# تاثیر عوامل مختلف محیطی بر انتخاب زیستگاه توسط *Salmo trutta* در رودخانه کرج


- **سیدمهدی مصطفوی**: گروه علوم محیط‌زیست، دانشکده منابع‌طبیعی و محیط‌زیست، واحد علوم تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
- **محمدرضا رحمانی***: گروه محیط‌زیست دریایی، دانشکده محیط زیست، کرج، ایران
- **محمد کابلی**: گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
- **اصغر عبدلی**: گروه تنوع‌زیستی و مدیریت اکوسیستم‌ها، پژوهشکده علوم‌محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران


تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: مرداد ۱۳۹۸

## چکیده

**در بوم‌شناسی انتخاب زیستگاه عامل مهمی در پیش‌بینی توزیع و فراوانی گونه‌ها محسوب می‌شود. درخصوص ماهیان تعیین انتخاب زیستگاه به‌ویژه در مورد گونه‌های در معرض خطر، نادر، بومی یا دارای پراکنش منقطع و گونه‌های حساس به اثرات توسعه دارای اهمیت بوده و اقدام موثری در جهت حفاظت از تنوع زیستی ماهیان و برنامه‌ریزی برای کاربری اراضی محسوب می‌شود. ویژگی‌های زیستگاهی *Salmo trutta* در رودخانه کرج با تحلیل اثر متغیرهای عمق، سرعت جریان، عدد Froude، شاخص بستر، پناه بستر، پوشش دیداری، پوشش ترکیبی و مناطق استخری در ۱۶ ایستگاه با جمع‌آوری داده‌ها طی سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ با استفاده از نرم‌افزار HABSEL تعیین و محدوده‌های زیستگاه مورد استفاده و انتخاب شده این گونه با توجه به‌میزان دسترسی به هر متغیر مشخص شد. براساس نتایج، زیستگاه انتخابی خال قرمز در رودخانه کرج در عمق ۵۲-۴۶، سرعت جریان ۰/۴۵-۰/۴۰ متر بر ثانیه، عدد Froude ۰/۳۰-۰/۲۶، شاخص بستر ۳/۸-۳/۴، پناه بستر ۲۰-۱۰، پوشش دیداری ۶۴-۵۶، پوشش ترکیبی ۲۱-۱۷/۵و مناطق استخری ۲۸-۲۱ می‌باشد. در بین متغیرهای مورد بررسی در رودخانه کرج، شاخص عدد Froude، سرعت جریان و عوامل بستر بیش‌ترین مطلوبیت را برای *Salmo trutta* داشتند. با وجود فراهم بودن شرایط مطلوب در برخی نقاط رودخانه کرج جهت سکونت قزل‌آلای خال قرمز، به‌نظر می‌رسد عدم حضور این گونه در آن نقاط ناشی از اختلالات انسانی بر اکوسیستم‌های آب شیرین یا تغییرات اقلیمی بسیار شدید مانند سیل باشد.**

**کلمات کلیدی:** قزل‌آلای خال قرمز، شاخص انتخاب پذیری، متغیرهای محیطی، مطلوبیت زیستگاه



* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: irandoe_rahmani@yahoo.com

(DOI): 10.22034/aej.2020.117908



## مقدمه

انتخاب زیستگاه جزء بسیار مهمی در بوم‌شناسی است زیرا افزون بر تأثیر انتخاب زیستگاه بر پیش‌بینی توزیع و فراوانی جانوران (Morrison و همکاران، ۲۰۰۶)، به‌عنوان یکی از نخستین روش‌های سازواره‌های متحرک به‌منظور سازگاری با موقعیت‌های متغیر است (Morris، ۲۰۱۱؛ Railsback و همکاران، ۲۰۰۳) و این انتخاب نه تنها براساس عملکرد کیفی زیستگاه بلکه براساس دسترسی‌پذیری زیستگاه و شمار افراد گونه‌ها شکل می‌گیرد (Railsback و همکاران، ۲۰۰۳) و در تغییرات آب و هوایی اخیر به‌طور فزاینده‌ای دارای اهمیت حیاتی است. این موضوع به‌ویژه در مورد گونه‌های در معرض خطر، نادر، بومی یا دارای پراکنش منقطع و گونه‌هایی که به اثرات تجمعی کشاورزی، شهری شدن و یا جنگلداری حساس هستند کمک شایانی به حفاظت از تنوع زیستی ماهیان و برنامه‌ریزی برای کاربری اراضی می‌نماید (Porter و همکاران، ۲۰۰۰). درخصوص ماهیان می‌توان گفت استفاده انتخابی از زیستگاه، تصویری از تلاش ماهی برای روبه‌رو شدن با نیازهای زیستگاه است و ماهی به‌طور فعال به دنبال مجموعه‌ای از شرایط است که در دامنه وسیعی از محدوده‌های قابل‌تحمل وجود دارد (طباطبایی و همکاران، ۱۳۹۲؛ Mccain، ۱۹۹۲). درخصوص گونه‌هایی بسیار قلمرو طلب مانند ماهی قزل‌آلا *Salmo trutta*، افرادی که به اشغال زیستگاه براساس ترجیح زیستگاهی در تراکم پایین می‌پردازند ممکن است بر اثر عواملی در یک زیستگاه با کیفیت پایین با تراکم بالا ظاهر شوند (Rosenfeld و همکاران، ۲۰۰۵). روش‌های مطالعه مطلوبیت زیستگاه با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره، توزیع جغرافیایی گونه‌ها را به‌ویژگی‌های زیستگاه تحت پراکنش گونه‌ها، مرتبط نموده و به شناسایی عوامل مؤثر بر مطلوبیت زیستگاه جهت اهداف حفاظتی و اقدامات مدیریتی کمک شایانی می‌نماید (Pearson، ۲۰۱۰). یکی از اولین روش‌ها برای ارزیابی مطلوبیت زیستگاه، استفاده از مدل‌های شاخص مطلوبیت زیستگاه (HSI) است (Johnston و Slaney، ۱۹۹۶؛ Marcus و همکاران، ۱۹۸۴). مقادیر این شاخص به‌وسیله توانایی عوامل کلیدی محیط برای تأمین نیازمندی‌های گونه انتخاب‌شده ماهی و حیات‌وحش تعیین می‌شود (Wanat، ۲۰۰۲). برای هر متغیر زیستگاه، دامنه مطلوبیت از صفر (نامطلوب) تا یک (حمایت کامل گونه) تعریف می‌شود (Bain و Bain، ۱۹۸۲؛ Rashleigh و همکاران، ۲۰۰۴). درواقع HSI یک نمایه عددی بوده و ظرفیت زیستگاه را برای حفاظت از گونه‌های حیات وحش نشان می‌دهد. محاسبه و به‌کارگیری شاخص مطلوبیت زیستگاه با استفاده از جمع‌آوری اطلاعات موردنیاز، استنتاج HSI و تلفیق شاخص‌ها است (De Kerchhoveet و همکاران، ۲۰۰۸). توزیع بومی ماهی قزل‌آلای خال‌قرمز شامل اروپا، غرب آسیا و شمال آفریقا می‌شود. در ایران این ماهی در حوضه آبریز ارومیه، دریای خزر و حوضه مرکزی وجود دارد (عبدلی، ۱۳۸۷). با وجود این‌که مطالعات ارزشمندی در خصوص وضعیت رشد، مرگ و میر، تغذیه و خصوصیات زیستی این گونه در ایران به‌ویژه در حوضه دریاچه لار (اردلان و همکاران، ۱۳۸۷؛ رجبی‌نژاد و همکاران، ۱۳۸۴؛ صلواتیان و همکاران، ۱۳۹۳؛ عبدالله‌پور و همکاران، ۱۳۹۰؛ Fazli و همکاران، ۲۰۱۱) صورت پذیرفته است، اما کم‌تر به مطلوبیت زیستگاه این گونه توجه شده است. این گونه اگر چه در طبقه‌بندی IUCN جزو گروه دارای کم‌ترین نگرانی، محسوب می‌شود، اما جمعیتش در ایران از وضعیت مناسبی برخوردار نیست و وضعیت حفاظتی آن در ایران، به‌شدت در آستانه انقراض ارزیابی شده است (Kiabi و همکاران، ۱۹۹۹). کاهش جمعیت و وضعیت بحرانی آن در بسیاری از حوضه‌های آبریز مشهود است (عبدلی، ۱۳۸۷). این گونه نشانگر آب‌های پاک بوده و دارای ارزش اقتصادی، خوراکی، تزیینی و صید ورزشی است (کیوانی و همکاران، ۱۳۹۵). اخیراً تغییرات کاهشی در جمعیت این گونه در رودخانه کرج گزارش گردیده است. رودخانه کرج یکی از هفت رودخانه حفاظت‌شده کشور است که اگرچه به‌دلیل تأمین آب شرب پایتخت، جاذبه گردشگری و جزو معدود زیستگاه‌های گونه ماهی قزل‌آلا خال قرمز دارای اهمیت است، اما مطالعات جامع روی آبزیان این رودخانه محدود بوده و در حال حاضر به‌دلیل استقرار واحدهای خدماتی، اراضی کشاورزی، مراکز مسکونی روستایی، ورود انواع فاضلاب‌های شهری و کشاورزی، ایجاد سد و صید غیرمجاز حیات این گونه را تهدید می‌کند و برای جلوگیری از این موضوع باید اقدامات حفاظتی صورت گیرد و در این مسیر تعیین ویژگی‌های انتخابی این گونه به‌عنوان بهترین شرایط زیست و یا زیستگاه می‌تواند به بهسازی محیط‌زیست این گونه و افزایش ذخیره ژنی آن در محیط کمک نماید. لذا، هدف از انجام این پژوهش شناخت مهم‌ترین متغیرهای محیطی موثر در انتخاب زیستگاه توسط قزل‌آلای خال قرمز تعیین شد.

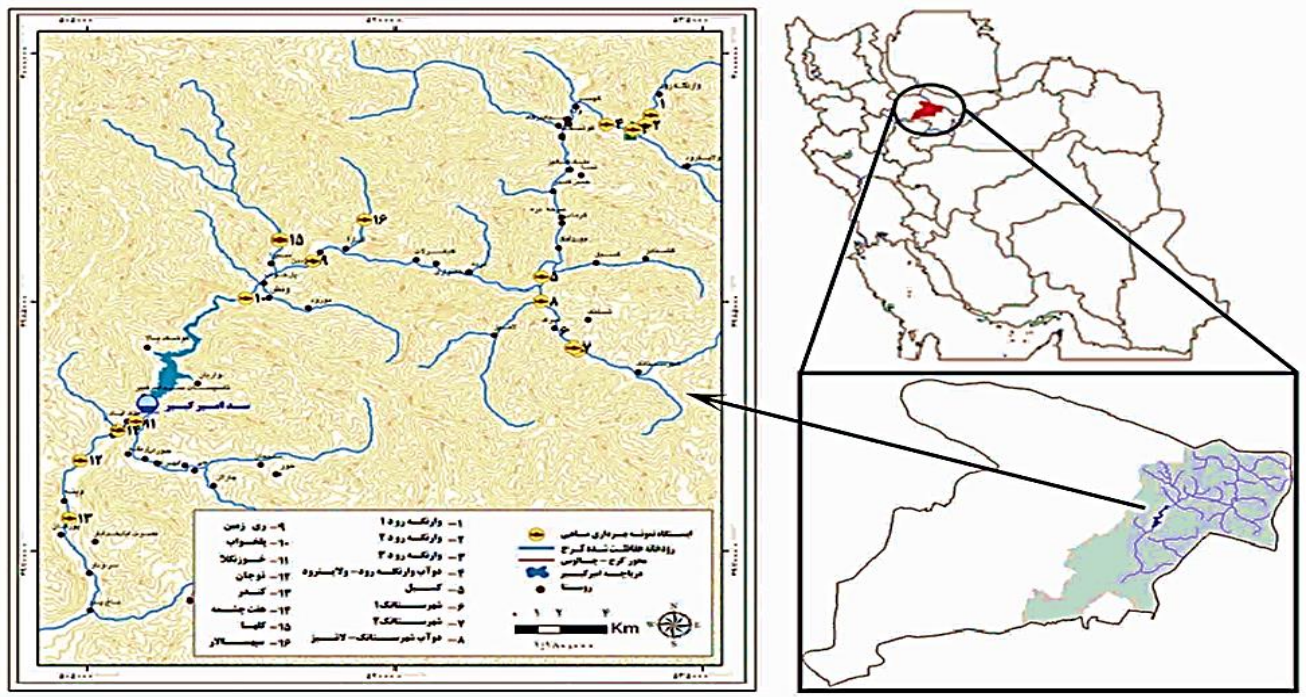
## مواد و روش‌ها

**مکان نمونه‌برداری:** رودخانه کرج در منطقه مورد مطالعه در سلسله کوه‌های البرز و بین ´۲، °۵۱ تا ´۳۵، °۵۱ طول شرقی ´۲، °۳۵ تا ´۱۱، °۳۶ عرض شمالی واقع‌شده که مرتفع‌ترین و پست‌ترین نقاط آن به‌ترتیب دارای ارتفاع ۴۲۰۰ و ۱۶۰۰ متر از سطح دریا است. طول تقریبی این رودخانه ۷۵ کیلومتر بوده و از رودخانه‌های پرآب دامنه جنوبی البرز و دائمی است که ۲۲/۳ درصد حوزه آن جز شاخه‌های فصلی است و در حدفاصل بیلقان تا دیزین واقع‌شده است و از ارتفاعات خرسنگ‌کوه و دو سرشاخه مهم وارنگه‌رود و ولایت‌رود سرچشمه مشروب شده و پس از عبور از شیب تند دره‌ها و صخره‌ها و با پیوستن

(DOI): 10.22034/aej.2020.117908



سرشاخه‌ها در حوالی تلاقی رودخانه واریان و پس از ۶۲/۳ کیلومتر به دریاچه سد امیرکبیر به دریاچه سد امیرکبیر منتهی شده و در نهایت به دریاچه نمک در نزدیکی شهر قم می‌ریزد (شکل ۱) (خراسانی و همکاران، ۱۳۷۶).




**شکل ۱: موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری در رودخانه حفاظت‌شده کرج**

**جمع‌آوری نمونه:** در زمانی که مشاهده حضور گونه دشوار است یا بنا به‌دلایل تاریخی حتی در صورت مناسب بودن زیستگاه، گونه حضور ندارد و یا این‌که زیستگاه حقیقتاً برای گونه نامساعد است، استفاده از داده‌های عدم حضور می‌توانددر نتایج اریب ایجاد کند و در نتیجه استفاده از روش‌هایی مبتنی بر نقاط حضور نتیجه مطلوب‌تری خواهد داشت (Hirzel و همکاران، ۲۰۰۲). به‌همین دلیل در این مطالعه صرفاً از داده‌های حضور استفاده گردید. به‌منظور افزایش دقت مطالعات، نمونه‌برداری طی دو سال (سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶) با انتخاب ۱۶ ایستگاه در محدوده ارتفاعی ۱۵۲۲ تا ۲۴۲۸ متر با حداکثر عمق ۴۶/۱۳ سانتی‌متر و عرض ۲۱/۸۷ متر با ثبت مختصات جغرافیایی برای هر ایستگاه انجام پذیرفت. پیش از نمونه‌برداری، بالا و پایین هر ایستگاه با تور بسته (Zippin، ۱۹۵۶) و طول یکسانی از هر رودخانه به‌وسیله الکتروفیشینگ DC ۲۲۰۰W دستی با سوخت بنزینی و هم‌چنین دو ساچوک پشتیبان با چشمه شش میلی‌متری با افراد مشخص و در آخر تابستان در تاریخ و مکان یکسان هرسال توسط حداقل یک گروه چهارنفره نمونه‌گیری شد. فراوانی نمونه‌های صید شده ثبت و سپس در آب تازه رودخانه قرارگرفته و بعد از بازیابی قدرت شنای مجدد، به رودخانه بازگردانده شدند.

به‌منظور برآورد فراوانی ماهی‌ها در هر ایستگاه، تعداد تلاش صیادی (به‌صورت نقطه‌ای و با در نظر گرفتن هر تلاش در یک مترمربع) ثبت گردیده و میزان فراوانی ماهی در ۱۰ مترمربع به‌دست آمد.

**داده‌های زیستگاه:** به‌منظور ثبت متغیرها در هر مکان از صید ماهی، یک میله ۶۰ سانتی‌متری با ثبت شماره نقطه در بستر قرار داده شد تا پس از نمونه‌برداری نسبت به بازیابی و ثبت متغیرها اقدام گردد. در هر نقطه عمق رودخانه اندازه‌گیری شد. سرعت جریان (متر بر ثانیه) به‌صورت نقطه‌ای با استفاده از دستگاه سرعت‌سنج (مولینه) در هر مکان از صید گونه قزل‌آلا خال قرمز اندازه‌گیری گردید و عدد فرود (Froude number) هر موقعیت از طریق معادله ذیل محاسبه می‌گردد (Gordon و همکاران، ۲۰۰۴):

$$Fr = V/(g \times D)^{0.5} \quad (1)$$

که در آن V: سرعت ستونی آب، g: شتاب جاذبه و D: عمق آب است. در هر ایستگاه، نوع بستر (Substrate type)، پناه بستر (Substrate shelter)، پوشش گیاهی آویزان (Overhanging vegetation)، گیاهان آبزی (Aquatic vegetation)، برش زیرین کناره (Undercut banks)، بریده‌های چوب (Wood debris)، ترکیب پوشش گیاهی و بریده‌های

(DOI): 10.22034/aej.2020.117908



چوب (Combination of vegetation and woody debris)، زیر آبشار (Under cascade) و مناطق استخری (pool) در هر یک متر در طول ایستگاه به‌وسیله یک کوادرات یک مترمربع و به‌صورت عمود به جریان در هر ایستگاه ثبت شد تا پس‌ازآن به شاخص‌های بستر ( Substrate Index)، پوشش دیداری (Visual cover) و پوشش ترکیبی ( Combined coverage) تبدیل گردند. کلاس‌بندی بستر مطابق شرح طبقه‌بندی Platts و همکاران (۱۹۸۳) در حین نمونه‌برداری انجام گردید که تقسیم‌بندی آن براساس لای (silt، ذرات کوچک‌تر از ۰/۸ میلی‌متر)، ماسه (sand، ۴/۷ -۰/۸ میلی‌متر)، شن (gravel، ۷۶- ۴/۸ میلی‌متر)، قلوه‌سنگ (cobble، ۳۰۴-۷۶/۱ میلی‌متر)، تخته‌سنگ (boulder، بزرگ‌تر از ۳۰۴ میلی‌متر) و سنگ‌بستر (bedrock) است. پناه بستر به‌عنوان هر فضای در دسترس بینابینی بستر برای حفاظت ماهیان تعریف می‌شود. منظور از پوشش عناصری غیر از بستر بوده که به‌عنوان حفاظت ماهیان در برابر شکارگران و هر موقعیت ناسازگار زیست محیطی محسوب می‌گردد. انواع پوشش به‌صورت کلاس‌های گیاهان آبزی یا برآمده و آویزان، بقایای چوبی، برش زیرین کناره رودخانه، پوشش ترکیبی (ترکیب گیاه و بقایای چوب) مناطق استخری و زیر آبشارهای کوچک است. طبقه‌بندی پوشش نیز این‌گونه تعریف گردید که در آن نوع پوششی که اغلب حفاظتی دیداری را در برابر شکارگرها (گیاهان برآمده و آویزان و برش زیرین کناره رودخانه) به‌عنوان پوشش دیداری معرفی می‌گردد. این عناصر از عناصری که دو کارکرد حفاظت دیداری و پناهگاه را در برابر سرعت خیلی زیاد جریان (گیاهان آبزی، بقایای چوبی، پوشش ترکیبی و زیر آبشار کوچک) را دارند، متفاوت است که از این به بعد به‌عنوان پوشش ترکیبی معرفی می‌گردند. تمام شاخص‌های فوق به‌صورت دیداری و به‌صورت درصد ثبت گشت.

**تحلیل آماری:** شاخص بستر به‌روش (Jowett و همکاران، ۲۰۰۸) و طبق رابطه ذیل محاسبه گردید:

(۲) =شاخص بستر
۰/۰۸× (مساحت ناحیه سنگ صخره‌ای)+ ۰/۰۷ × (مساحت ناحیه تخته‌سنگی)+ ۰/۰۶ × (مساحت ناحیه قلوه‌سنگ)+ ۰/۰۵× (مساحت ناحیه شنی)+ ۰/۰۳۵ × (مساحت ناحیه ماسه‌ای)

در نهایت انتخاب زیستگاه، زیستگاه مورد استفاده و میزان در دسترس بودن زیستگاه برای قزل‌آلا خال قرمز با استفاده از نرم‌افزار (Habitat Selection) Habsel (version ۱/۰۰) به‌دست آمد. به‌صورتی که محدوده مربوط به هر متغیر با توجه به کلاس‌های در نظر گرفته شده و فراوانی نسبی ماهی مشخص گردید. شاخص انتخاب‌پذیری (SI) برای گونه طبق رابطهٔ ۳ محاسبه شد:

$$SIc,i=\%Uc,i\ /\%Ac,i \quad (۳)$$

که در این معادله c، یک متغیر محیطی، i فاصله یا طبقه‌های آن متغیر، Uc,i% درصد استفاده ماهی از یک طبقه خاصی از یک متغیر محیطی و Ac,i% درصد در دسترس بودن آن متغیر محیطی است (Guay و همکاران، ۲۰۰۰؛ Waddle، ۲۰۱۲). پس از تعیین شاخص انتخاب پذیری، شاخص مطلوبیت زیستگاه (HSI) طبق رابطه ۴ محاسبه گشت:

$$HSI = \sqrt[n]{SIV_1 \times SIV_2 \times SIV_3 \times ... \times SIV_n} \quad (۴)$$

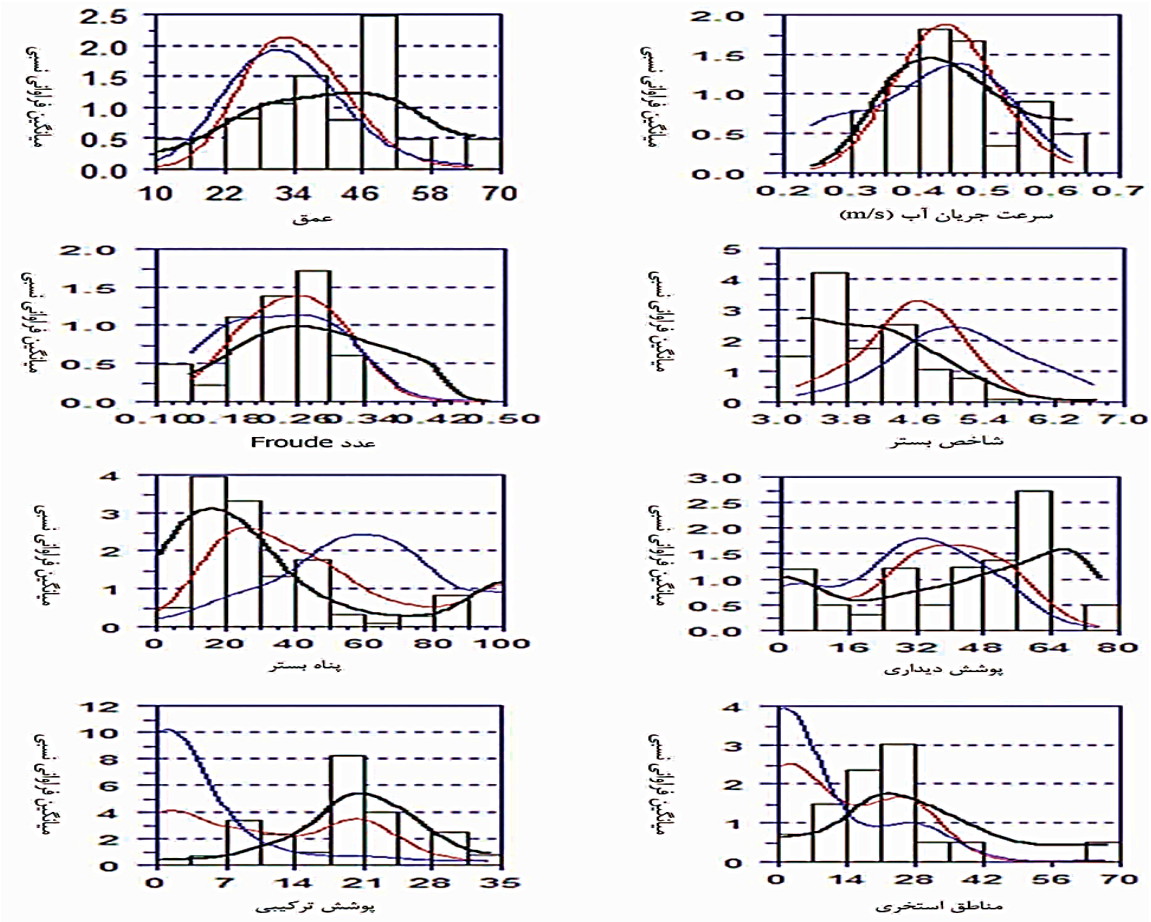
که در آن SIV شاخص انتخاب‌پذیری متغیرها می‌باشد.

## نتایج

با توجه به کسب نتایج تقریباً مشابه در دو سال مورد مطالعه، تحلیل‌ها روی داده‌ها تلفیق شده انجام گرفت. نتایج نشان‌داد که ماهی قزل‌آلا خال قرمز در رودخانه کرج در عمق ۱۰-۷۰، سرعت جریان ۰/۰-۶۵/۲، عدد Froude ۰/۰-۵/۱، شاخص بستر ۷-۳، پناه‌بستر صفر-۱۱۰، پوشش دیداری صفر-۸۰، پوشش ترکیبی صفر-۳۵، مناطق استخری صفر-۷۰ پراکنش دارد که در این بین زیستگاه انتخابی آن‌ها در عمق ۴۶-۵۲ با شاخص مطلوبیت ۰/۳۰۴، سرعت جریان ۰/۰-۴۵/۴۰ با شاخص مطلوبیت ۰/۲۵۵، عدد Froude ۰/۰-۳۰/۲۶ با شاخص مطلوبیت ۰/۳۱، شاخص بستر ۸/۳-۳/۴ با شاخص مطلوبیت ۰/۳۵۴، پناه‌بستر ۱۰-۲۰ با شاخص مطلوبیت ۰/۲۸۷، پوشش دیداری ۵۶-۶۴ با شاخص مطلوبیت ۰/۲۸۵، پوشش ترکیبی ۱۷/۵-۲۱ با شاخص مطلوبیت ۰/۳۵۶، مناطق استخری ۲۱-۲۸ با شاخص مطلوبیت ۰/۳۳۴ بود (جدول ۱ و شکل ۲). برای هریک از ایستگاه‌ها شاخص مطلوبیت زیستگاه محاسبه گردید که نتایج آن در جدول ۲ قابل مشاهده است. ایستگاه‌های ۱، ۶ و ۷ دارای بالاترین میزان شاخص مطلوبیت زیستگاه می باشند. در بین متغیرهای موردبررسی در رودخانه کرج، شاخص عدد Froude دارای بیش‌ترین (۰/۳۱) و پوشش ترکیبی کم‌ترین مقدار (۰/۰۲) شاخص مطلوبیت برای گونه قزل‌آلا خال قرمز بودند (جدول ۳).

(DOI): 10.22034/aej.2020.117908






**شکل ۲: نمودارهای محدوده‌های زیستگاه مورد استفاده (منحنی قرمزرنگ)، در دسترس (منحنی آبی‌رنگ) و انتخاب شده (منحنی مشکی‌رنگ) توسط ماهی قزل‌آلا خال قرمز در رودخانه کرج**

**جدول ۱: طبقه‌بندی متغیرهای زیستگاهی و شاخص مطلوبیت هر طبقه برای گونه قزل‌آلا خال‌قرمز**

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عمق | طبقات | ۱۰≤۱۶ | ۱۶≤۲۲ | ۲۲≤۲۸ | ۲۸≤۳۴ | ۳۴≤۴۰ | ۴۰≤۴۶ | ۴۶≤۵۲ | ۵۲≤۵۸ | ۵۸≤۶۴ | ۶۴≤۷۰ |
| (سانتی‌متر) | SI | ۰/۰۶۱ | ۰ | ۰/۱۰۱ | ۰/۱۳ | ۰/۱۸۶ | ۰/۰۹۷ | ۰/۳۰۴ | ۰/۰۶۱ | ۰ | ۰/۰۶۱ |
| سرعت‌جریان | طبقات | ۰/۲≤۰/۲۵ | ۰/۲۵≤۰/۳ | ۰/۳≤۰/۳۵ | ۰/۳۵≤۰/۴ | ۰/۴≤۰/۴۵ | ۰/۴۵≤۰/۵ | ۰/۵≤۰/۵۵ | ۰/۵۵≤۰/۶ | ۰/۶≤۰/۶۵ | |
| (متر بر ثانیه) | SI | ۰ | ۰ | ۰/۱۱۱ | ۰/۱۵۴ | ۰/۲۵۵ | ۰/۲۳۵ | ۰/۰۴۸ | ۰/۱۲۷ | ۰/۰۶۹ | |
| عدد | طبقات | ۰/۱≤۰/۱۴ | ۰/۱۴≤۰/۱۸ | ۰/۱۸≤۰/۲۲ | ۰/۲۲≤۰/۲۶ | ۰/۲۶≤۰/۳ | ۰/۳≤۰/۳۴ | ۰/۳۴≤۰/۳۸ | ۰/۳۸≤۰/۴۲ | ۰/۴۲≤۰/۴۶ | ۰/۴۶≤۰/۵ |
| Froude | SI | ۰/۰۹ | ۰/۰۴ | ۰/۲۰۱ | ۰/۲۵ | ۰/۳۱ | ۰/۱۰۹ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| شاخص | طبقات | ۳≤۳/۴ | ۳/۴≤۳/۸ | ۳/۸≤۴/۲ | ۴/۲≤۴/۶ | ۴/۶≤۵ | ۵≤۵/۴ | ۵/۴≤۵/۸ | ۵/۸≤۶/۲ | ۶/۲≤۶/۶ | ۶/۶≤۷ |
| بستر | SI | ۰/۱۲۵ | ۰/۳۵۴ | ۰/۱۴۶ | ۰/۲۱۱ | ۰/۰۸۸ | ۰/۰۶۴ | ۰/۰۰۸ | ۰ | ۰/۰۰۴ | ۰ |
| پناه | طبقات | ۰≤۱۰ | ۱۰≤۲۰ | ۲۰≤۳۰ | ۳۰≤۴۰ | ۴۰≤۵۰ | ۵۰≤۶۰ | ۶۰≤۷۰ | ۷۰≤۸۰ | ۸۰≤۹۰ | ۹۰≤۱۰۰ ۱۰۰≤۱۱۰ |
| بستر | SI | ۰/۰۳۶ | ۰/۲۸۷ | ۰/۲۴۱ | ۰/۰۹۶ | ۰/۱۲۸ | ۰/۰۲۴ | ۰/۰۰۷ | ۰/۰۲ | ۰/۰۶ | ۰ ۰/۱۰۲ |
| پوشش | طبقات | ۰≤۸ | ۸≤۱۶ | ۱۶≤۲۴ | ۲۴≤۳۲ | ۳۲≤۴۰ | ۴۰≤۴۸ | ۴۸≤۵۶ | ۵۶≤۶۴ | ۶۴≤۷۲ | ۷۲≤۸۰ |
| دیداری | SI | ۰/۱۲۵ | ۰/۰۵۲ | ۰/۰۳۲ | ۰/۱۲۸ | ۰/۰۵۲ | ۰/۱۳ | ۰/۱۴۴ | ۰/۲۸۵ | ۰ | ۰/۰۵۲ |
| پوشش | طبقات | ۰≤۳/۵ | ۳/۵≤۷ | ۷≤۱۰/۵ | ۱۰/۵≤۱۴ | ۱۴≤۱۷/۵ | ۱۷/۵≤۲۱ | ۲۱≤۲۴/۵ | ۲۴/۵≤۲۸ | ۲۸≤۳۱/۵ | ۳۱/۵≤۳۵ |
| ترکیبی | SI | ۰/۰۱۹ | ۰/۰۲۹ | ۰/۱۴۴ | ۰/۱ | ۰/۰۴۳ | ۰/۳۵۶ | ۰/۱۷۱ | ۰ | ۰/۱۰۷ | ۰/۰۳۲ |
| مناطق | طبقات | ۰≤۷ | ۷≤۱۴ | ۱۴≤۲۱ | ۲۱≤۲۸ | ۲۸≤۳۵ | ۳۵≤۴۲ | ۴۲≤۴۹ | ۴۹≤۵۶ | ۵۶≤۶۳ | ۶۳≤۷۰ |
| استخری | SI | ۰/۰۷۸ | ۰/۱۶۴ | ۰/۲۶ | ۰/۳۳۴ | ۰/۰۵۵ | ۰/۰۵۵ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰/۰۵۵ |

(DOI): 10.22034/aej.2020.117908



**جدول ۲: محاسبه مقدار مطلوبیت زیستگاه HSI برای هریک از ایستگاه‌ها**

| ایستگاه | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ | ۷ | ۸ | ۹ | ۱۰ | ۱۱ | ۱۲ | ۱۳ | ۱۴ | ۱۵ | ۱۶ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| HSI | ۰/۱۵۸ | ۰/۱۲۲ | ۰/۱۵۵ | ۰/۰۹۹ | ۰/۰۷۶ | ۰/۱۵۸ | ۰/۱۵۸ | ۰/۰۹۹ | ۰/۰۸۲ | ۰/۰۸۳ | ۰/۰۹۹ | ۰/۰۹۹ | ۰/۰۷۶ | ۰ | ۰ | ۰ |

**جدول ۳: شاخص انتخاب (SI) برای هر متغیر به همراه شاخص مطلوبیت کل (HSI)**

| متغیر (SI) | | | | | | | | HSI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عمق (سانتی‌متر) | سرعت جریان (متر بر ثانیه) | عدد Froude | شاخص بستر | پناه بستر | پوشش دیداری | پوشش ترکیبی | مناطق استخری | |
| ۰/۱۳ | ۰/۲۳ | ۰/۳۱ | ۰/۲۱ | ۰/۲۴ | ۰/۱۲ | ۰/۰۲ | ۰/۰۸ | ۰/۷۲ |

## بحث

تغییر در الگوی توزیع ماهیان تحت تأثیر فعالیت‌های بشر به‌خصوص در دهه‌های اخیر به‌طور چشمگیری نمایان شده است (Ferreira، ۲۰۰۷). به‌منظور حفاظت از ماهیان و بازسازی اکوسیستم‌های رودخانه‌ای نیازمند شناخت نیازهای طبیعی گونه‌ها هستیم تا بقای آن‌ها در طولانی‌مدت تأمین گردد (Garland و همکاران، ۲۰۰۲؛ Oberdorffو همکاران، ۲۰۰۱). دراین‌بین شناخت نیازهای زیستگاهی دارای اولویت است (Yu و Lee، ۲۰۰۲) و این موضوع برای گونه‌های شاخصی از جمله قزل‌آلا خال قرمز دارای اهمیت حیاتی است. مطابق نتایج بالاترین شاخص مطلوبیت عدد Froude بود که این معیار تلفیقی از عوامل عمق و سرعت جریان بوده و تغییرات هماهنگی با یکدیگر دارند. Voos و همکاران (۱۹۸۸) نشان می‌دهد که این گونه در عمق و سرعت جریان نسبتاً بالای در دسترس حضور داشته که یکی از ویژگی‌های گونه‌های سردابی به‌خصوص در میان مناطق کوهستانی است. نتایج دیگر مطالعات نیز تأکید بر تأثیر زیاد این دو فاکتور بر پراکنش و فراوانی ماهیان دارد (Baker و Ross، ۱۹۸۱). سرعت جریان بر نرخ شستشوی بی‌مهرگان و عمق آب به‌عنوان محافظی در برابر شکارچیان خشکی و هوایی دارای اهمیت است (Guay، ۲۰۰۰). هم‌چنین عواملی مانند میزان نور، دما، تراکم مواد غذایی، میزان تولید اولیه و ثانویه در زیستگاه‌های آبی تحت تأثیر این دو عامل است (Damalas و همکاران، ۲۰۱۰). Boets و همکاران (۲۰۱۸) نشان دادند که سرعت جریان، فضاهای پنهان شدن و موقعیت‌های استخری بیش‌ترین اهمیت برای زیست قزل‌آلا را دارا هستند، نتایج اخیر تاییدکننده دو عامل اول بوده اما درخصوص موقعیت‌های استخری، با توجه به این‌که تعداد زیادی از نمونه‌های این تحقیق در سایزهای کوچک‌تر بوده به‌جای مناطق استخری تمایل به زیستگاه‌هایی با موقعیت پناه بستر داشتند. اما پوشش ترکیبی کم‌ترین شاخص مطلوبیت زیستگاه برای گونه ماهی قزل‌آلا خال قرمز را داشت و این می‌تواند ناشی از این موضوع باشد که رودخانه کرج در زیستگاه‌های خود محدودیت‌های ازنظر داشتن گیاهان آبزی، بقایای چوبی، پوشش ترکیبی و آبشار داشته است اما در عوض پوشش دیداری که وظیفه حفاظت گونه را در برابر شکارگرها با استفاده از گیاهان برآمده و آویزان و برش زیرین کناره رودخانه داشته شاخص مهمی بود. البته ۲۷ درصد رودخانه کرج فاقد پوشش گیاهی و ۴۰ درصد آن مخلوطی از بوته‌ای‌ها و گونه‌های خانواده گرامینه است و اهمیت پوشش دیداری و تخریب پوشش گیاهی در اثر چرای دام، ویلاسازی و ایجاد واحدهای خدماتی پذیرایی در حاشیه رودخانه هم‌چنین فعالیت‌های مربوط به جاده‌سازی تهران شمال و تأثیرات مخرب آن بر روی بستر این رودخانه می‌تواند در آینده حیات گونه را تهدید نماید. بالا بودن مطلوبیت پناه بستر که هر فضای در دسترس بینابینی بستر برای حفاظت ماهیان تعریف می‌شود، می‌تواند به‌دلیل حفاظت ماهیان در برابر تغییرات شدید و ناگهانی دبی آبی در مناطق مرتفع هم‌چنین تنش کاهش اثرات تنش صیادی در رودخانه کرج باشد. عامل شاخص بستر نیز به‌عنوان یک عامل قابل‌توجه در این مطالعه مورد نظر قرار گرفت. بسترهایی که دارای قطعات سنگی بزرگ به‌دلیل ایجاد سطح بزرگ‌تر پشت سنگ‌ها دارای تراکم بیش‌تر مواد غذایی است که برای این گونه دارای اهمیت است (Abdoli، ۲۰۰۰). محاسبه شاخص مطلوبیت زیستگاه نشان داد رودخانه کرج زیستگاه مناسبی برای این گونه است هرچند این میزان با توجه به نتایج شاخص مطلوبیت بالاتر در مناطق بالادست بیش‌تر است. این موضوع نظر به این دارد چنان‌چه در زیستگاهی نیاز به معرفی مجدد این گونه است مناطق بالادست و سرشاخه‌ها از اولویت بالاتری نسبت به رودخانه اصلی برخوردارند، چرا که مملو از بی مهرگان بوده که غذای اصلی این گونه محسوب می‌گردد (Boets، ۲۰۱۸). هم‌چنین با عنایت به محدود بودن منابع مالی جهت حفاظت گونه‌ها، درخصوص رودخانه کرج این بخش از رودخانه به‌منظور حفاظت از اهمیت بیش‌تری برخوردار است. حضور ماهی قزل‌آلا در بالادست علی‌رغم موقعیت محیطی فوق‌العاده متغیر این بخش از رودخانه نسبت به نواحی پایین‌دست که

(DOI): 10.22034/aej.2020.117908



در صورت عدم تأثیر انسان‌شناختی، اغلب پایدارتر می‌باشند (Ostrand و Wilde، ۲۰۰۲)، می‌تواند ناشی از توانایی بالای این گونه در غلبه بر شرایط فوق، برخلاف سایر گونه‌ها باشد (Agostinho و همکاران، ۲۰۰۴). شایان ذکر است در سه ایستگاه علی‌رغم حاکم بودن شرایط مناسب زیستی، طی هر دو سال با تلاش‌های صورت گرفته، صیدی حاصل نگشت. درصورتی‌که پرسوجوهای محلی حاکی از حضور گونه در سال‌های گذشته دارد. این عدم حضور می‌تواند ناشی از اختلالات انسانی بر اکوسیستم‌های آب شیرین (Hariri و همکاران، ۲۰۱۸) یا تغییرات اقلیمی بسیار شدید مانند سیل باشد که باید از طریق برنامه‌ریزی علمی احیاء گردد. درنهایت باوجود این‌که وضعیت بوم‌شناسی رودخانه کرج به‌خصوص در مناطق بالادست شرایط مطلوبی را جهت زیست ماهی قزل‌آلای خال قرمز فراهم نموده، اما هر گونه تغییر در خصوصیات هیدرولوژیک رودخانه‌ها در اثر فعالیت‌های انسانی، می‌تواند تأثیر قابل‌توجهی بر بقا و موفقیت تولیدمثلی ماهیان (Ahmadi-Nedushan و همکاران، ۲۰۰۶؛ Rosenfeld، ۲۰۰۳). به‌خصوص گونه مورد مطالعه گذارد. شواهد و قرائن حاکی از آن است که مشکلاتی ازجمله برداشت بی‌رویه و غیراصولی شن و ماسه، تصرفات غیرمجاز بستر و حریم رودخانه، ورود آلاینده‌های زیست‌محیطی و اثرات ناشی از احداث آزادراه تهران شمال روی عوامل فیزیکی و ساختاری زیستگاه‌های رودخانه کرج و ماهیان آن اثر گذاشته و باید نسبت به رفع موارد یادشده اقدام شود. به‌منظور کنترل عوامل فوق و افزایش مطلوبیت زیستگاه این گونه به‌خصوص تاثیر مطلوب بر روی عواملی هم‌چون عمق، سرعت جریان، بستر و پوشش دیداری، احیای پوشش گیاهی حاشیه رودخانه با گیاهان بومی منطقه، پایش بیش‌تر منطقه به‌خصوص در مناطق بالادست به‌دلیل جلوگیری از هر دست اندازی، تخلیه نخاله و پسماند، جلوگیری از چرای دام در مناطق بالادست به جهت پیشگیری از تخریب مراتع و سیل‌های محتمل و لایروبی اصولی با دید بوم‌شناسی الزامی است. در انتها باید متذکر شد که این نوع مطالعات می‌تواند به درک ارتباط بین تغییرات متغیرهای زیستگاه و شرایط جوامع ماهیان و ارائه طرح‌های حفاظتی به مدیران کمک‌نماید و چنان‌چه این قبیل مطالعات با تفکیک رده‌های سنی انجام گیرد، شناخت عمیق‌تری از تفاوت مطلوبیت زیستگاه بین ماهیان بالغ و نابالغ به‌دست می‌دهد و مدیریت و حفاظت از منابع را بهینه می‌نماید.

## منابع


۱. **اردلان، م.؛ رحمانی، م.ر. و کاوه، ع.، ۱۳۸۷.** بررسی تنوع مورفولوژیکی جمعیت‌های قزل‌آلای خال قرمز (Salmoniformes: Salmonidae: *Salmo trutta*) در سه حوضه آبریز دریاچه نمک، ارومیه و خزر. پانزدهمین کنفرانس سراسری و سومین کنفرانس بین‌المللی زیست‌شناسی ایران. دانشگاه تهران. صفحات ۸۱ تا ۸۲.

۲. **خراسانی، ن.، ۱۳۷۶.** بررسی و مدیریت زیست‌محیطی منابع آب و خاک استان تهران. جلد اول، بررسی چگونگی مدیریت زیست محیطی منابع آبی رودخانه کرج. سازمان حفاظت محیط‌زیست.

۳. **رجبی‌نژاد، ر.؛ آذری تاکامی، ق.؛ اسماعیلی‌ساری، ع. و نیکویان، ع.ر.، ۱۳۸۴.** ارتباط بین تغذیه طبیعی ماهی قزل‌آلای خال قرمز (*Salmo trutta fario*) با تراکم زی‌توده کف زیان دریاچه سد لار. مجله بیولوژی دریا. سال ۲، شماره ۸، صفحات ۳۷ تا ۷۹.

۴. **صلواتیان، م.؛ عباسی، ک.؛ آذری‌تاکامی، ق.؛ مرادی، م. و بختیاری‌آق‌مسجد، ش.، ۱۳۹۳.** بررسی وضعیت رشد ماهی قزل آلای خال قرمز (*Salmo trutta fario*) در حوزه دریاچه سد لار. فصلنامه زیست شناسی جانوری دانشگاه آزاد اسلامی واحد دامغان. سال ۷، شماره ۲، صفحات ۳۵ تا ۴۸.

۵. **طباطبایی، س.ن.؛ ایگدری، س.؛ کابلی، م.؛ جوانشیر، ا. و هاشم‌زاده، ا.، ۱۳۹۲.** بررسی فاکتورهای محیطی مؤثر در پراکنش سگ‌ماهی جویباری در رودخانه کردان. نشریه شیلات، مجله منابع طبیعی ایران. شماره ۲، صفحات ۱۵۹ تا ۱۷۱.

۶. **عبدالله‌پور، ح.؛ صلواتیان، م.و. و عباسی، ک.، ۱۳۹۰.** گزارش نهایی بررسی خصوصیات زیستی قزل‌آلای خال قرمز رودخانه‌های حوزه جنوبی دریای خزر(حویق، شفارود، تنکابن و لار). انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد تالش. ۷۳۸ صفحه.

۷. **عبدلی، ا.، ۱۳۷۸.** ماهیان آب‌های‌داخلی‌ایران. تهران. موزه طبیعت و حیات‌وحش دارآباد. ۳۷۸ صفحه.

۸. **کیوانی، ی.؛ نصری، م.؛ عباسی، ک. و عبدلی، ا.، ۱۳۹۵.** اطلس ماهیان آب‌های داخلی ایران. جهاد دانشگاهی، واحد استان البرز (خوارزمی). ۲۱۸ صفحه.

۹. **Abdoli, A., 2000**. The Inland Water Fishes of Iran. Tehran: Iranian Museum of Nature and Wildlife. pp: 377. (In Persian).

۱۰. **Agostinho, A.A.; Gomes, J.C. and Latini, J.D., 2004.** Fisheries management in Brazilian reservoirs: lessons from/for South America. Interciencia. Vol. 29, pp: 334-338.

۱۱. **Ahmadi-Nedushan, B.; ST-Hilare, A.; Berube, M., Robichaud, E.; Thiemonge, N. and Bobeea B., 2006.** A review of statistical methods for the evaluation of aquatic habitat suitability for instream flow assessment. River Research and Applications. Vol. 22, pp: 503-523.

۱۲. **Bain, M.B. and Bain, J.L., 1982.** Habitat suitability index models: Coastal stocks of striped bass U.S. Fish and Wildlife Service. Office of biological services, Washington D.C. 29 p.

۱۳. **Baker, J.A. and Ross S.T., 1981.** Spatial and temporal resource utilization by southeastern cyprinids. Copeia. Vol. 1981, No. 1, pp: 178-189.

۱۴. **Boets, P.; Gobeyn, S.; Dillen, A.; Poelman, E.; Goethals, P.L.M. and Bobeea B., 2018.** Assessing the suitable habitat for reintroduction of brown trout (*Salmo trutta forma fario*) in a lowland river: A modeling approach. Ecology and Evaluation. Vol. 8, pp: 5191-5205.

۱۵. **Damalas, D.; Maravelias, C.D.; Katsanevakis, S.; Karageorgis, A.P. and Papaconstantinou, C., 2010.** Seasonal abundance of non-commercial demersal fish in the

(DOI): 10.22034/aej.2020.117908




۱۶. **De Kerckhove, D.T.; Smokokowski, K.E. and Randall, R.G., 2008.** A primer on fish habitat models, Canadian Technical. Report of Fisheries and Aquatic Sciences. No. 2817, pp: 71.

۱۷. **Fazli, H.; Azari, H.; Moghim, M.; Kor, D.; Nabavi Jelodar, E. and Taleshian, H., 2011.** Growth and mortality of brown trout, *Salmo trutta fario* in Lar dam, Iran. Iranian Journal of Fisheries Sciences. Vol. 11, No. 1, pp: 37-47.

۱۸. **Ferreira, K.M., 2007.** Biology and ecomorphology of stream fishes from the Rio Mogi-Guaçu basin, Southeastern Brazil. Neotropical Ichthyology. Vol. 5, No. 3, pp: 311-326.

۱۹. **Garland, R.D.; Tiffan, K.F.; Rondorf, D.W. and Clark, L.O., 2002.** Comparison of subyearling fall Chinook salmon's use of riprap revetments and unaltered habitats in Lake Wallula of the Columbia River. North American Journal of Fisheries Management. Vol. 22, No. 4, pp: 1283-1289.

۲۰. **Gordon, N.D.; McMahon, T.A.; Finlayson, B.L.; Gippel, C.J. and Nathan, R.J., 2004.** Stream Hydrology: An Introduction for ecologists, second ed. Wiley and Sons Inc.

۲۱. **Guay, J.C.; Boisclair, D.; Rioux, D.; Leclerc, M.; Lapointe, M. and Legendre, P., 2000.** Development and validation of numerical habitat models for juveniles of Atlantic salmon (*Salmo salar*). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. Vol. 57, pp: 2065-2075.

۲۲. **Hariri, M.; Mirvaghefi, A.; Farahmand, H.; Taghavi, L. and Shahabinia, A., 2018.** In situ assessment of Karaj River genotoxic impact with the alkaline comet assay and micronucleus test, on feral brown trout. Environmental Toxicology and Pharmacology. Vol. 58, pp: 59-69.

۲۳. **Hirzel, A.H.; Hausser, J.; Chessel, D. and Perrin, N., 2002.** Ecological Niche Factor Analysis: How to compute habitat suitability maps without absent data? Ecology. Vol. 83, pp: 2027-2036.

۲۴. **Johnston, N.T. and Slaney, P.A., 1996.** Fish habitat assessment procedures. Watershed restoration technical circular No. 8. University of British Columbia. 97 p.

۲۵. **Jowett, I.G. and Richardson, J., 2008.** Habitat use by New Zealand fish and habitat suitability models. NIWA Science and Technology Series. No. 55, pp: 148.

۲۶. **Kiabi, B.H.; Abdoli, A. and Naderi, M., 1999.** Status of the fish fauna in the South Caspian Basin of Iran. Zoology in the Middle East. Vol. 18, pp: 57-65.

۲۷. **Marcus, M.D.; Hubert, W.A. and Anderson, S.H., 1984.** Habitat suitability index models: Lake trout (exclusive of the Great lakes). U.S. Fish Wild. Serv. 12 p.

۲۸. **McCain, M.E., 1992.** Comparison of Habitat Use and Availability for Juvenile Fall Chinook salmon in A Tributary of the Smith River, CA. Fish Habitat Relationship (FHR) Technical Bulletin. No. 7, pp: 1-9.

۲۹. **Morris, D.W., 2011.** Adaptation and habitat selection in the eco-evolutionary process. Proc. R. Soc. B Biol, Sci. Vol. 278, pp: 2401-2411.

۳۰. **Morrison, M.L.; Marcot, B.G. and Mannan, R.W., 2006.** Wildlife-habitat Relationships: Concepts and Applications third ed. Island Press. Washington. 250 p.

۳۱. **Oberdorff, T.; Pont, D.; Hugueny, B. and Chessel, D., 2001.** A probabilistic model characterizing fish assemblages of French rivers: a framework for environmental assessment. Freshwater Biology. Vol. 46, No. 3, pp: 399-415.

۳۲. **Ostrand, K.G. and Wilde, G.R., 2002.** Seasonal and spatial variation in a prairie stream-fish assemblage. Ecology of Freshwater Fish. Vol. 11, pp: 137-149.

۳۳. **Pearson, R.G., 2010.** Species' distribution modeling for conservation educators and practitioners. Lessons Conserve. Vol. 3, pp: 54-89.

۳۴. **Platts, W.S.; Megahan, W.F. and Minshall, G.W., 1983.** Methods for Evaluating Stream, Riparian and Biotic Conditions. General Technical Report 138. US Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station, Ogden. Available at: http://www.treesearch.fs.fed.us/pubs/29138.

۳۵. **Porter, M.S.; Rosenfeld, J. and Parkinson, E.A., 2000.** Predictive models of fish species distribution in the Blackwater drainage, British Columbia. North American J of fisheries management. Vol. 20, No. 2, pp: 349-359.

۳۶. **Railsback, S.F.; Stauffer, H.B. and Harvey, B.C., 2003.** What can habitat preference models tell us? Tests using a virtual trout population. Ecol, Appl. Vol. 13, pp: 1580-1594.

۳۷. **Rashleigh, B.; Barber, M.C.; Cyterski, M.; Johnston, J.; Pamar, R. and Mohamoud, Y., 2004.** Population Models for Stream Fish Response to Habitat and Hydrologic Alteration: The Cvi watershed tool, Environmental protection Agency, office of research & development, Athens, GA, USA.

۳۸. **Rosenfeld, J., 2003.** Assessing the habitat requirement of stream fishes: An overview and evaluation of different approaches. Transaction of the American Fisheries Society. Vol. 132, pp: 953-968.

۳۹. **Rosenfeld, J.S.; Leiter, T.; Lindner, G. and Rothman, L., 2005.** Food abundance and fish density alters habitat selection, growth, and habitat suitability curves for juvenile coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). Can. J. Fish. Aquat, Sci. Vol. 62, pp: 1691-1701

۴۰. **Voos, K.A.; Lifton, W.S. and Consultants, W.C., 1988.** Development of a bivariate depth and velocity suitability function for Dolly Varden juveniles. In Proceedings of a workshop on the development and evaluation of habitat suitability criteria. Fort Collins, CO: US Fish and Wildlife Service Biological Report. Vol. 88, No. 11, pp: 307-319.

۴۱. **Waddle, T.J., 2012.** PHABSIM for Windows user's manual and exercises: U.S. Geological survey open-file report. 288 p.

۴۲. **Wanat, J., 2002.** Using habitat suitability models to identify essential fish habitat for the winter flounder pseudopleurone, University of New Hampshire, MSc Thesis.

۴۳. **Yu, S.L. and Lee, T.W., 2002.** Habitat preference of the stream fish, *Sinogastromyzon puliensis* (Homalopteridae). Zoological Studies-Taipei. Vol. 41, No. 2, pp: 183-187.

۴۴. **Zippin, C., 1956.** An evaluation of the removal method of estimating animal populations. Biometrics. Vol. 12, pp: 163-189.

(DOI): 10.22034/aej.2020.117908

Scientific Research Journal of Animal Environment Vol. 12, No. 3, Autumn 2020

# The effect of different environmental factors on habitat selection by *Salmo trutta* in Karaj River


- **Seyed Mehdi Mostafavi:** Department of Environmental Science, Faculty of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
- **Mohammadreza Rahmani*:** Department of Marine Environment, College of Environment, Karaj, Iran
- **Mohammad Kaboli:** Department of Fishery and Environment, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
- **Asghar Abdoli:** Department of Biodiversity and Ecosystem Management, Environmental Science Research Institute of Shahid Beheshti University, Tehran, Iran


Received: May 2019 Accepted: August 2019

**Keyword:** Brown trout, Selectivity index, Environmental variables, Habitat Suitability


# Abstract

Habitat selection is an important factor in predicting the distribution and abundance of species in ecology research or fields. In fish, determination of the habitat selection, especially for endangered, rare, native species or species with discontinuous distribution and sensitive to developmental effects, is an important step in biodiversity conservation of fish and planning for land use. Habitat characteristics of *Salmo trutta* in Karaj River were determined by analyzing the effects of depth, current velocity, Froude number, substrate index, substrate shelter, visual coverage, combined coverage, and pool in 16 sites with data collection during the years 1395 and 1396 using software HABSEL, and the range and habitat used and selected was defined for this species by the amount of access to each variable. Based on the results, the selected habitats of brown trout in the Karaj River were at depth of 46-52, current velocity of 0.40-0.45 m/s, Froude number of 0.26-0.30, substrate index of 3.4-3.8, substrate shelter of 10-20, visual coverage of 56-64, combined coverage of 17.5-21, and pool of 21-28. Among the variables studied in the Karaj River, Froude number, current velocity, and substrate factors were the most favorable for *Salmo trutta*. Despite the availability of favorable conditions in some parts of the Karaj River for existing of brown trout, the absence of this species must be due to human disturbances on freshwater ecosystems or extreme climatic changes, such as floods.


* Corresponding Author's email: irandoe_rahmani@yahoo.com