسی برخی عناصر فلزی (Al, V, Ni, Zn, Tl, Sn) در بافت‌های مختلف ماهی کفال طلایی (*Liza aurata*) و ارتباط آن با جنسیت و شاخص وزن و طولی

محمد بهروز[۱]، مهرنوش نوروزی*[۲]

*mnoroozi@toniau.ac.ir

۱- گروه زیست‌شناسی دریا، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، تهران، ایران
۲- گروه شیلات و بیولوژی دریا، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تنکابن، تنکابن، ایران

تاریخ دریافت: آذر ۱۳۹۵ تاریخ پذیرش: مرداد ۱۳۹۷

چکیده

پژوهش درمورد غلظت عناصر فلزی در آبزیان از جهت سلامت انسانی اهمیت دارد. هدف از انجام این تحقیق، بررسی میزان غلظت عناصر فلزی روی (Zn)، نیکل (Ni)، قلع (Sn)، آلومینیوم (Al)، وانادیوم (V) و تالیوم (Tl) در بافت خوراکی (عضله) و بافت‌های غیر خوراکی (کبد و آبشش) ماهی کفال طلایی و ارتباط آن با جنسیت و شاخص وزن و طول است. نمونه‌برداری از ماهی کفال طلایی بالغ، از مناطق مختلف نوار ساحلی دریای خزر در دو فصل پاییز و بهار در سال ۱۳۹۳-۱۳۹۴ انجام گردید. استخراج فلزات از بافت، طبق روش استاندارد با استفاده از مخلوط اسید هضم و تعیین غلظت، بوسیله دستگاه جذب اتمی و بر حسب میکروگرم برگرم وزن خشک انجام شد. نتایج نشان داد میزان جذب عناصر فلزی در فصل بهار بیشتر از فصل پاییز و به صورت Zn>Ni>Sn>Al>Tl>V در بافت ماهیچه و Zn> Ni> Al> Sn>V> Tl در بافت‌های کبد و آبشش بود. میزان تجمع فلزات بین سه بافت به صورت کبد> آبشش> عضله بود. به ترتیب میزان عناصر آلومینیوم، وانادیوم، روی، نیکل، قلع و تالیوم در بافت عضله ۰/۰۹، ۰/۰۴، ۱۹/۳۳، ۰/۰۹، ۰/۴۳ و ۰/۰۴؛ در بافت کبد ۰/۲، ۰/۱۳، ۷۵/۴۴، ۰/۸۲، ۰/۱۵ و ۰/۱؛ در بافت آبشش ۰/۱۴، ۰/۰۷، ۵۱/۴۷، ۰/۶، ۰/۰۹ و ۰/۰۷ میکروگرم برگرم وزن خشک بود. بیشترین تجمع فلزات در جنس نر دیده شد. رابطه منفی معنی‌داری بین جذب فلزات آلومنیوم، وانادیوم و روی در سه بافت با وزن و طول وجود داشت ($p<0/05$). در مقایسه تجمع عناصر فلزی در بافت عضله با حد مجاز استاندارد سازمان بهداشت جهانی تمامی فلزات مورد بررسی پایین‌تر از حد مجاز اعلام شد.

لغات کلیدی: عناصر فلزی، ماهی کفال طلایی، بافت ، سواحل ایران، دریای خزر

*نویسنده مسئول

[Downloaded from isfj.ir on 2026-02-22]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.4.3.3]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.117684]

مقدمه

عناصر فلزی برخلاف سایر آلاینده‌های با منشاء آلی در اکوسیستم تخریب و یا حذف نمی‌گردند و در رسوبات یا بدن موجودات زنده از جمله ماهی انباشته و در نهایت با یکی از زنجیره‌های غذایی وارد بدن انسان می‌شوند. مشکل اصلی عناصر فلزی این است که در بدن متابولیزه نمی‌گردد و پس از ورود به بدن دفع نمی‌شوند و در بافت‌های بدن انباشته می‌گردند. در نتیجه موجب بروز بیماری‌ها و عوارض متعددی در بدن می‌شود. همچنین این فلزات سنگین جایگزین دیگر املاح و مواد معدنی مورد نیاز در بدن نیز می‌شوند. عناصر فلزی مانند روی، نیکل، وانادیوم، قلع و آلومینیوم در میزان بسیار کم مورد نیاز بدن هستند، اما زمانی که میزان آنها از حد مجاز بالاتر رود، اثرات نامطلوبی بر سلامت خواهند گذاشت (اسماعیلی ساری، ۱۳۸۱). بر این اساس، استفاده از ماهیانی که دارای غلظت‌های بالایی از تجمع عناصر فلزی در بافت‌های خود هستند، ممکن است برای سلامتی مصرف کننده مضر باشد. بنابراین، آگاهی در مورد غلظت عناصر فلزی در آبزیان از جهت مدیریت طبیعی و سلامت انسانی اهمیت دارد.

با توجه به اینکه دریای خزر دریاچه‌ای بسته است و از راههای مختلف (رودخانه‌ها، فاضلاب شهرها و صنایع) آلودگی فلزی به آن وارد می‌شود، مطالعات زیادی بر ماهیان آن انجام گرفته است. از جمله آنها می‌توان به مطالعه بر ماهی کفال طلایی[1]، به مطالعات Agah و همکاران (۲۰۱۸)؛ نوروزی و همکاران (۱۳۹۵)، لکزایی و همکاران (۱۳۹۴)؛ سلگی و اسفندی سرفراز (۱۳۹۴)؛ فاضلی و همکاران (۱۳۸۴) و امینی رنجبر و ستوده نیا، ۱۳۸۴ اشاره کرد. همچنین مطالعاتی نیز بر سایر گونه‌های دریای خزر مانند ماهی کلمه (سلطانی و همکاران، ۱۳۹۳)؛ ماهی کپور (یونسی پور و همکاران، ۱۳۹۳؛ نصراله زاده ساروی و همکاران، ۱۳۹۲؛ الصاق، ۱۳۸۹؛ بندانی و همکاران، ۱۳۸۹)؛ اردک ماهی (احمدی و همکاران، ۱۳۹۴)؛ کفال پوره باریک (کلانی وهمکاران، ۱۳۹۳)؛ ماهی سفید (Agah و همکاران، ۲۰۱۸؛ سلطانی و همکاران، ۱۳۹۳؛ الصاق، ۱۳۸۹)؛ گربه ماهی (Khanipour و همکاران، ۲۰۱۸) انجام شده است.

منشأ سرب، مس، نیکل و بسیاری از عناصر فلزی در رسوبات، فاضلاب های شهری و صنعتی بیان شده است. این فلزات دارای غلظت و فراوانی بالایی در سیستم‌های آبی می‌باشند. با بررسی تمامی فلزات مورد مطالعه در ماهی کفال طلایی دریای خزر، در پژوهش حاضر به میزان تجمع عناصری پرداخته شد که تاکنون کمتر در ماهی کفال طلایی بررسی شده‌است. از اینرو، در پژوهش حاضر میزان تجمع عناصر فلزی روی (Zn)، نیکل (Ni)، قلع (Sn)، آلومینیوم (Al)، وانادیوم (V) و تالیوم (Tl) در بافت‌های عضله (به عنوان اصلی‌ترین بافت خوراکی)، کبد و آبشش ماهی کفال طلایی در مناطق مختلف دریای خزر، در دو فصل پاییز (فصل تولیدمثل) و فصل بهار (فصل غیر تولیدمثل) بین دو جنس نر و ماده و ارتباط آن با شاخص‌های زیست سنجی (وزن و طول کل) در سواحل جنوبی دریای خزر پرداخته شد. همچنین در جهت سلامت مصرف کننده، میزان تجمع عناصر فلزی با استاندارد سازمان بهداشت جهانی نیز مورد مقایسه قرار گرفت.

مواد و روش کار

با توجه به هدف پژوهش و زمان تولید مثل و فیزیولوژی ماهی کفال طلایی در دریای خزر، نمونه‌برداری به صورت تصادفی از ۱۰۰ قطعه ماهی کفال طلایی بالغ، در آبان ماه ۱۳۹۳ (فصل تولید مثل) و نیمه دوم اسفندماه تا نیمه اول فرودین ماه ۱۳۹۴ (فصل غیر تولید مثل) از صیدگاه‌های پره در ۱۰ ایستگاه نوار ساحلی حوضه جنوبی دریای خزر از آستارا تا خواجه نفس انجام شد. از هر ایستگاه نمونه‌برداری ۱۰ عدد ماهی بالغ (هر فصل ۵ قطعه) تهیه گردید. نمونه‌ها درون یخ ۱:۱ به آزمایشگاه تحقیقات شیلات و بیولوژی دریا دانشگاه آزاد اسلامی واحد تنکابن منتقل شد.

جهت هضم شیمیایی بافت‌ها، ابتدا ماهیان به منظور زدوده شدن آلودگی‌های سطحی و پوستی با آب مقطر شستشو

[1] - *Liza aurata*

[Downloaded from isfj.ir on 2026-02-22]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.4.3.3]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.117684]

شدند. پس از شستشو، وزن و طول آنان ثبت گردید و سپس عمل تعیین جنسیت آنان انجام شد. جهت انجام عمل هضم شیمیایی ۱۰ گرم از سه بافت (عضله، کبد و آبشش) ماهیان توزین در بالن حاوی ۵ میلی لیتر آب اکسیژنه و اسید نیتریک (۶۵ درصد) با نسبت ۱ به ۳ به مدت ۵ ساعت در دمای حداکثر C° ۱۴۰ در درون دستگاه Heater Digestقرار داده شدند. سپس محلول صاف شده توسط کاغذ فیلتر Whatman تصفیه با آب مقطر به حجم ۵ سی‌سی رسانده شد (Moopam, 1983). جهت اندازه‌گیری غلظت عناصر فلزی (Al, V, Zn, Ni, Sn, Tl) از دستگاه جذب اتمی مدل Germany AAS4 Zeiss استفاده شد (Moopam, 1983). میزان صحت داده‌ها برای عناصر فلزی Al, V, Zn, Ni, Sn, Tl به ترتیب ۹۷٪، ۹۵٪، ۹۶٪، ۹۷٪، ۹۷٪، ۹۴٪ بدست آمد (EPA, 2007). در نهایت میزان جذب فلزات بر حسب میکروگرم برگرم وزن خشک محاسبه شد.

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها پس از نرمال سازی داده ها با استفاده از آزمون کولموگروف اسمیرنوف جهت بررسی میزان جذب فلزات در ایستگاه‌های مختلف از آزمون واریانس یک طرفه ANOVA، و مقایسه بین میانگین‌ها از آزمون دانکن، جهت مشخص‌کردن وضعیت جنسیت بر میزان جذب فلزات از آزمون دوگروهی (t-test) و همچنین برای تعیین رابطه بین شاخص وزنی و طولی با میزان تجمع عناصر فلزی در بافت‌های مختلف از آزمون همبستگی پیرسون به کمک نرم‌افزار SPSS 20 در سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده شد.

نتایج

نتایج بررسی وزن و طول ماهیان نشان داد که بطور میانگین وزن ماهیان، ۸۷۷/۸۳ گرم و میانگین طول آنها، ۴۹/۲۸ سانتی متر بود. همچنین بیشترین میانگین وزن و طول ماهیان در بندرانزلی و کمترین آن در خواجه‌نفس بود که براساس نتایج آزمون ANOVA این اختلاف در بین ایستگاه‌های مختلف معنی‌دار بود (p<۰/۰۵). ماهیان نر، ۱۹۸/۲۸±۸۱۳/۳۳ گرم وزن، ۳/۵۵±۴۷/۹۴ سانتی‌متر طول و ماهیان ماده ۲۸۱/۳۱±۹۴۶/۲۰ گرم وزن و ۵۰/۲۳±۴/۹۷ سانتی متر طول داشتند. براساس آزمون t-test تفاوت وزن و طول بین دو جنس معنی‌دار بود (p<۰/۰۵). نتایج بررسی تجمع عناصر فلزی ماهی کفال طلایی در جداول ۱ و ۲ نشان داد که میزان تجمع فلزات در سه بافت (عضله، کبد و آبشش) متفاوت است و روند جذب به صورت کبد > آبشش > عضله می‌باشد (p<۰/۰۵). به طور کلی، میزان تجمع عناصر فلزی در بافت های ماهی کفال طلایی در حوزه جنوبی دریای خزر عبارت بود از:

بافت ماهیچه: Zn>Ni>Sn>Al> Tl >V

بافت کبد و آبشش: Zn> Ni> Al> Sn>V> Tl

تمامی فلزات مورد بررسی، بیشترین تجمع را در فصل غیر تولیدمثل یعنی در مرحله تغذیه فعال ماهی نشان دادند (P<۰/۰۵). در بین دو جنس نر و ماده، بیشترین تجمع فلز در جنس نر دیده شد. فلزات روی و تالیوم در بافت ماهیچه، وانادیوم و تالیوم در بافت‌های کبد و آبشش بین دو جنس نر و ماده اختلاف معنی‌دار نشان دادند (p<۰/۰۵). سایر فلزات مورد بررسی هیچ گونه اختلاف معنی‌داری بین دو جنس نشان ندادند. نمودار جذب فلزات به تفکیک جنس نر و ماده (اشکال ۱، ۲، ۳، ۴) نشان داده شده است.

جهت مشخص‌کردن رابطه همبستگی بین شاخص‌های زیستی (وزن و طول کل) با میزان جذب عناصر فلزی در بافت‌های ماهی کفال طلایی از آزمون همبستگی پیرسون استفاده شد. طبق این نتایج، بین وزن و طول ماهی با میزان تجمع فلزات سنگین آلومنیوم، وانادیوم و روی رابطه خطی معکوس برقرار است (p<۰/۰۱)، اما بین وزن و طول ماهی با میزان تجمع فلزات نیکل، قلع و تالیوم در بافت عضله ماهی، رابطه معنی‌دار وجود ندارد (p>۰/۰۵). همچنین بین میزان تجمع فلزات سنگین آلومینیوم با فلزات نیکل و قلع رابطه مثبت معنی‌دار، ولی با تالیوم، رابطه منفی معنی‌دار در بافت‌های ماهی تعیین گردید (p<۰/۰۵). بین میزان تجمع فلزات سنگین روی با فلزات قلع و وانادیوم در بافت‌های ماهی، رابطه مثبت معنی‌دار برقرار بود (p<۰/۰۵). اما در میزان تجمع فلز سنگین نیکل با قلع رابطه معکوس برقرار است (p>۰/۰۵).

[Downloaded from isfj.ir on 2026-02-22]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.4.3.3]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.117684]

جدول ۱: میانگین (± انحراف معیار) تجمع فلزات سنگین (میکروگرم برگرم وزن خشک) ماهی کفال طلایی

Table 1: Average (± SD) heavy metals accumulation (µg/g dry weight) *Liza aurata*.

نام فلز		ایستگاه های مطالعاتی										
		آستارا	تالش	انزلی	رودسر	تنکابن	نوشهر	فریدونکنار	بهشهر	بندرترکمن	خواجه نفس	کل
بافت عضله	Al	۰/۰۷ (±۰/۰۳)^{de*}	۰/۰۹ (±۰/۰۳)^{cde}	۰/۰۲ (±۰/۰۱)^{g}	۰/۱۱ (±۰/۰۲)^{cd}	۰/۰۳ (±۰/۰۵)^{fg}	۰/۰۵ (±۰/۰۳)^{efg}	۰/۱۶ (±۰/۰۴)^{ab}	۰/۱۳ (±۰/۰۴)^{bc}	۰/۰۸ (±۰/۰۳)^{cde}	۰/۱۸ (±۰/۰۴)^{a}	۰/۰۹ (±۰/۰۵)
	V	۰/۰۸ (±۰/۰۴)^{a}	۰/۰۵ (±۰/۰۳)^{bc}	۰/۰۱ (۰/۰۰)^{d}	۰/۰۳ (۰/۰۳)^{bcd}	۰/۰۲ (۰/۰۱)^{cd}	۰/۰۴ (۰/۰۲)^{bcd}	۰/۰۳ (۰/۰۲)^{bcd}	۰/۰۱ (۰/۰۰)^{cd}	۰/۰۶ (±۰/۰۲۲)^{ab}	۰/۰۹ (±۰/۰۵)^{a}	۰/۰۴ (±۰/۰۳)
	Zn	۱۹/۲۴ (±۱/۴۵)^{cd}	۲۰/۳ (±۱/۴۸)^{bc}	۱۶/۶۴ (۲)^{e}	۲۲/۶۹ (۲/۰۱)^{a}	۱۸/۱۶ (۱/۴۶)^{de}	۲۱/۶۷ (۲/۱)^{ab}	۱۷/۸۱ (۰/۹۳)^{de}	۱۳/۸۳ (۱/۹۵)^{f}	۲۱/۱۸ (±۱/۴۱)^{abc}	۲۱/۷۷ (±۱/۹۴)^{ab}	۱۹/۳۳ (±۳/۰۷)
	Ni	۰/۳۹ (±۰/۰۷)^{de}	۰/۷ (±۰/۰۷)^{a}	۰/۳۸ (۰/۰۶)^{def}	۰/۳۵ (۰/۰۵)^{def}	۰/۳۳ (۰/۰۵)^{ef}	۰/۳۳ (۰/۰۵)^{ef}	۰/۴۳ (۰/۰۶)^{cd}	۰/۵۶ (۰/۰۶)^{b}	۰/۳ (±۰/۰۷)^{f}	۰/۵ (±۰/۰۷)^{bc}	۰/۴۳ (±۰/۱۳)
	Sn	۰/۰۴ (±۰/۰۲)^{d}	۰/۰۱ (±۰/۰۰)^{d}	۰/۰۳ (۰/۰۱)^{d}	۰/۱۶ (۰/۰۲)^{a}	۰/۱۵ (۰/۰۳)^{ab}	۰/۱۲ (۰/۰۲)^{bc}	۰/۱۲ (۰/۰۲)^{bc}	۰/۱۱ (۰/۰۲)^{c}	۰/۱۱ (±۰/۰۲)^{c}	۰/۱۲ (±۰/۰۴)^{bc}	۰/۰۹ (±۰/۰۱)
	Tl	۰/۰۶ (±۰/۰۲)^{ab}	۰/۰۵ (±۰/۰۱)^{b}	۰/۰۵ (۰/۰۱)^{b}	۰/۰۱ (۰/۰۱)^{c}	۰/۰۷ (۰/۰۱)^{a}	۰/۰۵ (۰/۰۱)^{b}	۰/۰۱ (۰/۰)^{c}	۰/۰۲ (۰/۶۷)^{c}	۰/۰۱ (±۰/۰)^{c}	۰/۰۳ (±۰/۰۱)^{c}	۰/۰۴ (±۰/۰۲)
بافت کبد	Al	۰/۱۵ (±۰/۰۳)^{d}	۰/۲۱ (±۰/۰۵)^{bc}	۰/۱۵ (۰/۰۳)^{d}	۰/۲۱ (۰/۰۳)^{b}	۰/۱۱ (۰/۰۳)^{d}	۰/۲۴ (۰/۰۵)^{d}	۰/۲۴ (۰/۰۴)^{b}	۰/۲۳ (۰/۰۳)^{b}	۰/۱۶ (±۰/۰۳)^{cd}	۰/۳۲ (±۰/۰۴)^{a}	۰/۲ (±۰/۰۶)
	V	۰/۲۱ (±۰/۰۴)^{a}	۰/۱۵ (±۰/۰۴)^{b}	۰/۰۵ (۰/۰۲)^{d}	۰/۱ (۰/۰۴)^{c}	۰/۰۹ (۰/۰۳)^{cd}	۰/۱۲ (۰/۰۴)^{bc}	۰/۱۱ (۰/۰۲)^{bc}	۰/۱ (۰/۰۲)^{c}	۰/۱۶ (±۰/۰۳)^{b}	۰/۲۲ (±۰/۰۴)^{a}	۰/۱۳ (±۰/۰۶)
	Zn	۶۹/۱۳ (±۴/۶۷)^{cd}	۷۱/۷۵ (±۱/۰۲)^{c}	۶۴/۹۲ (۲/۷۳)^{d}	۸۸/۷۷ (۸/۷۷)^{a}	۵۸/۳ (۳/۶۵)^{e}	۹۲/۰۱ (۳/۳۶)^{a}	۶۸/۳۱ (۲/۴۵)^{cd}	۷۹/۸۲ (۱/۹۳)^{b}	۸۹/۲۲ (±۴/۵۷)^{a}	۷۹/۲۱ (±۲/۵۲)^{c}	۷۵/۴۴ (±۱۱/۵)
	Ni	۰/۹ (±۰/۱)^{b}	۰/۶۶ (±۰/۰۶)^{d}	۰/۸۹ (۰/۱)^{b}	۰/۷۳ (۰/۱)^{cd}	۰/۴۶ (۰/۰۵)^{e}	۰/۷۷ (۰/۰۶)^{bcd}	۰/۸۱ (۰/۱۱)^{bc}	۰/۸۷ (۰/۱)^{b}	۱/۲۵ (±۰/۱۷)^{a}	۰/۸۶ (±۰/۰۸)^{bc}	۰/۸۲ (±۰/۱)
	Sn	۰/۰۷ (±۰/۰۱)^{ab}	۰/۱۳ (±۰/۰۴)^{ab}	۰/۱ (۰/۰۱)^{a}	۰/۱۵ (۰/۰۲)^{cd}	۰/۱۷ (۰/۰۲)^{ab}	۰/۱۷ (۰/۰۳)^{a}	۰/۱۹ (۰/۰۳)^{bc}	۰/۱۵ (۰/۰۳)^{ab}	۰/۲۱ (±۰/۰۲)^{d}	۰/۱۸ (±۰/۰۳)^{ab}	۰/۱۵ (±۰/۰۵)
	Tl	۰/۱ (±۰/۰۳)^{c}	۰/۱۱ (±۰/۰۲)^{c}	۰/۱۴ (۰/۰۵)^{d}	۰/۰۶ (۰/۰۲)^{b}	۰/۱۲ (۰/۰۲)^{c}	۰/۱۴ (۰/۰۳)^{c}	۰/۰۹ (۰/۰۲)^{ab}	۰/۱۱ (۰/۰۴)^{c}	۰/۰۴ (±۰/۰۲)^{c}	۰/۱۳ (±۰/۰۴)^{a}	۰/۱ (±۰/۰۴)
بافت آبشش	Al	۰/۱۱ (±۰/۰۳)c	۰/۱۳ (±۰/۰۳)c	۰/۰۵ (۰/۰۲)d	۰/۱۹ (۰/۰۳)b	۰/۱ (۰/۰۳)c	۰/۱۳ (۰/۰۴)c	۰/۲۱ (۰/۰۳)ab	۰/۱۴ (۰/۰۴)c	۰/۱۲ (±۰/۰۴)c	۰/۲۵ (±۰/۰۴)a	۰/۱۴ (±۰/۰۶)
	V	۰/۱۴ (±۰/۰۳)^{a}	۰/۱ (±۰/۰۴)^{ab}	۰/۰۴ (۰/۰۲)^{cd}	۰/۰۳ (۰/۰۱)^{d}	۰/۰۵ (۰/۰۱)^{cd}	۰/۰۵ (۰/۰۲)^{cd}	۰/۰۸ (۰/۰۲)^{bc}	۰/۰۵ (۰/۰۲)^{cd}	۰/۱ (±۰/۰۴)^{ab}	۰/۱۲ (±۰/۰۵)^{a}	۰/۰۷ (±۰/۰۴)
	Zn	۳۸/۱۴ (±۱/۳۵)^{ef}	۴۰/۲۶ (±۷/۸۲)^{ef}	۴۸/۱۴ (۹/۰۵)^{d}	۶۶/۶۹ (۶/۳۶)^{ab}	۳۴/۲۹ (۴/۴۸)^{f}	۵۹/۲۸ (۳/۵۴)^{c}	۴۷/۶۸ (۳)^{d}	۶۴/۷۳ (۴/۰۲)^{bc}	۷۲/۷۱ (±۵/۱۴)^{a}	۴۲/۷۵ (±۴)^{de}	۵۱/۴۷ (±۱۳/۷)
	Ni	۰/۷۳ (±۰/۱)^{a}	۰/۵۲ (±۰/۰۹)^{c}	۰/۶۸ (۰/۰۸)^{ab}	۰/۳۹ (۰/۰۷)^{d}	۰/۳۶ (۰/۰۶)^{d}	۰/۶۹ (۰/۰۶)^{ab}	۰/۶۳ (۰/۰۵) ^{b}	۰/۷ (۰/۰۷)^{ab}	۰/۶۱ (±۰/۰۷)^{b}	۰/۷ (±۰/۰۳)^{ab}	۰/۶ (±۰/۱۴)
	Sn	۰/۰۴ (±۰/۰۲)^{d}	۰/۰۴ (±۰/۰۱)^{d}	۰/۰۳ (۰/۰۰)^{d}	۰/۱۱ (۰/۰۱)^{bc}	۰/۱۳ (۰/۰۳)^{ab}	۰/۰۸ (۰/۰۲)^{c}	۰/۱۵ (۰/۰۱)^{a}	۰/۱۳ (۰/۰۳)^{ab}	۰/۱۲ (±۰/۰۴)^{abc}	۰/۱۲ (±۰/۰۴)^{abc}	۰/۰۹ (±۰/۰۴)
	Tl	۰/۰۸ (±۰/۰۳)ab	۰/۰۷ (±۰/۰۲)ab	۰/۱۱ (۰/۰۲)a	۰/۰۴ (۰/۰۱)c	۰/۱ (۰/۰۲)a	۰/۱ (۰/۰۳)a	۰/۰۶ (۰/۰۲)bc	۰/۰۷ (۰/۰۳)ab	۰/۰۳ (±۰/۰۱)c	۰/۰۸ (±۰/۰۳)ab	۰/۰۷ (±۰/۰۳)

***) متفاوت بودن حروف نشان از تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها می‌باشد.**

***) The difference between the letters indicates a significant difference between the meanings**

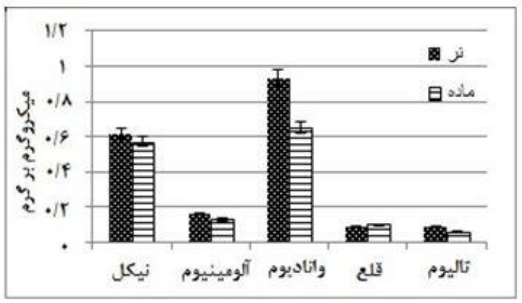
[Downloaded from isfj.ir on 2026-02-22]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.4.3.3]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.117684]

جدول ۲: نتایج آزمون ANOVA و t-test در جنس و ایستگاه مختلف
Table 2: ANOVA and t-test in different sex and site

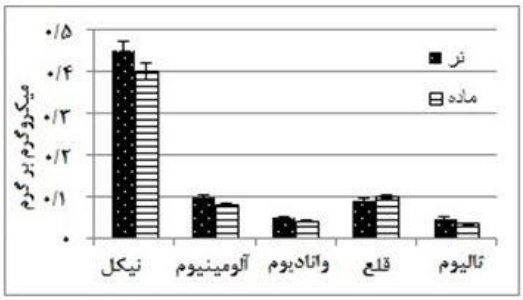
	آلومینیوم	وانادیوم	روی	نیکل	قلع	تالیوم
ایستگاه	**	**	**	**	**	**
فصل (تولیدمثل و غیر تولیدمثل)	**	**	*	*	**	**
جنسیت	NS	NS	**	NS	NS	*

***) سطح معنی‌داری تا ۰/۰۵، **) سطح معنی‌داری تا ۰/۰۱، NS: not significant) معنی‌دار نمی‌باشد.**
***) A significant level up to 0.05, **) A significant level up to 0.01, NS: not significant**



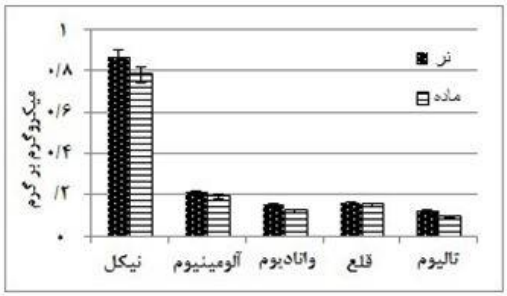
شکل۱: نمودار تجمع عناصر فلزی در بافت عضله در جنس نر و ماده

Figure 1: Accumulation of metal elements in the liver tissue in male and female.



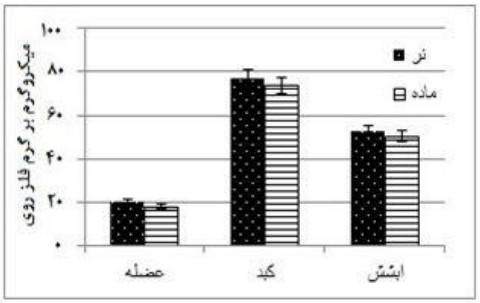
شکل ۲: نمودار تجمع عناصر فلزی در بافت کبد در جنس نر و ماده

Figure 2: Accumulation of metal elements in the muscle tissue in male and female.



شکل۳: نمودار تجمع عناصر فلزی در بافت آبشش در جنس نر و ماده

Figure 3: Accumulation of metal elements in three tissue in male and female.



شکل ۴: نمودار تجمع عنصر روی در سه بافت در جنس نر و ماده

Figure 4: Accumulation of metal elements in the gill tissue in male and female.

بحث

نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که بیشترین میزان تجمع شش عنصر فلزی مورد مطالعه در بافت کبد و کمترین مقدار در بافت عضله بود. عوامل مختلفی مانند نقش فیزیولوژیک بافت، عادات رفتاری و تغذیه‌ای، میزان فعالیت متابولیک آن بافت در میزان تجمع فلزات سنگین در بافت‌ها موثر هستند (Al-Yousuf *et al.* 2000). به همین علت تجمع بالای فلزات در بافت‌هایی که فعالیت متابولیک زیادی دارند مانند کبد، کلیه و آبشش‌ها بیشتر از بافت‌هایی با فعالیت متابولیک پایین مانند بافت عضله است (Filazi *et al.* 2003). بر اساس مطالعات (Freedman, 1989)، پروتئین‌هایی با وزن مولکولی

[Downloaded from isfj.ir on 2026-02-22]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.4.3.3]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.117684]

پایین[1] موجود در بافت عضله ماهیان، مسئول حذف و خنثی سازی سازی عناصر سنگین و آثار سمی آنها هستند و آنرا می‌توان دلیلی بر کمتر بودن غلظت این عناصر در بافت عضله نسبت به بافتهای کبد و آبشش تفسیر کرد.

مشابه با این نتیجه در بسیاری از گونه‌های مختلف ماهیان دریای خزر از جمله کفال طلایی دریای خزر (Agah و همکاران، ۲۰۱۸؛ لکزایی و همکاران، ۱۳۹۴؛ امینی رنجبروستوده نیا، ۱۳۸۴؛ فاضلی و همکاران، ۱۳۸۴؛ سلگی و اسفندی سرافراز، ۱۳۹۴؛ Filazi *et al*., 2003) و همچنین ماهی کپور (بندانی و همکاران، ۱۳۸۹)، ماهی کلمه (سلطانی و همکاران، ۱۳۹۳)؛ ماهی سفید (Agah و همکاران، ۲۰۱۸؛ سلطانی و همکاران، ۱۳۹۳) گزارش شده است.

براساس نتایج پژوهش حاضر، میزان جذب عناصر فلزی در بافت‌های مورد بررسی در فصل بهار (غیر تولیدمثل) بیشتر از فصل پاییز (تولیدمثل) بود. ماهی کفال طلایی در فصل پاییز تخمریزی می‌کند و از ذخایر بدن (چربی و پروتئین) برای تشکیل و تولیدات جنسی مصرف می‌کند و در این زمان به جهت وضعیت فیزیولوژیک بدن، غذای کمی مصرف می‌نماید (Rehbein and Oehlenschlager, 2009). مجدداً در فصل بهار بعد از گذراندن دوره تولید مثل به علت شروع تغذیه فعال، هنگامیکه گناد غیرفعال است چربی دربدن ماهی ذخیره می‌شود. باید توجه داشت که بسیاری از فلزات از راه مواد غذایی خورده شده، وارد بدن ماهی می‌شوند. بنظر می‌رسد کمتر بودن نرخ تغذیه در دوران تولید مثل در فصل پاییز، عامل اصلی کاهش تجمع عناصر فلزی نسبت به بهار باشد. مشابه نتیجه فوق توسط کوسج و همکاران (۱۳۹۲)، در ماهی گل خورک والتونی[2] نیز گزارش شده است. به این معنی که ماهی گل خورک والتونی در فصلی که تغذیه و فعالیت کمتری دارد، غلظت عناصر فلزی تجمع یافته نیز کمتر است.

نتایج بررسی حاضر نشان داد میزان جذب عناصر فلزی در جنس نر بیشتر از ماده بود و در مورد عناصر فلزی روی و تالیوم در بافت ماهیچه، وانادیوم و تالیوم در بافت‌های کبد و آبشش این اختلاف معنی‌دار بود. اما مطالعه امینی رنجبر وستوده نیا (۱۳۸۴) بر کفال طلایی نشان داد، بیشترین تجمع فلز سرب در ماهیان نر بود و رابطه معنی‌دار دیگری در خصوص میزان تجمع سایر فلزات مورد بررسی از جمله کادمیوم با جنسیت دیده نشد. مطالعه جلالی و همکاران (۱۳۹۲)، بر ماهی زمین کن دم نواری[3] در منطقه خور موسی نشان داد که جنسیت در تجمع فلزات سرب، کادمیوم، روی و مس بی‌تاثیر است. Al-Yousuf و همکاران (۲۰۰۰)، در مطالعه بر خانواده Lethrinidae در اندازه‌گیری غلظت فلزات روی، مس و منگنز و ارتباط با عامل جنسیت، نتایج نشان دادند که ماهیان ماده نسبت به ماهیان نر جاذب غلظت بیشتری از فلزات هستند. برخی تحقیقات نشان داده است که در ماهی زمین کن[4]، لابستر[5] و آبالون[6] (Fabris *et al*., 2006)، ماهی سیم[7] (Farkas *et al*., 2003)، ماهی گل خورک والتونی (کوسج و همکاران، ۱۳۹۲) در بین غلظت فلزات سنگین در بدن دو جنس نر و ماده اختلاف معنی داری وجود ندارد.

نتایج این پژوهش نشان داد که ارتباط معنی‌دار و معکوس بین شاخص وزن و طول کل با میزان تجمع فلزات مورد بررسی در بافت عضله وجود دارد و این ارتباط در مورد فلزات آلومینیوم و وانادیوم معنی‌دار می‌باشد ($p<۰/۰۵$). به این معنی که با افزایش وزن، میزان تجمع فلزات در بافت عضله ماهی کاهش می‌یابد. این همبستگی معکوس ممکن است به دلیل بالاتر بودن متابولیسم فعال در ماهیان جوان نسبت به ماهیان بالغ و مسن‌تر باشد. از آنجاییکه رابطه مستقیم بین نرخ متابولیک در آبزیان و نرخ جذب آلودگی وجود دارد، انباشتگی عناصر فلزی در افراد جوانتر تفسیر می‌گردد (پازوکی و همکاران، ۱۳۸۸). پژوهشی بر ماهی کفال طلایی، وجود رابطه مثبت بین

[1]- *Metallothionein*
[2]- *Periophthalmus waltoni*
[3] - *Platycephalus indicus*
[4] - *P. bassenis*
[5] - *J. edwardsis*
[6] - *H. rubra*
[7] - *Abramis brama*

[Downloaded from isfj.ir on 2026-02-22]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.4.3.3]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.117684]

طول بدن با غلظت کادمیوم و رابطه منفی با غلظت سرب را نشان داد (امینی رنجبر و ستوده نیا ۱۳۸۴). نتایج مطالعه دیگری در کفال طلایی، رابطه منفی بین طول بدن با غلظت عناصر فلزی کروم و کادمیوم نشان دادند (پازوکی و همکاران، ۱۳۸۸). بنابراین حتی در یک گونه ماهی ممکن است با توجه به شرایط محیطی، میزان تجمع فلزات، تغییر کند. اما سایر مطالعات نشان دادند که افزایش هر یک از فاکتورهای طول کل، وزن و سن در بافت عضله ماهی سبب کاهش میزان تجمع فلزات می‌گردد (Farkas *et al*., 2003). بنابراین بنظر می‌رسد این روابط برای همه ماهیان عمومیت ندارد. نتایج حاصل از آنالیز همبستگی میزان تجمع فلزات سنگین، در بافت ماهی کفال طلایی با عوامل طول، وزن و جنسیت نشان می‌دهد که باید آزمایش‌ها و بررسی‌های بیشتری در مورد نحوه جذب یا عدم جذب فلزات سنگین در بافت‌های مختلف انجام شود. بررسی حاضر نشان داد، رابطه رگرسیونی مثبت بین فلزات مورد بررسی با یکدیگر وجود دارد. علت آن می‌تواند مشابهت زیاد ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی بین عناصر، مسیرهای بیوشیمیایی مشابه، وقوع لیگاندهای خاص در اتصال در برخی از جانوران باشد (Pourang *et al*., 2005). البته ممکن است نشان دهنده یکسان بودن منابع آلودگی و شدت بالای آلودگی باشد.

مطابق با نتایج پژوهش حاضر، غلظت عناصر فلزی در بافت‌های مختلف ماهی در بخش‌های گوناگون دریای خزر متفاوت است که دلیل آن وجود منابع متفاوت آلودگی در سواحل جنوبی دریای خزر است. فعالیت‌های استخراج و انتقال نفت از کشورهای همسایه، تخلیه فاضلاب‌های مختلف شهری، صنعتی و کشاورزی (بدلیل کشت پراکنده محصولات متنوع کشاورزی و تولید فاضلاب های آلوده به سموم و کودهای شیمیایی) از ساحل به دریا، تردد متفاوت و پراکنده نفتکش‌ها، کشتی‌های تجاری و قایق‌های تفریحی، دلایل تجمع این فلزات در بافت‌های ماهیان باشد. ماهی کفال طلایی یک ماهی همه‌چیز خوار است و از مواد غذایی بستر و همچنین مواد معلق در آب استفاده می‌کند. آلودگی رسوبات می‌تواند باعث آلودگی موجودات کفزی کوچک و به دنبال آن انتقال آلودگی به ماهیان کفزی و بنتوز خوار شود (یونسی پور و همکاران، ۱۳۹۳) بنابراین، می‌توانند در معرض میزان بالایی از این فلزات باشند. نتایج مطالعات انجام شده بر برخی ماهیان دریای خزر در (جدول ۳) نشان داده شده است.

جدول ۳: مقایسه غلظت فلزات سنگین (میکروگرم برگرم وزن خشک) در بافت عضله ماهی کفال طلایی با سایرین

Table 3: Comparison of Heavy Metals Concentration (µg/g dry weight) in *Liza aurata* muscle tissue with others

منابع	تالیوم	آلومینیوم	وانادیوم	روی	نیکل	قلع
(WHO, 1996)	۱-۶۰	۱	۰/۵	*۱۰۰	۸۰-۶۰	۲۵۰
Agah و همکاران، (۲۰۱۸)	۱/۸-۳/۶	۱/۳-۲۲	۸-۱۰۶	۴/۲-۸/۳	۰/۰۳-۰/۱	-
لکزایی و همکاران (۱۳۹۴)	-	-	-	۳۱/۰۸	-	-
امینی رنجبر و ستوده نیا (۱۳۸۴)	-	-	-	۱۴/۳۲۷	-	-
فاضلی و همکاران (۱۳۸۴)	-	-	-	۲۰/۱۴	۲/۴۹	-
ماهی سفید (Agah و همکاران، ۲۰۱۸)	۰/۳-۱/۷	۰/۶-۲/۷	۴-۱۳۷	۳/۴-۶	۰/۰۳-۰/۱۶	-
اردک ماهی (احمدی و همکاران، ۱۳۹۴)	-	-	-	۵۵/۱۳-۲۸	۰/۲۲-۰/۴۴	-
کفال پوره باریک (کلانی وهمکاران، ۱۳۹۳)	-	-	-	-	۴/۵۲۹	-
ماهی کپور (یونسی پور و همکاران، ۱۳۹۳)	-	-	-	۶۳/۴۵	۱۲۱	-
ماهی کپور (بندانی و همکاران، ۱۳۸۹)	-	-	-	۲/۲۷۶	-	-
فیل ماهی (مشروفه و همکاران، ۱۳۹۲)	-	-	۰/۱۸	۱۸/۹۲	۰/۱۶	-
ازون برون (مشروفه و همکاران، ۱۳۹۲)	-	-	۰/۲۷	۱۱/۱۷	۰/۱	-
مطالعه حاضر	۰/۰۴	۰/۰۹	۰/۰۴	۱۹/۳۳	۰/۰۹	۰/۴۳

[Downloaded from isfj.ir on 2026-02-22]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.4.3.3]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.117684]

تفاوت در نتایج اعلام شده توسط محققین می‌تواند تحت تاثیر عوامل مختلفی از جمله شرایط محیطی، فصل نمونه‌برداری، صنایع مجاور در حاشیه سواحل و مقررات دفع پساب، گونه ماهی، بافت‌های مورد آزمایش، شرایط متفاوت فعالیت‌های آزمایشگاهی (روش‌های متفاوت هضم شیمیایی نمونه‌ها) و غیره باشد (APHA AWWA WEF, 1992).

مقایسه میانگین میزان عناصر فلزی در تحقیق حاضر با استاندارد پیشنهاد شده توسط سازمان بهداشت جهانی در مورد میزان مجاز عناصر آلومنیوم، وانادیوم، روی، نیکل و قلع برای آبزیان که همگی پایین‌تر از حد مجاز مصرف است، بیانگر سالم بودن نسبی ماهی کفال طلایی به عناصر فوق می‌باشد، بویژه حداقل میزان جذب و تجمع این عناصر در عضله ماهی کفال یعنی بافت خوراکی در تغذیه مردم است. البته سازمان بهداشت جهانی تاکنون مقدار جذب قابل تحمل تالیوم را مشخص نکرده است. بنابراین، نمی‌توان در مورد میزان تجمع این فلز قضاوتی را ارائه نمود و باید مطالعات بیشتری صورت گیرد تا از فقدان غلظت‌های بالاتر از حد مجاز این فلز سنگین اطمینان حاصل شود.

تشکر و قدردانی

این پژوهش با حمایت دانشگاه آزاد اسلامی واحد تنکابن و در آزمایشگاه تحقیقات شیلات و بیولوژی دریا واحد انجام پذیرفته است. لذا لازم است از تمامی کسانی که در انجام این پژوهش بخصوص از کادر آزمایشگاه که صمیمانه در انجام این مهم همکاری کردند تقدیر و تشکر گردد.

منابع

احمدی، م.، خانی پور، ع. و ابوالقاسمی، ج.، ۱۳۹۴. اندازه گیری و مقایسه غلظت فلزات سنگین کادمیوم، نیکل و روی در بافت خوراکی عضله اردک ماهی (*Esox lucius*) تالاب انزلی. مجله علمی شیلات ایران، ۱ (۲۴) :۸۲-۷۵.

اسماعیلی ساری، ع.، ۱۳۸۱. آلاینده‌ها، بهداشت و استاندارد در محیط زیست. انتشارات نقش مهر. تهران. صفحه ۷۶۷.

امینی رنجبر، غ. و ستوده نیا، 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، ۱۴(۳): 18-۱.

بندانی، غ.، خوشباور رستمی، ح.، یلقی، س.، شکرزاده، م. و نظری، ح.، ۱۳۸۹. سطح فلزات سنگین (سرب، کادمیوم، کروم و روی) در بافت عضله و کبد ماهی کپور (*Cyprinus carpio*) سواحل استان گلستان. مجله علمی شیلات ایران، ۱۹ (۴): ۱۰ -۱.

پازوکی، ج.، ابطحی، ب. و رضایی، ف.، ۱۳۸۸. سنجش میزان فلزات سنگین (Cr و Cd) در بافت پوست و عضله کفال طلایی دریای خزر *(Liza aurata)* منطقه انزلی. نشریه علوم محیطی، ۷ (۱): ۳۲–۲۱.

جلالی، ک.، ابطحی، ب.، سمیعی، ک. و سرافرازی اردکانی، م.ر. ۱۳۹۲. بررسی تاثیر اندازه (طول کل) و جنسیت در تجمع فلز سرب در بافت‌های کبد و عضله ماهی زمین کن دم نواری *Platycephalus indicus* درمنطقه خورموسی (شمال غرب خلیج فارس). نشریه بوم شناسی آبزیان، ۲ (۴): ۱۷–۱۱.

سلطانی، م.، بزرگی، ع.، سیدپور، ر.، برزگر، م. و طاهری میرقائد، ع. ۱۳۹۳. بررسی میزان فلزات سنگین (مس، کادمیوم و سرب) در برخی اندام های ماهی سفید (*Rutilus kutum*) و کلمه (*Rutilus rutilus*) در سواحل جنوبی دریای خزر. مجله زیست دریا، ۶ (۲۲): ۵۵-۴۵.

سلگی، ع. و اسفندی سرافراز، ج.، ۱۳۹۴. تعیین سرب و کادمیوم در بافت خوراکی ماهی کفال طلایی *(Liza aurata)* سواحل بندر انزلی: انباشت و خطر مصرف آن. نشریه بوم شناسی آبزیان، ۵ (۱): ۴۳–۳۴.

الصاق اکبر ۱۳۸۹. تعیین برخی فلزات سنگین در عضلات ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) و کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) جنوب مرکزی دریای

[Downloaded from isfj.ir on 2026-02-22]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.4.3.3]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.117684]

خزر، نشریه دامپزشکی، شماره ۸۹: ۴۴- ۳۳.

فاضلی، م.ش.، ابطحی، ب. و صباغ کاشانی، آ.، ۱۳۸۴. سنجش تجمع فلزات سنگین سرب، نیکل و روی در بافتهای ماهی کفال *(Liza aurata)* سواحل جنوبی دریای خزر. مجله علمی شیلات ایران، ۱۴ (۱): ۷۸-۶۵.

کلانی، ن.، ریاضی، ب.، کرباسی، ع. و معطر، ف. ۱۳۹۳. بررسی فلزات سنگین (آرسنیک، سرب، کادمیوم، کروم و نیکل) در عضله کفال پوره باریک (*Liza saliens*) و ارزیابی خط بهداشتی ناشی از مصرف آن برای انسان. مجله آبزیان و شیلات. ۵ (۱۷): ۸۰-۶۵.

کوسج، ن.، رحمانی، ع.، کامرانی، ا.، طاهری زاده، م.ر.، علی نیا، م.، ۱۳۹۲. بررسی میزان ارتباط طول بدن با میزان تجمع سرب در ماهی گل خورک والتونی *Periophthalmus waltoni*در شمال خلیج فارس. مجله اقیانوس شناسی، ۴ (۱۵): ۹-۱.

لکزایی، ف.، بابائی، ه.، خداپرست، ح.، ۱۳۹۴. سنجش فلزات سنگین (سرب،کادمیم، روی و مس) در بافت کبد و عضله ماهی کفال طلائی در دو منطقه حوضه جنوب غربی دریای خزر کیاشهر و تالش. نشریه توسعه آبزی پروری، ۹ (۳): ۵۸-۵۱.

مشروفه، ع.، ریاحی بختیاری،ع.، پورکاظمی، م.، ۱۳۹۲. غلظت کادمیوم، نیکل، وانادیوم و روی در عضله و خاویار تاسماهی ایرانی با تاکید بر ارزیابی ریسک ناشی از مصرف عضله (*Acipenser persicus*). مجله سلامت و محیط، ۶ (۳): ۴۷-۴۱.

نصراله زاده ساروی، ح.، پورغلام ، ر.، پورنگ، ن.، رضایی، م.، مخلوق، الف.، یونسی پور، ح.، ۱۳۹۲. مطالعه تجمع برخی از فلزات سنگین در بافت خوراکی ماهی کپور (*Cyprinus Carpio*) و برآورد میزان سیبل خطر در حوزه ایرانی دریای خزر (سال ۱۳۸۹). مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ۲۳ (۱۰۳): ۴۴-۳۳.

نوروزی، م.، باقری توانی ،م. ، امیرجنتی، آ. و قدرتی، ق. ۱۳۹۵. سنجش غلظت فلزات سنگین در بافتهای ماهی کفال طلایی (*Liza aurata*) در مناطق مختلف سواحل جنوبی دریای خزر. فصلنامه علوم محیطی. ۱۴ (۳). ۲۱۴-۲۰۱.

یونسی پور، ح.، نصراله‌زاده ساروی، ح. و ساداتی پور، م. ۱۳۹۳. بررسی تجمع زیستی فلزات سنگین ضروری (آهن، مس و روی) و نیمه ضروری (نیکل، کبالت و منگنز) در بافت خوراکی ماهی کپور دریای خزر(*Cyprinus carpio*). نشریه توسعه آبزی پروری، سال هشتم، شماره اول. صفحات ۱۰۶-۹۵.

Agah, H., Eghtesadi, P., Owfi, F. and Fatemi, M.R. 2018. Concentrations of some trace metals in the tissues of two commercial fishes from Tonekabon. Journal of the Persian Gulf (Marine Science), Vol.1, No. 2, pp. 55-64.

Al-Yousuf, M., El-Shahawi, H. 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. The Science of the Total Environment, 256 (2–3), pp. 87–94. DOI.org/10.1016/S0048-9697 (99) 00363-0.

APHA AWWA WEF, 1992. Standard methods for the examination of water and wastewater. 18th Edn. American public health association. Washington.

EPA method 3051A, Revision 1, 2007. Microwave assisted acid digestion of sediments, sledges, soils and oils. EPA. USA.

Fabris, G., Turoczy, N.J. and Stagnitti, F., 2006. Trace metal concentrations in edible tissue of snapper, flathead, lobster, and abalone from coastal waters of Victoria, Australia. Ecotoxicology and Environmental Safety, Vol.63, No.2, pp.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-02-22]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.4.3.3]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.117684]

286 – 292. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2004.11.006.

Farkas, A., Salánki, J. and Specziár, A., 2003. Age- and size-specific patterns of heavy metals in the organs of freshwater fish *Abramis brama* L. populating a low-contaminated site. Water Research, Vol.37, No.5, pp. 959–964.

Filazi, A., Baskaya, R., Kum, C. and Hismiogullari, S.E., 2003. Metal concentrations in tissues of the Black Sea fish *Mugil auratus* from Sinop-Icliman, Turkey. Human & Experimental Toxicology, Vol.22, No.2, pp. 85–7. DOI.org/10.1191/0960327103ht323oa.

Freedman, B. 1989. The impacts of pollution another stresses on ecosystem structure and function. In: Environment and ecology. Academic press, London.

Khanipour A.A., Ahmadi M. and Seifzadeh M., 2018. Study on bioaccumulation of heavy metals (cadmium, nickel, zinc and lead) in the muscle of wels catfish (*Silurus glanis*) in the Anzali Wetland. Iranian Journal of Fisheries Sciences. Vol.17, No.1, pp. 244 -250. DOI: 10.22092/IJFS.2018.118782.

Moopam, 1983. Manual of oceanographic observations and pollutant analyses methods. Regional Organization for the Protection of the Marine Environment (ROPME). p. 220.

Pourang, N., Tanabe, S., Rezvani, S. and Dennis, J.H., 2005. Trace elements accumulation in edible tissues of five sturgeon species from the Caspian Sea. Environmental monitoring and assessment, Vol.100 (1–3), pp. 89-108.

Rehbein, H. and Oehlenschlager, J., 2009. Fishery products quality, safety and authenticity. John Wiley and Sons Publishing, 4–10.

World Health Organization (WHO), 1996. Health criteria other supporting information.Guidelines for drinking water quality. Geneva, 31–388.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-02-22]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.4.3.3]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.117684]

Analysis of some metal elements (Al, V, Ni, Zn, Tl, and SN) and their relationship with gender and biometric indices in different tissues of the golden grey mullet (*Liza aurata*)

Behrouz M.[1], Norouzi M.[2]*

*mnoroozi@toniau.ac.ir

1- Department of Marine Biology, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran
2- Department of Marine Biology and Fisheries Sciences, Faculty of Marine Biology, Tonekabon Branch, Islamic Azad University, Tonekabon, Iran.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-02-22]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.4.3.3]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.117684]

Abstract

The present research was conducted to evaluate the concentration of some metal elements in aquatic animals, which is important for human health. The aims of this study were to examine the concentration of metal elements namely zinc (Zn), nickel (Ni), tin (Sn), aluminum (Al), vanadium (V), and thallium (Tl), and their relationship with gender and biometric indices on edible (muscles) and nonedible (liver and gill) tissues of the golden grey mullet (*Liza aurata*). Samples were obtained from mature golden grey mullet in different regions on the shoreline of the Caspian Sea in autumns and springs of 2014 and 2015. According to standard methods, metals were extracted of muscles, livers, and gills of the species using the digestion method and an acid mix. The concentration was determined using a graphite atomic absorption spectrometer with µg/g dry weight. Research results revealed that absorption of metal elements was higher in spring than autumn and it was in the Zn>Ni>Sn>Al>Tl>V order in the muscle tissues and the Zn>Ni>Al>Sn>V>Tl order in the liver and gill tissues. The order of concentration of metals in the three aforementioned tissues was as follows: liver>gill>muscle. Concentrations of aluminum, vanadium, zinc, nickel, tin, and thallium in the muscle tissues were 0.09, 0.04, 19.33, 0.09, 04.43, and 0.04 µg/g dry weight, in the liver tissues were 0.2, 0.13, 75.44, 0.82, 0.15, and 0.1 µg/g dry weight, and in the gill tissues were 0.14, 0.07, 51.47, 0.6, 0.09, and 0.07 µg/g dry weight, respectively. The highest concentration of metals was observed in the male species. Weight and length showed a significantly negative relationship with accumulation of aluminum, vanadium, and zinc in the three tissues ($p<0.05$). The comparison of concentrations of metal elements in muscle tissues to the standard WHO (1996) concentration showed that concentrations of all of the metals under study were lower than the standard levels.

Keywords: metal elements, golden grey mullet, tissues, Iran coasts, Caspian Sea

*Corresponding author