



Study and comparison of the habitat suitability indices of *Cyprinion macrostomum* Heckel, 1843 from Zab River in four seasons

Zaniar Ghafouri¹ | Soheil Eagderi^{2✉} | Hadi Poorbagher³

1. Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. E-mail: zaniar.ghafouri@ut.ac.ir
2. Corresponding Author, Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. E-mail: soheil.eagderi@ut.ac.ir
3. Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. E-mail: poorbagher@ut.ac.ir

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received 22 November 2022

Received in revised form 24

December 2022

Accepted 7 February 2023

Published online 5 May 2023

Keywords:

Tigris basin,

Zab River,

Habitat selection,

Suitability index.

ABSTRACT

Knowledge of habitat requirements of aquatic animals plays an important role in fisheries and protection programs of aquatic ecosystems. Hence, this study was conducted to investigate the suitability indices of habitat use and habitat suitability index (HSI) of *Cyprinion macrostomum* in its distribution range, Zab River. A number of environmental variables, including pH, temperature, EC, TDS, elevation, water depth, river width, river slope, velocity, substrate type, and the relative abundance of *C. macrostomum* at 6 stations and three replications from the downstream to upstream were examined during from the fall of 2021 to the summer of 2022. The results showed that habitat suitability of *C. macrostomum* is different during four seasons and this species prefers areas with pH in the range 9-10, high temperature, low altitude, low bed slope, medium velocity, and gravel and slate beds without vegetation, and these environmental factors expressed during the four seasons of the year are almost similar. But EC, TDS, river width and water depth factors are distinct in different seasons and it prefers different ranges of these factors during the seasons. In spring and summer preferred the lower width and depth of the river, and in winter and autumn seasons preferred the width greater and depth higher of the water.

Cite this article: Ghafouri, Z., Eagderi, S., & Poorbagher, H. (2023). Study and comparison of the habitat suitability indices of *Cyprinion macrostomum* Heckel, 1843 from Zab River in four seasons. *Journal of Natural Environment*, 76 (1), 105-115. DOI: <http://doi.org/10.22059/jne.2022.351529.2492>



مطالعه تغییرات سالیانه ترجیح مطلوبیت زیستگاه ماهی بوتک دهان بزرگ *Cyprinion macrostomum* Heckel, 1843 در رودخانه زاب در چهار فصل

زانبار غفوری^۱ | سهیل ایگدری^۲ | هادی پور باقر^۳

۱. گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: zaniar.ghafouri@ut.ac.ir

۲. نویسنده مسئول، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: soheil.eagderi@ut.ac.ir

۳. گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: poorbagher@ut.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی	در برنامه‌های حفاظت از اکوسیستم‌های آبی، آگاهی از نیازهای زیستگاهی آبزیان نقش مهمی دارد. این مطالعه به منظور بررسی ترجیح ویژگی‌های بزرگ مقیاس زیستگاهی و شاخص مطلوبیت زیستگاه گونه بوتک دهان بزرگ، <i>Cyprinion macrostomum</i> در رودخانه زاب کوچک از حوضه تیگریس به اجرا درآمد. متغیرهای محیطی شامل pH، دما، EC، TDS، سرعت جریان، ارتفاع از سطح دریا، عرض رودخانه، عمق آب، شیب و نوع بستر و فراوانی نسبی ماهیان بوتک دهان بزرگ در ۶ ایستگاه (هر کدام با ۳ تکرار از پایین دست به بالادست رودخانه) در طی چهار فصل، از پاییز ۱۴۰۰ تا تابستان ۱۴۰۱ مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که مطلوبیت زیستگاه ماهی بوتک دهان بزرگ در طی چهار فصل متفاوت بوده و این گونه نواحی با pH در محدوده ۹-۱۰، دمای بالا، ارتفاع پایین، شیب بستر کم، سرعت جریان متوسط آب و بسترهای قله‌سنگی و تخته‌سنگی بدون پوشش گیاهی را ترجیح می‌دهد که در طی چهار فصل سال این مقادیر ترجیحی تقریباً مشابه هستند. ترجیح فاکتورهای EC، TDS، عرض رودخانه و عمق آب در فصل‌های مختلف توسط این گونه متفاوت بودند و محدوده‌های مختلفی از این فاکتورها را در طی فصل‌ها ترجیح می‌دهد. در فصل بهار و تابستان عرض رودخانه و عمق پایین تر و در فصل زمستان عرض و عمق بیشتر آب را ترجیح داد. دو فاکتور EC و TDS در فصل‌های بهار و تابستان محدوده پایین تر و در فصل پاییز و زمستان دامنه نسبتاً بالاتر با توجه به تغییرات فصلی مورد ترجیح بود.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۹/۰۱	
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۰/۰۳	
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۱۸	
تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۲/۱۵	
کلیدواژه‌ها: حوضه تیگریس، رودخانه زاب، زیستگاه انتخابی، شاخص مطلوبیت.	

استناد: غفوری، زانبار؛ ایگدری، سهیل؛ و پورباقر، هادی (۱۴۰۲). مطالعه تغییرات سالیانه ترجیح مطلوبیت زیستگاه ماهی بوتک دهان بزرگ *Cyprinion*

macrostomum Heckel, 1843 در رودخانه زاب در چهار فصل. محیط زیست طبیعی، ۷۶ (۱)، ۱۱۵-۱۰۵.

DOI: <http://doi.org/10.22059/jne.2022.351529.2492>



مقدمه

تغییر ویژگی‌های هیدرولوژیک در اکوسیستم رودخانه‌ای توسط فعالیت‌های انسانی می‌تواند موفقیت تولید مثلی، سرعت رشد و بقاء آبریان به‌ویژه ماهی‌ها را تحت تأثیر قرار دهد (Asadi et al., 2016). بنابراین، به‌عنوان اولین گام در ارزیابی تأثیر فعالیت‌های انسانی بر اکوسیستم‌های رودخانه‌ها، در راستای حفاظت از تنوع زیستی، درک نیازهای زیستگاهی آبریان ضروری تلقی می‌شود (Vinagre et al., 2006). برای درک کیفیت زیستگاه آبریان، ابزارهای متعددی برای ارزیابی و پایش آن مورد استفاده قرار می‌گیرد که روش‌های مختلف مدل‌سازی می‌توانند برای شبیه‌سازی نیازهای ماهی با هدف ارزیابی کیفیت زیستگاه برای گونه‌های مختلف تحت تأثیرات انسانی استفاده شوند (Eagderi et al., 2021a). شاخص مطلوبیت زیستگاه (Habitat Suitability Index) از اولین روش‌ها در بررسی ترجیح زیستگاه در ارتباط با فاکتورهای محیطی (Mouludi-Saleh et al., 2022a)، به‌عنوان ابزاری مناسب و کاربردی جهت ارزیابی محدوده شرایط محیطی که به‌طور کلی نیازمندی‌های گونه‌ای را فراهم می‌کند، توسعه یافته است و هدف اصلی آن کمی‌سازی نیازهای زیستگاهی ماهی می‌باشد (Eagderi et al., 2021b). ترجیح و انتخاب زیستگاه بدین معنی است که اگر یک گونه ماهی با تراکم بیشتری در زیستگاه خاصی حضور دارد، آن زیستگاه را ترجیح و انتخاب نموده است و برای زیست ماهی مطلوب می‌باشد (Asadi et al., 2014; Mouludi-Saleh et al., 2022b).

ماهی بوتک دهان بزرگ، *Cyprinion macrostomum* Heckel, 1843 در حوضه دجله، در ایران، عراق، سوریه و ترکیه پراکنش دارد (Faghani Langroudi and Mousavi-Sabet, 2018; Nasri et al., 2019). باوجود اینکه *C. macrostomum* دارای پراکنش وسیعی در حوضه آبریز تیگریس است، و به‌عنوان گونه‌ای تجاری و صید ورزشی شناخته می‌شود، اما اطلاعات در مورد ویژگی‌های زیست‌شناختی آن اندک است (Bibak et al., 2013). این گونه در آب‌های جاری با سرعت بالا و بسترهای سنگریزه‌ای زیست می‌کند (Keivany et al., 2016). همچنین این گونه به لحاظ ارزیابی وضعیت ذخایر آن در آب‌های ایران، دارای وضعیت کم خطر است و ذخایر آن به‌صورت مناسب ارزیابی شده است (Eagderi et al., 2022)، فقدان مطالعه نیازهای زیستگاهی این گونه در آب‌های داخلی ایران و همچنین ضرورت حفاظت از آن، انجام مطالعات پایه برای حفظ ذخایر آن از جمله راهکارهای مناسب به‌شمار می‌آید.

با توجه به دخالت‌های انسانی بر روی رودخانه زاب کوچک در سال‌های گذشته و برداشت‌شن به‌صورت گسترده، که در این رودخانه در حال انجام است، تغییرات وسیعی در زیستگاه ماهیان این رودخانه ایجاد شده است. همچنین با توجه به اطلاعات اندک در مورد ماهیان رودخانه زاب کوچک، این مطالعه با هدف مطالعه ترجیح زیستگاه گونه بوتک دهان بزرگ (*C. macrostomum*) و تغییرات سالیانه در بخش ایرانی رودخانه زاب کوچک در استان آذربایجان با نمونه‌برداری در چهار فصل سال انجام شد. نتایج این مطالعه علاوه بر درک نیازهای زیستی این گونه، می‌تواند برای مدیریت این اکوسیستم آبی مورد استفاده قرار گیرد.

روش‌شناسی پژوهش

منطقه مورد مطالعه: رودخانه دایمی زاب کوچک با طول ۴۰۰ کیلومتر حوضه آبریزی برابر با ۲۲۰۰۰ کیلومتر را در غرب کشور در بر می‌گیرد. این رودخانه از ضلع غربی کوهستان‌های مهاباد و پیرانشهر با ۲۱۴۰ متر ارتفاع از سطح دریا و ضلع شرقی کوهستان‌های قندیل سرچشمه می‌گیرد و دارای دو شاخه فرعی می‌باشد و با عبور از منطقه سردشت به طرف عراق جریان پیدا می‌کند و به دجله می‌ریزد (Binandeh et al., 2012).

نمونه‌برداری: در مجموع تعداد ۶ ایستگاه هر یک با ۳ تکرار برای شمارش فراوانی و ثبت فاکتورهای محیطی انتخاب شدند (جدول ۱). داده‌های فراوانی ماهی بوتک دهان بزرگ (شکل ۱) و فاکتورهای زیستگاهی در چهار فصل از آبان ماه ۱۴۰۰ تا مهر ۱۴۰۱ از رودخانه زاب کوچک در استان آذربایجان غربی جمع‌آوری شد. نمونه‌برداری‌ها در هر ایستگاه با طول ۳۰ متر در مجموع ۱۰۰ متر با استفاده از دستگاه الکتروشوک و تور ساچوک پشتیبان صورت گرفت. بلافاصله بعد از صید نمونه‌ها، متغیرهای زیستگاهی از جمله موقعیت جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا (m) و شیب (%) (با استفاده از سیستم موقعیت‌یاب جهانی و سونتو)،



شکل ۱. نمای جانبی از گونه بوتک دهان بزرگ (*Cyprinion macrostomum*) در رودخانه زاب کوچک.

جدول ۱. مختصات و موقعیت جغرافیایی نقاط نمونه برداری بوتک دهان بزرگ (*Cyprinion macrostomum*) در رودخانه زاب کوچک.

شماره ایستگاه	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	جنس بستر
۱	۴۵° ۳۰' ۱۸/۳۶" E	۳۶° ۱۴' ۳۴/۳۹" N	شنی
۲	۴۵° ۳۰' ۱۶/۶۸" E	۳۶° ۱۴' ۵۷/۳۶" N	شنی
۳	۴۵° ۳۰' ۱۲/۴۳" E	۳۶° ۱۵' ۴۶/۰۲" N	قلوه سنگی
۴	۴۵° ۲۹' ۳۹/۴۶" E	۳۶° ۱۶' ۱۰/۲۵" N	سنگی تا شنی
۵	۴۵° ۲۹' ۰۶/۱۵" E	۳۶° ۱۷' ۲۶/۹۱" N	قلوه سنگی
۶	۴۵° ۲۶' ۴۵/۸۷" E	۳۶° ۱۸' ۴۸/۰۹" N	تخت سنگی بزرگ

عمق (m) و عرض (cm) (با استفاده از متر نواری) سرعت (با استفاده از روش جسم شناور) اندازه گیری (Hasanli, 1999; Mouludi-Saleh *et al.*, 2021) و ساختار بستر و پوشش گیاهی حاشیه ای نیز به صورت کیفی و براساس مشاهدات میدانی ثبت و داده های آن براساس (Tabatabaei *et al.*, 2014) ثبت شد. برخی پارامترهای آب شامل pH (PH TESTER-PH108)، کل مواد جامد محلول (TDS) (ppm)، هدایت الکتریکی (EC) ($\mu\text{Siemens/cm}$) و دما ($^{\circ}\text{C}$) توسط دستگاه پرتابل سنجش فاکتورهای محیطی (TDS-02/TDS-03/TDS-039) اندازه گیری شدند.

محاسبه شاخص مطلوبیت زیستگاه: دامنه ارزش بهینه هر یک از پارامترهای زیستگاهی (شاخص مطلوبیت، SI) که فراوانی نمونه ها در ایستگاه های نمونه برداری را تحت تأثیر قرار می دهند و نیز طبقات هر یک از فاکتورهای زیستگاهی با در نظر گرفتن زیستگاه انتخاب شده با استفاده از نرم افزار HABSEL (Habitat Selection) (Jowett, 2014: Version 1.00) محاسبه شد. این محاسبه بدین صورت انجام می شود که دامنه مربوط به هر متغیر کمی به طبقاتی تقسیم می شود و ارزش مقدار بهینه هر طبقه (SI) مشخص می شود. ارزش مقدار بهینه (SI) طبق رابطه $SI_i = \frac{Uc_i}{Ac_i} \times 100$ به دست آمد که در این رابطه Uc_i : متغیری محیطی است، i : طبقه آن متغیر، Uc_i : درصد استفاده ماهی از طبقه ای خاص از هر یک از متغیرهای محیطی و Ac_i : درصد در دسترس بودن آن متغیر محیطی است (Waddle, 2012). برای تعیین شاخص مطلوبیت هر یک از ویژگی های مورد بررسی در رودخانه زاب کوچک، مقادیر عددی مطلوبیت هر ایستگاه تعیین و میانگین حسابی شاخص های مطلوبیت ایستگاه های نمونه برداری به منزله شاخص مطلوبیت آن فاکتور در رودخانه زاب کوچک تعیین شد. به منظور محاسبه شاخص مطلوبیت زیستگاه (HSI) کل برای گونه مورد مطالعه در رودخانه زاب از رابطه میانگین هندسی $HSI = (SI1 * SI2 * \dots * SIn)^{1/n}$ استفاده شد (Haghi *et al.*, 2013).

یافته های پژوهش

میانگین کلیه متغیرهای محیطی رودخانه زاب کوچک به صورت فصلی در جدول های ۲ و ۳ ارائه شده است. براساس نتایج، مطلوب ترین زیستگاه برای بوتک دهان بزرگ در فصل بهار، تابستان و پاییز در نواحی با $\text{pH} < 10$ و $9 < \text{pH}$ با شاخص مطلوبیت ۱ و در فصل زمستان با مقادیر $9 < 10$ ، $8 < 9$ با شاخص مطلوبیت 0.5 و 0.5 به دست آمد. در فصل بهار، تابستان و پاییز نواحی با دمای $22/5$ تا 20 سانتی گراد به ترتیب با شاخص مطلوبیت 0.39 ، 0.54 و 0.79 و در فصل زمستان دمای $12/6$ تا $11/2$

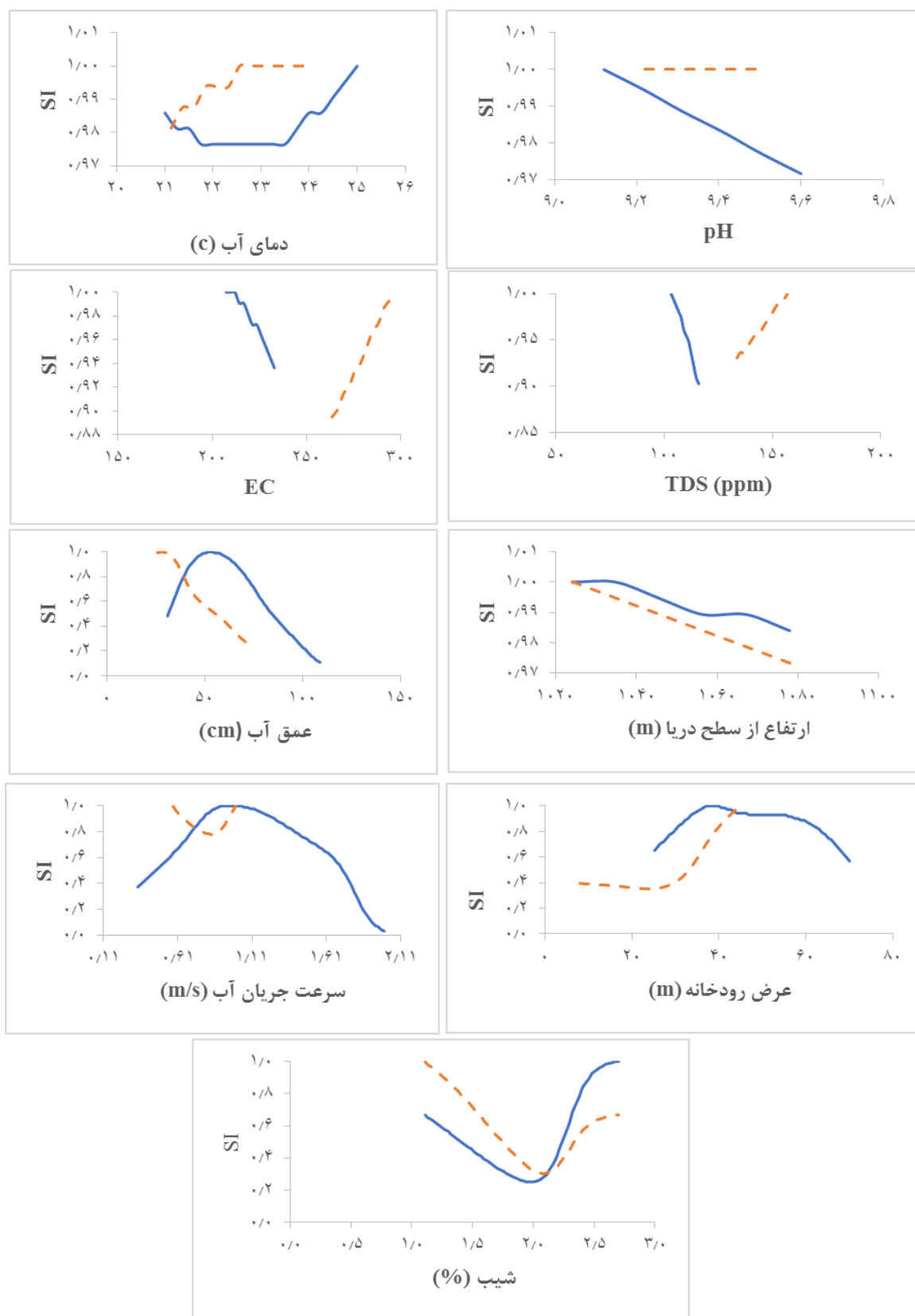
جدول ۲. حداقل، حداکثر و میانگین مقادیر فاکتورهای زیستگاهی بوتک دهان بزرگ (*Cyprinion macrostomum*) در فصل بهار و تابستان، رودخانه زاب

فاکتور	بهار			تابستان		
	حداقل	حداکثر	میانگین	حداقل	حداکثر	میانگین
pH	۹/۱	۹/۳	۹/۱	۹/۲	۹/۵	۹/۳
دما (c)	۲۱	۲۵	۲۲/۹۶	۲۲	۲۴	۲۲/۶۷
TDS (ppm)	۱۰۳	۱۰۸	۱۰۶/۰۵	۱۳۳	۱۵۷	۱۴۱/۸۳
Ec (μ Siemens/cm)	۲۰۶	۲۱۴	۲۱۳/۸۵	۲۶۳	۳۱۰	۲۸۶/۱۴
ارتفاع (m)	۱۰۲۸	۱۰۷۸	۱۰۳۴/۲۲	۱۰۲۴	۱۰۷۸	۱۰۳۱/۱۳
عمق (cm)	۴۵	۹۰	۶۳/۹۱	۲۵	۷۵	۴۶/۷۴
عرض (m)	۲۵	۶۰	۴۸/۰۹	۸	۴۵	۲۴/۳۵
سرعت جریان (m/s)	۰/۵۰	۱/۴۲	۱/۰۵	۰/۵۸	۱	۰/۶۸
شیب (%)	۱/۱	۲/۷	۱/۶	۱/۱	۲/۷	۱/۵

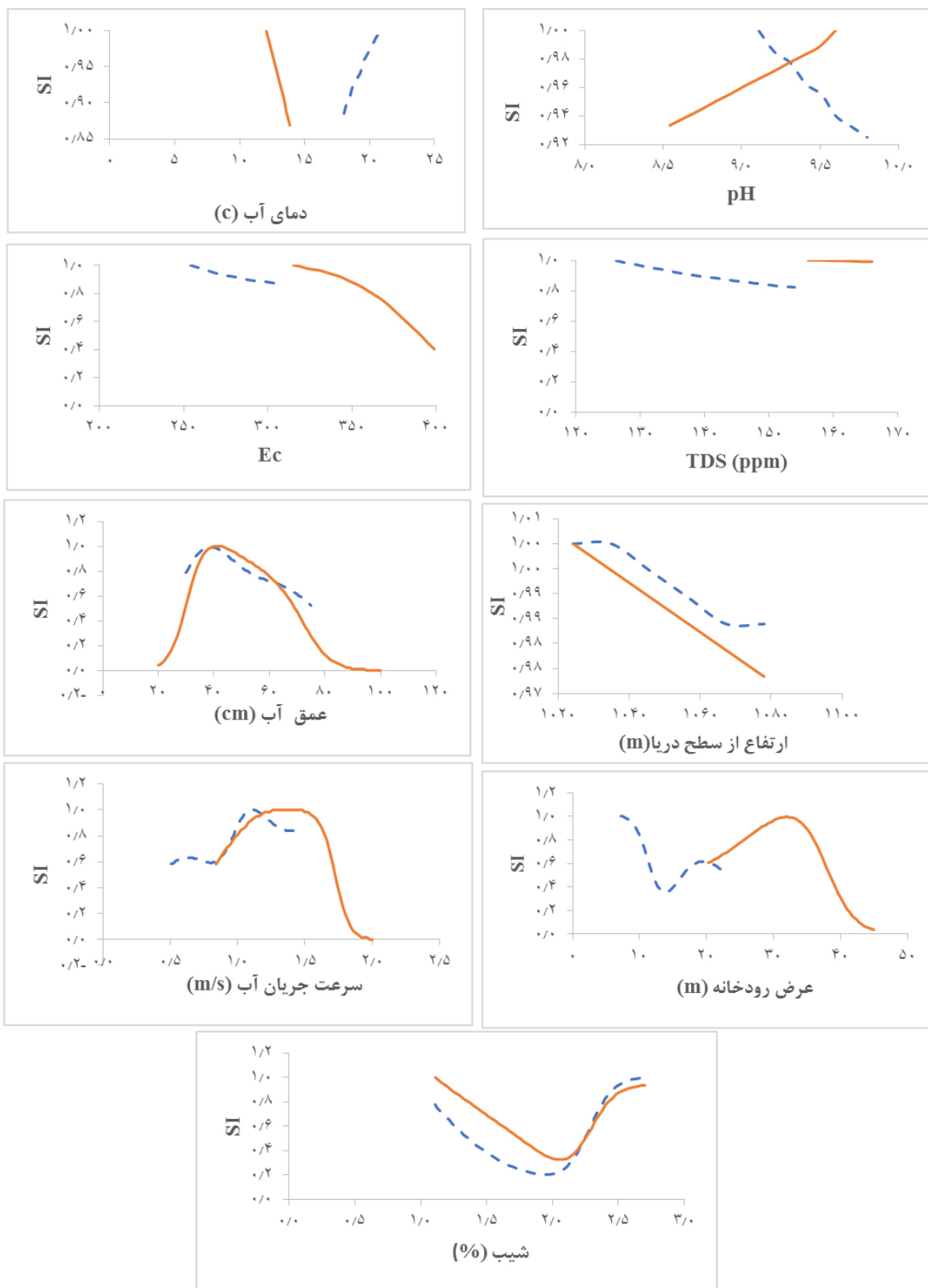
جدول ۳. حداقل، حداکثر و میانگین مقادیر فاکتورهای زیستگاهی ماهی بوتک دهان بزرگ (*Cyprinion macrostomum*) در فصل پاییز و زمستان، رودخانه زاب

فاکتور	پاییز			زمستان		
	حداقل	حداکثر	میانگین	حداقل	حداکثر	میانگین
pH	۹/۱	۹/۸	۹/۲	۸/۶	۹/۵	۹/۱
دما (c)	۱۸	۲۱	۲۰/۰۹	۱۲	۱۴	۱۲/۵
TDS (ppm)	۱۲۵	۱۵۴	۱۴۲/۵۹	۱۵۵	۱۶۵	۱۵۸
Ec (μ Siemens/cm)	۲۵۳	۳۰۶	۲۸۴/۹۳	۳۱۴	۳۲۸	۳۱۸/۴
ارتفاع (m)	۱۰۲۴	۱۰۷۸	۱۰۳۳/۵۱	۱۰۲۶	۱۰۴۳	۱۰۳۳
عمق (cm)	۳۰	۷۵	۵۰/۷۴	۵۰	۶۳	۵۵/۴
عرض (m)	۷	۲۰	۱۶/۱۹	۲۰	۳۰	۲۷/۵
سرعت جریان (m/s)	۰/۵۰	۱/۴۲	۰/۷۶	۱	۱/۲۵	۱/۱۵
شیب (%)	۱/۱	۲/۷	۱/۶	۱/۱	۲/۷	۱/۵

سانتی گراد با شاخص مطلوبیت ۰/۴۴ ثبت شد. همچنین در فصل بهار در نواحی با TDS $108 < 96$ با شاخص مطلوبیت ۰/۶۹، در فصل تابستان $160 < 140$ با شاخص مطلوبیت ۰/۵۶، در فصل پاییز $140 < 120$ با شاخص مطلوبیت ۰/۶۶، فصل زمستان $160 < 140$ با شاخص مطلوبیت ۰/۵۴ ثبت گردید. در فصل بهار نواحی با مقدار EC برابر $225 < 200$ با شاخص مطلوبیت ۱، فصل تابستان $315 < 280$ با شاخص مطلوبیت ۰/۵۶، فصل پاییز $280 < 245$ با شاخص مطلوبیت ۰/۶۶ و در فصل زمستان نواحی با EC $320 < 280$ با شاخص مطلوبیت ۰/۶۱ و در چهار فصل در نواحی با ارتفاع $1080 < 960$ متر با شاخص مطلوبیت ۱، در فصل بهار در نواحی با عمق $72 < 60$ سانتی متر با شاخص مطلوبیت ۰/۳۹، فصل تابستان عمق $48 < 40$ سانتی متر با شاخص مطلوبیت ۰/۳۱، فصل پاییز عمق $48 < 40$ سانتی متر با شاخص مطلوبیت ۰/۲۹ و فصل زمستان $60 < 50$ سانتی متر با شاخص مطلوبیت ۰/۶۵ به دست آمد. در فصل بهار نواحی با عرض $35 < 28$ متر با شاخص مطلوبیت ۰/۴۱، در فصل تابستان عرض $50 < 45$ متر با شاخص مطلوبیت ۰/۲۸، فصل پاییز عرض $10 < 7/5$ متر با شاخص مطلوبیت ۰/۳۳ و در فصل زمستان عرض $35 < 30$ متر با شاخص مطلوبیت ۰/۶۲ ثبت شد. در فصل بهار در نواحی با سرعت $1/4 < 1/2$ متر بر ثانیه با شاخص مطلوبیت ۰/۳۴، در فصل تابستان سرعت $0/6 < 0/5$ متر بر ثانیه با شاخص مطلوبیت ۰/۳۳، فصل پاییز با سرعت $1/05 < 0/9$ متر بر ثانیه با شاخص مطلوبیت ۰/۳۷ و در فصل زمستان سرعت $1/2 < 1$ متر بر ثانیه با شاخص مطلوبیت ۰/۵۳ و در چهار فصل بهار، تابستان، پاییز و زمستان نواحی با شیب $1/2 < 0/9$ درصد به ترتیب با شاخص مطلوبیت ۰/۳۴، ۰/۳۷، ۰/۵۵ و ۰/۴۵ محاسبه شد



شکل ۲. نمودارهای رابطه مقادیر مطلوبیت زیستگاهی ماهی بوتک دهان بزرگ (*Cyprinion macrostomum*) و متغیرهای زیستگاهی در فصل بهار و تابستان در رودخانه زاب (بهار: خطوط آبی رنگ و تابستان: خطوط بریده بریده (قهوه‌ای))



شکل ۳. نمودارهای رابطه مقادیر مطلوبیت زیستگاهی بوتک دهان بزرگ (*Cyprinion macrostomum*) و متغیرهای زیستگاهی در فصل پاییز و زمستان در رودخانه زاب (پاییز: خطوط آبی رنگ (بریده بریده) و زمستان: خطوط قهوه‌ای رنگ))

جدول ۴). همچنین شاخص مطلوبیت زیستگاه (HSI) برای هر متغیر در چهار فصل در جدول ۵ ارائه شده است. شاخص مطلوبیت کل برای تمام فاکتورهای مورد بررسی در چهار فصل ۰/۷۹۳ به دست آمد. نمودار ترجیح زیستگاه گونه *C. macrostomum* براساس متغیرهای زیستگاهی در رودخانه زاب کوچک در شکل‌های ۲ و ۳ ارائه شده است. در رابطه با

جدول ۴. شاخص مطلوبیت در چهار فصل بهار، تابستان، پاییز و زمستان بوتک دهان بزرگ (*Cyprinion macrostomum*) در رودخانه زاب کوچک

فاکتور	بهار		تابستان		پاییز		زمستان	
	طبقه	SI	طبقه	SI	طبقه	SI	طبقه	SI
pH	۹-۱۰	۱	۹-۱۰	۱	۹-۱۰	۱	۸-۹	۰/۵
دما (c)	۲۰-۲۲/۵	۰/۳۹	۲۰-۲۲/۵	۰/۵۴	۲۰-۲۲/۵	۰/۷۹	۱۱/۲-۱۲/۶	۰/۴۴
TDS (ppm)	۹۶-۱۰۸	۰/۶۹	۱۴۰-۱۶۰	۰/۵۶	۱۲۰-۱۴۰	۰/۶۶	۱۴۰-۱۶۰	۰/۵۴
Ec (μ Siemens/cm)	۲۰۰-۲۲۵	۱	۲۸۰-۳۱۵	۰/۵۶	۲۴۵-۲۸۰	۰/۶۶	۲۸۰-۳۲۰	۰/۶۱
ارتفاع (m)	۹۶۰-۱۰۸۰	۱	۹۶۰-۱۰۸۰	۱	۹۶۰-۱۰۸۰	۱	۹۶۰-۱۰۸۰	۱
عمق (cm)	۶۰-۷۲	۰/۳۹	۴۰-۴۸	۰/۳۱	۴۰-۴۸	۰/۲۹	۵۰-۶۰	۰/۶۵
عرض (m)	۲۸-۳۵	۰/۴۱	۴۵-۵۰	۰/۲۸	۷/۵-۱۰	۰/۳۳	۳۰-۳۵	۰/۶۲
سرعت جریان (m/s)	۱/۲-۱/۴	۰/۳۴	۰/۵-۰/۶	۰/۳۳	۰/۹-۱/۰۵	۰/۳۷	۱-۱/۲	۰/۵۳
شیب (%)	۰/۹-۱/۲	۰/۳۴	۰/۹-۱/۲	۰/۳۷	۰/۹-۱/۲	۰/۵۵	۰/۹-۱/۲	۰/۴۵
	۲/۷-۳							

جدول ۵. شاخص مطلوبیت زیستگاه (HSI) برای هر متغیر در چهار فصل بوتک دهان بزرگ (*Cyprinion macrostomum*) در رودخانه زاب کوچک

فاکتور فصل	pH	دما (c)	EC (μ Siemens/cm)	TDS (ppm)	ارتفاع (m)	عمق (cm)	سرعت جریان (m/s)	عرض رودخانه (m)	شیب (%)	HSI کل
بهار	۰/۹۸۵	۰/۹۸۲	۰/۹۷۵	۰/۹۵۵	۰/۹۹۲	۰/۵۵۷	۰/۵۷۵	۰/۸۶۱	۰/۴۹۰	۰/۷۹۳
تابستان	۱	۰/۹۹۵	۰/۹۲۹	۰/۹۶۴	۰/۹۸۶	۰/۵۵۰	۰/۸۵۸	۰/۴۷۹	۰/۵۵۷	۰/۷۹۳
پاییز	۰/۹۵۹	۰/۹۵۰	۰/۹۲۲	۰/۸۹۸	۰/۹۹۱	۰/۷۸۲	۰/۵۷۵	۰/۵۸۲	۰/۴۴۸	۰/۷۹۳
زمستان	۰/۹۶۴	۰/۹۳۴	۰/۷۵۶	۰/۹۹۵	۰/۹۸۶	۰/۲۹۰	۰/۵۱۹	۰/۵۰۸	۰/۶۱۶	۰/۷۹۳

ارتباط بین مقادیر مطلوبیت و متغیرهای محیطی نشان داد که در بسیاری از فاکتورها با افزایش محدوده و مقدار فاکتور رابطه منفی با شاخص مطلوبیت دارد و در بعضی موارد برعکس با افزایش فاکتور رابطه مثبت با شاخص مطلوبیت دارد، تنها متغیری که روند ثابت را نشان داد، pH بود که تغییری در شاخص مطلوبیت مشاهده نشد چون محدوده pH ثبت شده در ایستگاه‌ها و فصل‌های مختلف سال وجود نداشت و در محدوده ۹-۱۰ قرار داشت و روی توزیع گونه تأثیر چندانی نداشت.

بحث

رودخانه‌ها به شدت تحت تأثیر فعالیت‌های انسانی هستند و جوامع ماهیان چنین اثراتی را با تغییر الگوهای توزیع و فراوانی پاسخ خواهند داد (Nasrolah Pourmoghdam *et al.*, 2019). روابط بین شرایط زیستگاهی و فراوانی افراد یک گونه پیش فرض‌های مورد استفاده در ساخت مدل‌های مطلوبیت زیستگاه است که به شناخت اهمیت عوامل زیستگاهی در زیست آن‌ها کمک می‌کند (Tabatabaei *et al.*, 2014). براساس نتایج مقادیر شاخص مطلوبیت pH برای گونه بوتک دهان بزرگ در رودخانه زاب کوچک در فصل بهار روند ثابتی داشت، یعنی افزایش pH تغییری در میزان SI نداشت. در فصل تابستان و پاییز رابطه منفی بین pH و شاخص مطلوبیت مشاهده شد، به عبارتی نواحی با pH پایین‌تر مقادیر بیش‌تری SI دارد، اما در فصل زمستان برعکس فصل تابستان و پاییز بود. با توجه به تغییرات اندک این فاکتور در طی چهار فصل، پراکنش این گونه احتمالاً کمتر تحت تأثیر این فاکتور باشد. دمای آب به عنوان عامل اصلی تحریک زیست ماهی بوده و نشان‌دهنده آغاز برخی فرآیندها مانند تولیدمثل و مهاجرت است (Abdollahpour *et al.*, 2020). در مطالعه حاضر، فاکتور دما در سه فصل بهار، تابستان و پاییز در محدوده دمایی بالاتر بیشترین شاخص مطلوبیت را داشت، اما در فصل زمستان محدوده دمایی پایین‌تر بیشترین مقدار SI را داشت. دمای ترجیحی و مطلوب برای

این گونه در فصل‌هایی از سال که دمای آب بالاتر است، مناسب بود، این نتایج می‌تواند به دلیل ارتباط دما با نرخ واکنش‌های متابولیسمی و مصرف انرژی، تولیدمثل، رشد و رفتار گونه‌ها می‌باشد (Beamish *et al.*, 2006). دما فاکتور مهمی در انتخاب زیستگاه مطلوب برای سیاه‌ماهی مرکزی (*Capoeta buhsei*) عنوان شده است (Dolatpour, 2013).

براساس نتایج با افزایش مقادیر هدایت الکتریکی (EC) و مواد جامد محلول (TDS) در چهار فصل سال شاخص مطلوبیت کاهش یافت، میزان مواد جامد محلول در دامنه‌های پایین‌تر بیانگر شاخص مطلوبیت بالاتر بود و برای فاکتور هدایت الکتریکی نیز در دامنه‌های پایین‌تر، مقادیر SI بیشتر بود. هدایت الکتریکی در درجه اول به زمین‌شناسی و جنس بستر رودخانه بستگی دارد. همچنین افزایش این پارامتر، ناشی از فعالیت‌های انسانی و فاضلاب‌های شهری است (Pishkahpour *et al.*, 2019). ترجیح زیستگاهی سیاه‌ماهی رازی *Capoeta razii* در ایستگاه‌هایی با هدایت الکتریکی بالا خصوصاً در مناطق پایینی رودخانه دارای بیشترین SI بود (Moradpour DerazKolaei *et al.*, 2021).

براساس نتایج، افزایش فاکتور ارتفاع از سطح دریا تأثیر منفی در مطلوبیت زیستگاه انتخابی گونه مورد مطالعه داشت و در ارتفاعات پایین‌تر شاخص مطلوبیت بیشتر بود. میزان این شاخص در محدوده ارتفاع ۹۶۰ تا ۱۰۸۰ متر بیشترین SI را داشت. فاکتور ارتفاع از جمله فاکتورهای مهم در زیستگاه انتخابی و فراوانی گونه‌های ماهیان در بسیاری از رودخانه‌ها است (Porter *et al.*, 2000). ارتفاع بر فاکتورهای سرعت جریان، شیب و دمای آب تأثیر می‌گذارد، به‌عنوان مثال با کاهش ارتفاع، دمای آب افزایش می‌یابد. بنابراین در این مطالعه با کاهش ارتفاع و افزایش دما فراوانی ماهیان در ایستگاه‌ها (در فصل‌های سال) و مقادیر شاخص مطلوبیت افزایش یافت. در مطالعه حاضر ماهیان در فصل‌های مختلف سال در محدوده عمق بین ۴۰ تا ۶۰ سانتی‌متر بیش‌ترین فراوانی را داشت و برعکس در فصول گرم عمق حضور این گونه کمتر بود و در فصل زمستان با توجه به کاهش دمای محیط در عمق‌های بیشتر حضور داشت که تغییرات دمایی کم‌تر بود. نتایج نشان داد که در فصل‌های بهار و تابستان در عرض‌های بیشتر رودخانه، و در فصل‌های پاییز و زمستان در عرض‌های پایین‌تر رودخانه مقدار SI بالاتر بود، با توجه به رابطه معکوس عمق با عرض رودخانه، این گونه در فصول سرد در مناطق کم عرض رودخانه با عمق بیشتر فراوانی بالایی داشتند. زیستگاه‌های با عرض بیشتر مطلوبیت کم‌تری برای زیست دارند و گونه‌های مختلف ماهیان زیستگاه‌های با عرض کم‌تر را ترجیح می‌دهند (Zamani Faradonbe *et al.*, 2015).

سرعت جریان آب به‌عنوان فاکتوری مهم که به‌طور مستقیم بر موجودات آبی و به‌صورت غیرمستقیم بر تأمین و انتقال مواد غذایی تأثیر می‌گذارد (Ahmadi-Nedushan *et al.*, 2006)، همچنین سرعت جریان می‌تواند فاکتورهای pH، TDS و EC را تحت تأثیر قرار دهد و با توجه به نیاز اکسیژنی گونه‌های ماهیان در ایستگاه‌های مختلف با سرعت جریان متفاوت حضور داشته باشند. در رودخانه زاب کوچک با توجه به موقعیت جغرافیایی و ارتفاع منطقه، اکثر نقاط نمونه‌برداری، دارای سرعت جریان بالایی بودند، در مطالعه حاضر ماهی بوتک دهان بزرگ در فصل‌های سال در ایستگاه‌های با سرعت متوسط (۱ متر بر ثانیه) بیشترین میزان مطلوبیت را داشت. نتایج نشان داد که در چهار فصل سال با افزایش شیب بستر رودخانه، میزان شاخص مطلوبیت این گونه کاهش یافت. به‌طور کلی مطلوبیت این ماهی در ایستگاه‌های با شیب کم‌تر و سرعت جریان متوسط بیشتر است. همچنین نتایج نشان داد که ترجیح زیستگاهی این گونه در فصل‌های مختلف سال متفاوت است. به‌طور کلی این گونه مناطقی با دما و pH بالا، ارتفاع پایین‌تر، شیب بستر کم‌تر و سرعت جریان متوسط را ترجیح داد.

نتیجه‌گیری

براساس مشاهدات در طول یک سال نمونه‌برداری این گونه تغذیه، تولیدمثل و استتار جهت جلوگیری از شکار در زیر تخته سنگ‌ها و مناطق با بستر قلوه‌سنگی بدون پوشش گیاهی را ترجیح می‌دهد. باتوجه به تغییرات عمده در بستر رودخانه زاب کوچک به دلیل برداشت ماسه از رودخانه، توصیه می‌شود در جهت دادن مجوز به کارگاه‌های ماسه‌شویی بازبینی گردد. چون براساس نتایج، این گونه در بسترهای قلوه‌سنگی و تخته‌سنگی جهت تغذیه و تولید مثل زیست می‌کند که حفاظت از آن‌ها و برای حفظ ذخایر این گونه در رودخانه زاب ضرورت دارد. به‌عنوان نتیجه‌گیری کلی می‌توان بیان کرد که ماهی بوتک دهان بزرگ در رودخانه زاب کوچک با شاخص مطلوبیت کل ۰/۷۹۳ (کل فاکتورها در چهار فصل) دارای وضعیت مناسبی در رابطه با زیستگاه است.

قدردانی

از دانشگاه تهران بابت حمایت مالی از این تحقیق تشکر و قدردانی می‌گردد.

References

- Abdollahpour, Z., Rahmani, H., Abdoli, A., Janikhalili, K., 2020. Evaluation of Habitat Suitability Index for Goby, *Ponticola cyrius*, in Tajan River (Shahid Rajai dam area to crossroad Takam). *Journal of Aquatic Ecology* 10(1), 1-13. (In Persian)
- Ahmadi-Nedushan, B., St-Hilaire, A., Berube, M., Robichaud, E., Thie Monge, N., Bobe, B., 2006. A review of statistical methods for the evaluation of aquatic habitat suitability for in-stream flow assessment. *River Research and Applications* 22(5), 503-523.
- Asadi, H., Sattari, M., Eagderi, S., 2014. The determinant factors underlying habitat selectivity and preference for Black fish *Capoeta capoeta gracilis* (Keyserling 1891) in Siyahrud River (a tributary of Sefidrud River basin). *Iranian Journal of Fisheries Sciences* 23(3), 1-10. (In Persian)
- Asadi, H., Sattari, M., Eagderi, S., 2016. Habitat suitability index of *Barbus cyri* (Hecker, 1843) in Tootkabon River, the South Caspian Sea basin, Iran. *Caspian Journal of Environmental Science* 14(1), 33-42.
- Beamish, F.W.H., Sa-ardrit, P., Tongnunui, S., 2006. Habitat characteristics of the cyprinidae in small rivers in Central Thailand. *Environmental Biology of Fishes* 76: 237-253.
- Bibak, M., Hosseini, S.A., Izadpanahi, G.R., 2013. Length-Weight Relationship of *Cyprinion macrostomus*, (Heckel, 1843) in Dalaki River and Shahpur River in South of Iran. *World Journal of Fish and Marine Sciences* 5(3), 263-265.
- Binandeh, A., Nobari, A.H., Neyestan, J., Vahdati Nasab, H., 2012. A New Archaeological Research in Northwestern Iran: Prehistoric Settlements of Little Zab River Basin. *International Journal Humanities* 19(2): 27- 41.
- Dolatpour, A., 2013. The relationship between habitat suitability and biological parameters of *Capoeta damascina* in the Kordan River. M.Sc. Thesis. Faculty of Natural Resources. University of Tehran. 55 p. (In Persian)
- Eagderi, S., Mouludi-Saleh, A., Esmaeili, H.R., Sayadzadeh, G., Nasri, M., 2022. Freshwater lamprey and fishes of Iran; a revised and updated annotated checklist-2022. *Turkish Journal Zoology* 46(6), 500-522.
- Eagderi, S., Mouludi-Saleh, A., Mahmoudi, M., Hakimi, F., 2021a. Habitat characteristics of Brown trout (*Salmo trutta* Linnaeus, 1758) in tributaries of the Taleghan River. *Iranian Scientific Fisheries Journal* 30(5), 111-120. (In Persian).
- Eagderi, S., Zamani-Faradonbeh, M., Poorbagher, H., Mouludi-Saleh, A., 2021b. Study and comparison of the habitat preference of Sefidroud stream fish *Oxyngoemacheilus bergianus* (Steindachner, 1897) river Jajrud in two seasons, autumn and winter. *Journal of Animal Environment* 74(1), 1-11. (In Persian)
- Faghani Langroudi, H., Mousavi Sabet, H., 2018. Reproductive biology of lotak, *Cyprinion macrostomum* Heckel, 1843 (Pisces: Cyprinidae), from the Tigris River drainage. *Iranian Journal of Fisheries Sciences* 17(2), 288-29.
- Haghi Vayghan, A., Poorbagher, H., Taheri Shahraini, H., Fazli, H., Nasrollahzadeh Saravi, H., 2013. Suitability indices and habitat suitability index model of Caspian kutum (*Rutilus frisii kutum*) in the southern Caspian Sea. *Aquatic Ecology* 47(3), 441-451.
- Hasanli, A.M., 1999. Diverse methods to water measurement (Hydrometry). Shiraz University publication. 265 p.
- Jowett, I.G. 2014. Jowett Consulting. www.jowettconsulting.co.nz. (Accessed on 9 December 2021).
- Keivany, Y., Nasri, M., Abbasi, K., Abdoli, A., 2016. Atlas book of fishes in inland water of Iran. Department of Environment Press, Tehran 238 p. (In Persian)
- Moradpour DerazKolaei, A., Haghparast, S., Rahmani, H., Aghaei Moghadam, A., 2021. Determination of Habitat Suitability Index and the most significant factors on distribution pattern of *Capoeta*

- capoeta* in Roodbabol River, Mazandaran Province. Journal of Applied Ichthyological Research 8(4), 1-14. (In Persian)
- Mouludi-Saleh, A., Eagderi, S., Poorbagher, H., 2021. Study of habitat preference of *Garra rufa* in Dinorab River, Krakheh River. Basin. Iranian Journal of Ecohyrology 8(4), 953-960. (In Persian)
- Mouludi-Saleh, A., Eagderi, S., Poorbagher, H., 2022b. Using kernel smoothing method in evaluating habitat preference of Mesopotamian barb, *Capoeta damascina* (Valenciennes, 1842) in Sirvan River. Journal of Natural Environment 75(4), 642-651. (In Persian)
- Mouludi-Saleh, A., Eagderi, S., Poorbagher, H., Jafari, B., 2022a. Investigation of habitat characteristics of *Capoeta shajariani* in Dinorab River, Karkheh River drainage. Journal of Animal Research 35(2), 96-108. (In Persian)
- Nasri, M., Eagderi, S., Farahmand, H., Nezhadheydari, H., 2019. Interspecific morphological variation among members of the genus *Cyprionion* Heckel, 1843 (Teleostei: Cyprinidae) in Iran, using landmark-based geometric morphometric technique. Iranian Journal of Ichthyology 6(1), 54-64.
- Nasrolah Pourmoghadam, M., Poorbagher, H., Eagderi, S., Rezaei Tavabe, K., 2019. Assessment of habitat suitability index of *Capoeta* species in the Caspian Sea and Namak Lake basins, Iran. International of Journal Aquatic Biology 7(3), 146-154.
- Pishkauptour, Z., Poorbagher, H., Eagderi, S., 2019. Effects of Ecological Conditions and Physical Variables of the Dinvarab River in the Kermanshah Province on the Habitat Suitability Index of *Alburnus sellal* Heckel (1843). Journal of Fisheries 71(4), 317-328 (In Persian)
- Porter, M.S., Rosenfeld, J., Parkinson, E.A., 2000. Predictive models of fish species distribution in the Blackwater drainage, British Columbia. North American Journal of Fisheries Management 20(2), 349-359.
- Tabatabaei S.N., Hashemzadeh Segherloo I., Eagderi S., Zamani Faradonbeh, M., 2014. Determining factor in habitat selection of *Paracobitis iranica* (Nalbant & Bianco 1998) population in Kordan River, Namak Lake Basin, Iran. Journal of Aquatic Ecology 3(4), 1-9. (In Persian)
- Tabatabaei, S.N., Hashemzadeh Segherloo, I., Eagderi, S., Zamani Faradnbeh, M., 2014. Determining factor in habitat selection of *Paracobitis iranica* (Nalbant & Bianco 1998) population Kordan River, Namak Lake Basin, Iran. Journal of Aquatic Ecology 3(4), 1-9 (In Persian).
- Vinagre, C., Fonseca, V., Cabral, H., Jose´ Costa, M., 2006. Habitat suitability index models for the juvenile soles, *Solea solea* and *Solea senegalensis*, in the Tagus estuary: defining variables for species management. Fisheries Research 82(1-3), 140-149.
- Waddle, T.J., (Ed.). 2012. PHABSIM for Windows user's manual and exercises: U.S. Geological Survey Open-File Report 2001-340. 288 p.
- Zamani Faradonbe, M., Eagderi, S., Zarei, N., 2015. Determination of habitat suitability index of *Capoeta gracilis*, Keyserling 1861 from Taleghan River. Journal of Fisheries 68(3), 409-419 (In Persian)

