University of Hormozgan

Journal of Aquatic Ecology

ISSN Print: 2322-2751 ISSN Online: 2980-9355

Homepage: https://jae.hormozgan.ac.ir

Assessment and comparison of metal contamination in the muscle tissue of lined piggy fish, *Pomadasys stridens* (Forsskål, 1775) in Persian Gulf (coastal waters of Tiyab and Lengeh)

Fatemeh Zakeri[1], Mohammad Reza Taherizadeh[1]✉, and Mohsen Safaei[2]

1. Department of Marine Biology, Faculty of Marine Science and Technology, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran.
2. Department of Fisheries, Faculty of Marine Science and Technologies, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran.

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received: 1 June 2024
Accepted: 3 May 2025
Published: 15 May 2025

✉**Corresponding Author:**
taheri.1965@gmail.com

Keywords:
P. stridens,
Biometry,
Bioindicator,
Trace metals,
consumption risk.

ABSTRACT

This study assessed the concentrations of heavy metals—lead (Pb), nickel (Ni), zinc (Zn), iron (Fe), and cadmium (Cd)—in the muscle tissue of *Pomadasys stridens* (Forsskål, 1775). A total of 60 fish specimens were collected in 2021 (year 1400 in the Iranian calendar) from two coastal locations in Hormozgan Province: Bandar Lengeh and Bandar Tiyab (30 samples from each). Biometric data, including total length and weight, were recorded prior to laboratory analysis. Muscle tissues were dried and subjected to chemical digestion, and metal concentrations were measured using atomic absorption spectrophotometry (AAS) with a graphite furnace. Results indicated significant biometric differences between the two locations, with fish from Bandar Tiab being larger than those from Bandar Lengeh. Significant differences ($p < 0.05$) in lead and zinc concentrations were also observed between the two sites. Overall, the concentration of all metals—except lead—was higher in samples from Bandar Tiyab. Compared to international standards and similar studies, the contamination levels suggested a low risk associated with consuming P. stridens from these regions. Additionally, no significant correlation was found between fish size (length and weight) and heavy metal accumulation.

CC BY NC

Publisher: University of Hormozgan

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.61882/JAquaEco.15.1.57]

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

The marine environment, due to its ecological diversity, is highly vulnerable to both intentional and unintentional pollution. Coastal areas, rich in nutrients and biodiversity, are particularly sensitive to contaminants. Among these, heavy metals such as lead (Pb), cadmium (Cd), mercury (Hg), nickel (Ni), zinc (Zn), aluminum (Al), arsenic (As), copper (Cu), and iron (Fe) are of major concern. These metals can enter aquatic systems through various anthropogenic sources, leading to significant ecological disruption and posing health risks to humans through the food chain. These risks include carcinogenicity, neurotoxicity, dermatological effects, hematological disorders, cardiovascular impacts, renal damage, and bioaccumulation in tissues. *Pomadasys stridens* (Forsskål, 1775), commonly known as the lined piggy fish and belonging to the family Haemulidae, is widely distributed in the Persian Gulf, the Sea of Oman, the northwestern Indian Ocean, the Red Sea, the Gulf of Aqaba, the Mediterranean Sea, and along the coast of southern Africa. Due to its abundance and position in the marine food web, *P. stridens* serves as a valuable bioindicator for monitoring heavy metal contamination in coastal ecosystems. This study aimed to evaluate the concentrations of five heavy metals (Pb, Ni, Zn, Fe, and Cd) in the muscle tissue of *P. stridens* from two coastal regions in Hormozgan Province—Bandar Lengeh and Bandar Tiyab—and to assess the relationship between fish biometric parameters and metal accumulation.

Materials and Methods

This study was conducted in the summer of 2017 at two major fish landing sites—Bandar Lengeh and Bandar Tiyab. A total of 60 *P. stridens* specimens were collected, with 30 samples from each location. Biometric measurements, including total length and weight, were recorded. Muscle tissue samples were dissected from the dorsal region, dried, and digested using nitric acid. Metal concentrations were determined using graphite furnace atomic absorption spectrophotometry (GfAAS) and expressed in milligrams per kilogram (mg/kg) of dry muscle weight.

Results

The biometric analysis showed that specimens from Bandar Tiyab had slightly higher mean total lengths and weights (17.55 ± 1.11 cm and 72.17 ± 13.43 g, respectively) compared to those from Bandar Lengeh (mean weight: 71.40 ± 11.96 g), although the difference was not statistically significant. Heavy metal analysis revealed that the average concentrations of Pb, Ni, Zn, Fe, and Cd in samples from Bandar Lengeh were 0.16, 0.74, 17.98, 15.81, and 0.28 mg/kg dry weight, respectively. In contrast, corresponding concentrations in Bandar Tiyab were 0.12, 0.90, 32.40, 20.08, and 0.42 mg/kg dry weight. All metals, except Pb, were found in higher concentrations in samples from Bandar Tiyab. Independent t-test results indicated statistically significant differences in the concentrations of Pb and Zn between the two locations ($p < 0.05$).

Conclusions

This study demonstrated notable spatial variation in heavy metal concentrations in *P. stridens* muscle tissue between the two sampling locations. Although biometric differences were minor, metal accumulation—particularly of Zn and Cd—was significantly higher in specimens from Bandar Tiyab. The lower concentration of lead in Bandar Tiyab samples may reflect its coastal

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.61882/JAquaEco.15.1.57]

source, likely linked to urban and agricultural runoff. Conversely, elevated Zn levels in Tiyab could be attributed to effluents from nearby shrimp farming operations, where zinc is commonly used in feed. Overall, the detected heavy metal levels were within acceptable limits for human consumption, indicating a low health risk from consuming *P. stridens* in these regions.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.61882/JAquaEco.15.1.57]

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

سنجش و مقایسه برخی فلزات سنگین در بافت عضله ماهی سنگسر مخطط *Pomadasys stridens* (Forsskål, 1775) در خلیج فارس (محدوده آب‌های ساحلی بندر لنگه و بندر تیاب)

فاطمه ذاکری[۱]، محمد رضا طاهری زاده[۱]✉، محسن صفائی[۲]

۱. گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان.
۲. گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان.

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۱۲
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۲/۱۳
تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۲/۲۵

✉ **نویسنده مسئول:**
taheri.1965@gmail.com

کلیدواژه‌ها:
ماهی سنگسر مخطط،
زیست سنجی،
شاخص زیستی،
فلزات جزئی،
ریسک مصرف.

چکیده

مطالعه‌ی حاضر با هدف بررسی میزان آلودگی فلزات سنگین سرب، نیکل، روی، آهن و کادمیوم در بافت عضله‌ی ماهی سنگسر مخطط *Pomadasys stridens* (Forsskål, 1775) انجام شد. به منظور ثبت داده‌های زیست سنجی و تعیین غلظت فلزات سنگین در بافت عضله آن‌ها، تعداد ۶۰ قطعه ماهی از بازار ساحلی ماهی فروشان بندر لنگه و بندر تیاب در تابستان سال ۱۴۰۰جمع‌آوری شدند. پس از زیست سنجی، بافت عضله‌ای نمونه‌ها جداسازی شدند و در آون قرار گرفتند تا خشک شوند و پس از هضم شیمیایی به منظور آنالیز غلظت فلزات سنگین شامل کادمیوم (Cd)، روی (Zn)، جیوه (Hg)، مس (Cu)، سرب (Pb) و نیکل (Ni) از روش اسپکتروفتومتری جذب اتمی با کوره گرافیتی در ماهیچه‌ی نمونه‌های *P. stridens* بررسی شد. نتایج بدست آمده نشان دادند که از نظر زیست سنجی، اختلاف معنی داری بین نمونه‌های بندر لنگه و بندر تیاب از نظر کمیت طول کل و وزن کل ماهی شاهده شد به طوری که طول کل در نمونه‌های بندر تیاب بیشتر بود درحالی که وزن کل ماهی در نمونه‌های بندر لنگه بیشتر بودند. همچنین اختلاف معنی داری ($p< ۰/۰۵$) بین ایستگاه از نظر میزان غلظت سرب و روی در بافت ماهی های مورد بررسی وجود داشت و غلظت همه‌ی فلزات به جز سرب در نمونه‌های بندر تیاب بیشتر بود. مقایسه‌ی میزان آلودگی نمونه‌های با مقادیر استاندارد و مطالعات مشابه نشان داد که خطر مصرف ماهی *P. stridens* جزئی بوده است. علاوه بر این مشخص شد که همبستگی معنی داری بین اندازه و وزن ماهی‌ها با میزان تجمع فلزات سنگین وجود نداشت.

ناشر: دانشگاه هرمزگان.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.61882/JAquaEco.15.1.57]

مقدمه

محیط زیست دریایی به دلیل تنوع اکولوژیکی در برابر مواد آلاینده که به عمد یا غیرعمد به آن وارد می‌شود بسیار آسیب پذیر است. در مناطق ساحلی تنوع زیستی چشمگیرتر است زیرا از لحاظ مواد غذایی و پناهگاه غنی می‌باشند. مواد غذایی از طریق رودخانه‌ها به دریاها وارد می‌شوند فعالیت‌های انسانی این شارش را تحت تأثیر قرارر داده و امروزه آب‌های سطحی بسته به موقعیت شان، کم و بیش تحت تأثیر آلودگی قرار گرفته‌اند. منطقه خلیج فارس یکی از با ارزش‌ترین زیست بوم‌های آبی جهان است که زیستگاه متنوع‌ترین گونه‌های گرمسیری می‌باشد که شرایط بسیار ویژه‌ای دارد که محیط‌زیست آن را تبدیل به محیطی بسیار حساس و شکننده تبدیل کرده است(Cunningham *et al.*, 2019). این حوضه آبی در دهه‌های اخیر با مشکلات ناشی از آلاینده‌هایی مواجه بوده است که از منابع مختلفی مانند فاضلاب‌های شهری و صنعتی، پساب‌های کشاورزی و هم‌چنین از طریق منابع طبیعی نظیر فعالیت‌های زمین‌شناسی وارد آب و زنجیره غذایی می‌شوند. فعالیت انواع شناورها و نشت مواد آلاینده آن‌ها به خلیج فارس و رهاسازی انواع مواد شیمیایی خطرناک از اصلی ترین عوامل آلودگی محیط زیست دریایی خلیج فارس به می‌باشد که باعث شده‌اند در زمانی کوتاهی این حوضه‌ی آبی به یکی از شکننده ترین زیستگاه‌های جهان تبدیل شود (Reynolds, 1993). فلزات سنگین از جمله آلاینده‌های محیط‌زیست هستند که مواجه شدن انسان با بعضی از آن‌ها از طریق آب و مواد غذایی می‌تواند مسمومیت‌های مزمن و بعضا حاد خطرناکی را ایجاد نمایند که از جمله آن‌ها می‌توان به فلزاتی نظیر سرب، کادمیوم، جیوه، نیکل، روی، آلومینیوم، آرسنیک، مس و آهن اشاره کرد. تحقیقات نشان می‌دهد که بیش‌تر این آلاینده‌ها پس از ورود به منابع آبی، منجر به تغییراتی شگرف در اکوسیستم آن‌ها می‌شود. در بین بیشماری از آلاینده‌ها که وارد اکوسیستم‌های آبی ودر نهایت باعث آلودگی اکوسیستم آبی می‌شوند فلزات سنگین، با توجه به مقدار سمیت، پایداری، تجزیه ناپذیر بودن و توانایی تجمع زیستی‌شان در بسیاری از گونه های دریایی از اهمیت بالایی برخوردارند. فلزات توسط فرآیند خودپالایی از آب‌ها گرفته نمی‌شوند، اما در ذرات معلق شده در آب،رسوبات و جانوران آبزی تجمع پیدا می کنند(Adedeji *et al*, 2011) .در مقایسه با سایر آلاینده‌ها، فلزات سنگین پایدار هستند و دارای اثرات سمی و همچنین تجمع زیستی هستند که به شدت به محیط های دریایی آسیب می رساند(Sun X *et al.*, 2020). فلزات سنگین به دو گروه فلزات ضروری و غیر ضروری تقسیم می‌شوند. فلزات ضروری مانند روی، مس، کبالت و منگنز نقشی در فرایند برخی از فعالیت‌های متابولیک اعضا دارند که در غلظت‌های زیاد سمی می‌باشند. اما غیر ضروری از جمله آرسنیک، کادمیوم، سرب و جیوه که معمولاً برای فعالیت‌های زیستی مورد نیاز نیستند، حتی در غلظت‌های پایین نیز خطرناک‌اند. این فلزات پس از ورود به بدن دفع نمی‌شوند بلکه در بافت‌هایی مثل چربی، عضلات، استخوان‌ها و مفاصل انباشته می‌شوند که همین امر موجب بروز بیماری‌ها و عوارض متعددی می‌شود (Harikumar *et al.*, 2009). فلزات سنگین به طور طبیعی نیز در محیط‌های آبی به صورت محلول وجود دارند که فراوان ترین فلزات سنگین موجود در سیستم‌های آبی شامل کادمیوم (Cd)، روی (Zn)، جیوه (Hg)، مس (Cu)، سرب (Pb) و نیکل (Ni) می‌باشند. (Chale, 2002). داشتن اطلاعات در مورد آلودگی فلزات سنگین در آبزیان از دو نظرِ مدیریت طبیعی و سلامت انسانی حائز اهمیت است. اثرات منفی این فلزات عموما روی بافت‌های مختلف ازجمله مغز و کلیه ایجاد می‌گردد، اما ممکن است سبب عوارض متعددی نیز بر سلامتی انسان شوند Pourang) .*et al.*, 2005)

نتایج منتشر شده از اثر آلاینده‌های مختلف از جمله پساب‌های صنعتی، فاضلاب‌های شهری، پساب‌های کشاورزی، نشت سوخت و نشت نفت خام حاصل از فعالیت‌های استخراج و فراوری می‌تواند قابل توجه باشد (Naji *et al*., Sheppard ,. 1993:

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.61882/JAquaEco.15.1.57]

2016). آلاینده‌های فلزی حاصل از فعالیت‌های انسانی باعث تغییرات اکولوژیک و آلوده شدن زنجیره‌ی غذایی می‌شوند که باتوجه به این که انسان در صدر زنجیره غذایی قرار دارد، این تأثیر ممکن است خطرناک باشد و باعث بروز مشکلات متعدد شود (Naji Mostafiz *et al*., 2020 *et al*., 2016:). این فلزات با ایجاد مکانیسم‌های متعدد سبب به هم خوردن تعادل فیزیولوژیک درموجودات زنده به‌ویژه انسان می‌شوند و طیف گسترده‌ای از عوارض و اختلالات را به وجود می‌آورند. این عوارض و اختلالات در تمامی ارگان‌ها دیده می‌شوند(Cunningham *et al*., 2019). از مهمترین اختلالات و عوارض آنها می‌توان به سرطان‌زائی، اثر بر سیستم اعصاب مرکزی و محیطی، اثر بر روی پوست، اثر بر روی سیستم خونساز، اثر بر سیستم قلبی و عروقی، آسیب به کلیه‌ها و تجمع در بافت‌ها اشاره کرد (Pakzadtochai, 1392). مطالعات مختلفی در رابطه با تاثیر انواع مختلفی از آلاینده¬های فلزات سنگین بر روی گونه¬های مختلف ماهیان و آبزیان انجام شده است از جمله مقایسه تجمع برخی فلزات سنگین (جیوه، مس و روی) در بافت کبد و عضله ماهی کپور پرورشی و کپور دریایی (*Cypinus carpio*) (Mortazavi, and Hatami , 1398 Mensh)، بررسی تجمع غلظت فلزات سنگین (سرب،کادمیوم و جیوه) در عضله ماهی گوازیم دم‌رشته‌ای (*Nemipterus japonicus*) (*Khandani shrahi et al*., 2017)، بررسی تجمع فلزات سنگین در عضله ماهی کفشک تیزدندان (*Psettodes erumei*) آب‌های بوشهر (AliNadez *et al*., 2015)، میزان فلزات سنگین آهن، مس، روی، منیزیم، منگنز، جیوه، سرب و کادمیوم را در بافت‌های خوراکی و غیرخوراکی ماهی کفال پشت سبز (Liza dussumieri) در سواحل بوشهر (Sadeghi *et al*., 2017)، انباشتگی برخی عناصر سنگین در بافت‌های عضله، کبد و آبشش ماهی هامور (*Epinephlus coioiedes*) (AliNadez .(*et al*., 2015

مصرف آبزیان نقش قابل توجهی در سبد غذایی ساکنین سواحل جنوبی ایران دارد که اخیراً نگرانی در مورد آلودگی آبزیان افزایش یافته است، زیرا آبزیان می‌توانند دارای طیف وسیعی از مواد آلاینده‌ی پایدار ازجمله فلزات سنگین باشند (Anandkumar *et al*., 2019). ماهی سنگسر مخطط با نام علمی *Pomadasys stridens* (Forsskål, 1775) متعلق به خانواده سنگسر ماهیان (Haemulidae) می‌باشد (Avşar *et al*., 2021) و یکی از گونه‌های دارای فراوانی و پراکنش قابل توجه در اکوسیستم‌های خلیج فارس، دریای عمان، شمال غرب اقیانوس هند، دریای سرخ، دریای مدیترانه، خلیج عقبه و جنوب آفریقا می‌باشد (*Vahabnezhad et al*., 2018). این گونه در آب‌های ساحلی کم عمق اطراف صخره‌ها، بسترهای شنی، خورها و دهانه خورهای لب شور ساکن است و پتانسیل بالایی در مقابل شرایط نامساعد محیطی دارد (Karimi *et al*., 2019). این گونه درخلیج فارس نسبتاً فراوان بوده ولی میزان صید آن مشخص نشده است. اما طبق نظر صیادان محلی تحت بهره‌برداری شدید نمی‌باشد و میزان صید آن غالباً کم است. ماهی*P. stridens* به دلیل جمعیت زیاد و فراوانی بالا، نقش مهمی در چرخه غذایی ایفا می‌کنند (Alavi-Yeganeh *et al*., 2019). با توجه به تأثیر این گونه در چرخه‌ی غذایی، می‌توان چنین بیان کرد که *P. stridens* شاخص مناسبی جهت بررسی میزن آلودگی فلزات سنگین در زنجیره‌ی غذایی باشد. هدف این مطالعه بررسی آلودگی فلزات سرب، نیکل، روی، آهن و کادمیوم در نمونه‌های ماهی *P. stridens* جمع آوری شده از بندر لنگه و بندر تیاب می‌باشد. همچنین تأثیر کمیت‌های زیست سنجی نیز بر میزان آلودگی فلزات سنگین مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

مطالعه‌ی حاضر در تابستان ۱۴۰۰ در دو منطقه‌ی بندر لنگه و بندر تیاب به عنوان یکی از مناطق مهم صید و تخلیه این گونه ماهی ماهی سنگسر مخطط در استان هرمزگان صورت گرفت (شکل ۱). در مجموع تعداد ۶۰ قطعه از بازار ساحلی مناطق یاد شده جمع

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.61882/JAquaEco.15.1.57]

آوری شدند و پس از قرار دادن در جعبه‌ی حاوی پودر یخ به آزمایشگاه منتقل شدند. در قدم اول زیست سنجی نمونه‌ها صورت گرفت و طول کل، وزن کل ماهی آن‌ها به ترتیب با استفاده از خط‌کش زیست سنجی و ترازوی دیجیتالی (با ۰/۰۰۱ گرم) اندازه‌گیری و ثبت شدند (Moopam, 1999). سپس بافت عضله‌ی باله‌ی پشتی ماهی جداسازی شده به همراه نمونه‌های شاهد در آون در دمای ۸۰ درجه سانتیگراد قرار گرفتند تا کاملاً خشک شوند. سپس جرم خشک نمونه‌های ماهیچه با استفاده از ترازوی دیجیتال ثبت شد (Gu *et al.*, 2015). در مرحله‌ی بعد نمونه‌های بدست آمده با استفاده از هاون چینی پودر شدند و برای هضم شیمیایی به روش MOOPAM آماده شدند (Moopam, 1999). در این روش مقدار ۰/۵ گرم از هر نمونه‌ی خشک و همـوژنیزه‌ی عضله، با استفاده از ترازوی الکتریکی دارای دقت ۰/۰۰۱گرم، اندازه‌گیری شد و سپس به لوله‌های آزمایش جداگانه منتقل شد و ۱۰ میلی لیتر اسید نیتریک ۶۵٪ به آن اضافه شد. به منظور هضم اولیه، نمونه‌ها به مدت ۱ ساعت در دمای ۴۰ درجه قرار گرفتند. پس از هضم اولیه، لوله‌های آزمایش کاملا بسته شدند و به مدت ۳ ساعت در دمای ۱۴۰ درجه سانتیگراد قرار گرفتند تا هضم نهایی صورت گیرد. سپس نمونه‌ها با استفاده از کاغذ صافی واتمن ۴۲ میکرونی صاف شدند و در یخچال قرار داده شدند تا سرد شوند. محلول‌های شفاف به دست آمده درون هر لوله‌ی آزمایش، به استوانه مدرج منتقل و به حجم ۵۰ میلی لیتر رسیدند و با اب مقطر به حجم رسانده شد. در نهایت به منظور آنالیز غلظت فلزات نمونه‌ها با استفاده از روش اسپکتروفتومتری جذب اتمی با کوره گرافیتی (GfAAS) آنالیز شدند. مقادیر خوانده شده به واحد میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک ماهیچه‌ی ماهی سنگسر مخطط *P. stridens* تبدیل شدند. و از رابطه‌ی (۱) جهت تعیین غلظت فلزات استفاده شد (Copat.C *et al.*, 2013). با توجه به استفاده از روش منحنی کالیبراسیون، نمونه های استاندارد نیکل، سرب، روی، آهن و کادمیوم برای کالیبره کردن دستگاه استفاده گردید. ریکاوری فلزات مذکور مطابق جدول۱ بدست آمد بازیابی فلزات مذکور مطابق جدول۱بدست آمد

رابطه (۱) $$Mc = (C \times V) / W$$

که Mc= غلظت فلز در نمونه جامد (mg/kg)

C= غلظت فلز در محلول فلزی حاصل از هضم (ppm)

V= حجم رقت نهایی (۵۰ میلی لیتر)

W= جرم خشک نمونه (g)

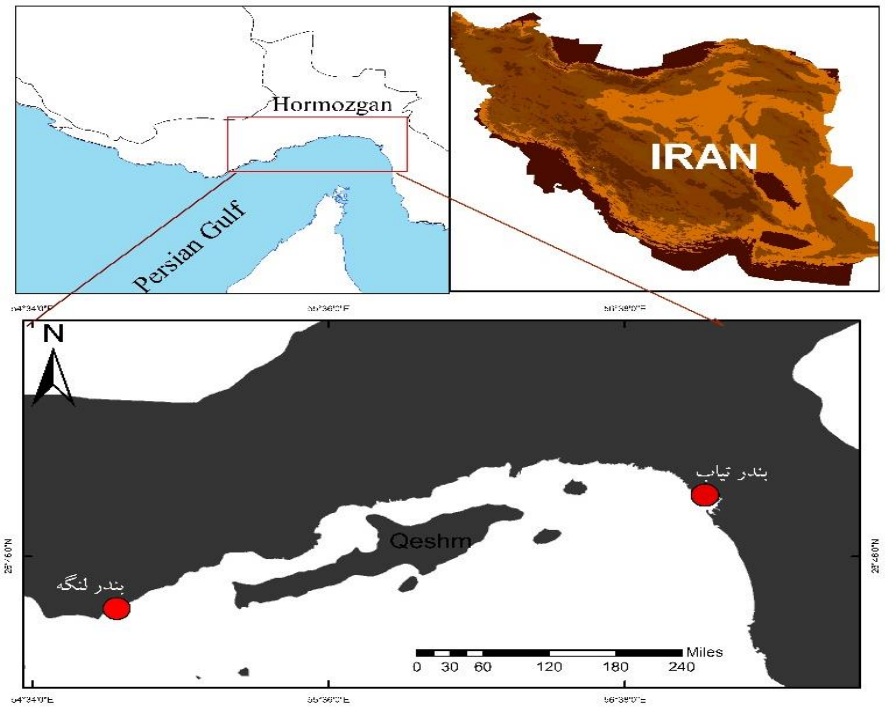
جدول ۱. طول موج همراه با درصد بازیابی برای هر فلز

عنصر	نیکل	سرب	آهن	کادمیوم	روی
طول موج (نانومتر)	۲۳۲	۲۱۷	۲۴۸/۴	۲۲۸/۸	۲۱۳

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.61882/JAquaEco.15.1.57]

درصد بازیابی	٪۹۸	٪۹۷	٪ ۹۹/۵	٪۹۹/۷	٪۹۶



شکل ۱. موقعیت مکان‌های نمونه برداری

با استفاده از نرم افزار Excel۲۰۱۳، کمیت‌های مختلف آمار توصیفی محاسبه شدند و غلظت‌های بدست آمده با مقادیر استاندارد WHO (مرجع بین المللی برای تنظیم استاندارد و ایمنی آب آشامیدنی) (Organization, 2000)، استاندارد FDA (اداره مواد غذایی و دارویی ایالات متحده آمریکا) (FDA *et al*., 1989)، استانداردFAO (سازمان غذا و کشاورزی) (Nauen, 1983)، استاندارد اتحادیه اروپا (Nasreddine and Parent-Massin, 2002) و استاندارد انگلستان (MAFF) (Contaminants, 1993) مقایسه شدند. سایر بررسی های آماری با استفاده از نرم افزار SPSS ver.23 صورت گرفتند. پس از انجام آزمون نرمال بودن با استفاده از روش Anderson-Darling، و از آزمون t مستقل به منظور مقایسه‌ی نمونه‌های بندر لنگه با بندر تیاب استفاده شد. در نهایت از ضریب همبستگی Pearson برای بررسی ارتباط کمیت‌های مختلف استفاده شد($p<$ ۰/۰۵).

نتایج

نتایج حاصل از ثبت داده‌های زیست سنجی تعداد ۶۰ قطعه ماهی سنگسر مخطط (*P. stridens*) در جدول ۲ نمایش داده شده‌است. بیشترین مقادیر میانگین طول کل و وزن کل در ایستگاه تیاب مشاهده شد که به ترتیب برابر با ۱/۱۱ ± ۱۷/۵۵ سانتی‌متر و۱۳/۴۳± ۷۲/۱۷ گرم بودند. . نتایج آزمون t مستقل بین وزن کل ماهی سنگسر مخطط در بندرلنگه (۱۱/۹۶±۷۱/۴۰ گرم) و وزن کل در بندرتیاب (۱۱/۴۳±۷۲/۱۷ گرم) نشان داد که به لحاظ آماری تفاوت معنی داری بین دو منطقه وجود نداشت (p>۰/۰۵). به لحاظ آماری تفاوت معنی داری در میزان وزن تر ماهیچه بین دو منطقه وجود نداشت ($p >$۰/۰۵) به طوری که وزن تر ماهیان ایستگاه

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-24]
[DOI: 10.61882/JAquaEco.15.1.57]

بندر لنگه و بندر تیاب به ترتیب (۲/۳۲±۱۱/۳۰) گرم و (۱/۲۲±۹/۹۶) گرم بود به طور کلی، نتایج داده های امار توصیفی بدست آمده نشان دادند که مقادیر طول کل و وزن کل برای ماهیان منطقه بندر تیاب بیشتر از بندر لنگه بوده است.

جدول۲. داده‌های توصیفی زیست سنجی ماهی سنگسر مخطط *P. stridens* مطالعه شده در مناطق بندر لنگه و بندر تیاب

		طول کل(cm)	وزن کل(gr)
بندر لنگه	میانگین	۱۶/۶۶	۷۱/۴۰
	انحراف معیار	۱/۱۸	۱۱/۹۶
	حداقل	۱۵/۰۰	۵۰/۵۶
	حداکثر	۱۹/۸۰	۱۰۰/۲۵
بندر تیاب	میانگین	۱۷/۵۵	۷۲/۱۷
	انحراف معیار	۱/۱۱	۱۳/۴۳
	حداقل	۱۵/۶۰	۵۰/۵۹
	حداکثر	۲۰/۰۰	۱۰۶/۲۰

نمودار غلظت فلزات مختلف به تفکیک ایستگاه نیز در شکل ۲ نمایش داده شده است. میانگین غلظت سرب، نیکل، روی،آهن،کادمیوم در نمونه‌های بندر لنگه به ترتیب ۰/۱۶، ۰/۷۴، ۱۷/۹۸، ۱۵/۸۱ و ۰/۲۸ و برای نمونه‌های بندر تیاب به ترتیب ۰/۱۲، ۰/۹۰، ۳۲/۴۰، ۲۰/۰۸ و ۰/۴۲ میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک محاسبه شد. میانگین غلطت بدست آمده برای فلزات به جز سرب در نمونه‌های بندر تیاب بیشتر از نمونه‌های بندر لنگه بود (شکل ۲ جدول ۳). بر اساس نتایج آزمون t مستقل ، اختلاف غلطت سرب و روی در نمونه‌های بندر لنگه و بندر تیاب معنی دار بود (p <۰/۰۵). درحالیکه غلظت نیکل، آهن و کادمیوم اختلاف معنی داری نداشتند (p> ۰/۰۵). بر اساس مقادیر استاندارد غلظت سرب و آهن تمام نمونه‌ها کمتر از استانداردهای استفاده شده بود. غلظت نیکل از استاندارد WHO بیشتر و از FDA کمتر بود. غلظت روی در بندر لنگه از همه‌ی استانداردهای استفاده شده کمتر بود اما میانگین غلظت مشاهده شده در بندر تیاب از استاندارد FAO بیشتر از استاندارد انگلستان، استاندارد WHO و استاندارد اتحادیه‌ی اروپا کمتر بود. غلظت کادمیوم نیز از استاندارد انگلستان بیشتر و از استاندارد WHO و استاندارد اروپا کمتر بود (جدول ۴).

جدول۳ . میزان فلزات سنگین مورد مطالعه در بافت ماهیچه‌ی نمونه‌های *ماهی سنگسر مخطط P. stridens* مطالعه شده در مناطق بندر لنگه و بندر تیاب (برحسب میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک)

سرب	نیکل	روی	آهن	کادمیوم

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.61882/JAquaEco.15.1.57]

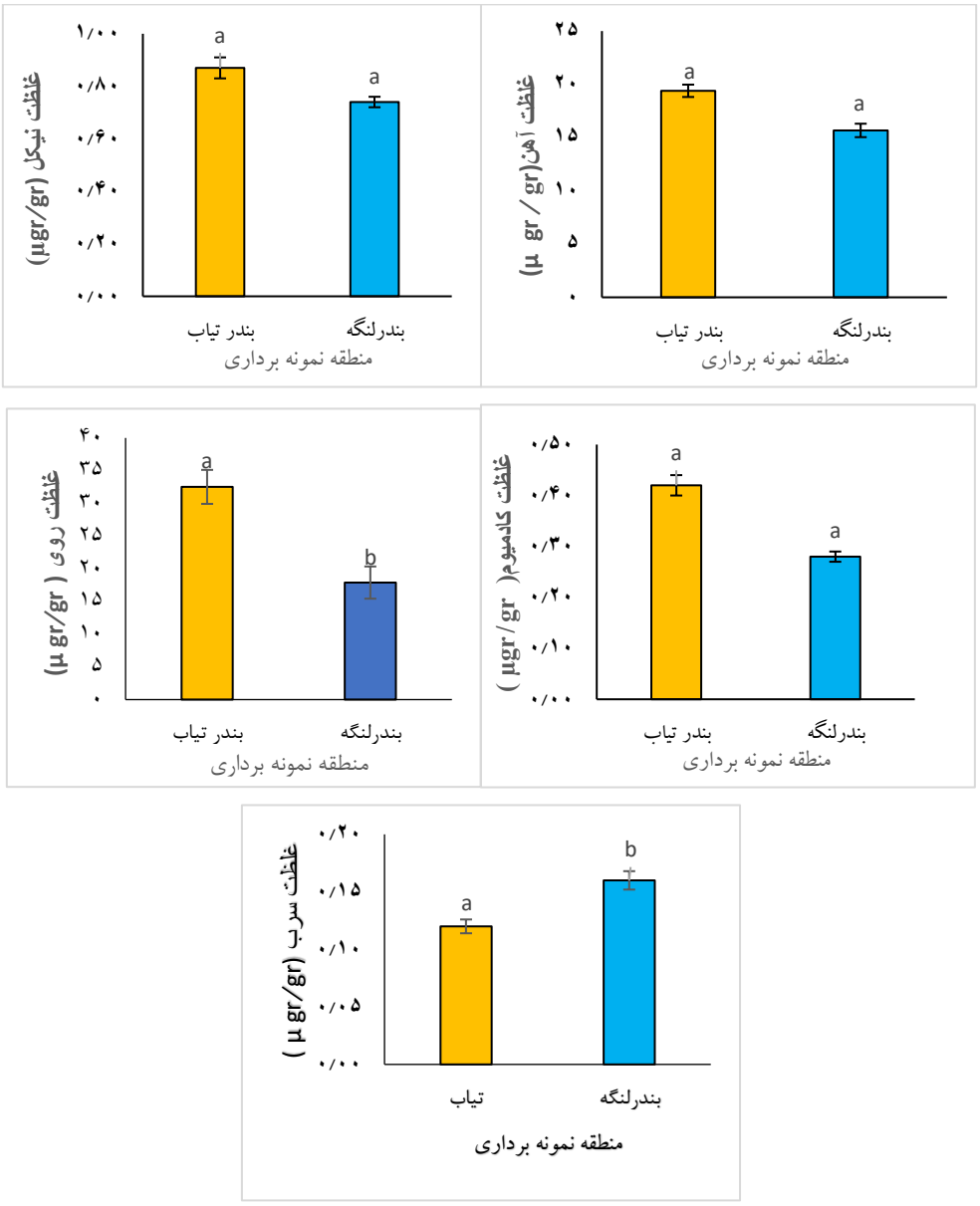
بندر لنگه	میانگین	۰/۱۶	۰/۷۴	۱۷/۹۸	۱۵/۸۱	۰/۲۸
	انحراف معیار	۰/۰۱	۰/۰۲	۲/۴۶	۰/۶۳	۰/۰۱
	حداقل	۰/۱۲	۰/۷۱	۱۳/۱۵	۱۴/۷۵	۰/۲۶
	حداکثر	۰/۱۸	۰/۷۹	۲۰/۹۱	۱۶/۹۶	۰/۲۹
بندر تیاب	میانگین	۰/۱۲	۰/۹۰	۳۲/۴۰	۲۰/۰۸	۰/۴۲
	انحراف معیار	۰/۰۲	۰/۰۴	۲/۶۰	۰/۵۸	۰/۰۲
	حداقل	۰/۱۵	۰/۸۱	۲۶/۱۷	۱۹/۰۳	۰/۳۹
	حداکثر	۰/۱۶	۰/۹۷	۳۵/۹۷	۲۰/۹۹	۰/۴۵

جدول ٤. غلظت استاندارد فلزات سنگین در مقادیر استاندارد (برحسب میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک)

استاندارد	منابع	سرب	نیکل	روی	آهن	کادمیوم
استاندارد WHO	WHO,2000	۱/۵	۰/۳۸	۱۰۰	۱۰۰	۰/۵
استاندارد FDA	FDA, 1989	۵	۱	–	۸۰	–
استاندارد FAO	Nauen, 1983	۲	–	۳۰	۱۰۰	–
استاندارد اتحادیه اروپا	Nasreddine and Parent-Massin, 2002	۱/۵	–	۱۵۰	–	۱/۵
استاندارد انگلستان (MAFF)	Contaminants, 1993	۲	–	۵۰	–	۰/۲
مطالعه حاضر (میانگین)	بندر تیاب	۰/۱۲	۰/۹۰	۳۲/۴۰	۲۰/۰۸	۰/۴۲
	بندر لنگه	۰/۱۶	۰/۷۴	۱۷/۹۸	۱۵/۸۱	۰/۲۸

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.61882/JAquaEco.15.1.57]



شکل ۲. میزان فلزات مورد مطالعه در مناطق بندر لنگه و بندر تیاب (برحسب میلی گرم بر گرم وزن خشک) آنتنک ها بیانگر انحراف معیار است.حروف متفاوت a و b نشان دهنده وجود تفاوت معنا دار بین مناطق مذکوراست.

نتایج آزمون همبستگی پیرسون بین غلظت عناصر و کمیت‌های زیست سنجی در نمونه‌های بررسی شده ، در جدول ۵ آورده شده است. بر اساس نتایج ثبت شده ، همبستگی مثبت و معنی داری بین عناصر مختلف مشاهده شد. همچنین همبستگی معنی داری بین غلظت فلزات با خصوصیات زیست سنجی مشاهده نشد که نشان داد خصوصیات مربوط به رشد رابطه‌ی خطی و معنی داری با تجمع فلزات در بافت ماهیچه نداشته‌اند. با توجه به اهمیت رابطه‌ی بین وزن کل و طول کل، علاوه بر ضریب هبستگی پیرسون

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-24]
[DOI: 10.61882/JAquaEco.15.1.57]

(= p ۰.۸۸۴/۰۸۸۴) ، رگرسیون خطی بین این دو کمیت محاسبه شد (جدول ۵). نتایج به دست آمده نشان دادند که وزن کل و طول کل رگرسیون خطی (R-sq=78.18%) معنی دار و قابل توجهی با یکدیگر داشتند.

جدول۵. ضرایب همبستگی بین غلظت فلزات و کمیت‌های زیست سنجی مورد مطالعه در نمونه‌های ماهی سنگسر مخطط *Pomadasys stridens* (Forsskål, 1775) بندر لنگه و بندر تیاب (مقادیر معنی دار پررنگ شده اند)

	سرب	نیکل	روی	آهن	کادمیوم	طول کل
نیکل	۰/۹۵۶					
روی	۰/۹۷۵	۰/۹۷۸				
آهن	۰/۹۸۹	۰/۹۷۷	۰/۹۸۷			
کادمیوم	۰/۹۸۶	۰/۹۷۰	۰/۹۷۸	۰/۹۹۰		
طول کل	−۰/۳۶۹	−۰/۳۶۶	−۰/۳۴۴	−۰/۳۷۱	−۰/۳۷۰	
وزن کل	−۰/۰۵۸	−۰/۰۸۹	−۰/۰۴۷	−۰/۰۶۸	−۰/۰۵۹	۰/۸۸۴

بحث

مقادیر محاسبه شده برای غلظت فلزات سرب، نیکل، روی، آهن و کادمیوم (برحسب میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک) در مقایسه با مقادیر استاندارد WHO (Organization, 2000)، استاندارد FDA (FDA *et al.*, 1989)، استاندارد FAO (Nauen, 1983) ، استاندارد اتحادیه اروپا (Nasreddine and Parent-Massin, 2002) و استاندارد انگلستان (MAFF) در جدول ۴ نمایش داده شده است. فلزات سنگین، توانایی تجمع زیستی در بافت‌های موجودات زنده را دارند که این تجمع و غلظت غیر معمول، عمدتاً اثر مخربی بر سلامتی و ارگان‌های موجودات مختلف به خصوص انسان دارد. آلودگی فلزات سنگین عمدتاً بر اثر فعالیت‌های انسانی مختلف ایجاد می‌شود که پس از نفوذ به زنجیره‌ی غذایی و بزرگنمایی زیستی، سلامت اکوسیستم و انسان را تحت تأثیر قرار می دهند. مناطق ساحلی خلیج فارس به شکل قابل توجهی تحت تأثیر آلاینده‌های مختلف انسان ساز از جمله آلاینده‌های صنعتی، شهری، کشاورزی و نفتی قرار گرفته است. در این بین، فلزات سنگین جزء مهمترین آلاینده‌های خلیج فارس می‌باشند که بر اثر توسعه در دهه‌های اخیر، افزایش چشم گیری داشته‌اند. آلودگی فلزات سنگین توانایی ایجاد تغییرات در زنجیره غذایی را دارند و شدت این تأثیرات در نواحی ساحلی که زیستگاه گونه‌های مهم شیلاتی است، بیشتر است. در نتیجه ضروری است که مطالعات متعددی در راستای بررسی آلودگی فلزات سنگین در گونه‌های شیلاتی صورت بگیرد تا از این طریق بتوان مشخص کرد که وضعیت فاکتورهای زیست سنجی، سلامت و میزان تجمع آلودگی در بافت این این گونه‌ها در چه وضعیتی قرار دارد.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.61882/JAquaEco.15.1.57]

از نظر غلظت میانگین غلظت فلزات سنگین، همه‌ی عناصر به جز سرب در نمونه‌های بندر تیاب غلظت بالاتری را نشان دادند که نشان دهنده‌ی آلودگی بیشتر در نمونه‌های بندر تیاب بود. در نمونه‌های بندر تیاب و بندر لنگه میانگین غلطت آهن و سرب کمتر از همه‌ی مقادیر استاندارد بررسی شده بود. در حالیکه میانگین غلظت نیکل در هر دو منطقه در بازه‌ی بین مقدار WHO و FDA قرار داشت. از نظر غلظت روی، میانگین غلظت مشاهده شده در بندر لنگه از استانداردهای مورد بررسی کمتر بود اما میانگین غلظت روی در بندر لنگه از استاندارد FAO بیشتر بود و از سایر استاندردها کمتر بود. در نهایت میانگین غلظت کادمیوم نیز در هر دو منطقه از استاندارد انگلیس بیشتر و از سایر استناداردها کمتر بود. مقایسه‌ی غلظت‌های بدست آمده با مطالعات مشابه داخلی و خارجی، می‌تواند اطلاعات مفیدی در وضعیت آلودگی نمونه‌ی مورد مطالعه فراهم کند. از این رو نتایج برخی مطالعات مشابه در جدول ۶ نمایش داده شده است. غلظت‌های بدست آمده برای سرب، کمتر از مقادیر بدست آمده در نمونه‌های ماهی جمع آوری شده از سواحل بوشهر (Gholizadeh *et al* 1402) و (Ghanbari *et al* 1396) بیشتر از مقادیر بدست آمده برای نمونه‌های ماهی جمع آوری شده از سواحل بندرعباس (Sadeghi *et al* 2016) ، سواحل بوشهر (، Khandani shrahi *et al*., 2017) دریاچه‌ی دانگتینگ چین (Jiang *et al*., 2022) و سد مکرا مراکش (Mahjoub *et al*., 2021) بیشتر بود آلودگی سرب در محیط های دریایی به سبب نزولات جوی، سوخت‌های قایق‌های موتوری و روغن‌های مستعمل ، تخلیه فاضلابهای صنعتی، صنایع آبکاری و تجهیزات الکترونیکی، و رهاساز ی سرب از رنگ بدنه قایق موتوری ها و کشتی ها است(Hasanpour *et al*., 2014).منطقه تیاب یکی از مراکز پرورش میگو در ایران است و ورود پساب‌ها باعث آلودگی متعدد ، و اسکله برای لنج ها و قایق ها از سوی دیگر و در مجاورت پمپ بنزین و انتقال غیر اصولی سوخ در این منطقه باعث افزایش آلاینده ها و فلزات وابسته به سوخت و از طرفی تعمیر و رنگ کاری لنجها در انتهای خور و ورود پساب‌های شهری در این منطقه میتواند باعث افزایش فلزات شده باشد غلظت نیکل در نمونه‌های مطالعه‌ی حاضر از همه‌ی مطالعات مشابه بیشتر بود که ناشی از فعالیت‌های انسانی می‌باشدو در مقالات متعددی در رابطه با رسوب شناسی تاکید بر این است که فلز نیکل در بافت بستر این منطقه شرق استان هرمزگان طبیعی و منشاء زمین شناسی دارد. بالاتر بودن فلز روی می تواند به دلیل نقش مهم آن نیز باشد چون روی در اکثر آنزیم ها حضور داشته از طرفی میزان دفع روی نسبت به میزان تجمع زیستی آن، بسیار آهسته می باشد که این باعث انباشتگی فلز روی در بدن موجودات آبزی می‌شود (Tekin-Ozan and Kir, 2005). از طرفی دیگر فلز روی یکی از ترکیبات غذای کنسانتره خشک آبزی پروری (میگو) است که از طریق پساب های پرورش میگو وارد اکوسیستم دریایی می شود۰ غلظت کادمیوم در نمونه‌های مطالعه شده از مطالعات خارجی مورد بررسی بیشتر غلظت نسبتا بالای کادمیوم را میتوان به پساب‌های کشاورزی که یکی از مهمترین منابع آلوده کننده دریا می باشد نسبت داد و از مطالعات مشابه داخلی کمتر بود.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.61882/JAquaEco.15.1.57]

بر اساس نتایج همبستگی Pearson همبستگی مثبت و معنی دار بین عناصر مختلف مشاهده شد که می‌توان نتیجه گرفت که عناصر سرب، نیکل، روی، آهن و کادمیوم می‌شدند تحت تأثیر فعالیت‌های انسانی قرار نگرفته اند علاوه بر این همبستگی معنی داری بین بین غلظت فلزات با خصوصیات زیست سنجی مشاهده نشد که می‌توان نتیجه گرفت که میزان رشد تأثیر معنی داری بر میزان تجمع فلزات در بافت ماهیچه نداشته است. از طرفی همبستگی و رگرسیون خطی معنی داری بین طول کل و وزن کل مشاهده شد. علاوه بر این مشخص شد که کمیت‌های طول کل رابطه‌ی خطی معنی داری با هم دارند و وزن کل، نیز رابطه‌ی خطی معنی داری با هم دارند.

جدول ٦. غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های ماهی جمع آوری شده در برخی مطالعات صورت گرفته در ایران و سایر کشورها و همچنین مقایسه مطالعه فعلی (برحسب میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک)

منطقه	گونه	سرب	نیکل	روی	آهن	کادمیوم
سواحل بوشهر (Gholizadeh et al 1402)	سنگسر معمولی	۰/۲۶	۱/۱۹	۶/۱۲	-	۰/۰۵۵
بندرعباس (Sadeghi et al 1395)	سنگسر معمولی	-۰/۴۳۴ ۰/۴۴۴	-	-	-	-۰/۰۰۴۱ ۰/۰۰۴۱
سواحل بوشهر (Ghanbari et al 1396)	سنگسر معمولی	-	–	۲۵/۷۱	۲/۶۲۰	-
سواحل بوشهر (Khandani shrahi et al، 1396)	ماهی گوازیم دم رشته‌ای	۲	-	-	-	۰/۷
دریاچه دانگتینگ چین (Jiang et al., 2022)	۱۲ گونه ماهی	- ۰/۲۴ ۰۰/۰۴	- ۱/۷۵ ۰/۲۶	- ۳۸/۳۸ ۱۳/۷۶	- ۱۰/۵۶ ۱/۷۹	- ۰/۰۱۹ ۰/۰۰۱
سد مکرا مراکش (Mahjoub et al., 2021)	۵ گونه ماهی	- ۰/۰۵ ۰/۰۰۱	-	-	-	- ۰/۰۸۶ ۰/۰۱۱
شمال غرب خلیج فارس (Sadogh niri et al 1389)	ماهی صبور	۱/۱۳	۴/۴	–	-	۰/۱۱۹
مطالعه حاضر(بندر تیاب- بندر لنگه)	*P. Stridens*	-۰/۱۲ ۰/۱۶	-۰/۹۰ ۰/۷۴	- ۳۲/۴۰ ۱۷/۹۸	-۲۰/۰۸ ۱۵/۸۱	۰/۲۸ – ۰/۴۲

نتیجه‌گیری

نتایج بدست آمده در این تحقیق نشان دادند که علی رغم اینکه از نظر کمیت‌های زیست سنجی اختلاف معنی داری بین نمونه‌های بندر لنگه و بندر تیاب مشاهد شد، غلظت همه‌ی فلزات به جز سرب نیز در نمونه‌های بندر تیاب بیشتر بود شاید بتوان گفت که

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.61882/JAquaEco.15.1.57]

غلظت بالای سرب در مناطق مورد مطالعه، به‌خصوص در مجاورت مسیر رفت و آمد وسایل نقلیه و تردد قایق‌ها هستند. سرب در ترکیبات نفتی یافت می‌شود و از آنجا که عمده منبع ورود سرب به محیط‌زیست می‌تواند ناشی از فعالیت‌های انسانی و همچنین به علت توقف و تردد کشتی‌ها و شناورها و نشت مواد نفتی، از میانگین بالاتری برخوردار است. در مجموع میزان سرب از طرف ساحل به دریا کاهش می‌یابد که نشان دهنده وابستگی این عنصر به منابع آلاینده در ساحل و ورود فاضلاب‌های شهری و کشاورزی است که اختلاف بین دو ایستگاه برای فلزات سرب و روی معنی دار بود.از طرفی فلز روی در جیره غذایی میگو یافت می شود که از طریق پساب های صنعت پرورش میگو به خور تیاب می ریزد در نتیجه آلودگی مشاهده شده در بندر تیاب بیشتر بود. مقایسه‌ی غلظت‌های میانگین بامطالعات مشابه و استانداردهای مختلف نشان داد که علی رغم اینکه غلظت روی، نیکل و آهن از برخی مطالعات مشابه بیشتر بود، ضرایب همبستگی بدست آمده نیز نشان دادند که فلزات مورد مطالعه منشاء مشترک و طبیعی داشتند و اثر فعالیت‌های انسانی جزئی بوده است.

References

Adedeji, O. Band Okocha, R.C. 2011. Assessment level of heavy metal in prawns (*Macrobrachium* Macrobrachion) and water from Epe Lagoon. *Advances in Environmental Biology*, 5**,** pp.1342-1345. ISSN 1995-0756

Alavi-yeganeh, M. S., RAZAVI, S. & EGAN, J. P. 2019. Taillessness and skeletal deformity in striped piggy Pomadasys stridens (Osteichthyes: Haemulidae) from the Persian Gulf. *Diseases of aquatic organisms*, 132**,** pp.209-213. DOI: 10.3354/dao03322

Alinadez, S. Shoaib Omrani, shakrzadeh, And Amini Fred. (2015). Examination of the accumulation of heavy metals in the fish muscle of the psettodes orumei of the bushwater. *Aquatic nutrition*, 1 (2), pp.55-64. (in Persian)https://www.magiran.com/p1616276

Anandkumar, A., Nagarajan, R., Prabakaran, K., Bing, C. H., Rajaram, R., Li, J. & Du, D. 2019. Bioaccumulation of trace metals in the coastal Borneo (Malaysia) and health risk assessment. *Marine pollution bulletin*, 145**,** pp.56-66. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2019.05.002

Avşar, D., Mavruk, S., Yeldan, H. & Manaşirli, M. 2021. Population dynamics of an emergent invasive fish, striped piggy, Pomadasys stridens (*Actinopterygii*, *Perciformes*, *Haemulidae*) in the Gulf of İskenderun, north-eastern Mediterranean. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 51**,** p.13. https://doi.org/10.3897/aiep.51.63320

Chale, F. 2002. Trace metal concentrations in water, sediments and fish tissue from Lake Tanganyika. *Science of the Total Environment*, 299**,** pp.115-121. DOI: 10.1016/s0048-9697(02)00252-8

Contaminants, N.-R. 1993. Monitoring and Surveillance of Non-Radioactive Contaminants in the Aquatic Environment and Activities Regulating the Disposal of Wastes at Sea, . *UK Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (MAFF)*. pp.1-118

Chiara Copat, Giovani Arena, Maria Fiore, Caterina Ledda, Roberto Fallico, Salvatore Sciacca, Margherita Ferrante 2013: Heavy metals concentrations in fish and shellfish from eastern *Mediterranean Sea: Consumption advisories Food and Chemical Toxicology* Volume 53, pp. 33-37. https://doi.org/10.1016/j.fct.2012.11.038

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.61882/JAquaEco.15.1.57]

Cunningham, P. A., Sullivan, E. E., Everett, K. H., Kovach, S. S., Rajan, A. & Barber, M. C. 2019. Assessment of metal contamination in Arabian/Persian Gulf fish: A review. *Marine pollution bulletin*, 143**,** pp.264-283. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.04.007

FDA, F., Additives, W. E. C. O. F. & Organization, W. H. 1989. Evaluation of certain food additives and contaminants: thirty-third report of the Joint FAO, *World Health Organization*. https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/39252/WHO_TRS_776.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Gu, Y.-G., Lin, Q., Wang, X.-H., DU, F.-Y., YU, Z.-L. & HUANG, H.-H. 2015. Heavy metal concentrations in wild fishes captured from the South China Sea and associated health risks. *Marine pollution bulletin*, 96**,** pp.508-512. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.04.022

Harikumar, P., Nasir, U. & Rahman, M. M. 2009. Distribution of heavy metals in the core sediments of a tropical wetland system. *International Journal of Environmental Science Technology*, 6, pp.225-232. DOI: %3A%2010.1007/BF03327626

Jiang, X., Wang, J., Pan, B., LI, D., Wang, Y. & liu, X. 2022. Assessment of heavy metal accumulation in freshwater fish of Dongting Lake, China: effects of feeding habits, habitat preferences and body size. *Journal of Environmental Sciences*, 112**,** pp.355-365. DOI: 10.1016/j.jes.2021.05.004

Karimi, S., Katiraei, E., Soofiani, N. M., Taghavimotlagh, S. A. & Vazirizadeh, A. 2019. Feeding habits of striped piggy, *Pomadasys stridens* (Forsskal, 1775)(Haemulidae) in northern part of the Persian Gulf. *International Journal of Aquatic Biology*, 7**,** pp.85-92. https://doi.org/10.22034/ijab.v7i2.477

Khandani shrahi.T, Vaghvi,L; Vali nasab,t. & Ayin Jamshid, Kh . 2017. Study of the accumulation of concentrations of heavy metals (lead, cadmium and Mercury) in the muscle of the filamentous tail guazim (nemipterus japonicus) and risk assessment resulting from its consumption (case study: waters of the northwest Persian Gulf). *The Journal of the animal environment*, issue 9, Issue 4 of winter. pp.192-183. (in Persian) https://aejournal.ir/index.php/AEJ/article/view/1262/1240

Mahjoub, M., Fadlaoui, S., El maadoudi, M. & Smiri, Y. 2021. Mercury, lead, and cadmium in the muscles of five fish species from the *mechraa-hammadi* dam in Morocco and health risks for their consumers. *Journal of Toxicology*, 2021. https://doi.org/10.1155/2021/8865869

Moopam, M. 1983. Manaul of Oceanographic Observation and Pollution Analysis. *Regional Organization for the protection of Marine Enviroment*.

Moopam, R. 1999. Manual of oceanographic observations and pollutant analysis methods. *ROPME. Kuwait*, pp.1- 20.

Mortazavi, S. & Hatami Mensh, M. 2019. Accumulation and health risk assessment of heavy metals (lead, chromium, copper and zinc) in common carp (Cyprinus.carpio) and Amur fish (Ctenopharyngodon idella) Bashar Yasuj River. *The Journal of aquatic ecology*, 9 (3) : pp.1-13. (in Persian) https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.23222751.1398.9.3.1.4

Mostafiz, F., Islam, M. M., Saha, B., Hossain, M. K., Moniruzzaman, M. and Habibullah-al-mamun, M. 2020. Bioaccumulation of trace metals in freshwater prawn, Macrobrachium rosenbergii from farmed and wild sources and human health risk assessment in Bangladesh. Environmental Science Pollution Research, pp.1-13. DOI: 10.1007/s11356-020-08028-4

Naji, A., Khan, F. R. & Hashemi, S. H. 2016. Potential human health risk assessment of trace metals via the consumption of marine fish in Persian Gulf. Marine Pollution Bulletin, 109, pp.667-671. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2016.05.002

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.61882/JAquaEco.15.1.57]

Nasreddine, L. & Parent-massin, D. 2002. Food contamination by metals and pesticides in the European Union. Should we worry? *Toxicology letters*, 127**,** pp.29-41. https://doi.org/10.1016/S0378-4274(01)00480-5

Nauen, C. E. 1983. Compilation of legal limits for hazardous substances in fish and fishery products. *FAO Fisheries Circular (FAO). no. p.764.* https://www.fao.org/docrep/014/q5114e/q5114e.pdf

Sadeghi, M. Emtiyazjo, Shahbazi, A. (2018). Examination of the accumulation of heavy metals chromium and cobalt in the Gill tissues, skin and muscle of the Kingfisher Chalcalburnus Chalcoides. *Chronology of the animal environment*, 10 (3), pp.289-296. (in Persian) https://aejournal.ir/index.php/AEJ/article/view/1406/1384

Sun, X., B.-S. Li, X.-L. Liu and C.-X. Li (2020). "Spatial variations and potential risks of heavy metals in seawater, sediments, and living organisms in Jiuzhen Bay, China." *Journal of Chemistry 2020*: pp.1-13. https://doi.org/10.1155/2020/7971294

Organization, W. H. 2000. Evaluation of certain food additives and contaminants. *WHO Technical Report Series*.

Pakzadtochai, S. (1392). Examination of the pattern of accumulation of heavy metals (Ni, Pb, Cuozn) in muscle tissues, liver, kidney, gills and scales of silver carp (Hipophthalmichthys molitrix) *wells of the semicircular system*. The title of the publication. 4 (13): pp.21-28. (in Persian)

Pourang, N., Nikouyan, A. & Dennis, J. 2005. Trace element concentrations in fish, surficial sediments and water from northern part of the Persian Gulf. *Environmental monitoring assessment,* 109**,** pp.293-316. https://link.springer.com/article/10.1007/s10661-005-6287-9

Reynolds, R.M. (1993) Physical Oceanography of the Gulf, Strait of Hormuz, and the Gulf of Oman—Results from the Mt Mitchell Expedition. Marine Pollution Bulletin, 27, pp.35-59.

Sheppard, C. R. 1993. Physical environment of the Gulf relevant to marine pollution: an overview. *Marine Pollution Bulletin,* 27**,** pp.3-8. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0025326X93900077

Tekin-ozan, S. & Kir, I. 2005. Comparative study on the accumulation of heavy metals in different organs of tench (Tinca tinca L. 1758) and plerocercoids of its endoparasite Ligula intestinalis. Parasitology research, 97, pp.156-159. ISSN 0512-3054 https://link.springer.com/article/10.1007/s00436-005-1412-9

Vahabnezhad, A., Mirzaei, M. R. & Karimi, S. 2018. Reproductive Biology of Pomadasys stridens (Forsskal, 1775) in the Northern Coasts of the Persian Gulf, Iran. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 18**,** pp.1363-1370. DOI : 10.4194/1303-2712-v18_12_04

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.61882/JAquaEco.15.1.57]