



# Investigation of the habitat preference of two sympatric species, *Oxynoemacheilus kiabii* and *Oxynoemacheilus karunensis* from Alk River (Karkheh basin)

Edris Ghaderi<sup>1✉</sup> | Atta Mouludi-Saleh<sup>2</sup> | Soheil Eagderi<sup>3</sup> | Farshad Moloodi<sup>4</sup> |  
Belal Molodinia<sup>5</sup>

1. Corresponding Author, Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran. E-mail: [ed.ghaderi@uok.ac.ir](mailto:ed.ghaderi@uok.ac.ir)
2. Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. E-mail: [atta.mouludisaleh@ut.ac.ir](mailto:atta.mouludisaleh@ut.ac.ir)
3. Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. E-mail: [soheil.eagderi@ut.ac.ir](mailto:soheil.eagderi@ut.ac.ir)
4. Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran. E-mail: [farshad.moloudi@uok.ac.ir](mailto:farshad.moloudi@uok.ac.ir)
5. Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran. E-mail: [belal.mouludi@gmail.com](mailto:belal.mouludi@gmail.com)

## Article Info

### Article type:

Research Article

### Article history:

Received 24 October 2023

Received in revised form 09

February 2024

Accepted 18 March 2024

Published online 22 July 2024

### Keywords:

*Conservation,*

*Endemic species,*

*Habitat suitability,*

*Stone loach.*

## ABSTRACT

Models based on regression analyzes are used to express patterns of abundance and distribution of fish populations in relation to environmental parameters. Therefore, this study was conducted to investigate the habitat suitability indices of *Oxynoemacheilus kiabii* and *O. karunensis* from Alk River (sub-basin of Razavar and Karkheh basin). Sampling was done using a hand net in eight stations (each with three replicates). Five habitat variables were measured and recorded, including river width, river depth, bed slope, water velocity, and average bed size. The results showed that the most habitat preference of Kiabi loach is depth in the range of 46-<52 cm, 0.6-<0.9 m width, 5.8-<6.4% slope, and water velocity 0.52-<0.58 m/s and the size of bedrock is 0-<0.12 mm and for *O. karunensis* was calculated as depth in the range of 10-<16 cm, 2.1-<2.4 m width, 1.6-<2.2% slope, and water velocity 0.34-<4 m/s and the size of bedrock is 48-<60 mm. Also, the highest and lowest SI values for both species *O. kiabii* and *O. karunensis* were related to depth and average bed size for *O. kiabii* and velocity and depth for *O. karunensis*, respectively. The results showed that Alk River is a suitable habitat for *O. karunensis*, whereas not suitable habitat for *O. kiabii*. Examination of the results of their feeding habits and preferences in the digestive system showed that these favorite of fishes are Chironomidae, Simuliidae, Baetidae, Gomphidae and Hydropsychidae.

**Cite this article:** Ghaderi, E., Mouludi-Saleh, A., Eagderi, S., Moloodi, F., & Molodinia, F. (2024). Investigation of the habitat preference of two sympatric species, *Oxynoemacheilus kiabii* and *Oxynoemacheilus karunensis* from Alk River (Karkheh River basin). *Journal of Natural Environment*, 77 (Special Issue), 213-222. DOI: <http://doi.org/10.22059/jne.2024.371910.2647>



## مطالعه ترجیح زیستگاهی گونه‌های همبوم جویبارماهی، *Oxynoemacheilus karunensis* و *Oxynoemacheilus kiabii* در رودخانه الک (حوضه کرخه)

ادریس قادری<sup>۱</sup> | عطا مولودی صالح<sup>۲</sup> | سهیل ایگدری<sup>۳</sup> | فرشاد مولودی<sup>۴</sup> | بلال مولودی نیا<sup>۵</sup>

۱. نویسنده مسئول، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران. رایانامه: [ed.ghaderi@uok.ac.ir](mailto:ed.ghaderi@uok.ac.ir)
۲. گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: [atta.mouludisaleh@ut.ac.ir](mailto:atta.mouludisaleh@ut.ac.ir)
۳. گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: [soheil.eagderi@ut.ac.ir](mailto:soheil.eagderi@ut.ac.ir)
۴. گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران. رایانامه: [farshad.moloudi@uok.ac.ir](mailto:farshad.moloudi@uok.ac.ir)
۵. گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران. رایانامه: [belal.mouludi@gmail.com](mailto:belal.mouludi@gmail.com)

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی	مدل‌های مبتنی بر آنالیزهای رگرسیونی به منظور بیان الگوهای فراوانی و پراکنش جمعیت ماهیان در ارتباط با فاکتورهای محیطی مورد استفاده قرار می‌گیرد. از این رو مطالعه حاضر، به منظور بررسی مطلوبیت زیستگاه دو گونه همبوم جویبارماهی، <i>Oxynoemacheilus karunensis</i> و <i>Oxynoemacheilus kiabii</i> از رودخانه الک (زیر حوضه رازآور و حوضه کرخه) به اجرا درآمد. نمونه‌برداری با استفاده از تور ساچوک در هشت ایستگاه (هر کدام با سه تکرار) صورت گرفت. تعداد ۵ متغیر زیستگاهی شامل عرض و عمق رودخانه، شیب بستر، سرعت جریان و میانگین اندازه ذرات بستر اندازه‌گیری و ثبت شد. نتایج نشان داد که بیشترین مطلوبیت زیستگاه جویبارماهی کیابی به صورت عمق رودخانه در محدوده ۵۲-۴۶ سانتی‌متر، عرض رودخانه ۰/۹-۰/۶ متر، شیب ۶/۴-۵/۸ درصد، سرعت جریان ۰/۵۸-۰/۵۲ متر بر ثانیه و اندازه ذرات بستر ۱۲-۰ میلی‌متر و برای گونه ( <i>O. karunensis</i> ) به صورت عمق رودخانه در محدوده ۱۶-۱۰ سانتی‌متر، عرض رودخانه ۲/۴-۲/۱ متر، شیب ۲/۲-۱/۶ درصد، سرعت جریان ۰/۴-۰/۳۴ متر بر ثانیه و اندازه ذرات بستر ۶۰-۴۸ میلی‌متر می‌باشد. همچنین بیشترین و کمترین مقادیر SI به ترتیب مربوط به دو فاکتور عمق و میانگین اندازه ذرات بستر برای گونه <i>O. kiabi</i> و سرعت جریان و عمق رودخانه (برای گونه <i>O. karunensis</i> ) بود. نتایج نشان داد که رودخانه الک زیستگاه مناسبی برای گونه <i>O. karunensis</i> بوده در حالی که این رودخانه برای گونه <i>O. kiabii</i> مناسب نمی‌باشد. همچنین رژیم غذایی این دو گونه بررسی شد که نمونه‌هایی از خانواده‌های Chironomidae، Simuliidae، Baetidae و Gomphidae و Hydropsychidae در دستگاه گوارش آنها مشاهده گردید.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۸/۰۲	
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۱۱/۲۰	
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۲۸	
تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۵/۰۱	
کلیدواژه‌ها: جویبارماهیان، حفاظت، گونه بومزاد، مطلوبیت، زیستگاه.	

استناد: قادری، ادریس؛ مولودی صالح، عطا؛ ایگدری، سهیل؛ مولودی، فرشاد؛ مولودی نیا، بلال (۱۴۰۳). مطالعه ترجیح زیستگاهی گونه‌های همبوم جویبارماهی، *Oxynoemacheilus karunensis* و *Oxynoemacheilus kiabii* در رودخانه الک (حوضه کرخه). محیط زیست طبیعی، ۷۷ (ویژه

نامه)، ۲۱۳-۲۲۲.

DOI: <http://doi.org/10.22059/jne.2024.371910.2647>



## مقدمه

در مدیریت و بازسازی ذخایر گونه‌ها، مطالعه ساختار اکولوژیک (بوم‌شناختی) نقش مهمی ایفا می‌کند؛ زیرا شناسایی نیازهای بوم‌شناختی و پایه یک گونه در زیستگاه، فرآیند مدیریتی موفق را امکان‌پذیر می‌نماید (Arrow et al., 2000). تعداد گونه و ساختار جمعیتی از جمله مؤلفه‌های اساسی در مطالعات بوم‌شناختی آبریان عنوان شده است چرا که تنوع گونه‌ای و حضور گونه‌ها بیانگر ثبات و تغییرات محیطی در یک اکوسیستم می‌باشد (Taylor et al., 2006). با توجه به اینکه در یک زیستگاه ممکن است چندین گونه حضور داشته باشند از این‌رو رقابت بر سر غذا و مکان بین این گونه‌های همبوم صورت می‌گیرد. بنابراین گونه‌ها ممکن است جهت کاهش رقابت ترجیحات زیستگاهی و مکانی متفاوتی داشته باشند. از آنجا که انتخاب زیستگاه مطلوب تحت تأثیر عوامل متعددی می‌باشد از این‌رو تفسیر و بررسی زیستگاه یک گونه اغلب دشوار است (Shirzad et al., 2022). امروزه مدل‌های شاخص مطلوبیت زیستگاه (Habitat Suitability Index) به‌طور گسترده به‌منظور ارزیابی محدوده‌ای از شرایط محیطی مورد نیاز یک گونه در زیستگاه، توسعه یافته است (Wakeley, 198) که برآورد کمی آن، یک متغیر زیستگاهی مناسب برای یک گونه خاص در یک منطقه مورد مطالعه است. محدوده یک متغیر زیستگاهی بین ۰ (عدم تأمین نیازهای گونه) تا ۱ (نیازهای گونه به‌طور کامل فراهم می‌شود) می‌باشد. HSI رابطه بین مناسب بودن شاخص و طیف وسیعی از مقادیر برای هر متغیر زیستگاهی عنوان می‌شود (Mouludi-Saleh, 2023). در مطالعات اکولوژیک گونه‌های ماهی‌ها، با توجه به محدودیت‌های جمع‌آوری اطلاعات در مورد توسعه گونه‌ها، امروزه استفاده از این مدل‌های پیش‌بینی‌کننده گسترش یافته است؛ زیرا این مدل‌ها، نمایی مناسب از شرایط توزیع جمعیت گونه‌ها را در شرایط زیستگاهی مختلف فراهم می‌کنند (Kim and Choi, 2018; Jácome et al., 2019; Vilela et al., 2020).

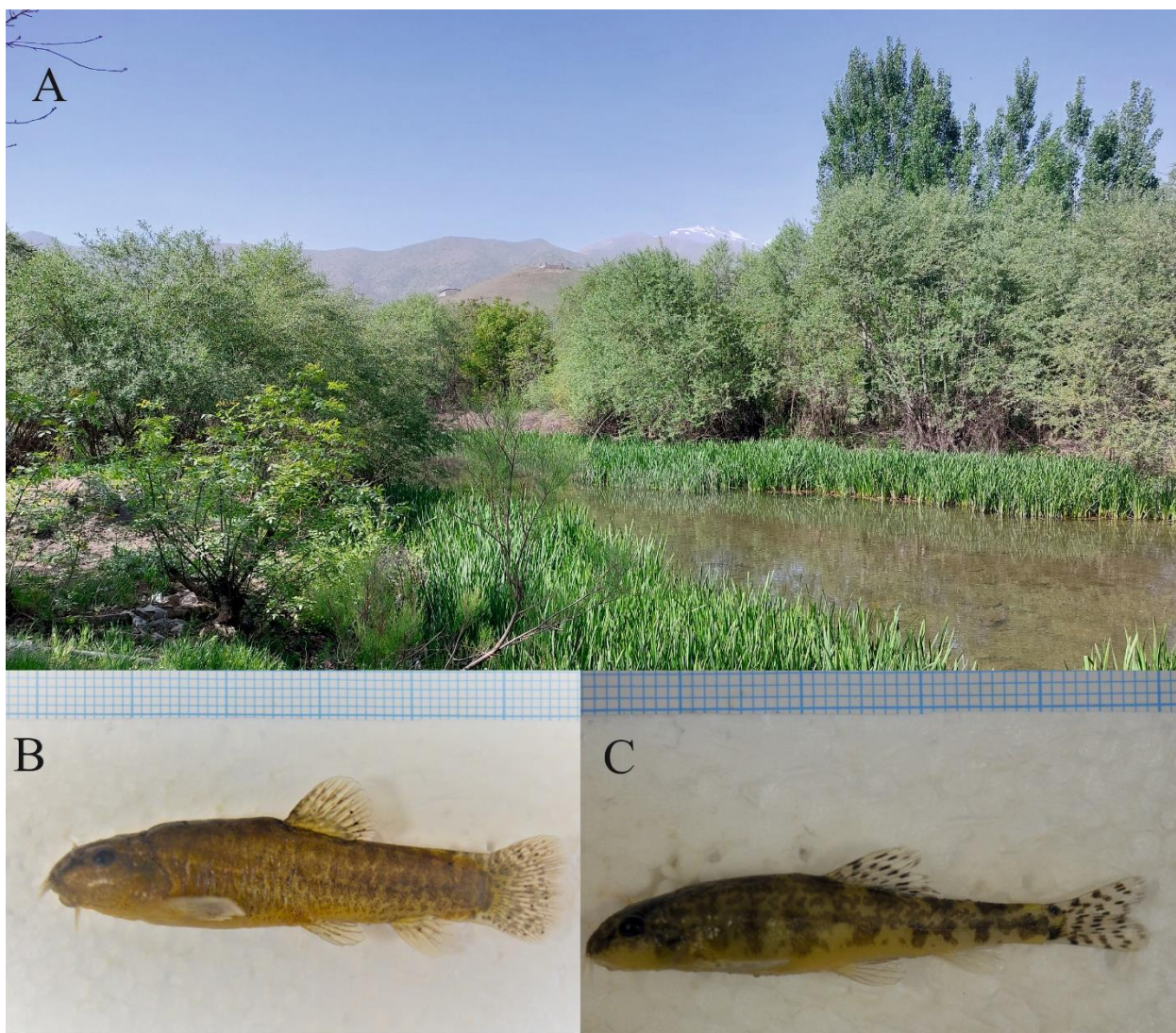
براساس آخرین مطالعات صورت گرفته، تعداد ۲۹۲ گونه ماهی از آب‌های داخلی ایران گزارش شده است که از این تعداد ۱۰۲ گونه بومزاد می‌باشد. دو خانواده کپورماهیان (Cyprinidae) و جویبارماهیان (Nemacheilidae) با ۱۲۱ گونه بیشترین تعداد را به‌خود اختصاص داده‌اند (Eagderi et al., 2022). جنس *Oxynoemacheilus* Bănărescu & Nalbant, 1966 از خانواده جویبارماهیان (Nemacheilidae) بوده که تاکنون ۱۷ گونه از این جنس در ایران گزارش شده است (Eagderi et al., 2022). گونه جویبار ماهی کیابی (*Oxynoemacheilus kiabii* Golzarianpour, Abdoli & Freyhof, 2011) جزء گونه‌های بومزاد ایران بوده که در سال ۲۰۱۱ برای اولین بار از چشمه دهنو در نزدیکی رودخانه دینور توصیف شد (Golzarianpour et al., 2011). همچنین گونه بومزاد *Oxynoemacheilus karunensis* Freyhof, 2016 از رودخانه کارون (حوضه تیگریس) گزارش شده است (Freyhof, 2016). با توجه به اثرات مخرب فعالیت‌های انسانی بر روی رودخانه‌ها و از بین رفتن ثبات این زیستگاه‌ها، این تغییرات ممکن است حضور ماهیان را در این زیستگاه‌ها تحت تأثیر قرار دهد؛ بنابراین در راستای حفاظت از گونه‌های بومی و جلوگیری از آسیب‌های احتمالی زیستگاه این گونه‌ها، بررسی ترجیح زیستگاهی آن‌ها، از اولویت خاصی برخوردار بوده و در صورت بررسی دقیق مدیریت ارزیابی زیستگاه این گونه‌ها، بررسی مطلوبیت زیستگاه در گونه‌های جویبارماهیان ماهیان جنس *Oxynoemacheilus* تاکنون در رودخانه‌های دینورآب استان کرمانشاه (Radkhah et al., 2021b) و رودخانه جاجرود در استان تهران (Eagderi et al., 2021) صورت گرفته است اما به‌منظور شناخت بیشتر در ارتباط با زیستگاه این گونه‌ها، نیاز به مطالعات بیشتری می‌باشد. از این‌رو این مطالعه به‌منظور بررسی ترجیح زیستگاهی دو گونه همبوم *O. karunensis* و *O. kiabii* در رودخانه الک (زیرحوضه رازآور، حوضه کرخه) به‌اجرا درآمد. همچنین رژیم غذایی این دو گونه جویبار ماهی مورد مطالعه قرار گرفت و میزان همپوشانی غذایی آن‌ها نیز مورد بررسی قرار گرفت.

## روش‌شناسی پژوهش

برای انجام این مطالعه، انتخاب ایستگاه‌ها براساس مطالعه Bahrami Kamangar و همکاران (۲۰۱۵) انجام شد و نمونه‌برداری از رودخانه‌الک (شهرستان کامیارن، استان کردستان) در طی تابستان سال ۱۴۰۰، به‌منظور بررسی ترجیح زیستگاهی دو گونه همبوم *O. karunensis* و *O. kiabii* با استفاده از تورساجوک از ۸ ایستگاه (هر کدام با سه تکرار) صورت گرفت (شکل ۱ و جدول ۱). ایستگاه‌ها به‌نحوی انتخاب گردید که تمام زیستگاه‌های قابل دسترس را شامل گردد. ماهیان صید شده بلافاصله در محلول دو درصد گل میخک قرار داده شدند و بعد از بیهوشی براساس راهنمای میدانی ماهیان آب‌های داخلی ایران (Abdoli, 2016; Golzarianpour et al., 2011; Freyhof, 2016; Esmaeili et al., 2018) مورد شناسایی قرار گرفته و تعداد هر گونه به تفکیک هر ایستگاه و هر تکرار زیستگاهی ثبت گردید. از هر گونه تعداد ۵ نمونه جهت بررسی رژیم غذایی در الکل اتانول ۷۰ درصد تثبیت شده و به آزمایشگاه منتقل گردید و بقیه نمونه‌ها بعد از اطمینان از بازیابی شنای فعال، در همان محل صید، رهاسازی شدند. بلافاصله بعد از صید ماهی‌ها، فاکتورهای زیستگاهی از جمله عرض رودخانه با استفاده از مترنوار (برحسب سانتی‌متر)، عمق با استفاده از میله مدرج (برحسب سانتی‌متر)، شیب بستر (گوگل ارث، برحسب درصد) سرعت جریان رودخانه با استفاده از روش جسم شناور (Hasanli, 1999) (برحسب متر بر ثانیه) و اندازه ذرات بستر با استفاده از کولیس دیجیتال (برحسب میلی‌متر) اندازه‌گیری شد. همچنین با استفاده از مشاهدات میدانی در محل نمونه‌برداری پوشش حاشیه‌ای و جنس بستر ثبت گردید. از آنجا که ارتباط مشخصی بین متغیرهای زیستگاهی و فراوانی گونه‌های رودخانه‌ای وجود دارد از منحنی‌های شاخص مطلوبیت زیستگاه استفاده شد. هر متغیر زیستگاهی به یک سری از فواصل تقسیم و فراوانی نسبی گونه مورد مطالعه در هر دامنه ویژگی‌های زیستگاهی در نرم‌افزار Habitat Selection = HabSel ارائه شد (Consulting, 2019). سپس داده‌های زیستگاه ترجیحی به نرم‌افزار Excel منتقل و منحنی‌های مطلوبیت متغیرهای زیستگاه در دامنه صفر تا یک برای هر متغیر ترسیم و ارائه گردید. میانگین مجموع اندیکس‌های شایستگی هرزیستگاه به‌عنوان مطلوبیت زیستگاه آن ایستگاه و میانگین کل به‌عنوان HSI کل عنوان شد (Bovee, 1982; Jowett and Richardson, 2008). در راستای بررسی رژیم غذایی این دو گونه بستری، تعداد ۵ نمونه از هر کدام مورد بررسی و مطالعه قرار گرفتند. بدین‌منظور محتویات شکمی پس از خالی‌سازی و با استفاده از کلیدهای شناسایی (Balina et al., 2008; Cilfford, 1991) مورد ارزیابی قرار گرفتند. محتویات غذایی این گونه‌ها در سطح خانواده شناسایی گزارش شد.

جدول ۱- موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری دو گونه جویبارماهی کیابی و کارونی در رودخانه الک

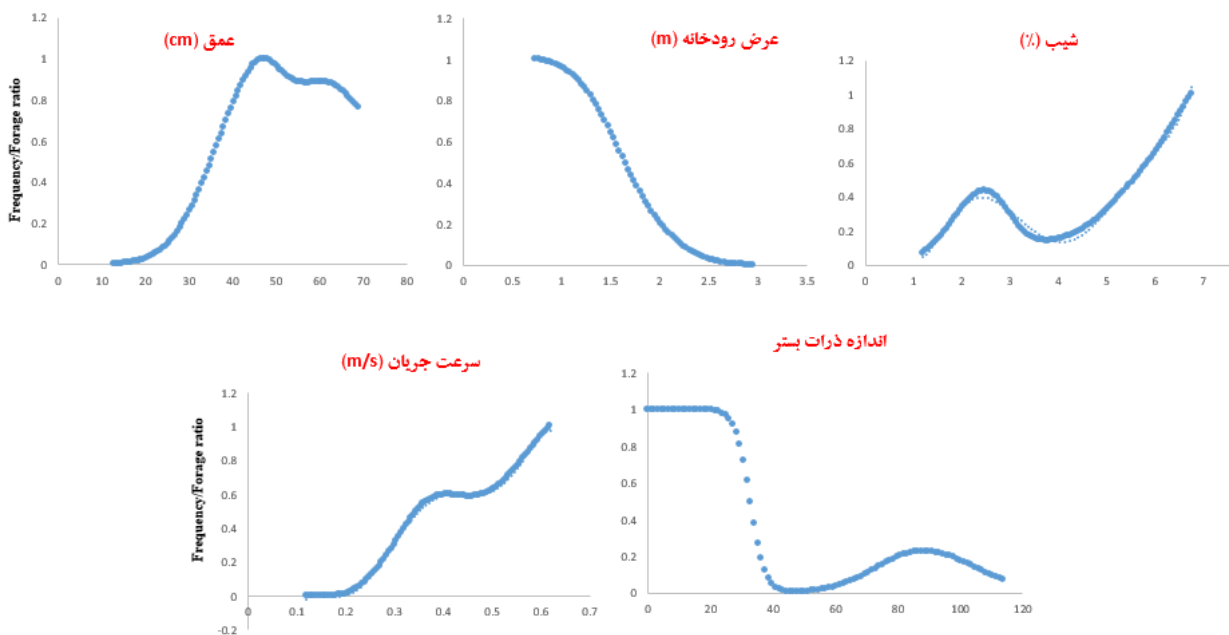
ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
۱	۳۴°۴۷′۶/۶۴۷"	۴۶°۵۱′۴/۱۰۴"
۲	۳۴°۴۷′۹/۸۸۷"	۴۶°۵۰′۵۹/۷۸۳"
۳	۳۴°۴۷′۱۱/۰۷۵"	۴۶°۵۰′۵۷/۴۷۹"
۴	۳۴°۴۷′۱۳/۰۵۶"	۴۶°۵۰′۵۷/۴۴۴"
۵	۳۴°۴۷′۱۸/۷۸۰"	۴۶°۵۰′۵۳/۵۵۶"
۶	۳۴°۴۷′۲۶/۰۵۲"	۴۶°۵۰′۵۰/۱۷۳"
۷	۳۴°۴۷′۳۱/۲۳۵"	۴۶°۵۰′۴۸/۹۸۳"
۸	۳۴°۴۷′۴۲/۶۱۱"	۴۶°۵۰′۴۲/۱۸۰"



شکل ۱- نمایی از رودخانه الک محل نمونه‌برداری (A) و دو گونه همبوم جویبارماهی *Oxynoemacheilus kiabii* (B) و *Oxynoemacheilus karunensis* (C)

### یافته‌های پژوهش

نتایج این مطالعه نشان داد که بیشترین مطلوبیت زیستگاه جویبارماهی کیابی (*O. kiabii*) در فاکتور عمق رودخانه در محدوده ۵۲-۴۶ سانتی‌متر (مطلوبیت ۰/۲۳۶)، عرض رودخانه ۰/۹-۰/۶ (مطلوبیت ۰/۳۱۳) متر، شیب ۶/۴-۵/۸ درصد (مطلوبیت ۰/۳۷۷)، سرعت جریان ۰/۵۸-۰/۵۲ متر بر ثانیه (مطلوبیت ۰/۴۳۴) و اندازه ذرات بستر ۱۲-۰ میلی‌متر (مطلوبیت ۰/۷۶۴) به‌دست آمد (شکل ۲، جدول ۲). همچنین براساس مطالعات میدانی بیشترین مطلوبیت بستر برای گونه مورد مطالعه بسترهای سنگی ریز و پوشش حاشیه‌ای گیاهی مشاهده شد. مقادیر شاخص مطلوبیت زیستگاه برای هر یک از فاکتورهای محیطی گونه مورد مطالعه در جدول ۳ ارائه شده است. همچنین نتایج نشان داد که بیشترین SI مربوط به فاکتور عمق (۰/۵۷) و کمترین مقدار مربوط به میانگین اندازه ذرات بستر (۰/۳۷) بود. شاخص مطلوبیت کل براساس فاکتورهای مورد بررسی نیز ۰/۴۲۲ به‌دست آمد. برای گونه *O. karunensis* نیز بیشترین مطلوبیت در فاکتورهای مورد بررسی به‌صورت عمق رودخانه در محدوده ۱۶-۱۰ سانتی‌متر (مطلوبیت ۰/۲۶۹)، عرض رودخانه ۲/۴-۲/۱ متر (مطلوبیت ۰/۲۴۶)، شیب ۲/۲-۱/۶ درصد (مطلوبیت ۰/۲۹۳)، سرعت جریان ۰/۴-۰/۳۴ متر بر ثانیه (مطلوبیت ۰/۳۲۲) و اندازه ذرات بستر ۶۰-۴۸ میلی‌متر (مطلوبیت ۰/۲۱۸) می‌باشد (شکل ۳، جدول ۴). بیشترین مطلوبیت بستر نیز برای گونه مورد مطالعه نیز بسترهای شنی بود. نتایج شاخص SI نشان داد که بیشترین SI مربوط به فاکتور سرعت جریان (۰/۷۷) و کمترین مقدار مربوط به عمق رودخانه (۰/۴۶) بود (جدول ۵).



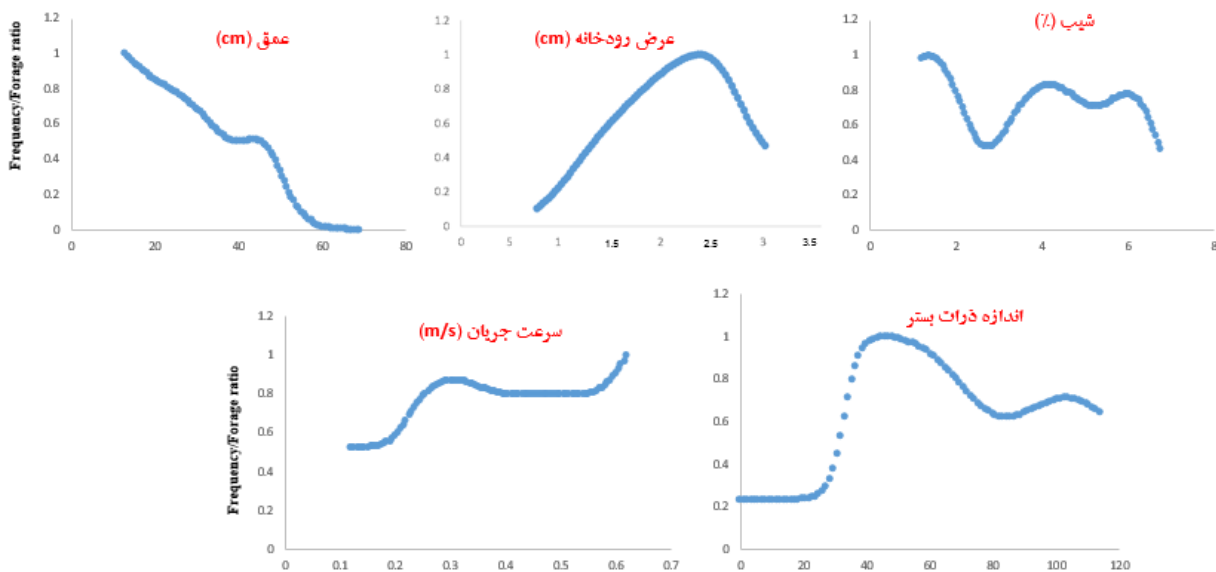
شکل ۲- نمودار میانگین فراوانی نسبی گونه جویبار ماهی کیابی (*Oxyneomacheilus kiabii*) براساس ویژگی‌های محیطی مورد بررسی در رودخانه الک

جدول ۲- مقادیر شاخص مطلوبیت برای هر متغیر زیستگاهی رودخانه الک برای گونه جویبار ماهی کیابی (*Oxyneomacheilus kiabii*)

عمق رودخانه (cm)	فراوانی طبقه	عرض رودخانه (m)	فراوانی طبقه	شیب بستر (درصد)	فراوانی طبقه	سرعت جریان (متر بر ثانیه)	فراوانی طبقه
۱۰-۲۸	۰/۰۰۰	۰-۰/۶	۰/۰۰۰	۱-۲/۲	۰/۰۰۰	۰/۱-۰/۴	۰/۰۰۰
۲۸-۳۴	۰/۰۷۹	۰/۶-۰/۹	۰/۳۱۳	۲/۲-۳/۸	۰/۱۵۱	۰/۴-۰/۴۶	۰/۲۲۸
۳۴-۴۰	۰/۱۸۹	۰/۹-۱/۲	۰/۲۶۱	۲/۸-۳/۴	۰/۰۰۰	۰/۴۶-۰/۵۲	۰/۰۲۳
۴۰-۴۶	۰/۰۹۴	۱/۲-۱/۵	۰/۲۳۵	۳/۴-۴	۰/۰۵۱	۰/۵۲-۰/۵۸	۰/۴۳۴
۴۶-۵۲	۰/۲۳۶	۱/۵-۱/۸	۰/۱۳۹	۴-۴/۶	۰/۰۵	۰/۵۸-۰/۶۴	۰/۳۱۶
۵۲-۵۸	۰/۱۱۸	۱/۸-۲/۱	۰/۰۵۲	۴/۶-۵/۲	۰/۰۰۰	میانگین اندازه ذرات بستر (میلی‌متر)	فراوانی طبقه
۵۸-۶۴	۰/۱۸۹	۲/۱-۳	۰/۰۰۰	۵/۲-۵/۸	۰/۱۰۶	۰-۱۲	۰/۷۴۶
۶۴-۷۰	۰/۰۹۴			۵/۸-۶/۴	۰/۳۷۷	۱۲-۸۴	۰/۰۰۰
						۸۴-۹۶	۰/۲۵۴
						۹۶-۱۲۰	۰/۰۰۰

جدول ۳- مقادیر شاخص مطلوبیت کل برای هر متغیر و شاخص مطلوبیت زیستگاه (HSI) رودخانه الک برای گونه جویبار ماهی کیابی (*Oxyneomacheilus kiabii*)

عرض رودخانه	عمق	شیب	سرعت جریان	اندازه ذرات بستر	HSI کل
۰/۴۲	۰/۵۷	۰/۳۷	۰/۴۳	۰/۳۶	۰/۴۲۴



شکل ۳- نمودار میانگین فراوانی نسبی گونه جویبار ماهی (*Oxynoemacheilus karunensis*) براساس ویژگی‌های محیطی مورد بررسی در رودخانه الک

جدول ۴- مقادیر شاخص مطلوبیت برای هر متغیر زیستگاهی رودخانه الک برای گونه جویبار ماهی (*Oxynoemacheilus karunensis*)

فراوانی طبقه	سرعت جریان (متر بر ثانیه)	فراوانی طبقه	شیب بستر (درصد)	فراوانی طبقه	عرض رودخانه (m)	فراوانی طبقه	عمق رودخانه (cm)
۰/۰۸	۰/۱۶-۰/۱	۰/۰۷۳	۱/۶-۰/۱	۰/۰۰۰	۰/۱۰-۰/۲	۰/۲۶۹	۱۰-۰/۱۶
۰/۰۰۰	۰/۳۴-۰/۱۶	۰/۲۹۳	۱/۶-۰/۲/۲	۰/۱۴۸	۱/۲-۰/۱/۵	۰/۱۷۹	۱۶-۰/۲۲
۰/۳۲۲	۰/۴-۰/۳۴	۰/۰۴۹	۲/۲-۰/۲/۸	۰/۰۹۸	۱/۵-۰/۱/۸	۰/۱۹۴	۲۲-۰/۲۸
۰/۰۹۸	۰/۴۶-۰/۴	۰/۰۰۰	۲/۸-۰/۳/۴	۰/۲۱۳	۱/۸-۰/۲/۱	۰/۰۹	۲۸-۰/۳۴
۰/۱۳۸	۰/۵۲-۰/۴۶						
۰/۱۲۱	۰/۵۸-۰/۵۲	۰/۰۱	۳/۴-۰/۴	۰/۲۴۶	۲/۱-۰/۲/۴	۰/۰۰۰	۳۴-۰/۴۰
۰/۲۴۱	۰/۶۴-۰/۵۸						
فراوانی طبقه	میانگین اندازه ذرات بستر (میلی متر)	فراوانی طبقه	شیب بستر (درصد)	فراوانی طبقه	عرض رودخانه (m)	فراوانی طبقه	عمق رودخانه (cm)
۰/۰۴۸	۰/۱۲-۰	۰/۰۷۳	۴/۶-۰/۵/۲	۰/۰۹۸	۲/۴-۰/۲/۷	۰/۰۹	۴۰-۰/۴۶
۰/۰۰۰	۱۲-۰/۴۸	۰/۰۱۰۰۰۰۳	۵/۲-۰/۵/۸			۰/۰۰۰	۴۶-۰/۵۲
۰/۲۱۷	۴۸-۰/۶۰	۰/۱۰۴۷	۵/۸-۰/۶/۴				۵۲-۰/۷۰
۰/۲۱۶	۶۰-۰/۷۲						
۰/۱۴۵	۷۲-۰/۸۴						
۰/۱۲	۸۴-۰/۹۶						
۰/۱۸۱	۹۶-۰/۱۰۸						
۰/۰۷۲	۱۰۸-۰/۱۲۰						

جدول ۵- مقادیر شاخص مطلوبیت کل برای هر متغیر و شاخص مطلوبیت زیستگاه (HSI) رودخانه الک برای گونه جویبار ماهی (*Oxynoemacheilus karunensis*)

HSI کل	اندازه ذرات بستر	سرعت جریان	شیب	عمق	عرض رودخانه	SI
۰/۶۴۵	۰/۶۳	۰/۷۷	۰/۷۳	۰/۴۶	۰/۶۹	SI

تحلیل و بررسی اقلام غذایی مورد استفاده این دو گونه همبوم ورد مطالعه در رودخانه الک نشان داد که گونه *Oxynoemacheilus kiabii* نسبت به گونه *Oxynoemacheilus karunensis* از طیف وسیع‌تری از بنتوزها تغذیه می‌کند. نتایج نشان داد که خانواده‌های Chironomidae, Simulidae, Baetidae, Gomphidae و Hydropsychidae ترجیح غذایی این دو گونه بوده است که بیشترین مقدار تغذیه از خانواده Chironomidae و Simulidae از راسته دوبالان بوده و بعد از آن خانواده Baetidae و راسته یک روزه‌ها بوده است.

### بحث و نتیجه‌گیری

این مطالعه به منظور بررسی ترجیح و اولویت زیستگاهی دو گونه جویبارماهی *Oxynoemacheilus kiabii* و *Oxynoemacheilus karunensis* در رودخانه الک به‌اجراء آمد. نتایج نشان داد که ترجیح زیستگاهی گونه جویبارماهی کیابی با افزایش عرض رودخانه و اندازه ذرات بستر کاهش می‌یابد اما با افزایش مقادیر سایر فاکتورهای مورد بررسی از جمله عمق، شیب و سرعت جریان رودخانه، مطلوبیت افزایش می‌یابد. در رابطه با ترجیح زیستگاهی گونه *Oxynoemacheilus karunensis* با افزایش عمق رودخانه، مطلوبیت زیستگاه روند کاهشی نشان داد همچنین در فاکتورهای عرض رودخانه، شیب و میانگین اندازه ذرات بستر اگرچه با افزایش فاکتورهای فوق روند افزایشی نشان داد اما در نهایت کاهش مطلوبیت با افزایش سه فاکتور مشاهده شد. مطلوبیت این گونه با افزایش سرعت جریان نیز روند افزایشی نشان داد.

مطالعات بیان داشته‌اند که جویبارماهیان معمولاً در نقاط کم عمق با پوشش حاشیه‌ای گیاهی و درختان انبوه رودخانه زیست دارند (Radkhan et al., 2021a). که در این مطالعه برای گونه *O. karunensis* صادق بود که با افزایش عمق رودخانه مطلوبیت زیستگاه روند کاهشی داشت در حالی که گونه جویبارماهی کیابی با افزایش عمق ابتدا روند افزایشی و سپس روند کاهشی نشان داد. Radkhan و همکاران (۲۰۲۱b) در بررسی ارزیابی ترجیح زیستگاهی جویبارماهی کیابی در رودخانه دینور، تعداد هشت فاکتور محیطی را در هفت ایستگاه نمونه‌برداری مورد بررسی قرار دادند که نتایج این مطالعه نشان داد که ترجیح زیستگاهی براساس فاکتورهای مورد بررسی به‌صورت عرض رودخانه  $7/2 - 6$  متر، سرعت جریان  $0/45 - 0/17$  متر بر ثانیه، دمای آب  $22 - 23$  درجه سانتی‌گراد، EC  $300 - 350$  میکروزیمنس بر سانتی‌متر، کل مواد جامد محلول  $610 - 580$  میلی‌گرم بر لیتر و قطر سنگ بستر کمتر از  $5$  سانتی‌متر گزارش شد. در مقایسه با مطالعه حاضر، بیشترین مطلوبیت برای متغیرهای عمق، عرض، شیب، شدت جریان و اندازه ذرات بستر به‌ترتیب  $52 - 46$  سانتی‌متر،  $0/9 - 0/6$  متر،  $4 - 6/8$  درصد،  $0/58 - 0/52$  متر بر ثانیه و اندازه ذرات بستر  $12 - 0$  میلی‌متر برآورد شد.

با توجه به اینکه دو گونه مورد مطالعه به‌صورت همبوم در رودخانه الک پراکنش دارند و بین گونه‌های همبوم در یک زیستگاه احتمال رقابت بر سر مکان و منابع در دسترس وجود دارد؛ استراتژی گونه‌ها جهت کاهش رقابت استفاده از منابع جدا یا افتراق آشیان اکولوژیک است که نتایج این مطالعه نشان داد که این دو گونه جویبارماهی از مواد غذایی مشابهی تغذیه می‌نمایند (بیشترین تغذیه از دوبالان) و همچنین براساس فاکتورهای مورد مطالعه و انتخاب زیستگاه، ترجیحات زیستگاهی تقریباً متفاوتی دارند که این اختلافات سبب کاهش رقابت بین گونه‌ای می‌شود و این امر حضور این دو گونه را در این اکوسیستم تضمین نموده است. نکته قابل توجه در این مطالعه، عرض رودخانه بود که به‌نظر می‌رسد در مسیر رودخانه تغییراتی ایجاد شده و تقریباً به‌صورت کانال آبیاری کشاورزی درآمده است این موضوع می‌تواند تغییرات زیادی را در زیستگاه ماهیان ایجاد نماید. همچنین در طی سالیان گذشته از این رودخانه و در بالادست و پایین‌دست ایستگاه‌های مورد مطالعه، برداشت شن و ماسه صورت گرفته است که این امر باعث تخریب زیستگاه ماهیان می‌شود به‌طوری‌که در مطالعات Rowshan Tabari (۲۰۰۹) و Hosseinzadeh و همکاران (۲۰۲۲) گزارش شده است که برداشت شن و ماسه تغییرات زیادی را در زیستگاه ماهیان از جمله تخریب بسترهای تخم‌ریزی، تخریب زیستگاه ماهیان نابالغ، عدم تعادل در زیستگاه، وقفه در مهاجرت، ایجاد گودال و آبگیر در بستر، از بین رفتن جریان مداوم و کاهش شفافیت ایجاد می‌نماید. از طرف دیگر، به دلیل وابستگی جویبارماهیان به بستر رودخانه، تغییرات ایجاد شده در رودخانه



آلک می‌تواند در فراوانی آن‌ها تاثیرگذار باشد به طوری که نتایج مطالعات نشان می‌دهد تغییر در شرایط و مورفولوژی رودخانه و رسوبات آن، تنوع و فراوانی گونه‌های موجود را تحت تأثیر قرار خواهد داد (Kemp et al., 2011).

با توجه به رابطه فراوانی جویبارماهی کیابی (فراوانی ۰/۷۴۶) و اندازه ذرات ( $0 < 12$ ) در بستر می‌توان این فرضیه را عنوان نمود که از آنجا که این ماهی به موجودات کفزی وابسته بوده و از آن‌ها تغذیه می‌نماید و چون مواد ارگانیک مورد نیاز جوامع کفزی در بسترهایی با ذرات ریزتر بیشتر در دسترس می‌باشد (Lencioni and Rossaro, 2005) در نتیجه تمایل این ماهی به مناطقی از رودخانه که اندازه رسوبات کوچکتر، بیشتر می‌باشد. در صورتی که حضور و فراوانی گونه *Oxynoemacheilus karunensis* بیشتر در نقاطی بود که میانگین اندازه ذرات بستر به مراتب بیشتر بود.

نتایج به دست آمده از این مطالعه نشان داد که بیشترین مقادیر مطلوبیت به ترتیب برای متغیرهای عمق رودخانه (۰/۵۷) و سرعت جریان آب (۰/۴۳) (برای گونه *O. kiabii*) و سرعت جریان (۰/۷۷) و شیب (۰/۷۳) (برای گونه *O. karunensis*) به دست آمد. مطالعات بیان داشته‌اند که در اکوسیستم‌های رودخانه‌ای، ترجیح زیستگاهی ماهیان بیشتر تحت تأثیر دو فاکتور عمق و سرعت جریان (در مقایسه با سایر پارامترهای محیطی) قرار دارد (Radkhan et al., 2020, 2021b) و این دو فاکتور با هم تغییر می‌کنند. در رابطه با متغیر عمق رودخانه، بیشترین مطلوبیت گونه *Oxynoemacheilus kiabii* در عمق‌های بیشتر مشاهده شد از آنجا که شدت نور، دما، تراکم غذایی و تولیدات اولیه وابسته به عمق هستند می‌توان چنان استدلال کرد که این گونه کمتر تحت تأثیر این فاکتور قرار دارد (Damalas et al., 2010) چرا که با افزایش عمق مقادیر فاکتورهای ذکر شده کاهش می‌یابد. در رابطه با عرض رودخانه، بیشترین ترجیح زیستگاهی این دو گونه در عرض کمتر بود و با افزایش این فاکتور زیستگاهی روند مطلوبیت برای هر دو گونه کاهش می‌یابد. در این راستا Littlejohn و همکاران (۱۹۸۵) گزارش کردند که بیشتر گونه‌های ماهیان، زیست در رودخانه‌های با عرض کمتر (رودخانه‌های کوچک) را ترجیح می‌دهند که این مطلب در مورد گونه‌های جویبارماهی نیز صادق بود.

به عنوان نتیجه‌گیری کلی می‌توان بیان داشت که رودخانه الک با مطلوبیت کل ۰/۴۲۴ و ۰/۶۳۵ به ترتیب زیستگاه تقریباً نامناسب برای گونه جویبارماهی *Oxynoemacheilus kiabii* و مناسب برای گونه *Oxynoemacheilus karunensis* است. با توجه به اهمیت گونه‌های بومزاد و مطالعه همه جانبه آن‌ها که از اولویت‌های تحقیقاتی در زمینه شیلاتی و حفاظت محسوب می‌شود؛ در راستای کاهش این ذخایر ارزشمند، پیشنهاد می‌شود که تعداد فاکتورهای زیستگاهی بیشتر و جنبه‌های دیگر ذخایر این گونه‌ها (تغذیه، تولیدمثل و ...) در زیستگاه طبیعی آن‌ها مورد مطالعه قرار گیرد. همچنین آشیان اکولوژیک آن‌ها مورد بررسی قرار گیرد تا بتوان از میزان رقابت بین گونه‌ای در میان آن‌ها اطلاعات بیشتری کسب کرد و بررسی نمود که این فرآیند در بین جویبارماهیان همبوم در یک اکوسیستم به چه میزان وجود دارد.

## References

- Abdoli, A., 2016. Freshwater fish of Iran. Iranshenasi, Tehran, 272p.
- Arrow, K., Daily, G., Dasgupta, P., Levin, S., Mäler, K.G., Maskin, E., Starrett, D., Sterner, T., Tietenberg, T., 2000. Managing ecosystem resources. Environmental Science and Technology 34(8), 1401-1406.
- Bahrami Kamangar, B., Rostamzadeh, J., Bahramnejad, B., Ghaderi, E., Prokofiev, A. M., Nalbant, T. T., 2015. DNA barcoding and fish stock assessment of Kurdistan Province, Iran. Kurdistan University, 60 p. (In Persian)
- Balian, E.V., Leveque, C., Segers, H., Martens, K., 2008. Freshwater Animal Diversity Assessment. Reprinted from Hydrobiologia 595. Springer Dordrecht, 622 p.
- Bovee, K.D., 1982. A guide to stream habitat analysis using the instream flow incremental methodology. U.S. Fish and Wildlife Service, Washington, 248 p.
- Clifford, H.F., 1991. Aquatic invertebrates of Alberta: an illustrated guide. The University of Alberta Press, Edmonton, 538p.
- Consulting, J., 2019. Available from <http://www.jowettconsulting.co.nz>. (Accessed on 3<sup>rd</sup> February 2023).
- Damalas, D., Maravelias, C.D., Katsanevakis, S., Karageorgis, A.P., Papaconstantinou, C., 2010. Seasonal abundance of non-commercial demersal fish in the eastern Mediterranean Sea in relation to hydrographic and sediment characteristics. Estuarine, Coastal and Shelf Science 89(1), 107-118.

- Eagderi, S., Zamani-Faradonbeh, M., Poorbagher, H., Mouludi-Saleh, A., 2021. Habitat preference of Sefid river loach, *Oxynoemacheilus bergianus* (Steindachner, 1897) in Jajroud River by comparing its preference in autumn and winter. *Journal of Natural Environment* 74(1), 1-11.
- 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.
- Esmaili, H.R., Sayyadzadeh, G., Eagderi, S., Abbasi, K., 2018. Checklist of freshwater fishes of Iran. *Fish Taxa* 3, 1-95.
- Freyhof, J., 2016. *Oxynoemacheilus karunensis*, a new species from the Persian Gulf basin Teleostei: Nemacheilidae. *Zootaxa* 4175 (1), 94-100.
- Golzarianpour, K., Abdoli, A., Freyhof, J., 2011. *Oxynoemacheilus kiabii*, a new loach from Karkheh River drainage, Iran (Teleostei: Nemacheilidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters* 22(3), 201-208.
- Hasanli, A.M., 1999. Diverse methods to water measurement (Hydrometry). Shiraz University publication. Shiraz, 265 p. (In Persian)
- Hosseinzadeh, M. M., Shirud Isa, N., Esmaili, R., 2018. Undesirable effects of sand and gravel harvesting on river system, Case study: Shirud River Tonekabon (Mazandaran Province). *Researches in Earth Sciences* 9(2), 165-175. (In Persian)
- Jácome, G., Vilela, P., Yoo, C.K., 2019. Present and future incidence of dengue fever in Ecuador nationwide and coast region scale using species distribution modeling for climate variability's effect. *Ecological Modelling* 400, 60-72.
- Jowett, I.G., Hayes, J.W., Duncan, M.J., 2008. A guide to instream habitat survey methods and analysis. NIWA, Wellington, 121 p.
- Kemp, P., Sear, D., Collins Adrian Naden, P., Jones, I., 2011. The impacts of fine sediment on riverine fish. *Hydrological Processes* 25, 1800-1821.
- Kim, S.K., Choi, S.U., 2018. Prediction of suitable feeding habitat for fishes in a stream using physical habitat simulations. *Ecological Modelling* 385, 65-77.
- Lencioni, V., Rossaro, B., 2005. Microdistribution of chironomids (Diptera: Chironomidae) in Alpine streams: an autoecological perspective. *Hydrobiologia* 533, 61-76.
- Littlejohn, S., Holland, L., Jacobson, R., Huston, M., Hornung, T., 1985. Habits and Habitats of Fishes in the Upper Mississippi River. U.S. Fish and Wildlife Service, La Crosse, Wisconsin, 25 p.
- Mouludi-Saleh A., 2023. Study of local adaptation in the genus *Capoeta* in the Sirvan River drainage based on the phenotypic plasticity and fitness. PhD thesis. Department of Fisheries. Faculty of Natural Resources. University of Tehran. Karaj, Iran, 149 p. (In Persian)
- Radkhah, A.R., Eagderi, S., Nahavandi, R., 2021a. Study on the biological characteristics of kuhli loach (*Pangio kuhlii* Valenciennes 1846) as an ornamental fish species. *Journal of Ornamental Aquatics* 8(3), 1-8. (In Persian)
- Radkhah, A.R., Eagderi, S., Poorbagher, H., 2021b. Assessment of habitat suitability of *Oxyne-machilus kiabii* (Golzarianpour, Abdoli & Freyhof, 2011) in the Dinor River, Kermanshah province, Iran. *Journal of Natural Environment* 74(3), 420-434. (In Persian)
- Rowshan Tabari, M., Kiabi, B., Soleimani rodi, A., Vahedi, F., Makhloogh, A., Rahmati, R., 2009. A study of environment effect of sand mining on Tonekabon River. *Journal of environmental science and technology* 93, 149-157. (In Persian)
- Shirzad, M., Rahmani, M., Khorasani, N., Kaboli, M., 2022. The difference in response to some environmental variables by two sympatric species, *Garra rufa* (Heckel, 1843) and *Garra gymnothorax* Berg, 1949. *Aquaculture Sciences* 10(1), 178-189. (In Persian)
- Taylor, C.M., Holder, T.L., Fiorillo, R.A., Williams, L.R., Thomas, R.B., Warren, Jr, M.L., 2006. Distribution, abundance, and diversity of stream fishes under variable environmental conditions. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 63(1), 43-54.
- Vilela, P., Jácome, G., Kim, S.Y., Nam, K., Yoo, C., 2020. Population response modeling and habitat suitability of *Cobitis choii* fish species in South Korea for climate change adaptation. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 189, 109949.
- Wakeley, J.S., 1988. A method to create simplified versions of existing Habitat Suitability Index (HSI) models. *Environmental Management*, 12, 79-83.