

<https://tbj.ui.ac.ir/?lang=en>

**Taxonomy and Biosystematics**

E-ISSN: 2322-2190

Document Type: Research Paper

Vol. 17, Issue 2, No.63, (2025), P: 51-60

Received: 15/03/2025 Accepted: 07/05/2025

## Morphological adaptation patterns of the Euphrates stone loach, *Oxynoemacheilus euphraticus*, in the Persian Gulf basin

**Zahra Moradzadeh Kor** 

MSc. Student, Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, University of Tehran, Tehran, Iran  
z.moradzadeh78@gmail.com

**Soheil Eagderi \*** 

Associate Professor Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, University of Tehran, Tehran, Iran  
soheil.eagderi@ut.ac.ir

**Hadi Poorbagher**

Associate Professor, Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, University of Tehran, Tehran, Iran  
poorbagher@ut.ac.ir

**Atta Mouludi-Saleh** 

Ph. D. Graduated. Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran  
atta.mouludisaleh@ut.ac.ir

### Abstract

This study investigated the morphological diversity of the Euphrates stone loach, *Oxynoemacheilus euphraticus*, in the Persian Gulf basin. For this purpose, samples were collected from the Khorram River (Karkhe River Sub-basin, Iran), Sirvan (the Iranian section of the Tigris Sub-basin), and the Euphrates River (tributaries of the Sultanyu River in Malatya (the type locality) and the Karasu River, Turkey), transferred to the laboratory, and 25 morphometric characteristics were measured. To investigate the morphological diversity between the studied populations, the measured traits were analyzed after standardization using one-way analysis of variance and Duncan's grouping, principal component analysis, and canonical variate analysis, with p-values obtained from the NPMANOVA test. The results showed significant differences between the studied populations in most of the measured traits, including predorsal length, preventral length, distance between the anus and the origin of the anal fin, height of the caudal peduncle, depth of the dorsal fin, length of the dorsal fin base, body depth at the head and at the origin of the dorsal fin, head width, eye diameter, and length of the barbels. PCA and CVA analyses distinguished the studied populations from each other. The population of the Sultansu River in Turkey showed greater differentiation than the other populations. According to the results, the Euphrates stone loach can adapt to various environmental characteristics by altering the aforementioned morphological traits to thrive in different habitats, indicating its high phenotypic plasticity across diverse habitats. Also, since different populations of this species cannot be distinguished from one another based on

\*Corresponding author

Moradzadeh Kor, Z., Eagderi, S., Poorbagher, H. and Mouludi-Saleh, A. (2025). Morphological adaptation patterns of the Euphrates stone loach, *Oxynoemacheilus euphraticus*, in the Persian Gulf basin. *Taxonomy and Biosystematics*, 17(2), 51-60.

2322-2190 © The Author(s).

Published by University of Isfahan

This is an open access article under the CC BY-NC 4.0 License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>).



<http://dx.doi.org/10.22108/tbj.2025.144686.1302>

morphological characteristics, the aforementioned traits, which relate to the morphological phenotypic plasticity of this species, should be avoided when describing a new species.

**Keywords:** Freshwater fishes, Tigris, Morphology, Multivariate analysis, Adaptation.

## Introduction

The genus *Oxynoemacheilus* is widely distributed in Iranian inland waters. So far, 62 species have been described in this genus worldwide (van der Laan, 2021), of which 17 species are found in Iranian inland waters (Eagderi et al., 2022). The wide distribution range of the members of this genus has resulted in the description of many new species, creating numerous taxonomic challenges. The Euphrates stone loach, *Oxynoemacheilus euphraticus*, has a wide distribution range in the Euphrates–Tigris river system within the Persian Gulf basin (Freyhof & Özuluğ, 2017) and, in recent years, has been reported from the Tigris River drainage in the Lesser and Greater Zab and Sirvan sub-basins (Mouludi-Saleh et al., 2022). This species is also found in the Tigris River drainage in Iraq (Çiçek et al., 2023). Despite some studies on the distribution of this species, the morphological mechanisms associated with its adaptation to diverse habitats remain largely unknown. Therefore, this study aims to fill this gap by analyzing morphometric data from different populations. For this purpose, the present study was conducted to investigate the morphological patterns of the Euphrates stone loach in the Persian Gulf basin.

## Materials and methods

To investigate the morphological adaptation patterns of the Euphrates stone loach, 48 specimens were collected from rivers in three sub-basins of the Persian Gulf, including Khorramrud (Karkhe sub-basin, 15 specimens), Sirvan (the Iranian section of the Tigris sub-basin, 15 specimens), and the Euphrates River (Turkey, Sultansu tributaries in Malatya, the type locality of the species) and Karasu in Erzincan, comprising 18 specimens, using an electrofishing device (Samus MP750) (Table 1). After anesthesia, the samples were fixed in a 4% buffered formalin solution and then transported to the laboratory. In the laboratory, 25 morphological characteristics were measured using a digital caliper with an accuracy of 0.1 mm, according to Armbruster (2012). After photography and biometry of the fish samples, their abdomens were opened, and the sex of the samples was determined. To eliminate the effects of allometric growth, raw morphometric data were standardized based on the allometric method (allometric vs. standard algorithm). The efficiency of the corrected data was assessed by testing the significance of the correlation between the variables and the standard length. To investigate the patterns and possible morphological differences between the studied populations, one-way analysis of variance, Duncan's range, Principal Component Analysis (PCA), and Canonical Variate Analysis (CVA) were used based on the p-value obtained from the NPMANOVA test. Standardization and all statistical analyses were performed using PAST-2.17b, SPSS 19, and Excel 2016 software. The significance level in this study was set at 0.05.


## Research Findings

Due to the non-normality of the data, the Kruskal–Wallis test was used to compare each morphological trait separately between the studied populations. The results revealed significant differences in many morphological traits. Specifically, the findings indicated that significant differences were observed in the predorsal length, preanal length, distance between the anus and the origin of the anal fin, caudal peduncle height, dorsal fin depth, dorsal fin base length, body depth at the head and at the origin of the dorsal fin, head width, eye diameter, and barbel length (Table 2). In the PCA, to investigate potential morphological patterns between the studied populations, the first component emerged as the most influential component. The PCA plot based on the two components, PC1 and PC2, distinctly separated all populations (Fig. 1). In the CVA analysis, all populations were thoroughly distinguished from one another, with the Sultansu River population in Turkey significantly separated from the others (Fig. 2). The results of the CVA test of body shape indicated a significant difference in the morphometric characteristics of the Euphrates stone loach, based on the p-value obtained from the NPMANOVA test.


## Discussion of Results & Conclusion

Intraspecific variation exists both within each population of a species and between different populations due to geographical variation. Therefore, the formation of a new species signifies the transformation of variation within a species into differences between two species (Ridley, 1996). However, geographical isolation does not necessarily serve as an isolating barrier to the creation of a new species, because geographical variation in species can arise from adaptation to their habitat conditions. Consequently, the morphological differences and color patterns observed between the studied populations of the Euphrates stone loach can be regarded as morphological differences stemming from geographical separation. In conclusion, it can be stated that, given that different populations of this species are indistinguishable from each other in terms of morphological characteristics, one should not limit the description of a taxon to only morphological traits that reflect the flexibility of the species.

## الگوهای سازگاری ریختی جویبارماهی فرات، *Oxynoemacheilus euphraticus* در حوضه خلیج فارس

زهرا مرادزاده کر ، دانشجوی کارشناسی ارشد گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران


z.moradzadeh78@gmail.com

سهیل ایگدری\* ، دانشیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

soheil.eagderi@ut.ac.ir

هادی پورباقر، دانشیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

poorbagher@ut.ac.ir

عطا مولودی صالح ، دکتری شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

atta.mouludisaleh@ut.ac.ir

### چکیده

این مطالعه با هدف بررسی تنوع ریختی و درک الگوی سازگاری ریختی جویبارماهی فرات *Oxynoemacheilus euphraticus* در حوضه خلیج فارس به اجرا درآمد. برای این منظور نمونه‌های جویبارماهی فرات از رودخانه‌های خرم‌رود (زیرحوضه کرخه، ایران)، سیروان (بخش ایرانی زیرحوضه تیگریس) و رودخانه فرات (سرشاخه‌های رودخانه سلطان‌یو در مالاتیای (محل تایپ گونه) و رودخانه کاراسو، ترکیه) صید و به آزمایشگاه منتقل شدند. سپس تعداد ۲۵ صفت ریخت‌سنجی اندازه‌گیری شدند. برای بررسی تنوع ریختی بین جمعیت‌های مطالعه‌شده، صفات مورد سنجش پس از استانداردسازی، با استفاده از آنالیزهای واریانس یک‌طرفه و گروه‌بندی دانکن، تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی، تحلیل همبستگی کانونی با ارزش  $P$  حاصل از آزمون NPMANOVA آنالیز شدند. نتایج نشان دادند در بیشتر صفات سنجش شده شامل طول پیش پستی، طول پیش لگنی، فاصله بین مخرج و منشأ باله مخرجی، ارتفاع ساقه دم، عمق باله پستی، طول قاعده باله پستی، عمق بدن در ناحیه سر و منشأ باله پستی، عرض سر، قطر چشم و طول سیلیک‌ها تفاوت معنی‌داری بین جمعیت‌های مطالعه‌شده وجود داشت. تحلیل‌های PCA و CVA، جمعیت‌های مطالعه‌شده را به‌طور کامل از یکدیگر متمایز کرد. جمعیت رودخانه سلطان‌سوی ترکیه نسبت به سایر جمعیت‌ها تمایز بیشتری را نشان داد. با توجه به نتایج، گونه جویبارماهی فرات قادر است با تغییر در ویژگی‌های ریختی فوق خود را برای زیست در زیستگاه‌های مختلف با ویژگی‌های متنوع محیطی سازگار کند که بیان‌کننده قدرت سازگاری بالای این گونه به زیستگاه‌های متنوع است. همچنین با توجه به اینکه جمعیت‌های مختلف این گونه از لحاظ ویژگی‌های ریختی از یکدیگر تفکیک‌پذیر نیستند، در توصیف یک آرایه نباید تنها به صفات ریختی اکتفا کرد که بیان‌کننده انعطاف‌پذیری گونه است.

**واژه‌های کلیدی:** ماهیان آب شیرین، تیگریس، مورفولوژی، آنالیز چندمتغیره، سازگاری

\* مسئول مکاتبات

مرادزاده کر، زهرا، ایگدری، سهیل، پورباقر، هادی و مولودی صالح، عطا. (۱۴۰۴). الگوهای سازگاری ریختی جویبارماهی فرات، *Oxynoemacheilus euphraticus* در حوضه خلیج فارس، تاکسونومی و بیوسیستماتیک، ۱۷ (۲)، ۵۱-۶۰.



## مقدمه

جنس *Oxynoemacheilus* دارای پراکنش بالا در بیشتر اکوسیستم‌های آبی ایران است. تاکنون حدود ۶۲ گونه از این جنس در جهان توصیف شده‌اند (van der Laan, 2021) و از این تعداد ۱۷ گونه در آب‌های داخلی یافت می‌شوند (Eagderi et al., 2022). دامنه پراکنش بالای این جنس سبب توصیف گونه‌های جدید از این جنس و چالش‌های تاکسونومیک مربوط به آن شده است. این امر باعث شده است مطالعات روی این جنس به محور مطالعاتی مورد علاقه آرایه‌شناسان متعددی در خاورمیانه تبدیل شود.

گونه جویبارماهی فریهوف *Oxynoemacheilus freyhofi* در سال ۲۰۱۷ از رودخانه بختیار استان لرستان، سرشاخه رودخانه دز، حوضه خلیج فارس برای نخستین بار توصیف شد (Jouladeh Roudbar et al., 2017). در ادامه، Freyhof & Ozulüg (2017) گونه جویبارماهی فریهوف را براساس شباهت ژن CO1 میتوکندریایی بدون بررسی نمونه‌های تایپ، مترادف جویبارماهی فرات *O. euphraticus* بیان داشتند. گونه جویبارماهی فرات از رودخانه فرات، منطقه Malatya در شرق آناتولی ترکیه، حوضه خلیج فارس با عنوان *Noemacheilus insignis euphraticus* توصیف شده بود (Bănărescu & Nalbant, 1969). این گونه سپس مترادف *Oxynoemacheilus insignis* در نظر گرفته شد (Prokofiev, 2009) و در زمان توصیف گونه جویبارماهی فریهوف توسط Jouladeh Roudbar et al (2017)، گونه *O. euphraticus* هنوز مترادف *O. argyrogramma* بود (Freyhof et al., 2011) که Freyhof & Ozulüg با معترسازی و ارتقای زیرگونه *N. i. euphraticus* به سطح گونه، *O. freyhofi* را مترادف *O. euphraticus* در نظر گرفتند (Freyhof & Özulağ, 2017) که اولین گزارش حضور گونه جویبارماهی فرات در ایران است.

گونه جویبارماهی فرات دامنه پراکنش بالایی در سیستم رودخانه‌ای فرات - تیگریس در حوضه آبریز خلیج فارس دارد (Freyhof & Özuluğ, 2017) و در سال‌های اخیر از حوضه تیگریس در زیرحوضه‌های زاب کوچک و بزرگ و سیروان نیز گزارش شده است (Mouludi-Saleh et al., 2022). این گونه همچنین در زیرحوضه تیگریس عراق نیز پراکنش دارد (Çiçek et al., 2023). با توجه به پراکنش بالای جویبارماهی فرات در حوضه خلیج فارس که بیان‌کننده قابلیت بالای آن در سازگاری به زیستگاه‌های مختلف با شرایط زیستگاهی متفاوت است، این تحقیق با هدف بررسی تنوع ریختی و درک الگوی سازگاری ریختی این گونه با استفاده از روش ریخت‌سنجی سنتی انجام شد. تفاوت‌های ریختی جمعیت‌های مختلف یک گونه می‌تواند اساس ژنتیکی داشته باشد یا به واسطه انعطاف‌پذیری ریختی به شرایط زیستگاهی باشد که سبب افزایش کارایی صفات ریختی بین افراد جمعیت به آن زیستگاه می‌شود (Marcil et al., 2006; Eagderi et al., 2019). درنهایت، این فرایند می‌تواند به جداسازی ریختی جمعیت‌های مختلف یک گونه منجر شود (Mouludi-Saleh et al., 2020)؛ از این رو، بررسی الگوهای انعطاف‌پذیری ریختی به درک الگوهای سازگاری این گونه در زیستگاه‌های مختلف کمک می‌کند. باوجود مطالعات فراوان روی پراکنش این گونه، سازوکارهای ریختی مرتبط با سازگاری آن در زیستگاه‌های متنوع ناشناخته مانده است. این پژوهش به دنبال پرکردن این خلأ با تحلیل ریخت‌سنجی جمعیت‌های مختلف است. بدین منظور مطالعه حاضر برای بررسی الگوهای ریختی گونه جویبارماهی فرات در حوضه خلیج فارس به اجرا درآمد.

## روش کار و شیوه انجام مطالعه

با هدف بررسی الگوهای سازگاری ریختی جویبارماهی فرات، تعداد ۴۸ نمونه از رودخانه‌های سه زیرحوضه آبریز خلیج فارس شامل خرم‌رود (زیرحوضه کرخه، ۱۵ قطعه)، سیروان (بخش ایرانی زیرحوضه تیگریس، ۱۵ قطعه) و رودخانه فرات (ترکیه - سرشاخه‌های سلطان‌یو در مالاتیای (محل تایپ گونه) و کاراسو در ارزینجان، ۱۸ قطعه) با استفاده از دستگاه الکتروشوکر (Samus MP750) نمونه‌برداری شدند (جدول ۱). نمونه‌ها پس از بیهوشی، در محلول فرمالین بافری چهار درصد، تثبیت و سپس به آزمایشگاه منتقل شدند.

در آزمایشگاه تعداد ۲۵ ویژگی اندازه‌شی براساس روش [Armbruster \(2012\)](#) توسط کولیس دیجیتال با دقت ۰/۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد (جدول ۲). پس از تصویربرداری و زیست‌سنجی نمونه ماهی‌ها، شکم آنها باز و جنسیت نمونه‌ها تعیین شد. در مرحله اول، ویژگی‌های ریخت‌سنجی جنس‌های نر و ماده هر جمعیت به صورت جداگانه براساس ارزش  $P$  حاصل از آزمون NPMANOVA مقایسه شدند. با توجه به اینکه تفاوت معنی‌داری بین دو جنس نر و ماده از نظر ویژگی‌های ریخت‌سنجی سنجش شده مشاهده نشد، در مرحله دوم ویژگی‌های ریختی جنس‌های به صورت ترکیبی با جمعیت‌های دیگر مقایسه شدند. برای مقایسه ویژگی‌های ریخت‌سنجی و به منظور حذف اثرات ناشی از رشد آلومتریکی، داده‌های خام ریخت‌سنجی براساس روش آلومتریکی (الگوریتم Allometric vs. Standard) استانداردسازی شدند. کارایی داده‌های اصلاح‌شده از طریق آزمون معنی‌دار بودن همبستگی بین متغیرها اصلاح شده و طول استاندارد سنجش شده است ([Elliot et al., 1995](#)). معنی‌دار نبودن این همبستگی نشان‌دهنده حذف کامل اثر اختلاف اندازه از داده‌ها است. داده‌های اصلاح‌شده در ابتدا از نظر نرمال بودن با استفاده از آزمون کولموگروف - اسمیرنوف سنجش شدند و سپس برای بررسی الگوها و تفاوت ریختی احتمالی بین جمعیت‌های مطالعه‌شده، با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه و گروه‌بندی دانکن، تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی (Principal Component Analysis)، تحلیل همبستگی کانونی (Canonical Variate Analysis) براساس ارزش  $P$  حاصل از آزمون NPMANOVA آنالیز شدند. استانداردسازی و تمام تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS19، PAST-2.17b و Excel 2016 انجام شدند. سطح معنی‌داری در این مطالعه ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

## نتایج

با توجه به غیرنرمال بودن داده‌ها، از آزمون کروسکال - والیس برای مقایسه هر یک از صفات ریختی به صورت مجزا بین جمعیت‌های مطالعه‌شده استفاده شد. براساس نتایج، در این آزمون تفاوت معنی‌داری در بسیاری از صفات ریختی بین جمعیت‌های مطالعه‌شده مشاهده شد (جدول ۲). نتایج نشان دادند در بیشتر صفات بررسی شده از جمله طول پیش پستی، طول پیش لگنی، فاصله بین مخرج و منشأ باله مخرجی، ارتفاع ساقه دم، عمق باله پستی، طول قاعده باله پستی، عمق بدن در ناحیه سر و منشأ باله پستی، عرض سر، قطر چشم و طول سیلیک‌ها تفاوت معنی‌داری بین جمعیت‌های مطالعه‌شده یافت شد (جدول ۲).

در تحلیل مؤلفه‌های اصلی به منظور بررسی الگوهای ریختی بالقوه بین جمعیت‌های مطالعه‌شده، مؤلفه اول به عنوان مؤلفه تأثیرگذار نشان داده شد. نمودار PCA براساس دو مؤلفه PC1 و PC2 همه جمعیت‌های مطالعه‌شده را به طور کامل از یکدیگر

متمایز کرد. جمعیت رودخانه سلطان‌سوی ترکیه نسبت به سایر جمعیت‌ها تمایز بیشتری را نشان داد (شکل ۱). براساس نمودار ماتریس بارهای PC1، مهم‌ترین صفات تفکیک‌کننده شامل فاصله بین منشأ باله لگنی و مخرجی (۰/۴۵)، طول باله سینه‌ای (۰/۵۵) و طول باله لگنی (۰/۴۵۹) بودند. همچنین براساس نمودار ماتریس بارهای PC2 مهم‌ترین صفات تفکیک‌کننده شامل طول باله پیش مخرجی (۰/۵۱)، فاصله بین منشأ باله لگنی و مخرجی (۰/۴۵) و عمق باله پشتی (۰/۴۴) بودند.

در تحلیل CVA صفات ریختی بررسی شده، تمامی جمعیت‌های مطالعه‌شده از یکدیگر کاملاً متمایز شدند و جمعیت رودخانه سلطان‌سوی ترکیه به‌طور چشمگیری از سایر جمعیت‌ها جدا بود (شکل ۲). نتایج آزمون CVA شکل بدن جمعیت‌های مطالعه‌شده براساس ارزش  $P$  حاصل از آزمون NPMANOVA تفاوت معنی‌داری را بین ویژگی‌های ریخت‌سنجی جمعیت‌های مطالعه‌شده جویبارماهی فرات نشان داد.

## بحث

تنوع ویژگی‌های ریختی به‌ویژه صفاتی که در تشخیص یک گونه از گونه‌های دیگر آن جنس استفاده می‌شود، به توصیف اشتباه یک گونه جدید از جمعیت‌های مجزای آن گونه می‌تواند منجر شود (Mouludi-Saleh et al., 2020; Carlton, 2007; Cicek et al., 2021) که دربارهٔ گونه *O. euphraticus* می‌توان به توصیف اشتباه گونه *O. freyhofi* اشاره کرد (Jouladeh-Rudbar et al., 2017). مطالعات متعدد نشان داده‌اند گونه‌هایی که دامنه پراکنش بالایی دارند، اغلب درجه بالایی از انعطاف‌پذیری ریختی را بین زیستگاه‌های مختلف نشان می‌دهند (Marcil et al., 2006; Eagderi et al., 2019; Mouludi-Saleh et al., 2020).

صفات استفاده‌شده که در توصیف و شناخت یک گونه استفاده می‌شود، ممکن است در همه افراد آن گونه موجود نباشد؛ زیرا درون افراد یک گونه تنوع وجود دارد و همه افراد یک گونه یک شکل نیستند؛ از این رو، ترجیح است که این صفات در توصیف یک گونه استفاده نشوند؛ با وجود این، افراد یک گونه به یکدیگر بیشتر از اعضای گونه‌های دیگر شباهت دارند. بنابراین، در توصیف یک گونه از ترکیبی از صفات با دامنه مشخص برای آن گونه می‌توان استفاده کرد که هر یک از صفات می‌توانند در سایر گونه‌های نزدیک دیگر یافت شوند؛ زیرا شیوه تکامل در طبیعت بدین صورت است که صفات مشخص و متمایز جداکننده توصیفی انتظار نمی‌رود؛ از این رو، بین توصیف یک گونه به هنگام نامگذاری و تشخیص آن تفاوت وجود دارد و صفات در توصیف یک گونه تنها صفات تعریفی هستند. در ادامه، آرایه‌شناسان می‌توانند صفات تشخیص جدیدی را با توجه به یافته‌های جدید خود به صفات تعریفی اضافه کنند. پس در مطالعات ریخت‌شناسی ضرورت دارد از صفات ریختی مبهم به‌واسطه انعطاف‌پذیری ریختی از جمله صفات استفاده‌شده در توصیف گونه جویبارماهی فریهوفی پرهیز شود (Ridley, 1996).

تغییرات درون‌گونه‌ای هم درون هر جمعیت از یک گونه و هم بین جمعیت‌های مختلف به‌واسطه تغییرات جغرافیایی وجود دارد؛ بنابراین، شکل‌گیری یک گونه جدید به مفهوم تبدیل تغییرات درون یک گونه به تفاوت‌های بین دو گونه

خواهد بود (Ridley, 1996). با وجود این، انزوای جغرافیایی یک مانع منزوی کننده برای ایجاد یک گونه جدید نخواهد بود؛ زیرا در گونه‌ها تغییرات جغرافیایی می‌تواند ناشی از سازگاری با شرایط زیستگاهی آنها باشد. از این رو، تفاوت‌های ریختی و الگوهای رنگی مشاهده شده بین جمعیت‌های مطالعه شده جویبارماهی فرات می‌تواند به عنوان تفاوت‌های ریختی به واسطه جدایی جغرافیایی باشد (Mouludi-Saleh et al., 2020). نتایج همچنین نشان دادند درجه این تفاوت‌های ریختی بین جمعیت‌های مطالعه شده این گونه تقریباً تا سطح گونه (در مقایسه با سایر گونه‌های جویبارماهیان جنس *Oxynoemacheilus*) زیاد است؛ به طوری که در مطالعات قبلی این گونه به طور متعدد به عنوان مترادف گونه‌های دیگر این جنس گزارش شده است. به عبارت دیگر، بسیاری از اعضای این جنس به واسطه ویژگی‌های ریختی غیر قابل تمایز است؛ زیرا دامنه پراکنش بالا و قدرت سازگاری ریختی بالا در زیستگاه‌های خود را دارند؛ هر چند تفاوت ژنتیکی به اندازه کافی برای در نظر گرفتن به عنوان گونه را نیز دارند (Geiger et al., 2014). از این رو، با توجه به طیف بالای دامنه تغییرات ریختی گونه جویبارماهی فرات با گونه‌های دیگر امکان توصیف گونه بر مفهوم تیپولوژیک امکان پذیر نیست. از این رو، استفاده از ترکیب صفات با استفاده از آنالیزهای رج بندی و تمایز ژنتیکی تشخیص گونه‌ها همچون گونه‌های همزاد امکان پذیر خواهد بود.

نتایج نشان دادند بین سه جمعیت مطالعه شده جویبارماهی فرات در صفات ریختی مربوط به جایگاه طول و قاعده باله‌های پشتی، لگنی و مخرجی، ارتفاع ساقه دم، عمق بدن، عرض سر و قطر چشم تفاوت معنی داری وجود دارد. این صفات بیان کننده الگوی سازگاری اعضای این گونه در استفاده از زیستگاه اشغال شده آنها است. به عبارت دیگر، اعضای این گونه با تغییر در دامنه این صفات خود را با محیط زیست سازگار می‌کنند. مطالعات قبلی روی تفاوت‌های ریختی جمعیت‌های مختلف برخی گونه‌های جویبارماهیان از جمله جویبارماهی السا (*O. elsea*) (Mouludi-Saleh et al., 2022) و جویبارماهی چومان (*O. chomanicus*) (Ghadery & Eagderi, 2022) نشان داد جمعیت‌های مختلف آنها با تأثیر از عوامل محیطی زیستگاه به واسطه انعطاف پذیری ریختی تفاوت‌های ریختی بالایی را نشان می‌دهند.

### نتیجه

با توجه به نتایج این تحقیق می‌توان بیان داشت گونه جویبارماهی فرات به عنوان یک گونه که دامنه پراکنش بالایی در حوضه خلیج فارس دارد، قادر است با تغییر در ویژگی‌های ریختی شامل طول پیش پستی، طول پیش لگنی، فاصله بین مخرج و منشأ باله مخرجی، ارتفاع ساقه دم، عمق باله پشتی، طول قاعده باله پشتی، عمق بدن در ناحیه سر و باله پشتی، عرض سر، قطر چشم و طول سیلک‌ها خود را برای زیست در زیستگاه‌های مختلف با ویژگی‌های متنوع محیطی سازگار کند که بیان کننده قدرت سازگاری بالای این گونه به زیستگاه‌های متنوع است. همچنین با توجه به اینکه جمعیت‌های مختلف جویبارماهیان فرات از لحاظ ویژگی‌های ریختی از یکدیگر تفکیک پذیر نیستند، در توصیف یک آرایه تکاملی از این گروه شامل *O. euphraticus*، *O. shehabi*، *O. sarus*، *O. karunensis persa* باید به عدم استفاده از صفات فوق اجتناب کرد که مرتبط با انعطاف پذیری ریختی این گونه است.

## References

- Armbruster, J.W. (2012). Standardized measurements, landmarks, and meristic counts for cypriniform fishes. *Zootaxa*, 3586(1), 8-16. <https://www.biotaxa.org/Zootaxa/article/view/zootaxa.3586.1.3/44599>
- Bănărescu P.M., & Nalbant T.T. (1964). Süßwasserfische der Türkei. 2. Teil Cobitidae. *Mitteilungen aus dem Hamburgischen Zoologischen Museum und Institut* (vol. 61), 159-201, Pls. 1-8.
- Carlton, J.T. (ed.) (2007). *The light and Smith manual: intertidal invertebrates from Central California to Oregon* (4th edn). University of California Press.
- Çiçek, E., Eagderi, S., Sungur, S., & Secer, B. (2021). Testing the “young-species” hypothesis for *Alburnus heckeli*, Battalgil 1944 (Teleostei: Leuciscidae) inhabiting Lake Hazar, Turkey. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 167, 225-232. <https://doi.org/10.1635/053.167.0113>
- Çiçek, E., Jawad L., Eagderi, S., Esmaili, H.R., Mouludi-Saleh, A., Sungur, S., & Fricke, R. (2023). Freshwater fishes of Iraq: a revised and updated annotated checklist—2023. *Zootaxa*, 5357(1), 001-049. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.5357.1.1>
- Eagderi, S., Mouludi-Saleh, A., Esmaili, H. R., Sayyadzadeh, G., & Nasri, M. (2022). Freshwater lamprey and fishes of Iran; a revised and updated annotated checklist-2022. *Turkish Journal of Zoology*, 46(6), 500-522. <https://doi.org/10.55730/1300-0179.3104>
- Eagderi, S., Nikmehr, N., & Freyhof, J. (2019). *Alburnus zagrosensis*, a junior synonym of *Alburnus sellal* (Teleostei: Leuciscidae). *Zootaxa*, 4652(2), 367-374. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4652.2.9>
- Elliott, N.G., Haskard, K., & Koslow, J.A. (1995). Morphometric analysis of orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*) off the continental slope of southern Australia. *Journal of Fish Biology*, 46(2), 202-220. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1995.tb05962.x>
- Freyhof J., & Özuluğ M. (2017). *Oxynoemacheilus hazarensis*, a new species from Lake Hazar in Turkey, with remarks on *O. euphraticus* (Teleostei: Nemacheilidae). *Zootaxa*, 4247(4), 378-390. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4247.4.2>
- Freyhof, J., Erk'akan, F., Özeren, C., & Perdices, A.J. (2011). An overview of the western Palaearctic loach genus *Oxynoemacheilus* (Teleostei: Nemacheilidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 22, 301-312. [https://www.pfeil-verlag.de/wp-content/uploads/2015/05/ief22\\_4\\_02.pdf](https://www.pfeil-verlag.de/wp-content/uploads/2015/05/ief22_4_02.pdf)
- Geiger, M.F., Herder, F., Monaghan, M.T., Almada, V., Barbieri, R., Bariche, M., ... & Freyhof, J. (2014). Spatial heterogeneity in the Mediterranean Biodiversity Hotspot affects barcoding accuracy of its freshwater fishes. *Molecular Ecology Resources*, 14, 1210-1221. <https://doi.org/10.1111/1755-0998.12257>
- Ghaderi, E., & Eagderi, S. (2022). Morphological variation among *Oxynoemacheilus chomanicus* populations of the Choman River drainage shown using the geometrics morphometric technique. *Journal of Aquatic Ecology*, 11(4), 65-69. URL: <http://jae.hormozgan.ac.ir/article-1-976-fa.html> [In Persian].
- Jouladeh-Roudbar, A., Eagderi, S., & Hosseinpour, T. (2016). *Oxynoemacheilus freyhofi*, a new nemacheilid species (Teleostei, Nemacheilidae) from the Tigris basin, Iran. *FishTaxa*, 1(2), 94-107. <https://doi.org/10.7508/fishtaxa.2016.02.005>
- Marcil, J., Swain, D.P., & Hutchings, J.A. (2006). Counter gradient variation in body shape between two populations of Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Proceedings of the Royal Society B, Biological Sciences*, 273(1583), 217-223. <https://doi.org/10.1098/rspb.2005.3306>
- Mouludi-Saleh, A., Eagderi, S., Çiçek, E., & Sungur, S. (2020). Morphological variation of Transcaucasian chub, *Squalius turcicus* in southern Caspian Sea basin using geometric morphometric technique. *Biologia*, 75, 1585-1590. <https://doi.org/10.2478/s11756-019-00409-6>
- Mouludi-Saleh, A., Eagderi, S., Poorbagher, H., & Mohammadi S. (2022). Investigation of morphological variation of *Oxynoemacheilus elsae* from rivers of the Urmia Lake basin using traditional and geometric morphometric methods. *Journal of Applied Ichthyological Research*, 10(1), 21-30. <http://jair.gonbad.ac.ir/article-1-741-en.html> [In Persian].
- Prokofiev, A.M. (2009). Problems of the classification and phylogeny of Nemacheiline loaches of the group lacking the preethmoid I (Cypriniformes: Balitoridae: Nemacheilinae). *Journal of Ichthyology*, 49(10), 874-898. <https://doi.org/10.1134/S0032945209100051>
- Ridley, M. (1996). *Evolution*. Wiley-Blackwell.
- van der Laan, R. (2021). *Freshwater Fish List* (Online) (37th edition). Almere.

جدول ۱. موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری جویبارماهی فرات *Oxynoemacheilus euphraticus*

Table 1. Geographical coordinates of the sampling stations of *Oxynoemacheilus euphraticus* population

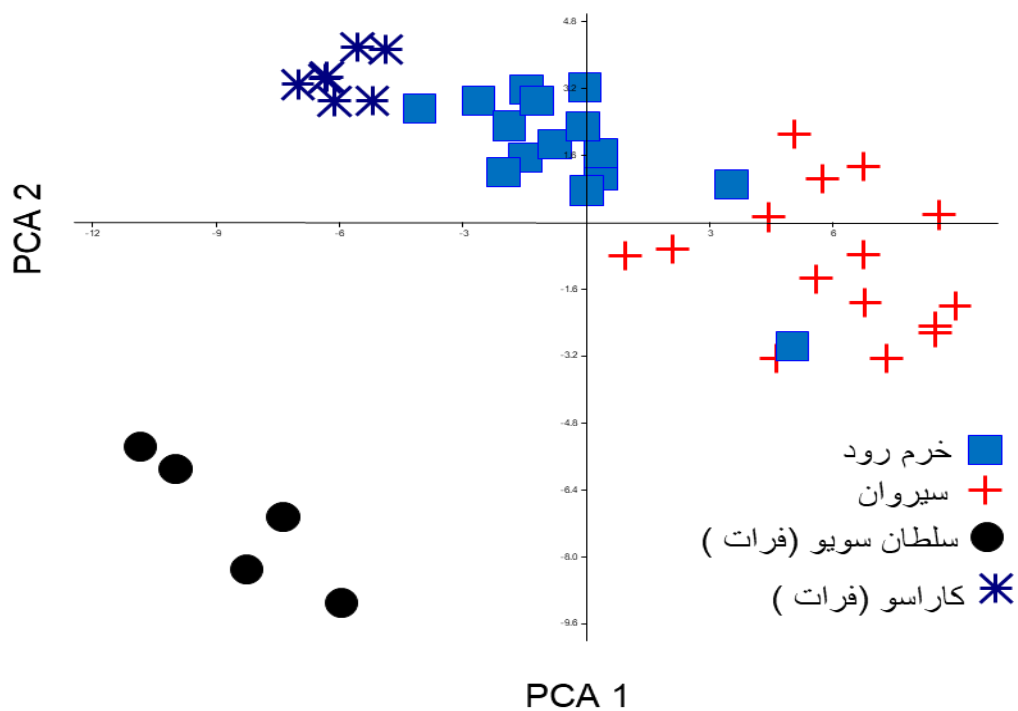
رودخانه	مختصات جغرافیایی	استان	حوضه
خرم رود - خرم‌آباد	33/450392N ، 48/260391 E	همدان	خلیج فارس
مرویوان	35/268537 N ، 46/396738	کردستان	خلیج فارس
کاراسو (فرات)	39/916730 N ، 40/671737 E	ارزینجان (ترکیه)	خلیج فارس
سلطان سویو (فرات)	38/493209 N ، 38/187618	مالاتیا (ترکیه)	خلیج فارس

جدول ۲. میانگین، انحراف معیار و نتایج آنالیز واریانس یک‌طرفه و گروه‌بندی دانکن صفات اندازه‌شی جمعیت‌های مطالعه‌شده جویبارماهی

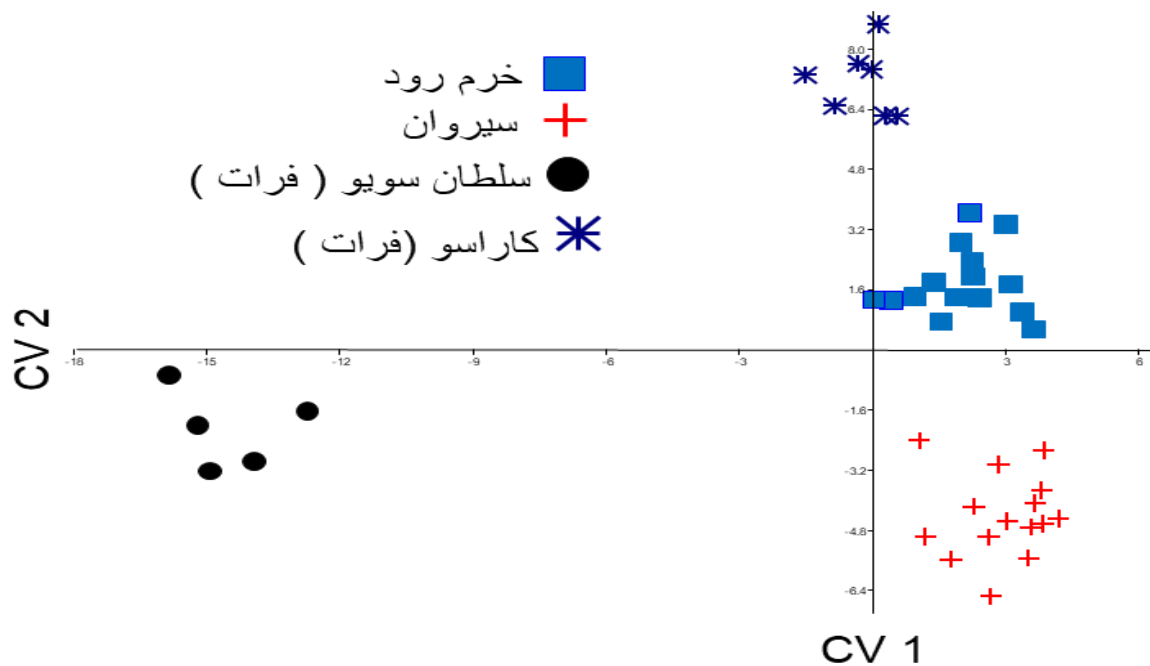
فرات *Oxynoemacheilus euphraticus* در حوضه خلیج فارس

Table 2. Mean,  $\pm$ SD, One-way ANOVA analysis and Duncan grouping of the morphometric traits of *Oxynoemacheilus euphraticus* population in the Persian Gulf basin.

P	مرویوان (سروان)			خرم رود			کاراسو (فرات)			سلطان سویو (فرات)		
	انحراف معیار	میانگین	حداکثر	انحراف معیار	میانگین	حداکثر	انحراف معیار	میانگین	حداکثر	انحراف معیار	میانگین	حداکثر
۰/۰۰۰	۰/۰۵	۱۷/۲۹	۱۸/۲۱	۱۶/۵۴	۱۷/۲۲	۱۹/۱۲	۱۵/۴۱	۱۷/۵۶	۱۸/۳	۱۶/۷۷	۱۶/۶۷	۱۶/۶۷
۰/۰۱۳	۰/۶۹	۱۲/۳۹	۱۳/۸۸	۱۱/۳۹	۱۲/۴۴	۱۵/۷۹	۱۰/۲۹	۱۲/۵۴	۱۵/۸۲	۱۲/۱۳	۱۲/۱۳	۱۰/۲۲
۰/۱۸۸	۱/۱۴	۳۹/۳۲	۴۱/۵۵	۳۷/۷۴	۳۷/۸۸	۴۲/۵۵	۳۴/۷۵	۳۷/۵۷۷	۳۸/۴	۳۸/۳	۳۷/۰۲	۳۷/۰۲
۳/۷۹۲	۱/۴۲	۳۰/۴۹	۳۳/۲۹	۲۹/۰۷	۳۷/۳۱	۳۷/۱۸	۳۰/۴۹	۳۳/۱۷	۳۸/۰۶	۳۳/۹	۳۳/۲۲	۲۵/۹۹
۰/۰۲۵	۱/۵۱	۵۸	۶۰/۴۹	۵۵/۴۱	۵۲/۳۸	۶۲/۶۴	۵۵/۴۳	۵۲/۳۲	۵۲/۳۵	۵۲/۳۵	۵۲/۳۵	۵۲/۳۵
۳/۷۷۷	۱/۴۹	۴۰/۷۹	۴۳/۱۴	۳۸/۰۸	۳۷/۱۷	۴۴/۸۹	۳۹/۹	۳۸/۰۹	۳۸/۱۳	۳۸/۴۶	۳۸/۹۲	۳۸/۹۲
۳/۱۹۴	۱/۱۹	۲۳/۴۴	۲۵/۹۳	۲۱/۰۲	۲۵/۲۱	۲۵/۲۱	۲۲/۰۱	۲۵/۲۱	۲۲/۰۱	۱۹/۷۸	۱۹/۶۷	۱۹/۶۷
۰/۰۱	۱/۵۱	۱۵/۲۱	۱۷/۸۷	۱۲/۹۸	۱۲/۵۳	۹/۲۴۳	۱۱	۱۲/۵۳	۱۱	۱۱/۳۱	۱۱/۳۱	۱۱/۳۱
۰/۰۰۱	۰/۳۴	۲/۲۲۹	۲/۸۷۸	۱/۷۴۳	۲/۳۷۷	۲/۸۰۸	۱/۸۶۳	۲/۳۷۷	۲/۳۷۷	۲/۳۷۱	۲/۳۷۱	۱/۹۶۱
۰/۲۲۲	۰/۴۸	۷/۲۰۸	۸/۰۱۳	۶/۲۳۹	۷/۲۲	۵/۸۲۵	۰/۴۰۵	۶/۳۷۸	۵/۸۲۵	۶/۳۷۷	۶/۳۷۷	۶/۳۷۷
۰/۰۰۰۶	۱	۱۳/۰۱	۱۴/۲۷	۱۰/۹۶	۱۳/۸۸	۱۶/۷۵	۱۱/۳۸	۱۱/۴۶۱	۱۳/۸۸	۱۳/۵۹	۱۳/۵۹	۱۳/۵۹
۰/۰۰۲	۱/۲۲	۱۴/۷۶	۱۶/۸۹	۱۲/۲۵	۱۵/۷۱	۱۸/۰۸	۱۳/۶۶	۱۵/۷۱	۱۵/۱۳	۱۵/۲۷	۱۵/۲۷	۱۵/۲۷
۱/۱۳۲	۰/۵۹	۶/۸۰۲	۷/۸۳۶	۵/۷۱	۷/۰۵۸	۸/۰۸۵	۵/۹۶۱	۷/۰۵۸	۷/۰۵۸	۷/۱۱۸	۷/۱۱۸	۷/۱۱۸
۱/۲۳۷	۱/۵۴	۱۳/۰۱	۱۵/۸۷	۱۰/۲	۹/۹۱۵	۱۱/۲۷	۸/۱۶۵	۹/۹۱۵	۹/۹۱۵	۱۱/۷۱	۱۱/۷۱	۱۱/۷۱
۰/۰۰۳	۱/۱۵	۱۰/۱۸	۱۲/۱۳	۸/۲۷	۷/۳۴۶	۹/۸۰۹	۶/۰۵۹	۷/۳۴۶	۷/۳۴۶	۷/۳۴۶	۷/۳۴۶	۷/۳۴۶
۰/۰۰۵	۰/۴۶	۹/۴۰۵	۱۰/۴۴	۸/۸۶۲	۹/۱۷۹	۱۰/۴۴	۸/۲۵۴	۹/۱۷۹	۸/۲۵۴	۹/۱۰	۹/۱۰	۹/۱۰
۰/۰۴۴	۰/۵۶	۶/۸۹۲	۷/۴۸۱	۵/۲۴۴	۶/۸۸۶	۷/۳۴۴	۵/۹۱۶	۶/۸۸۶	۵/۹۱۶	۶/۷۷۱	۶/۷۷۱	۶/۷۷۱
۳/۶۹۴	۰/۲۹	۳/۱۲۱	۳/۷۳۴	۲/۶۹۳	۳/۴۸۱	۴/۱۷۴	۲/۲۰۱	۳/۴۸۱	۳/۴۸۱	۳/۴۳۶	۳/۴۳۶	۳/۴۳۶
۰/۰۰۹	۰/۵۹	۷/۳۶۱	۸/۲۰۲	۶/۰۶۲	۶/۰۵۴	۷/۲۹۷	۴/۸۳۳	۶/۰۵۴	۶/۰۵۴	۵/۹۳۹	۵/۹۳۹	۵/۹۳۹
۱/۵۹۵	۰/۴۷	۱۰/۶۴	۱۱/۴۹	۹/۹۰۸	۱۰/۵۴	۱۲/۰۳	۸/۸۷۸	۱۰/۵۴	۱۰/۵۴	۱۰/۳۳	۱۰/۳۳	۱۰/۳۳
۰/۰۰۴	۰/۳۸	۴/۰۷۴	۴/۸۱۹	۳/۴۳۷	۳/۱۹۷	۳/۸۸۱	۲/۴۰۲	۳/۱۹۷	۳/۱۹۷	۳/۳۸۷	۳/۳۸۷	۳/۳۸۷
۰/۰۳۶	۰/۴۶	۴/۰۸۷	۵/۰۳۴	۳/۴۱	۴/۵۸	۴/۱۵۴	۳/۰۱۷	۴/۵۸	۴/۵۸	۴/۴۲۷	۴/۴۲۷	۴/۴۲۷
۰/۰۵	۰/۴۲	۳/۱۸۲	۳/۸۵۹	۲/۶۳۶	۳/۸۴۲	۳/۸۴۲	۲/۶۳۶	۳/۸۴۲	۳/۸۴۲	۳/۸۴۲	۳/۸۴۲	۳/۸۴۲



شکل ۱. نمودار تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) صفات اندازه‌شی جمعیت‌های مطالعه‌شده جویبار ماهی فرات (*Oxyneomacheilus euphraticus*).  
 Figure 1. PCA axis of the morphometric traits of *Oxyneomacheilus euphraticus* population



شکل ۲. نمودار تحلیل همبستگی کانونی (CVA) صفات اندازه‌شی جمعیت‌های مطالعه‌شده جویبار ماهی فرات (*Oxyneomacheilus euphraticus*).  
 Figure 2. CVA axis of the morphometric traits of *Oxyneomacheilus euphraticus* population