دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی"
دوره چهارم، شماره اول، بهار ۹۵
http://jair.gonbad.ac.ir

تجمع زیستی فلزات سنگین سرب، روی و مس در عضله و کبد ماهی شانک زردباله *Acanthopagrus latus* (Houttuyn, 1782) در آب‌های سواحل دیلم، شمال خلیج فارس

عالی حسینی[۱]، علی محمد صنعتی[۲]، حکیمه تهمتن مقدم*[۳]، فاطمه نامجو[۴]، علی خداداد[۳]

[۱]استایار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران
[۲]استادیار گروه محیط‌زیست دریا، پژوهشکده خلیج فارس، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران
[۳]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی،دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران
[۴]کارشناسی‌ارشد اکولوژی دریا، پژوهشکده خلیج فارس، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران
تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۹/۲۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱/۲۵

چکیده

آلاینده‌ها از جمله عناصر سنگین پس از ورود به اکوسیستم‌های آبی، در بافت‌ها و اندام‌های آبزیان تجمع یافته و نهایتاً وارد زنجیره غذایی می‌گردند و مشکلات زیادی را برای آبزیان و در نهایت برای انسان‌ها ایجاد می‌کنند. بدین منظور در این مطالعه میزان تجمع فلزات سنگین (مس، روی و سرب) در بافت کبد و عضله ماهی شانک زردباله (*A. latus*) صید شده از صیدگاه‌های بندر دیلم اندازه‌گیری شد. غلظت فلزات سنگین با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر جذب اتمی (PG-AA500) تعیین شد. میزان تجمع سرب، روی و مس در کبد و عضله در دو فصل تابستان و زمستان با هم اختلاف معنی‌داری را نشان داد (p<۰/۰۵). این مطالعه نشان داد که تغییرات فصلی در میزان تجمع فلزات در نمونه‌ها تأثیرگذار است. بافت عضله، پایین‌ترین سطوح میزان انباشت فلزات را در فصول و کبد بالاترین میزان انباشت فلزات سنگین را نشان دادند و بالاترین میزان انباشت در فلز روی در کبد در فصل زمستان ($\mu g.\ g^{-1}$ ۲۲۹/۱۹ ± ۲۶/۵۷) مشاهده شد. به‌طورکلی، تغییرات فصلی قابل توجهی در میزان تجمع سرب، روی و مس در دو بافت وجود دارد. میانگین غلظت عنصر سرب، روی و مس در عضله به‌ترتیب ۶/۷۵، ۱۲/۱، ۱/۵۱ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک مشاهده شد. میزان تجمع عنصر سرب در بافت عضله بالاتر از حد مجاز و سطوح عناصر مس و روی پایین‌تر از حد اعلام شده توسط WHO مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: ***A. latus*، آلاینده‌ها، اکوسیستم آبی، فلزات سنگین، خلیج فارس**

*مسئول مکاتبه: Tahamtan.hakime@yahoo.com

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-05-13]

مقدمه

خلیج فارس حوضه آبی کم‌عمقی با عمق متوسط ۴۰-۳۵ متر، با طول تقریبی ۱۰۰۰ کیلومتر و عرض ۲۵۰ تا ۳۰۰ کیلومتر و مساحتی در حدود ۲۲۶۰۰۰ کیلومتر مربع و با عمق ۱۰۰-۹۰ متر پیش‌رفتگی آب اقیانوس هند در ناحیه جنوبی فلات ایران در شمال غربی دریای عمان واقع شده است. این منطقه از طریق تنگه هرمز به آب‌های بین‌المللی متصل می‌شود. خلیج فارس با چالش‌های محیطی متعددی روبرو است که کاهش تنوع زیستی، آلودگی‌های صنعتی و پساب‌های مضر از تهدیدات عمده آن است. از سوی دیگر با توجه به وقوع حوادث محیطی مختلف در این منطقه طی سال‌های اخیر، از جمله بزرگ‌ترین ریزش نفتی دنیا در سال ۱۹۹۱ (Pourang *et al.*, 2005)، تردد کشتی‌ها، حمل و نقل و ورود آلودگی‌های نفتی و همچنین ریزش‌های نفتی این منطقه دچار بحران شده است. به‌طورکلی مشخص شده است که حدود ۳۰ درصد از حمل و نقل نفتی کل جهان در خلیج فارس صورت می‌گیرد (Pourang *et al.*, 2005).

شانک زردباله با نام علمی *Acanthopagrus latus* و نام انگلیسی Yellowfin Seabream از گونه‌های مهم این خانواده است که به لحاظ شیلاتی و آبزی‌پروری دارای اهمیت تجاری و اقتصادی در کشورهای شرقی و حاشیه‌ای خلیج فارس است. این ماهی از گونه‌های ساحلی محسوب می‌شود که به‌صورت دسته‌جات محدود از ساحل به آب‌های عمیق مهاجرت می‌کنند و در آب‌های کم‌عمق ساحلی تا عمق ۵۰ متر ساکن هستند (Roberts, 2001).

فلزات سنگین به‌عنوان یکی از گروه‌های اصلی آلاینده‌های محیط‌های آبی در اثر فعالیت‌های طبیعی و نیز به‌طور عمده در اثر فعالیت‌های انسانی به محیط‌های آبی راه می‌یابند. فلزات سنگین در رسوبات کف تجمع می‌یابند. در نتیجه اکوسیستم‌هایی مثل بنادر سواحل صنعتی که با ورود مداوم از فلزات روبرو هستند، دارای بیش‌ترین رسوبات آلوده می‌باشند. این ویژگی‌ها در محیط‌های واجد رسوبات، به‌علت تأثیرات سمی و قابلیت تجمع زیستی فلزات در نمونه‌های بیولوژیکی موجود، منجر به تأثیرات اکولوژیکی وسیعی می‌گردد. اولین عامل اثرات آلودگی فلزات در یک اکوسیستم، وجود فلزات سنگین در بیومس یک منطقه آلوده است که سلامت انسان را به مخاطره می‌اندازد.

مسمومیت با فلزات سنگین در ماهیان باعث ایجاد علائمی نظیر از دست رفتن توانایی تولید مثل، تغییر شکل اسکلت، تغییرات در فاکتورهای خونی، افزایش حساسیت به عوامل عفونی و بالاخره مرگ می‌گردد که ممکن است به‌دلیل صدمات وارده به سیستم ایمنی ماهی باشد (Roberts, 2001). تجمع فلزات در اکوسیستم‌های آبی مدت طولانی است که به‌عنوان یک مسأله جدی زیست‌محیطی مطرح شده است. آلودگی با فلزات سنگین ممکن است اثرات مخربی بر تعادل اکولوژیکی محیط زیست و تنوع آبزیان داشته باشد. فلزات سنگینی مانند کادمیوم، سرب، مس و به‌خصوص جیوه قادرند به اکثر

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-05-13]

ارگانیسم‌ها حتی در غلظت‌های خیلی پایین آسیب وارد کنند. سموم محیطی ممکن است حساسیت آبزیان را به‌خاطر دخالت در فرآیندهای طبیعی سیستم ایمنی، تولیدمثلی و تکاملی‌شان افزایش دهند (Kaoud and El-Dahshan, 2010).

سرب یکی از چهار فلزی است که بیش‌ترین عوارض را روی سلامتی انسان دارد. از مهم‌ترین اثرات سوء ناشی از مصرف مواد غذایی آلوده به فلز سرب ایجاد اختلال در سیستم‌های عصبی محیطی و مرکزی می‌باشد. اختلال بیوسنتز هموگلوبین و کم‌خونی، افزایش فشارخون، آسیب به کلیه، سقط جنین و نارسی نوزاد، اختلال سیستم عصبی، آسیب به مغز، ناباروری مردان، کاهش قدرت یادگیری و اختلالات رفتاری در کودکان از عوارض منفی افزایش غلظت سرب در بدن است (Berlin, 1985).

روی عنصری حیاتی برای تمامی ارگانیسم‌های زنده است. از لحاظ زیستی یکی از فلزات معدنی استثنایی است که در سلامتی عمومی بدن انسان نقش مهمی ایفاء می‌نماید و کمبود آن حدود دو میلیارد از جمعیت در حال توسعه را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Hambidge and Krebs, 2007). بعضی از عوارض نامطلوب تجمع زیاد آن می‌توان به مسمومیت، تب، تهوع، استفراغ و اسهال متعاقب مصرف نوشیدنی‌های اسیدی یا غذاهایی که در ظروف گالوانیزه تهیه و نگهداری می‌شوند، نام برد (Berlin, 1985). مسمومیت روی با کاهش pH عروق سرخرگی، کاهش جذب اکسیژن، افزایش ضربان قلب منجر می‌گردد (Esmaili-sari, 2002).

مس از فلزات مهم ساختاری و متابولیکی بدن انسان می‌باشد. این فلز به‌صورت آزاد در خون باعث افزایش گونه‌های فعال اکسیژنی از جمله رادیکال‌های آزاد سوپر اکسید، H_2O_2 و نهایتاً رادیکال آزاد هیدروکسیل می‌گردد که همگی به پروتئین‌ها، چربی‌ها و اسیدهای نوکلئیک صدمه می‌رسانند. مسمومیت مزمن با مس سبب صدمه به کبد و کلیه‌ها می‌گردد (Klassen, 2013). همچنین سبب خوردگی شدید مخاطی، آسیب گسترده مویرگی، تغییرات نکروتیک کبدی و کلیوی، دستگاه گوارشی و سیستم عصبی مرکزی می‌شود (Amini Rangbar, 1994).

از گونه‌های ماهی برای ارزیابی بهداشت اکوسیستم‌های آبی و به‌عنوان یک شاخص زیستی تأثیر آلودگی فلزات بر اکوسیستم‌های آبی استفاده می‌شود چرا که در رأس زنجیره غذایی بوده و به‌عنوان یک منبع غذایی منعکس کننده تأثیرات بهداشتی اکوسیستم‌ها روی انسان می‌باشد. بنابراین تأثیر تجمع فلزات سنگین بر زنجیره‌های غذایی آبزیان، با به‌همراه داشتن آسیب‌های اکولوژیکی، رفتاری، فیزیولوژیکی و متابولیکی ماهیان به‌سبب در معرض خطر انداختن سلامت انسان‌ها، در سال‌های اخیر بیش‌ترین توجه را به‌دنبال داشته است (Palaniappan and Karthikeyan, 2009). بنابراین تعیین میزان باقی‌مانده‌های فلزات سنگین و سایر آلاینده‌های محیطی در مواد غذایی مختلف و به‌دست آوردن

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-05-13]

اطلاعات کافی از وضعیت آلودگی در جهت به‌کارگیری روش‌های پیشگیرانه و ارائه استانداردها و قوانین مناسب ضروری می‌باشد.

مواد و روش‌ها

ایستگاه نمونه‌برداری: شهرستان دیلم شمالی‌ترین نقطه استان بوشهر با مختصات جغرافیایی ۳۰ درجه و ۱۴ دقیقه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۲۶ دقیقه طول شرقی واقع گردیده است. این شهرستان یکی از مناطق مهم صید و صیادی است و ماهیان خوراکی فراوانی در صیدگاه‌های آن صید می‌شوند که مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به حلوا سفید، شانک، شوریده، شبه شوریده و .... اشاره کرد.

نمونه‌برداری: نمونه‌ها به‌صورت فصلی (۱۲ عدد در هر ماه که مجموع آن ۳۶ عدد در هر فصل) خریداری شد. نمونه‌ها پس از خریداری در داخل چندین کیسه پلاستیکی کاملاً تمیز قرار می‌گیرند به‌طوری که با محیط خارج در تماس نباشند. سپس نمونه‌ها بادقت و به‌طور مرتب در داخل یخدان مخصوص نمونه‌برداری، چیده شده و بین هر ردیف از نمونه‌ها توسط پودر یخ پوشانده می‌شود (Krogh and Scanes, 1996). پس از انتقال نمونه‌های ماهی به آزمایشگاه اکولوژی پژوهشکده خلیج فارس، کلیه نمونه‌های تهیه شده با آب مقطر به‌طور کامل شستشو شدند، پس از گذشت زمان کافی برای خروج آب اضافه، تمامی ماهیان کدگذاری شدند و سپس مورد بیومتری (طول کل، طول استاندارد و وزن) قرار گرفتند.

آماده‌سازی نمونه‌ها: به‌منظور آماده‌سازی نمونه‌ها، ابتدا همه ظروف مورد استفاده را ۲۴ ساعت داخل اسید نیتریک رقیق قرار داده تا شستشوی اسیدی انجام شود. سپس با آب مقطر شسته و برای خشک شدن در آون و در دمای ۸۰ درجه سلسیوس قرار می‌گیرند. یک قسمت از ماهیچه زیر باله پشتی و بافت کبد را به‌طور کامل برداشته، هرکدام را به‌صورت جدا پس از توزین در پتری‌دیش قرار داده تا در مرحله بعد خشک شوند. نمونه‌های به‌دست آمده در داخل آون با دمای ۶۵ درجه سلسیوس قرار گرفتند تا به وزن ثابت رسیده و سپس از داخل آون خارج می‌شوند، سپس در هاون چینی به‌طور کامل پودر می‌شوند (APHA, AWWA, WEF., 1992). نمونه‌های خشک شده، برای ممانعت از جذب رطوبت در داخل دسیکاتور نگهداری می‌شوند. ابتدا یک گرم از نمونه پودر شده را در یک بشر وارد کرده و اسیدنیتریک و اسیدهیدروکلریک به‌نسبت ۲/۵ به ۷/۵ اضافه می‌گردد (Eboh *et al.*, 2006; Kalay and Bevis, 2003). سپس به‌مدت چند ساعت جهت انجام هضم مقدماتی در دمای اتاق قرار گرفتند. پس از طی این زمان نمونه‌ها به‌مدت پنج ساعت در دمای ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد داخل اجاق هضم قرار گرفتند. نمونه‌های شفاف به‌دست آمده را با استفاده از کاغذصافی، صاف و محلول صاف شده را در بالن مدرج به حجم ۲۵ میلی‌لیتر می‌رسانیم (ASTM, 1994; Karadede and Unlu, 2000). پس

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-05-13]

از پایان عملیات هضم و تبدیل نمونه‌ها به فاز معدنی، میزان غلظت عناصر مور نظر با استفاده از دستگاه جذب اتمی مورد سنجش قرار گرفتند.

محاسبه قرائت نمونه‌ها: محاسبه غلظت نهایی فلز با توجه به‌میزان غلظتی که دستگاه نشان می‌دهد و با توجه به وزنی که از نمونه‌ها برداشت شده است با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (Regional Organization for the Protection of the Marine Environment, 1999).

$$\mathbf{M} = \frac{C*V}{W}$$

M: غلظت فلز موردنظر، W: وزن نمونه اولیه، V: حجم نهایی (۲۵ میلی‌لیتر)، C: غلظت محاسبه شده توسط دستگاه

تجزیه و تحلیل داده‌ها: تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS ۱۶ انجام پذیرفت. در ابتدا برای تعیین نرمال بودن داده‌ها از تست شاپیرو ویلک استفاده شد. باتوجه به نرمال بودن داده‌ها برای مقایسه میزان تجمع هر یک از این عناصر در دو بافت کبد و عضله و مقایسه این دو بافت با همدیگر در هر یک فصول و مقایسه میانگین هر عنصر در دو فصل از آزمون پارامتریکی تست استفاده شد. همچنین از آزمون One Sample T-Test جهت مقایسه داده‌ها با مقادیر استاندارد استفاده گردید. بررسی ارتباط بین غلظت عناصر در بافت‌های مختلف با فاکتورهای زیستی طول و وزن با آزمون Pearson انجام گرفت. جهت رسم نمودارها از نرم‌افزار Exel نسخه ۲۰۰۷ استفاده گردید.

نتایج

نتایج بیومتری (میانگین وزن، طول کل و طول استاندارد) ماهیان شانک زردباله بندر دیلم در فصول سال در جدول ۱ ارائه شده است. میانگین وزنی در فصل تابستان و زمستان به‌ترتیب ۳/۹۳ ± ۸۲/۴۴ و ۱۹/۱۵ ± ۲۱۷ گرم مشاهده شد.

جدول ۱: فاکتورهای زیستی طول کل (سانتی‌متر)، طول استاندارد (سانتی‌متر) و وزن (گرم) ماهی شانک زردباله *A. latus* در آب‌های ساحلی شمال خلیج فارس (استان بوشهر- بندر دیلم)

فصل	وزن	طول کل	طول استاندارد
تابستان	۸۲/۴۴ ± ۳/۹۳	۱۶/۰۳ ± ۰/۲۴۶	۱۳/۱۰ ± ۰/۲۴۱
زمستان	۲۱۷ ± ۱۹/۱۵	۲۲/۱۳ ± ۰/۶۹۲	۱۸/۲۷ ± ۰/۶۱۰

میزان سطوح فلزات سنگین سرب، روی و مس در بافت ماهیچه و کبد ماهی شانک زردباله را در دو فصل اندازه‌گیری شد و در جدول ۲ ارائه گردید. این مطالعه نشان داد که غلظت عناصر سرب، روی و

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-05-13]

مس در ماهیچه و کبد در فصول مختلف دارای تفاوت معنی‌داری است (p<۰/۰۵). مدل توزیعی عناصر سرب، روی و مس در بافت‌های ماهی شانک زردباله به‌صورت، کبد ماهیچه می‌باشد که در شکل‌های ۱، ۲ و ۳ نمایش داده شده است.

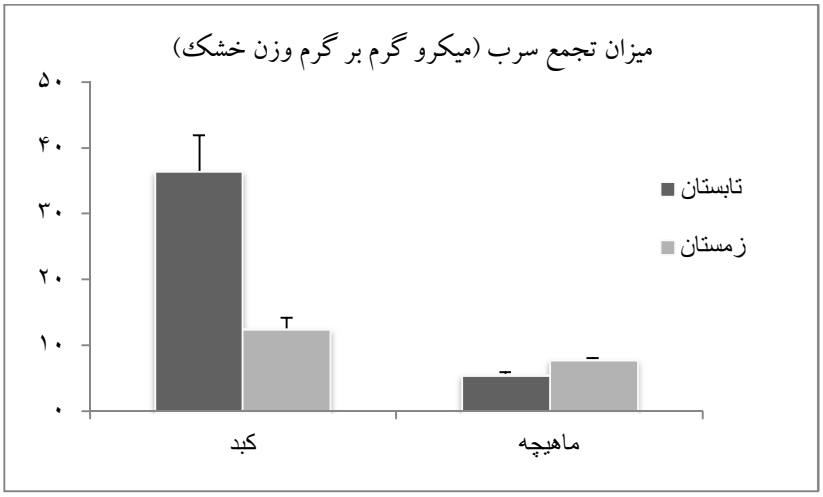
نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که از نظر غلظت عنصر سرب در کبد ماهی شانک باله زرد در دو فصل با یکدیگر اختلاف معنی‌دار دارد (p<۰/۰۵)، به‌طوری که فصل تابستان میزان بالاتری را نسبت‌به فصل زمستان نشان داد. اما بیشترین غلظت عنصر سرب در عضله ماهی شانک زرد باله در فصل زمستان مشاهده شد. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که میزان عنصر روی در کبد ماهی شانک زرد باله در فصل زمستان میزان بالاتری دارد ولی این اختلاف معنی‌دار نیست (p<۰/۰۵). میزان تجمع روی در عضله در زمستان کمترین میزان و در تابستان بیشترین میزان را با اختلاف معنی‌داری نشان داد (p<۰/۰۵). بیشترین غلظت مس در کبد ماهی شانک زردباله را در فصل تابستان و کمترین مقدار غلظت در فصل زمستان مشاهده شد. بین غلظت‌های مس در عضله ماهی شانک زرد باله در فصول سال اختلاف معنی‌دار مشاهده شد (p<۰/۰۵). تجمع این عنصر در عضله نیز در فصل زمستان کمترین میزان و در فصل تابستان بیش‌ترین میزان را نشان داد.

جدول ۲: میانگین غلظت مس، روی و سرب (µg. g $^{-1}$ dry weight) در عضله و کبد ماهی شانک زردباله *A. latus* در آب‌های ساحلی شمال خلیج فارس (استان بوشهر- بندردیلم)

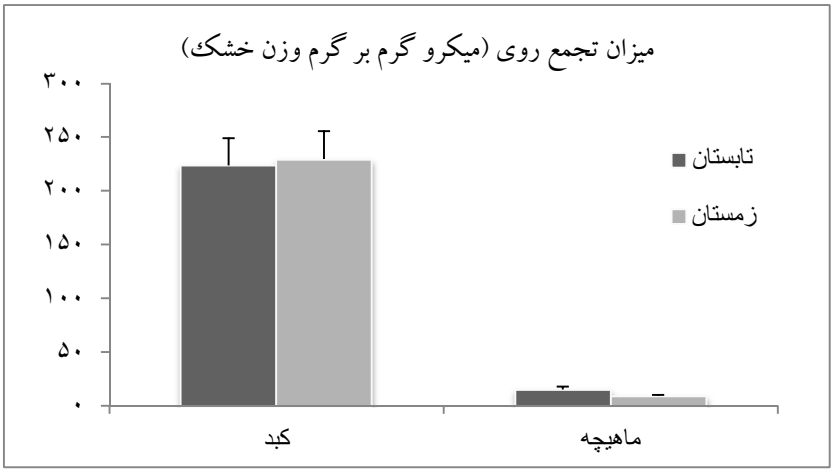
عنصر	بافت	تابستان	زمستان
سرب	کبد	۳۶/۵۱ ± ۵/۴۳ ^{b}	۱۲/۵۶ ± ۱/۵۹ ^{a}
	عضله	۵/۶۱ ± ۰/۳۱ ^{a}	۷/۸۹ ± ۰/۱۱ ^{b}
روی	کبد	۲۲۳/۶۳ ± ۲۵/۵۱ ^{b}	۲۲۹/۱۹ ± ۲۶/۵۷ ^{b}
	عضله	۱۵/۰۸ ± ۲/۷۶ ^{a}	۹/۱۲ ± ۱/۳۳ ^{a}
مس	کبد	۵۹/۲۰ ± ۹/۰۹ ^{a}	۲۸/۵۲ ± ۳/۱۲ ^{b}
	عضله	۱/۹۰ ± ۰/۲۵ ^{a}	۱/۱۳ ± ۰/۲ ^{b}

*حروف لاتین غیرمشابه در هر ردیف نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ در بین میانگین‌هاست.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-05-13]



شکل ۱: میانگین غلظت فلز سرب در شانک زرد باله *A. latus* در تابستان و زمستان ۹۳ در آب‌های ساحلی شمال خلیج فارس (استان بوشهر- بندردیلم)



شکل ۲: میانگین غلظت فلز روی در شانک زرد باله *A. latus* در تابستان و زمستان ۹۳ در آب‌های ساحلی استان بوشهر (بندردیلم)

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-05-13]

شکل ۳: میانگین غلظت فلز مس در شانک زرد باله *A. latus* در تابستان و زمستان ۹۳ در آب‌های ساحلی شمال خلیج فارس (استان بوشهر- بندر دیلم)

جدول ۳: ضریب همبستگی پیرسون بین میزان تجمع فلزات و فاکتورهای زیستی طول کل (سانتی متر) و وزن (گرم) در شانک زرد باله *A. latus* در تابستان و زمستان ۹۳ در آب‌های ساحلی استان بوشهر (بندر دیلم)

بافت	فلز	طول		وزن	
		r	*P-value*	*r*	*P-value*
عضله	سرب	۰/۶۷۰**	۰/۰۰۰	۰/۶۲۲**	۰/۰۰۰
	روی	-۰/۴۱۶*	۰/۰۲۲	-۰/۴۴۲*	۰/۰۱۴
	مس	-۰/۲۷۲	۰/۱۴۶	-۰/۲۳۰	۰/۲۲۲
کبد	سرب	-۰/۶۱۰**	۰/۰۰۰	-۰/۵۸۹**	۰/۰۰۰
	روی	-۰/۱۴۸	۰/۴۳۵	-۰/۲۳۰	۰/۲۲۱
	مس	-۰/۲۸۸	۰/۱۲۳	-۰/۲۸۳	۰/۱۲۹

*وجود ارتباط معنی‌دار در سطح ۰/۰۵

**وجود ارتباط معنی‌دار در سطح ۰/۰۱

بحث و نتیجه‌گیری

شانک زرد باله به‌دلیل کفزی بودن، ارتباط مستقیم با رسوبات و تغذیه از موجودات ریز درون و بیرون رسوبات در شناخت اکوسیستم به‌عنوان یک شاخص زیستی مفید می‌باشد و در ضمن این‌گونه از ماهیان تجاری و جزو رژیم غذایی مردم منطقه می‌باشد. در مطالعه حاضر بافت عضله به‌سبب نقش مهم

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-05-13]

در تغذیه انسان و لزوم اطمینان از سلامت آن و بافت کبد به‌دلیل نقش کلیدی که در سوخت و ساز بدن دارد، مورد مطالعه قرار گرفت.

مطالعه حاضر نشان داد میزان غلظت فلزات در بافت‌ها در فصول مختلف متفاوت است و تقریباً تابستان سطوح تجمع بیش‌تری را نشان می‌دهد. نوسانات میزان فلزات سنگین در فصول مختلف به‌علت آب و هوا، فاکتورهای تغذیه‌ای گونه ماهی و چرخه زندگی (رشد و تولید مثل) می‌باشد، یا این تفاوت ممکن است به‌علت نوسان در میزان ورود منابع آلودگی فلزی یا شرایط فیزیکوشیمیایی رسوبات در فصول مختلف باشد (Saei-Dehkordi *et al.*, 2010; Chen and Chen, 1999). تغییرات فصلی باعث تغییر در فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب می‌شود و از طرفی این فاکتورها می‌توانند در جذب عناصر سنگین دخالت داشته باشند. تغییر در دمای محیط باعث تغییر در سرعت سوخت و ساز ماهی شده، به‌طوری که در دمای بالاتر میزان سوخت و ساز بیشتر می‌شود. کوسینس (Cossins, 1993) بیان می‌کند که تغییر در ساختار و نیز فعالیت‌های متنوع فیزیولوژیک از واکنش‌هایی هستند که در مقابل تغییر دما در ماهی ایجاد می‌شوند.

آزمایشات متعدد نشان می‌دهد که غلظت عناصر سنگین در بدن موجودات آبزی در مناطق مختلف (خلیج فارس، خلیج مصر، مرداب‌های نمکی در جنوب ساحل آتلانتیک اسپانیا و تالاب‌های کالیفرنیا) به‌دلیل شرایط محیطی متفاوت (دما، شوری، بستر متفاوت و وجود فعالیت‌های صنعتی) اختلاف معنی‌داری دارد (Tayel, 1995; Chen, 2002; Dural *et al.*, 2006). همچنین در بسیاری از پژوهش‌ها نشان داده شده است که ماهیانی که در اعماق و بستر زیست می‌کنند نسبت به گونه‌های پلاژیک و سطح‌زی غلظت بالاتری از فلزات سنگین را نشان می‌دهند که این مورد را می‌توان به تحرک موجودات، ترجیحات غذایی یا سایر ویژگی‌های رفتاری که به شرایط محیطی وابسته است، نسبت داد (Forstner and Wittmann, 1983; Gaspic *et al.*, 2002).

پژوهش حاضر در مورد غلظت عناصر سرب، روی و مس در بافت کبد شانک زردباله در فصول مختلف نشان می‌دهد که غلظت عنصر سرب در تابستان بیشترین میزان را داشته و در یک روند کاهشی تا زمستان این غلظت کاهش یافته است. سرب از نظر انتشار گسترده‌ترین عنصر سمی در محیط زیست بوده و به میزان زیاد در محیط‌های آبی یافت می‌شود. سرب یک نوروتوکسین است که باعث بروز نقایص رفتاری در مهره‌داران می‌شود و سبب کاهش بقا، نرخ رشد، میزان یادگیری و متابولیسم می‌شود (Eisler, 1985; Karadede *et al.*, 2000). غلظت زیاد و موضعی سرب ممکن است به‌دلیل شرایط ویژه باشد، از فاکتورهای افزایش غلظت سرب، شوری آب است که بیش‌تر تابع تغییرات جوی است. به‌طوری که آب دریا در فصل زمستان کم‌ترین شوری و تابستان بیشترین شوری را دارد. وجود رابطه مستقیم بین دما و شوری مبین این است که با کاهش دما، شوری نیز کاهش می‌یابد.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-05-13]

باتوجه به اینکه در فصل تابستان دمای هوا به ۴۵ درجه می‌رسد، در نتیجه میزان تبخیر بیش‌تر شده و میزان شوری نیز افزایش می‌یابد.

در مورد مس نیز بیشترین غلظت در تابستان مشاهده شد و با یک سیر نزولی تا زمستان این غلظت کاهش یافته است. دورقی و همکاران (Doraghi *et al.*, 2009) در پژوهشی بر روی ماهی شبه شوریده صید شده از آب‌های بندر دیلم همین روند کاهشی میزان غلظت مس را مشاهده کرده‌اند.

طبق نتایج به‌دست آمده در مورد غلطت فلز روی در بافت کبد برعکس دو عنصر قبلی، فصل زمستان میزان غلظت بیشتری را نشان داد که ممکن است به‌دلیل ورود فاضلاب‌های شهری حاوی میزان بالای روی باشد. روی عنصری است که در مقادیر اندک برای ماهی ضروری است و به‌عنوان کاتالیزور در ساختار اکثر آنزیم‌های فعال در سوخت و ساز انرژی نقش فعالی دارد. فلز روی به طبقه میکروالمان‌ها تعلق دارد که برای فعالیت مناسب بدن موردنیاز است. افزایش سطوح روی در سیستم‌های آبی می‌تواند ناشی از تخلیه مایعات، رسوبات اتمسفر، نشت فاضلاب‌های خانگی و حشره‌کش‌ها و فرآیندهای مربوط به گالوانیزه کردن وسایل باشد (Nussey, 1998). طبق نتایج به‌دست آمده در مورد غلطت فلز روی در بافت کبد برعکس دو عنصر قبلی، فصل پاییز بیش‌ترین میزان غلظت را نشان داد، که ممکن است به‌دلیل ورود فاضلاب‌های شهری حاوی میزان بالای روی باشد. عنصر روی در هر دو بافت بیشترین میزان تجمع را نشان داد. به‌طورکلی عناصر ضروری مانند روی به نسبت عناصر غیرضروری و سمی مانند سرب، تجمع نرمال بیشتری را در بافت‌ها نشان می‌دهند.

مقایسه غلظت عناصر سرب، روی و مس در بافت کبد و عضله ماهی شانک زرد باله نشان داد که بین بافت‌های مذکور از نظر میانگین غلظت اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($p<۰/۰۵$) و عنصر روی در هر دو بافت بیش‌ترین میزان تجمع را نشان داد. به‌طورکلی عناصر ضروری مانند روی به نسبت عناصر غیرضروری و سمی مانند سرب، دارای تجمع نرمال بیشتری است. فلزات سنگین اندام هدف خود را براساس میزان فعالیت‌های متابولیک آن انتخاب می‌کنند. تجمع فلز در ارگان‌های مختلف ماهی بستگی به نقش فیزیولوژیکی، عادات رفتاری و تغذیه‌ای و همچنین توانایی تنظیم میزان فلزات دارد (Nejatkhah Manavi *et al.*, 2014; Clearwater, 2002). عوامل دیگری مثل جنس و اندازه نیز ممکن است در میزان تجمع فلزی در بافت‌ها مؤثر باشد (Al-yousuf *et al.*, 2000; Canli and Atli, 2003). بین تجمع فلزات سنگین در بافت‌های مختلف با گونه ماهی نیز رابطه وجود دارد که ممکن است مرتبط با عادات غذایی آن‌ها و ظرفیت تجمع زیستی هر گونه باشد (Farkas *et al.*, 2003). آنچه از نتایج برمی‌آید این است که میزان فلزات سرب، روی و مس در بافت کبد بیش‌از بافت عضله است. دلیل آن نقش کلیدی کبد در متابولیسم است و همچنین مکان اصلی تجمع، انتقال زیستی، سم‌زدایی و دفع آلاینده‌ها در ماهی می‌باشد (Licata *et al.*, 2005; Filazi *et al.*,2003). تاکنون مطالعات فراوانی نشان

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-05-13]

دادند که بافت کبد نسبت به بافت‌های دیگر توانایی بیش‌تری برای تجمع فلزات دارد (Burger and Gochfeld, 2005; Karadede *et al.*, 2004; Yilmaz, 2009; Yilmaz *et al.*, 2007).

تجمع فلزات در بافت کبد می‌تواند به‌دلیل تمایل زیاد فلزات به واکنش با اکسیژن کربوکسیلات گروه آمین، نیتروژن و سولفور موجود در پروتئین متالوتیونین باشد (Al-yusuf *et al.*, 2000). مطالعات صورت گرفته بر روی پروتئین متالوتیونین که به‌عنوان پروتئین کاهنده اثرات سمی عمل می‌کند (Al-yusuf *et al.*, 2000)، نشان دادند که این پروتئین از غلظت بالایی در کبد برخوردار است (Sen and Semiz, 2007). بنابراین بافت کبد نقش مهمی در تجمع، توزیع مجدد فلزات ایفا می‌کند. (Linde *et al.*,1998) بافت کبد شاخص خوبی از لحاظ در معرض در قرار گرفتن طولانی مدت با فلزات سنگین محسوب می‌گردند، به‌دلیل این‌که این بافت، جایگاه متابولیسم فلزات می‌باشد، می‌تواند نشانگر خوبی برای آلودگی با فلزات سنگین به‌کار رود.

رابطه بین اندازه بدن (طول کل و وزن بدن) با غلظت فلزات سرب، روی و مس در بافت‌ها: برای تعیین رابطه بین اندازه ماهی با سطوح فلزات در عضله و کبد ماهی، از آزمون همبستگی پیرسون استفاده شد که در جدول ۳ نشان داده است. بین میزان تجمع عنصر سرب در بافت عضله و اندازه بدن همبستگی مثبت و معنی‌دار و در بین میزان تجمع سرب در بافت کبد و اندازه بدن همبستگی منفی و معنی‌دار وجود دارد. بین میزان تجمع دو عنصر دیگر و اندازه بدن نیز همبستگی منفی وجود دارد. همبستگی منفی به‌معنی وجود رابطه معکوس بین اندازه و میزان تجمع فلزات در بافت‌هاست، یعنی نرخ رشد بیش‌تر از نرخ انباشت عناصر است. در تئوری، میزان تجمع فلزات با افزایش اندازه (وزن و طول) افزایش می‌یابد (Leung *et al.*, 2014). با این حال در تحقیقات مختلف (Henry *et al.*, 2004; Pourang *et al.*, 2005) همبستگی منفی بین اندازه ماهی و سطوح عناصر به‌علل زیر عنوان شده است:

۱) رشد سریع‌تر از تجمع فلزات در بافت‌ها (Leung *et al.*, 2014)

۲) سرعت متابولیسم بالاتر (هر گرم بافت بدن) (Pourang *et al.*, 2005)

۳) عادات تغذیه ای در طول دورهٔ رشد (Pourang *et al.*, 2005)

در برخی تحقیقات دیگر روی سایر گونه‌ها، تجمع بالاتر فلزات سنگین در ماهیان مسن‌تر گزارش شده است (e.g. Pourang *et al.*, 2005).

مقایسه میزان تجمع با استانداردهای جهانی: غلظت فلز سرب در عضلات ماهی شانک زرد باله صید شده از سواحل بندر دیلم بیشتر از میزان استانداردهای جهانی مشاهده شد. فلز سرب معمول‌ترین فلز سمی توزیع شده در محیط‌زیست است (Askary Sary and Velayatzadeh, 2012) که در بافت‌های انسانی تجمع یافته و باعث بروز برخی بیماری‌ها می‌شود (Yilmaz *et al.*, 2007). میزان

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-05-13]

تجمع عناصر مس و روی در بافت عضله در این مطالعه کم‌تر از استانداردهای جهانی اعلام شده توسط سازمان بهداشت جهانی بود.

جدول ۴: مقایسه میانگین غلظت فلزات سنگین (میکروگرم بر گرم وزن خشک) در بافت عضله با استانداردهای موجود

استانداردها و نمونه‌ها		سرب	روی	مس	منابع
FAO [1]		۰/۵	۴۰	۳۰	(Dural *et al.*, 2006) (Tuzen *et al.*, 2009)
WHO [2]		----	۵۰	۱۰	(Pourang *et al.*, 2005) (Tuzen *et al.*, 2009)
MAFF*[3]		۲	۵۰	۲۰	(Anan *et al.*, 2005)
NHMRC [4]		۱/۵	۱۵۰	۳۰	(Pourang *et al.*, 2005)
شانک	تابستان	۵/۶۰	۱۵/۰۸	۱/۸۹	مطالعه حاضر
زردباله	زمستان	۷/۸۹	۹/۱۲	۱/۱۳	مطالعه حاضر

*: µg/g wet weight

[1] Food and Agriculture Organization

[2] World Health Organization

[3] Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (UK)

[4] National Health and Medical Research Council

نتایج به‌طورکلی نشان‌دهنده این بود که:

۱) عضلات، به‌طورکلی، پایین‌ترین سطوح انباشتگی فلزات سنگین سرب و روی و مس را و بافت کبد بیشترین میزان را در هر سه عنصر در دو فصل نشان داد.

۲) تجمع فلز در فصل تابستان به نسبت دیگر فصول به‌علت گرم شدن هوا و افزایش شدت تبخیر دارای بیشترین میزان است.

۳) تغییرات فصلی قابل توجهی در میزان انباشتگی عناصر سرب، روی و مس در دو بافت وجود دارد. تغییرات تجمع عناصر در بافت‌ها از فصل تابستان به زمستان روند کاهشی دارد.

۴) در دو فصل میزان تجمع سه عنصر در دو بافت به‌ترتیب روی > سرب > مس مشاهده شد یعنی عنصر روی در دو فصل سال و هر دو بافت دارای بیشترین میزان انباشتگی بود.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-05-13]

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از پرسنل آزمایشگاه مرکز مطالعات دانشگاه خلیج فارس بوشهر و سایر دوستانی که ما را در مراحل مختلف این تحقیق یاری رسانده‌اند تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

Abbasi K., Valipour A.R. 2005. Studying the *Silurus glanis* Linnaeus, 1758 food items in Anzali lagoon. Pajouhsh and Sazandegi, 66: 14-24. (In persian).

Abdoli A. 1999. Iranian domestic water fish. Publishing Museum of Nature and Wildlife. 1 ed. 378P.

Al-Hussainy A.H. 1949. On the functional morphology on the alimentary track of some fishes in relation to difference in the feeding habits. Quart Journal Medical Science, 9(z): 190-240.

Bagenal T., Tesch F.W. 1978. Age and growth. In: Bagenal T.B. (Eds.). Methods for assessment of fish production in freshwater. Blackwell Scientific Press, Oxford, pp: 101-136.

Bogutskaya N.G. 1997. Contribution to the knowledge of *leuciscine* fishes of Asia Minor. Part 2, an annotated checklist of *leuciscine* fishes (*Leuciscinae*, Cyprinidae) of Turkey with descriptions of a new species and two new subspecies. Mitteilungen aus dem Hamburgischen Zoologischen Museum und Institute, 94: 161-186.

Bogutskaya N.G. Kucuk F., Unlu E. 2000 *Alburnus baliki*, a new species of cyprinid fish from the Manavgat River system, Turkey. Ichthyological Exploration of Freshwaters, 11: 55-64.

Coad B.W. 1995. Freshwater fishes of Iran. Acta Scientarium Naturalium Academiae Scientarium Bohemicae, 29: 1-164.

Coad B.W. 2009. *Alburnus zagrosensis* a new species of fish from the Zagros Mountains of Iran (Actinopterygii: Cyprinidae). Zoology in the Middle East, 48(1): 63–70.

Davies A. 2001. The Use and limits of various methods of sampling interpretation of benthic macro invertebrates. Journal of Limnology, 60(1):1-6.

Esmaeili H.R., Teimory A., Khosravi A.R. 2007. A note on the biodiversity of Ghadamgah spring–stream system in Fars province, southwest Iran. Iranian Journal of Animal Biosystematics, 3(1): 25-36.

Euzen O. 1987. Food habits and diet comparison of some fish of Kuwait. Kuwait Bulltan Marine Science, 65-85.

Freyhof J., Kottelat M. 2007. Review of the *Alburnus mento* species group with description of two new species (Teleostei: Cyprinidae). Ichthyological Exploration of Freshwaters, 18: 213-225.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-05-13]

Hile R. 1936. Age and growth of the Cisco, *Leucichthys artedi* (Le Sueur), in the lakes of the northeastern highlands, Wisconsin. Bulletin of the United States Fish, 48: 211-317.

Icemer A., Zaydin O., Benl J.O. 2002. Feeding habits of habits of Piper, Triglayra (Linnaeus, 1758) Triglalyra inhabiting the Aegean Sea. Journal of Coastal and Shelf Science, 35: 202-354.

Ivlev L.S. 1961. Experimental ecology of the feeding of fishes. Yale University Press, 302P.

Johari S.A., Mazloumi S., Kheiri M., Asghari S. 2008. The study of biology and morphology of *Capoeta fusca* from Birjand. Journal of Marin Sciences and Technology, 7(1&2): 75-85.

Khataminejad S., Mousavi-Sabet H., Sattari M., Vatandoust S., Eagderi S. 2013. Comparative study on body shape of the genus *Alburnus* (Rafinesque, 1820) in Iran, using geometric morphometric analysis. Caspian Journal Environment Science, 11(2): 205-2015. (In persian).

Kottelat M., Freyhof J. 2007. Handbook of European Freshwater Fishes. Maurice Kottelat (privately published), 646P.

Mousavi-Sabet H., Abdollahpour S., Salehi-Farsani A.,Vatandoust S., Feghani Langroudi H., Jamalzade H.R., Nasrollahzadeh A. 2013. Length-weight and length-length relationships and condition factor of *Alburnus mossulensis* (Heckel, 1843) from the Persian Gulf basin. International Journal of the Bioflux Society, 6(4): 297-302.

Nelson J.S. 2006. Fishes of the World. 4th edition, John Wiley and Sons, New York, 624P.

Nezami S.A., Khara H., Bakhtazma N., Furozan M. 2005. Diet study of pike (*Esox lucius*) in Lahijan Amirkelayeh Lagoon. Pajouhsh and Sazandegi, 68: 46-55. (In persian).

Nezami S.A., Khara H., Rashidi S., Arefi N. 2007. Diet of Wels, *Silurus glanis* of Amirkelayeh Wetland of Lahijan. Journal of Iranian Biology, 20(2): 295-306.

Nikolski G.V. 1963. The ecology of fishes. Academic press, London, 350P.

Ozulug M., Freyhof J. 2007. Rediagnosis of four species of *Alburnus* from Turkey and description of two new species (Teleostei: Cyprinidae). Ichthyological Exploration of Freshwaters, 18: 233-246.

Rahimibashar M.R., Alipoor V., Danesh M., Alinia M.R. 2008. Survival of biometrical characteristics, diet, gonad and liver index of (*Sander lucioperca*) in the lake of Arass Dam. Pajouhesh and Sazandegi, 79: 58-65. (In persian).

Rajabi Nezhad R., Azari Takami G. 2009. A study of feeding habits of Caspian Shemaya (Shah-Koolee) *Chalcalburnus chalcoides* (Guldenstadt, 1772) in the Sefidroodriver. Journal of Marine Biology, 1(1): 45-63. (In Persian).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-05-13]

Salavatian S.M., Gholiof Z.M., Abbasi K., Aliof A., Rajabinejad R. 2010. A study on the diet of *Salmo trutta fario* from rivers of Lar Dam in season. Journal of Marine Sciences and Technology, 9(4): 45-58.

Vosoughi A., Nejatkhah Manavi P., Ale Ali A., Golkari M.A. 2008. An investigation on feeding regime of wild common Carp (*Cyprinus carpio*) in the Caspian Sea, Mazandaran Provincial waters (Mahmood Abad region). Journal of Marine Science and Technology Research, 3(1): 81-90.

Winfield I.J., Nelson J.S. 2013. Cyprinid Fishes: Systematics, Biology and Exploitation. Springer, 667P.

Yousefian M., Keshavarz K., Yagoubi Kafshkari Y. 2013. Principal components analysis of *Alburnus mossulensis* morphology. International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences, 3(1): 160-165.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-05-13]

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-05-13]