نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی
Journal homepage: http://jair.gonbad.ac.ir
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه گنبد کاووس

# تعیین شاخص مطلوبیت زیستگاه و مهمترین عوامل اثرگذار بر الگوی پراکنش سیاه‌ماهی *Capoeta razii* Jouladeh-Roudbar, Eagderi, Ghanavi and Doadrio, 2017 در رودخانه رودبابل، استان مازندران

آزاده مرادپور درازکلایی[1]، سارا حق‌پرست*[2]، حسین رحمانی[3]، عباسعلی آقایی‌مقدم[4]
[1] دانشجوی کارشناسی ارشد شیلات، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
[2] استادیار گروه شیلات، دانشکده علوم دامی وشیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
[3] دانشیار گروه شیلات، دانشکده علوم دامی وشیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
[4] استادیار، مرکز تحقیقات ذخایر آبزیان آبهای داخلی گرگان- موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان ترویج و آموزش تحقیقات کشاورزی، گرگان، ایران

**نوع مقاله:**
پژوهشی اصیل

**تاریخچه مقاله:**
دریافت: ۹۷/۱۰/۲۹
پذیرش: ۹۸/۰۱/۲۲

**نویسنده مسئول مکاتبه:**
سارا حق‌پرست، استادیار گروه شیلات، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
ایمیل: s.haghparast@sanru.ac.ir

**چکیده**

**حضور-عدم‌حضور و فراوانی هر گونه ماهی در یک زیستگاه رودخانه‌ای تحت‌تأثیر عوامل متعددی قرار می‌گیرد و آن‌ها دامنه‌های خاصی (محدود یا وسیع) از تغییرات هر فاکتور زیستگاهی را ترجیح می‌دهند. مطالعه حاضر با هدف بررسی شاخص مطلوبیت زیستگاه سیاه‌ماهی (*C. razii*) و تأثیر عوامل زیستگاهی بر پراکنش و فراوانی آن در رودخانه رودبابل، از سرشاخه‌های بابلرود، استان مازندران انجام گرفت. برای این منظور نمونه‌برداری از ماهیان در طی دو هفته اول در دی ماه ۱۳۹۶ در ۲۰ ایستگاه انجام و در هر ایستگاه ۱۰ فاکتور زیستگاهی اندازه‌گیری شد. در کل دوره، نمونه‌برداری از هر ایستگاه یکبار صورت گرفت. سپس منحنی‌های مطلوبیت زیستگاه برای هر یک از متغیرها و در هر ایستگاه با استفاده از نرم‌افزار HABSEL به‌دست آمد. همچنین تعیین الگوی پراکندگی باتوجه به فراوانی سیاه‌ماهی در هر ایستگاه و ارتباط بهترین متغیرهای زیستگاهی با آن از طریق آنالیز dbRDA در نرم‌افزار Primer+Permanova-6 انجام گرفت. براساس نتایج حاصل از آنالیز HABSEL سیاه‌ماهی در سرشاخه رودبابل، مکان‌هایی با عرض زیاد، سرعت جریان کم، دمای ۱۴ تا ۱۸ درجه سانتی گراد، عمق متوسط (۲۲ تا ۳۰ سانتی متر)، ارتفاع متوسط (۱۸۰-۱۴۰ متر)، ضریب هدایت الکتریکی (۳۰۰-۲۶۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر)، قلوه سنگ‌های ریز (۱۲۵-۱۰۰ میلی‌متر)، اکسیژن محلول بالا (۱۳-۱۲ میلی‌گرم بر لیتر)، پوشش گیاهی (درختچه‌زار و بوته‌زار) به‌همراه سایه (۴۱ تا ۷۰٪) را ترجیح می‌دهد. همچنین گراف dbRDA براساس مدل DistLM نشان داد متغیرهای عمق و عرض رودخانه در درجه اول و سرعت جریان و ضریب هدایت الکتریکی در درجه دوم در ایجاد اختلافات فراوانی سیاه‌ماهی میان ایستگاه‌های مختلف نقش داشتند.**

***واژه‌های کلیدی:***
***C. razii*،شاخص مطلوبیت زیستگاه، پارامترهای محیطی، رودخانه بابلرود**

## ۱ | مقدمه

مطالعه ماهیان در اکوسیستم‌های آبی از لحاظ تکاملی، بوم‌شناسی، رفتارشناسی، حفاظت، مدیریت و بهره‌برداری از ذخایر و پرورش آن‌ها حائز اهمیت است (Lagler *et al.*, 1962). در این میان، زیستگاه به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل در حفاظت از گونه‌ها مطرح است، زیرا با تعیین خصوصیات زیستگاهی موردپسند به‌وسیله گونه‌های در معرض خطر، می‌توان طرح‌های حفاظتی ارائه کرد (Dolatpour *et al.*, 2016). نهرها و رودخانه‌ها اکوسیستم‌هایی هستند که به منظور درک ماهیت و گستردگی روابط آن در مجموعه سیمای محیط، می‌بایست طبیعت آن‌ها را شناخت (Mikaeeli *et al.*, 2006). زیست‌شناسان و افرادی که رودخانه‌ها را مطالعه می‌کنند، به خوبی می‌دانند که گونه‌های آبی در ارتباط با پیدا کردن زیستگاه‌های اختصاصی (Nich) رفتار مشابه‌ای دارند (Odum, 1971). هرگونه ماهی زیستگاه خاصی را ترجیح می‌دهد و این زیستگاه جایی است که یک ماهی زندگی می‌کند و باید دارای ویژگی‌های مطلوب از قبیل اکسیژن کافی، دمای قابل


© ۱۳۹۹ | دانشگاه گنبدکاووس

[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-07-11 ]
[ DOI: 10.22034/jair.8.4.1 ]

تحمل، غذای کافی و محل پنهان شدن باشد (Thurow, 1997). در تعیین ارتباط میان یک گونه و ویژگی‌های محیطی، بایستی اطلاعات مربوط به حضور گونه، فراوانی آن و متغیرهای محیطی در آن ناحیه در نظر گرفته شود (De Kerckhove *et al*., 2008). با چنین اطلاعاتی می‌توان الگوی استفاده از زیستگاه و انتخاب زیستگاه یک گونه را مشخص نمود و این الگو با به‌کارگیری داده‌های پایش زیستگاه براساس تکرار رخداد شرایط زیستگاهی واقعی استفاده شده توسط گونه در یک رودخانه به‌دست می‌آید (Guay *et al*., 2003). محققان تفاوت‌های ویژه‌ای را در استفاده از زیستگاه قائل می‌شوند. ماهی ممکن است به دلیل کاهش رقابت در مکان‌ها و فضاها از زیستگاه‌های متنوعی استفاده کند (Asadi *et al*., 2014). بیشتر مدل‌های زیستگاهی تحت‌تأثیر فاکتورهایی مانند عمق، سرعت، بستر و یا پوشش رودخانه‌ای هستند (Leonard and Orth, 1988).

تاکنون مطالعات بسیاری در رابطه با شناخت عوامل‌محیطی مهم و تاثیرگذار بر پراکنش ماهیان، با هدف حفظ تنوع‌زیستی و بازسازی اکوسیستم‌های آبی و گونه‌های ماهیان صورت گرفته است (Rifflart *et al*., 2009; Quist *et al*., 2005; Jaramillo-Villa *et al*., 2010; Humpl and Pivnička, 2006).

در ایران نیز، مطالعاتی با هدف بررسی ترجیح زیستگاهی برخی ماهیان شاخص رودخانه‌ای مانند سگ ماهی خاردار کیوان *Cobitis keyvani* در رودخانه توتکابن (Rostamian *et al*., 2017a)، سگ‌ماهی جویباری *Paracobitis hicanica* در رودخانه زرین‌گل (Gholizadeh *et al*., 2018)، سیاه‌ماهی *Capoeta capoeta* در رودخانه سیاه‌رود (Asadi *et al*., 2014)، سیاه‌ماهی در رودخانه طالقان (Zamani Faradonbe *et al*., 2015)، سیاه‌ماهی توئینی *C. damascina* در رودخانه کردان (Dolatpour *et al*., 2016)، گونه *P. iranica* در رودخانه کردان (Tabatabaei *et al*., 2014)، ماهی خیاطه *Alburnoides eichwaldii* در رودخانه لاویج-نور (Rostami *et al*., 2017) انجام شده است.

سیاه‌ماهی با نام علمی *C. Razii* که قبلاً با نام علمی *C. capoeta* (Keyserling 1861) شناخته میشد و با نام فارسی سیاه‌ماهی، گل‌خور و یا تیل‌خوس یکی از ماهیان باارزش شیلاتی است که در حوزه جنوبی دریای خزر از ارس تا اترک به‌وفور یافت می‌شود (Naderi Jeloudar and Abdoli, 2005). این گونه که متعلق به رده ماهیان استخوانی حقیقی (Teleostei) از راسته کپورماهی‌شکلان (Cyprinoidei) و زیرراسته Cyprinoidei است (Vosoughi and Mostajir, 1998) دارای ارزش اقتصادی بوده (Abdoli and Naderi, 2009) و از لحاظ ماهیگیری در آبهای داخلی، آبزی‌پروری، صید ورزشی و مطالعات جغرافیایی جانوری نیز مهم می‌باشد (Anvarifar *et al*., 2012). سیاه‌ماهی، یک ماهی رودرو و غالب در حوضه جنوبی دریای‌خزر است که هم در آب ساکن و هم در آب جاری یافت می‌شود (Samaee *et al*., 2006). مطالعات صورت گرفته در گذشته نشان داد که افراد این گونه در قسمت‌های پایینی و میانی رودخانه و چشمه‌ها با آب شفاف تا گل‌آلود، بستر قلوه‌سنگی همراه با ماسه و گل و لای، دمای آب از ۵ تا ۲۵ درجه، pH از ۷ تا ۹، سرعت جریان آب از ۱ متر بر ثانیه تا آبهای راکد حضور دارند (Vosoughi and Mostajir, 1998). سیاه‌ماهی جز آن دسته از کپور ماهیانی است که بیشتر عادت به زندگی در دمای زیر ۲۰ درجه سانتی‌گراد دارد. رژیم غذایی این ماهی از جلبک‌های چسبیده به بستر رودخانه به‌همراه لارو حشرات آبزی تشکیل شده است (Naderi Jeloudar and Abdoli, 2005). بیوماس بالای این ماهی در آبهای داخلی سبب شده تا مطالعه ویژگی‌های زیستی و کوشش در جهت معرفی آن به سیستم پرورشی برای مصارف انسانی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار باشد (Abdoli and Eskandari, 1999). در این راستا، کشور گرجستان و برخی دیگر از کشورهای آسیایی اقدام به تکثیر مصنوعی و پرورش آن در استخرهای خاکی نموده‌اند (Abdoli, 2000). لذا باتوجه حضور این گونه سیاه‌ماهی *C. razii* در غالب رودخانه‌های استان مازندران و کمبود اطلاعات در زمینه ویژگی‌های غیرزیستی زیستگاه‌های آن و ترجیح زیستگاهی‌اش در این منطقه که تنها به مطالعه رستمیان و همکاران (Rostamian *et al*., 2017b) در رودخانه کلارود محدود می‌شود، این تحقیق با هدف شناخت و درک کامل‌تری از نیازهای زیستگاهی این گونه در رودخانه رودبابل از شاخه‌های فرعی بابل‌رود به‌عنوان یکی از گونه‌های بومی و با اهمیت در حوضه دریای‌خزر انجام گرفت تا بتوان از نتایج حاصله در برنامه‌های مدیریتی و حفاظتی استفاده کرد.

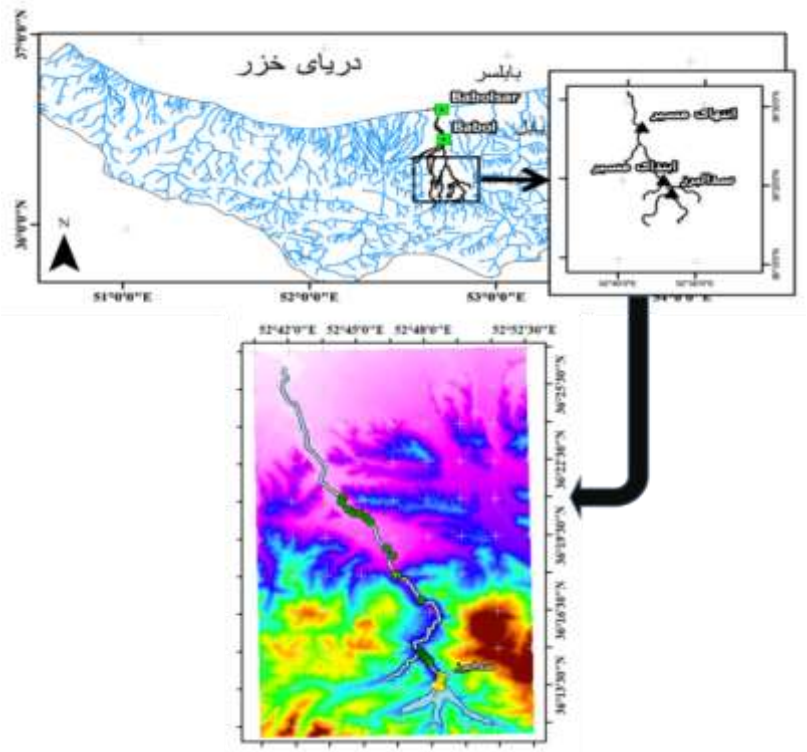
## ۲ | مواد و روش‌ها

محدوده مورد مطالعه دراین تحقیق یکی از سرشاخه‌های فرعی رودخانه بابلرود، به نام رودبابل است که رودخانه بابلرود به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین رودخانه‌های حوضه آبریز مازندران در بخش مرکزی دامنه شمالی رشته کوههای البرز با مختصات جغرافیایی ´۴۵ °۳۶ شمالی و ´۲۵ °۵۲ تا ´۵۵ °۵۲ شرقی واقع شده است. این رودخانه اصلی با ۱۱۰/۷ کیلومتر طول از دو شعبه اصلی به نام‌های کلارود و گنج افروز و یک شعبه فرعی به نام سجادرود تشکیل شده است و رودبابل بخشی از شعبه گنج افروز به‌حساب می‌آید. وسعت حوضه رودخانه بابلرود ۱۷۴۶/۴۲ کیلومتر مربع، حداکثر ارتفاع آن ۳۱۸۰ متر، شیب متوسط ۰/۷۴ درصد، و دبی متوسط سالانه آن از ۲/۴۴ تا ۱۶/۶۷ متر مکعب در ثانیه متغیر است (Khani Sedhi, 1996). بستر این رودخانه در قسمت علیا از سیلت‌های خاکستری و مارنی همراه با ماسه سنگ و سنگ‌های ولکانیکی و آهکی و خاکستری تیره و در قسمت سفلی از سنگ‌های دولومیتی و آهکی پوشیده شده است. همچنین حوضه آبریز شاخه‌های مختلف رودخانه بابلرود، دارای پوشش جنگلی با تراکم کم و بیش می‌باشد و در حاشیه دو طرف این رودخانه غالباً درختان بید، توسکا، توت و انجیر و حتی تبریزی و اوجا به‌وفور روئیده است. این پژوهش در طی دو هفته اول دی ماه سال ۱۳۹۶ از بالادست رودخانه رودبابل (نزدیک سد البرز)، که از شاخه‌های فرعی رودخانه بابلرود است، در ۲۰ ایستگاه به فاصله هر ۷۰۰ الی ۱۵۰۰ متر (به‌طور متوسط ۱۰۰۰متر) در طول ۲۵ کیلومتر از رودخانه تا منطقه پایین‌دست انجام شد (Johnson and Arunachalam, 2009).

[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-07-11 ]

[ DOI: 10.22034/jair.8.4.1 ]

نمونه‌برداری از هر ایستگاه تنها یکبار در طی این دوره صورت گرفت. تعیین مقیاس مکانی در بررسی زیستگاه‌های انتخابی ماهیان به هدف مطالعه، نوع سیستم، داده‌های در دسترس و نوع گونه مورد نظر بستگی دارد (Elith and Leathwick, 2009). ایستگاه‌ها براساس فاکتورهایی شامل عدم همپوشانی با یکدیگر، فاصله از محل ورود به رودخانه اصلی، تنوع در ریخت‌شناسی رودخانه، کیفیت حاشیه رودخانه به نحوی انتخاب شدند که همه تنوع زیستگاهی در دسترس را شامل شوند (Oberdorff *et al*., 2001) و سعی شد تا بیشترین تعداد ممکن از تنوع در ریخت‌شناسی رودخانه برای پایش کل رودخانه درنظر گرفته شود (Palialexis *et al*., 2011). در شکل ۱ موقعیت جغرافیایی رودخانه بابلرود و مکان‌های نمونه‌برداری از ماهی و سایر متغیرهای زیستگاهی از رودخانه رودبابل نشان داده شده است.




**شکل۱- موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری ماهی و پارامترهای زیستگاهی در سرشاخه رودبابل (دی ماه ۱۳۹۶)**

نمونه‌برداری از ماهیان با استفاده از دستگاه الکتروشوکر در خلاف جهت جریان آب انجام شد. برای اطمینان از صید کامل نمونه‌ها در تمامی ایستگاه‌ها از یک تور ساچوک پشتیبان و نیز یک تور گوشگیر ریزچشمه استفاده شد. نمونه‌برداری در هر ایستگاه در تمام عرض رودخانه براساس روش دو رفت (رفت و برگشتی) هر کدام به طول ۱۰ متر با سه تکرار (در مجموع ۳۰ متر) به‌وسیله دستگاه الکتروشوکر انجام شد. در طی نمونه‌گیری سعی شد تا همه نمونه‌های موجود در هر ایستگاه صید شده و پس از بیهوشی در محلول یک درصد گل میخک، براساس روش کد (Coad, 2020) مورد شناسایی قرار گرفتند. تعداد نمونه‌های هر گونه در هر ایستگاه ثبت و طول و وزن سیاه‌ماهیان شناسایی شده با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم و کولیس با دقت ۰/۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. در پایان، پس از اطمینان از بازیابی قدرت شنای نمونه-ها، ماهیان صیدشده به رودخانه بازگردانده شدند (Price and Peterson, 2010). برای بررسی ویژگی‌های زیستگاهی این ماهی برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و هیدرولوژیک آب رودخانه و نیز عوامل محیطی شامل ارتفاع از سطح دریا (متر)، عرض رودخانه (متر)، عمق آب (سانتی‌متر)، ضریب هدایت الکتریکی (میکروزیمنس بر سانتی‌متر)، شوری (میلی‌گرم بر لیتر)، سرعت جریان آب (متر بر ثانیه)، دما (درجه سانتی‌گراد)، میزان اکسیژن محلول (میلی‌گرم بر لیتر)، قطر سنگ بستر (میلی‌متر)، میزان سایه (Overstream canopy closure)، و نوع گیاهان ساحلی (Riparian vegetation type)، سنجش شدند. در هر ایستگاه ارتفاع از سطح دریا و موقعیت جغرافیایی محل به کمک دستگاه موقعیت‌یاب جهانی (GPS) مدل Garmin 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 درنظر گرفته شد. عمق رودخانه نیز در هر ایستگاه در ۲۰ نقطه اندازه‌گیری و میانگین این اعداد به‌عنوان متوسط عمق رودخانه در آن ایستگاه حساب شد (Gorman and Karr, 1978; Pusey *et al*., 1993). به‌کمک الگوی جسم شناور (Hasanli, 1999) سرعت جریان رودخانه سه بار اندازه‌گیری و میانگین آن‌ها بعد از ضرب در ضریب ناهمواری (برای بستر شنی و صاف=۰/۹ و برای بستر صخره‌ای و ناهموار= ۰/۸) به منزله متوسط سرعت جریان (m/s) در هر ایستگاه درنظر گرفته شد (Lotfi, 2012). اکسیژن محلول، شوری، دما و ضریب هدایت الکتریکی نیز در هر ایستگاه به‌طور تصادفی در سه نقطه از ایستگاه به‌کمک دستگاه الکترونیکی قابل حمل واترچکر (شرکت AZ-Instrument مدل ۸۶۰۳) ثبت شد و میانگین آن‌ها در

[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-07-11 ]
[ DOI: 10.22034/jair.8.4.1 ]

هر ایستگاه درنظر گرفته شد. اندازه‌گیری قطر سنگ با تصویربرداری از تعدادی از سنگ‌های بستر و به‌کمک نرم‌افزار Digimizer و میانگین-گیری از قطرهای آن‌ها انجام شد. باتوجه به تنوع قطر سنگ‌ها سعی بر آن شد که تمامی سنگ‌های موجود در ۲۰ پلات که به‌طور تصادفی انتخاب شده بودند (با ابعاد ۵۰×۵۰ سانتی‌متر)، جمع‌آوری و عکس-برداری شوند (Platts *et al.*, 1983). طبقه‌بندی نوع گیاهان ساحلی و میزان سایه روی سطح رودخانه براساس مدل کیفی ارائه شده توسط جان‌استون و اسلانی (Johnston and Slaney, 1996) انجام شد (جدول ۱).

**جدول۱- توصیف متغیرهای اسمی نوع پوشش گیاهی ساحلی و میزان سایه بر سطح رودخانه**

| نوع گیاهان ساحلی | | میزان سایه روی رودخانه | |
|---|---|---|---|
| عمدتاً بدون پوشش گیاهی | ۱ | ۰ تا ۲۰٪ پوشیده<br>(سطح رودخانه و سواحل قابل رؤیت است) | ۱ |
| چمنزار یا باتلاق (کمتر از ۱۰٪پوشش گیاهی) | ۲ | ۲۱-۴۰٪ پوشیده<br>(سطح رودخانه و سواحل در زمان‌هایی قابل رؤیت است) | ۲ |
| درختچه /بوته | ۳ | ۴۱-۷۰٪ پوشیده<br>(سطح رودخانه قابل رؤیت است اما سواحل قابل مشاهده نیست) | ۳ |
| جنگل برگ‌ریز و خزان کننده | ۴ | ۷۱-۹۰٪ پوشیده<br>(سطح رودخانه کمی یا در لکه‌هایی قابل رؤیت است) | ۴ |
| | | بیش از ۹۰٪(سطح رودخانه قابل رؤیت نیست) | ۵ |

دامنه ارزش بهینه برای هر یک از فاکتورهای زیستگاهی (شاخص مطلوبیت (Suitability Index)، SI) که فراوانی نمونه‌ها در ایستگاه-های نمونه‌برداری را تحت‌تأثیر قرار می‌دهند، به‌کمک نرم‌افزار HABSEL-1.0 (Habitat Selection) محاسبه شد. این محاسبه بدین 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=%Uc,i/%Ac,i به-دست آمد که در این رابطه c متغیر زیستگاهی است، i طبقه آن متغیر، %Uc,i درصد استفاده ماهی از طبقه‌ای خاص از هر یک از متغیرهای زیستگاهی و %Ac,i درصد در دسترس بودن آن متغیر زیستگاهی است (Waddle, 2012; Guay *et al.*, 2003). به‌منظور محاسبه شاخص مطلوبیت زیستگاه (HSI) کل برای گونه موردمطالعه در سرشاخه رودبابل از رابطه میانگین هندسی $HIS= (SI_1\times SI_2\times \dots SI_n)^{1/n}$ استفاده شد (Chen *et al.*, 2009). در این معادله $SI_1$ تا $SI_n$ به‌ترتیب شاخص مطلوبیت برای هر یک از متغیرهای زیستگاهی (مستقل) و n تعداد متغیر زیستگاهی مورد مطالعه است. در این معادله، در صورت صفر بودن شاخص مطلوبیت برای هر متغیر، سایر متغیرها نیز نامطلوب تلقی‌شده و زیستگاه برای گونه هدف نامطلوب است (Brown *et al.*, 2000). وزن نسبی SI برای هر طبقه از متغیر زیستگاهی نسبت به بالاترین مقدار SI به‌دست آمد و در نهایت از داده-های وزن نسبی برای مقادیر مختلف آن متغیر در ایستگاه‌های مختلف میانگین حسابی گرفته شد و به‌عنوان شاخص مطلوبیت آن متغیر برای کل زیستگاه (سرشاخه رودبابل) معرفی شد. قبل از انجام تحلیل‌های مربوط به مطلوبیت زیستگاه، همبستگی میان متغیرهای کمی فیزیکو-شیمیایی و هیدرولوژیکی و محیطی با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون (Pearson's correlation test) مورد بررسی قرار گرفت و مشخص گردید که میان متغیر شوری با ضریب هدایت الکتریکی (EC) همبستگی مثبت و معنی‌دار (sig=0.001; r=0.68) و با متغیر ارتفاع از سطح دریا همبستگی منفی و معنی‌دار (sig=0.000; r=-0.952) داشت و لذا متغیر شوری در محاسبات در نظر گرفته نشد.

## ۳ | نتایج

نتایج حاصل از اندازه‌گیری برخی عوامل فیزیکوشیمیایی، هیدرولوژیکی و محیطی سرشاخه رود بابل از رودخانه بابلرود در ۲۰ ایستگاه در طی تقریباً دو هفته نمونه‌برداری در جدول ۲ نشان داده شده است. میزان اکسیژن محلول با mg/l ۹، در ایستگاه‌های چهاردهم و پنجم با کمترین مقدار و mg/l ۱۲/۳ در ایستگاه هشت بیشترین مقدار است. کمینه دمای آب در ایستگاه نهم با °C ۷/۷ و بیشینه آن در ایستگاه پانزدهم با °C ۱۷/۴ ثبت گردید. سرعت جریان آب بین m/s ۰/۲۹ در ایستگاه هشتم تا m/s ۰/۷ در ایستگاه دوم متغیر بود. میزان ضریب هدایت الکتریکی در محدوده µS/cm ۱۲۰ در ایستگاه سیزدهم تا µS/cm ۳۵۶ در ایستگاه هجدهم اندازه‌گیری و ثبت شد. کمترین و بیشترین مقدار عمق آب به‌ترتیب cm ۱۴ در ایستگاه چهاردهم و cm ۳۶ در ایستگاه شانزدهم ثبت شد. بیشترین عرض رودخانه در ایستگاه هفدهم با m ۲/۵ و بیشترین آن در ایستگاه سیزدهم با m ۱۰/۵ بود. ارتفاع از سطح دریا در محدوده m ۶۰ در ایستگاه بیستم تا m ۲۲۵ در ایستگاه اول ثبت شد. بیشترین میزان شوری با mg/l ۱/۸ در ایستگاه‌های نهم، چهاردهم، پانزدهم، شانزدهم، نوزدهم و بیستم وکمترین میزان با mg/l ۱/۱ در ایستگاه‌های دو، شش و هفت ثبت شد. قطر سنگ بستر در محدوده ۱۰۳/۷۶ میلی‌متر در ایستگاه ۷ با کمترین مقدار و ۱۸۷/۴۴ میلی-

[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-07-11 ]

[ DOI: 10.22034/jair.8.4.1 ]

متر در ایستگاه هفدهم با بیشترین مقدار متغیر بود. همچنین بود. همچنین زیستگاه انتخابی سیاه‌ماهی در سرشاخه رودبابل مناطقی با پوشش گیاهی از نوع درختچه‌زار و بوته‌زار و میزان سایه ۷۰-۴۱ درصد بود.

**جدول ۲- خصوصیات فیزیکوشیمیایی، هیدرولوژیکی و محیطی آب در سرشاخه رودبابل به تفکیک ایستگاه**

| ایستگاه | عمق (cm) | عرض (m) | سرعت جریان آب(m/s) | دما (°C) | اکسیژن (mg/l) | EC (µS/cm) | ارتفاع (متر) | قطر سنگ بستر mm) | نوع پوشش گیاهی ساحلی | میزان سایه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۲۲ | ۱۹/۲۵ | ۰/۶۹ | ۱۲ | ۱۰/۴ | ۲۳۶ | ۲۲۳ | ۱۰۹/۹۶ | ۴ | ۳ |
| ۲ | ۲۰ | ۱۲/۲۵ | ۰/۷ | ۱۱/۲ | ۹/۲ | ۲۴۱/۵ | ۲۲۵ | ۱۵۰/۹۱ | ۴ | ۳ |
| ۳ | ۲۰ | ۲۰ | ۰/۶۹ | ۱۲ | ۱۱/۸ | ۲۳۶ | ۲۲۲ | ۱۰۶/۳۸ | ۴ | ۳ |
| ۴ | ۱۹ | ۱۹ | ۰/۴۸ | ۱۱ | ۱۰ | ۲۲۸ | ۲۲۲ | ۱۸۰/۹۱ | ۱ | ۱ |
| ۵ | ۲۴ | ۱۶/۲۵ | ۰/۶۷ | ۱۲ | ۹ | ۲۳۲ | ۲۲۰ | ۱۴۴/۷ | ۱ | ۱ |
| ۶ | ۲۸ | ۱۶/۷۵ | ۰/۵۱ | ۱۳/۹ | ۹/۶ | ۲۴۱/۵ | ۲۱۸ | ۱۰۷/۲۷ | ۲ | ۱ |
| ۷ | ۱۷ | ۲۰/۷۵ | ۰/۴۵ | ۱۴/۱ | ۹/۸ | ۲۱۴ | ۲۱۸ | ۱۰۳/۷۵ | ۱ | ۱ |
| ۸ | ۱۹ | ۲۳/۲۵ | ۰/۲۹ | ۱۰/۷ | ۱۲/۳ | ۲۹۰ | ۱۵۸ | ۱۰۶/۵۱ | ۴ | ۳ |
| ۹ | ۱۹ | ۲۳/۵ | ۰/۵۴ | ۷/۷ | ۹/۳ | ۳۳۹ | ۱۲۲ | ۱۲۱/۱ | ۴ | ۴ |
| ۱۰ | ۲۰ | ۱۸/۶۲۵ | ۰/۴۹ | ۱۴/۳ | ۱۰/۲ | ۳۱۳/۵ | ۱۲۴ | ۱۴۴/۷۵ | ۳ | ۲ |
| ۱۱ | ۱۷ | ۲۴/۵ | ۰/۳۷ | ۹/۳ | ۱۰ | ۳۲۱ | ۱۳۳ | ۱۰۴/۷۲ | ۴ | ۳ |
| ۱۲ | ۱۶ | ۱۱/۳۷۵ | ۰/۴۸ | ۱۶/۸ | ۱۰/۸ | ۳۱۷ | ۱۰۴ | ۱۱۲/۱۴ | ۴ | ۴ |
| ۱۳ | ۲۶ | ۱۰/۵ | ۰/۶ | ۱۷/۱ | ۱۱/۸ | ۱۲۰ | ۹۷ | ۱۲۶/۸۵ | ۴ | ۴ |
| ۱۴ | ۱۴ | ۱۸/۷۵ | ۰/۶۶ | ۱۲/۳ | ۹ | ۳۴۱ | ۸۱ | ۱۱۱/۰۵ | ۳ | ۳ |
| ۱۵ | ۲۲ | ۱۷/۶۲۵ | ۰/۴۴ | ۱۷/۴ | ۱۰/۵ | ۳۵۲ | ۷۷ | ۱۱۴/۴۴ | ۴ | ۴ |
| ۱۶ | ۳۶ | ۱۳/۱۲۵ | ۰/۵۹ | ۱۶/۵ | ۱۱/۵ | ۳۲۰ | ۷۲ | ۱۲۵/۵۷ | ۴ | ۴ |
| ۱۷ | ۲۰ | ۲۵ | ۰/۴۹ | ۱۶/۹ | ۱۱/۹ | ۳۵۴ | ۶۸ | ۱۸۷/۴۴ | ۴ | ۴ |
| ۱۸ | ۳۲ | ۲۴/۳۷۵ | ۰/۵۳ | ۱۳/۴ | ۱۰،۵ | ۳۵۶ | ۶۴ | ۱۵۷/۹۶ | ۴ | ۳ |
| ۱۹ | ۲۱ | ۱۶/۲۵ | ۰/۶۷ | ۱۲/۲ | ۹/۳ | ۳۴۶ | ۶۳ | ۱۴۹/۴۵ | ۴ | ۵ |
| ۲۰ | ۳۱ | ۱۳/۶۲۵ | ۰/۵۹ | ۱۱/۱ | ۹/۹ | ۳۵۰/۳۳ | ۶۰ | ۱۲۵/۵۹ | ۴ | ۴ |
| حداقل | ۱۴ | ۱۰/۵ | ۰/ ۲۹ | ۷/۷ | ۹ | ۱۲۰ | ۶۰ | ۳۷/۷۸ | ۱ | ۱ |
| حداکثر | ۳۶ | ۲۵ | ۰/۷ | ۱۷/۴ | ۱۲/۳ | ۳۵۶ | ۲۲۵ | ۱۸۱/۸ | ۴ | ۵ |
| میانگین | ۱۴/۳۸ | ۱۸/۲ | ۰/۵۴ | ۱۳/۰۹ | ۱۰/۳۴ | ۲۸۶/۰۹ | ۱۳۸/۵۵ | ۱۰۶/۵۲ | | |
| انحراف معیار | ۵/۷۴ | ۴/۵۴ | ۰/۱۱ | ۲/۷۵ | ۱/۰۳ | ۶۵/۹۶ | ۶۷/۱ | ۴۰/۵۶ | | |

cm: سانتی‌متر؛ m:متر؛ m/s: متر برثانیه؛ °C: سانتی‌گراد؛ mg/l: میلی‌گرم بر لیتر؛ EC: ضریب هدایت الکتریکی؛ µS/cm: میکروزیمنس بر سانتی‌متر؛ mm: میلی‌متر

نتایج حاصل از بررسی زیست‌سنجی نشان داد که بین میانگین طول و وزن سیاه‌ماهی در ایستگاه‌های مختلف تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($p<0.05$) (جدول ۳). در ایستگاه‌های ۲، ۹، ۱۲ و ۱۴ تعداد نمونه ماهی صیدشده کافی نبوده و لذا در مقایسات آماری لحاظ نشدند. بزرگترین و کوچکترین سیاه‌ماهیان صید شده به‌ترتیب در ایستگاه‌های ۲۰ (پایین‌ترین ایستگاه) و ۷ مشاهده شدند که متوسط طول و وزن آن‌ها به‌ترتیب برابر با ۱۶۰/۹۴ میلی‌متر و ۷۳/۳۳ گرم و ۶۸/۳۳ میلی-متر و ۹ گرم بود. وزن سیاه‌ماهیان صیدشده از ایستگاه ۲۰ اختلاف آماری معنی‌داری با سیاه‌ماهیان صیدشده در سایر ایستگاه‌ها داشت ($p<0.05$). میان سایر ایستگاه‌ها اختلاف آماری در مقادیر وزن نمونه-های سیاه‌ماهی مشاهده نشد ($p>0.05$). طول سیاه ماهیان صیدشده میان ایستگاه‌های ۱۰ و ۲۰ اختلاف آماری معنی‌داری نشان نداد ($p>0.05$). میان ایستگاه‌های ۷ و ۱۶ با ایستگاه‌های ۶، ۸، ۱۰، ۱۷، ۱۹ و ۲۰ از لحاظ طول اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده شد ($p<0.05$). میان سایر ایستگاه‌ها از لحاظ طول سیاه‌ماهیان صیدشده اختلاف آماری معنی‌داری وجود نداشت ($p>0.05$).

[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-07-11 ]

[ DOI: 10.22034/jair.8.4.1 ]

**جدول ۳- میانگین و انحراف معیار فاکتورهای زیست‌سنجی مورد بررسی در سیاه‌ماهی صیدشده از سرشاخه رودبابل**

| ایستگاه | فراوانی مطلق سیاه‌ماهی | وزن ماهی (گرم) انحراف معیار±میانگین | طول کل (میلی‌متر) انحراف معیار±میانگین |
|---|---|---|---|
| ۱ | ۱۵ | $^{bc}$ ۲۰/۱۳ ± ۸/۱۴ | $^{bc}$ ۱۱۵/۶±۱۵/۲۹ |
| ۲ | ۲ | ۱۱±۱/۴۱ | ۹۹/۵±۲/۱۲ |
| ۳ | ۱۶ | $^{bc}$ ۱۸±۷/۰۲ | $^{bc}$ ۱۱۰/۹۳±۱۰/۱۱۵ |
| ۴ | ۸ | $^{bc}$ ۱۸/۱۲±۷/۵۴ | $^{bc}$ ۱۰۸/۸۷±۸/۶۹ |
| ۵ | ۱۰ | $^{bc}$ ۱۹/۵±۹/۳۳ | $^{bc}$ ۱۱۶/۴±۲۳/۳۱ |
| ۶ | ۶۸ | $^{bc}$ ۲۵/۲۳±۹/۰۴ | $^{b}$ ۱۲۶/۰۷±۱۶ |
| ۷ | ۳ | $^{c}$ ۹±۰/۸۱ | $^{c}$ ۶۸/۳۳±۱/۵۲ |
| ۸ | ۸۰ | $^{bc}$ ۲۴/۵۵±۱۰ | $^{b}$ ۱۲۴/۹۳±۲۱/۶۶ |
| ۹ | ۱ | ۱۲ | ۹۰ |
| ۱۰ | ۱۳ | $^{b}$ ۴۲/۳۰±۲۹/۵۶ | $^{a}$۱۴۴/۹۲±۲۶/۳۳ |
| ۱۱ | ۴۲ | $^{bc}$ ۲۰/۳۵±۸/۳۴ | $^{bc}$ ۱۱۳/۵±۲۳/۰۸ |
| ۱۲ | ۰ | – | – |
| ۱۳ | ۱۶ | $^{bc}$ ۱۹/۲۵±۶/۰۶ | $^{bc}$۱۱۸/۳۱±۱۳/۱۵ |
| ۱۴ | ۰ | – | – |
| ۱۵ | ۱۷۴ | $^{bc}$ ۱۹/۹۰±۱۰/۴۵ | $^{bc}$۱۱۶/۷۵±۱۲/۲۰ |
| ۱۶ | ۳۷ | $^{bc}$ ۱۹ /۵۸±۲۰/۱۷ | $^{c}$۱۱۳/۵۵±۱۶/۳۲ |
| ۱۷ | ۵۲ | $^{bc}$ ۲۵/۱۹±۱۰/۷۳ | $^{b}$۱۲۶/۷۳±۱۹/۰۴ |
| ۱۸ | ۱۴ | $^{bc}$ ۲۳/۴۲±۶/۵۳ | $^{bc}$۱۱۸/۹۲±۸/۹۲ |
| ۱۹ | ۱۵ | $^{bc}$ ۲۳/۳۳±۵/۴۵ | $^{b}$۱۲۱/۶۶±۸/۲۹ |
| ۲۰ | ۵۳ | $^{a}$ ۷۳/۳۳±۹۲/۱۱ | $^{a}$۱۶۰/۹۴±۵۲/۴۵ |

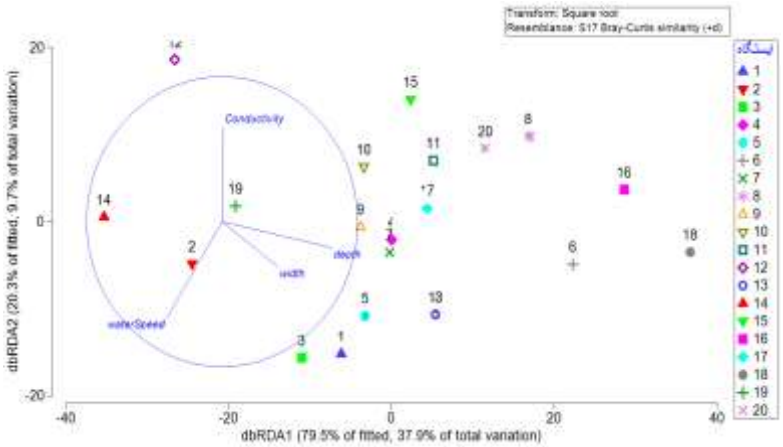
حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار است ($p<0.05$).

در شکل ۲ ارتباط میان متغیرهای محیطی و فراوانی سیاه ماهی در میان ایستگاه‌های مختلف سرشاخه رودبابل از طریق گراف dbRDA براساس مدل DistLM نمایش داده شده است. بردارها وزن و جهت عوامل محیطی آب رودخانه را در پلات dbRDA نشان می‌دهند که به‌عنوان بهترین عوامل پیش‌بینی کننده از فراوانی سیاه ماهی در ایستگاه‌های مختلف مشخص شده‌اند و سایر عوامل پیش‌بینی کننده براساس این آنالیز کنار گذاشته شدند. محور عمودی dbRDA حدود ۲۰٪ واریانس برازش شده در داده‌ها را در مقایسه با محور افقی dbRDA (۸۰٪) تبیین می‌کند. محورهای افقی و عمودی dbRDA به همراه هم به‌ترتیب ۱۱۷٪ و ۳۰٪ واریانس‌های برازش شده و کل موجود در داده‌ها را تبیین می‌کنند.

همچنین این گراف نشان می‌دهد که متغیرهای عمق و عرض رودخانه با تغییرات حول محور افقی (X) و متغیر ضریب هدایت الکتریکی و سرعت جریان آب با تغییرات حول محور عمودی (Y) به بهترین شکل تشریح شده‌اند. لذا دو متغیر عمق و عرض رودخانه در درجه اول و سرعت جریان آب و ضریب هدایت الکتریکی در درجه دوم اهمیت قرار دارند و به‌ترتیب اهمیت‌شان بر اختلافات فراوانی سیاه‌ماهی در ایستگاه‌های مختلف نقش داشتند. براساس نتایج گراف dbRDA، طول و جهت بردار عمق رودخانه و تا حدی عرض رودخانه در طول محور اول dbRDA نیز نشان‌دهنده اهمیت و تأثیر این دو پارامتر بر تفکیک ایستگاه‌هایی است که فراوانی قابل‌توجهی از سیاه ماهی در آن‌ها دیده شد. همچنین جهت بردار عمق نسبت به موقعیت ایستگاه‌های ۱۲ و ۱۴ نشان‌دهنده تأثیر قابل‌توجه این عامل بر تفکیک این دو ایستگاه از سایر ایستگاه‌ها است که کمترین میزان عمق را داشتند و هیچ نمونه‌ای از سیاه ماهی نیز در آن‌ها یافت نشد. ایستگاه دوم که در بالادست سرشاخه رودبابل قرار گرفته است با بالاترین میزان سرعت جریان آب، در طول بردار این متغیر توزیع شده است تا همبستگی بالا و مستقیم آن را با این پارامتر نشان دهد. قابل ذکر است در مقایسه با سایر ایستگاه‌های واقع شده در بالادست، کمترین تعداد سیاه‌ماهی در این ایستگاه یافت شد (۲ عدد). همچنین متغیرهای پیش‌بینی کننده عمق در درجه اول و ضریب هدایت الکتریکی در درجه دوم در تفکیک ایستگاه ۱۹ از سایر ایستگاه‌ها نقش داشتند. درمجموع باتوجه به گراف حاصل می‌توان بیان کرد که پارامتر عمق و عرض رودخانه توانستند ۳۸ ٪ از واریانس کل موجود در داده‌ها را تبیین نمایند و در دسته‌بندی ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری براساس فراوانی سیاه‌ماهی مؤثرتر از سایر پارامترها نقش داشتند.

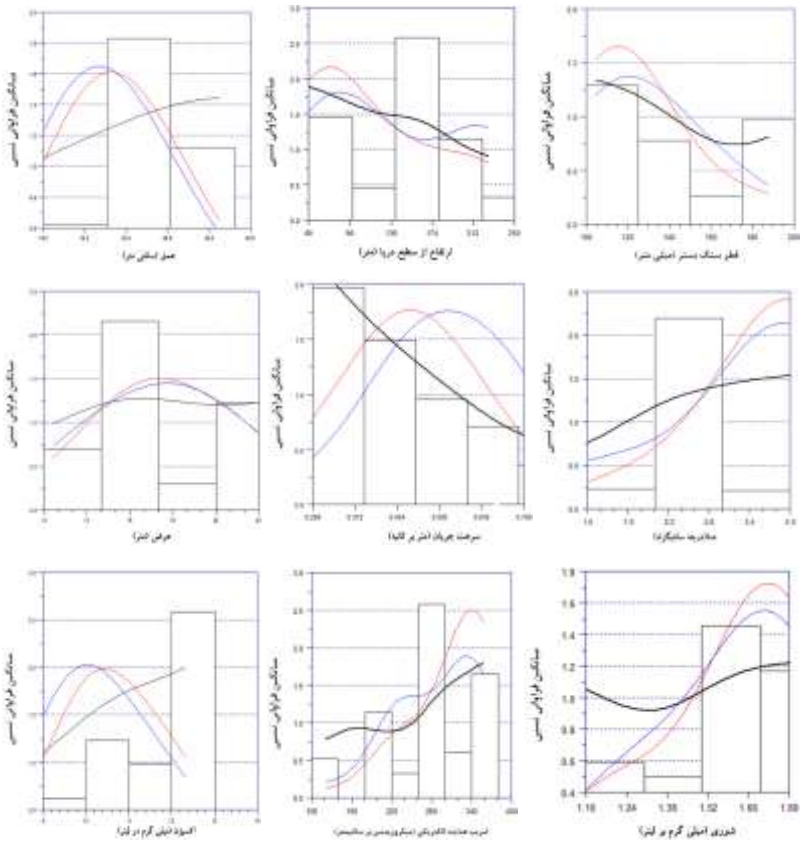
[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-07-11 ]

[ DOI: 10.22034/jair.8.4.1 ]




**شکل۲- گراف dbRDA حاصل از مدل خطی (DistLM) براساس بهترین متغیرهای پیش‌بینی کننده پراکنش سیاه‌ماهی (*C. razii*) در ایستگاه‌های مختلف سرشاخه رودبابل**

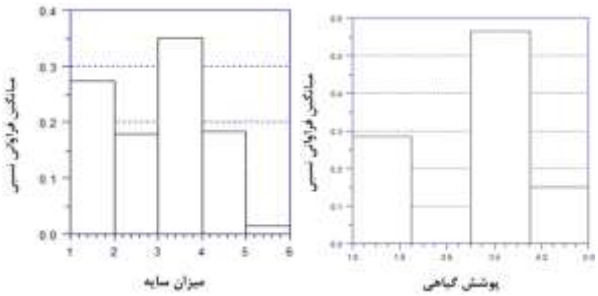
براساس نتایج به‌دست آمده درتحقیق حاضر، سیاه‌ماهی ساکن در سرشاخه رودبابل از رودخانه بابلرود در محدوده وسیعی از تغییرات محیطی پراکنش داشته و در تمامی ایستگاه‌های نمونه‌برداری به‌جزء ۱۲ و ۱۴ مشاهده شد (جدول‌های ۳ و ۵). ولیکن رنج متغیرهای زیستگاهی در زیستگاه انتخابی این ماهی در ارتفاع ۱۸۰-۱۴۰ m، عرض ۱۸-۱۴ m، سرعت جریان پایین (۰/۳۹-۰/۲۹ m/s)، دمای بالا (۱۸-۱۴ °C)، عمق متوسط (۳۰-۲۲ cm)، ضریب هدایت الکتریکی (۳۰۰-۲۶۰µS/cm)، اکسیژن محلول بالا (۱۳-۱۲ mg/l)، شوری (۱/۷-۱/۵ mg/l)، بستر سنگ فرشی با قطر ۱۲۵-۱۰۰ mm بوده و مکان‌هایی از رودخانه با پوشش گیاهی درختچه زار و بوته‌زار در حاشیه که سطح آب نیز بین ۷۱ تا ۹۰ درصد نیز از سایه پوشیده شده باشد، را ترجیح می‌دهد (شکل‌های ۳ و ۴ و جدول ۴). همچنین متغیرهای زیستگاهی شامل درجه حرارت، شوری، قطر سنگ بستر و میزان سایه از بالاترین میزان میانگین نسبی SI در مقایسه با سایر متغیرها برخوردار بودند که این امر حاکی از مطلوب بودن اکثر ایستگاه‌های نمونه‌برداری از نقطه نظر این متغیرهای زیستگاهی برای سیاه‌ماهی در سرشاخه رودبابل است (جدول ۴). لذا سایر متغیرهای مورد بررسی در ترجیح بیشتر سیاه‌ماهی نسبت به انتخاب زیستگاه نقش کلیدی داشتند (شکل ۲).



**شکل ۳- دامنه محدوده زیستگاه مورد استفاده (−)، در دسترس (−) و انتخابی (−) برای هر یک از متغیرهای زیستگاهی سیاه‌ماهی (*C. razii*) در سرشاخه رودبابل**

[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-07-11 ]

[ DOI: 10.22034/jair.8.4.1 ]




**شکل ۴- محدوده‌های انتخاب شده برای هر متغیر اسمی توسط سیاه ماهی (*C. razii*)**

پس از تعیین شاخص مطلوبیت (SI) هر متغیر در تمامی ایستگاه‌ها، شاخص مطلوبیت زیستگاه (HIS) به تفکیک برای تک تک ایستگاه‌ها محاسبه شد (جدول ۵). براساس نتایج این جدول، ایستگاه ۱۵ بالاترین شاخص مطلوبیت را برای سیاه‌ماهی در سرشاخه رودبابل از رودخانه بابلرود نشان داد (۰/۸۱). محاسبه شاخص SI برای هریک از متغیرهای زیستگاهی در ایستگاه ۱۵ نشان داد که متغیرهای زیستگاهی شامل عمق، درجه حرارت، پوشش گیاهی، عرض رودخانه و میزان سایه بیشترین مقدار SI را در این ایستگاه داشتند.

**جدول۴- میزان SI برای هر طبقه از متغیرهای زیستگاهی و میانگین نسبی کل برای هر متغیر در ارتباط با سیاه‌ماهی (*C. razii*) ساکن در سرشاخه رودبابل**

| متغیر | طبقه‌بندی برای هر طبقه | SI | متغیر | طبقه‌بندی برای هر طبقه | SI | متغیر | طبقه‌بندی برای هر طبقه | SI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| سرعت جریان آب (متربرثانیه) | ۰/۲۹-<۰/۳۹ | ۰/۳۵۹ | میزان سایه | ۱-<۲ | ۰/۲۷۳ | ارتفاع از سطح دریا (متر) | ۶۰-<۱۰۰ | ۰/۲۴۴ |
| | ۰/۳۹-<۰/۴۹ | ۰/۲۷۳ | | ۲-<۳ | ۰/۱۷۹ | | ۱۰۰-<۱۴۰ | ۰/۰۷۶ |
| | ۰/۴۹<۰/۵۹ | ۰/۱۷۴ | | ۳-<۴ | ۰/۳۵۱ | | ۱۴۰-<۱۸۰ | ۰/۴۳۳ |
| | ۰/۵۹<۰/۶۹ | ۰/۱۲۹ | | ۴-<۵ | ۰/۱۸۳ | | ۱۸۰-<۲۲۰ | ۰/۱۹۲ |
| | ۰/۶۹<۰/۷۹ | ۰/۰۶۵ | | ۵-<۶ | ۰/۰۱۵ | | ۲۲۰-<۲۶۰ | ۰/۰۵۵ |
| | میانگین | ۰/۵۰۸ | | میانگین | ۰/۶۵۱ | | میانگین | ۰/۳۸۶ |
| عرض رودخانه (متر) | ۱۰ -<۱۴ | ۰/۱۶۰ | اکسیژن محلول (میلی-گرم برلیتر) | ۹-<۱۰ | ۰/۱۱۴ | قطر سنگ بستر (میلی‌متر) | ۱۰۰-<۱۲۵ | ۰/۳۹۲ |
| | ۱۴-<۱۸ | ۰/۴۹۳ | | ۱۰-<۱۱ | ۰/۲۲۷ | | ۱۲۵-<۱۵۰ | ۰/۲۳۶ |
| | ۱۸-<۲۲ | ۰/۰ ۶۸ | | ۱۱-<۱۲ | ۰/۱۸۱ | | ۱۵۰-<۱۷۵ | ۰/۰۷۹ |
| | ۲۲-<۲۶ | ۰/۲۷۹ | | ۱۲-<۱۳ | ۰/۴۷۸ | | ۱۷۵-<۲۰۰ | ۰/۲۹۴ |
| | میانگین | ۰/۴۶۳ | | میانگین | ۰/۳۸۷ | | میانگین | ۰/۷۷۶ |
| پوشش گیاهی | ۱-<۲ | ۰/۲۸۴ | درجه حرارت (سانتی-گراد) | ۶ -<۱۰ | ۰/۲۴۱ | عمق (سانتی-متر) | ۱۴ -<۲۲ | ۰/۱۷۵ |
| | ۲-<۳ | ۰ | | ۱۰-<۱۴ | ۰/۲۸۶ | | ۲۲ -<۳۰ | ۰/۵۱۲ |
| | ۳-<۴ | ۰/۵۶۵ | | ۱۴-<۱۸ | ۰/۴۷۳ | | ۳۰ -<۳۸ | ۰/۳۱۳ |
| | ۴-<۵ | ۰/۱۵ | | میانگین | ۰/۷۳۳ | | میانگین | ۰/۵۴۶ |
| | میانگین | ۰/۳۴۹ | | | | | | |
| ضریب هدایت الکتریکی (میکروزیمنس برسانتی‌متر) | ۱۰۰-<۱۴۰ | ۰/۰۷۶ | | | | | | |
| | ۱۴۰-<۱۸۰ | ۰ | | | | | | |
| | ۱۸۰-<۲۲۰ | ۰/۱۶۸ | | | | | | |
| | ۲۲۰-<۲۶۰ | ۰/۰۴۸ | | | | | | |
| | ۲۶۰-<۳۰۰ | ۰/۳۷۸ | | | | | | |
| | ۳۰۰-<۳۴۰ | ۰/۰۸۸ | | | | | | |
| | ۳۴۰-<۳۸۰ | ۰/۲۴۳ | | | | | | |
| | میانگین | ۰/۳۸۷ | | | | | | |

**جدول ۵- شاخص مطلوبیت زیستگاه (HSI) و تعداد سیاه‌ماهی (*C. razii*) صید شده در سرشاخه رودبابل به تفکیک هر ایستگاه**

| ایستگاه | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ | ۷ | ۸ | ۹ | ۱۰ | ۱۱ | ۱۲ | ۱۳ | ۱۴ | ۱۵ | ۱۶ | ۱۷ | ۱۸ | ۱۹ | ۲۰ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| HIS | ۰/۳۳ | ۰/۲۱ | ۰/۲۹ | ۰/۳۴ | ۰/۳۸ | ۰/۵۲ | ۰/۴۸ | ۰/۶۸ | ۰/۴۱ | ۰/۴۲ | ۰/۴۷ | ۰/۴۶ | ۰/۵۱ | ۰ | ۰/۸۱ | ۰/۵۱ | ۰/۵۷ | ۰/۵۲ | ۰/۵۲ | ۰/۵۰ |
| فراوانی | ۱۵ | ۲ | ۱۶ | ۸ | ۱۰ | ۶۸ | ۳ | ۸۰ | ۱ | ۱۳ | ۴۲ | ۰ | ۱۶ | ۰ | ۱۷۴ | ۳۷ | ۵۲ | ۱۴ | ۱۵ | ۵۳ |

[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-07-11 ]

[ DOI: 10.22034/jair.8.4.1 ]

## ۴ | بحث و نتیجه‌گیری

به‌منظور بهره‌برداری پایدار در حفظ تنوع‌زیستی اکوسیستم‌های رودخانه‌ای، شناخت نیازهای زیستی آبزیان امری ضروری است و ترجیح زیستگاهی یکی از مهم‌ترین عوامل مدیریتی برای جمعیت ماهیان می‌باشد (Asadi *et al*., 2014). در این میان، شاخص مطلوبیت زیستگاه، به‌عنوان رایج‌ترین شاخص مورداستفاده زیستگاه، یک ابزار تحلیلی است که برای نشان دادن ترجیح گونه‌های مختلف برای ترکیبی از متغیرها استفاده می‌شود (Armour and Taylor, 1991; Jowett *et al*., 2008). روابط بین شرایط زیستگاهی و فراوانی افراد یک گونه پیش فرض‌های مورداستفاده در ساخت مدل‌های مطلوبیت زیستگاه است که به شناخت اهمیت عوامل زیستگاهی در زندگی موجود کمک می‌کند (Tabatabaei *et al*., 2014).

مطالعه حاضر با هدف بررسی روابط بین فاکتورهای زیستگاهی و فراوانی سیاه‌ماهی (*C. razii*) با استفاده از آنالیز HABSEL به‌منظور درک مطلوبیت زیستگاهی این گونه در رودخانه رودبابل از سرشاخه‌های بابلرود به اجرا درآمد. بررسی پارامترهای محیطی در آنالیز مذکور نشان داد که جمعیت سیاه‌ماهیان ساکن در این رودخانه زیستگاه‌هایی با سرعت جریان کم را ترجیح می‌دهند (با بالاترین میزان SI برای سرعت ۰/۴ -۰/۳ متربرثانیه). به عبارتی فاکتور سرعت رابطه‌ای معکوس با مقادیر شاخص مطلوبیت این گونه دارد؛ همان‌گونه که در گراف dbRDA نیز مشخص گردید. در این خصوص، تطبیق بررسی‌های امکان آن را دارند که در بستر رودخانه، بین درزها و شکاف‌ها یا در پناه سنگ‌ها زندگی نمایند، جایی که سرعت جریان آب شدت کمتری دارد (Dolatpour *et al*., 2016).

محققین بسیاری دریافتند که عمق از جمله مهمترین فاکتور پیش‌بینی کننده در مطالعات مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه است (Jowett *et al*., 2008; Smokorowski and Pratt, 2007; Vadas and Orth, 2001). براساس نتایج مطالعه حاضر، سیاه‌ماهی در عمق متوسط (۲۲ تا ۳۰ سانتی‌متر) دارای فراوانی و شاخص مطلوبیت بیشتری بود. در این رابطه، رستمیان و همکاران (Rostamian *et al*., 2017b) نیز دریافتند که عمق و سرعت جریان آب از مهمترین متغیرهای هیدرولوژیکی برای انتخاب زیستگاه این گونه سیاه‌ماهی در رودخانه کلارود است و ترجیح زیستگاهی آن مناطقی با دامنه عمقی ۲۹ تا ۳۲ سانتی‌متر می‌باشد. اسدی و همکاران (Asadi *et al*., 2014) نیز ترجیح زیستگاهی این گونه را در رودخانه سیاهرود، اعماق میانه (۳۸-۱۷ سانتی‌متر) با سرعت نسبتاً آرام (۰/۵۶-۰/۴۴ متربرثانیه) معرفی کردند. این درحالی است که شاخص مطلوبیت عمق در مناطقی با عمق کم (۸ تا ۱۷ سانتی‌متر)، بیشترین میزان SI را برای سیاه‌ماهی توئینی نشان داد (Dolatpour *et al*., 2016). براساس مطالعه رستمیان و همکاران (Rostamian *et al*., 2017b)، هستند.

نتایج این مطالعه بر روی سنگ بستر، حضور قلوه‌سنگ های ریز (۲۵-۱۰ سانتی‌متر) با مطلوبیت بیشتر را برای سیاه‌ماهی نشان داد. در بررسی صورت گرفته توسط رستمیان و همکاران (Rostamian *et al*., 2017b) در رودخانه کلارود، اگرچه در زیستگاه در دسترس این گونه صورت گرفته بر سیاه‌ماهی ساکن در سایر رودخانه‌ها نتایج نسبتاً نزدیکی را با مطالعه حاضر نشان می‌دهد که از آن جمله می‌توان به مطالعه اسدی و همکاران (Asadi *et al*., 2014) مبنی بر ارجحیت سیاه‌ماهی *C. razii* به مکان‌هایی با محدوده سرعت ۰/۵۶-۰/۴۴ متربرثانیه در رودخانه سیاهرود، توسط زمانی‌فرادنبه و همکاران (Zamani Faradonbe *et al*., 2015) مبنی بر ارجحیت این گونه به بخش‌هایی با دامنه سرعت ۰/۶-۰/۳ متربرثانیه در رودخانه طالقان، و دولت‌پور و همکاران (Dolatpour *et al*., 2016) مبنی بر ترجیح زیستگاهی سیاه‌ماهی توئینی (*C. damascina*) به مکان‌هایی از رودخانه کردان با سرعت جریان ۰/۲۵- ۰/۰۶ متربرثانیه اشاره کرد. پیش از این نیز، این مسئله در مطالعه جامع ماهیان آب‌های داخلی شیرین در کشور مطرح شده بود که جمعیت‌های سیاه‌ماهیان از سرعت‌های ۱ متربرثانیه تا آب‌های راکد را ترجیح می‌دهند (Vosoughi and Mostajir, 1998)؛ اگرچه در مطالعه صورت گرفته توسط رستمیان و همکاران (Rostamian *et al*., 2017b) مشخص شد که سیاه‌ماهی (*C. razii*) ساکن در رودخانه کلارود مکان‌هایی با سرعت جریان متوسط به بالا (۱۱-۱۰ متربرثانیه) را بیشتر می‌پسندند. به‌طورکلی، می‌توان بیان نمود ترجیح سرعت‌های مختلف آب در بین موجودات زنده توسط اندازه موجود، تغییرات اکومورفولوژی، رفتاری و فیزیولوژی آن تعیین می‌شود و از نظر مورفولوژیک سیاه‌ماهیان بسترهای گلی، شنی، قلوه سنگی و گیاهی نیز مشاهده شد، امّا اولویت انتخابی آن بستر سنگی با قلوه سنگ‌هایی به قطر ۲۵-۲۲/۵ سانتی‌متر بود. ایشان خصوصیات بوم‌شناختی و زیست‌شناختی سیاه‌ماهیان را دلیل انتخاب بستر قلوه سنگی ریز بیان کردند که سبب شده تا اندازه‌های کوچکتر این ماهی بتوانند برای فرار از شکارچیان در میان بستر پناه گیرند.

یافته‌های تحقیق حاضر حاکی از آن بود که نواحی از رودخانه با دامنه عرضی متوسط بین ۱۸-۱۴ متر، تعداد بیشتری از افراد سیاه‌ماهی (مقادیر بیشتر SI) را در خود جای داده‌اند. نتایج حاصل از گراف dbRDA و HABSEL در این بررسی نیز، حاکی از اهمیت عواملی چون، عمق، عرض رودخانه و سرعت جریان آب بر حضور سیاه‌ماهی بود؛ بطوریکه دو عامل اول رابطه مستقیم ولیکن سرعت جریان آب رابطه عکس با فراوانی و مطلوبیت زیستگاه انتخابی سیاه‌ماهی داشتند. مطالعات نشان می‌دهد که زیستگاه‌هایی با عرض رودخانه بیشتر مطلوبیت کمی برای زیستن دارند و گونه‌های مختلف ماهیان ترجیح می‌دهند در زیستگاه‌های کم عرض زیست کنند (Littlejohn *et al*., 1985). محدوده مطلوب در این تحقیق اندکی بالاتر از نتایج رستمیان و همکاران (Rostamian *et al*., 2017b) درخصوص ترجیح زیستگاهی سیاه‌ماهیان ساکن در رودخانه کلارود استان مازندران بود (۱۴-۹ متر). همچنین در مقایسه، دامنه عرضی مطلوب برای سیاه‌ماهیان ساکن در رودخانه طالقان کمتر از ۵ متر به‌دست آمد (Zamani Faradonbe *et al*., 2015) که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت چندانی

[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-07-11 ]

[ DOI: 10.22034/jair.8.4.1 ]

ندارد. فاکتورهایی چون عمق، دما، شفافیت آب و تولید پریفیتون به‌طور غیر مستقیم تحت‌تأثیر فاکتور عرض رودخانه است. بنابراین عرض بیش‌تر رودخانه سبب شدت جریان، عمق و نهایتاً پوشش جلبکی کمتر خواهد شد (Zamani Faradonbe *et al*., 2015).

براساس نتایج تحقیق حاضر، افزایش فاکتور ارتفاع تأثیر منفی در مطلوبیت زیستگاه انتخابی در گونه سیاه‌ماهی در این مطالعه داشت و در ارتفاعات کمتر شاخص مطلوبیت بیشتر بود. اگرچه مطالعات پیشین نشان دادند که فاکتور ارتفاع از جمله فاکتورهای مهم در زیستگاه انتخابی و فراوانی گونه‌های ماهیان در بسیاری از رودخانه‌هاست (Porter *et al*., 2000) و می‌تواند به‌طور غیرمستقیم بر متابولیسم، تولیدمثل، رشد و رفتار ماهیان تأثیر بگذارد (Jaramillo-Villa *et al*., 2010)، اما برطبق نتایج حاصل از گراف dbRDA در تحقیق حاضر، این عامل جزء مهمترین متغیرهای پیش‌بینی کننده بر فراوانی سیاه-ماهی در رودخانه رودبابل درنظر گرفته نشد. انتظار می‌رود که با کاهش ارتفاع، سرعت جریان آب کاهش ولیکن دمای آب رودخانه افزایش یابد که این شرایط بسیار مطلوبی برای گونه سیاه‌ماهی است (Ardakani, 2001). به‌طور مشابه در این مطالعه، مقادیر شاخص مطلوبیت زیستگاه نیز در ارتفاعات کمتر با دمای بیشتر و سرعت جریان کمتر، افزایش داشت. این نتایج احتمالاً به- دلیل ارتباط بین دما و نرخ واکنش‌های متابولیسمی و مصرف انرژی، تولیدمثل، رشد و رفتار گونه‌هاست (Beamish *et al*., 2006).

نتایج حاصل از این تحقیق برای سیاه‌ماهی ساکن در رودخانه رودبابل، دامنه دمایی بالا (بین ۱۴ تا ۱۸ درجه) را با درجه مطلوبیت بیشتر نشان داد، اگرچه براساس نتایج گراف dbRDA فاکتور دما در مقایسه با سایر متغیرهای مورد مطالعه، جزو مهمترین متغیرهای پیش-بینی کننده و تأثیرگذار بر فراوانی این گونه به حساب نمی‌آید. در این میان، دولت‌پور و همکاران (Dolatpour *et al*., 2016) دمای بالا را برای سیاه‌ماهی توئینی مطلوب اعلام کردند و بیان داشتند دمای آب از اهمیت فراوانی در زندگی سیاه‌ماهیان برخوردار بوده و تغییرات آن، عامل مشخصه تحریک طبیعی و بیانگر آغاز برخی فرآیند-ها مانند تخم‌ریزی و مهاجرت است.

براساس مشاهدات حاصله درتحقیق حاضر، ضریب هدایت الکتریکی از ایستگاه‌های بالادست به‌سمت ایستگاه‌های پایین‌دست روند افزایشی داشته و شاخص مطلوبیت برای سیاه‌ماهی نیز افزایش مقدار SI را با افزایش این متغیر نشان داد. بیشترین مطلوبیت زیستگاه برای سیاه-ماهی در سرشاخه رودبابل، ضریب هدایت الکتریکی با دامنه µS/cm ۲۶۰ تا ۳۰۰ بود. در این رابطه، دولت‌پور و همکاران (Dolatpour *et al*., 2016) نیز ترجیح زیستگاهی سیاه‌ماهی توئینی را به ایستگاه‌های پایین‌دست با مقادیر بالاتر EC بیان کردند. یو و لی (Yu and Lee, 2002) عنوان کردند که فاکتور EC در انتخاب زیستگاه مناسب سگ‌ماهی یونانی (*Sinogastromyzon puliensis*) نیز عاملی مهم و اثرگذار بوده است. در تحقیق حاضر نیز براساس گراف dbRDA، فاکتور EC که بر روی محور دوم به‌خوبی بارگیری شده است، توانسته بخش قابل‌توجهی از واریانس موجود در داده‌ها را تبیین کند و از مهمترین متغیرهای پیش‌بینی کننده در فراوانی سیاه‌ماهی در رودخانه رودبابل براساس مدل خطی DistLM به‌حساب آید.

میزان سایه مطلوب برای سیاه‌ماهیان ساکن در رودخانه رودبابل در مطالعه حاضر، ٪ ۷۰-۴۱ به‌دست آمد که می‌تواند در نتیجه سایه افکنی پوشش گیاهی ساحلی بوته‌زار و درختچه‌زار باشد که بالاترین میزان SI را در میان دیگر انواع پوشش گیاهی مشاهده شده در حاشیه این رودخانه برای این گونه نشان داد.

در این مطالعه، مقادیر شاخص مطلوبیت زیستگاه سیاه‌ماهی *C. razii* در سرشاخه رودبابل حاکی از آن بود که ایستگاه ۱۵ بیشترین شاخص مطلوبیت را داشته و ایستگاه‌های ۲، ۳ و ۴ کمترین میزان این شاخص را نشان دادند. همچنین در ۴ ایستگاه واقع در مرتفع- ترین نقاط (ایستگاه‌های ۱۶ تا ۲۰ در نزدیکی سد البرز) مقادیر SI یکسان بوده (حدود ۰/۵)؛ و این بدین معنی است که پوشش جنگلی از نوع درختان برگ‌ریز در این ایستگاه‌ها تا حد متوسط برای زیست سیاه‌ماهی ارجحیت دارد. این نوع پوشش گیاهی در حاشیه رودخانه در ایستگاه-های بالادست با ایجاد پایداری در زیستگاه می‌تواند سبب افزایش وسعت سایه در سطح رودخانه شده و با جلوگیری از نوسانات شدید دمای آب و فراهم کردن بقایای گیاهی و دتریتوس های آلی، بستر مناسبی را برای رشد موجودات میکروبی و بی‌مهرگان تشکیل می‌دهد (Meehan *et al*., 1977; Opperman and Merenlender, 2004).

مطالعات نشان می‌دهد که در انتخاب یک زیستگاه چندین فاکتور فیزیکی، شیمیایی و زیستی در کنار همدیگر و با هم اثرگذار می‌باشند و تنها یک فاکتور برای توصیف استفاده از زیستگاه در اکوسیستم‌های آبی پیچیده کافی نیست (Rostami, 2017; Tabatabaie *et al*., 2013, 2014; Dolatpour *et al*., 2016). همان‌گونه که در تحقیق حاضر، متغیرهای زیستگاهی شامل عمق، درجه حرارت، پوشش گیاهی، عرض رودخانه و میزان سایه بیشترین مقدار SI را در ایستگاه ۱۵ نشان دادند. تفاوت‌های مشاهده شده در ترجیح برخی از فاکتورهای زیستگاهی میان سیاه‌ماهیان صید شده از رودخانه رودبابل استان مازندارن در مطالعه حاضر در مقایسه با سیاه‌ماهیان بررسی شده در سایر رودخانه‌های کشور می‌تواند ناشی از اختلاف در وضعیت مورفومتریک رودخانه، تفاوت در فصول مورد مطالعه و یا ناشی از مراحل مختلف زندگی آن گونه باشد؛ همان‌طور که آرمسترانگ و همکاران (Armstrong *et al*., 2003) اظهار کردند که بین مطلوبیت زیستگاه در رودخانه‌های مختلف در مراحل مختلف زندگی تفاوت وجود دارد.

منحنی‌های ترجیح برای یک گونه، چنانچه در مراحل مختلف زندگی و فصول متفاوت در نظر گرفته شوند، می‌تواند به‌عنوان یک ابزار مدیریتی برای یک رودخانه مشخص یا بخشی از یک حوضه آبریز باشند (Copp and Vilizzi, 2004). لازم به ذکر است نتایج به‌دست آمده در ارتباط با گونه موردنظر در سرشاخه رودبابل از رودخانه بابلرود در فصل زمستان بوده و ممکن است نحوه پراکنش آن در فصول دیگر سال متفاوت باشد؛ چرا که الگوهای پراکنش ماهیان به‌دلیل پویایی زیستگاه های طبیعی، می‌تواند در نتیجه تحولات طبیعی و فعالیت‌های انسانی متحول شده و تغییر کند. بنابراین بایستی این تغییرات در طول زمان

[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-07-11 ]

[ DOI: 10.22034/jair.8.4.1 ]

همواره بررسی شود (Vinagre *et al*., 2006). لذا پیشنهاد می‌شود نحوه پراکنش این ماهی در سرشاخه‌های دیگر رودخانه بابلرود و فصول دیگر نیز بررسی شده تا بتوان راهکار مدیریتی مناسبی برای ماهیان شاخص در این رودخانه مهم شیلاتی را ارائه داد.

**پست الکترونیک نویسندگان**

آزاده مرادپور درازکلایی: amoradpour@yahoo.com
سارا حق‌پرست: s.haghparast@sanru.ac.ir
حسین رحمانی: shemaya1975@yahoo.com
عباسعلی آقایی مقدم: aghaeifishery@gmail.com

**REFERENCES**

Abdoli A. 2000. The inland water fishes of Iran. Tehran: Iranian Museum of Nature and Wildlife. 378 P. (In Persian).

Abdoli A., Eskandari S. 1999. Natural breeding of Siahmahi (*Capoeta capoeta grasilis*). Journal of Gorgan Agricultural Science and Natural Resources, 6: 38-51. (In Persian).

Abdoli A., Naderi M. 2009. Biodiversity of fishes of the southern basin of the Caspian Sea. Abzian Scientific Publication. 242 P (In Persian).

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. (In Persian).

Ardakani M.R. 2001. Ecology. Tehran: University of Tehran Publication. Iran. 340 P. (In Persian).

Armour C.L., Taylor J.G. 1991. Evaluation of the instream flow incremental methodology by United-States fish and wildlife service field users. Fisheries, 16: 36-43.

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

Asadi H., Sattari M., Eigderi S. 2014. The determinant factors underlying habitat selectivity and preference for Black fish *Capoeta capoeta gracilis* (Keyserling 1891) in Siyahrud River (a tributary of Sefidrud River basin). Iranian Journal of Fisheries Science, 23(3): 1-10. (In Persian).

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.

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.

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.

Coad B.W. 2020. Freshwater fishes of Iran, Available in www.briancoad.com.

Copp G.H., Vilizzi L. 2004. Spatial and ontogenetic variability in the microhabitat use of stream-dwelling spined loach (*Cobitis taenia*) and stone loach (*Barbatula barbatula*). Journal of Applied Ichthyology, 20(6): 440-451.

De Kerckhove D.T., Smokorowski K.E., 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).

Dolatpour A., Poorbagher H., Eagderi S., Javanshir A. 2016. A study on habitat preferences of Tuini fish (*Capoeta damascina*) using the habitat suitability index in the Kordan River. Iranian Natural Resources Journal, 69(3): 359-366. (In Persian).

Elith J., Leathwick J.R. 2009. Species distribution models: ecological explanation and prediction across space and time. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 40: 677-97.

Eskandari S. 1998. Investigation of some biological, ecological and parasitological characteristics of Golestan National Park Siahmahi. MSc. Dissertation, Tarbiat Modares University, Iran. 113 P. (In Persian).

Gholizadeh M., Patimar R., Harsij M. 2018. Investigation of Selected Habitat Range of the Western Crested Loach *Paracobitis hircanica* (Mousavi-Sabet *et al*., 2015) in the Zarin-Gol River, Golestan Province. Journal of Applied Ichthyological Research, 6(2): 1-12 (In Persian).

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

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.

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

Humpl M., Pivnička K. 2006. Fish assemblages as influenced by environmental factors in streams in protected areas of the Czech Republic. Ecology of Freshwater Fish, 15: 96-103.

Jaramillo-Villa U., Maldonado-Ocampo J.A., Escobar F. 2010. Altitudinal variation in fish assemblage diversity in streams of the central Andes of Colombia. Journal of Fish Biology, 76: 2401-2417.

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.

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

Jowett I.G., Hayes J.W., Duncan M.J. 2008. A guide to instream habitat survey methods and analysis. NIWA Science and Technology Series, No. 54, 121p.

Khani Sedhi M. 1996. Hydromorphology evaluation of Babol River basin. MS.c thesis. University of Tehran. Geography Faculty. (In Persian).

[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-07-11 ]

[ DOI: 10.22034/jair.8.4.1 ]

Lagler K.F., Bardach J.E., Miller R.R. 1962. Ichthyology. Library of congress catalog code number: 62-17463 printed in U.S.A. 545 p.

Leonard P.M., Orth D.J. 1988. Use of habitat guilds of fish to determine in stream flow requirements. North American Journal of Fisheries Management, 8: 399-409.

Littlejohn S., Holland L., Jacobson R., Huston M., Hornung T. 1985. Habits and habitats of fishes in the upper Missississsppi River. U.S. Fish and wildlife service, La Crosse, Wisconsin, USA.

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

Meehan W.R., Swanson F.J., Sedell J.R. 1977. Influences of riparian vegetation on aquatic ecosystems with particular reference to Salmonid fishes and their food supply. Proceeding of Symposium On the Importance, Preservation and Management of the Riparian Habitat, 9: 137-145.

Mikaeeli A.R., Abdoli A., Amini Nasab S.M. 2006. Physical structure of Madar Sou River in Golestan National Park. Gorgan Journal of Agriculture and Natural Resources, 12(3): 100-110. (In Persian).

Naderi Jeloudar M., Abdoli A. 2005. Atlas of fish in the southern Caspian Sea (Iranian Waters). Iranian Fisheries Research Institute, 112 P. (In Persian).

Odum E.P. 1971. Fundamentals of Ecology. 3rd ed. Saundera Co. 234 p.

Oberdorff T., Pont D., Hugueny B., Chessel D. 2001. A probabilistic model characterizing fish assemblages of French rivers: a framework for environmental assessment. Freshwater Biology, 46: 399-415.

Opperman J.J., Merenlender A.M. 2004. The effectiveness of riparian restoration for improving instream fish habitat in four hardwood-dominated California streams. North American Journal of Fisheries Management, 24 (3): 822-834.

Palialexis A., Georgakarakos S., Karakassia L., Lika K., Valavanis V.D. 2011. Prediction of marine species distribution from presence–absence acoustic data: comparing the fitting efficiency and the predictive capacity of conventional and novel distribution models. Hydrobiologia, 670: 241-266.

Platts W.S., Megahan W.F., Minshall G.W. 1983. Methods for evaluating stream, riparian, and biotic conditions. Gen. Tech. Rep. (NT-138.Ogden, UT: U.S. Department of agriculture, forest service, forest and Range Experiment Station. 70 p.

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.

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

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

Quist M.C., Rahel F.J., Hubert W.A. 2005. Hierarchical faunal filters: an approach to assessing effects of habitat and nonnative species on native fishes. Ecology of Freshwater Fish, 14: 24-39.

Rifflart R., Carrel G., Coarer Y., Fontez B.N.T. 2009. Spatio-temporal patterns of fish assemblages in a large regulated alluvial river. Freshwater Biology, 54: 1544-1559.

Rostami P. 2017. Evaluation of Habitat Suitability Index of *Alburnoides eichwaldii*, in Lavij River Noor city, Mazandaran Province. MS.c thesis. Fisheries Science, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University. (In Persian).

Rostamian N., Saeedpour B., Eagderi S., Ramin M. 2017a. Investigating habitat suitability of Keyvan spined loach, *Cobitis keyvani* Mousavi-Sabet et al., 2012 in Totkabon River (Sefidroud river basin) using generalized additive models (GAM). Journal of Applied Ichthyological Research, 4(4): 1-12. (In Persian).

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

Samaee S.M.R., Mojazi-Amiri B., Hosseini-Mazinani S.M. 2006. Comparison of *Capoeta capoeta gracilis* (Cyprinidae, Teleostei) populations in the south Caspian Sea River basin, using morphometric ratios and genetic markers. Folia Zoologica, 55(3): 323-335.

Smokorowski K.E., Pratt T.C. 2007. Effect of change in physical structure and cover on fish and fish habitat in freshwater ecosystems- a review and meta-analysis. Environmental Reviews, 15: 15-41.

Tabatabaei S.N., Eagderi S., Kaboli M., Javanshir Khoie A., Zamani Faradonbe M. 2013. Analysis of the environmental factors affecting the distribution of the Loach (*Oxynoemacheillus bergianus*) in Kordan River -Iran. Journal of Fisheries, 66(2): 159-171. (In Persian).

Tabatabaei S.N., Hashemzadeh Segherloo I., Eagderi S., Zamani Faradonbeh M. 2014. Determining factor in habitat selection of *Paracobitis iranica* (Nalbant & Bianco 1998) population in Kordan River, Namak Lake Basin, Iran. Journal of Aquatic Ecology, 3(4): 1-9. (In Persian).

Thurow R.E. 1997. Habitat utilization and diel behavior of juvenile bull trout (*Salvelinus confluentus*) at the onset of winter. Ecology of Freshwater Fish, 6: 1-7.

Vadas R.L., Orth D. 2001. Formulation of habitat suitability models for stream fish guilds: Do the standard methods work?. Transactions of the American Fisheries Society, 130 (2): 217-235.

Vinagre C., Fonseca V., Cabral H., Costa M.J. 2006. Habitat suitability index models for the juvenile soles, *Solea solea* and *Solea senegalensis*, in the Tagus estuary: Defining variables for species management. Fisheries Research, 82: 140-149.

Vosoughi Gh., Mostajir B. 1998. Freshwater Fishes. Tehran University Publication. 272 P. (In Persian).

Yu S.L., Lee T.W. 2002. Habitat preference of the stream fish, *Sinogastromyzon puliensis* (Homalopteridae). Zoological Studies, 41(2): 183-187.

Waddle T.J. 2012. Phabsim for Windows user's manual and exercises: U.S. Geological Survey Open-File

[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-07-11 ]

[ DOI: 10.22034/jair.8.4.1 ]

Report 2001-340. 288 p.
Zamani Faradonbe M., Eagderi S., Zarei N. 2015. Determination of habitat suitability index of *Capoeta gracilis*, Keyserling 1861 from Taleghan River. Iranian Scientific Fisheries Journal, 68(4): 409-419. (In Persian).

**نحوه استناد به این مقاله:**

مرادپور درازکلایی آ.، حق‌پرست س.، رحمانی ح.، آقایی‌مقدم ع.ع. تعیین شاخص مطلوبیت زیستگاه و مهمترین عوامل اثرگذار بر الگوی پراکنش سیاه‌ماهی (*Capoeta capoeta*) در رودخانه رودبابل، استان مازندران. نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی دانشگاه گنبدکاووس. ۱۳۹۹، ۱۴-۱ :(۴)۸ .

Moradpour Derazkolaei A., Haghparast S., Rahmani H., Aghaei Moghaddam A.A. Determination of Habitat Suitability Index and the most significant factors affecting distribution pattern of *Capoeta capoeta* in Roodbabol River, Mazandaran Province. Journal of Applied Ichthyological Research, University of Gonbad Kavous. 2021, 8(4): 1-14.

[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-07-11 ]

[ DOI: 10.22034/jair.8.4.1 ]

# Determination of Habitat Suitability Index and the most significant factors affecting distribution pattern of *Capoeta razii* Jouladeh-Roudbar, Eagderi, Ghanavi and Doadrio, 2017 in Roodbabol River, Mazandaran Province

**Moradpour Derazkolaei A[1]., Haghparast S[*2]., Rahmani H[3]., Aghaei Moghaddam A.A[4].**

[1] M.Sc., Dept. of Fisheries, Faculty of Animal Sciences and Fisheries, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran
[2] Assistant prof., Dept. of Fisheries, Faculty of Animal Sciences and Fisheries, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran
3 Associate Prof, Dept. of Fisheries, Faculty of Animal Sciences and Fisheries, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran
4 Assistant Prof, Gorgan Inland Water Resources Research Center - Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research Extension and Training Organization, Gorgan, Iran

**Type:**

Original Research Paper

**Paper History:**

Received: 19-1-2019
Accepted:11-4- 2019

**Corresponding author:**
Haghparast S. Assistant prof., Dept. of Fisheries, Faculty of Animal Sciences and Fisheries, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran

Email: s.haghparast@sanru.ac.ir

## Abstract

Presence-absence and abundance of each fish species in a river habitat depend on several factors and they prefer a specific range of each habitat factor. The present study was carried out to investigate the habitat suitability index of *Capoeta razii* and the effect of habitat factors on its distribution and abundance in Roodbabol branch of the River Babolrood (Mazandaran Province). To do, fish sampling was performed at 20 sampling stations during the last two weeks of December 2017 and 11 habitat factors were measured at each sampling station. During the whole period, sampling was performed once at each station. Then, habitat suitability curves for each factor and suitability index of each station were obtained using HABSEL software. Also, the determination of the distribution pattern of *C. razii* and its relation with the best habitat factors were surveyed using dbRDA analysis according to its abundance at each station in Primer+Permanova (Ver. 6). Based on the HABSEL results, *C. razii* inhabiting Roodbabol prefers wide locations with low water flow speed, temperature between 14 to 18°C, average depth (22 to 30 cm), average altitude (140-180 m), average EC (260-300 µS/cm), small grain size of substrate rocks (100-125 mm), high level of dissolved oxygen (12 to 13 mg/l), and average salinity (1.5-1.7 mg/l) which are covered by bush and shrubs and the shadow level is 41-70%. Also, dbRDA graph-based on DistLm model indicated that factors of depth and width in the first order and water flow with EC in the second order affected the abundances differences of *C. razii* among various stations.

**Keywords:** *C. razii*, Habitat Suitability Index, Environmental factors, Roodbabol River

[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-07-11 ]

[ DOI: 10.22034/jair.8.4.1 ]