

بررسی خصوصیات زیستگاهی سیاه ماهی *Capoeta capoeta gracilis* (Keyserling, ۱۸۶۱) در رودخانه کلارود واقع در استان مازندران

- **نرگس رستمیان***: دانشکده محیط زیست، دانشگاه محیط زیست، کرج
- **سهیل ایگدری**: گروه شیلات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، صندوق پستی: ۴۱۱۱
- **صابر وطن دوست**: گروه شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بابل، بابل
- **حلیمه سالار**: دانشکده محیط زیست، دانشگاه محیط زیست، کرج

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۹۵ تاریخ پذیرش: مرداد ۱۳۹۵

چکیده

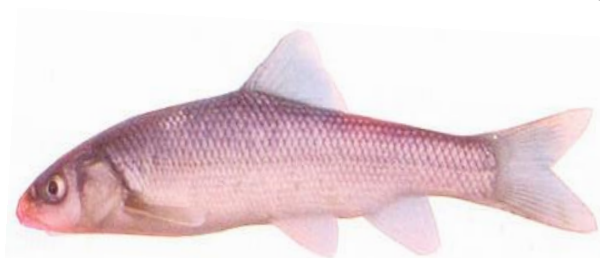
این مطالعه با هدف مطالعه خصوصیات زیستگاهی گونه بومی ماهی *Capoeta capoeta gracilis* رودخانه کلارود با استفاده از مدل نرم افزار Habsel به اجرا درآمد. برای بررسی ویژگی های زیستگاهی این گونه، فراوانی افراد و فاکتورهای زیستگاهی شامل ۵ فاکتور عمق آب (سانتی متر)، عرض رودخانه (متر)، سرعت جریان (متر بر ثانیه)، قطر متوسط سنگ بستر (سانتی متر) و شاخص سنگ بستر، در ۶ ایستگاه از پایین دست به سمت بالادست رودخانه مورد سنجش قرار گرفت. محدوده استفاده از زیستگاه، محدوده زیستگاه در دسترس و محدوده زیستگاه انتخابی برای هر یک از متغیرهای محیطی گونه سیاه ماهی محاسبه شد. با توجه به نتایج زیستگاه انتخابی سیاه ماهی مناطقی با سرعت بالای آب، بستر سنگی، با عرض و عمق زیاد می باشد. نتایج این تحقیق، اطلاعات مورد نیاز خصوصیات زیستگاهی این گونه بومی را برای استفاده در برنامه های مدیریت و حفاظت آبریزان فراهم می آورد.

کلمات کلیدی: مطلوبیت زیستگاه، رودخانه کلارود، سیاه ماهی



مقدمه

زیستگاهی سیاه ماهی *Capoeta capoeta gracilis* انجام شده است از این جمله در مطالعه‌ای انتخاب‌پذیری و ترجیح زیستگاه سیاه‌ماهی در رودخانه سیاهرود مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد ترجیح رفتاری در محدوده عمق‌های ۱۷ تا ۳۸ سانتی‌متر می‌باشد و در عمق‌های زیاد و خیلی کم کاهش پیدا می‌کند. محدوده زیادی از سرعت آب بین ۰/۴۴ تا ۰/۵۶ متر بر ثانیه را انتخاب کرده و بیش‌تر بستر سنگلاخی را برای زیستن ترجیح می‌دهد (اسدی و همکاران، ۱۳۹۳).



شکل ۱: تصویر سیاه ماهی *C. capoeta gracilis*

با توجه به فقدان اطلاعات در مورد نیازهای زیستگاهی سیاه ماهی، این تحقیق با هدف مطالعه مطلوبیت زیستگاه این گونه در رودخانه کلارود (سرشاخه بابل‌رود- حوضه دریای خزر) با استفاده از روش Habitait انجام شد. نتایج این تحقیق اطلاعات مورد نیاز، نیازهای زیستگاهی این گونه بومی را برای استفاده در برنامه‌های مدیریت و حفاظت آبریان فراهم می‌آورد. چرا که شناخت نیازهای زیستگاهی گونه‌ها به‌ویژه گونه‌های بومی اولین قدم در برنامه‌های حفاظتی آن‌ها می‌باشد.

مواد و روش‌ها

رودخانه کلارود از شاخه‌های اصلی بابل‌رود، از کوه‌های البرز مرکزی از ارتفاعات ۲۲۰۰ متری فیل‌بند و سنگچال سرچشمه می‌گیرد. سطح حوضه آبریز این رودخانه در روستای دیوا ۲/۱۳۶ کیلومتر مربع است. دبی متوسط آن ۱/۹۴ متر مکعب در ثانیه است کلارود (شکل ۲) حدود ۶۰ کیلومتر طول و عرض آن ۳ تا ۳۰ متر می‌باشد. کلارود آب کشاورزی زمین‌های شالیزاری روستای دیوا، دولت رودبار، بورا و چند روستای دیگر را تأمین می‌کند. این رودخانه تحت تأثیر فعالیت‌های انسانی از قبیل کشاورزی، ساختمان سازی و طبیعت‌گردی قرار گرفته است (سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، ۱۳۸۳). نمونه‌برداری در آبان‌ماه ۱۳۹۳ در ۶ ایستگاه در مسیر رودخانه کلارود با استفاده از دستگاه الکتروشوکر (۷۵۰ Mp samus)، در یک خط نمونه (Transect) در هر ایستگاه

ماهی (*C. capoeta gracilis* (Keyserling ۱۸۶۱) از خانواده Cyprinidae و با نام فارسی سیاه ماهی، گل‌خور یا تیل خوس شناخته می‌شود و یکی از گونه‌های غالب و بومی حوضه آبریز جنوب دریای خزر می‌باشد. از جمله خصوصیات ظاهری این ماهی یک جفت سبیلک، بدنی کشیده و پوشیده از فلس‌های دایره‌ای و با حداکثر طول کل ۳۵ سانتی‌متر است. این ماهی دارای ارزش صید تجاری و ورزشی در منطقه می‌باشد (عبدلی، ۱۳۸۷). این گونه از جمله فراوان‌ترین ماهیان رودخانه‌های حوضه دریای خزر می‌باشد (Coad, ۲۰۱۲) (شکل ۱). هرگونه تغییر در ویژگی‌های هیدرولوژیک رودخانه‌ها به‌واسطه فعالیت‌ها و بهره‌برداری‌های انسانی، می‌تواند تأثیر بالایی بر ماهیان آن داشته باشد. زیرا تغییر و تخریب زیستگاه ماهیان بر بقا، موفقیت تولیدمثلی و در نهایت نرخ رشد آن‌ها تأثیرگذار بوده و با چنین روندی حیات بسیاری از ماهیان در معرض خطر قرار گرفته یا خواهد گرفت (Ahmadi-Nedushan و همکاران ۲۰۰۶؛ Rosenfeld, ۲۰۰۳).

بنابراین در راستای ارزیابی اثرات توسعه انسانی بر پیکره‌های آبی به‌ویژه رودخانه‌ها به‌منظور حفاظت از تنوع زیستی آن‌ها، اولین گام بررسی کیفیت زیستگاه برای گونه‌های شاخص می‌باشد (Vinagre و همکاران، ۲۰۰۶) این کار نیازمند داشتن اطلاعات پیرامون نیازهای زیستگاهی و مطلوبیت زیستگاه برای آن گونه‌ها می‌باشد. از این رو به‌دست آوردن نیازها و ویژگی‌های زیستگاهی ماهیان به‌منظور پیش‌بینی تأثیر هرگونه دستکاری در ویژگی‌های هیدرولوژیکی بر ماهیان از اولویت‌های تحقیقاتی اکولوژی رودخانه‌ها است (Guay و همکاران، ۲۰۰۰). مطلوبیت فیزیکی زیستگاه برای گونه‌های خاص ماهی با استفاده از روش‌های کیفی گوناگون ارزیابی شده است. یکی از آسان‌ترین این روش‌ها، ارزیابی مطلوبیت زیستگاه از طریق استفاده از مدل‌های شاخص مطلوبیت زیستگاه (Habitat Suitability Index) است (Slaney و Johnston, ۱۹۹۶؛ Marcus و همکاران، ۱۹۸۴). این مدل‌های شاخص از منحنی‌های مطلوبیت چندگانه متغیرهای زیستگاه تشکیل شده‌اند. برای هر متغیر زیستگاه، دامنه مطلوبیت از صفر (نامطلوب) تا یک (حمایت کامل گونه) است (Rashleigh و همکاران، ۲۰۰۴؛ Bain و Bain, ۱۹۸۲). در واقع HSI یک نمایه عددی است و ظرفیت زیستگاه را برای حمایت گونه‌های حیات‌وحش نشان می‌دهد. حداقل ارزش HSI صفر است که زیستگاه نامناسب و حداکثر ارزش آن یک می‌باشد که زیستگاه مناسب را نشان می‌دهد (بهروزی‌راد و همکاران، ۱۳۸۸). مطالعات اندکی در مورد ارزیابی



به نحوی انتخاب شود که معرف آن زیستگاه باشد. شاخص بستر (SI%) نیز از فرمول زیر (Bovee, ۱۹۸۲) محاسبه گردید:

$$\text{شاخص بستر} = 0.08 \times (\text{مساحت ناحیه سنگ صخره‌ای}) + 0.07 \times (\text{مساحت ناحیه تخته‌سنگی}) + 0.06 \times (\text{مساحت ناحیه سنگ‌فرش}) + 0.05 \times (\text{مساحت ناحیه شنی}) + 0.035 \times (\text{مساحت ناحیه ماسه‌ای})$$

به‌منظور تعیین اندیکس شایستگی زیستگاه، پارامترهای محیطی شامل سرعت جریان، عمق آب، عرض رودخانه، نوع پوشش بستر شامل دانه‌بندی رسوبات، قطر سنگ‌ها و طول قلوه سنگ‌ها در هر ایستگاه نمونه‌برداری، اندازه گرفته شد. سپس با استفاده از پارامترهای مورد مطالعه، اندیکس شایستگی (Suitability Index=SI) براساس میزان حضور ماهی برای هر پارامتر تعیین شده و با جمع کردن این اندیکس‌ها برای هر زیستگاه یک عدد به‌عنوان شاخص مطلوبیت زیستگاه (HSI) تعریف شد (Bovee و همکاران، ۱۹۹۸؛ Jowett و همکاران، ۱۹۹۱). برای محاسبه HSI رابطه زیر مورد استفاده قرار گرفت (Jowett و Richardson، ۲۰۰۸؛ Jowett و همکاران، ۲۰۰۸):

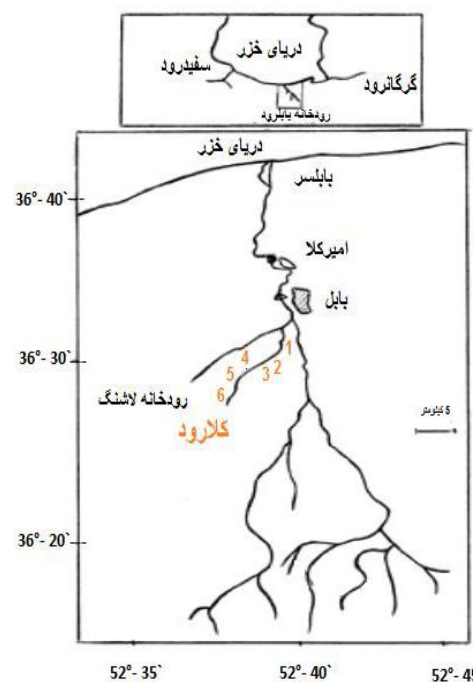
$$HIS = \sqrt[n]{SI \text{ Width} \times SI \text{ Depth} \times \dots \times SIn}$$

آنالیزها توسط نرم‌افزار Habsel و Past انجام و نمودارها در نرم‌افزار Excel ترسیم و تحلیل شد.

نتایج

در مجموع ۷ گونه ماهی شامل سگ‌ماهی خاردار فریدپاکی (*Cobitis faridpaki*)، سس‌ماهی کورا (*Barbus cyri*)، سیاه‌ماهی (*Capoeta capoeta*)، ماهی خیاطه (*Alburnoide eichwaldi*)، و (*Neogobius pallasii*) و (*Squalius cephalus*) در طی عملیات نمونه‌برداری از ۶ ایستگاه صید گردید که در مجموع ۹۱ قطعه سیاه‌ماهی صید شد. کم‌ترین تعداد در ایستگاه شماره ۶ با ۱ عدد ماهی و بیش‌ترین میزان در ایستگاه شماره ۳ با ۴۳ قطعه بود. مطابق نتایج مطالعه حاضر، پراکنش ماهی *Capoeta capoeta* در رودخانه کلارود، در عرض ۱۴-۵/۶ متر، سرعت جریان ۱۱-۳ متر بر ثانیه، عمق ۳۲-۸ سانتی‌متر، شاخص بستر ۶/۵-۳/۵ و قطر سنگ بستر ۲۵-۲/۵ سانتی‌متر بود (جدول ۱). اما دامنه متغیرهای محیطی در زیستگاه انتخابی این ماهی در عمق ۳۲-۲۹ سانتی‌متر، عرض ۱۴-۱۲/۶ متر، سرعت جریان ۱۱-۱۰ متر بر ثانیه، شاخص بستر ۶/۵-۶/۲ و قطر سنگ بستر ۲۵-۲۲/۵ سانتی‌متر بود (شکل ۳، جدول ۲). اندیکس شایستگی (Suitability Index=SI) و شاخص مطلوبیت زیستگاه (HSI) برای هر زیستگاه تعریف شد (جدول ۳ و ۴).

و در ۳ تکرار از سمت پایین ایستگاه به سمت بالا انجام شد. برای اطمینان از صید کامل نمونه‌ها در تمامی ایستگاه‌ها از یک تور ساچوک پشتیبان و نیز یک تور گوشگیر ریز چشمه استفاده شد و کلیه ماهیان موجود در هر ایستگاه جمع‌آوری شدند. نمونه‌های صید شده بعد از بی‌هوشی در محلول ۱٪ گل‌میخک، مورد شناسایی قرار گرفته و تعداد آن‌ها در هر ایستگاه ثبت گردید. سپس نمونه‌ها در محلول فرمالین بافوری ۴٪ تثبیت شدند.



شکل ۲: نقشه ایستگاه‌های نمونه‌برداری شده در رودخانه کلارود در پاییز ۱۳۹۳

سنجش متغیرهای محیطی: بلافاصله بعد از صید نمونه‌ها، متغیرهای زیستگاهی اندازه‌گیری و ثبت شدند. متغیرهای اندازه‌گیری شده شامل ۵ متغیر: عمق آب (سانتی‌متر)، عرض رودخانه (متر)، سرعت جریان (متر بر ثانیه)، ساختار بستر یا قطر متوسط سنگ بستر (سانتی‌متر) و شاخص بستر بودند. عرض رودخانه (متر) در سه ناحیه ابتدا، وسط و انتهای هر ایستگاه اندازه‌گیری و میانگین آن به‌عنوان عرض رودخانه ثبت شد. سرعت جریان (متر بر ثانیه)، رودخانه طبق روش جسم شناور (حسن‌لی، ۱۳۷۹) و با سه تکرار در هر ایستگاه تخمین زده شد. در ۲۰ نقطه از هر ایستگاه، عمق رودخانه اندازه‌گیری و میانگین آن به‌عنوان عمق رودخانه ثبت شد. ساختار بستر با اندازه‌گیری قطر سنگ‌های غالب بستر رودخانه در ۲۰ پلات تصادفی ۵۰×۵۰ سانتی‌متر در هر ایستگاه اندازه‌گیری شد. با توجه به تنوع قطر سنگ‌ها سعی بر آن شد که پلات انتخابی



جدول ۱: دامنه متغیرهای اندازه‌گیری شده در رودخانه کلارود در پاییز ۱۳۹۳

متغیر	حداقل	حداکثر
عمق (سانتی‌متر)	۸/۰۹	۳۰/۳۳
عرض رودخانه (متر)	۳/۵	۲۳/۲۵
سرعت آب (متر بر ثانیه)	۳/۶	۱۰/۴
قطر سنگ بستر (سانتی‌متر)	۳/۵	۶/۲۲
شاخص بستر	۶/۷	۱۳/۲

جدول ۲: رنج متغیرهای محیطی در زیستگاه انتخابی در رودخانه کلارود در پاییز ۱۳۹۳

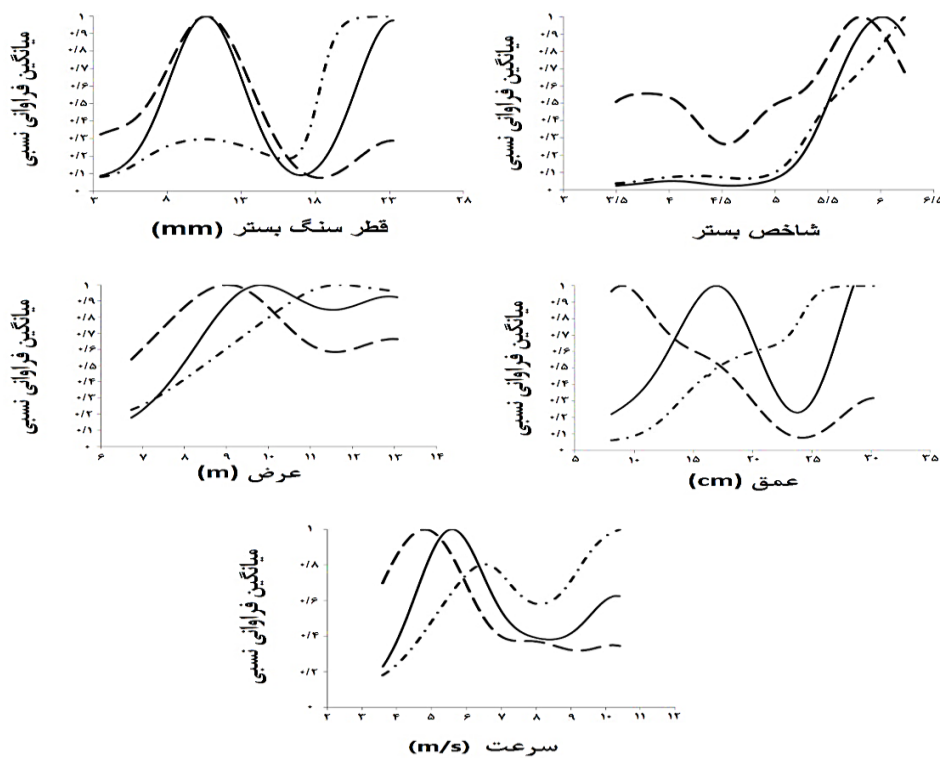
پارامتر	عمق (متر)	قطر سنگ بستر (سانتی‌متر)	سرعت آب (متر بر ثانیه)	شاخص بستر	عرض (متر)
بیش‌ترین انتخابی	۲۹-۳۲	۲۲/۵-۲۵	۱-۱۱	۶/۲-۶/۵	۱۲/۶-۱۴

جدول ۳: شاخص مطلوبیت زیستگاه HSI و تعداد ماهی سیاه ماهی در هر ایستگاه در رودخانه کلارود در پاییز ۱۳۹۳

ایستگاه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	کل
HSI	۰/۳۱	۰/۱۷	۰/۷	۰/۰۰۴	۰/۰۱۴	۰/۰۱۴	۰/۲۰
تعداد ماهی	۲۸	۱۴	۴۳	۳	۲	۱	۹۱

جدول ۴: شاخص انتخاب (SI) برای هر متغیر در رودخانه کلارود در پاییز ۱۳۹۳

پارامتر	عمق (متر)	قطر سنگ بستر (سانتی‌متر)	سرعت آب (متر بر ثانیه)	شاخص بستر	عرض (متر)
SI	۰/۵۶	۰/۴۰	۰/۶۲	۰/۲۸	۰/۷۱



شکل ۳: نمودار دامنه محدوده زیستگاه سیاه ماهی در رودخانه کلارود (محدوده مورد استفاده) (---)، محدوده در دسترس (---)، محدوده

انتخابی (---) در پاییز ۱۳۹۳



بحث

evezardi گزارش شده است. اما وجود ماهیان بزرگ‌تر این گونه در بسترهایی با سنگ‌های بزرگ بیش‌تر بود که این امر هم‌چنین می‌تواند به دلیل نیاز اکسیژنی بالای این گونه باشد (Pati و Agrawal, ۲۰۰۲).

در مجموع شاخص مطلوبیت زیستگاه یا HIS برای هر یک از ایستگاه‌ها محاسبه شد. نتایج نشان داد به دلیل شرایط خاص و ویژه‌ای که در ایستگاه‌های شماره ۳ و ۱ وجود داشت. به ترتیب با مقدار ۰/۷ و ۰/۳۱ بهترین مقدار مطلوبیت زیستگاه را به خود اختصاص دادند. این ایستگاه‌های مورد مطالعه تقریباً در بخش میانی رودخانه کلارود قرار گرفته‌اند. بنابراین مدیریت و حفاظت این منطقه از رودخانه می‌تواند حائز اهمیت بالایی برای حفاظت این گونه بومی باشد. با توجه به نتایج، زیستگاه انتخابی سیاه ماهی مناطقی با سرعت بالای آب به واسطه نیاز به اکسیژن مناسب، با بستر سنگی، با عرض و عمق زیاد می‌باشد.

منحنی‌های ترجیح برای یک گونه، چنانچه در مراحل مختلف زندگی و فصول متفاوت در نظر گرفته شود، می‌تواند به‌عنوان یک ابزار مدیریتی برای یک رودخانه مشخص یا بخشی از یک حوضه آبریز باشد (Copp و Vilizzi, ۲۰۰۴)، اگرچه مطالعه حاضر، مراحل مختلف زندگی سیاه‌ماهی در فصول متفاوت در نظر گرفته نشد. به دلیل این‌که این تحقیق به‌عنوان نخستین گام در جهت شناخت ویژگی‌های زیستگاهی این ماهی انجام گرفت و نتایج حاصله بینشی کلی در ارتباط با زیستگاه مورد استفاده و انتخابی این ماهی را نشان می‌دهد. لازم به ذکر است، نتایج به‌دست آمده در ارتباط با گونه مورد نظر در رودخانه کلارود در فصل پاییز بوده و ممکن است نحوه پراکنش آن در فصول دیگر سال متفاوت باشد. چرا که الگوهای پراکنش ماهیان، به دلیل پویایی زیستگاه‌های طبیعی، می‌تواند در نتیجه تحولات طبیعی و فعالیت‌های انسانی متحول شده و تغییر کند، بنابراین بایستی این تغییرات در طول زمان، همواره بررسی شود (Vinagre و همکاران، ۲۰۰۶). لذا پیشنهاد می‌شود نحوه پراکنش این ماهی در رودخانه کلارود در فصول دیگر نیز بررسی شده تا بتوان راهکار مدیریتی مناسبی برای ماهیان رودخانه کلارود ارائه داده و روند تأثیر فعالیت‌های انسانی را کاهش داد.

منابع

۱. اسدی، ه.؛ ستاری، م. و ایگدری، س.، ۱۳۹۳. بررسی عوامل تعیین کننده در انتخاب پذیری و ترجیح زیستگاه سیاه ماهی *Capoeta capoeta gracilis* (Keyserling ۱۸۹۱) در رودخانه

مقادیر شاخص مطلوبیت فاکتور عمق برای گونه سیاه ماهی (*C.gracilis*) در رودخانه کلارود نشان می‌دهد که فاکتور عمق دارای رابطه مثبت با مقادیر شاخص مطلوبیت است و به عبارت دیگر نواحی دارای عمق زیاد دارای مقادیر بیش‌تری از SI است. نتایج نشان داد که عمق ۲۰-۱۵ بیش‌ترین فراوانی گونه مورد مطالعه را در محدوده مورد استفاده، و عمق ۳۰-۲۵ بیش‌ترین فراوانی را در محدوده انتخابی دارا می‌باشد. در مطالعه Lee و Yu (۲۰۰۲) نیز عمق اثر معنی‌داری بر حضور سیاه ماهی داشت. نتایج این مطالعه نشان داد که سیاه ماهی سرعت‌های متوسط به بالا را ترجیح می‌دهد. گونه سیاه ماهی یک ماهی عام‌گرا با بدنی دوکی شکل است که این شکل بدن باعث مقاومت آن در برابر جریان می‌شود. نتایج مطالعات دیگر نشان می‌دهد که فاکتور عمق و سرعت دو فاکتور غالب و مؤثر در پراکنش و فراوانی افراد گونه‌های ماهیان در زیستگاه است (Baker و Ross, ۱۹۸۱).

مطالعه Ross و Baker (۱۹۸۱) 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 خواهد بود (Jones و Light-foot, ۱۹۷۹).

درباره عرض رودخانه، نتایج نشان داد نواحی‌ای از رودخانه که دارای عرض بیش‌تر بودند تعداد بیش‌تری از افراد سیاه ماهی (مقادیر بیش‌تر SI) را در خود جای داده‌اند (جدول شماره ۳). مطالعه Horowitz (۱۹۷۸) 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 پرفیتون به‌طور غیرمستقیم تحت تأثیر فاکتور عرض رودخانه است. بنابراین عرض بیش‌تر رودخانه سبب افزایش پوشش‌های جلبکی و حشرات آبی که غذای این گونه محسوب می‌شوند، خواهد شد (Baker و Ross, ۱۹۸۱).

اگرچه در زیستگاه در دسترس سیاه ماهی در رودخانه کلارود، بسترهای گلی، شنی، قلوه سنگی و گیاهی نیز مشاهده شد اما اولویت انتخابی سیاه ماهی که بستر سنگی بود به دلیل ویژگی‌های بوم‌شناختی و زیست‌شناختی، این که ماهیان با اندازه کوچک‌تر به‌عنوان پناهگاه و فرار از شکارچیان از آن استفاده می‌کنند که در برخی گونه‌های سگ ماهیان *Nemacheilus*



- NIWA Science and Technology Series. Vol. ۵۴, ۱۲۱ p.
۱۶. **Light-foot, G.W. and Jones, N.V., ۱۹۷۹.** The relationship between the size of 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: ۲۳۰-۲۳۶.
 ۱۷. **Marcus, M.D.; Hubert, W.A. and Anderson, S.H., ۱۹۸۴.** Habitat suitability index models: Lake trout (exclusive of the Great lakes), U.S. Fish Wild. Serv. FWS/OBS-۸۲/۱۰. ۸۴. ۱۲ p.
 ۱۸. **Pati, A.K. and Agrawal, A., ۲۰۰۲.** Studies on the behavioral ecology and physiology of ahyogean loach, *Nemacheilus evezardi*, from the Kotumsar Cave, India. Current Science. Vol. ۸۳, No. ۹, pp: ۱۱۱۲-۱۱۱۶.
 ۱۹. **Rashleigh, B.; Barber, M.C.; Cyterski, M.; Johnston, J.; Pamar, R. and Mohamoud, Y., ۲۰۰۴.** Population models for stream fish response to habitat and hydrologic alteration: The cvi watershed tool, environmental protection agency, Office of Research and Development, Athens, GA, USA. EPA/۶۰۰/R-۰۴/۱۹۰.
 ۲۰. **Rosenfeld, J., ۲۰۰۳.** Assessing the habitat requirement of stream fishes: An overview and evaluation of different approaches, Transaction of the American Fisheries Society. Vol. ۱۳۲, pp: ۹۵۳-۹۶۸.
 ۲۱. **Vinagre, C.; Fonseca, V.; Cabral, H. and Jose Costa, M., ۲۰۰۶.** Habitat suitability index models for the juvenile soles, *Solea solea* and *Solea senegalensis*, in the Tagus estuary: Defining variables for species management, Fisheries Research. Vol. ۸۲, pp: ۱۴۰-۱۴۹.
 ۲۲. **Yu, S.L. and Lee, T.W., ۲۰۰۲.** Habitat preference of the stream fish, *Sinogastromyzon puliensis* (Homalopteridae). Zoological Studies. Vol. ۴۱, No. ۲, pp: ۱۸۳-۱۸۷.
۱. سیاهرود (از سرشاخه‌های حوضه رودخانه سفیدرود). مجله علمی شیلات ایران. سال ۲۳، شماره ۳، صفحات ۱ تا ۹.
 ۲. **بهروزی‌راد، ب.؛ آبتین، ا.؛ همتی، ت.؛ محمدی، ح. و عرفانی، م.، ۱۳۸۸.** بررسی زیستگاه تمساح مردابی در رودخانه سرباز در استان سیستان و بلوچستان به منظور تعیین مطلوبیت زیستگاه (HSI). مجله زیست‌شناسی شیل آمایش. سال ۱، شماره ۴. صفحات ۴۵ تا ۵۶.
 ۳. **حسن‌لی، ع.م.، ۱۳۷۹.** روش‌های گوناگون اندازه‌گیری آب (هیدرومتری). انتشارات دانشگاه شیراز. ۲۶۵ صفحه.
 ۴. **سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح. ۱۳۸۳.** فرهنگ جغرافیایی رودهای کشور، حوزه آبریز ایران مرکزی. انتشارات سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح. جلد سوم، ۲۷۹ صفحه.
 ۵. **عبدلی، ا. و نادری، م.، ۱۳۸۷.** تنوع زیستی ماهیان حوضه جنوبی دریای خزر. انتشارات علمی آریزان. چاپ اول. ۲۳۷ صفحه.
 ۶. **Ahmadi-Nedushan, B.; ST-Hilare, A., Berube, M., Robichaud, E., Thiomonge, N. and Bobeea, B., ۲۰۰۶.** A review of statistical methods for the evaluation of aquatic habitat suitability for instream flow assessment, River Research and Applications. Vol. ۲۲, pp: ۵۰۳-۵۲۳.
 ۷. **Bain, M.B. and Bain, J.L., ۱۹۸۲.** Habitat suitability index models: Coastal stocks of striped bass. U.S. Fish and Wildlife Service, Office of Biological Services, Washington D.C. FWS/OBS-۸۲/۱۰. ۲۹ p.
 ۸. **Baker, J.A. and Ross, S.T., ۱۹۸۱.** Spatial and temporal resource utilization by south eastern cyprinids. Copeia. pp: ۸۹-۱۷۸.
 ۹. **Bovee, K.D.; Lamb, B.L.; Bartholow, J.M.; Stalnaker, C.B.; Taylor, J.G. and Henriksen, J., ۱۹۹۸.** Stream habitat analysis using the instream flow incremental methodology: Biological Resources Discipline Information and Technology Report USGS/BRD-۱۹۹۸-۰۰۰۴. ۱۳۱ p.
 ۱۰. **Coad, B., ۲۰۱۳.** Fresh water fishes of Iran, Available from www.Briancoad.com. Accessed ۱st UN, ۲۰۱۳, Vol.۳, No.۲, Website: www.Briancoad.com. Accessed
 ۱۱. **Copp, G.H. and Vilizzi, L., ۲۰۰۴.** Spatial and ontogenetic variability in the microhabitat use of stream-dwelling spined loach (*Cobitis taenia*) and stone loach (*Barbatula barbatula*). Journal of Applied Ichthyology. Vol. ۲۰, No. ۶, pp: ۴۴۰-۴۵۱.
 ۱۲. **Guay, J.C.; Boisclair, D.; Rioux, D.; Leclerc, M.; Lapointe, M. and Legendre, P., ۲۰۰۰.** Development and validation of numerical habitat models for juveniles of Atlantic salmon (*Salmo salar*), Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. Vol. ۵۷, pp: ۲۰۶۵-۲۰۷۵.
 ۱۳. **Horowitz, R.J., ۱۹۷۸.** Temporal variability patterns and the distributional patterns of stream fish. Ecological Monogram. Vol. ۴۸, pp: ۳۰۷-۲۱.
 ۱۴. **Johnston, N.T. and Slaney, P.A., ۱۹۹۶.** Fish habitat assessment procedures, Watershed Restoration Technical Circular. Vol. ۸, ۹۷ p.
 ۱۵. **Jowett, I.G.; Hayes, J.W. and Duncan, M.J., ۲۰۰۸.** A guid to Instream habitat survey methods and analysis,

