Journal of Aquatic Ecology
University of Hormozgan
ISSN Print: 2322-2751 ISSN Online: 2980-9355
Homepage: https://jae.hormozgan.ac.ir

Profile of Mineral Compounds and Harmful Trace Elements in Different Parts of the Bigeye Ilisha (*Ilisha megaloptera*) Caught from the Northern Coast of Oman Sea

Atefeh Bampouri, Salim Sharifian✉, Seraj Bita

Fisheries Department, Faculty of Marine Sciences, Chabahar Maritime University, Chabahar, Iran

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received: 16 May 2024
Accepted: 11 July 2024
Published online: 10 August 2024

✉**Corresponding Author:**
sharifian.salim@hotmail.com

Keywords:
Bigeye ilisha,
Harmful trace elements,
Minerals,
Oman Sea,
Processing waste.

ABSTRACT

Fish are a significant dietary source of various minerals essential for human health. This study examined the mineral profile (sodium, potassium, calcium, magnesium, iron, zinc, copper, iodine, selenium, and chromium) and harmful trace elements (mercury, lead, cadmium, and arsenic) in different parts of the bigeye ilisha (*Ilisha megaloptera*), including the backbone, head, abdominal fin and viscera, caudal fin, and fillet, from the northern coast of the Oman Sea. Results revealed significant variations in element concentrations among different parts, with higher mineral levels often found in waste parts compared to the fillet. Most minerals were present in amounts exceeding human dietary requirements, suggesting that processing waste parts of bigeye ilisha could be beneficial as food or dietary supplements. Additionally, the levels of harmful elements—mercury, lead, cadmium, and arsenic—were below permissible limits for human consumption. These findings support the potential for developing value-added products from bigeye ilisha.

CC BY NC

Publisher: University of Hormozgan

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-17]

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

In recent years, the adoption of purse seine fishing methods has led to a significant increase in the catch of small pelagic fish in the southern waters of Iran. Among these, the bigeye ilisha (*Ilisha megaloptera*) stands out as the largest species in the Pristigasteridae family found in these waters. This species is commercially valuable and is primarily targeted through purse seines and trawls. However, the aquaculture and seafood processing industries generate substantial amounts of wastewater globally, highlighting the need to utilize fish processing waste and by-products to create value-added products and mitigate environmental pollution effectively. Evaluating the mineral and trace element profiles of marine species, along with their commercial and nutritional value, remains a significant research priority worldwide. Therefore, this study aimed to assess the mineral and trace element profiles in various parts of the bigeye ilisha (*Ilisha megaloptera*), including the main skeleton, head, abdominal fin and intestine, caudal fin, and fillet, from different fishing grounds in the Oman Sea (Chabahar, Bris, and Pasabandar).

Materials and Methods

Samples of bigeye ilisha, caught from the fishing ports of Chabahar, Bris, and Pasabandar, were transported to the laboratory. In the lab, fillets were manually prepared, and various parts of the fish were separated, including the bones (main skeletal framework), head, abdominal fin-intestines and viscera, and caudal fin. The ash content was determined by incinerating the samples in an electric furnace at 550°C for 6 hours. For mineral analysis, the samples were first digested using a microwave digestion system and then analyzed using an ICP-OES (Varian 720-ES).

Results

The ash content varied significantly among different parts of the bigeye ilisha, with the highest concentration measured at 6.86% in the head. The highest levels of sodium and copper were found to be 765.26 mg/100g and 0.065 mg/100g fillet, respectively. Potassium and chromium levels were highest in the bone section, at 389.29 mg/100g and 100.26 µg/100g, respectively. Calcium, magnesium, iron, and zinc were found in highest concentrations in the head compared to other sections. The distribution of calcium was ranked as follows: fillet > bone > caudal fin > abdominal fin-intestines and viscera > head. There was no significant difference in iodine levels between the abdominal fin-intestines and viscera and the fillet ($p > 0.05$). The highest selenium concentration, 80.64 µg/100g, was measured in the abdominal fin. Mercury was detected in all parts, with concentrations distributed as caudal fin > head > abdominal fin-intestines and viscera > fillet > bone. Lead was only present in the head and fillet, at 3.14 and 6.78 µg/100g, respectively. Cadmium was detected in varying amounts in different parts ($p < 0.05$). Arsenic levels ranged from 111.78 to 245.56 µg/100g across the different parts.

Conclusion

The results of this study indicate significant differences in mineral concentrations across various parts of the bigeye ilisha, including the fillet and processing wastes (bones, head, abdominal fin

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-17]

and intestines, and caudal fin). Notably, many micronutrients were found in higher concentrations in the waste parts compared to the fillet, which is typically the only part consumed by humans. The levels of several minerals exceeded the recommended dietary requirements, highlighting the potential for utilizing bigeye ilisha processing wastes as food or dietary supplements. In terms of harmful elements, such as mercury, lead, cadmium, and arsenic, the study found that the concentrations were below levels that would pose a risk to human health, making the fish safe for consumption. These findings underscore the potential for producing value-added products from bigeye ilisha and suggest that a broader and more strategic use of all fish parts could enhance profitability for fish processing industries and better preserve valuable nutrients in the food chain.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-17]

بوم‌شناسی آبزیان
شاپا چاپی: ۲۷۵۱-۲۳۲۲ شاپا الکترونیکی: ۹۳۵۵-۲۹۸۰
https://jae.hormozgan.ac.ir

پروفایل ترکیبات معدنی و عناصر کمیاب مضر در بخش‌های مختلف ماهی شمسک بزرگ (*Ilisha megaloptera*) صید شده از سواحل شمالی دریای عمان

عاطفه بمپوری، سلیم شریفیان✉، سراج بیتا

گروه شیلات، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، چابهار، ایران.

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۲/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۴/۲۱
تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/5/20

✉ نویسنده مسئول:
Sharifian.salim@hotmail.com

کلیدواژه‌ها:
مواد معدنی،
عناصر کمیاب مضر،
ماهی شمسک بزرگ،
ضایعات فرآوری،
دریای عمان.

چکیده

ماهی منبع غذایی مهمی از چندین ماده معدنی است که نقش مهمی در سلامت انسان دارد. در مطالعه حاضر پروفایل مواد معدنی (سدیم، پتاسیم، کلسیم، منیزیوم، آهن، روی، مس، ید، سلنیوم و کروم) و عناصر کمیاب مضر (جیوه، سرب، کادمیوم و آرسنیک) در بخش‌های مختلف (شامل اسکلت اصلی، سر، باله شکمی و امعاء و احشاء، باله دمی و فیله) ماهی شمسک بزرگ (*Ilisha megaloptera*) صید شده از سواحل شمالی دریای عمان اندازه‌گیری گردید. نتایج نشان داد که میزان این عناصر در بخش‌های مختلف به طور معنی‌داری با هم تفاوت داشته و در بسیاری از موارد، میزان معدنی در بخش‌های ضایعات بالاتر از فیله بوده است. سطوح اکثر مواد معدنی سنجش شده از سطح مورد نیاز برای سلامت انسان فراتر بود، که این امر پتانسیل ضایعات فرآوری ماهی شمسک بزرگ را به عنوان غذا یا مکمل های غذایی تقویت می‌کند. از نقطه نظر وجود عناصر مضر جیوه، سرب، کادمیوم و آرسنیک نتایج نشان داد که میزان این عناصر در تمام بخش‌ها پایین‌تر از حد مجاز برای مصرف انسان بوده است. از این نظر، نتایج مطالعه حاضر می‌تواند به عنوان مبنایی ارزشمند برای تولید فرآورده‌های با ارزش افزوده از ماهی شمسک بزرگ باشد.

ناشر: دانشگاه هرمزگان

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-17]

مقدمه

متن در طی سال‌های اخیر با ترویج روش صید پرساین یا محاصره‌ای دو قایقی در ایران، میزان صید ماهیان سطح‌زی ریز در آب‌های جنوب افزایش چشمگیری داشته است. بر اساس آخرین سالنامه آماری منتشر شده توسط شیلات ایران (IFO, 2023) میزان صید سطح‌زیان ریز از ۹۵۳۲۵ تن در سال ۱۳۹۷ به ۱۳۷۸۳۱ تن در سال ۱۴۰۱ رسیده است. از این میزان، سهم استان سیستان و بلوچستان در صید سطح‌زیان ریز در سال ۱۴۰۱ برابر با ۳۸۹۱ تن بوده است. ماهی شمسک بزرگ با نام علمی *Ilisha megaloptera* از لحاظ اندازه، بزرگترین گونه خانواده شگ‌ماهیان زره‌شکم (Pristigasteridae) در آب‌های جنوب ایران بوده و بیشینه درازای بدن آن به ۲۸ سانتی‌متر می‌رسد، ولی به‌طور میانگین طول آن ۲۰ سانتی‌متر است (Asadi and Dehghani Poshtroudi, 2012). نام محلی این ماهی در مناطق جنوب ایران بسته به منطقه متفاوت و بیش‌تر به اسامی گاچم و پیکو معروف است. این گونه دارای ارزش تجاری بوده و صید صنعتی آن به عنوان گونه هدف عموماً با تور گردان پیاله‌ای، تور بالارونده و ترال صورت می‌گیرد.

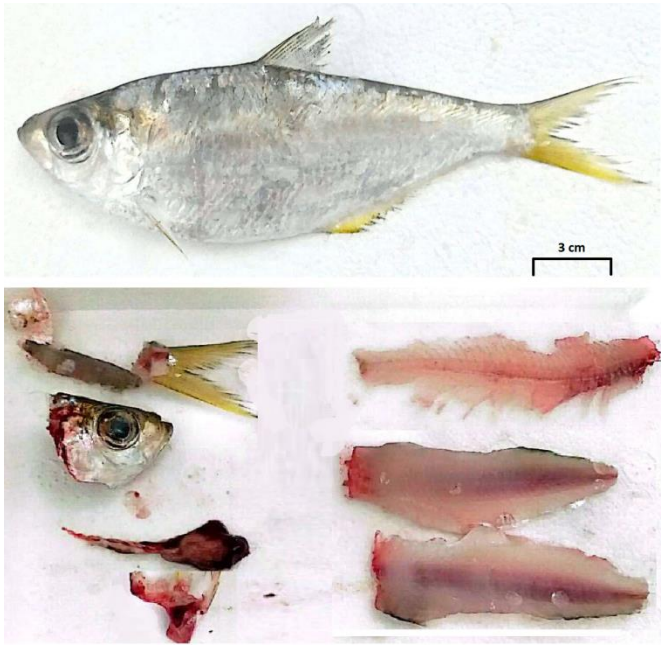
در بسیاری از کشورهای جهان، صنعت فرآوری ماهی منبع اصلی اقتصادی برای جوامع می‌باشد. ماهی و دیگر آبزیان هم‌چنین منبع ضروری تأمین مواد مغذی به ویژه در کشورهای در حال توسعه می‌باشند. با این حال آبزی‌پروری و بخش فرآوری غذاهای دریایی مقادیر زیادی پساب در سطح جهان تولید می‌کند (Olgunoglu and Artar, 2016). چرا که حدود ۷۰ درصد از ماهی‌ها قبل از فروش، فرآوری شده و در نتیجه این عملیات، ۲۰ تا ۸۰ درصد ضایعات جامد ماهی بسته به سطح فرآوری تولید می‌گردد (Wu *et al*., 2022). ضایعات فرآوری غذاهای دریایی در کشورهای در حال توسعه یا دفع یا به غذای حیوانات، پودر ماهی و کود تبدیل می‌شود. دفع ضایعات فرآوری ماهی به دلیل نگرانی‌های زیست محیطی تحت مقررات سختگیرانه قرار دارد و به هزینه عملیاتی صنایع غذایی دریایی می‌افزاید. از این‌رو، استفاده از ضایعات فرآوری و محصولات جانبی ماهی برای تولید محصولاتی با ارزش افزوده و نیز برای کاهش آلودگی محیط زیست به شیوه‌های کارآمد اهمیت دارد (Ahmmed *et al*., 2021).

مواد معدنی که از سیستم‌های آبی منشا می‌گیرند، دارای نقش مهمی در تنوع زیستی، فرآیندهای اکوسیستم و فیزیولوژی انسان ایفا می‌باشند. از آن‌جایی که مواد مغذی تقریباً منحصراً از رژیم غذایی به دست می‌آیند، مواد معدنی نقش بسیار مهمی در عملکردهای ساختاری و کاتالیزوری نشان داده، که برای یکپارچگی ماکرومولکول‌ها، سیگنال‌دهی، انتقال اکسیژن، متابولیسم انرژی و دفاع آنتی‌اکسیدانی حیاتی هستند. ماهی و غذاهای دریایی منبع غذایی مهمی از چندین ماده معدنی هستند که ممکن است اثرات محافظتی بر سلامتی داشته باشند (Ahmmed *et al*., 2021). مواد معدنی به طور کلی به دو گروه درشت‌مغذی‌ها (ماکرومینرال‌ها) و عناصر کمیاب تقسیم می‌شوند. درشت‌مغذی‌ها شامل عناصر کلسیم، فسفر، منیزیم، سدیم، پتاسیم، کلرید و گوگرد بوده و بیش‌تر در تنظیم اسمزی، تعادل اسید و باز، فعال‌سازی آنزیم، عملکرد غشاء و ساختار استخوان/دندان شرکت می‌کنند (Ajeeshkumar *et al*., 2021). مواد معدنی کمیاب شامل آهن، روی، مس، منگنز، کبالت، ید و سلنیوم است و به عنوان کوفاکتور در آنزیم‌های کلیدی متابولیک و آنتی‌اکسیدان‌ها عمل می‌کنند. کروم، مولیبدن، نیکل و وانادیم نیز به عنوان عناصر کمیاب در مقادیر کمتری وجود دارند (Islam *et al*., 2023). نیاز موجود زنده به مواد معدنی بسته به نوع ماده، جاندار و عملکرد متفاوت است، با این حال تعداد زیادی از این مواد به عنوان عوامل محدودکننده هستند، بنابراین دریافت آن‌ها از طریق مواد غذایی اهمیت بالایی دارد (Davood *et al*., 2024). بررسی پروفایل مواد معدنی و عناصر کمیاب گونه‌های دریایی و ارزش تجاری–تغذیه‌ای آن‌ها همواره یکی از اولویت‌های مهم پژوهشی در بسیاری از نقاط دنیا بوده است. تحقیقات قبلی نشان داده است که بخش‌های مختلف گونه‌های مختلف ماهیان دریایی یکی از مهم‌ترین منابع مواد معدنی دارای نقش‌های بی‌بدیل و مفیدی در سلامت انسان می‌باشند (Wu *et al*., 2022; Hong *et al*., 2014). از این رو هدف از مطالعه حاضر سنجش پروفایل مواد معدنی و عناصر کمیاب در بخش‌های مختلف (شامل اسکلت اصلی، سر، باله شکمی و امعاء و احشاء، باله دمی و فیله) ماهی شمسک بزرگ (*Ilisha megaloptera*) صید شده از صیدگاه‌های مختلف دریای عمان (چابهار، بریس و پسابندر) بوده است.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-17]

مواد و روش‌ها

نمونه‌های ماهی شمسک بزرگ صید شده در اردیبهشت‌ماه ۱۴۰۲ با تور گردان پیاله‌ای از سه بندر صیادی چابهار (شرقی "۶۰°۳۸'۵۵، شمالی "۲۵°۱۵'۲۰)، بریس (شرقی "۶۰°۴۴'۵۲، شمالی "۲۵°۱۵'۱۷) و پسابندر (شرقی "۶۰°۵۱'۵۳، شمالی "۲۵°۱۳'۴۷) از صیادان محلی یا بازار ماهی‌فروشان به صورت تازه تهیه و به صورت نگهداری در یخ (نسبت ۲ به ۱ ماهی به یخ) به آزمایشگاه دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار منتقل گردید. از هر بندر صیادی ۲۰ کیلو ماهی و در مجموع ۶۰ کیلو ماهی شمسک جمع‌آوری شد. شناسایی گونه بر اساس ویژگی‌های ریخت‌شناسی و زیست‌سنجی و با استفاده از کلیدهای شناسایی ۵ جلدی فائو (Fischer and Bianchi, 1984) و اطلس ماهیان خلیج‌فارس و دریای عمان (Asadi and Dehghani Pashtroudi, 2012) انجام شد. در ادامه تمام نمونه‌ها با هم مخلوط و وزن کل و طول کل آن‌ها با استفاده از ترازو (با دقت ۰/۰۱ گرم) و متر ثبت گردید. میانگین طول و وزن نمونه‌ها به ترتیب ۳/۳۹ ± ۱۹/۷۵ سانتی‌متر و ۵/۴۲ ± ۵۶/۰۰ گرم بود. پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، ابتدا از نمونه‌ها فیله به صورت دستی تهیه و در ادامه بخش‌های مختلف شامل استخوان (چارچوب اسکلتی اصلی ماهی)، سر، باله شکمی و امعاء و احشاء و باله دمی جدا گردید (شکل ۱). در ادامه نمونه‌های هر بخش با هم مخلوط و تا زمان انجام آزمایشات در ۱۸- درجه سانتیگراد نگهداری شد.



شکل ۱. ماهی شمسک بزرگ و بخش‌های مختلف آن

میزان خاکستر در بخش‌های مختلف ماهی شمسک بزرگ با استفاده از روش AOAC (۲۰۰۵) و پس از سوزاندن نمونه‌ها در کوره الکتریکی در درجه حرارت ۵۵۰ درجه سلسیوس به مدت ۶ ساعت انجام شد. در ادامه میزان خاکستر بر اساس رابطه زیر محاسبه و به صورت درصد (٪) گزارش گردید:

۱) رابطه $$\text{درصد خاکستر} = \frac{(B - A) \times 100}{W}$$

که در این معادله W: وزن نمونه تر، B: وزن بوته دارای خاکستر و A: وزن بوته خالی می‌باشد.

برای اندازه‌گیری غلظت عناصر معدنی در بخش‌های مختلف ماهی شمسک بزرگ، ابتدا نمونه‌ها با استفاده از آب شیرین و در ادامه با استفاده از آب مقطر به خوبی شستشو و سپس نمونه‌ها تا حد ممکن ریز و همگن گردید. در ادامه، نمونه‌های مختلف به مدت ۴۸ ساعت در آون (۷۰ درجه سانتی‌گراد) تا زمان ثابت شدن وزن قرار داده شد (Meche *et al*., 2010). پس از اتمام زمان

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-17]

فوق و اطمینان از خشک شدن کامل نمونه‌ها، نمونه ها از دستگاه خارج و به صورت دستی با یک هاون پودر گردید. در ادامه ۰/۵ گرم از هر نمونه به صورت دقیق با استفاده از ترازو (دقت ۰/۰۰۱ گرم) وزن در داخل ویال‌های هضم قرار و پس از انتقال به دستگاه مایکروویو، با استفاده از ۴ میلی لیتر اسید نیتریک غلیظ (HNO_3) و ۱ میلی‌لیتر پراکسید هیدروژن (H_2O_2) هضم گردید. پس از هضم و خروج نمونه‌ها از دستگاه، محتویات ویال به استوانه مدرج منتقل شده و با آب مقطر یونیزه به حجم ۳۰ میلی‌لیتر رسانده شد. برای اندازه‌گیری غلظت عناصر در نمونه‌ها از دستگاه ICP-OES (Varian 720-ES) استفاده شد. استانداردهای کالیبراسیون به صورت روزانه تهیه و استفاده شد. قبل از هر تزریق، جهت رفع هرگونه آلودگی، در ابتدا اتوسمپلر با اسید نیتریک ۵ درصد شستشو و در ادامه استوک‌های حاوی عناصر قابل اندازه‌گیری به دستگاه تزریق و میزان جذب آن‌ها ثبت گردید (Fathabad *et al.*, 2018). منحنی کالیبراسیون با استفاده از نرم‌افزار متصل به دستگاه ترسیم گردید. برای آنالیز نمونه‌های ماهی شمسک، محلول‌های استاندارد بسته به نوع عنصر در غلظت‌های مختلف تهیه و تزریق شد. در ادامه منحنی کالیبراسیون رسم و حدود تشخیص هر عنصر مشخص گردید. پس از رسم منحنی کالیبراسیون، غلظت هر عنصر در نمونه ماهی پس از تزریق نمونه، محاسبه و بر اساس میکروگرم در گرم وزن خشک ثبت گردید. رطوبت نمونه‌های ماهی بر اساس روش AOAC (۲۰۰۵) و پس از خشک کردن نمونه‌ها در آون به مدت ۴۸ ساعت اندازه‌گیری شد.

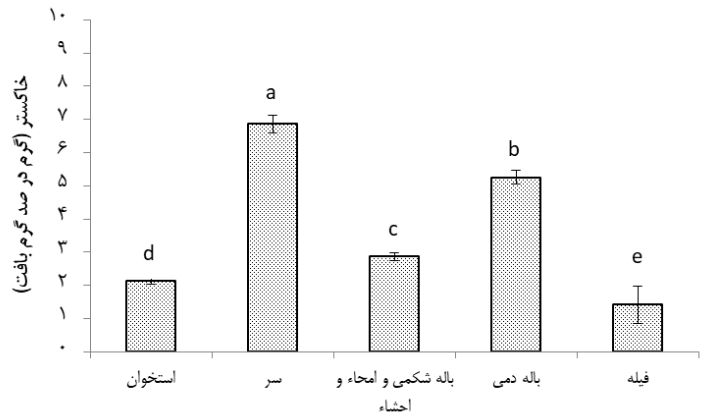
تجزیه و تحلیل آماری داده ها با نرم افزار SPSS نگارش ۲۲ انجام شد. بررسی نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو–ویلک (Shapiro–Wilk) انجام شد. برای بررسی وجود یا نبود اختلاف معنادار از روش تجزیه واریانس یک طرفه و آزمون حداقل تفاوت معنادار LSD در سطح ۵ درصد بین مقادیر حاصل از هر شاخص بین برش‌های مختلف استفاده شد. تمامی آزمایش‌ها با حداقل سه تکرار انجام و داده‌ها به صورت میانگین همراه با انحراف معیار گزارش شد.

نتایج

میزان خاکستر در بخش‌های مختلف ماهی شمسک بزرگ شامل استخوان، سر، باله شکمی و امعاء و احشاء، باله دمی، فیله در شکل ۲ نشان داده شده است. در میان بخش‌های مختلف، بالاترین میزان خاکستر برابر با ۶/۸۶ درصد در سر و کمترین میزان آن برابر با ۱/۴۲ درصد در فیله وجود داشت ($p<0/05$)، میزان خاکستر در باله دمی، باله شکمی و امعاء و احشاء به ترتیب برابر ۵/۲۵، ۲/۸۶ و ۲/۱۳ درصد اندازه‌گیری گردید ($p<0/05$).

میزان مواد معدنی شامل سدیم، پتاسیم، کلسیم، منیزیوم، آهن، روی، مس، ید، سلنیوم، آرسنیک، کروم، جیوه، سرب و کادمیوم بر حسب میلی‌گرم یا میکروگرم در وزن تر در بخش‌های مختلف (استخوان، سر، باله شکمی و امعاء و احشاء، باله دمی، فیله) ماهی شمسک بزرگ در جدول ۱ نشان داده شده است. در تمام مواد معدنی اندازه‌گیری شده بین بخش‌های مختلف تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($p<0/05$). در عناصر سدیم و مس بالاترین میزان به ترتیب برابر با ۷۶۵/۲۶ و ۰/۰۶۵ میلی‌گرم در صد گرم فیله وجود داشت. در عناصر پتاسیم و کروم بالاترین میزان به ترتیب برابر با ۳۸۹/۲۹ میلی‌گرم در صد گرم و ۱۰۰/۲۶ میکروگرم در صد گرم در بخش استخوان وجود داشت. عناصر کلسیم، منیزیوم، آهن و روی به ترتیب با مقادیر ۲۴۵۳/۷۸، ۴/۲۵، ۵/۸۶ و ۴/۲۶ میلی‌گرم در صد گرم در بخش سر بالاترین میزان را در مقایسه با سایر بخش‌ها داشتند. الگوی پراکنش کلسیم در بخش‌های مختلف به صورت فیله<استخوان<باله دمی<باله شکمی و امعاء و احشاء<سر به دست آمد. کمترین میزان کلسیم و آهن در فیله و به ترتیب برابر با ۱۸/۷۲ و ۰/۶۸ میلی‌گرم در صد گرم وزن تر لندازه‌گیری گردید. عنصر ید با مقدار ۱۰۰/۴۱ میکروگرم در صد گرم در بخش باله دمی بالاترین میزان را داشت ($p<0/05$). بین میزان ید در باله شکمی و امعاء و احشاء و فیله تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($p>0/05$) و الگوی پراکنش این فلز در بخش‌های مختلف به صورت استخوان<باله شکمی و امعاء و احشاء< فیله<سر<باله دمی بود. بیش‌ترین میزان سلنیوم برابر با ۸۰/۶۴ میکروگرم در صد گرم در باله شکمی و امعاء و احشاء و کمترین مقدار آن برابر با ۳۶/۱۴ میکروگرم در صد گرم در باله دمی داشت ($p<0/05$).

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-17]



شکل ۲. میانگین (± انحراف معیار) میزان خاکستر در بخش‌های مختلف ماهی شمسک بزرگ (*Ilisha megaloptera*). حروف کوچک (a تا d) بیانگر اختلاف معنی‌دار (در سطح ۵ درصد) بین بخش‌های مختلف می‌باشد.

جدول ۱. میزان مواد معدنی (میلی‌گرم یا میکروگرم در صد گرم وزن تر) در بخش‌های مختلف بدن ماهی شمسک بزرگ

ماده معدنی	استخوان	سر	باله شکمی و امعاء و احشاء	باله دمی	فیله
سدیم (mg)	۴۸۵/۵۶±۳/۵۰ e	۶۹۶/۲۵±۵/۰۱ b	۵۸۵/۱۲±۴/۲۱ d	۶۲۸/۹۶±۴/۵۳ c	۷۶۵/۲۶±۵/۵۱ a
پتاسیم (mg)	۳۸۹/۲۹±۲/۸۰ a	۲۲۵/۸۹±۱/۶۳ d	۲۴۵/۳۶±۱/۷۹ c	۱۹۶/۷۱±۱/۹۲ e	۳۷۵/۲۱±۲/۳۲ b
کلسیم (mg)	۱۳۲۵/۲۶±۹/۷۱ b	۲۴۵۳/۷۸±۱۱/۲۵ a	۳۲۵/۷۶±۱۲/۱۴ c	۲۴۱۱/۷۸±۲۱/۸۲ a	۱۸/۷۲±۲۸/۳۱ d
منیزیوم (mg)	۲/۹۵±۰/۰۲ b	۴/۲۵±۰/۰۳ a	۱/۱۱±۰/۰۱ e	۲/۳۱±۰/۰۲ c	۲/۲۶±۰/۰۲ d
آهن (mg)	۱/۴۱±۰/۱۱ b	۵/۸۶±۰/۰۵ a	۱/۲۶±۰/۲۱ b	۰/۹۲±۰/۰۲ c	۰/۶۸±۰/۰۱ d
روی (mg)	۰/۸۶±۰/۰۱ e	۴/۲۶±۰/۰۵ a	۱/۱۲±۰/۰۹ d	۳/۲۶±۰/۰۲ b	۱/۲۱±۰/۰۴ c
مس (mg)	۰/۰۴۵±۰/۰۱ c	۰/۰۴۳±۰/۰۱ c	۰/۰۵۱±۰/۰۱ b	۰/۰۵۲±۰/۰۰ b	۰/۰۶۵±۰/۰۱ a
ید (µg)	۴۵/۵۶±۰/۳۳ d	۶۸/۲۵±۲/۱۴ b	۵۰/۶۹±۱/۷۴ c	۱۰۰/۴۱±۲/۵۶ a	۵۳/۱۱±۳/۷۴ c
سلنیوم (µg)	۳۶/۲۵±۱/۱۱ e	۶۸/۴۵±۰/۸۵ b	۸۰/۶۴±۱/۴۴ a	۳۶/۱۴±۰/۸۲ d	۴۰/۷۸±۱/۱۸ c
کروم (µg)	۱۰۰/۲۶±۳/۰۱ a	۶۵/۲۷±۲/۲۵ b	۱۱/۴۵±۰/۴۱ d	۲۲/۷۴±۱/۳۲ c	۲/۱۶±۰/۳۵ e

داده‌ها بر اساس میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است (n=۳). حروف کوچک انگلیسی در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی‌دار شاخص بین بخش‌های مختلف بدن می‌باشد.

میزان عناصر کمیاب خطرناک جیوه، سرب، کادمیوم و آرسنیک در بخش‌های مختلف ماهی شمسک بزرگ در جدول ۲ نشان داده شده است. عنصر مضر جیوه با مقادیر متفاوت در تمامی بخش‌های شمسک بزرگ با مقادیر متفاوت یافت شد و بالاترین میزان آن برابر با ۶/۸۵ میکروگرم در صد گرم در استخوان یافت گردید (p<۰/۰۵)، در جایی که کمترین میزان آن برابر با ۱/۲۳ و ۱/۱۵ میکروگرم در صد گرم به ترتیب در بخش‌های سر و باله دمی وجود داشت (p>۰/۰۵). پراکنش جیوه در بخش‌های مختلف ماهی شمسک به صورت باله دمی>سر>باله شکمی و امعاء و احشاء>فیله>استخوان بود. سرب فقط در سر و فیله و به ترتیب برابر با ۳/۱۴ و ۶/۷۸ میکروگرم در صد گرم اندازه‌گیری گردید و در دیگر بخش‌ها وجود نداشت. کادمیوم به غیر از باله‌دمی در دیگر بخش‌ها در مقادیر متفاوتی وجود داشت (p<۰/۰۵) و بالاترین میزان آن برابر با ۳/۸۷ میکروگرم در صد گرم در سر اندازه‌گیری گردید. پس از سر، بیش‌ترین میزان کادمیوم در فیله و برابر با ۳/۲۶ میکروگرم در صد گرم وجود داشت. میزان آرسنیک در بخش‌های مختلف در گستره‌ی ۲۴۵/۵۶–۱۱۱/۷۸ میکروگرم در صد گرم و دارای پراکنش سر>باله دمی>فیله>استخوان> باله شکمی و امعاء و احشاء بود (p<۰/۰۵).

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-17]

بحث

ماهی به عنوان یک وعده غذایی، علاوه بر تأمین اسیدهای چرب، اسیدهای آمینه، منبع غذایی بسیار مناسبی از انواع عناصر معدنی

جدول ۲. میزان عناصر کمیاب مضر (میکروگرم در صد گرم وزن تر) در بخش‌های مختلف بدن ماهی شمسک بزرگ

	استخوان	سر	باله شکمی و امعاء و احشاء	باله دمی	فیله
جیوه (µg)	۶/۸۵±۰/۴۶ [a]	۱/۲۳±۰/۱۴ [d]	۲/۲۶±۰/۰۷ [c]	۱/۱۵±۰/۰۲ [d]	۳/۷۵±۰/۱۴ [b]
سرب (µg)	عدم کشف	۳/۱۴±۰/۸۵ [b]	عدم کشف	عدم کشف	۶/۷۸±۰/۵۲ [a]
کادمیوم (µg)	۳/۸۷±۰/۱۱ [a]	۱/۹۸±۰/۱۵ [c]	۱/۲۲±۰/۷۹ [c]	عدم کشف	۳/۲۶±۰/۱۸ [b]
آرسنیک (µg)	۱۵۴/۲۳±۲/۴۹ [b]	۱۱۱/۷۸±۳/۹۸ [e]	۲۴۵/۵۶±۴/۵۶	۱۲۵/۱۸±۲/۸۳ [d]	۱۴۱/۷۳±۴/۰۳ [c]

داده‌ها بر اساس میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است (n=۳). حروف کوچک انگلیسی در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی‌دار شاخص بین بخش‌های مختلف بدن می‌باشد.

مورد نیاز برای رشد و نمو انسان و دیگر جانداران می‌باشد. در مطالعه حاضر نتایج بررسی میزان مواد معدنی سدیم، پتاسیم، کلسیم، منیزیوم، آهن، روی، مس، ید، سلنیوم، آرسنیک، کروم و عناصر کمیاب مضر شامل جیوه، سرب و کادمیوم در بخش‌های مختلف (استخوان، سر، باله شکمی و امعاء و احشاء، باله دمی، فیله) ماهی شمسک بزرگ (جدول ۱ و ۲) نشان داد که میزان متفاوتی از مواد معدنی در بخش‌های مختلف این ماهی وجود داشته است ($p<۰/۰۵$). به طور خاص در پژوهش حاضر، در بخش سر میزان بالاتری از کلسیم، منیزیوم، آهن و روی در مقایسه با سایر بخش‌ها وجود داشت (جدول ۱). میزان کلسیم در بخش‌های مختلف به صورت سر–باله دمی>استخوان> باله شکمی و امعاء و احشاء>فیله به دست آمد که بیانگر این موضوع است که استخوان‌ها منبع اصلی کلسیم در این ماهی می‌باشند. نتایج مشابهی توسط Wu و همکاران (۲۰۲۲) و Kim و Jung (۲۰۰۷) گزارش شده است که نشان دادند در هرینگ و ساردین، کلسیم حدود ۶۰ درصد از مواد معدنی غیر آلی استخوان‌های ماهی را شامل می‌شود. در مطالعه‌ای دیگر، Khandan Barani و همکاران (۲۰۲۲) میزان کلسیم در بافت عضله چهار گونه از شورت ماهیان آب‌های جنوبی ایران شامل *Sillago Arabica*، *Silagnopodys chondropus*، *Sillago indica* و *Sillago sihama* در گستره ۲۵۴/۸ تا ۵۶۴/۲ میلی‌گرم در صد گرم بافت تر گزارش نمودند که نسبت به میزان کلسیم به دست آمده در بخش فیله (۱۸/۷۲ میلی‌گرم/۱۰۰ گرم بافت) در مطالعه حاضر بیش‌تر و نسبت به بخش‌های استخوانی (سر: ۲۴۵۳/۷۸ و استخوان: ۱۳۲۵/۲۶ میلی‌گرم/۱۰۰ گرم بافت) در ماهی شمسک بزرگ کمتر می‌باشد. از نقطه نظر تغذیه‌ای، کلسیم عنصری ضروری برای بسیاری از کارکردها در بدن از قبیل استحکام دندان و استخوان‌ها، عملکرد عصب و هم‌چنین کوفاکتور در بسیاری از واکنش‌های آنزیمی می‌باشد (Kim and Jung, 2007). در مطالعه حاضر میزان کلسیم در تمامی بخش‌های ماهی شمسک بزرگ بسیار بالاتر از مقادیر توصیه شده برای سلامتی انسان توسط کمسیون اتحادیه اروپا (European Commission, 2006) یعنی ۱۲۰ میلی‌گرم در هر صد گرم وزن مرطوب بود. بر اساس جداول منتشر شده توسط وزارت کشاورزی ایالات متحده (USDA, 2019)، آنچوی، ساردین، ماهی آزاد و ماهیان مورد استفاده در کنسرو، مانند ماکرل، ۴۵۰–۲۰۰ میلی‌گرم کلسیم و ۳۰۰–۱۵۰ میلی‌گرم فسفر در هر وعده ۱۰۰ گرمی فراهم می‌کنند که مقادیری ایده‌آل برای سلامت استخوان‌ها است (USDA, 2019). به طور کلی ماهی‌های پرچرب دارای کلسیم بیشتری در استخوان‌ها در مقایسه با ماهیان کم‌چرب هستند.

همان‌گونه که پیش‌تر ذکر گردید بیش‌ترین میزان آهن در مطالعه حاضر نیز در بخش سر و به مقدار ۵/۸۶ میلی‌گرم در صد گرم وزن تر وجود داشت، که تقریباً اندکی بیش از دو برابر میزان آهن لازم توصیه شده توسط کمسیون اتحادیه اروپا (European Commission, 2021) برای حفظ سلامتی انسان (مساوی یا بیش‌تر از ۲/۱ میلی‌گرم در صد گرم وزن مرطوب) بود. میزان این عنصر در دیگر بخش‌ها در محدوده ۰/۸۶ تا ۱/۲۶ میلی‌گرم در صد گرم و کمتر از حد لازم توصیه شده توسط کمسیون اتحادیه اروپا بود. نتایج مشابهی در بالاتر بودن میزان آهن در سر ماهی هرینگ توسط Wu و همکاران (۲۰۲۲) گزارش شده است. اخیراً کمسیون اتحادیه اروپا (European Commission, 2021) گزارش نموده است که آهن یکی از مهم‌ترین عناصر معدنی ضروری

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-17]

برای تغذیه انسان است، چرا که به دلیل نقش آن در ایجاد سلول‌های خونی (هموگلوبین) در انتقال اکسیژن در بدن مهم می‌باشد. آهن به عنوان یک عنصر معدنی هم‌چنین در عملکرد شناختی، متابولیسم تولید انرژی و سیستم ایمنی نقش دارد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که سر ماهی شمسک بزرگ می‌تواند منبعی ایده‌آل از آهن برای تغذیه انسان باشد. ید و سلنیوم دو ماده معدنی متمایز در غذاهای دریایی در مقایسه با سایر غذاهای حیوانی (مانند پستانداران و طیور) هستند، که معمولاً با فقر این عناصر معدنی مواجه می‌باشند (Aakre *et al*., 2019). در مطالعه حاضر نیز، نتایج نشان داد که ماهی شمسک بزرگ دارای مقادیر متفاوتی از این دو عنصر مشابه دیگر غذاهای دریایی بوده است. در میان بخش‌های مختلف ماهی شمسک، میزان هر دو عنصر در بخش باله شکمی و امعاء و احشاء به طور معنی‌داری نسبت به دیگر بخش‌ها بالاتر بود. حداقل ضروری ید برای سلامت انسان، ۲۲/۵ میکروگرم در صد گرم وزن مرطوب توصیه شده است (European Commission, 2021). در مطالعه حاضر میزان ید در تمامی بخش‌های ماهی شمسک از این میزان بالاتر بود که بیانگر غنی بودن فیله و ضایعات این ماهی از نظر ید می‌باشد. ید جزء ضروری هورمون‌های تیروئیدی یعنی تیروکسین و تری یدوتیرونین است، که برای سنتز پروتئین، فعالیت آنزیمی و متابولیکی ضروری هستند (McManus and Newton, 2011). مشابه ید، سلنیوم نیز عنصری حیاتی بوده و در بسیاری از پاسخ‌های متابولیک، مانند تولید مثل، سنتز DNA، و محافظت در برابر آسیب اکسیداتیو و عفونت نقش دارد (Aakre *et al*., 2019). در مطالعه حاضر میزان سلنیوم نیز در تمام بخش‌های ماهی شمسک بزرگ به طور قابل توجهی بیشتر از مقدار مورد نیاز تعیین شده برای سلامت انسان (۸/۲۵ میکروگرم در صد گرم) بود، که بیانگر غنی بودن بخش‌های مختلف این ماهی از نظر سلنیوم می‌باشد. بالابودن میزان ید و سلنیوم می‌تواند پتانسیل استفاده از ماهی شمسک بزرگ به عنوان غذاهای کاربردی را نشان دهد (Wu *et al*., 2022).

علاوه بر فلزات ضروری، در زنجیره غذایی دریایی در برخی از مناطق سطوحی از فلزاتی مانند سرب، کادمیوم، جیوه و آرسنیک تجمع یافته که می‌تواند برای جانداران دریایی سمی باشد و سلامت مصرف‌کنندگان غذاهای دریایی را با تهدید مواجه سازد (Polak-Juszczak, 2009). به عنوان مثال گزارش شده است که روی و جیوه می‌تواند باعث ناتوانی‌های شناختی و اثرات سوء بر سیستم عصبی گردد. هم‌چنین کادمیوم می‌تواند باعث ایجاد سرطان شش شده و اثرات منفی بر تولیدمثل و باروری انسان دارد (Boalt *et al*., 2014). از این رو مراجع سلامتی در کشورهای مختلف محدودیت‌های گسترده‌ای در زمینه وجود این عناصر در آبزیان برای مصارف انسانی وضع کرده‌اند. کمیسیون اتحادیه اروپا (European Commission, 2015) حداکثر میزان مجاز جیوه، سرب، کادمیوم و آرسنیک در مواد غذایی را به ترتیب ۵۰، ۳۰، ۵ و ۲ میکروگرم در گرم وزن مرطوب تعیین کرده است. در مطالعه حاضر، میزان تمامی این عناصر خطرناک در تمامی بخش‌های ماهی شمسک بزرگ از حدود مجاز تعیین شده پایین‌تر بود، که بیانگر عدم خطرناک بودن فیله و ضایعات ماهی شمسک بزرگ برای مصارف انسانی می‌باشد.

نتیجه‌گیری

به طور کلی نتایج مطالعه حاضر نشان داد که میزان مواد معدنی در بخش‌های مختلف ماهی شمسک بزرگ شامل فیله و ضایعات فرآوری آن (استخوان، سر، باله شکمی و امعاء و احشاء، باله دمی) با هم تفاوت معنی‌داری دارد. در بسیاری از موارد، ریزمغذی‌ها در بخش‌های ضایعات بالاتر از فیله بود، که معمولاً تنها بخش است که مصرف انسانی دارد. سطوح بسیاری از مواد معدنی سنجش شده در این مطالعه از سطح مورد نیاز برای سلامت انسان فراتر بود، که این امر پتانسیل ضایعات فرآوری ماهی شمسک بزرگ را به عنوان غذا یا مکمل های غذایی تقویت می‌کند. از نقطه نظر خطر عناصر مضر جیوه، سرب و کادمیوم، نتایج نشان داد که نمونه‌های ماهی شمسک بزرگ هیچ خطری برای سلامت انسان نداشته و کاملاً برای مصرف انسان بی‌خطر است. از این نظر، نتایج مطالعه حاضر می‌تواند به عنوان مبنایی ارزشمند برای تولید فرآورده‌های با ارزش افزوده از ماهی شمسک بزرگ باشد. استفاده متنوع‌تر و متناسب‌تر از تمام بخش‌های این ماهی می‌تواند سود بیش‌تری را برای شرکت‌های فرآوری ماهی فراهم آورده و حفظ مواد مغذی با ارزش را در زنجیره غذایی به حداکثر برساند.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-17]

سپاسگزاری

از کارشناسان محترم آزمایشگاه مرکزی دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار که ما را در انجام آزمایش‌های این پژوهش یاری نمودند سپاسگزاری می‌شود. هم‌چنین از داوران محترم به خاطر ارائه نظرهای ساختاری و علمی سپاسگزاری می‌شود.

References

Aakre, I., Næss, S., Kjellevold, M., Markhus, M.W., Alvheim, A.R., Dalane, J.Ø., Kielland, E. and Dahl, L., 2019. New data on nutrient composition in large selection of commercially available seafood products and its impact on micronutrient intake. *Food & Nutrition Research*, *63*, p.3573. https://doi.org/10.29219/fnr.v63.3573.

Ahmmed, M.K., Ahmmed, F., Stewart, I., Carne, A., Tian, H.S. and Bekhit, A.E.D.A., 2021. Omega-3 phospholipids in Pacific blue mackerel (*Scomber australasicus*) processing by-products. *Food Chemistry*, *353*, p.129451. DOI: 10.1016/j.foodchem.2021.129451.

Ajeeshkumar, K.K., Vishnu, K.V., Bineesh, K.K., Suseela Mathew, Sankar, T.V. and Asha, K.K., 2021. Macromineral and heavy metal profiles of selected deep-sea fish from the Kochi coast of the Arabian Sea, India. *Marine Pollution Bulletin*, *167*, p.112275. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112275.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists International)., 2005. *Official methods of analysis*. 18th ed. Maryland: AOAC INTERNATIONAL.

Asadi, H. and Dehghani Pashtroudi, R., 2012. *Fish Atlas of Persian Gulf and Oman Sea*. Iranian Fisheries Research Organization. (In Persian).

Boalt, E., Miller, A. and Dahlgren, H., 2014. Distribution of cadmium, mercury, and lead in different body parts of Baltic herring (*Clupea harengus*) and perch (*Perca fluviatilis*): Implications for environmental status assessments. *Marine Pollution Bulletin*, *78*(1-2), pp.130–136. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.10.051.

Davood, N., Vidya, M., Abhirami, N., Vishnu, K.V., Aneesh Kumar, K.V., Rajeeshkumar, M.P. and Hashim, M., 2024. Exploring the macrominerals and heavy metals profile of deep-sea fishes: A pioneering study on trawl bycatch and discards in the Arabian Sea. *Marine Pollution Bulletin*, *202*, p.116325. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2024.116325.

European Commission., 2006. *Regulation (EC) No 1924/2006 of the European Parliament and of the Council of 20 December 2006 on nutrition and health claims made on foods*. Official Journal of the European Union, 404, pp.9–25.

European Commission., 2015. *Commission Regulation (EU) 2015/1137 of 13 July 2015 amending Regulation (EC) No 1881/2006 as regards the maximum levels for certain contaminants in foodstuffs (Text with EEA relevance)*. In Official Journal of the European Union. EU, Brussels.

European Commission., 2021. *Commission Regulation (EU) No 432/2012 of 16 May 2012 establishing a list of permitted health claims made on foods, other than those referring to the reduction of disease risk and to children's development and health*. In Official Journal of the European Union, pp. 18-19.

Fathabad, A.E., Shariatifar, N., Moazzen, M., Nazmara, S., Fakhri, Y., Alimohammadi, M., Azari, A. and Mousavi Khaneghah, A., 2018. Determination of heavy metal content of processed fruit products from Tehran's market using ICP- OES: A risk assessment study. *Food and Chemical Toxicology*, *115*, pp.436-446. DOI: 10.1016/j.fct.2018.03.044.

Fischer, W. and G. Bianchi., 1984. *FAO species identification sheets for fishery purposes. Western Indian Ocean; (Fishing Area 51)*. Prepared and printed with the support of the Danish International Development Agency (DANIDA). Rome, Food and Agricultural Organization of the United Nations, Vols 1-6.

Hong, H., Zhou, Y., Wu, H., Luo, Y. and Shen, H., 2014. Lipid content and fatty acid profile of muscle, brain and eyes of seven freshwater fish: A comparative study. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, *91*(5), pp.795–804. https://doi.org/10.1007/s11746-014-2414-5.

IFO (Iranian Fisheries Organization)., 2023. *Statistical Yearbook of Iran Fisheries Organization 1397-1401*, Iran Fisheries Organization, Deputy Planning and Resource Management Department, first edition.

Islam, M.R., Akash, S., Jony, M.H., Alam, M.N., Nowrin, F.T., Rahman, M.M., Rauf, A. and Thiruvengadam, M., 2023. Exploring the potential function of trace elements in human health: a therapeutic perspective. *Molecular and cellular biochemistry*, *478*(10), pp.2141–2171. https://doi.org/10.1007/s11010-022-04638-3

Khandan Barani, H., Alavi-Yeganeh, M.S. and Riyahi Bakhtiari, A., 2022. Proximate composition and mineral content (K, Na, Ca and P) of four sillaginides from the southern waters of Iran. *Journal of Utilization and Cultivation of Aquatics*, *10* (4), pp.85-97. (In Persian). DOI: 10.22069/japu.2022.19753.1623.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-17]

Kim, S.K. and Jung, W.K., 2007. Fish and bone as a calcium source. In: Shahidi, F. (Ed.). *Maximising the value of marine by-products*. Woodhead Publishing. pp. 328–339. https://doi.org/10.1533/9781845692087.2.328.

McManus, A. and Newton, W., 2011. Seafood, nutrition and human health: A synopsis of the nutritional benefits of consuming seafood. Curtin University of Technology, Centre of Excellence for Science, Seafood & Health (CoESSH).

Meche, A., Martins, M.C., Lofrano, B.E.S.N., Hardaway, C.J., Merchant, M. and Verdade, L., 2010. Determination of heavy metals by inductively coupled plasma-optical emission spectrometry in fish from the Piracicaba River in Southern Brazil. *Microchemical Journal*, *94*(2), pp.171-174. https://doi.org/10.1016/j.microc.2009.10.018.

Olgunoglu, I.A. and Artar, E., 2016. The fatty acid profiles in the muscle tissues of four benthic fish species from northeastern Mediterranean Sea of Turkey. *Research Journal of Biotechnology*, *11*(9), pp.71-74.

Polak-Juszczak, L., 2009. Temporal trends in the bioaccumulation of trace metals in herring, sprat, and cod from the southern Baltic Sea in the 1994–2003 period. *Chemosphere*, *76*(10), pp.1334–1339. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2009.06.030.

USDA (United States Department of Agriculture)., 2019. *Fish, herring, Atlantic, raw (SR Legacy, 175116)* In: Food Data central, https://fdc.nal.usda.gov/.

Wu, H., Forghani, B., Abdollahi, M. and Undeland, I., 2022. Five cuts from herring (*Clupea harengus*): Comparison of nutritional and chemical composition between co-product fractions and fillets. *Food Chemistry: X*, *16*, p.100488. https://doi.org/10.1016/j.fochx.2022.100488.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-17]