بررسی غلظت فلزات سنگین جیوه (Hg)، سرب (Pb)، آرسنیک (As) و کادمیوم (Cd) در بافت آبشش و عضله طوطی ماهی زردپولک (*Scarus ghobban*) در شمال خلیج فارس

لاله رومیانی [۱*]، عیسی شریف پور [۲]

۱- گروه شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات خوزستان، اهواز، ایران
۲- موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، تهران صندوق پستی: ۱۴۹-۱۴۹۶۵

*l.roomiani@yahoo.com

تاریخ دریافت: فروردین ۱۳۹۳ تاریخ پذیرش: مرداد ۱۳۹۳

چکیده

در این تحقیق عناصر سنگین و سمی جیوه، سرب، آرسنیک و کادمیوم که از عناصر اجباری سازمان بهداشت جهانی و سازمان غذا و داروی امریکا برای سنجش در ماهیان خوراکی است، در عضله و آبشش ۶۰ گونه طوطی ماهی زردپولک (*Scarus ghobban*) صید شده در شمال خلیج فارس، پس از نمونه برداری و آماده سازی با روش طیف سنجی جذب اتمی با شعله برای جذب کادمیوم، سرب و آرسنیک و روش طیف سنجی جذب اتمی مجهز به سیستم تولید بخار سرد برای جیوه در سال ۱۳۹۲ مورد سنجش قرار گرفت. نتایج نشان دادند که میزان تجمع فلزات در آبشش ماهی بیشتر از عضله و از اختلاف معنی دار آماری برخوردار بود ($p<0.05$). میزان میانگین و انحراف معیار غلظت سرب، جیوه، کادمیوم و آرسنیک در بافت عضله به‌ترتیب (۱۰۰±۲۳۸، ۲۰±۵۰.۵، ۷۲±۱۷۰.۳۰ و ۱۰۵ میکروگرم برکیلوگرم وزن خشک) و در آبشش (۱۰۸±۳۷۳، ۳۰±۹۲.۱، ۸۰±۱۹۶، ۶۰±۱۴۲ میکروگرم بر کیلوگرم وزن خشک) بود. در هر دو اندام الگوی تجمع زیستی فلزات سنگین از سرب> کادمیوم> آرسنیک> جیوه تبعیت کرد. مقادیر به‌دست آمده با حد مجاز و سطح استاندارد این عناصر ارائه شده از سوی سازمان‌های استاندارد مختلف در جهان برای طوطی ماهی مقایسه شد. میزان فلز کادمیوم از حد استانداردهای جهانی موسسه استاندارد ایران، اتحادیه اروپا و استاندارد کشور چین بالاتر بود اما برای سایر فلزات از حد استانداردهای مزبور پایین تر بود.

کلمات کلیدی: فلزات سنگین، تجمع زیستی، طوطی ماهی زردپولک، خلیج فارس.

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1393.1.3.1.0]

مقدمه

بیش از ۸۰ گونه از خانواده طوطی ماهیان در جهان شناسایی شده اند که براحتی به علت وجود دندان‌های آرواره‌ای که به یک منقار سفت شبیه منقار طوطی جوش خورده است قابل شناسایی هستند. آن‌ها همچنین دندان‌های حلقی سنگین دارند که شامل واحدهای سفت و سخت استخوانی است. این ساختارها به طوطی ماهیان امکان می‌دهند که جلبک‌ها و بی‌مهرگان را از سطوح سخت صخره‌ها خراش داده و سپس مواد بلعیده شده را خرد کنند (Veeramani *et al*., 2010). شاید قابل ملاحظه‌ترین ویژگی طوطی ماهیان الگوها و طرح‌های رنگی آن‌ها است که بر اساس سن و جنس به شدت تغییر می‌کنند. طوطی ماهیان در فرسایش زیستی مناطق صخره‌های مرجانی نقش مهمی دارند. در روده آن‌ها مقادیر زیادی از آنزیم‌های هیدراز کننده کربن وجود دارد که نشان از تطابق بالای فیزیولوژیکی آن‌ها به کربنات‌ها می‌باشد (Turan *et al*., 2014).

امروزه آلودگی محیط به‌خصوص منابع آب مشکلات بسیاری را در محیط زیست ایجاد کرده است. ورود این مواد آلوده کننده به آب‌ها و تجمع آن‌ها در آبزیان به‌واسطه خطراتی که برای انسان ایجاد می‌کنند بخش مهمی از آلودگی محیط زیست را شامل می‌گردند که اهمیت توجه به حفظ منابع آب و ارزش اقتصادی آن را بیش از پیش آشکار می‌سازد (Rahman *et al*., 2014). به‌دلیل تخلیه مستمر روان آب‌ها و پساب‌های شهری، کشاورزی و صنعتی به اکوسیستم‌های آبی جهان، بیش از ۲۰ درصد از ماهیان موجود در حال انقراض هستند. عناصر سنگین در جانداران و آبزیان دریایی ممکن است یا در یک شکل قابل دسترس متابولیکی باقی بمانند و یا به تدریج به‌وسیله تجمع زیستی در اندام‌های مختلف آبزی خاصیت سمی پیدا کنند. فلزات سنگین پس از ورود به اکوسیستم‌های آبی در بافت‌ها و اندام‌های آبزیان تجمع یافته و سرانجام وارد زنجیره غذایی می‌شوند. میزان تجمع و جذب عناصر سنگین در آبزیان تابعی از شرایط بوم شناختی، فیزیکی، شیمیایی و زیست شناختی آب، نوع عنصر، گونه آبزی و فیزیولوژی بدن جاندار است. در اندام‌های مختلف آبزیان فلزات سنگین بر اساس عادت‌های تغذیه‌ای جاندار، نیازهای بوم شناختی، غلظت فلزات سنگین در آب و رسوب، مدت زمان ماندگاری آبزی در محیط آبی، فصل صید و خواص فیزیکی و شیمیایی آب تجمع پیدا می‌کنند (Basyigit and Tekin-Ozan, 2013).

فلزات سنگین به‌دلیل تاثیرات منفی مختلف نظیر کاهش رشد، تغییر رفتار، تغییرات ژنتیکی و مرگ و میر در آبزیان و همچنین به‌علت سمیت و تمایل به تجمع در زنجیره غذایی، موجب ایجاد نگرانی در مصرف آبزیان شده است. لذا اندازه‌گیری غلظت این فلزات در جهت تعیین استانداردهای سلامت عمومی و حفاظت از محیط زیست دریایی حائز اهمیت است (Ashraf and Nazeer, 2010).

صخره‌های مرجانی در سراسر جهان به‌علت تغییر آب و هوا، آلودگی، صید بیش از حد و پیشرفت سواحل در معرض دگرگونی و تخریب هستند. از آنجایی‌که ماهیان اقتصادی با ارزشی در این سواحل زیست می‌کنند، پس مسلم است که در معرض چنین آلودگی‌ها و تخریب‌هایی قرار بگیرند (Glynn *et al*., 2014).

برای آگاهی از وضعیت سلامت طوطی ماهی برای مصرف کنندگان، اندازه گیری غلظت فلزات سنگین در بافت‌های ماهی و مقایسه این غلظت‌ها با استانداردهای جهانی هدف مطالعه حاضر بوده است.

مواد و روش کار

در این تحقیق غلظت فلزات سنگین جیوه، سرب، کادمیوم و آرسنیک در دو اندام آبشش و عضله طوطی ماهی زردپولک در فصل تابستان سال ۱۳۹۲ مورد سنجش قرار گرفت.

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1393.1.3.1.0]



شکل ۱: نقشه منطقه مورد مطالعه

به‌همین منظور تعداد ۶۰ عدد طوطی ماهی زردپولک از سواحل بحرکان در هندیجان (استان خوزستان) صید شدند (شکل ۱) که به ارتفاع ۵ متر از سطح دریا و با مختصات جغرافیایی ۳۰ درجه و ۱۵ دقیقه عرض شمالی و ۴۰ درجه و ۳۸ دقیقه طول شرقی واقع گردیده است.

ماهیان پس از صید در کیسه‌های پلاستیکی در کنار پودر یخ قرار داده شدند. سپس نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل و تا انجام مراحل آزمایش در فریزر در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. در آزمایشگاه عملیات زیست سنجی شامل طول کل با استفاده از تخته بیومتری با دقت ۱ میلی متر و وزن کل آن‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم به دست آمد. ماهیان برای خارج ساختن عضله کالبد شکافی شده و آبشش آن‌ها نیز مورد بررسی قرار گرفت. اندام‌های مورد نظر به‌طور جداگانه در داخل پتری دیش قرار گرفته و در آون ۱۱۰ درجه سانتی گراد تا رسیدن به‌وزن ثابت خشک گردیدند. بافت‌های خشک شده را به‌وسیله هاون چینی به‌صورت پودر درآورده و ۱ گرم از هر یک از آن‌ها را در ارلن ۱۰۰ میلی لیتری ریخته و به ۱ گرم از هر یک از بافت‌ها ۱۰ میلی لیتر اسید نیتریک ۶۵ درصدی اضافه و در دمای دقیقه نمونه‌ها شیکر و پس از ۱۰ دقیقه در دور ۲۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ و عناصر مورد نظر به فاز آلی منتقل آزمایشگاه به مدت چند ساعت جهت هضم مقدماتی نگهداری شدند. سپس نمونه‌ها روی پلیت داغ با درجه حرارت ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ ساعت قرار داده شد تا هضم کامل انجام پذیرد. نمونه‌ها به‌وسیله کاغذ صافی ۴۲ میکرون فیلتر گردیده و با آب حجم آنها به ۲۵ میلی لیتر رسانده شد. غلظت فلزات سنگین نمونه‌های آماده شده با استفاده از دستگاه جذب اتمی (PERKINELMER 4100) مورد سنجش قرار گرفت. برای اندازه‌گیری فلزات کادمیوم، سرب و آرسنیک از دستگاه طیف سنجی جذب اتمی شعله‌ای و برای سنجش جیوه از دستگاه طیف سنجی جذب اتمی با روش تولید بخار سرد اقدام شد. به موازات آماده‌سازی نمونه ها، ۳ نمونه شاهد نیز به‌طور جداگانه و با همان نسبت اسید و آب مقطر تهیه و اندازه گیری شد (Moopan, 1999). جهت اندازه گیری عناصر مورد نظر ابتدا با ۱۰ میلی لیتر محلول هضم شده نمونه ها ۵ میلی لیتر محلول آمونیوم پیرولیدین کاربامات ۵ درصد اضافه شده و به‌مدت ۲۰ دقیقه نمونه‌ها شیکر شدند تا عناصر به‌صورت فرم آلی فلزی در محلول کمپلکس شوند و سپس به نمونه ها ۲ میلی لیتر متیل ایزوبوتیل کتون اضافه شد و به‌مدت ۳۰ شدند. پس از تنظیم کوره و سیستم منبع تولید اشعه کاتدی دستگاه واپتیمم کردن دستگاه جذب اتمی منحنی

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-13]
[DOR: 20.1001.1.24234575.1393.1.3.1.0]

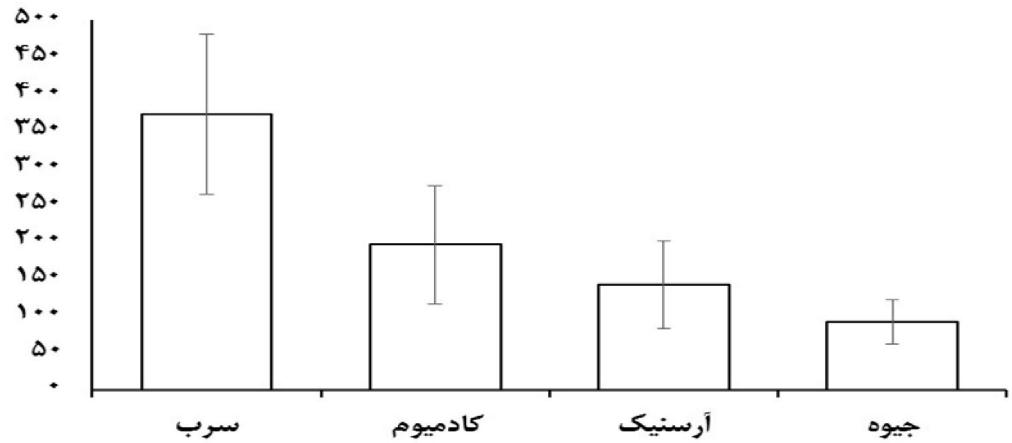
کالیبراسیون به‌کمک استانداردهای عناصر و ماتریکس مدیفایر پالادیم توسط نرم افزار win Lab 32 رسم و مقدار این عناصر در محلول‌های آماده شده اندازه گیری شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های فلزات سنگین در بافت‌های مختلف ماهیان مورد نظر با استفاده از نرم افزار (SPSS Version 20) صورت گرفت. روش آنالیز واریانس یک‌طرفه (One-way ANOVA) برای بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد برای مقادیر غلظت فلزات سنگین در بین بافت‌های مختلف به‌کار رفت.

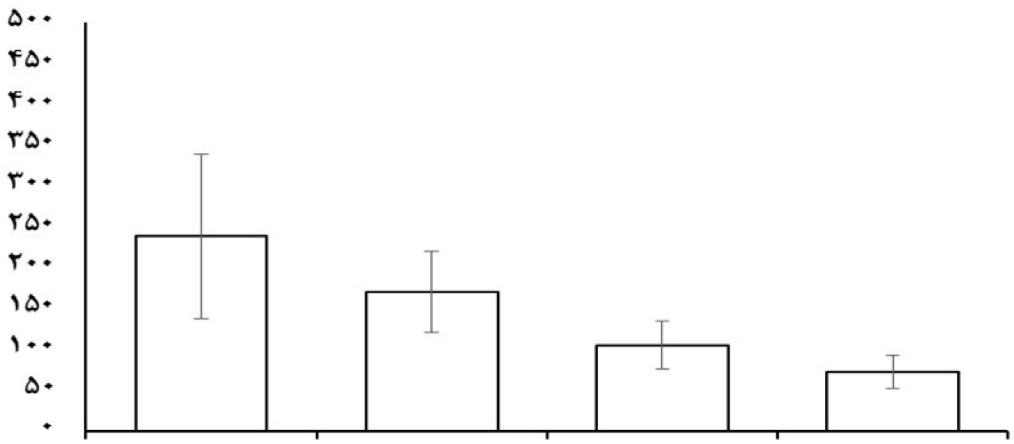
نتایج

نتایج زیست سنجی ۶۰ عدد طوطی ماهی نشان داد که میانگین طول کل و وزن آن‌ها به ترتیب ۵۳ سانتی متر و ۱۳۵۰ گرم بود.

نتایج آزمون واریانس یک‌طرفه نشان داد که در دو اندام آبشش و عضله غلظت چهار عنصر سرب، جیوه، کادمیوم و آرسنیک دارای تفاوت معنی‌دار آماری است ($p<0.05$). تجمع فلزات در آبشش ماهی بیشتر از عضله بود (شکل ۲ و ۳).



شکل۲: میانگین ± انحراف استاندارد غلظت فلزات مورد مطالعه در بافت آبشش طوطی ماهی



شکل۳: میانگین ± انحراف استاندارد غلظت فلزات مورد مطالعه در بافت عضله طوطی ماهی

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1393.1.3.1.0]

نتایج آنالیز واریانس یک‌طرفه نشان داد که در بین دو اندام هدف کمترین و بیشترین غلظت فلز اندازه گیری شده مربوط به جیوه و سرب بود که تفاوت معنی دار آماری نشان دادند ($p<۰.۰۵$). در عضله طوطی ماهی میزان فلز جیوه (۲۰±۷۲.۵ میکروگرم بر کیلوگرم وزن خشک) و سرب (۱۰۱±۲۳۸ میکروگرم بر کیلوگرم وزن خشک) بود. در آبشش طوطی ماهی بیشترین و کمترین فلز مشاهده شده به‌ترتیب مربوط به سرب (۱۰۸±۳۷۳ میکروگرم بر کیلوگرم) و جیوه (۳۰±۹۲.۱ میکروگرم بر کیلوگرم) بود. میزان فلز کادمیوم در آبشش و عضله به‌ترتیب (۸۰±۱۹۶ میکروگرم بر کیلوگرم وزن خشک) و (۵۰±۱۷۰ میکروگرم بر کیلوگرم وزن خشک) به‌دست آمد که تفاوت معنی دار آماری داشتند ($p<۰.۰۵$). داده-های آنالیز واریانس یک‌طرفه نشان از معنی دار بوده تفاوت میان غلظت های آرسنیک اندازه گیری شده در آبشش (۶۰±۱۴۲ میکروگرم بر کیلوگرم وزن خشک) و عضله (۳۰±۱۰۵ میکروگرم بر کیلوگرم وزن خشک) بود. الگوی تجمع فلزات در هر دو اندام از روند یکسانی برخوردار بود (سرب> کادمیوم> آرسنیک> جیوه).

بحث و نتیجه گیری

در این مطالعه توالی تجمع فلزات سنگین در اندام‌های مورد مطالعه از الگوی سرب>کادمیوم> آرسنیک> جیوه پیروی کرد. میزان فلز سرب بیشتر از سایر فلزات اندازه گیری شده بود که در آبشش از عضله بالاتر و تفاوت معنی‌دار آماری داشت ($p<۰.۰۵$). غلظت سرب از حدود استانداردهای جهانی در جدول ۱ پایین‌تر بود. به‌طور کلی پژوهش‌های مختلف ثابت کرده اند که عمده ترین راه های جذب فلز سرب از طریق آبشش، کلیه و کبد است (Taweel *et al*., 2013; Meng *et al*., 2014) که با مطالعه فوق همخوانی دارد.

جدول۱: مقایسه میزان فلزات سنگین در طوطی ماهی زردپولک با حدود استانداردهای جهانی (میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک)

	فلزات سنگین			منابع
استانداردها	**جیوه**	**سرب**	**کادمیوم**	**آرسنیک**
سازمان بهداشت جهانی	۰.۱	۰.۵	۰.۲	-	WHO (1995)
سازمان غذا و داروی امریکا	۰.۱-۰.۵	۵	۱	-	FDA (2011)
موسسه استاندارد ملی ایران	۵۰۰	۱	۰.۱	-	Movahed *et al*. (2013)
USEPA	-	-	۴	۱.۲	Leung *et al*. (2014)
بخش مدیریت استانداردهای ملی چین	-	۰.۵	۰.۱	۰.۵	Leung *et al*. (2014)
اتحادیه اروپا	-	۰.۴	۰.۱	-	Leung *et al*. (2014)
مرجع غذا استرلیا- نیوزیلند	-	۰.۵	-	۲	Leung *et al*. (2014)

از آنجایی که فلز سرب از راه آبشش و غذا وارد بدن ماهی می‌شود، پس طبیعی است که مقدار آن بالا باشد. این‌که فلز سرب در عضله کمتر تجمع می‌یابد، به‌دلیل پایین

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1393.1.3.1.0]

بودن میزان پیوند سرب با گروه‌های SH است. سرب از نظر انتشار گسترده‌ترین فلز سنگین و سمی در محیط زیست است. افزایش مصرف بنزین و صنایع و نیز بهره‌برداری از معادن سبب افزایش سرب شده است. حلالیت پایین نمک‌های سرب عبور آن را از غشاهای سلولی محدود می کند (Taweel *et al*., 2013). بعد از سرب فلز کادمیوم بیشترین میزان را به خود اختصاص داده بود که در آبشش بیشتر از عضله و دارای تفاوت معنی دار آماری بود ($p<۰.۰۵$). مطالعات ثابت کرده اند که جذب فلز کادمیوم از آبشش نسبت به سایر اندام های ماهی بیشتر صورت می‌گیرد و بافت عضله کمترین جذب را نشان می‌دهد. از آنجایی که این عنصر فلزی سنگین و غیرضروری برای ماهی است، لذا تجمع آن در آبشش باعث افزایش تعداد سلول‌های کلراید در اپیتلیوم آبششی و تولید موکوس زیاد می‌شود. افزایش کادمیوم باعث جلوگیری از فعالیت آلکالین فسفاتاز و آدنوزین تری فسفاتاز کلسیم می‌گردد (Dobaradaran *et al*., 2010).

آرسنیک در اکوسیستم‌های آبی از منابع کشاورزی، سوخت‌های فسیلی و صنعتی ناشی می‌شود. نوع ترکیبات آرسنیک در میزان جذب آن موثر است. آرسنیک معدنی موجود در غذاهای دریایی کم و ۹۹-۸۰ درصد آن به‌شکل ترکیبات آلی است (Dsikowitzky *et al*., 2012).

سطوح مختلف بدن ماهی ممکن است محلی برای انتقال، رسوب و تجمع فلزات سنگین باشند. شکل شیمیایی فلز (یونی یا نمک‌های آن‌ها) در تعیین این مسیر بسیار مهم است. یون‌های فلزی اغلب از طریق آبشش جذب می‌شوند (Copat *et al*., 2013). طبق مطالعات انجام شده (Kanak *et al*., 2014; Elias *et al*., 2014; Meng *et al*., 2014)، اندام آبشش و عضله به تجمع فلزات سرب، جیوه، کادمیوم و آرسنیک حساس هستند که این موضوع با مطالعه فعلی همخوانی دارد.

بر اساس یافته‌های Agah و همکاران (۲۰۰۸) که بر روی ۵ گونه از ماهیان خلیج فارس انجام شد، تجمع زیستی فلزات سنگین در عضله کمتر از سایر اندام‌ها بود که با نتایج مطالعه فعلی مطابقت دارد. در تنها مطالعه‌ای که بر روی تجمع فلزات سنگین در طوطی ماهی زردپولک و توسط (Ashraf and Nazeer, 2010) انجام شده، مشخص گردید که فلز سرب بیشتر از فلزاتی مانند کادمیوم در بدن ماهی تجمع داشته است. در تحقیق مزبور، میزان سرب و کادمیوم به‌ترتیب ۶۳±۱.۰۵ و ۰.۲۰±۰.۲۷ میکروگرم بر کیلوگرم وزن تر اندازه‌گیری شده بود که با نتایج مطالعه فعلی همخوانی دارد. به‌طور کلی هرگونه تغییر در روند جذب و تجمع زیستی فلزات سنگین در آبزیان می‌تواند به‌دلیل عوامل مختلفی مانند نوع فلز، نوع آبزی، بافت، وزن و سن آبزی و شرایط محیطی صورت گیرد. فلزات سنگین اندام هدف خود را بر اساس میزان فعالیت متابولیک آن انتخاب می‌کنند. تفاوت غلظت فلزات در بافت‌ها می‌تواند ناشی از ظرفیت آن‌ها برای القا پروتئین‌های نگهدارنده فلزی مانند متالوتیونین‌ها باشد. بافت آبشش در مقایسه با عضله می‌تواند شاخص خوبی از نظر در معرض قرار گرفتن طولانی مدت با فلزات سنگین محسوب شود. به‌دلیل اینکه این بافت جایگاه متابولیسم فلزات است می‌تواند نشانگر خوبی برای آلودگی توسط فلزات سنگین باشد (AskarySary and Velayatzedeh, 2011).

منابع

Agah, H., Leermakers, M., Elskens, M., Fatemi, S. M. R. and Baeyens, W., 2008. Accumulation of trace metals in the muscle and liver tissues of five species from the Persian Gulf. *Journal of Environmental Monitoring Assessment*, 157, 499-514.

Ashraf, W. and Nazeer, Z., 2010. Heavy metals burden in kidney and heart tissues of *Scarusghobban*fish from the eastern

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1393.1.3.1.0]

Province of Saudi Arabia. *Bulletin of the Chemical Society of Ethiopia*. 24(**1**), 139-143.

AskarySary, A. and Velayatzedeh, M., 2011. The measure and comparison of heavy metals concentration of Lead and Zinc in Liver and Muscle of *Otolithesruber*, *Scomberomorus guttatus* and *Scomberomorus commerson* Persian Gulf. *Journal of Fisheries*, 5(**2**), 39-47.

Basyigit, B. and Tekin-Ozan, S., 2013. Concentrations of Some Heavy Metals in Water, Sediment, and Tissues of Pikeperch (*Sander lucioperca*) from Karataş Lake Related to Physico-Chemical Parameters, Fish Size, and Seasons. *Journal of Environmental Studies*, 22(**3**), 633-644**.**

Copat, C., Arena, G., Fiore, M., Ledda, C., Fallico, R., Sciacca, S. and Ferrante, M., 2013. Heavy metals concentrations in fish and shellfish from Eastern Mediterranean Sea: Consumption advisories. *Journal of food and chemical toxicology*, 53, 33-37.

Dobaradaran, S., Naddafi, K., Nazemara, S. and Ghaedi, H., 2010. Heavy metals (Cd, Cu, Ni and Pb) content in two fish species of Persian Gulf in Bushehr Port, Iran. *African Journal of Biotechnology*, 9(**37**), 6191-6193.

Dsikowitzky, L., Mengesha, M., Dadebo, E., de Carvalho, C. E. V. and Sindern, S., 2012. Assessment of heavy metals in water samples and tissues of edible fish species from Awassa and Koka Rift Vally Lakes, Ethiopia. *Journal of Environmental Monitoring assessment*, 85(**4**), 17-31.

Elias, S. M., Marzuki, A. M., Mokhtar, H., George, C. H., Zakaria, N. A. and Aris, A. Z., 2014. Heavy metals (As, Cd, Cr and Pb) concentration in selected freshwater fishes and health risk assessment among adults in Kluang, Johor. From Sources to solution. Publication of Springer. pp.573-578**.**

FDA, 2011. Fish and Fishery Products Hazards and Controls Guidance. Department of health and human service public health food and drug administration center for food safety and applied nutrition of food safety. Fourth Edition. 476P.

Glynn, P. W., Enochs, I. C., Afflerbach, J. A., Brandtneris, V. W. and Serafy, J. E., 2014. Eastern Pacific reef fish responses to coral recovery following El Niño disturbances. *Journal of marine ecology progress series*, 495, 233-247.

Kanak, E. G., Dogan, Z., Eroglu, A., Atli, G. and Canli, M., 2014. Effects of fish size on the antioxidant systems of *Oreochromis niloticus* following metal exposure. *Journal of fish physiology biochemistry,* 40, 1083-1091

Leung, H. M., Leung, A. O. W., Wang, H. S., Ma, K. K., Liang, Y., Ho, K. C., Cheung, K. C., Tohidi, F. and Yung, K. K. L., 2014. Assessment of heavy metals/metalloid (As, Pb, Cd, Ni, Zn, Cr, Cu, Mn) concentrations in edible fish species tissue in the Pearl River Delta

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1393.1.3.1.0]

(PRD), *China. Bulletin of Marine Pollution*, 78, 235-245.

Meng, Z., Li, L. and Wu, Y., 2014. Evaluate of heavy metal content of some edible fish and bivalve in markets of Dandong, China. *Journal of applied mechanics and materials*. 522, 92-95.

MOOPAM (Manual of Oceanographic Observation and Pollution Analysis), 1999. Regional organization for the protection of marine environmental (ROPME, Kuwait). 220P.

Movahed, A., Dehghan, A., Haji Hosseini, R., Akbarzadeh, S., Zendehboudi, A. A., NafisiBehabadi, M., Mohammadi, M. M., Hajian, N., Pakdel, F., Hefzulla, A. and Iranpour, D. 2013. Evaluation of heavy metals in the tissues of different species of shrimps collected from coastal waters of Bushehr, Persian Gulf. *Journal of Iranian South Medical*, 16(**2**), 100-109.

Rahman, M. S., Saha, N., Molla, A. H. and Al-Reza, S. H., 2014. Assessment of Anthropogenic Influence on Heavy Metals Contamination in the Aquatic Ecosystem Components: Water, Sediment, and Fish. *Journal of Soil and Sediment Contamination*, 23(**4**), 353-373.

Taweel, A., Shuhaimi-Othman, M. and Ahmad, A. K., 2013. Assessment of heavy metals in tilapia fish (*Oreochromis niloticus*) from the Langat River and Engineering Lake in Bangi, Malaysia, and evaluation of the health risk from tilapia consumption. *Journal of Ecotoxicology and Environmental Safety*, 93, 45–51.

Turan, C., Erguden, D., Gurlek, M., Yaglioglu, D. and Uygur, N., 2014. First record of the blue-barred parrot fish, *Scarus ghobban* Forsskål, 1775 from Turkish coastal waters. *Journal of Applied Ichthyology*, 30(**2**), 424-425.

Veeramani, T., Ravi, V., Kesavan, K. and Balasubramanian, T., 2010. Length-Weight Relationship of Parrotfish *Scarus ghobban,* Forsskal 1775 from Nagapattinam, South East Coast of India. *Journal of Advances in Biological Research*, 4(**3**), 182-184.

WHO, 1995. Health risks from marine pollution in the Mediterranean. Part 1 Implications for Policy Markers, 25P.

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1393.1.3.1.0]