

شیلات، مجله منابع طبیعی ایران  
دوره ۶۸، شماره ۲، پاییز ۱۳۹۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۹/۱۴

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۳/۲۰

ص ۴۰۹-۴۱۹

## بررسی شاخص مطلوبیت زیستگاه سیاه‌ماهی (*Capoeta gracilis*, Keyserling 1861) در رودخانه طالقان

- ❖ **مظاهر زمانی فرادنبه:** دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه شیلات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
- ❖ **سپهیل ایگدری\*:** استادیار گروه شیلات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
- ❖ **نرگس زارعی:** گروه تنوع زیستی، دانشکده محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.

### چکیده

در اجرای طرح‌های حفاظت از اکوسیستم‌های آبی و ماهیان، وجود دانش کافی درباره نیازهای زیستگاهی گونه‌های آبزی اهمیت بسزایی دارد. از این رو، این مطالعه با هدف شناخت شاخص‌های مطلوبیت ویژگی‌های زیستگاهی گونه سیاه‌ماهی (*Capoeta gracilis*) در محدوده پراکنش آن در رودخانه طالقان انجام شد. برای بررسی ویژگی‌های زیستگاهی این گونه در این رودخانه فراوانی این ماهی و متغیرهای زیستگاهی شامل ارتفاع، عمق، عرض، سرعت جریان، قطر متوسط سنگ بستر و دمای آب در ۳۳ ایستگاه از پایین‌دست به سمت بالادست رودخانه طالقان در مهرماه ۱۳۹۲ بررسی شد و محدوده زیستگاه انتخابی این گونه به دست آمد. مطابق نتایج، شاخص‌های مطلوبیت ویژگی‌های زیستگاهی این گونه ارتفاع ۱۴۰۰-۱۵۵۰ متر، عمق در دامنه ۴۰-۵۵ سانتی‌متر، عرض رودخانه با کم‌تر از ۵ متر، سرعت در دامنه ۰/۶-۰/۳ متر بر ثانیه، قطر متوسط سنگ بستر در دامنه ۳۰-۴۵ سانتی‌متر و دما در دامنه ۱۶-۱۸ درجه سانتی‌گراد قرار داشت. وجود این شرایط با شاخص مطلوبیت زیستگاه ۰/۸۱۳ نشان می‌دهد که رودخانه طالقان برای گونه سیاه‌ماهی زیستگاهی با کیفیت بسیار عالی است.

**واژگان کلیدی:** رودخانه طالقان، زیستگاه، سیاه‌ماهی، شاخص مطلوبیت، مدل.

## ۱. مقدمه

در ساخت مدل‌های مطلوبیت زیستگاه است که به شناخت اهمیت عوامل زیستگاهی در زندگی موجود کمک می‌کند (Tabatabaie *et al.*, 2014). در تعیین ارتباط بین یک گونه و ویژگی‌های محیطی، بایستی اطلاعات مربوط به حضور گونه، فراوانی آن و دامنه تغییرات فاکتورهای محیطی در آن ناحیه در نظر گرفته شوند (Tabatabaie *et al.*, 2014).

مدل‌های مطلوبیت زیستگاه<sup>۱</sup> (HSM) برای دامنه‌ای از شرایط زیستگاهی قابل انتظار در ناحیه مورد مطالعه به کار برده می‌شوند. در این مدل‌ها تعداد کمی از ایستگاه‌های متعلق به زیستگاه ارزیابی می‌شوند. سپس مقادیر شاخص مطلوبیت زیستگاه<sup>۲</sup> (HSI) محاسبه می‌شود. هدف این مطالعات می‌تواند برای تعیین ایستگاه‌هایی با کیفیت عالی (۱-۰/۷)، ایستگاه‌های با کیفیت متوسط (۰/۷-۰/۳) و ایستگاه‌های با کیفیت کم (۰-۰/۳) (Brooks, 1997) باشد. به منظور تعیین در دسترس بودن زیستگاه برای بسیاری از گونه‌های آب شیرین، لب‌شور و شور یا تعیین ترجیح یا نیاز زیستگاهی گونه مورد بررسی باشد که عموماً با هدف پیش‌بینی تأثیرات فعالیت‌های انسانی انجام می‌شود (Brown *et al.*, 2000).

اگرچه شاخص‌های مطلوبیت (SI) به طور جداگانه‌ای برای متغیرهای زیستگاهی متفاوت از قبیل پوشش گیاهی، اندازه بستر، عمق و سرعت و فراوانی افراد یک گونه محاسبه می‌شوند، اما این SIها نیازمند ترکیب شدن با یکدیگرند (Bovee, 1986). اغلب محققان برای دستیابی به HSI مرکب، SI هر یک از متغیرهای زیستگاهی را در یکدیگر ضرب می‌کنند. این مدل‌ها به منزله روش نموی یا روش اشتراک مطلوبیت

ماهیان برای ادامه حیات و رشد به زیستگاهی نیاز دارند که همه شرایط برای بقا و موفقیت آن‌ها را فراهم کند (Yoakum *et al.*, 1980). از این رو، فاکتورهای مختلف زیستگاهی در کنترل توزیع گونه‌ای و تنظیم ساختار جمعیت ماهیان رودخانه‌ای اهمیت بسزایی دارد. در تعیین این فاکتورها، برخی مطالعات برهمکنش‌های زیستی را به منزله فاکتور مؤثر در اولویت‌های انتخاب زیستگاه از سوی ماهیان معرفی می‌کنند (Meador and Matthews, 1992)؛ در حالی که برخی دیگر عوامل غیرزنده را مهم می‌دانند (Zalewski *et al.*, 1990; Rahel and Hubert, 1991). در این بین، ویژگی‌های هیدرولوژیکی رودخانه‌ها تأثیر بسزایی در ساختار جمعیت و پویایی جمعیت ماهیان ساکن در رودخانه‌ها دارد (Moyle *et al.*, 2010). به علاوه، اجتماعات ماهیان نسبت به تأثیرات فعالیت‌های انسانی از جمله تخریب زیستگاه طبیعی به دلیل فعالیت‌هایی از قبیل کانال‌کشی رودخانه‌ها، فعالیت‌های کشاورزی نامناسب و اختلال در نواحی ساحلی مجاور رودخانه‌ها واکنش نشان می‌دهند (Yoakum *et al.*, 1980).

حضور یک گونه در محیط نشان می‌دهد که:

۱. شرایط محیطی اجازه رشد به آن گونه را می‌دهد،
۲. برهمکنش‌های بین گونه‌ها (صیادی، رقابت و همزیستی) حضور گونه را ممکن کرده است و
۳. محیط به شکل واقعی در دسترس است و توانایی پراکنش را به گونه می‌دهد (Hirzel and Lay, 2008). از این رو، روابط بین شرایط زیستگاهی و فراوانی افراد یک گونه پیش‌فرض‌های مورد استفاده

1. Habitat Suitability Models

2. Habitat Suitability Index

مسیر دستخوش فعالیت‌های انسانی، از جمله اجرای طرح‌های سدسازی و انتقال آب به نواحی دوردست، پل‌سازی، احداث جاده در حاشیه رودخانه، احداث مزارع و باغات در حاشیه رودخانه و برداشت شن و ماسه از بستر رودخانه شده است (National geographical organization, 2004).

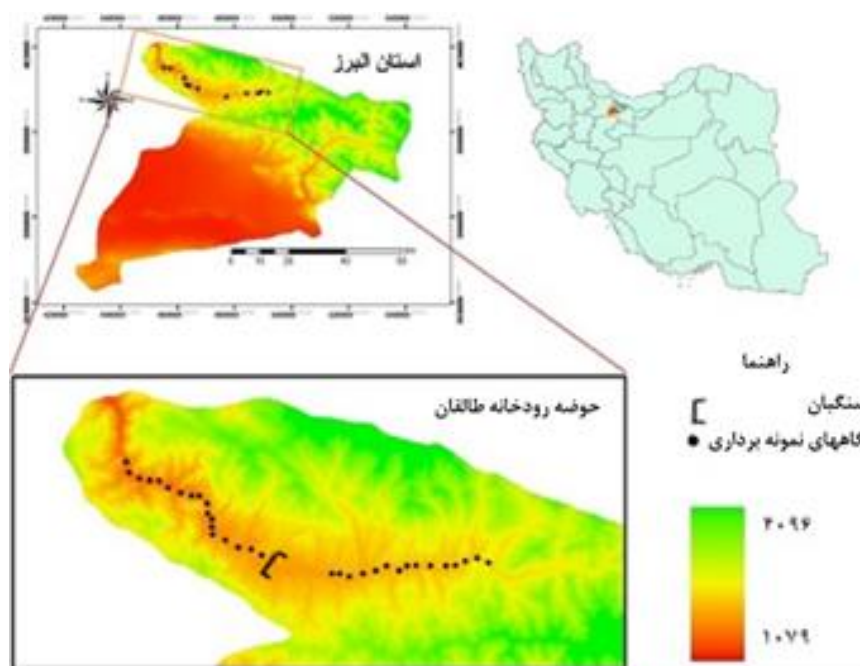
نمونه‌برداری در مهرماه ۱۳۹۲ در طولی بیش از ۹۰ کیلومتر از رودخانه طالقان از پایین دست به سمت بالادست در ۳۳ ایستگاه (با فواصل کم‌تر از ۵ کیلومتر بر اساس (Lotfi, 2012)) به کمک دستگاه الکتروشوکر (Samus Mp750) انجام شد (شکل ۱). ایستگاه‌ها به نحوی انتخاب شدند که همه تنوع زیستگاهی در دسترس را شامل شوند (Lotfi, 2012). در هر ایستگاه، طول ایستگاه نمونه‌گیری در حدود ۳۰ متر بود، نمونه‌گیری در زیستگاه‌های مختلف موجود در رودخانه در سه مسیر مختلف در خلاف جهت جریان انجام شد (Johnson and Arunachalam, 2009). در همه ایستگاه‌ها از تورهای پشتیبان در بالادست و پایین دست ایستگاه برای جلوگیری از فرار ماهیان استفاده شد (Price and Peterson, 2010). طی نمونه‌گیری سعی شد همه نمونه‌های موجود صید شوند. نمونه‌ها بعد از جمع‌آوری در محلول گل میخک ۰/۱ درصد بیهوش شدند و از سمت چپ آن‌ها عکس‌برداری شد. شناسایی نمونه‌های صیدشده به کمک کلیدهای شناسایی ماهیان آب‌های داخلی ایران (Coad, 2014) و Abdoli and Naderi (2009) انجام و تعداد هر گونه شمارش شد. در پایان، پس از اطمینان از بازیابی قدرت شنای نمونه‌ها، همه ماهیان صیدشده به رودخانه بازگردانده شدند (Price and Peterson, 2010).

زیستگاه شناخته می‌شوند (Brown et al., 2000). این روش بر این فرض استوار است که متغیرهای زیستگاهی از سوی ماهیان به طور مستقل از یکدیگر انتخاب می‌شوند. به طوری که ضرب SI‌های تکی مشابه ضرب احتمالات با همدیگر است (Bovee, 1986).

سیاه‌ماهی (*Capoeta gracilis*, Keyserling 1861)، متعلق به خانواده کپورماهیان (*Cyprinidae*)، از گونه‌های باارزش از نظر صید ورزشی و شیلاتی و از جمله فراوان‌ترین گونه در رودخانه‌های حوضه جنوبی دریای خزر است (Anvarifar et al., 2012; Coad, 2014). این گونه در قسمت‌های پایینی و میانی همه رودخانه‌های حوضه جنوبی دریای خزر با آب شفاف تا گل‌آلود، بستر قلوه‌سنگی همراه با ماسه و گل‌ولای زیست می‌کند (Abdoli, 2000). از آن‌جا که در اجرای طرح‌های حفاظت از اکوسیستم‌های آبی و ماهیان، وجود دانش در مورد نیازهای زیستگاهی گونه‌های آبی اهمیت بسزایی دارد، از این رو این مطالعه با هدف شناخت شاخص‌های مطلوبیت ویژگی‌های زیستگاهی و شاخص مطلوبیت زیستگاه این گونه در محدوده پراکنش آن در رودخانه طالقان بر اساس الگوی فراوانی به اجرا درآمد.

## ۲. مواد و روش کار

رودخانه طالقان واقع در حوضه جنوبی دریای خزر از سرشاخه‌های مهم رودخانه سفیدرود است که از منطقه طالقان و ارتفاعات الموت و البرز در شرق استان البرز سرچشمه می‌گیرد و بعد از طی مسیری طولانی و پیوستن به رودخانه قزل‌اوزن در منطقه منجیل، با تشکیل رودخانه سفیدرود، وارد دریای خزر می‌شود. این رودخانه به دلیل طول زیاد، در طی



شکل ۱. موقعیت استان البرز، رودخانه طالقان و ایستگاه‌های نمونه‌برداری

شناور (Hasanli, 2000) سرعت جریان رودخانه سه بار اندازه‌گیری و میانگین آن‌ها بعد از ضرب در ضریب اصلاحی درصد غوطه‌وری جسم شناور یعنی  $0/88$  (Mahdavi, 2011) به‌منزله متوسط سرعت جریان (m/s) در هر ایستگاه در نظر گرفته شد (Lotfi, 2012). دما نیز در هر ایستگاه به‌طور تصادفی در سه نقطه از ایستگاه به کمک دستگاه الکترونیکی قابل حمل (WTW) ثبت شد و میانگین این سه عدد به‌منزله دما در هر ایستگاه در نظر گرفته شد. قطر متوسط سنگ غالب بستر با میانگین‌گیری از قطعات سنگ بستر به‌طور تصادفی در طی ۲۰ کوادرات (با ابعاد ۵۰ در ۵۰ سانتی‌متر) ثبت شد (Platts et al., 1983).

دامنه ارزش بهینه هر یک از پارامترهای زیستگاهی (شاخص مطلوبیت، SI) که فراوانی

در همه ایستگاه‌ها، بلافاصله بعد از نمونه‌گیری، متغیرهای محیطی شامل ارتفاع (m)، عرض (cm)، عمق (cm)، سرعت جریان آب (cm/s)، دما ( $^{\circ}\text{C}$ ) و قطر متوسط سنگ غالب بستر (cm) سنجش شدند. در هر ایستگاه ارتفاع از سطح دریا و موقعیت جغرافیایی محل به کمک دستگاه موقعیت‌یاب جهانی<sup>۱</sup> (GPS) ثبت شد. عرض رودخانه با استفاده از متر نواری در سه نقطه پایین‌دست، وسط و بالادست هر ایستگاه اندازه‌گیری و میانگین آن‌ها به‌منزله عرض رودخانه در هر ایستگاه در نظر گرفته شد. عمق رودخانه در هر ایستگاه در ۲۰ نقطه اندازه‌گیری شد و میانگین این اعداد به‌منزله عمق رودخانه در نظر گرفته شد (Gorman and Karr, 1978; Pusey et al., 1993). به کمک الگوی جسم

1. Global Positioning System

برای هر یک از فاکتورهای زیستگاهی (مستقل) مورد مطالعه است.

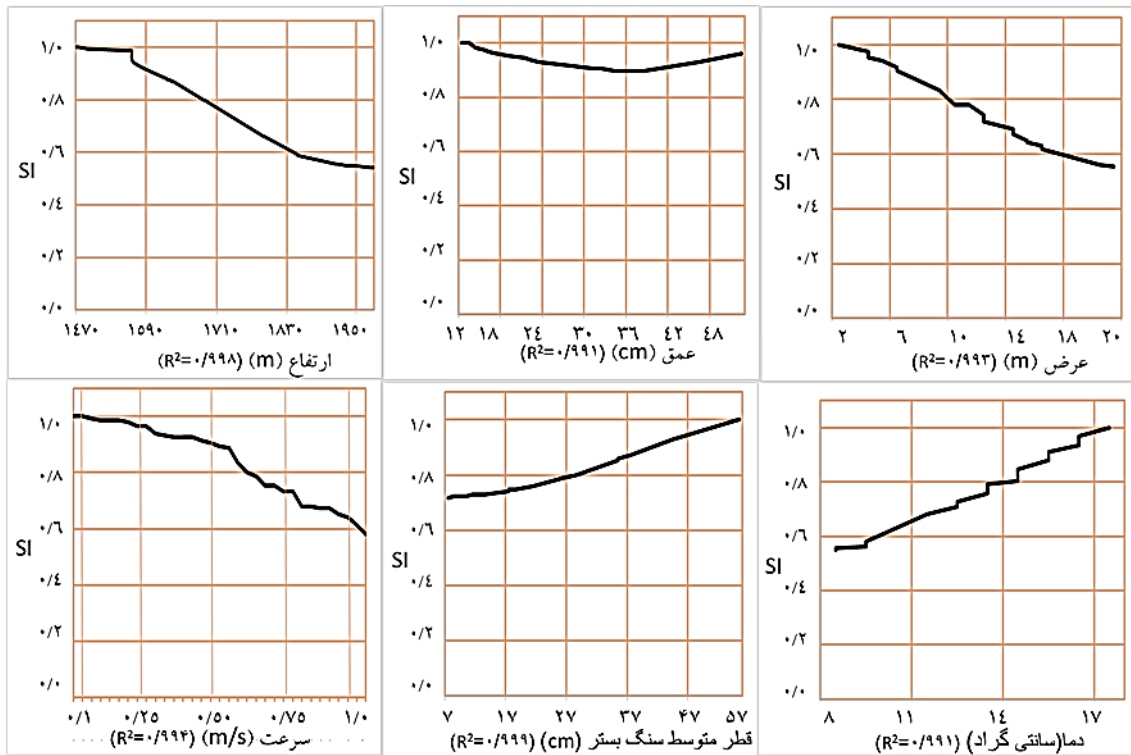
### ۳. نتایج

نتایج نشان داد که مطلوب‌ترین ارتفاع در دامنه ۱۵۵۰-۱۴۰۰ متر با شاخص مطلوبیت ۰/۳۹، مطلوب‌ترین عمق در دامنه ۵۵-۴۰ سانتی‌متر با شاخص مطلوبیت ۰/۴۲، مطلوب‌ترین عرض در مقادیر کم‌تر از ۵ متر با شاخص مطلوبیت ۰/۳۲، مطلوب‌ترین سرعت در مقادیر ۰/۶-۰/۳ متر بر ثانیه با شاخص مطلوبیت ۰/۳۸، مطلوب‌ترین قطر متوسط سنگ بستر در مقادیر ۶۰-۴۵ سانتی‌متر با شاخص مطلوبیت ۰/۳۳، مطلوب‌ترین دما در مقادیر بیش‌تر از ۱۸-۱۶ درجه سانتی‌گراد با شاخص مطلوبیت ۰/۳۳ قرار دارند (جدول ۱).

مقادیر شاخص مطلوبیت هر یک از فاکتورهای محیطی برای گونه سیاه‌ماهی در رودخانه طالقان در جدول ۲ آورده شده است. در بین متغیرهای مورد بررسی، عمق دارای بیش‌ترین (۰/۹۳۸) و ارتفاع دارای کم‌ترین (۰/۷۶۳) مقدار شاخص مطلوبیت برای گونه سیاه‌ماهی در این رودخانه بود. محاسبه شاخص مطلوبیت زیستگاه نشان داد که میزان HSI رودخانه طالقان برای گونه سیاه‌ماهی برابر ۰/۸۱۳ است.

نتایج همچنین نشان داد که تمامی متغیرهای زیستگاهی مورد بررسی رابطه معنی‌دار و همبستگی بالایی با شاخص‌های مطلوبیت ویژگی‌های زیستگاهی دارند (شکل ۲) که بیانگر رابطه بالای این فاکتورها با حضور و فراوانی گونه سیاه‌ماهی است.

نمونه‌ها در ایستگاه‌های نمونه‌برداری را تحت تأثیر قرار می‌دهند و نیز طبقات هر یک از فاکتورهای زیستگاهی با در نظر گرفتن زیستگاه انتخاب‌شده به کمک 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 به طبقاتی تقسیم می‌شود و ارزش مقدار بهینه هر طبقه (SI) مشخص می‌شود. ارزش مقدار بهینه (SI) طبق رابطه  $SI_{c,i} = \%Uc,i / \%Ac,i$  به دست آمد که در این رابطه  $c$  متغیری محیطی است،  $i$  طبقه آن متغیر،  $\%Uc,i$  درصد استفاده ماهی از طبقه‌ای خاص از هر یک از متغیرهای محیطی و  $\%Ac,i$  درصد در دسترس بودن آن متغیر محیطی است (Guay *et al.*, 2000; Waddle, 2012). برای تعیین شاخص مطلوبیت هر یک از ویژگی‌های مورد بررسی در رودخانه طالقان، مقادیر عددی مطلوبیت هر ایستگاه تعیین و میانگین حسابی شاخص‌های مطلوبیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری به منزله شاخص مطلوبیت آن ویژگی در رودخانه طالقان تعیین شد. به منظور محاسبه شاخص مطلوبیت زیستگاه (HSI) کل برای گونه مورد مطالعه در رودخانه طالقان از رابطه میانگین هندسی  $HSI = (SI1 \times SI2 \times \dots \times SIn)^{1/n}$  (Leaver *et al.*, 2002; Chen *et al.*, 2009; Chen *et al.*, 2010) استفاده شد. در این معادله به علت این که 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 SI1 تا SIn به ترتیب شاخص مطلوبیت



شکل ۲. نمودارهای رابطه مقادیر مطلوبیت زیستگاه و متغیرهای زیستگاهی

جدول ۱. طبقات هر متغیر که گونه مورد نظر در آن‌ها وجود دارد و شاخص مطلوبیت (SI) برای آن‌ها

متغیر	طبقه‌بندی متغیر	SI	متغیر	طبقه‌بندی متغیر	SI	متغیر	طبقه‌بندی متغیر	SI
ارتفاع	۱۴۰۰- < ۱۵۵۰	۰/۳۹	عرض	۰- < ۵	۰/۳۲	دما	۸- < ۱۰	۰/۱۱
	۱۵۵۰- < ۱۷۰۰	۰/۳۱		۵- < ۱۰	۰/۲۴		۱۰- < ۱۲	۰/۲۴
	۱۷۰۰- < ۱۸۵۰	۰/۱۵		۱۰- < ۱۵	۰/۱۶		۱۲- < ۱۴	۰/۱۱
	۱۸۵۰- < ۲۰۰۰	۰/۱۶		۱۵- < ۲۰	۰/۱۵		۱۴- < ۱۶	۰/۲۱
سرعت	۰- < ۰/۳	۰/۳۳	عمق	۲۰- < ۲۵	۰/۱۳	قطر متوسط سنگ بستر	۱۶- < ۱۸	۰/۳۳
	۰/۳- < ۰/۶	۰/۳۸		۱۰- < ۲۵	۰/۳۵		۰- < ۱۵	۰/۱۷
	۰/۶- < ۰/۹	۰/۲		۲۵- < ۴۰	۰/۲۳		۱۵- < ۳۰	۰/۲۱
	۰/۹- < ۱/۲	۰/۰۸		۴۰- < ۵۵	۰/۴۲		۳۰- < ۴۵	۰/۲۸
						۴۵- < ۶۰	۰/۳۴	

جدول ۲. مقادیر شاخص مطلوبیت کل برای هر متغیر و شاخص مطلوبیت زیستگاه (HSI) رودخانه طالقان برای گونه سیاه‌ماهی

HSI	دما	قطر سنگ بستر	سرعت جریان	عرض	عمق	ارتفاع	SI
۰/۸۱۳	۰/۷۸۸	۰/۷۶۹	۰/۸۴۱	۰/۷۹۱	۰/۹۳۸	۰/۷۶۳	SI

#### ۴. بحث و نتیجه‌گیری

مقادیر شاخص مطلوبیت فاکتور سرعت برای گونه سیاه‌ماهی (*C. gracilis*) در رودخانه طالقان نشان می‌دهد که فاکتور سرعت دارای رابطه منفی با مقادیر شاخص مطلوبیت است و به عبارت دیگر نواحی با سرعت کم دارای مقادیر بیش‌تری از SI است. در حالی که تغییرات مقادیر SI برای فاکتور عمق چندان مشخص نبود و این تغییرات در حد کم‌تر از ۰/۱ در دامنه تغییرات عمق در این رودخانه است. نتایج مطالعات دیگر نشان می‌دهد که فاکتورهای عمق و سرعت آب دو فاکتور غالب و مؤثر در پراکنش و فراوانی افراد گونه‌های ماهیان در زیستگاه است (Baker and Ross, 1981). این در حالی است که تأثیر متغیر سرعت در پراکنش ماهیان بیش‌تر از متغیر عمق است؛ بنابراین به کمک فاکتور سرعت (Teresa and Casatti, 2013) به خوبی می‌توان فراوانی بسیاری از گونه‌های آبی در رودخانه‌ها را پیش‌بینی کرد. مطالعه Baker and Ross (1981) نشان می‌دهد تعداد زیادی از ماهیان، به‌ویژه ماهیان در اندازه‌های کوچک‌تر، به حاشیه رودخانه محدود می‌شوند، زیرا قسمت‌های میانی رودخانه سرعت بالاتر یا عمق بیش‌تر یا هر دو را دارند. به علاوه، در جریان‌ات کم، عمق و پوشش جلبکی در دسترس، همانند سرعت، در دامنه مطلوب برای زندگی ماهیان خواهند بود (Light-foot and Jones., 1979). بنا بر نتایج این تحقیق، دامنه بالایی از عمق مورد بررسی می‌تواند مطلوبیت مشابهی را برای سیاه‌ماهی فراهم کند. این وضعیت احتمالاً به دلیل توزیع یکسان ذخایر غذایی مناسب از جمله حشرات آبی و جلبک‌های پوششی

(پریفیتون) روی سنگ‌های بستر به منزله مواد غذایی این گونه در همه زیستگاه‌هاست که موجب شده است اثرگذاری فاکتور عمق به حداقل کاهش یابد. نتایج همچنین نشان داد که افزایش فاکتور ارتفاع تأثیر منفی در مطلوبیت زیستگاه انتخابی در گونه سیاه‌ماهی در این مطالعه دارد و در ارتفاعات کم‌تر، شاخص مطلوبیت بیش‌تر بود. مطالعات نشان می‌دهند که فاکتور ارتفاع از جمله فاکتورهای مهم در زیستگاه انتخابی و فراوانی گونه‌های ماهیان در بسیاری از رودخانه‌هاست (Porter et al., 2000). این نتیجه‌گیری را می‌توان با در نظر گرفتن چند فاکتور دیگر از جمله سرعت جریان، دما و شیب بهتر تفسیر کرد. انتظار می‌رود که با کاهش ارتفاع، شیب بستر رودخانه و در نتیجه سرعت جریان آب کاهش یابد که این شرایط بسیار مطلوب برای گونه سیاه‌ماهی است. از سوی دیگر هم انتظار می‌رود که با کاهش ارتفاع، دمای هوای محیط و در نتیجه دمای آب رودخانه افزایش یابد (Ardakani, 2001) و مطابق نتایج، افزایش دما منجر به افزایش فراوانی ماهیان در ایستگاه‌ها شده و در نتیجه مقادیر شاخص مطلوبیت در دماهای بالا افزایش یافته است. این نتایج احتمالاً به دلیل ارتباط بین دما و نرخ واکنش‌های متابولیکی و مصرف انرژی، تولیدمثل، رشد و رفتار گونه‌هاست (Beamish et al., 2006). تفاوت‌ها در دمای آب، سرعت و مقدار جریان این امکان را برای برخی گونه‌ها فراهم می‌کند که از بسترهای تخم‌ریزی مشابهی در دوره‌های متفاوت سال استفاده کنند (Littlejohn et al., 1985).

درباره فاکتور عرض رودخانه، نتایج نشان داد نواحی‌ای از رودخانه که دارای عرض کم‌تر بودند

(Hickey, 1990). بالاتر بودن مطلوبیت بسترهایی که قطعات سنگی بزرگ دارند احتمالاً به دلیل این است که قطعات بزرگ سنگ می‌توانند به‌منزله پناهگاهی در برابر جریان استفاده شوند و به دلیل ایجاد سطح بزرگ‌تر و فضای مرده بیشتر در پشت سنگ تراکم بیشتر تری از مواد غذایی آبی در زیر سنگ‌های بستر رشد می‌کنند. بنابراین قطعات سنگی بزرگ به‌منزله منبع تأمین‌کننده غذا نیز مطرح‌اند (Li *et al.*, 2009).

مطابق مطالعات نقش فاکتورهای محیطی در زیستگاه انتخابی ماهیان، اهمیت نسبی هر فاکتور در فراوانی و انتخاب زیستگاه در گونه‌های آبی به صورت زیر تعیین می‌شود: بستر < سرعت < عمق (Li *et al.*, 2009). در این مطالعه نیز زیستگاه انتخابی سیاه‌ماهی (*C. gracilis*) دارای ارتفاع کم‌تر، عرض کم‌تر، سرعت جریان کم‌تر، سنگ‌های درشت‌تر و دمای بالاتر است. وجود این شرایط در رودخانه طالقان موجب شده است که این رودخانه برای سیاه‌ماهی زیستگاه بسیار عالی برای زیست باشد. مقدار شاخص مطلوبیت زیستگاه مرکب حاصل از میانگین هندسی (۰/۸۱۳) نشان می‌دهد که رودخانه طالقان برای گونه سیاه‌ماهی دارای مطلوبیت عالی است.

تعداد بیشتری از افراد سیاه‌ماهی (مقادیر بیش‌تر SI) را در خود جای داده‌اند. مطالعات نشان می‌دهد که زیستگاه‌های با عرض رودخانه بیشتر مطلوبیت کمی برای زیستن دارند و گونه‌های مختلف ماهیان ترجیح می‌دهند در زیستگاه‌های کم‌عرض زیست کنند (Littlejohn *et al.*, 1985). مطالعه Horowitz (1978) نیز نشان داد که بسیاری از ماهیان ساکن در رودخانه‌های کوچک در انتخاب زیستگاه عام‌گرا هستند. بنابراین گونه سیاه‌ماهی نیز از الگوی مشابه سایر ماهیان رودخانه‌ای تبعیت می‌کند. فاکتورهایی چون عمق، دما، شفافیت آب و تولید پریتون به طور غیرمستقیم تحت تأثیر فاکتور عرض رودخانه است. بنابراین عرض بیشتر رودخانه سبب شدت جریان، عمق و پوشش جلبکی کم‌تر خواهد شد.

همچنین ارتباط مثبت بین شاخص مطلوبیت با قطر متوسط سنگ بستر نشان‌دهنده نقش مثبت قطعات سنگی بزرگ در افزایش تعداد گونه سیاه‌ماهی در رودخانه طالقان است. مطالعات نشان داده‌اند که نوع و اندازه مواد تشکیل‌دهنده بستر و سرعت جریان فاکتورهای مهمی در انتخاب زیستگاه‌اند و اجتماعات بزرگی از آبیان به شدت با ترکیب بستر و در نتیجه سرعت جریان مرتبط‌اند و ضرورتاً با فاکتور عمق آب ارتباط دارند (Jowett *et al.*, 1990; Gore *et al.*, 2001; Jowett and Richardson, 1990; Quinn and



## References

- [1]. Abdoli, A. (2000). The Inland Water Fishes of Iran. Tehran: Iranian Museum of Nature and Wildlife. 378 pp. (In Persian).
- [2]. Abdoli, A., Naderi, M. 2009. Biodiversity of Fishes of the Southern Basin of the Caspian Sea. Abzian Scientific Publication, pp242 (in Persian).
- [3]. Anvarifar, H., Farahmand, H., Rahmani, H., Nematollahi, M.A., Karami, M., Akbarzade, A. 2012. Investigation of morphometric variation and differentiation Siah Mahi, *Capoeta capoeta gracilis*, in Tajan River. Iranian journal of Biology, 25 (4): 517-535.
- [4]. Ardakani, M. R. 2001. Ecology. Tehran: University of Tehran publication. 340 p. (In Persian)
- [5]. National geographical organization. 2004. The Gazetteer of rivers in the I.R of Iran. Caspian Sea watershed. Third volume. 312pp.
- [6]. Baker, J.A., Ross, S.T. 1981. Spatial and temporal resource utilization by south eastern cyprinids. Copeia; 178-89.
- [7]. Beamish, F.W.H., Sa-ardrit, P., Tongnunui, S. 2006. Habitat characteristics of the cyprinidae in small rivers in Central Thailand. Environmental Biology of Fish, 76: 237–253.
- [8]. 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 Service Biological Report, 86(7): 1–235.
- [9]. Brooks, R.P. 1997. Improving Habitat Suitability Index Models. Wildlife Society Bulletin, 25 (1): 163-167.
- [10]. Brown, S.K., Buja, K.R., Jury, S.H., Monaco, M.E., Banner, A. 2000. Habitat suitability index models for eight fish and invertebrate species in Casco and Sheepcote bays, Maine. North American Journal of Fisheries Management, 20: 408–435.
- [11]. 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.
- [12]. Chen, X., Tian, S., Chen, Y., Liu, B. 2010. A modeling approach to identify optimal habitat and suitable fishing grounds for neon flying squid (*Ommastrephes bartramii*) in the Northwest Pacific Ocean. Fishery Bulletin, 108 (1).
- [13]. Coad, B. 2014. Fresh water fishes of Iran. Available from [www.Briancoad.com](http://www.Briancoad.com). Accessed 1st April 2014.
- [14]. De Kerckhove, D.T., Smokorowski, K.E., Randall, R.G., Department of Fisheries and Oceans, Sault Ste. Marie, ON (Canada). Great Lakes Lab. for Fisheries and Aquatic Sciences. 2008. A primer on fish habitat models (No. 2817). DFO, Sault Ste. Marie, ON (Canada).
- [15]. Gore, J.A., Layzer, J.B., Mead, J. 1978. Macroinvertebrate instream flow studies after 20 years: a role in stream management and restoration. Regulated Rivers Researches Manage 2001; 17: 527–42.
- [16]. Gorman, O.T. Karr, J.R. 1978. Habitat structure and stream fish communities. Ecology, 59: 507-515.
- [17]. Guay, J.C., Boisclair, D., Leclerc, M., Lapointe, M. 2003. Assessment of the transferability of biological habitat models for Atlantic salmon parr (*Salmo salar*). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 60: 1398-1408.
- [18]. Hasanli, A.M. 1999. Diverse methods to water measurement (Hydrometry). Shiraz University publication. 265pp. (In Persian)

- [19]. Hirzel, A.H., Lay, G.L. 2008. Habitat suitability modelling and niche theory. *Journal of Applied Ecology*, 45: 1372–1381.
- [20]. Horowitz, R.J. 1978. Temporal variability patterns and the distributional patterns of stream fish. *Ecological monogram*, 48: 307-21.
- [21]. Johnson, J.A., Arunachalam, M. 2009. Diversity, distribution and assemblage structure of fishes in streams of southern Western Ghats, India. *Journal of Threatened Taxa*, 1(10): 507-513.
- [22]. Jowett, I.G., Richardson, J.Y. 1990. Microhabitats of benthic invertebrates in a New Zealand river and the development of in-stream flow-habitat models for *Deleatidium* spp. *NZ J Mar Freshwater Res*, 24: 19–30.
- [23]. Jowett, I.G., Richardson, J.Y., Biggs, B.J. 1991. Microhabitat preferences of benthic invertebrates and the development of generalized *Deleatidium* spp. Habitat suitability curves, applied to four New Zealand Rivers. *NZ J Mar Freshwater Res*, 25: 187–99.
- [24]. Li, F., Cai, O., Fu, X., 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 Reservoir region, China. *Progress in Natural Science*, 19: 359–367.
- [25]. Light-foot, G.W., 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.
- [26]. 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.
- [27]. Lotfi, A. 2012. *Guideline on rapid assessment of environmental features of rivers*. Environment Protection Department of Iran Publication. 120 p. (In Persian)
- [28]. Mahdavi, M. 2011. *Applied Hydrology*. Tehran: University of Tehran publication (2<sup>nd</sup> ed.). 342 p. (In Persian)
- [29]. Meador, M.R., Matthews, W.J. 1992. Spatial and temporal patterns in fish assemblage structure of an intermittent Texas stream. *American Midland Naturalist*, 106-114.
- [30]. Moyle, P.B., Lund, J.R., Bennett, W.A., Fleenor, W.E. 2010. Habitat variability and complexity in the upper San Francisco Estuary. *San Francisco Estuary and Watershed Science*, 8(3).
- [31]. Platts W.S., Megahan W.F., 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.
- [32]. 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.
- [33]. Porter, M.S., Rosenfeld, J., Parkinson, E.A. 2000. Predictive models of fish species distribution in the Blackwater drainage, British Columbia. *North American Journal of Fisheries Management*, 20 (2): 349-359.
- [34]. 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.
- [35]. Quinn, J.M., Hickey, C.W. 1990. Characterization and classification of benthic invertebrate communities in 88 New Zealand rivers in relation to environmental factors. *NZ J Mar Freshwater Res*, 24: 387–409.
- [36]. Rahel, F.J., Hubert, W.A. 1991. Fish assemblages and habitat gradients in a Rocky Mountain–Great Plains stream: biotic zonation and additive patterns of community change. *Transactions of the American Fisheries Society*, 120(3): 319-332.

- [37]. Tabatabaie, S.N., Hashemzade, A., Eagderi, S., Zamani Faradonbe, M. 2014. Determinative factors in habitat preference of *Paracobitis iranica* (Nalbant & Bianco 1998) in Kordan River, Namak lake watershed. *Journal of Aquatic ecology*, 3 (4): 1-9. (In Persian)
- [38]. Teresa, F.B., and Casatti, L. 2013. Development of habitat suitability criteria for Neotropical stream fishes and an assessment of their transferability to streams with different conservation status. *Neotropical Ichthyology*.
- [39]. Waddle, T.J. (Ed.). 2012. PHABSIM for Windows user's manual and exercises: U.S. Geological Survey Open-File Report 2001-340. 288 p.
- [40]. Yoakum, J., Dasmann, W.P., Sanderson, H.R., Nixon, C.M., Crawford, H.S. 1980. Habitat improvement techniques. *Wildlife Techniques Manual* (SD Schemnitz, Ed.). The Wildlife Society, Washington, DC, 329-403.
- [41]. Zalewski, M., Frankiewicz, P., Przybylski, M., Banbura, J., Nowak, M. 1990. Structure and dynamics of fish communities in temperate rivers in relation to the abiotic-biotic regulatory continuum concept. *Polskie Archiwum Hydrobiologii*.

