Journal of Environmental Research
Vol. 14, No. 28, Autumn & Winter 2024

Journal Homepage: www.iraneiap.ir
Print ISSN: 2008-9597 Online ISSN 2008-9590

Comparison of Habitat Suitability of Namak Scraper, *Capoeta buhsei* Kessler, 1877 in Autumn and Winter Seasons in the Jajroud River, Namak Lake Basin

Document Type
Research Paper

Received
2022/07/11

Accepted
2024/01/01

Soheil Eagderi[1*], Mazaher Zamani-Faradonbeh[2], Atta Mouludi-Saleh[3], Hadi Poorbagher[1]

1 Associate Professor, Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran. Karaj. Iran.
2 PhD in Fisheries, Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, Isfahan University of Technology. Isfahan. Iran.
3 PhD in Fisheries, Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran. Karaj. Iran.

DOI: 10.22034/eiap.2024.191702

Abstract
This study was conducted to investigate the habitat suitability and preference of *Capoeta buhsei* in autumn and winter in the Jajroud River, Namak Lake basin. For this purpose, in 2013, sampling was performed in autumn (November) and winter (March) in 18 stations from downstream to upstream using an electrofishing device and environmental variables, including altitude, river width, water depth, and velocity, the average diameter of the dominant bedrock, bed slope, pH, EC, TDS, and temperature were recorded. The results showed that the preferred habitat suitability of the studied species in autumn is lower height, depth, slope, width, and velocity, and coarse bed rocks, high temperature, neutral pH, high EC, and medium TDS, and in winter medium height, depth and width, low velocity, high slope and temperature, slightly acidic to neutral pH, low EC, and TDS. The low value of the suitability index for factors of river width, flow velocity, average bedrock diameter, bed slope, water temperature, and EC show the Jajrud River has less proper habitat in autumn than in winter.

Keywords: *Capoeta buhsei*, habitat suitability, Jajroud River, Namak Lake Basin, Environmental variables.

* Corresponding author: Email: soheil.eagderi@ut.ac.ir

Introduction

Habitat Suitability Index (HSI) models are effective methods for managing aquatic habitats that are used to evaluate the habitat quality of aquatic organisms (Cole & Lefebvre, 1989; Wanat, 2002). Also, these models are used to determine a range of expected habitat conditions of a species in the target habitat. The genus *Capoeta* belongs to the Cyprinidae, which has a wide distribution in Iranian inland waters with 18 species (Eagderi et al., 2022). *Capoeta buhsei* (Kessler, 1877) inhabits muddy to sandy beds with stones and pebbles of small rivers. This species prefers medium to fast velocity and cloudy waters. Due to the development of human interventions in rivers and also the lack of data about this endemic species, this study was conducted to investigate its habitat suitability indices in the two seasons i.e. autumn and winter in the Jajrud River (Namak Lake basin). The results of this study can help to understand the habitat needs of this species to manage the riverine ecosystem of Jajrud River and its protection programs.

Material and Methods

Jajroud River, a part of the Namak Lake basin, is located northeast of Tehran. This river flows from the northwest to the southeast and flows from the Alborz Mountains to lower altitudes, entering the Letian Dam and then the Mamlu Dam downstream (National Geographical Organization, 2004). Sampling was done in two seasons: autumn (November) and winter (March) 2017 along the river from the downstream to the upstream. Sampling stations were selected to include available habitat diversity (Lotfi, 2012; Tabatabaei et al., 2012, 2014). To prevent the fish from escaping, support nets were used upstream and downstream in all stations (Lotfi, 2012). During sampling, samples were collected and counted. In the end, when the fish samples were restored, they were returned to their habitat (Price & Peterson, 2010). Immediately after sampling, the environmental variables, including altitude (m), river width (cm), water depth (cm), velocity (cm/s), average diameter of the dominant bed rock (cm), slope (%), pH, electrical conductivity (EC) (µmhos/cm), total dissolved solids (TDS) (ppm) and temperature (°C) were measured. The range of SI values of each habitat factor that affects the frequency of samples in the stations was calculated using HABSEL software (Consulting, 2014).

Results and Discussion

Among the measured variables, in the autumn season, the river width and pH had the lowest (0.20) and highest (0.88) SI, respectively, those SI in the winter were velocity (0.66) and TDS. The calculation of the habitat suitability index showed that the HSI of Jajroud River is equal to 0.52 in the autumn and 0.82 in the winter. The results also showed that all the measured habitat variables have a significant relationship and a high correlation with the HSI of the habitat characteristics, which indicates the high relationship of these factors with the presence and abundance of *C. buhsei*. *Capoeta buhsei* prefers the habitats of lower altitudes in the autumn, while in the winter, those preference was middle altitudes. Also, this species prefers in both autumn and winter seasons the areas of the Jajroud River which have low depth, and there is no difference in the priority of these areas for this species in the studied seasons. In autumn and winter, the abundance decreases with the increase in water depth, but the presence of greater depth in winter can be a common strategy to escape from the lower water temperature in the shallow areas. The value of the total habitat suitability indices based on the geometric mean was in autumn (0.52) and winter (0.82), therefore this river was found a moderate habitat for *C. buhsei*.

References

Cole, C. A. & Lefebvre, E. A. 1989. Perceptions of the habitat evaluation procedures: a survey of wildlife professionals. Transactions of the Illinois State Academy of Science. 82: 151-158.

Consulting, J. 2019. Available: www.jowettconsulting.co.nz. Accessed on 2/3/2019.

Eagderi, S.; Mouludi-saleh, A.; Esmaeli, 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.

Lotfi, A. 2012. Guideline on rapid assessment of environmental features of rivers. Environment Protection Department of Iran Publication. 120 p. (In Persian)

National geographical organization. 2004. The Gazetteer of rivers in the I.R of Iran. Caspian Sea watershed. Third volume. 312 P. (In Persian)

Price A.L. & Peterson J.T. 2010. Estimation and modeling of electrofishing capture efficiency for fishes in wadeable warmwater streams. North American Journal of Fisheries Management. 30: 481-491.

Tabatabaei, S. N.; Segherloo, I. H.; Eagderi, S. & Faradonbeh, M. Z. 2015. Habitat use of two nemacheilid fish species, *Oxynoemacheilus bergianus* and Paracobitis sp. in the Kordan River, Iran. Hydrobiologia. 762 (1): 183-193.

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. JJournal of Aquatic Ecology. 3(4): 1-9. (In Persian)

Wanat, J. M. 2002. Using habitat suitability models to identify essential fish habitat for the winter flounder, *pseudopleuronectes americanus*, in great bay estuary, N.H. Thesis submitted to the University of New HampshireIn, Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Zoology. 142 p.

پژوهش‌های محیط‌زیست، سال ١٤، شماره ٢٨، پاییز و زمستان ١٤٠٢، از صفحه ٤١ تا ٥٤

مقایسه شاخص مطلوبیت و ترجیح زیستگاه سیاه ماهی مرکزی (*Capoeta buhsei*, Kessler 1877) در دو فصل پاییز و زمستان در رودخانه جاجرود، حوضه دریاچه نمک

سهیل ایگدری[1*]، مظاهر زمانی فرادنبه[2]، عطا مولودی صالح[3]، هادی پورباقر[1]

١. دانشیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران.
٢. دانش‌آموخته دکتری تخصصی، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران.
٣. دانش‌آموخته دکتری تخصصی، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران.

تاریخ وصول مقاله: ١٤٠١/٠٤/٢٠ تاریخ پذیرش مقاله: ١٤٠٢/١٠/١١

چکیده

این مطالعه به‌منظور مقایسه مطلوبیت و ترجیح زیستگاهی *Capoeta buhsei* در دو فصل پاییز و زمستان در رودخانه جاجرود از حوضه دریاچه نمک به اجرا در آمد. بدین منظور نمونه‌برداری در دو فصل پاییز (آبان ماه) و زمستان (اسفندماه) سال ١٣٩٢ در رودخانه جاجرود از پایین‌دست به سمت بالادست رودخانه در ١٨ ایستگاه با استفاده از دستگاه الکتروشوکر صورت گرفت و متغیرهای محیطی از جمله ارتفاع از سطح دریا، عرض رودخانه، عمق آب، سرعت جریان آب، قطر متوسط سنگ غالب بستر، شیب بستر، pH، EC، TDS و دما مورد سنجش قرار گرفتند. نتایج نشان داد که زیستگاه ترجیحی گونه *C.buhsei* در فصل پاییز ارتفاع، عمق، شیب، عرض و سرعت جریان کم، سنگ‌های بستر درشت، دمای بالا، pH خنثی، EC بالا و TDS متوسط و در فصل زمستان دارای ارتفاع، عمق و عرض متوسط، سرعت جریان کم، شیب زیاد، دمای بالا، pH کمی اسیدی تا خنثی، EC کم و TDS کم می‌باشد. مقادیر پایین شاخص مطلوبیت برای فاکتورهای عرض رودخانه، سرعت جریان، قطر متوسط سنگ بستر، شیب بستر، دمای آب و EC باعث شده‌اندکه رودخانه جاجرود در فصل پاییز نسبت به فصل زمستان مطلوبیت کمتری داشته باشد.

کلیدواژه‌ها: سیاه ماهی مرکزی، مطلوبیت زیستگاه، رودخانه جاجرود، حوضه دریاچه نمک، متغییرهای محیطی.

* نویسنده مسئول: Email: soheil.eagderi@ut.ac.ir
DOI: 10.22034/eiap.2024.191702

سرآغاز

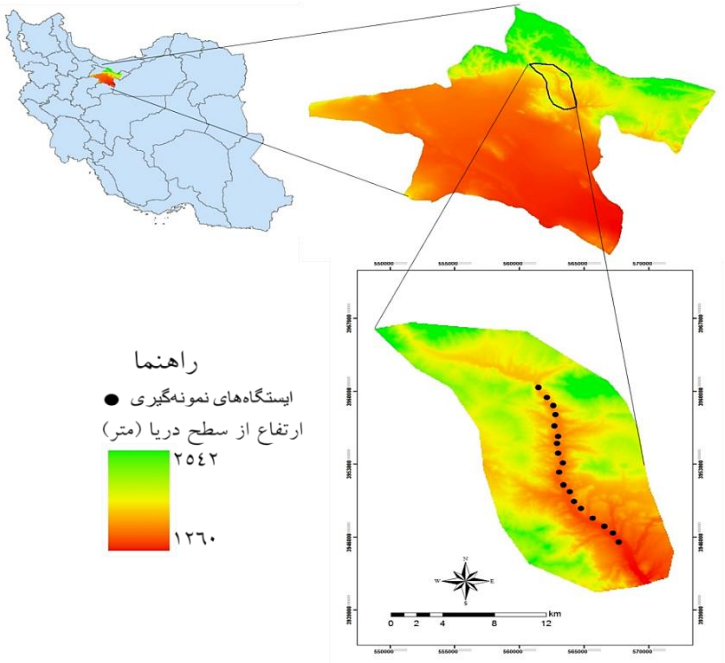
استفاده از مدل‌های شاخص مطلوبیت زیستگاه (HSI) برای ارزیابی کیفیت زیستگاه موجودات آبزی کاربرد جهانی دارد (Wanat, 2002) و یکی از روش‌های موثر در مدیریت زیستگاه‌های آبی است (Brooks, 1997). این مدل‌ها و نتایج آن‌ها برای ارزیابی بوم‌شناختی یک اکوسیستم آبی توسط مدیران و برنامه‌ریزان استفاده می‌شود (Cole & Lefebvre, 1989). همچنین این مدل‌ها می‌توانند برای تعیین دامنه‌ای از شرایط زیستگاهی مورد انتظار یک گونه در زیستگاه هدف به کار برده شود. برای این منظور، یک محدوده کوچک ولی مناسبی از ایستگاه‌های مربوط به زیستگاه هدف ارزیابی می‌شود و مقادیر HSI محاسبه شده و بین ایستگاه‌ها مقایسه می‌شود (Brooks, 1997). در این روش‌ها علاوه بر تعیین محدوده فاکتورهای محیطی در زیستگاه ترجیحی، ایستگاه‌ها با کیفیت عالی با دریافت امتیاز بالا (۱/۰–۰/۷)، متوسط (۰/۷–۰/۳) و کم (۰/۳–۰) در محدوده زیست گونه مشخص می‌گردد (Brooks, 1997; Muñoz-Mas et al., 2012). همچنین مولفه‌های مهم زیستگاه به وسیله مدل‌های مطلوبیت زیستگاه (HSI) تعیین می‌شوند. مقادیر درون شاخص به وسیله توانایی مولفه‌های کلیدی زیستگاه برای تامین نیازمندی‌های زیست گونه‌های انتخابی ماهی و حیات‌وحش ارزیابی می‌شوند. ارزیابی با استفاده از مولفه‌های کلیدی زیستگاه برای مقایسه شرایط فعلی زیستگاه با شرایط قبل آن نیز برای گونه‌های هدف مورد استفاده قرار می‌گیرد. شرایط بهینه با حداکثر تراکم بالقوه گونه درون ناحیه تعریف شده مرتبط هستند (Wanat, 2002). برای هر پارامتر زیستگاهی دامنه‌ای از مقادیر وجود دارد که قابل زیست برای موجود بوده و یک امتیاز ما بین صفر تا یک را می‌گیرد. مقدار بهینه هر پارامتر برای آن گونه یک می‌باشد (Wanat, 2002). براساس نتایج حاصل، برای هر گونه هدف می‌توان مقدار بهینه پارامتر محیطی را تعیین کرد. پارامترهای متعددی برای هر زیستگاه مورد توجه هستند و مقادیرآن‌ها بسته به مطلوبیت نسبی‌شان تعیین می‌شود. با محاسبه میانگین هندسی این مقادیر، مقدار کل یا مطلوبیت آن زیستگاه برای گونه هدف را می‌توان تعیین کرد. این اطلاعات می‌توانند برای حفاظت ذخیره مفید باشند. همچنین شاخص‌های مطلوبیت زیستگاه به عنوان ابزاری مفید برای تعیین وضعیت و محاسبه زیستگاه‌های ماهیان آب‌های شیرین و شور استفاده می‌شوند (Wanat, 2002).

جنس سیاه ماهی (*Capoeta*) از مرکز تا غرب آسیا شامل کشورهای افغانستان، ایران، ترکیه و سایر کشورهای خاورمیانه پراکنش دارد (Turan, 2008). بر اساس آخرین فهرست گونه‌ای منتشر شده در ایران تعداد ۱۸ گونه از این جنس شناسایی شده است (Eagderi et al., 2022). سیاه ماهی مرکزی *Capoeta buhsei* (Kessler, 1877) در رودخانه‌های کوچک با بسترهای گلی تا شنی همراه با سنگ و سنگریزه زیست می‌کند. این گونه آب‌هایی با جریان متوسط تا سریع و کدر را ترجیح می‌دهد. اما می‌توان آن را در آب‌های شفاف نیز یافت. این گونه در رودخانه‌های حوضه دریاچه نمک از قبیل کردان، جاجرود و قمرود یافت می‌شود. علاوه بر حوضه دریاچه نمک، Coad (۲۰۱۵) حضور این گونه را از حوضه کویر در رود حبله و شورآب نزدیک سمنان گزارش نموده است (Alwan, 2010).

به‌دلیل توسعه دخالت‌های انسانی در بسیاری از رودخانه‌های کشور و نیز کمبود اطلاعات در مورد این گونه بومزاد، این مطالعه با هدف بررسی مطلوبیت ویژگی‌های زیستگاه مطلوب و شاخص مطلوبیت زیستگاه آن در دو فصل پاییز و زمستان در حوضه رودخانه جاجرود واقع در حوضه دریاچه نمک به اجرا در آمد. نتایج این مطالعه می‌تواند به درک نیازهای زیستگاهی این گونه بومزاد به منظور مدیریت اکوسیستم رودخانه‌ای جاجرود و برنامه‌های حفاظتی آن کمک نماید.

مواد و روش‌ها

رودخانه جاجرود یکی از رودخانه‌های حوضه دریاچه نمک می‌باشد در ۳۰ کیلومتری شمال شرق تهران است. این رودخانه از شمال‌غرب به‌طرف جنوب‌شرق جاری است و از کوه‌های البرز به ارتفاعات پایین‌تر جریان داشته، وارد سد لتیان و سپس سد ماملو در پایین‌دست می‌شود. این رود از کوه‌های کلون بستک در شمال روستای دربندسر سرچشمه گرفته و انشعابات فشم، میگون، دماوند و آهار به این رود می‌ریزند. این رودخانه با ۴۰ کیلومتر طول و ۷۱۰ کیلومترمربع مساحت حوضه آبریز، دارای شیبی حدود ۴٪ است و یک رودخانه گراولی، ماسه‌ای بریده بریده است (National Geographical Organization, 2004).



شکل (۱): موقعیت رودخانه جاجرود و ایستگاه‌های نمونه‌گیری

برای انجام این مطالعه، نمونه‌برداری در دو فصل پاییز (آبان ماه) و زمستان (اسفندماه) سال ۱۳۹۷ در طول مسیر رودخانه جاجرود از پایین‌دست به سمت بالادست رودخانه در ۱۸ ایستگاه براساس روش Lotfi (۲۰۱۲) به کمک دستگاه الکتروشوکر (مدل Samus Mp750) انجام شد (شکل ۱). ایستگاه‌های نمونه‌برداری به نحوی انتخاب شدند که تمام تنوع زیستگاهی در دسترس را شامل شوند (Lotfi, 2012; Tabatabaei et al., 2012, 2014). در کلیه ایستگاه‌ها، طول ایستگاه نمونه‌گیری در حدود ۳۰–۳۵ متر بود، نمونه‌گیری در زیستگاه‌های مختلف موجود در رودخانه، در سه مسیر مختلف در خلاف جهت جریان انجام شد (Johnson & Arunachalam, 2009). همچنین به منظور جلوگیری از فرار ماهیان، در کلیه ایستگاه‌ها از تورهای پشتیبان در بالادست و پایین‌دست استفاده شد (Price & Peterson, 2010). طی نمونه‌گیری سعی گردید تمام نمونه‌ها جمع‌آوری و شمارش شوند. در پایان، بعد از اطمینان از بازیابی قدرت شنای نمونه‌ها، ماهیان صید شده به زیستگاه خود بازگردانده شدند (Price & Peterson, 2010).

در تمام ایستگاه‌ها، بلافاصله بعد از نمونه‌برداری، متغیرهای محیطی شامل ارتفاع از سطح دریا (m)، عرض رودخانه (cm)، عمق آب (cm)، سرعت جریان آب (cm/s)، قطر متوسط سنگ غالب بستر (cm)، شیب بستر (%)، pH، هدایت الکتریکی EC (µ mhos/cm)، کل مواد جامد محلول TDS (ppm) و دما (°C) مورد سنجش قرار گرفتند. در کلیه ایستگاه‌ها ارتفاع از سطح دریا و موقعیت جغرافیایی محل به کمک دستگاه موقعیت‌یاب جهانی (GPS) ثبت شدند. عرض رودخانه در سه نقطه پایین‌دست، میان و بالادست هر ایستگاه، با استفاده از متر نواری اندازه‌گیری و میانگین آن‌ها به عنوان عرض رودخانه در آن ایستگاه در نظر گرفته شد. در کلیه ایستگاه‌ها عمق آب در ۲۰ نقطه اندازه‌گیری و میانگین آن‌ها به عنوان عمق رودخانه ثبت شد (Gorman & Karr, 1978; Pusey et al., 1993). به کمک الگوی جسم شناور (Hasanli, 2000; Garg et al., 2002)، سرعت جریان رودخانه سه بار اندازه‌گیری و میانگین آن‌ها بعد از ضرب در ضریب اصلاحی غوطه‌وری جسم شناور (۰/۸۸) (Garg et al., 2002; Mahdavi, 2011) به عنوان متوسط سرعت جریان (m/s) در هر ایستگاه در نظر گرفته شد (Lotfi, 2012). قطر متوسط سنگ غالب بستر با میانگین‌گیری از قطعات سنگ بستر به طور تصادفی در طی ۲۰ کوادرات (با ابعاد۵۰×۵۰ سانتی‌متر) ثبت شد (Platts et al., 1983). شیب بستر در کلیه ایستگاه‌ها به وسیله دستگاه سونتو (Suunto PM-5/360) بر حسب درصد با سه بار تکرار اندازه‌گیری و ثبت شد و میانگین این سه عدد به عنوان شیب هر ایستگاه در نظر گرفته شد. چهار پارامتر دیگر شامل دما، EC، TDS و pH نیز در هر

ایستگاه به طور تصادفی و جداگانه در سه نقطه به کمک دستگاه الکترونیکی قابل حمل (WTW) ثبت شد و میانگین این سه عدد به‌عنوان دما، EC، TDS و pH در هر ایستگاه در نظر گرفته شد (Garg et al., 2002).

دامنه مقادیر مطلوب هر یک از فاکتورهای زیستگاهی (شاخص مطلوبیت، SI) که فراوانی نمونه‌ها در ایستگاه‌های نمونه‌برداری را تحت تاثیر قرار می‌دهند و نیز طبقات هر یک از فاکتورهای زیستگاهی با در نظر گرفتن زیستگاه انتخاب شده با استفاده از نرم‌افزار HABSEL (Habitat Selection) (Consulting, 2014; Version 1/0) محاسبه شد. این محاسبه به این صورت انجام می‌شود که دامنه مربوط به هر متغیر کمی محیطی به طبقاتی تقسیم و ارزش مقدار بهینه هر طبقه (SI) مشخص می‌گردد. ارزش مقدار بهینه (SI) طبق رابطه SIc,i=%Uc, i/Ac,I % به دست آمد که در این رابطه c یک متغیر محیطی، i طبقه آن متغیر، %Uc,i درصد استفاده ماهی از یک طبقه خاص هر یک از متغیرهای محیطی و %Ac,i درصد در دسترس بودن آن متغیر محیطی می‌باشند (Guay et al., 2000; Waddle, 2012; Tabatabaei et al., 2015). برای تعیین شاخص مطلوبیت هر یک از ویژگی‌های مورد بررسی در رودخانه مورد مطالعه، مقادیر عددی مطلوبیت هر ایستگاه تعیین و میانگین حسابی شاخص‌های مطلوبیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری به‌عنوان شاخص مطلوبیت آن ویژگی در روخانه جاجرود تعیین گردید. به منظور محاسبه شاخص مطلوبیت زیستگاه (HSI) کل برای گونه مورد مطالعه در رودخانه جاجرود از رابطه میانگین هندسی $HSI = (SI1\times SI2\times\ldots\times SIn)^{1/n}$ (Chen et al., 2009; Chen et al., 2010) استفاده شد. در این معادله به علت این که میزان اهمیت و نقش هیچ یک از فاکتورهای زیستگاهی به صورت کمی مشخص نبود (De Kerckhove et al., 2008) فاکتورها به صورت یکسان با یکدیگر ترکیب شدند (Bovee, 1986). در این معادله SI1 تا SIn به ترتیب شاخص مطلوبیت برای هریک از فاکتورهای زیستگاهی (مستقل) مورد مطالعه می‌باشند.

نتایج

نتایج نشان داد که مطلوب‌ترین ارتفاع از سطح دریا در فصل پاییز در دامنه ۱۴۲۰>–۱۴۰۰ متر با شاخص مطلوبیت ۰/۵۵ و در فصل زمستان در دامنه ۱۵۰۰>–۱۴۸۰ متر با شاخص مطلوبیت ۰/۲۴، مطلوب‌ترین عمق آب در فصل پاییز در دامنه ۲۰>–۱۰ سانتی‌متر با شاخص مطلوبیت ۰/۵۵ و در فصل زمستان در دامنه ۹۰>–۸۰ سانتی‌متر با شاخص مطلوبیت ۰/۳۸، مطلوب‌ترین شاخص عرض رودخانه در فصل پاییز در دامنه ۶>–۲ متر با شاخص مطلوبیت ۰/۸۲ و در فصل زمستان در دامنه ۱۴>–۱۰ متر با شاخص مطلوبیت ۰/۴۷، مطلوب‌ترین سرعت جریان در فصل پاییز در دامنه ۰/۴>–۰ متربرثانیه با شاخص مطلوبیت ۰/۷۹ و در فصل زمستان در دامنه ۰/۴>–۰ متربرثانیه با شاخص مطلوبیت ۰/۴۰، مطلوب‌ترین سنگ بستر در فصل پاییز با قطر متوسط در دامنه ۴۲>–۳۶ سانتی‌متر با شاخص مطلوبیت ۰/۶۲ و در فصل زمستان در دامنه ۱۸>–۱۲ سانتی‌متر با شاخص مطلوبیت ۰/۴۱، مطلوب‌ترین شیب بستر در فصل پاییز در دامنه ۳/۶>–۳/۳ درصد با شاخص مطلوبیت ۰/۹۳ و در فصل زمستان در دامنه ۴/۵>–۴/۲ درصد با شاخص مطلوبیت ۰/۶۲، مطلوب‌ترین دمای آب در فصل پاییز در دامنه ۷/۸>–۶/۶ درجه سانتی‌گراد با شاخص مطلوبیت ۰/۴۱ و در فصل زمستان در دامنه ۹>–۷/۸ درجه سانتی‌گراد با شاخص مطلوبیت ۰/۶۵، مطلوب‌ترین pH آب در فصل پاییز در دامنه ۷/۹>–۷/۳ با شاخص مطلوبیت ۰/۵۶ و در فصل زمستان در دامنه ۶/۱>–۵/۵ با شاخص مطلوبیت ۰/۵۸، مطلوب‌ترین EC آب در فصل پاییز در دامنه ۷۰۰>–۶۰۰ با شاخص مطلوبیت ۰/۷۷ و در فصل زمستان در دامنه ۵۰۰>–۴۰۰ با شاخص مطلوبیت ۱/۰۰، مطلوب‌ترین TDS آب در فصل پاییز در دامنه ۲۶۰>–۲۲۰ ppm با شاخص مطلوبیت ۰/۵۱ و در فصل زمستان در دامنه ۲۶۰>–۲۲۰ ppm با شاخص مطلوبیت ۰/۵۸ قرار دارند (جدول **(۱** و شکل **(۲)**).

مقادیر شاخص مطلوبیت هر یک از فاکتورهای محیطی برای گونه *C.buhsei* در رودخانه جاجرود در جدول **(۲)**(۲) ارایه شده است. نتایج مقایسه میانگین مقادیر شاخص مطلوبیت هریک از فاکتورها در دو فصل پاییز و زمستان به وسیله آزمون t با دو نمونه مستقل نیز ارایه شده است. در بین متغیرهای مورد بررسی، در فصل پاییز فاکتورهای عرض رودخانه و pH آب به ترتیب دارای کمترین (۰/۲۰) و بیشترین (۰/۸۸) مقدار SI و در فصل زمستان فاکتورهای سرعت جریان آب و TDS آب به ترتیب دارای کمترین (۰/۶۶) و بیشترین (۰/۹۶) مقدار SI برای گونه سیاه ماهی مرکزی در این رودخانه بود. محاسبه شاخص

مطلوبیت زیستگاه نشان داد که میزان HSI رودخانه جاجرود برای گونه سیاه‌ماهی مرکزی برابر ۰/۵۲ در فصل پاییز و ۰/۸۲ در فصل زمستان می‌باشد. نتایج همچنین نشان داد که تمامی متغیرهای زیستگاهی مورد بررسی رابطه معنی‌دار و همبستگی بالایی با شاخص‌های مطلوبیت ویژگی‌های زیستگاهی دارند (شکل **۲(۲)**) که بیانگر رابطه بالای این فاکتورها با حضور و فراوانی گونه سیاه ماهی می‌باشد.

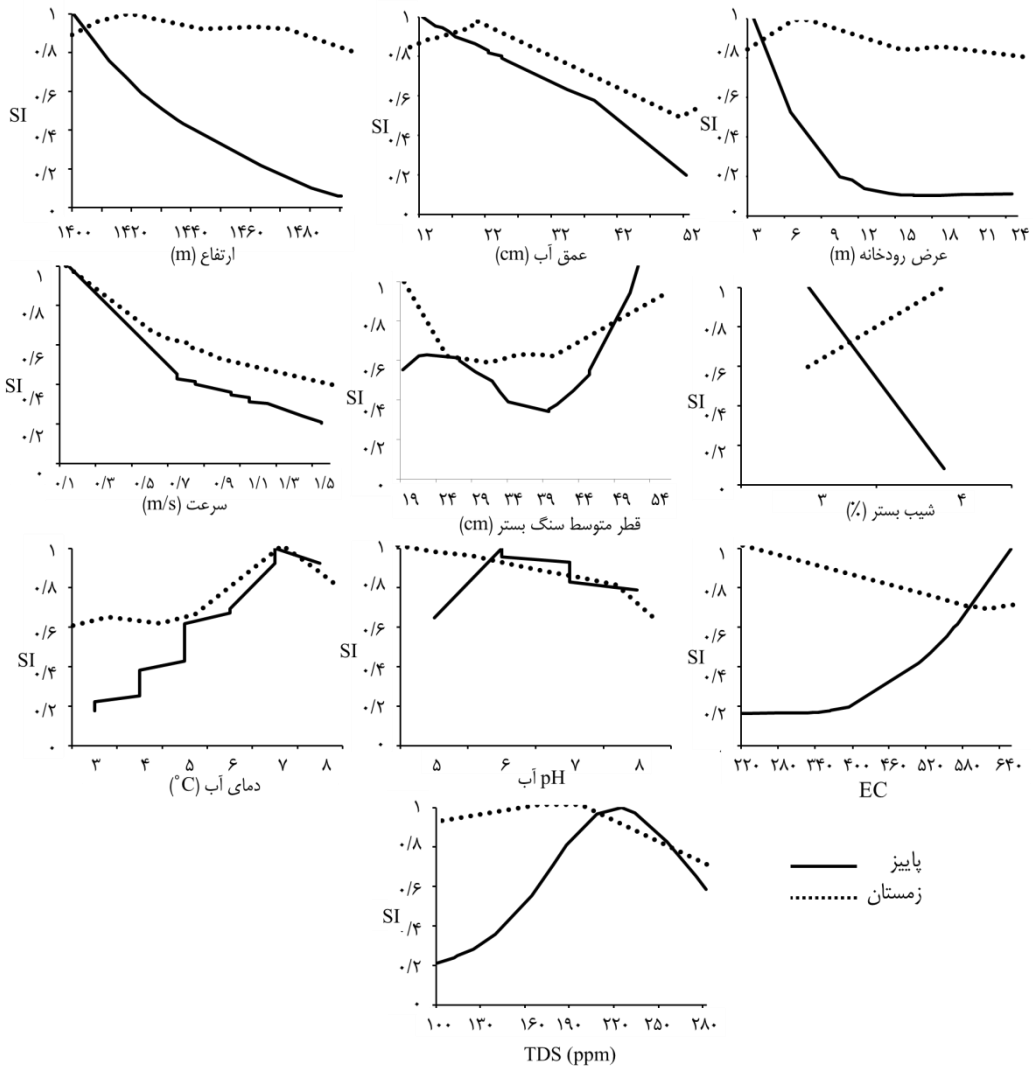
جدول (۱): طبقات هر متغیر و مقادیر شاخص مطلوبیت (SI) در دو فصل پاییز و زمستان.

فاکتور	طبقات	SI- پاییز	SI- زمستان	فاکتور	طبقات	SI- پاییز	SI- زمستان	فاکتور	طبقات	SI- پاییز	SI- زمستان
ارتفاع از سطح دریا	۱۴۰۰-<۱۴۲۰	۰/۵۵	۰/۱۲	عمق (cm)	۱۰-<۲۰	۰/۵۵	۰/۳۱	عرض (m)	۲-<۶	۰/۸۲	–
	۱۴۲۰-<۱۴۴۰	۰/۲۳	۰/۲۲		۲۰-<۳۰	۰/۳۱	۰/۳۰		۶-<۱۰	۰/۰۴	۰/۰
	۱۴۴۰-<۱۴۶۰	۰/۰	۰/۲۱		۳۰-<۴۰	۰/۱۴	۰/۰		۱۰-<۱۴	۰/۰۲	۰/۴۷
	۱۴۶۰-<۱۴۸۰	۰/۲۲	۰/۰۶		۴۰-<۸۰	۰/۰	۰/۰		۱۴-<۱۸	۰/۰۵	۰/۰
	۱۴۸۰-<۱۵۰۰	۰/۰	۰/۲۴		۸۰-<۹۰	۰/۰	۰/۳۸		۱۸-<۲۲	۰/۰۷	۰/۳۴
	۱۵۰۰-<۱۵۲۰	–	۰/۱۵		۱۲-<۱۸	۰/۰۴			۲۲-<۲۶	۰/۰	۰/۱۹
سرعت (m/s)	۰-<۰/۴	۰/۷۹	۰/۴۰	قطر متوسط سنگ بستر (cm)	۱۲-<۱۸	–	۰/۴۱	شیب بستر (%)	۳-<۳/۳	۰/۰	۰/۰
	۰/۴-<۰/۸	۰/۰۳	۰/۳۸		۱۸-<۲۴	۰/۲۹	۰/۰		۳/۳-<۳/۶	۰/۹۳	۰/۳۸
	۰/۸-<۱/۲	۰/۱۸	۰/۰۹		۲۴-<۳۰	۰/۰	۰/۰		۳/۶-<۳/۹	۰	۰
	۱/۲-<۱/۶	۰/۰	۰/۰		۳۰-<۳۶	۰/۰۵	۰/۱		۳/۹-<۴/۲	۰	۰
	۱/۶-<۲	–	۰/۱۳		۳۶-<۴۲	۰/۶۲	۰/۲۶		۴/۲-<۴/۵	۰/۰۷	۰/۶۲
دمای آب (°C)	۳-<۴/۲	۰/۰۵	–		۴۲-<۵۲	–	۰/۰	EC	۲۰۰-<۳۰۰	۰/۰۷	۰
	۴/۲-<۵/۴	۰/۰۷	–		۵۲-<۵۸	–	۰/۲۲		۳۰۰-<۴۰۰	۰/۰۴	۰
	۵/۴-<۶/۶	۰/۳۶	–	pH آب	۵/۵-<۶/۱	۰/۰	۰/۵۸		۴۰۰-<۵۰۰	۰/۰	۱/۰۰
	۶/۶-<۷/۸	۰/۴۱	۰/۳۵		۶/۱-<۶/۷	۰/۰	۰/۴۲		۵۰۰-<۶۰۰	۰/۱۲	۰
	۷/۸-<۹	۰/۱۲	۰/۶۵		۶/۷-<۷/۳	۰/۴۴	۰/۰		۶۰۰-<۷۰۰	۰/۷۷	۰
TDS (ppm)	۱۰۰-<۱۴۰	۰/۰۳	۰		۷/۳-<۷/۹	۰/۵۶	۰/۰				
	۱۴۰-<۱۸۰	۰/۱۷	۰		۷/۹-<۸/۵	۰/۰	۰/۰				
	۱۸۰-<۲۲۰	۰/۲۶	۰/۴۲								
	۲۲۰-<۲۶۰	۰/۵۱	۰/۵۸								
	۲۶۰-<۳۰۰	۰/۰۴	۰/۰								

جدول (۲): مقادیر متوسط شاخص مطلوبیت (SI) برای هر متغیر و شاخص مطلوبیت زیستگاه (HSI) رودخانه جاجرود برای گونه سیاه ماهی

فاکتور	ارتفاع*	عمق^{n}	عرض*	سرعت جریان*	قطر متوسط سنگ بستر*	شیب بستر*	دمای آب^{n}	pH^{n}	EC*	TDS*	HSI
SI فصل پاییز	۰/۶۴	۰/۸۳	۰/۲۰	۰/۴۰	۰/۵۱	۰/۵۴	۰/۵۷	۰/۸۸	۰/۳۳	۰/۶۳	۰/۵۲
SI فصل زمستان	۰/۸۸	۰/۸۵	۰/۸۹	۰/۶۶	۰/۶۹	۰/۹۲	۰/۷۷	۰/۸۷	۰/۷۵	۰/۹۶	۰/۸۲

(*) وجود و (n) عدم وجود تفاوت معنی‌دار در مقادیر شاخص مطلوبیت هر فاکتور زیستگاهی بین دو فصل پاییز و زمستان



شکل (۲): نمودارهای رابطه مقادیر مطلوبیت زیستگاه و متغیرهای ترجیح زیستگاه سیاه ماهی مرکزی در رودخانه جاجرود در فصل‌های پاییزو زمستان

بحث

مقایسه مقادیر شاخص‌های مطلوبیت فاکتورهای زیستگاهی در رودخانه جاجرود نشان داد که در هفت فاکتور ارتفاع، عرض رودخانه، سرعت جریان آب، قطر متوسط سنگ بستر، شیب بستر، هدایت الکتریکی (EC) و مواد جامد محلول (TDS) بین زیستگاه انتخابی این گونه در دو فصل پاییز و زمستان تفاوت وجود دارد. گونه سیاه ماهی مرکزی در فصل پاییز زیستگاه‌های ارتفاعات کمتر را بیشتر مورد ترجیح قرار داده است این در حالی است که در فصل زمستان ارتفاعات میانه را انتخاب کرده است. همچنین این گونه در هر دو فصل پاییز و زمستان در نواحی از رودخانه جاجرود که دارای عمق کم بوده‌اند را بیشتر مورد پسند قرار داده و در این دو فصل تفاوتی در اولویت این نواحی از رودخانه برای این گونه دیده نمی‌شود به طوری که در دو فصل پاییز و زمستان با افزایش عمق آب فراوانی کاهش یافته است ولی حضور بیشتر ماهیان در عمق بیشتر در فصل زمستان می‌تواند یک استراتژی معمول برای فرار از دمای کمتر آب در نواحی کم عمق برای زمستان‌گذرانی باشد (Wooton, 1990). سرعت جریان مورد پسند و مطلوب *C.buhsei* در دو فصل پاییز و زمستان نیز متفاوت بود، به طوری که نرخ کاهش مطلوبیت با افزایش سرعت جریان در فصل پاییز سریع‌تر از فصل زمستان بود یعنی نواحی دارای جریان‌های سریع‌تر در فصل پاییز نسبت به فصل زمستان دارای مطلوبیت کمتر می‌باشند. بنابراین

می‌توان بیان داشت که *C.buhsei* در طول دو فصل پاییز و زمستان زیستگاه‌های دارای ارتفاع متوسط، عمق کمتر و سرعت جریان کمتر فراوانی را بیشتر ترجیح می‌دهد. همچنین در بررسی برهمکنش‌های بین دو فاکتور عمق و سرعت جریان و مقادیر مطلوب این دو فاکتور مطالعات نشان داده‌اند که یک گرایش عمومی وجود دارد که سرعت ترجیحی ماهیان با افزایش عمق آب افزایش می‌یابد (Armstrong et al., 2003). در نواحی با سرعت‌های بالاتر احتمالا یک افزایش در میزان اکسیژن نیز وجود دارد (Armstrong et al., 2003) ولی با توجه به تغذیه این گونه از حشرات آبزی و پریفیتون‌ها، احتمالا غذای در دسترس به واسطه نفوذ بیشتر نور و کاهش آب بردگی در نواحی کم عمق و سرعت جریان کمتر بیشتر باشد. با توجه به اندازه نسبتا کوچک رودخانه جاجرود می‌توان بیان داشت که این قبیل رودخانه‌ها به خصوص آنهایی که به لحاظ ساختاری پیچیده‌اند، دارای زیستگاه‌های ساحلی نسبتا بیشتری هستند و ممکن است زیستگاه‌های مناسب به لحاظ هیدرولیکی برای تخم‌ریزی، پرورش و زمستان‌گذرانی نسبت به رودهای بزرگ به خصوص آن‌هایی که فاقد پیچیدگی حاشیه‌ای مرتبط یا زیستگاه ساحلی و دشت سیلابی هستند، فراهم کنند (Rosenfeld et al., 2000). در بررسی مطلوبیت عرض رودخانه در دو فصل پاییز و زمستان تفاوت وجود داشت به طوری که در فصل پاییز این گونه نواحی با عرض کمتر و در فصل زمستان نواحی با عرض متوسط تا بالا را ترجیح می‌داد. Littlejohn و همکاران (۱۹۸۵) بیان داشتند که رودخانه‌های دارای عرض زیاد زیستگاه‌هایی با مطلوبیت کمتر داشته و بسیاری از گونه‌های ماهیان ترجیح می‌دهند که در رودخانه‌های با عرض کمتر و به نوعی رودخانه‌های کوچک زیست کنند.

در بررسی فاکتور قطر متوسط سنگ بستر، این گونه در فصل پاییز نواحی دارای سنگ‌های درشت‌تر را بیشتر ترجیح می‌داد، در حالی که نواحی دارای سنگ‌های ریزتر در فصل زمستان دارای ترجیح بیشتری بود. جنس و اندازه اجزای بستر تا حد زیادی با دامنه سرعت جریان آب ارتباط دارد؛ مطالعات نشان می‌دهند که اندازه اجزای بستر در مراحل مختلف زندگی به خصوص فصل تخم‌ریزی با سرعت آب ارتباط نزدیکی دارند. زیرا گراول‌های بزرگتر با سرعت‌های بالاتر ارتباط و همبستگی دارند (Kondolf & Wolman, 1993). برای مثال در آزادماهیان، ماده‌ها ممکن است سرعت‌های بالاتر را با هدف تهویه لانه و تخم‌های خود انتخاب کنند یا گراول‌های بزرگ را با هدف اصلاح و بهبود ساختار لانه یا هر دو هدف انتخاب کنند (Armstrong et al., 2003). به علاوه تغییرات جنس بستر می‌تواند اثرات مهمی بر مقادیر شاخص مطلوبیت داشته باشد که به خاطر زیستگاه موردپسند گونه سیاه ماهی مرکزی که نواحی بالادست رودخانه است (Alwan, 2010) این نتایج قابل پیش‌بینی بود، چرا که اثر مستقیم سرعت جریان بر بستر در این نواحی در حال تغییر است. فرسایش و شسته شدن بستر و رسوبات به علت ناهمگنی رودخانه به صورت ناهمگن در طول رودخانه رخ می‌دهد که این ناهمگنی تغییرات سرعت را نیز منعکس می‌کند (Bednarek, 2001; Mouton et al., 2007; Stanley et al., 2002).

در مورد مقادیر مطلوب فاکتورهای شیب بستر، EC و TDS نیز در دو فصل پاییز و زمستان تفاوت مشاهده شد به طوری که در پاییز نواحی دارای شیب کم (۳ درصد)، EC بالا و TDS متوسط بیشتر از سایر نواحی دارای مطلوبیت هستند در حالی که در فصل زمستان نواحی دارای شیب بیشتر (۴ درصد)، EC کم و TDS کم بیشتر از سایر نواحی دارای مطلوبیت بوده و فراوانی این گونه در این قبیل نواحی بالاتر است. این شرایط می‌تواند بیانگر استقرار بیشتر این گونه در نواحی بالادست با شیب بیشتر باشد. Hartman و Gill (۱۹۶۸) گزارش کردند که تراکم‌های ماهی آزاد *Salmo clarki* در رودخانه‌های کوچک کم شیب بالاتراست که این احتمالا با فصل تولیدمثل و یا قدرت آب در جابه‌جایی اجزای بستر مرتبط است. با بررسی مقادیر مطلوبیت دو فاکتور دمای آب و pH، می‌توان بیان کرد که زیستگاه انتخابی گونه *C.buhsei* در دو فصل پاییز و زمستان مشابه بود و در هر دو فصل پاییز و زمستان زیستگاه مطلوب این گونه دارای دمای بالاتر و pH کم تا متوسط بود. در بررسی خصوصیات زیستگاهی سیاه ماهی*Capoeta capoeta gracilis* در رودخانه کلارود واقع در استان مازندران زیستگاه انتخابی سیاه ماهی مناطقی با سرعت بالای آب، بستر سنگی، با عرض و عمق زیاد عنوان شد (Rostamian et al., 2017). در مطالعه Ahmdzadeh و همکاران (2019)، در تعیین شاخص مطلوبیت زیستگاه سیاه ماهی مرکزی با استفاده از هموارسازی هسته‌ای در رودخانه جاجرود، حوضه دریاچه نمک ایران چنان با استفاده از چهار روش حسابی، هندسی، مینیمم و ماکزیمم چنان عنوان کردند که اولویت انتخاب زیستگاه برای سیاه ماهی مرکزی در رودخانه جاجرود مناطقی با سرعت بالای آب، با عمق و عرض زیاد،

دمای پایین‌تر و بستر با قطر سنگ‌بستر بزرگ‌تر بود.
با توجه به نتایج، زیستگاه انتخابی سیاه ماهی *C.buhsei* در فصل پاییز دارای ارتفاع، عمق، عرض، شیب و سرعت جریان کم، و سنگ‌های بستر درشت، دمای بالا، pH خنثی، EC بالا و TDS متوسط و در فصل زمستان دارای ارتفاع متوسط، عمق متوسط، عرض متوسط، سرعت جریان کم، شیب بیشتر، دمای بالا، pH کمی اسیدی تا خنثی، EC کم و TDS کم می‌باشد. مقادیر پایین شاخص مطلوبیت برای فاکتورهایی چون عرض رودخانه، سرعت جریان، قطر متوسط سنگ بستر، شیب، دمای آب و EC باعث شده‌اند که رودخانه جاجرود در فصل پاییز نسبت به فصل زمستان مطلوبیت کمتری داشته باشد. به عبارت دیگر، مقدار شاخص مطلوبیت زیستگاه کل حاصل از میانگین هندسی در دو فصل پاییز (۰/۵۲) و زمستان (۰/۸۲) نشان داد که رودخانه جاجرود برای گونه سیاه ماهی *C.buhsei* دارای مطلوبیت متوسط رو به بالا باشد و بنابراین، این گونه محدوده‌های خاصی از این رودخانه را ترجیح می‌دهد و در این نواحی یافت شود.

فهرست منابع

Ahmdzadeh, M.; Poorbagher, H. & Eagderi, S. 2019. Calculating the habitat suitability index of Siahmahi (Capoeta buhsei, Kessler 1877) using the kernel smoothing in the Jajrood River, Namak basin of Iran. Aquaculture Sciences. 6(2), 99-108. (In Persian)

Alwan, N. 2010. Systematics, taxonomy, phylogeny and zoogeography of the Capoeta damascina species complex (Pisces: Teleostei: Cyprinidae) inferred from comparative morphology and molecular markers. vorgelegt beim Fachbereich Biowissenschaften der Johann Wolfgang Goethe-Universität in Frankfurt am Main. 286 p.

Armstrong, J.D.; Kemp, P.S.; Kennedy, G.J.A.; Ladle, M. & Milner, N.J. 2003. Habitat requirements of Atlantic salmon and brown trout in rivers and streams. Fisheries Research. 62: 143-170

Banarescu, P. 1992, Zoogeography of Fresh Waters. Volume 2. Distribution and Dispersal of Freshwater Animals in North America and Eurasia. AULA-Verlag, Wiesbaden, pp: 519-1091.

Bednarek, A.T. 2001. Undamming rivers: a review of the ecological impacts of dam removal. Environmental Management. 27: 803-814.

Bovee, K.D. 1982. A guide to stream habitat analysis using the instream flow incremental methodology. Washington, DC: U.S. Fish and Wildlife Service, FWS/OBS-82/26.

Brooks, R. P. 1997. Improving Habitat Suitability Index Models. Wildlife Society Bulletin, 25 (1): 163-167.

Chen, X.; Li, G.; Feng, B. & Tian, S. 2009. Habitat suitability index of Chub mackerel (Scomber japonicus) from July to September in the East China Sea. Journal of Oceanography. 65 (1): 93-102.

Chen, X.; Tian, S.; Chen, Y. & Liu, B. 2010. A modeling approach to identify optimal habitat and suitable fishing grounds for neon flying squid (Ommostrephes bartramii) in the Northwest Pacific Ocean. Fishery Bulletin. 108(1).

Coad, B.W. 2015. Freshwater Fishes of Iran. Retrieved from http://www.briancoad.com.

Cole, C. A. & Lefebvre, E. A. 1989. Perceptions of the habitat evaluation procedures: a survey of wildlife professionals. Transactions of the Illinois State Academy of Science. 82: 151-158.

Consulting, J. 2019. Available: www.jowettconsulting.co.nz. Accessed on 2/3/2019.

De Kerckhove, D.T.; Smokorowski, K.E. & Randall, R.G., 2008. A primer on fish habitat models. Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences. 2817: 71.

Eagderi, S.; Mouludi-saleh, A.; Esmaeli, 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.

Fishbase: a global information system on fishes. 2014, 2015. http://www.fishbase.Org

Garg, S.K.; Bhatnagar, A.; Kalla, A. & Johal, M.S. 2002. Experimental ichthyology. CBS Publishers & Distributors.

Gorman O.T. & Karr J.R. 1978. Habitat structure and stream fish communities. Ecology. 59: 507-515.

Habitat Evaluation Procedures: Standards for Development of HSI Models. 1980. http://www.fws.gov/directives/library/hbindex.html#HEP.

Hartman, G.F. & Gill, C.A. 1968. Distributions of juvenile steelhead and cutthroat trout (Salmo gairdneri and S. clarki clarki) within streams in southwestern British Columbia. Journal of the Fisheries Research Board of Canada. 25: 33-48.

Hartman, G.F. & Gill, C.A. 1968. Distributions of juvenile steelhead and cutthroat trout (Salmo gairdneri and S. clarki clarki) within streams in southwestern British Columbia. Journal of the Fisheries Board of Canada. 25(1): 33-48.

Hasanli A.M. 1999. Diverse methods to water measurement (Hydrometry). Shiraz University publication. Iran. 265 P. (In Persian)

Howes, G. 1982, Anatomy and evolution of the jaws in the semiplotine carps with a review of the genus Cyprinion Heckel, 1843 (Teleostei: Cyprinidae). Bulletin of the British Museum (Natural History) Zoology. 42(4): 299-335.

Johnston, N.T. & Slaney, P.A. 1996. Fish habitat assessment procedures. Watershed restoration technical circular No.8. University of British Columbia, Vancouver.

Kondolf G.M. & Wolmana M.G. 1993. The sizes of salmonid spawning gravels. Water Resourses Reearches. 29: 2265-2274.

Kristan, W.B. 2003. The role of habitat selection behavior in population dynamics: source-sink systems and ecological traps. Oikos. 103: 457-468.

Littlejohn, S.; Holland, L.; Jacobson, R.; Huston, M. & Hornung, T. 1985. Habits and Habitats of Fishes in the Upper Mississisippi River. U.S. Fish and Wildlife Service, La Crosse, Wisconsin.

Lomnicki, A. 1988. Population ecology of individuals. Monographs in population biology 25. Princeton, NJ: Princeton University Press, 223 p.

Lotfi, A. 2012. Guideline on rapid assessment of environmental features of rivers. Environment Protection Department of Iran Publication. 120 p. (In Persian)

Mahdavi, M. 2011. Applied Hydrology. Tehran: Univercity of Tehran publication (2nd ed.). 342 p. (In Persian)

McMahon, T.E. & Matter, W.J. 2006. Linking habitat selection, emigration and population dynamics of freshwater fishes: a synthesis of ideas and approaches. Ecology of Freshwater Fish. 15: 200-210.

Mouton, A. M.; Schneider, M.; Depestele, J.; Goethals, P. L. & De Pauw, N. 2007. Fish habitat modelling as a tool for river management. Ecological Engineering. 29(3): 305-315.

Muñoz-Mas, R.; Martínez-Capel, F.; Schneider, M. & Mouton, A.M. 2012. Assessment of brown trout habitat suitability in the Jucar River Basin (SPAIN): Comparison of data-driven approaches with fuzzy-logic models and univariate suitability curves. Science of the Total Environment. 440: 123-131.

National geographical organization. 2004. The Gazetteer of rivers in the I.R of Iran. Caspian Sea watershed. Third volume. 312 P. (In Persian)

Price A.L. & Peterson J.T. 2010. Estimation and modeling of electrofishing capture efficiency for fishes in wadeable warmwater streams. North American Journal of Fisheries Management. 30: 481-491.

Pusey B.J.; Arthington A.H. & Read M.G. 1993. Spatial and temporal variation in fish assemblage structure in the Mary River, south-eastern Queensland: the influence of habitat structure. Environmental Biology of Fishes. 37: 355-380.

Rosenfeld, J.; Porter, M. & Parkinson, E. 2000. Habitat factors affecting the abundance and distribution of juvenile cutthroat trout (Oncorhynchus clarki) and coho salmon (Oncorhynchus kisutch). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 57(4): 766-774.

Rostamian, N.; Eigderi, S.; Vatandoust, S. & Salar, H. 2017. Habitat use and suitability index of Capoeta Capoeta gracilis, in the Kalarud River. Journal of Animal Environment. 9(2): 141-146. (In Persian)

Sale, P.F. 1969. A suggested mechanism for habitat selection by the juvenile manini, Acanthurus triostegus sandvicensis Streets. Behaviour. 35: 27-44.

Stanley, E.H.; Luebke, M.A.; Doyle, M.W. & Marshall, D.W. 2002. Short-term changes in channel form and macro invertebrate communities following low-head dam removal. Journal of the North American Benthological Society. 21, 172-187.

Sutherland, W.J. 1996. From individual behaviour to population ecology. New York: Oxford, 213 pp.

Tabatabaei, S. N.; Segherloo, I. H.; Eagderi, S. & Faradonbeh, M. Z. 2015. Habitat use of two nemacheilid fish species, Oxynoemacheilus bergianus and Paracobitis sp. in the Kordan River, Iran. Hydrobiologia. 762 (1): 183-193.

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. JJournal of Aquatic Ecology. 3(4): 1-9. (In Persian)

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 Biology. 3(4): 9-1. (In Persian)

Turan, C. 2008. Molecular systematics of the Capoeta (Cypriniformes: Cyprinidae) species complex inferred from mitochondrial 16s rDNA sequence data. Acta Zoological. 51A (1-2): 1-14.

Waddle, T.J. (Ed.). 2012. PHABSIM for Windows user's manual and exercises: U.S. Geological Survey Open-File Report 2001-340. 288 p.

Wanat, J. M. 2002. Using habitat suitability models to identify essential fish habitat for the winter flounder, pseudopleuronectes americanus, in great bay estuary, N.H. Thesis submitted to the University of New HampshireIn, Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Zoology. 142 p.

Willis, S. C.; Winemiller, K. O. & Lopez-Fernandez, H. 2005. Habitat structural complexity and morphological diversity of fish assemblages in a Neotropical floodplain river. Oecologia. 142: 284-295.

Wootton, R. 1990. Ecology of teleost fishes. Springer Netherlands. 404 p.