مقاله علمی – پژوهشی:

بررسی ویژگی‌های زیستگاهی قزل‌آلای خال قرمز (*Salmo trutta* Linnaeus, 1758) در سرشاخه‌های رودخانه طالقان

سهیل ایگدری*[۱]، عطا مولودی صالح[۱]، محمد محمودی[۲]، فردین حکیمی[۲]

*soheil.eagderi@ut.ac.ir

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
۲- اداره کل حفاظت محیط زیست استان البرز، کرج، ایران

تاریخ دریافت: مهر ۱۴۰۰ تاریخ پذیرش: آذر ۱۴۰۰

چکیده

این مطالعه در سال ۱۳۹۶ با نمونه‌برداری از ۷ ایستگاه در سرشاخه‌های رودخانه طالقان به منظور تعیین مطلوبیت زیستگاه ماهی قزل‌آلای خال قرمز (*Salmo trutta*) انجام شد. نمونه‌برداری با استفاده از دستگاه الکتروشوکر به صورت سه تکرار در هر ایستگاه صورت گرفت. هشت فاکتور محیطی از جمله درجه حرارت آب (درجه سانتیگراد)، عمق آب (سانتیمتر)، عرض رودخانه (متر)، شیب (درجه)، سرعت جریان آب (متر بر ثانیه)، قطر متوسط سنگ بستر (سانتیمتر)، عرض ساحل و ارتفاع از سطح دریا مورد سنجش قرار گرفتند. مقادیر عددی شاخص مطلوبیت فاکتورهای مورد مطالعه در هر ایستگاه تعیین و میانگین حسابی شاخص‌های مطلوبیت هر فاکتور در کلیه ایستگاه‌های نمونه‌برداری به عنوان شاخص مطلوبیت آن فاکتور در نظر گرفته شد. بر طبق نتایج، مطلوب‌ترین دما در دامنه ۱۲-۱۰/۵ درجه سانتیگراد، مطلوب‌ترین عمق در دامنه ۳۰-۲۰ سانتیمتر، مطلوب‌ترین عرض رودخانه در دامنه ۳/۰-۲/۵ متر، مطلوب‌ترین شیب در دامنه ۱/۹-۱/۶، مطلوب‌ترین سرعت آب در دامنه ۰/۶۲-۰/۴۱ متر بر ثانیه، مطلوب‌ترین ارتفاع در دامنه ۳۰۰۰-۲۲۵۰ متر و مطلوب‌ترین قطر سنگ بستر در دامنه ۲۰-۱۱ سانتیمتر و مطلوب‌ترین عرض ناحیه ساحلی ۳/۶-۱/۸ متر محاسبه شد. به عنوان یک نتیجه‌گیری کلی، رودخانه طالقان دارای مطلوبیت متوسط برای ماهی قزل‌آلای خال قرمز بود.

لغات کلیدی: رودخانه طالقان، استان البرز، حوضه آبریز دریای خزر، قزل‌آلای خال قرمز، مطلوبیت زیستگاه

*نویسنده مسئول

مقدمه

قزل‌آلای خال قرمز (*Salmo trutta*) گونه بومی مناطق بالادست رودخانه‌های حوضه‌های آبریز دریای خزر، دریاچه نمک و دریاچه ارومیه در ایران می‌باشد (Esmaeili *et al*., 2018). عمده جمعیت‌های این گونه در حوضه آبریز جنوب دریای خزر یافت می‌شود (صلواتیان و همکاران، ۱۳۹۶)، این گونه رودکوچ است و در آبهای با سطح اکسیژن بالا، جریان تند و غذای کافی پراکنش دارد. عمده تغذیه این گونه نیز از حشرات آبزی و سایر ماهیان صورت می‌گیرد (Froese and Pauly, 2011). تخریب زیستگاه‌های آب شیرین، موجودات ساکن این محیط را در مقایسه با خشکی بیش از حد مستعد نابودی ساخته است (Collen *et al*., 2014). بنابراین، حفاظت از تنوع زیستی اکوسیستم‌های آب شیرین به عنوان برنامه‌های عمده حفاظت عنوان شده است (Dudgeon *et al*., 2006). بازسازی مبتنی بر زیستگاه به عنوان مولفه مهم در برنامه‌های حفاظتی به‌شمار می‌آید، اما برای گونه‌های آبزی که دامنه‌ای از بازسازی را تجربه می‌کنند، به دلیل محدودیت‌های پراکندگی، احیاء زیستگاه به‌خودی‌خود کافی نیست. در چنین مواردی، ممکن است ورود مجدد گونه‌ها، یا ذخیره‌سازی ارگانیسم‌ها برای استقرار گونه‌ها در مناطقی که قبلاً اشغال شده است، قابل توجیه باشد (Marsh *et al*., 2005).

شاخص مطلوبیت زیستگاه (HSI[1]) به عنوان ابزاری مفید و کاربردی جهت ارزیابی محدوده شرایط محیطی که به طور کلی یا جزیی نیازمندی‌های گونه‌ای را فراهم می‌کند، توسعه یافته است و هدف اصلی آن کمی‌سازی و شبیه‌سازی نیازها زیستگاهی ماهی می‌باشد (ایگدری و همکاران، ۱۴۰۰). زیرا مطلوب بودن زیستگاه به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل در حفاظت از گونه‌ها در یک منطقه خاص بیان می‌شود و تعیین خصوصیات زیستگاهی مورد نیاز گونه‌های در معرض خطر، طرح‌های حفاظتی را ارائه و از انقراض آن‌ها جلوگیری خواهد نمود (Wakeley, 1988؛ مرادپوردرازکلایی و همکاران، ۱۳۹۹). این شاخص بین صفر (فاقد مطلوبیت نیازمندی گونه) تا ۱ (مطابقت کامل با نیازهای گونه) بیان می‌شود (Wakeley, 1988). به‌علاوه، HSI ابزار مفید شبیه‌سازی‌های زیستگاه و مدل‌سازی فضایی می‌باشد و ترکیبی از مقادیر زیستی همراه با خواص فیزیکی است که زیست‌شناسان را در ارزیابی مخاطرات محیط زیستی ناشی از کاهش یا تغییر زیستگاه برای یک موجود زنده کمک می‌نماید (Stalnaker *et al*., 1995). با توجه اهمیت گونه‌های بومی و نیاز مطالعه همه جانبه آنها و این‌که هیچ گزارشی از حضور این گونه در رودخانه طالقان وجود ندارد، از این‌رو مطالعه حاضر با هدف بررسی و تعیین شاخص مطلوبیت زیستگاه ماهی قزل آلای خال قرمز در محدوده زیستی این گونه در این رودخانه به اجرا در آمد.

مواد و روش کار

رودخانه طالقان با طول حدود ۱۸۰ کیلومتر، از کوه‌های کندوان و کهار بزرگ در شمال استان البرز سرچشمه گرفته است و با حرکت در جهت شرق به غرب، با دریافت بیش از ۱۵ رود بزرگ و کوچک از جمله دیزان و کرکبود در طول مسیر، در دره طالقان به سمت غرب جریان می‌یابد. پس از عبور از حاشیه جنوبی شهر طالقان و ۱۱ کیلومتری غرب روستای شهرک به رودخانه‌های اندج و الموت می‌پیوندد و در نتیجه پیوستن این رودها به طالقان‌رود، رودخانه پرآب شاهرود به‌وجود می‌آید. در نهایت این رود در ناحیه منجیل وارد رودخانه سفیدرود می‌شود (سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، ۱۳۸۳).

نمونه‌برداری از ماهیان طی پاییز سال ۱۳۹۶ و به صورت یک دوره، از قسمت بالای روستای جوستان تا سرشاخه‌های رودخانه طالقان در طول بیش از ۴۰ کیلومتر از مسیر رودخانه، در مسیرهای نمونه‌برداری به طول ۱۰۰ متر در ۷ ایستگاه و در هر ایستگاه از سمت پایین ایستگاه به سمت بالا با استفاده از دستگاه الکتروشوکر (Samus Mp750) انجام شد (جدول ۱). برای اطمینان از صید کامل نمونه‌ها، در تمامی ایستگاه‌ها از یک تور ساچوک پشتیبان و نیز یک تور گوشگیر ریز چشمه استفاده شد. تمامی ماهیان پس از صید و بازیابی وضعیت زیستی در

[1] Habitat Suitability Index

محل صید رهاسازی شدند. در مجموع، ۵ گونه ماهی شامل سس ماهی کورا (*Barbus cyri*)، جویبار ماهی سفیدرود (*Oxynoemacheilus bergianus*)، سیاه ماهی رازی (*Capoeta razii*)، ماهی سفید رودخانه‌ای (*Squalius turcicus*) و قزل‌آلای خال قرمز (*Salmo trutta*) از محدوده مورد مطالعه بر اساس کلید شناسایی، شناسایی شدند (Esmaeili *et al*., 2018) که همگی بومی این رودخانه بودند و هیچ‌گونه ماهی غیربومی یافت نشد.

جدول ۱: موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری در بالا دست رودخانه طالقان
Table 1: Geographical position of sampling sites in the upstream of Taleghan River

شماره ایستگاه	نام ایستگاه	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی
۱	گراب	۵۱° ۰۷' ۲۷/۱۱"E	۳۶° ۰۹' ۵۶/۲۲"N
۲	گته ده	۵۱° ۰۴' ۱۰/۰۴"E	۳۶° ۱۰' ۱۳/۱۷"N
۳	ده در	۵۱° ۰۲' ۱۸/۵۷"E	۳۶° ۱۰' ۴۳/۷۵"N
۴	پرچوک	۵۰° ۰۰' ۴۵/۴۹"E	۳۶° ۱۰' ۴۰/۳۴"N
۵	ناریان	۵۰° ۵۹' ۰۹/۰۷"E	۳۶° ۱۰' ۲۵/۴۵"N
۶	خجره	۵۰° ۵۵' ۴۴/۷"E	۳۶° ۱۰' ۶/۴۵"N
۷	جوستان	۵۰° ۵۴' ۴۶/۵۹"E	۳۶° ۱۰' ۵۷/۴۸"N

با توجه به این‌که متغیرهای زمین‌شناختی بزرگ مقیاس از جمله شیب کانال رودخانه، اندازه رودخانه و ارتفاع از سطح دریاهای آزاد به عنوان فاکتورهای قابل اعتمادی جهت پیش بینی وجود گونه‌های ماهیان رودخانه‌زی هستند، این متغیر در مطالعات روابط گونه‌های ماهیان و زیستگاه آنها به‌کار گرفته می‌شوند (Chuang *et al*., 2006; De Kerckhove *et al*., 2008). بنابراین، برای بررسی نیازهای زیستگاهی قزل آلای خال قرمز در رودخانه طالقان در مجموع ۸ متغیر شامل: عمق (سانتیمتر)، عرض رودخانه (متر)، شیب (درجه)، سرعت جریان (متر بر ثانیه)، قطر متوسط سنگ بستر (سانتیمتر)، درجه حرارت آب، عرض ساحل و ارتفاع از سطح دریا مورد سنجش قرار گرفتند. همچنین پوشش ناحیه ساحلی و پوشش جلبکی بستر نیز ثبت گردید.

در هر ایستگاه عرض رودخانه با استفاده از متر نواری در سه نقطه پایین‌دست، وسط و بالادست هر ایستگاه اندازه‌گیری و میانگین آنها به عنوان عرض رودخانه در هر ایستگاه در نظر گرفته شد. عمق رودخانه در هر ایستگاه در ۲۰ نقطه اندازه‌گیری و میانگین این اعداد به عنوان عمق رودخانه در نظر گرفته شد (Gorman and Karr, 1978; Pusey *et al*., 1993). سرعت جریان رودخانه با استفاده از الگوی جسم شناور (حسنلی، ۱۳۷۹) در هر ایستگاه سه بار اندازه‌گیری و میانگین آنها به عنوان متوسط سرعت جریان آب در نظر گرفته شد (لطفی، ۱۳۹۱). شیب بستر (متر بر کیلومتر) رودخانه با استفاده از دستگاه شیب‌سنج (Sunto) در سه نقطه (در میانه عرض رودخانه) ابتدا، وسط و انتهای طولی هر ایستگاه اندازه‌گیری و میانگین آن به عنوان متوسط شیب رودخانه برای آن ایستگاه در نظر گرفته شد. قطر متوسط سنگ غالب بستر با میانگین‌گیری از قطعات سنگ بستر در طی ۲۰ کوادرات (با ابعاد۵۰ در ۵۰ سانتیمتر) ثبت شد (Platts *et al*., 1983؛ لطفی، ۱۳۹۱). با توجه به تنوع قطر سنگ‌ها، سعی بر آن شد که پلات انتخابی به‌نحوی انتخاب شود که معرف آن زیستگاه باشد و درصد پوشش گیاهی ساحل نیز براساس طباطبایی و همکاران (۱۳۹۳) مورد سنجش قرار گرفت.

برای هر یک از فاکتورهای زیستگاهی مقادیر شاخص مطلوبیت (SI) که فراوانی افراد گونه‌ها در ایستگاه‌های

نمونه‌برداری را تحت تأثیر قرار می‌دهند و نیز طبقات هر یک از فاکتورهای زیستگاهی با در نظر گرفتن زیستگاه انتخاب شده به کمک نرم‌افزار HABSEL[1] (نسخه ۱/۰) (Consulting, 2014) محاسبه شد. برای محاسبه مقادیر شاخص مطلوبیت هر فاکتور مورد بررسی در سرشاخه‌های بالادست رودخانه طالقان، مقادیر عددی این شاخص برای هر یک از فاکتورهای زیستگاهی در هر ایستگاه تعیین و میانگین حسابی شاخص‌های مطلوبیت هر فاکتور در کلیه ایستگاه‌های نمونه‌برداری به عنوان شاخص مطلوبیت آن فاکتور در رودخانه طالقان در نظر گرفته شد. برای محاسبه شاخص مطلوبیت زیستگاه (HSI) کل برای گونه مورد مطالعه در رودخانه طالقان معادله میانگین هندسی مورد استفاده قرار گرفت (Chen *et al*., 2009):

$$HSI = (SI_1 \times SI_2 \times \ldots \times SI_n)1/n$$

در این معادله، در صورت صفر بودن هر متغیری سایر متغیرها نیز نامطلوب تلقی شدند و زیستگاه برای گونه هدف نامطلوب است (Brown *et al*., 2000). همچنین در این معادله چون میزان اهمیت و نقش هیچ‌یک 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، SI_1 تا SI_n به‌ترتیب شاخص مطلوبیت برای هر یک از فاکتورهای زیستگاهی (مستقل) مورد مطالعه می‌باشند.

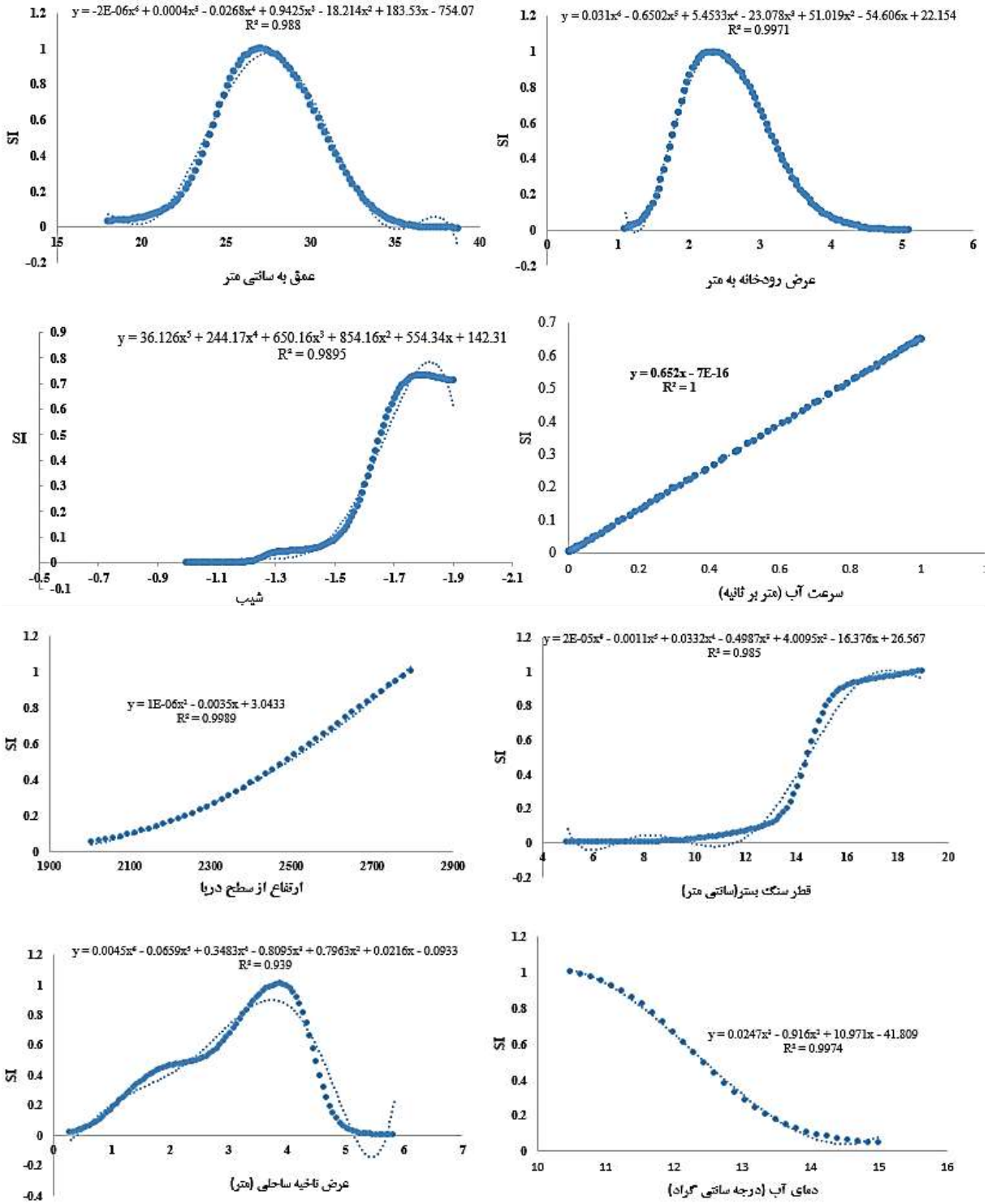
نتایج

شاخص‌های مطلوبیت زیستگاه قزل‌آلای خال قرمز در رودخانه طالقان بر اساس ۸ فاکتور محیطی مورد سنجش به‌اجرا درآمد.

منحنی‌های مطلوبیت زیستگاه برای هر یک از فاکتورهای مورد بررسی گونه مورد مطالعه در شکل ۱ نشان داده شده است. مقادیر به‌دست آمده در دامنه ۰ الی ۱ بودند که مقدار صفر شاخص SI نشان‌دهنده حداقل مطلوبیت و مقدار ۱ بیانگر حداکثر مطلوبیت می‌باشد. مطلوب‌ترین دما در دامنه ۱۲-۱۰/۵ درجه سانتیگراد با شاخص مطلوبیت (SI) ۰/۱۳۵ (با مطلوبیت رودخانه ۰/۴۵)، مطلوب‌ترین عمق در دامنه ۳۰-۲۰ سانتیمتر با شاخص مطلوبیت (SI) ۰/۵۸ (با مطلوبیت متوسط رودخانه ۰/۳۶)، مطلوب‌ترین عرض رودخانه در دامنه ۳-۲/۵ متر با شاخص مطلوبیت (SI) ۰/۱۳۵ (با مطلوبیت متوسط رودخانه ۰/۳۸) مطلوب‌ترین شیب در دامنه ۱/۹-۱/۶ با شاخص مطلوبیت ۰/۳۳ (با مطلوبیت متوسط رودخانه ۰/۳) و مطلوب‌ترین سرعت آب در دامنه ۰/۶۲-۰/۴۱ متر بر ثانیه با شاخص مطلوبیت (SI) ۰/۴ (با مطلوبیت متوسط رودخانه ۰/۴۶) به‌دست آمد. همچنین مطلوب‌ترین ارتفاع در دامنه ۳۰۰۰-۲۲۵۰ متر با شاخص مطلوبیت ۰/۵۸ (با مطلوبیت رودخانه ۰/۴۳) و مطلوب‌ترین قطر سنگ بستر در دامنه ۲۰-۱۱ سانتیمتر با شاخص مطلوبیت (SI) ۰/۵۸ (با مطلوبیت رودخانه ۰/۳۸) و مطلوب‌ترین عرض ناحیه ساحلی ۳/۶-۱/۸ متر با شاخص مطلوبیت (SI) ۰/۵۸ (با مطلوبیت متوسط رودخانه ۰/۴۱) قرار داشتند (جدول ۲). مقدار ضریب r^2 در کلیه فاکتورهای مورد بررسی بزرگتر از ۰/۹۳ به‌دست آمد.

در بین متغیرهای مورد بررسی عمق آب ارتفاع از سطح دریا، قطر سنگ بستر و عرض ناحیه ساحلی با شاخص مطلوبیت (۰/۵۸) بیشترین و درجه حرارت و عرض رودخانه (۰/۱۳۴) دارای کمترین شاخص مطلوبیت برای قزل‌آلای رودخانه طالقان بود. میزان مطلوبیت سرشاخه‌های رودخانه طالقان برای قزل‌آلای خال قرمز نیز برابر با ۰/۴۵۲ بود که براساس نتایج رودخانه طالقان دارای رتبه مطلوبیت متوسط است (زیستگاه در حمایت از مراحل زندگی این گونه تواناست، اما مرغوب نمی‌باشد.).

[1] Habitat Selection



شکل ۱: نمودارهای رابطه مقادیر مطلوبیت زیستگاه و متغیرهای زیستگاهی قزل آلای خال قرمز رودخانه طالقان

Figure 1: Relationship between habitat suitability index and habitat variables of the *S. trutta* in the Taleghan River

جدول ۲: شاخص مطلوبیت زیستگاه ماهی قزل آلای خال قرمز برای هر متغیر محیطی مورد سنجش در رودخانه طالقان
Table 2: Habitat suitability index of *S. trutta* for each environmental variable measured in the Taleghan River

پارامتر	دما (واحد؟)	عرض رودخانه	عمق (سانتیمتر)	شیب	سرعت آب (متر بر ثانیه)	ارتفاع	قطرسنگ (متر)	عرض ناحیه ساحلی
SI	۰/۱۳۵	۰/۱۳۵	۰/۵۸	۰/۳۳	۰/۴	۰/۵۸	۰/۵۸	۰/۵۸

بحث

نیازهای زیستگاهی تحت عنوان ویژگی‌های غیر زنده محیطی که برای بقاء و زیست افراد مورد نیاز هستند، تعریف می‌گردد و در بین عوامل محیطی ساختارهای فیزیکی اهمیت بالایی در حضور، فراوانی و ترکیب گونه‌ای ماهیان دارند (Ahmadi-Nedushen *et al*., 2006). برای مثال، در جوامع ماهیان یک رودخانه اندازه رودخانه، ارتفاع محل، ویژگی ناحیه پوتامال، بستر، سرعت جریان، عمق آب، عرض و شیب رودخانه از مهم‌ترین متغیرهای اثرگذار می‌باشد. با توجه به این‌که حضور قزل‌آلای خال قرمز زیر حوضه رودخانه طالقان به ناحیه بالادست محدود است، فاکتورهای شیب، عرض و مساحت رودخانه از جمله توصیف‌کننده‌های مناسب بررسی خصوصیات فیزیکی برای مطالعه نیازمندی ماهیان این نواحی می‌باشد (Pont *et al*. 2005). به طور کلی، متغیرهایی که شکل کلی رودخانه و متوسطی از شرایط هیدرولوژیک فراهم می کنند، به همراه ارتباط آن با ناحیه خشکی پیرامون رودخانه به دلیل فراهم نمودن منابع غذایی و تأمین پناهگاه، اثر مهمی بر توزیع و فراوانی ماهیان دارد (Rifflart *et al*., 2009). از این‌رو، این مطالعه با هدف بررسی دامنه ترجیحی ۸ شاخص زیستگاهی قزل‌آلای خال قرمز براساس مدل HSI براساس روش میانگین هرکدام از شاخص‌ها به‌اجرا درآمد.

مدل‌های مطلوبیت زیستگاه بر متغیرهایی استوار هستند که بر مقیاس پیوسته تعیین می‌شوند و در برابر مقیاس پیوسته دامنه مطلوبیت از صفر (فاقد نیازهای گونه) الی یک (انطباق کامل با نیازهای گونه)، پلات می‌شوند (De Kerckhove *et al*., 2008). نتایج این مطالعه نشان داد که بالاترین شاخص مطلوبیت مربوط به فاکتورهای عمق، ارتفاع از سطح دریا، قطر سنگ بستر و عرض ناحیه ساحلی می‌باشد. این نتایج بیانگر آن است که قزل‌آلای خال قرمز تمایل به اشغال آب کم‌عمق (در دامنه ۳۰-۲۰ سانتیمتر)، ارتفاعات بالا (۳۰۰۰-۲۲۵۰ متر)، بستری دارای سنگ‌های متوسط (۲۰-۱۱ سانتیمتر) با حاشیه رودخانه‌ای متوسط با پوشش درختی بالا (۳/۶-۱/۸ متر) دارد که این عوامل بتوانند پناهگاه، اکسیژن کافی و غذای مورد نیاز را تأمین کند. نواحی دارای عمق و سرعت جریان کم رودخانه فاکتورهایی چون شفافیت آب و تولید پریفیتون را به طور غیرمستقیم تحت تأثیر قرار می‌دهند. چنین پوشش فیتوپلانکتونی جایگاه مناسبی برای رشد حشرات آبزی به‌ویژه در تابستان می‌باشد. هرچند که بیشتر مواد غذایی حشرات نواحی بالادست رودخانه طالقان به‌واسطه ورود برگ درختان حاشیه‌ای تأمین می‌گردد. با توجه حضور قزل‌آلای خال قرمز در نواحی از رودخانه که دارای ساحل پر درخت به‌طوری‌که سایبانی را بر رودخانه ایجاد کرده‌اند، می‌توان بیان داشت که این گونه پناهگاه‌جو تا حد امکان در نواحی تاریک آب زیست می‌نماید (Wootton, 1990). البته ادعا شده است که در این نواحی مواد آلی بالاست و بالا بودن مواد آلی در این نواحی منوط به وجود منابع این مواد در بالادست و نیز پایین بودن سرعت آب در این زیستگاه‌ها برای ایجاد فرصت تجزیه و مصرف این مواد آلوکتون می‌باشد. اثر ساحل و پوشش گیاهی، ساختار فیزیکی رودخانه و پوشش بستر در نمایش توزیع ماهیان رودخانه بسیار مهم می‌باشد. پوشش گیاهی ساحل رودخانه، سایبان و نیز مواد آلی آلوکتون مورد نیاز را فراهم می‌کند که منبع مهمی از کربن و انرژی است (Smokorowski and Pratt, 2007). همچنین مطالعات نشان داده است که فاکتور

عمق، فاکتور مؤثر در پراکنش و فراوانی افراد گونه‌های ماهیان می‌باشند (Baker and Ross, 1981).

مطالعه McCain (۱۹۹۲) نشان داد که آزاد ماهی چینوک در دوران اولیه زندگی، نواحی از رودخانه که دارای سرعت‌های کم هستند، مورد استفاده قرار می‌دهد، زیرا این مناطق می‌توانند محافظ خوبی برای این ماهیان در برابر شکارچیان و نیز سیلاب‌ها باشند. Voos و همکاران (۱۹۸۸) اشاره کردند که دو متغیر سرعت و عمق هماهنگ با هم تغییر می‌کنند. به‌علاوه، در جریانات کم عمق و پوشش جلبکی در دسترس همانند سرعت در دامنه مطلوب برای زندگی ماهیان خواهند بود (Light-foot and Jones, 1979). همچنین سایر فاکتورهای محیطی از جمله شدت نور، دما، تراکم مواد غذایی، میزان تولید اولیه و ثانویه در زیستگاه‌های آبی وابسته به عمق و سرعت جریان آب می‌باشند (Damalas *et al*., 2010). اگرچه سرعت جریان آب در این مطالعه با شاخص ۰/۴۲ در درجه دوم اهمیت بود، ولی نتایج نشان داد که سرعت آب به‌واسطه تأمین اکسیژن و زیستگاه مناسب رابطه مستقیم با همبستگی بالا (r^2=۱) با مطلوبیت زیستگاه ماهی قزل‌آلای خال قرمز دارد. بالا بودن مطلوبیت بسترهایی با قطعات سنگی متوسط، احتمالاً می‌تواند به دلیل فراهم نمودن پناهگاهی در برابر جریان و نیز ایجاد سطح بزرگتر و فضای مرده بیشتر در پشت سنگ که دارای تراکم بیشتر مواد غذایی آبزی هستند، باشد (Li *et al*., 2009). در مطالعه زرکامی و همکاران (۱۴۰۰) بر ارزیابی مطلوبیت زیستگاه ماهی قزل‌آلای خال قرمز در رودخانه چالوس با استفاده از مدل خطی تعمیم یافته، چنان عنوان کردند که افزایش سرعت جریان آب، عمق رودخانه و غلظت اکسیژن محلول احتمال حضور ماهی را افزایش می‌دهد و با افزایش عوامل فیزیکی و ساختاری (دمای آب، عرض رودخانه و فاصله از مبدأ و نیز با افزایش غلظت متغیرهای آب مثل افزایش میزان شوری، مواد مغذی (نیترات و فسفات)، اکسیژن خواهی شیمیایی و مواد جامد معلق) از احتمال حضور ماهی کاسته می‌شود. در مطالعه حاضر شاخص عرض رودخانه و درجه حرارت در درجه بعدی اهمیت بودند، زیرا اساساً منطقه مورد مطالعه که بیشتر شامل نهرهای کوچک بود، تماماً دامنه درجه حرارت یکسانی داشتند و دلیل میزان پایین این اعداد می‌تواند به دامنه پایین اعداد مستخرج از نمونه‌برداری باشد. از نظر شیب رودخانه، زیستگاه مطلوب قزل‌آلای خال قرمز در نواحی دارای شیب ۲-۱/۴ درجه قرار داشت. می‌توان بیان کرد که در نواحی دارای شیب متوسط، سرعت جریان متوسط، عمق کم و پوشش جلبکی بستر بالا را تأمین می‌کند.

در انتخاب زیستگاه به‌وسیله گونه، مسلماً فاکتورهای محیطی به طور جداگانه در نظر گرفته نمی‌شوند و برای انتخاب یک ناحیه برای زیست یک گونه، کلیه فاکتورهای زیستگاهی در ارتباط با هم در نظر گرفته می‌شوند به‌طوری‌که می‌توان ادعا کرد که مطلوبیت یک فاکتور می‌تواند تا حدودی فاکتور یا فاکتورهای نامطلوب مرتبط با خود را جبران کند و گونه را به اشغال این گونه نواحی ترغیب نماید (Pont *et al*., 2005). سرشاخه های رودخانه طالقان برای ماهی قزل‌آلای خال قرمز زیستگاه متوسط برای زیست می‌باشد. مقدار شاخص مطلوبیت زیستگاه مرکب حاصل از میانگین هندسی (۰/۴۵۲) نشان می‌دهد و این امر می‌تواند مؤید این باشد که جمعیت ماهی قزل‌آلای خال قرمز رودخانه طالقان در محدوده زیستگاه تولیدمثلی خود محدود شده است و در نتیجه ماهیان بزرگتر به‌اجبار این ناحیه را علاوه بر تولیدمثل و پرورش نوجوانان به عنوان زیستگاه تغذیه‌ای خود برگزیده‌اند.

قزل‌آلای خال قرمز ساکن رودخانه‌هاست و برای تکمیل چرخه حیات به مهاجرت وابسته می‌باشند. در این گونه، نمونه‌های بالغ در نهرها جایی که دوره‌های نوجوانی خود را سپری می‌کنند، تخم‌ریزی می‌کنند. پس از یک یا دو سال، نمونه‌های نوجوان به دریاچه‌ها یا کانال اصلی رودخانه مهاجرت می‌کنند تا ۳-۱ سال بعد برای تخم‌ریزی به نهرهای محل تولد خود برگردند. این گونه در قسمت علیای رودخانه‌ها در مناطقی که دارای شیب تند، جریان سریع و اکسیژن زیاد است، زیست می‌نماید (سیهار،

۱۹۹۱). به عنوان یک نتیجه‌گیری کلی، رودخانه طالقان با میانگین مطلوبیت ۰/۴۵۲ برای کلیه فاکتورهای محیطی مورد بررسی یک زیستگاه با درصد مطلوبیت متوسط برای گونه با ارزش قزل‌آلای خال قرمز می‌باشد.

منابع

ایگدری، س.، زمانی فرادنبه، م.، پورباقر، ه. و مولودی صالح، ع.، ۱۴۰۰. مطالعه و مقایسه ترجیح زیستگاه جویبارماهی سفیدرود *Oxynoemacheilus bergianus* (Steindachner, 1897) رودخانه جاجرود در دو فصل پاییز و زمستان. نشریه محیط زیست طبیعی، ۷۴(۱): ۱۱-۱. DOI: 10.22059/jne.2021.311177.2087

حسنلی، ع. م.، ۱۳۷۹. روش‌های گوناگون اندازه گیری آب (هیدرومتری). انتشارات دانشگاه شیراز، ۲۶۵ صفحه.

زرکامی، ر.، گودرزی، ص. و سحرخیز، م.، ۱۴۰۰. ارزیابی مطلوبیت زیستگاه ماهی قزل‌آلای خال قرمز (*Salmo trutta fario*) در رودخانه چالوس با استفاده از مدل خطی تعمیم یافته. شیلات، ۷۴(۱): ۱۵۲-۱۳۹. DOI: 10.22059/jfisheries.2021.317271.1222

سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، ۱۳۸۳. فرهنگ جغرافیایی رودهای کشور، حوزه آبریز ایران شمالی، انتشارات سازمان جغرافیایی.

سیهار، ج.ج.، ۱۹۹۱. کتاب راهنمای رنگی ماهیان آب شیرین. ترجمه دقیق روحی، ح. انتشارات موج سبز. ۱۲۰ صفحه.

صلواتیان، م، عباسی، ک.، پورغلامی مقدم، ا.، سهرابی لنگرودی، ت. و عبداله پور بی ریا، ح.، ۱۳۹۶. مقایسه مورفومریستیک قزل آلای خال قرمز (*Salmo trutta fario*) رودخانه های حویق و شفارود استان گیلان. مجله علوم تکثیر و آبزی پروری، ۴(۱۳): ۶۰-۵۱.

طباطبایی، س.ن.، هاشم زاده، ا.، ایگدری، س. و زمانی فرادنبه، م.، ۱۳۹۳. عوامل تعیین کننده در زیستگاه انتخابی ماهی (*Paracobitis iranica* Nalbant and Bianco 1998) در رودخانه کردان، حوضه دریاچه نمک. مجله بوم‌شناسی آبزیان، ۳(۴): ۹-۱.

لطفی، ا.، ۱۳۹۱. راهنمای ارزیابی سریع خصوصیات محیط زیستی رودخانه‌ها. انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۲۰صفحه.

مرادپوردرازکلایی، آ.، حق پرست، س.، رحمانی، ح. و آقایی مقدم، ع.، ۱۳۹۹. تعیین شاخص مطلوبیت زیستگاه و مهمترین عوامل اثر گذار بر الگوی پراکنش سیاه‌ماهی (*Capoeta capoeta*) در رودخانه رودبابل، استان مازندران. نشریه علمی پژوهشی پژوهش‌های ماهی شناسی کاربردی، ۸(۴) :۱۴-۱. DOI: 10.22034/jair.8.4.1

Ahmadi-Nedushan, B., St-Hilaire, A., Bérubé, M., Robichaud, É., Thiémonge, N. and Bobée, B., 2006. A review of statistical methods for the evaluation of aquatic habitat suitability for instream flow assessment. *River Research and Applications*, 22: 503-523. DOI: 10.1002/rra.918

Baker, J.A. and Ross, S.T., 1981. Spatial and temporal resource utilization by south eastern cyprinids. *Copiea*, 178-89. DOI: 10.2307/1444052

Bovee, K.D., 1986. Development and evaluation of habitat suitability criteria for use in the instream flow incremental methodology. Instream Flow Information Paper 21, U.S. Fish and Wildlife Ser. *Biological Reports*, 86(7): 1-235.

Chuang, L.C., Lin, Y.S. and Liang, S.H., 2006. Ecomorphological Comparison and Habitat

Preference of 2 Cyprinid Fishes, *Varicorhinus barbatulus* and *Candidia barbatus*, in Hapen Creek of Northern Taiwan. *Zoological Studies*, 45(1): 114-123.

Collen, B., Whitton, F., Dyer, E.E., Baillie, J.E.M., Cumberlidge, N., Darwall, W.R.T., Pollock, C., Richman, N.I., Soulsby, A.M. and B¨ohm, M., 2014. Global patterns of freshwater species diversity, threat and endemism. *Global ecology and Biogeography*, 23: 40-51. DOI: 10.1111/geb.12096

Consulting, J., 2014. Analysis of Habitat Suitability data. Available http://www.jowettconsulting.co.nz. Cited 2 March 2014.

Chen, X., Li, G., Feng, B. and 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. DOI: 10.1007/s10872-009-0009-9

Damalas, D., Maravelias, C.D., Katsanevakis, S., Karageorgis, A.P. and Papaconstantinou, C., **2010**. Seasonal aboundance of non-commercial demersal fish in the easter Meditarranean Sea in relation to hydrographic and sediment characteristics. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 89: 107-118. DOI: 10.1016/j.ecss.2010.06.002

De Kerckhove, D.T., Smokorowski, K.E. and Randall, R.G., **2008.** Department of Fisheries and Oceans, Sault Ste. Marie, ON (Canada). Great Lakes Lab. for Fisheries and Aquatic Sciences. A primer on fish habitat models (No. 2817). DFO, Sault Ste. Marie, ON (Canada).

Dudgeon, D., Arthington, A.H., Gessner, M.O., Kawabata, Z.I., Knowler, D.J., Lévêque, C. and Sullivan, C.A., **2006.** Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological Reviews*, 81: 163-182. DOI: 10.1017/S1464793105006950

Esmaeili, H.R., Sayyadzadeh, G., Eagderi, S. and Abbasi, K., 2018. Checklist of freshwater fishes of Iran. *FishTaxa*, 3(3): 1-95.

Froese, R. and Pauly, D., (Editors), 2011. FishBase. World Wide Webelectronic publication. Available http://www.fishbase.org. Cited 1 Jan 2011.

Gorman, O.T. and Karr, J.R., 1978. Habitat structure and stream fish communities. *Ecology*, 59: 507-515. DOI: 10.2307/1936581

Li, F., Cai, O., Fu, X. and Liu, J., **2009.** Construction of habitat suitability models (HSMs) for benthic macro invertebrate and their applications to instream environmental flows: A case study in Xiangxi River of Three Gorges Reservior region, China. *Progress in Natural Science*, 19: 359-367. DOI: 10.1016/j.pnsc.2008.07.011

Light-foot, G.W. and Jones, N.V., 1979. The relationship between the size of 0 group roach (*Rutilus rutilus* (L.), their swimming capabilities and distribution in a river. In Proceedings of the First British Freshwater Conference, University of Liver pool, pp. 230-236.

Marsh, P.C., Kesner, B.R. and Pacey, C.A., 2005. Repatriation as a management strategy to conserve a critically imperiled fish species. *North American Journal of Fisheries Management*, 25: 547-556.

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*, 7: 1-9.

Platts, W.S., Megahan, W.F. and Minshall, G.W., 1983. Methods for evaluating stream, riparian, and biotic conditions. Gen. Tech. Rep. INT-138. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station; 70 P.

Pont, D., Hugueny, B. and Oberdorff, T., 2005. Modelling habitat requirement of European fishes: do species have similar responses to local and regional environmental constraints? Canadian *Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 62(1): 163-173. DOI: 10.1139/f04-183

Pusey, B.J., Arthington, A.H. and 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. DOI: 10.1007/BF00005204

Rifflart, R., Carrel, G., Le Coarer, Y. and Fontez, B.N.T., 2009. Spatio-temporal patterns of fish assemblages in a large regulated alluvial river. *Freshwater Biology*, 54(7): 1544-1559. DOI: 10.1111/j.1365-2427.2009.02200.x

Smokorowski, K.E. and Pratt, T.C., 2007. Effect of a change in physical structure and cover on fish and fish habitat in freshwater ecosystems-a review and meta-analysis. *Environmental Reviews*, 15(NA): 15-41. DOI: 10.1139/a06-007

Stalnaker, C.B., Lamb, B.L., Henriksen, J., Bovee, K. and Bartholow, J., 1995. The Instream Flow Incremental Methodology: A Primer for IFIM. Biological Report 29. Washington, DC: U.S. Geological Survey. 45 P.

Voos, K.A., Lifton, W.S. and Consultants, W.C., 1988. Development of a bivariate depth and velocity suitability function for dolly varden (*Salvelinus malma*) juveniles. In Proceedings of a workshop on the development and evaluation of habitat suitability criteria. Fort Collins, CO: US Fish and Wildlife Ser. *Biological Report*, 88(11): 307-319.

Wakeley, J.S., 1988. A method to create simplified versions of existing habitat suitability index (HSI) models. *Environmental Management*, 12(1): 79-83. DOI: 10.1007/BF01867379

Wootton, R.J., 1990. Ecology of Teleost Fishes. Chapman and Hall, Upper Saddle River, New Jersey. 404 P.

Habitat characteristics of Brown trout (*Salmo trutta* Linnaeus, 1758) in tributaries of the Taleghan River

Eagderi, S.[*1], Mouludi-Saleh, A.[1], Mahmoudi, M.[2], Hakimi, F.[2]

[*]soheil.eagderi@ut.ac.ir

1-Department of fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj. Iran.
2-Department of Environmental Protection Alborz Province. Karaj. Iran.

Abstract

This study was conducted in 2017 by sampling from 7 stations in the headwaters of the Taleghan River to study the habitat suitability of Brown trout, *Salmo trutta*. Sampling was carried out using an electrofishing device with three replications in each station. Eight environmental factors, including water temperature (°C), water depth (cm), river width (m), slope (degree), water velocity (m/s), average diameter of the dominant bedrock (cm), potamal width and elevations were measured. The values of suitability index of the studied factors in each station were determined and the arithmetic mean of the indices in all sampling stations was considered as the suitability index of that factor. The results showed that the most preferred temperature is in the range of 10-5-12°C, depth in 20-30cm, river width in of 2.5-3m, slope in 1.6-1.9, water velocity in 0.41-0.62m/s, elevation in 2250-300 m and average diameter of the dominant bedrock in 11-20cm, and the potamal width 1.8-3.6m were calculated. As a general conclusion, the Taleghan River had a moderate suitability for *S. trutta*.

Keywords: Taleghan River**,** Alborz Province, Caspian basin, Brown trout, Habitat suitability

[*]Corresponding author