Archive of SID

شاخص مطلوبیت زیستگاه سیاه ماهی مرکزی (*Capoeta buhsei, Kessler 1877*) در رودخانه جاجرود (حوضه دریاچه نمک)

ایگدری، س.[1]؛ پورباقر، ه.*[1]؛ زمانی فرادنبه، م.[1]

[1] گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.
Email: poorbagher@ut.ac.ir

در اجرای طرح‌های حفاظت از اکوسیستم‌های آبی، وجود دانش کافی در مورد نیازهای زیستگاهی گونه‌های آبزی اهمیت به‌سزایی دارد. از این‌رو این مطالعه با هدف شناخت دامنه انتخابی و شاخص مطلوبیت ویژگی‌های زیستگاهی گونه سیاه ماهی مرکزی *(Capoeta buhsei)* در محدوده پراکنش آن در رودخانه جاجرود انجام پذیرفت. برای بررسی ویژگی‌های زیستگاهی این گونه در رودخانه جاجرود فراوانی این ماهی و متغیرهای زیستگاهی شامل ارتفاع از سطح دریا، عرض رودخانه، عمق، سرعت جریان، قطر متوسط سنگ غالب بستر، دما، شیب بستر، *pH*، *EC*، *TDS* و دما در ۱۸ ایستگاه مورد بررسی قرار گرفت و محدوده زیستگاه انتخابی این گونه با توجه به میزان در دسترس بودن هر واحد زیستگاهی برای کلیه متغیرهای مورد مطالعه بدست آمد و بیشترین دامنه ترجیحی مشخص گردید. مطابق نتایج، بیشترین دامنه ترجیحی ویژگی‌های زیستگاهی این گونه ارتفاع ۱۴۲۰-۱۴۰۰ متر، عمق در دامنه ۲۰-۱۰ سانتی‌متر، عرض رودخانه ۶-۲ متر، سرعت در دامنه ۰/۴-۰ متر بر ثانیه، قطر متوسط سنگ بستر در دامنه ۴۲-۳۶ سانتی‌متر، شیب ۳/۶-۳/۳ درصد، دما در دامنه ۷/۸-۶/۶ درجه سانتی‌گراد، *pH* در دامنه ۷/۹-۷/۳، *EC* در دامنه ۷۰۰-۶۰۰ (*µ mhos/cm*) و *TDS* در دامنه ۲۶۰-۲۲۰ *ppm* قرار داشت. با توجه به نتایج زیستگاه انتخابی سیاه ماهی مرکزی در رودخانه جاجرود ارتفاع، شیب، عمق آب، عرض رودخانه و سرعت جریان کم با سنگ‌های بستر درشت، دمای بالا، *pH* خنثی، *EC* بالا و *TDS* متوسط می‌باشد. وجود این شرایط با شاخص مطلوبیت زیستگاه ۰/۵۲ نشان می‌دهد که رودخانه جاجرود برای گونه سیاه ماهی مرکزی یک زیستگاه متوسط رو به بالا است.

کلمات کلیدی: مدل، شاخص مطلوبیت، زیستگاه، سیاه‌ماهی، رودخانه جاجرود.

مقدمه:

استفاده از مدل‌های شاخص مطلوبیت زیستگاه (*HSI*) برای ارزیابی کیفیت و نیازهای زیستگاهی طیف وسیعی از آبزیان کاربرد دارد (*Wanat, 2002*) و از روش‌های بسیار مؤثر جهت مدیریت زیستگاه‌های آبی به شمار می‌رود (*Brooks, 1997; Cole and Lefebvre, 1989*). این مدل‌ها می‌توانند در بررسی نیازها و اولویت‌های زیستی آبزیان در دامنه‌ای از شرایط زیستگاهی اکوسیستم هدف به کار برده شوند. 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 روش ایستگاه‌ها با کیفیت عالی امتیاز بالا (۱/۰-۰/۷)، ایستگاه‌های با کیفیت متوسط دریافت امتیاز متوسط (۰/۷-۰/۳) و ایستگاه‌های با کیفیت پایین دریافت امتیاز کم (۰/۳-۰) خواهند داشت (*Brooks, 1997; Muñoz-Mas et al., 2012*).

www.SID.ir

Archive of SID

جنس سیاه ماهی (*Capoeta*) از خانواده کپورماهیان از مرکز تا غرب آسیا پراکنش دارد (*Turan, 2008*) و دارای ۲۹ گونه می‌باشد که ۱۱ گونه آن از ایران گزارش شده است (*Joulade-Roudbar et al., 2015*). در این بین گونه بومی سیاه‌ماهی مرکزی، *Capoeta buhsei (Kessler, 1877)* ساکن رودخانه‌های کوچک با بسترهای گلی تا شنی همراه با سنگ و سنگریزه است و در بسیاری از رودخانه‌های حوضه دریاچه نمک شامل کردان، جاجرود، قره‌چای و قمرود یافت می‌شود. علاوه بر حوضه دریاچه نمک، حضور این گونه از حوضه دشت کویر در رودخانه‌های نمرود، حبله و شورآب سمنان نیز گزارش شده است (*Alwan, 2010; Coad, 2015*).

بدلیل توسعه دخالت‌های انسانی در بسیاری از رودخانه‌های داخلی کشور و نیز کمبود اطلاعات در مورد, ویژگی‌های زیست شناختی این گونه بومی کشور، این مطالعه با هدف شناخت بیشترین محدوده انتخابی ویژگی‌های زیستگاهی و شاخص مطلوبیت زیستگاه این گونه در رودخانه جاجرود واقع در حوضه دریاچه نمک انجام شد. نتایج این مطالعه می‌تواند به درک نیازهای زیستگاهی این گونه بومی و روند انتخاب زیستگاه آن با توجه به تغییر دامنه ویژگی‌های زیستگاهی آن به منظور مدیریت اکوسیستم‌های رودخانه‌ای جاجرود که به شدت تحت تاثیر فعالیت‌های انسانی قرار گرفته است، کمک نماید.

مواد و روش‌ها:

رودخانه جاجرود یکی از رودخانه‌های حوضه دریاچه نمک می‌باشد که در ۳۰ کیلومتری شمال شرق تهران قرار دارد و از شمال غرب به‌طرف جنوب شرق جاری است. این رودخانه از منطقه منشأ (کوه‌های البرز) به ارتفاعات پایین‌تر جریان داشته، وارد سد لتیان و سپس سد ماملو در پایین‌دست می‌شود. برای انجام این مطالعه، نمونه‌برداری در آبان ماه سال ۱۳۹۲ در طول مسیر رودخانه جاجرود از پایین‌دست به سمت بالادست رودخانه در ۱۸ ایستگاه براساس روش *Lotfi (2012)* به کمک دستگاه الکتروشوکر (مدل *Samus Mp750*) انجام شد.

در کلیه ایستگاه‌ها، طول ایستگاه نمونه‌گیری در حدود ۳۰ متر (به صورت سه تکرار) بود، نمونه‌گیری در زیستگاه‌های نمونه‌برداری، در سه مسیر مختلف در خلاف جهت جریان انجام شد؛ همچنین به منظور جلوگیری از فرار ماهیان، در کلیه ایستگاه‌ها از تورهای پشتیبان در بالادست و پایین‌دست استفاده شد. در پایان، پس از شناسایی، شمارش و عکسبرداری و بعد از اطمینان از بازیابی قدرت شنا، کلیه ماهیان صید شده به زیستگاه خود بازگردانده شدند. در تمام ایستگاه‌ها، بلافاصله بعد از نمونه‌گیری 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*، *EC (µ mhos/cm)*، *TDS (ppm)* و دما *(°C)* براساس روش *Hoghogi* و همکاران (۲۰۱۵) مورد سنجش قرار گرفتند.

دامنه مقادیر مطلوب هر یک از فاکتورهای زیستگاهی (شاخص مطلوبیت، *SI*) که فراوانی نمونه‌ها در ایستگاه‌های نمونه‌برداری را تحت تأثیر قرار می‌دهند، به کمک نرم‌افزار *HABSEL (Version 1.0)* محاسبه شد. ارزش مقدار بهینه (*SI*) در این نرم‌افزار طبق رابطه $SIc,i=\%Uc,i/\%Ac,i$ می‌آید که در این رابطه c یک متغیر محیطی بوده، 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 (*Tabatabaei et al., 2015*). برای تعیین شاخص مطلوبیت هر یک از ویژگی‌های مورد بررسی، مقادیر عددی مطلوبیت هر ایستگاه تعیین و میانگین حسابی شاخص‌های مطلوبیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری به‌عنوان شاخص مطلوبیت آن ویژگی 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., 2010*) استفاده شد. در این معادله به علت اینکه میزان اهمیت و نقش هیچ یک از فاکتورهای زیستگاهی به صورت کمی مشخص نبود (*De Kerckhove et al., 2008*) فاکتورها به صورت

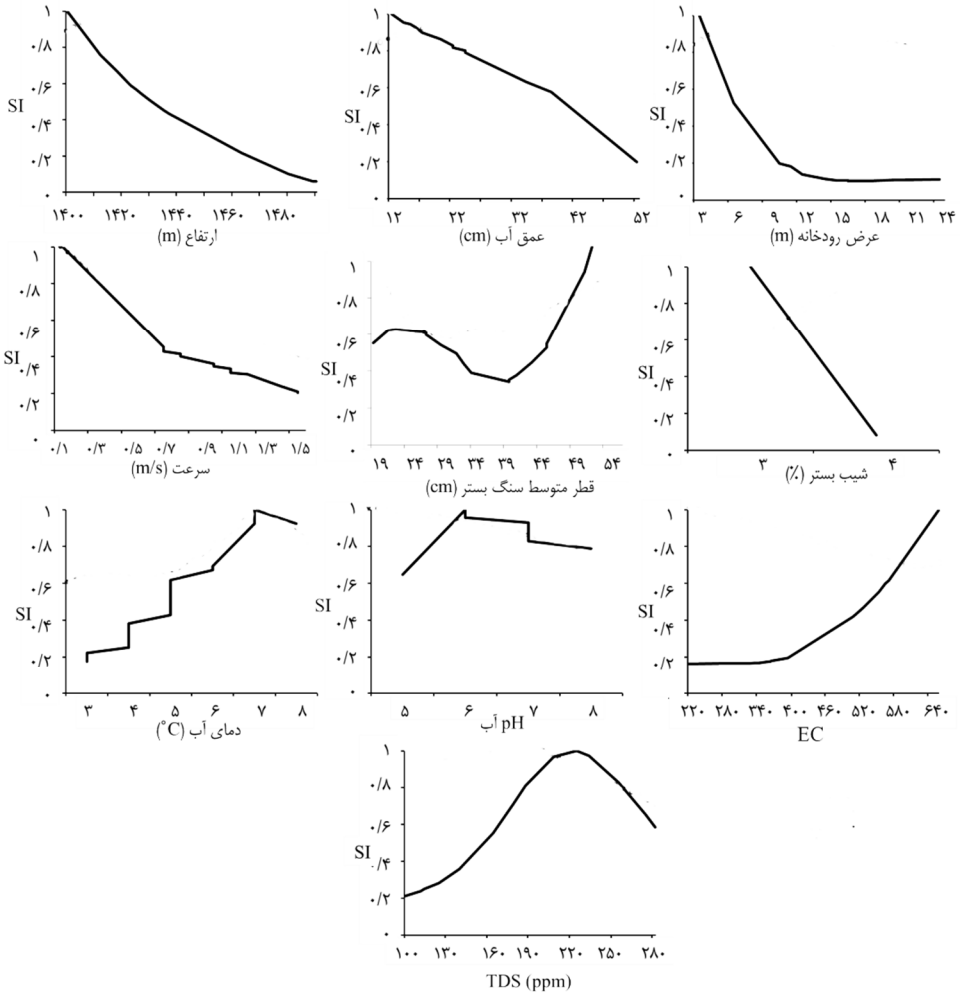
www.SID.ir

Archive of SID

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 در دامنه ۱۴۲۰>-۱۴۰۰ متر با شاخص مطلوبیت ۰/۵۵، مطلوب‌ترین عمق آب در دامنه ۲۰>-۱۰ سانتی‌متر با شاخص مطلوبیت ۰/۵۵، مطلوب‌ترین عرض رودخانه در دامنه ۶>-۲ متر با شاخص مطلوبیت ۰/۸۲، مطلوب‌ترین سرعت جریان در دامنه ۰/۴>-۰ متربرثانیه با شاخص مطلوبیت ۰/۷۹، مطلوب‌ترین سنگ بستر با قطر متوسط در دامنه ۴۲>-۳۶ سانتی‌متر با شاخص مطلوبیت ۰/۶۲، مطلوب‌ترین شیب بستر در دامنه ۳/۶>-۳/۳ درصد با شاخص مطلوبیت ۰/۹۳، مطلوب‌ترین دمای آب در دامنه ۷/۸>-۶/۶ درجه سانتی‌گراد با شاخص مطلوبیت ۰/۴۱، مطلوب‌ترین *pH* آب در دامنه ۷/۹>-۷/۳ با شاخص مطلوبیت ۰/۵۶، مطلوب‌ترین *EC* آب در دامنه ۷۰۰>-۶۰۰ با شاخص مطلوبیت ۰/۷۷، مطلوب‌ترین *TDS* آب در دامنه ۲۶۰>-۲۲۰ *ppm* با شاخص مطلوبیت ۰/۵۱ قرار دارند (شکل ۱).



شکل ۱- نمودارهای رابطه مقادیر مطلوبیت زیستگاه و متغیرهای زیستگاهی.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- مقادیر متوسط شاخص مطلوبیت (*SI*) برای هر متغیر و شاخص مطوبیت زیستگاه (*HSI*) رودخانه جاجرود برای گونه سیاه ماهی مرکزی.

فاکتور	ارتفاع	عمق	عرض	سرعت جریان	قطر متوسط سنگ بستر	شیب بستر	دمای آب	*pH*	*EC*	*TDS*	*HSI*
SI	۰/۶۴	۰/۸۳	۰/۲۰	۰/۴۰	۰/۵۱	۰/۵۴	۰/۵۷	۰/۸۸	۰/۳۳	۰/۶۳	۰/۵۲

مقادیر شاخص مطلوبیت هر یک از فاکتورهای محیطی برای گونه *C.buhsei* در رودخانه جاجرود در جدول ۱ آورده شده است. در بین متغیرهای مورد بررسی، فاکتورهای عرض رودخانه و *pH* آب به ترتیب دارای کمترین (۰/۲۰) و بیشترین (۰/۸۸) مقدار *SI*برای گونه سیاه ماهی در این رودخانه بود. محاسبه شاخص مطلوبیت زیستگاه نشان داد که میزان *HSI* رودخانه جاجرود برای این گونه سیاه ماهی ۰/۵۲ می‌باشد. نتایج همچنین نشان داد که تمامی متغیرهای زیستگاهی مورد بررسی رابطه معنی‌دار و همبستگی بالایی با شاخص‌های مطلوبیت ویژگی‌های زیستگاهی دارند که بیانگر رابطه بالای این فاکتورها با حضور و فراوانی گونه سیاه ماهی می‌باشد.

بحث:

براساس نتایج، گونه سیاه‌ماهی مرکزی، *C. buhsei* زیستگاه‌هایی در ارتفاعات کمتر را اشغال کرده بود. همچنین این گونه نواحی کم عمق رودخانه جاجرود را ترجیح می‌داد و سرعت جریان مطلوب این گونه سرعت‌های کم بود. بنابراین می‌توان بیان داشت که سیاه‌ماهی مرکزی رودخانه جاجرود در زیستگاه‌هایی با ارتفاع، عمق و سرعت جریان کم فراوانی بیشتری دارد. در بررسی برهمکنش‌های دو فاکتور عمق و سرعت جریان و مقادیر مطلوب این دو فاکتور، مطالعات نشان داده است که یک گرایش عمومی وجود دارد که سرعت مطلوب ماهیان با افزایش عمق آب افزایش می‌یابد (*Armstrong et al., 2003*).

نتایج همچنین نشان داد که سیاه‌ماهی مرکزی نواحی از رودخانه با عرض کمتر را ترجیح می‌دهد. *Littlejohn* و همکاران (۱۹۸۵) بیان داشتند که رودخانه‌ها با 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 مورد قطر متوسط سنگ بستر نیز، این گونه نواحی با سنگ بستر درشت‌تر را بیشتر ترجیح می‌داد. جنس و اندازه اجزای بستر تا حد زیادی با دامنه سرعت جریان آب ارتباط دارد؛ مطالعات نشان می‌دهد که اندازه اجزای بستر در مراحل مختلف زندگی به‌خصوص فصل تخم‌ریزی با سرعت آب ارتباط نزدیکی دارد (*Kondolf and Wolman., 1993*). به عنوان مثال در آزادماهیان، ماهیان ماده سرعت‌های بالاتر حاوی گراول‌های بزرگ‌تر را با هدف تهویه لانه برای تخم‌های خود انتخاب می‌کنند (*Armstrong et al., 2003*).

در مورد مقادیر مطلوب فاکتورهای شیب بستر، *EC* و *TDS*، سیاه‌ماهی مرکزی نواحی دارای شیب کم (۳ درصد)، *EC* بالا و *TDS* متوسط را بیشتر از سایر نواحی ترجیح می‌دهد. *Hartman* و *Gill* (۱۹۶۸) دریافتند که تراکم‌های ماهی آزاد *Salmo clarki*در رودخانه‌های کوچک کم شیب بالاتر است که این احتمالاً با فصل تولیدمثل و یا به قدرت آب در جابه جایی اجزای بستر مرتبط است. رشد ماهیان در آب شیرین ممکن است به وسیله موفقیت تخم‌ریزی یا بقاء محدود شود (*Rosenfeld et al., 2000*). نتایج دو فاکتور دمای آب و *pH* نیز نشان داد که زیستگاه انتخابی گونه *C.buhsei* دارای دماهای بالاتر و *pH* کم تا متوسط می‌باشد.

به توجه به نتایج، زیستگاه انتخابی سیاه‌ماهی مرکزیدر رودخانه جاجرود نواحی با ارتفاع، شیب، عمق آب، عرض رودخانه و سرعت جریان کم با سنگ‌های بستر درشت، دمای بالا، *pH* خنثی، *EC* بالا و *TDS* متوسط می‌باشد. مقادیر پایین شاخص مطلوبیت برای فاکتورهایی چون عرض رودخانه، سرعت جریان، قطر متوسط سنگ بستر، شیب بستر و دمای آب و *EC* باعث شده‌اند که رودخانه جاجرود، با مقدار شاخص مطلوبیت زیستگاه کل حاصل ۰/۵۲ برای گونه سیاه ماهی مرکزی دارای مطلوبیت متوسط رو به بالا باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

1- 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.

2- 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.

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

4- 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.

5- Chen, X., Tian, S., Chen, Y. and 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: 1-14.

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

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

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

9- Hartman, G.F., and 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 Fisheries Research Board Can. 25: 33–48.

10- Hoghoghi, M., Eagderi, S., and Shams-Esfandabad, B. 2015. Habitat use of Alburnoides namaki in the Jajroud River (Namak Lake basin, Iran). International Journal of Aquatic Biology 3(6): 390-397.

11- Jouladeh-Roudbar, A., Vatandoust, S., Eagderi, S., Jafari-Kenari, S. and Mousavi-Sabet, H. 2015. Freshwater fishes of Iran; an updated checklist. AACL Bioflux 8(6): 855-909.

12- Kondolf, G.M. and Wolman, M.G., 1993. The sizes of salmonid spawning gravels. Water Recourses Research 29: 2275-2285.

13- 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.

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

15- Muñoz-Mas, R., Martínez-Capel, F., Schneider, M., and 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.

16- Rosenfeld, J., Porter, M. and 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.

17- Tabatabaei, S.N., Segherloo, I.H., Eagderi, S. and 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.

18- 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.

19- 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. MSc Thesis in Zoology, University of New Hampshire, 142 p.

www.SID.ir

Archive of SID

Habitat suitability index of Capoeta buhsei, Kessler 1877 in Jajroud River (Namak Lake basin)

Soheil Eagderi, Hadi Poobagher, Mazaher Zamani Faradonbe*

Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, P.O. Box 4314, Karaj, Iran.

** Email: poorbagher@ut.ac.ir*

In fisheries and protection programs of aquatic ecosystems, knowledge on habitat requirement of its aquatic animals plays an important role. Therefore, this study investigated the mostly-selected range of habitat features and habitat suitability index (HSI) of Capoeta buhsei in its distribution range in the Jajroud River. The abundance and habitat variables, including elevation, width, depth, current velocity, average diameter of substrate stones, slope, water temperature, pH, EC and TDS at 18 stations were examined. Then, the range of mostly-selected and HSI of habitat features were extracted according to availability of each habitat features for all variables. According to the results, the mostly-selected environmental features of this species were elevation ranging from 1400 to 1550 meters above sea level, depths in the range of 40-55 cm, river width ranging from 2 to 6, current velocity in range of 0.00-0.4 m/s, with the average diameter of stone beds ranging from 36 to 42 cm, slope ranging from 3.3 to 3.6%, water temperature in range of 7.3-7.9°C, EC ranging from 600 to 700 µ mhos/cm and TDS ranging from 220 to 260 (ppm). The present study indicated that C. buhsei in the Jajroud River selects habitats with low elevation, width, flow velocity, with larger stones bed diameter, high temperature, neutral pH, high EC and TDS. Presence of these conditions with HSI of 0.52 indicates that the Jajroud River is a suitable habitat for C. buhsei.

Keywords: *Modeling, Suitability index, Habitat, Capoeta buhsei, Jajroud River.*

www.SID.ir