



Original Research Paper

Habitat assessment of Kura barbell (*Barbus cyri*) in Klarood River, Mazandaran Province, Southern Caspian Sea Basin

Mohammadjavad Soleimanikutenae¹, Saber Vatandoust^{*1}, Hossein Mostafavi^{*2}, Reza Changizi¹,
Mojtaba Keshavarz Divkolai³

¹Department of Fisheries, Babol Branch, Islamic Azad University, Babol, Iran

²Department of Biodiversity, Environmental Sciences Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

³Department of Fisheries, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Ghaemshahr Islamic Azad University, Ghaemshahr, Iran

Key Words

Habitat preference
Utility index
Klarood river
Biodiversity
Conservation

Abstract

Introduction: Due to the importance and necessity of the inland fish fauna in Iran, this research focused on assessing the habitats of indicator fish species in the Klarood River, one of the main tributaries of the Babolrood River in Mazandaran, during the autumn of 2021. The highly variable physicochemical, hydrological, and geomorphological conditions, along with the dynamic nature of the river, created diverse habitats for fish and other aquatic organisms. Furthermore, this research emphasizes the importance of habitat studies for understanding and managing water resources. An accurate understanding of the environment and habitat conditions can aid in the restoration and preservation of river ecosystems. The studies in this text focus on the significance of habitat suitability models for predicting the distribution and abundance of species in habitats.

Materials and Methods: In this study, first, after literature review and the field survey of Babolrood river basin, a representative site in a tributary of Babolrood river which is named Klarood with the lowest human pressures and the highest habitat diversity was determined. Then, at the defined site, based on the REFORM protocol, some transects were selected at specific intervals based on expert judgment, and then in each transect, environmental parameters such as flow velocity, depth, biotic and abiotic substrates were measured. After this stage, sampling of fish was done by electro-shocker device in about 150 points randomly and zigzagging. Moreover, at each fishing point, the above-mentioned environmental parameters were measured again and then habitat suitability curves and index were calculated.

Results: The results showed that the species prefers flow velocity of 0-30 (cm) and 30-90 (cm) depth. Also, among the available biotic and abiotic substrates, species prefer "Xylal", "FPOM" and "Mesolithal" substrates respectively. Also, the habitat suitability index of this species was estimated e 0.71.

Conclusion: The results of this study can be used as a guide for management and restoration of species as well as river ecosystems for this catchment.

* Corresponding Author's email: s.vatandoust@gmail.com; hmostafaviw@gmail.com

Received: 28 March 2023; Reviewed: 29 April 2023; Revised: 2 July 2023; Accepted: 4 August 2023

(DOI):10.70102/AEJ.2025.16.2.9

مقاله پژوهشی

ارزیابی مطلوبیت زیستگاه گونه سس ماهی کورا (*Barbus cyri*) در رودخانه کلارود استان مازندران، حوضه آبریز جنوبی دریای خزر

محمدجواد سلیمانی کوتنایی^۱، صابر وطن دوست^{۲*}، حسین مصطفوی^۳، رضا چنگیزی^۱، مجتبی کشاورز^۲

^۱ گروه شیلات، واحد بابل، دانشگاه آزاد اسلامی، بابل، ایران

^۲ گروه تنوع زیستی، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

^۳ گروه شیلات، واحد قائم شهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائم شهر، ایران

چکیده

کلمات کلیدی

ارجحیت زیستگاه
شاخص مطلوبیت
کلارود
تنوع زیستی
حفاظت
سس ماهی کورا

مقدمه: به دلیل اهمیت و ضرورت فون ماهیان آبهای داخلی ایران، به عنوان خزانه ژنتیکی جانوری در این تحقیق زیستگاه گونه های شاخص ماهیان رودخانه کلارود، یکی از سرشاخه های اصلی بابلرود مازندران در پاییز ۱۴۰۰ مورد سنجش و ارزیابی قرار گرفت. شرایط بسیار متغیر فیزیکی و شیمیایی، هیدرولوژیک و ژئومورفولوژیک و پویایی رودخانه، زیستگاه های متنوعی را برای ماهیان و سایر آبزیان به وجود آورد. هم چنین، این پژوهش به اهمیت مطالعات زیستگاهی برای درک و مدیریت منابع آبی اشاره دارد. شناخت دقیق از محیط زیست و شرایط زیستگاه می تواند به بازسازی و حفظ زیست بوم رودخانه ای کمک کند. مطالعات این متن به تأکید بر اهمیت مدل های محلی مطلوبیت زیستگاه برای پیش بینی پراکنش و فراوانی گونه ها در زیستگاه ها می پردازد.

مواد و روش ها: در این پژوهش ابتدا با بررسی های سوابق مطالعاتی و نیز میدانی از حوضه آبریز رودخانه بابلرود، ایستگاه نماینده ای در شاخه فرعی رودخانه بابلرود به نام کلارود با کمترین فشارهای انسانی و بیشترین تنوع زیستگاهی تعیین گردید. سپس در ایستگاه تعیین شده براساس پروتکل ریفرم (REFORM) ترانسکت هایی در فواصل مشخص براساس نظر کارشناسی انتخاب و سپس در هر ترانسکت پارامترهای محیطی مانند سرعت، عمق آب، بسترهای زیستی و غیرزیستی اندازه گیری شدند. بعد از این مرحله، حدود ۱۵۰ نقطه از بازه در ایستگاه تعیین شده صید ماهی با دستگاه الکروشوک به صورت تصادفی و زیگزاگ انجام گردید و در هر نقطه صید، مجدداً پارامترهای محیطی مذکور در بالا اندازه گیری و بعد از آن محاسبات لازم برای تعیین مطلوبیت زیستگاه انجام شد.

نتایج: نتایج نشان داد که گونه سس ماهی کورا سرعت ۳۰-۰ (سانتی متر بر ثانیه) و عمق ۹۰-۳۰ (سانتی متر) را ترجیح می دهند. هم چنین این گونه در بین بسترهای زیستی و غیرزیستی در دسترس، بسترهای "درخت"، "ذرات ریز عالی" و "قلوه سنگ" را به ترتیب بیش تر ترجیح می دهند. هم چنین شاخص مطلوبیت زیستگاه این گونه ۰/۷۱ برآورد شده است.

بحث و نتیجه گیری: نتایج این مطالعه می تواند به عنوان راهنمایی برای ارزیابی مدیریت و احیاء گونه و اکوسیستم برای این حوضه آبریز استفاده شود.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: s.vatandoust@gmail.com; hmostafaviw@gmail.com

تاریخ دریافت: ۸ فروردین ۱۴۰۲؛ تاریخ داوری: ۹ اردیبهشت ۱۴۰۲؛ تاریخ اصلاح: ۱۱ تیر ۱۴۰۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۳ مرداد ۱۴۰۲

(DOI):10.70102/AEJ.2025.16.2.9

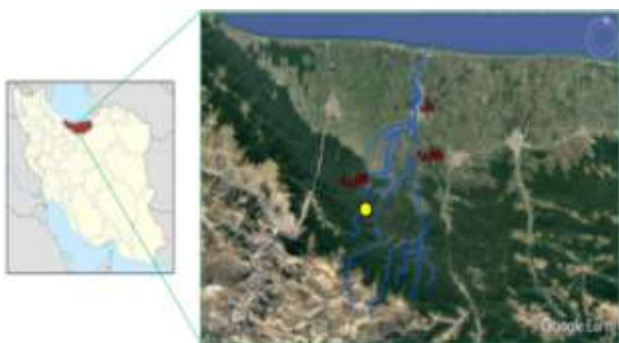
مقدمه

شرایط هیدرولوژیکی و ژئومورفولوژیکی رودخانه‌ها پیوسته در حال تغییر بوده و زیستگاه‌های متنوعی را برای ماهیان و دیگر آبزیان فراهم می‌سازد. این زیستگاه‌ها شرایط زیستی و غیرزیستی مورد نیاز جهت تداوم حیات گونه مورد نظر را مهیا می‌کنند. ماهیان ساکن رودخانه براساس سازش‌های رفتاری، فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی، زیستگاه‌های خاصی را ترجیح می‌دهند که برای بقا و پایداری افراد و جمعیت‌های آن حائز اهمیت می‌باشند. بسیاری از گونه‌های ماهیان به دلیل تغییر زیستگاه ناشی از دخالت‌های انسانی در معرض خطر انقراض قرار داشته و بسیاری دیگر در آینده تحت تأثیر تغییرات زیستگاه و فعالیت‌های انسانی در منابع آبی قرار خواهند گرفت (۳۱). اطلاع از تأثیر فعالیت‌های انسان بر زیستگاه ماهیان، می‌تواند درک روشنی از روابط بوم‌شناختی بین گونه‌ها و محیط زیست آن‌ها ارائه نماید. هدف اولیه بررسی محیط‌های آبی، شناسایی مجموعه شرایطی است که نیازمندی‌های زیستگاه گونه‌ها را مشخص می‌کند و سبب تداوم افراد و جمعیت در آن بوم‌سازگان می‌شود (۳۱). ارزیابی کیفیت زیستگاه مهم‌ترین اقدام در تصمیم‌گیری‌های مربوط به محیط زیست است (۳۳). شاخص‌های مختلفی می‌توانند جهت مدیریت و ارزیابی پیکره‌های آبی به کار گرفته شوند. اما ماهیان به جهت حضور در اکثر منابع، اطلاعات بیش‌تر در مورد رده‌بندی آن‌ها، خصوصیات بوم‌شناختی، گستره زندگی آن‌ها نسبت به سایر جوامع آبی، حضور در زیستگاه‌ها و سطوح تروفي (تولید) مختلف، بیش‌تر مورد توجه بوده‌اند. در واقع اجتماع ماهیان و حضور آن‌ها می‌تواند شرایط زیستی یک بوم‌سازگان را بهتر توصیف نماید (۲۲). هر موجود زنده، زیستگاه خاصی را ترجیح می‌دهد و این زیستگاه برای ماهی جایی است که نیازهایی از قبیل اکسیژن کافی، دمای مطلوب، غذای کافی و کاهش شکار را برآورده می‌کند (۳۰). کاهش کمیت و کیفیت زیستگاه، عامل مهم در کاهش موجودات آبی است و سلامت آن‌ها را تهدید می‌کند. از طرف دیگر چگونگی پاسخ جمعیت‌های ماهی به تغییرات زیست محیطی، می‌تواند موجب تغییر در فراوانی و پراکنش جمعیت باشند (۱۰). از نظر کیفیت زیستگاه، تراکم موجودات نشان‌دهنده پتانسیل و ظرفیت زیستگاه برای حفظ آن‌ها است. بررسی‌ها نشان داده که افزایش کیفیت و بهبود شرایط زیستگاه ماهی، نیازمند افزایش دانش بشری در زمینه فرایندهای طبیعی در محیط زیست به‌ویژه بوم‌سازگان رودخانه‌ای است. در واقع شناخت روابط بین شرایط مختلف فیزیکی، هیدرولیکی و شیمیایی زیستگاه برای بازسازی بوم‌سازگان‌های رودخانه‌ای تغییر یافته، ضروری است

(۱۶). مطلوبیت زیستگاه برای گونه‌های خاص ماهی با استفاده از روش‌های کمی ارزیابی می‌شود که یکی از این روش‌ها استفاده از مدل‌های محنی مطلوبیت زیستگاه براساس مفاهیم استفاده، در دسترس بودن و انتخاب یا ترجیح می‌باشد (۱۳). مدل‌های مطلوبیت زیستگاه، پراکنش و فراوانی گونه را پیش‌بینی می‌کنند (۲۶) که این مدل‌ها، از منحنی‌های مطلوبیت متغیرهای چندگانه زیستگاهی، تشکیل شده‌اند. در حقیقت این مدل‌ها به‌عنوان ابزار قابل اعتمادی برای اندازه‌گیری کیفیت و کمیت زیستگاه در بسیاری از پروژه‌های زیستی حفاظت مطرح باشند (۲۸). در این راستا، با توجه به این که حوضه آبریز رودخانه بابلرود دارای مشکلات زیست محیطی متعدد و فراوانی است (۲۰، ۲۱)، این مطالعات زیستگاهی اطلاعات بسیار مفیدی در راستای احیاء و مدیریت گونه‌ها و نیز رودخانه‌های آسیب‌دیده خواهد داد. بنابراین شاخه فرعی کلارود از رودخانه بابلرود که تقریباً دست‌نخورده و بکر است برای اولین بار مطالعات مطلوبیت زیستگاهی گونه سس ماهی کورا در آن انجام شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: این مطالعه در رودخانه کلارود از سرشاخه‌های مهم رودخانه بابلرود در شمال ایران و در استان مازندران انجام گردید، (شکل ۱). رودخانه کلارود از شاخه‌های اصلی بابلرود است که از کوه‌های البرز مرکزی از ارتفاعات ۲۲۰۰ متری فیل‌بند و سنگ‌چال سرچشمه می‌گیرد. این رود در منطقه‌ای به نام هر دورود در کنار امامزاده قاسم با رودی دیگر به نام تررود به هم پیوسته و یک رود را تشکیل داده و در قسمت شرقی روستای دیوا به جریان افتاده و پس از پیوستن چند رود دیگر در محل پل محمد حسن خان به بابلرود می‌ریزد. کلارود حدود ۶۰ کیلومتر طول و عرض آن ۳ تا ۳۰ متر می‌باشد. سطح حوضه آبریز این رودخانه در روستای دیوا ۱۳۶/۲ کیلومتر مربع است. دبی متوسط آن ۱/۹۴ مترمکعب در ثانیه است (۲۷).



شکل ۱: موقعیت رودخانه کلارود و ایستگاه نمونه‌برداری (دایره زرد رنگ) در استان مازندران ایران

داشته و در عین حال دارای تنوع زیستگاهی بوده، جهت نمونه‌برداری انتخاب شده است (۲۰، ۲۱).

اندازه‌گیری پارامترهای محیطی: ارزیابی مورد نظر براساس پروتکل ریفرم (REFORM) و روش ترانسکت انجام شده است (۲۵) و در سایت مورد نظر ترانسکت‌هایی در فواصل مشخص (بنا به نظر کارشناسی) انتخاب شد. سپس در هر ترانسکت ویژگی‌هایی مانند سرعت و عمق آب، پارمترهای زیستی و غیرزیستی بستر (جدول ۲) مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

تعیین زون اکولوژیک و ایستگاه نمونه‌برداری: ابتدا زون

اکولوژیک رودخانه با استفاده از اطلاعات و اسناد موجود (۱، ۲۰، ۲۱)، تجربیات متخصصان و نیز با نمونه‌برداری‌های متعدد بررسی و مشخص شد. هم‌چنین براساس مطالعات قبلی، طبق معیارهایی مانند تغییرات کاربری زمین، پیوستگی رودخانه‌ای، شرایط مطلوب هیدرومورفولوژی، کیفیت آب، برداشت بی‌رویه ماهی و گونه‌های و نیز با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای گوگل ارث و هم‌چنین قابل دسترس بودن ایستگاه، مکانی به‌عنوان سایت نماینده که دارای کم‌ترین فشار و دخالت انسانی

جدول ۲: دسته‌بندی ویژگی‌های زیستی و غیرزیستی (۲۵)

نوع	نام بستر برای پایگاه داده	نام بستر	مخفف	توضیح	اندازه دانه (میلی‌متر)
	Mega/ Macrolithal	قطعه	Block	غالب با قطعه سنگ‌های بزرگ، تخته سنگ‌ها	>۲۰۰
	Mesolithal	قلوه سنگ	Cobble	غالب با قلوه سنگ‌هایی به اندازه مشت دست با درصد متغیری از شن و ماسه	>۶۰ - ۲۰۰
	Microlithal	ماسه درشت	Coarse-gravel	غالب با ماسه سنگ‌هایی به اندازه تخم کبوتر تا مشت بچه با درصد متغیری از شن و ماسه ریز	>۲۰ - ۶۰
	Akal	ماسه ریز	Fine-gravel	غالب با ماسه های ریز	>۲ - ۲۰
	Psammal	شن	Sand	غالب با شن	>۰/۰۰۶ - ۲
	Argyllal	لوم	Loam	غالب با سیلت، لوم، رس (غیرآلی)	>۲۰۰
	Technolithal	مصنوعی	Techno	بلوک‌ها مصنوعی که برای تثبیت کانال در بخش‌های تخریب‌شده استفاده می‌شود.	
	Xylal	درخت	Wood	تنه درخت، درخت مرده، شاخه، ریشه	
	CPOM	ذرات درشت آلی	Coarse particulate organic matter	رسوب ذرات مواد آلی سخت مانند برگ‌های افتاده	
	FPOM	ذرات ریز آلی	Fine particulate organic matter	رسوب ذرات مواد آلی سبک مانند گل و لجن (آلی)	
	Algae	جلبک‌ها	Algae	جلبک‌های رشته‌ای یا پریفیتون	
	Sub_ macrophytes	ماکروفیت‌های غوطه‌ور در آب	Submerged macrophytes	ماکروفیت‌های غوطه‌ور در آب	
	Em_ macrophytes	ماکروفیت‌های بیرون در آب	Emergent macrophytes	ماکروفیت‌های بیرون در آب، مانند لوبی (Typha)، جگن (Carex) و نی (Phragmites)	
	LPTP	بخش‌های زنده گیاهان خشکی	Living parts of terrestrial plants	ریشه‌های زنده، پوشش گیاهی شناور ساحلی	

(۱۵۰ نقطه)، تصادفی و زیگزاگ به شکلی که تمامی مزو و میکرو زیستگاه‌ها بررسی شوند، انجام گردید، ماهیان صید شده از هر نقطه برای شناسایی و اندازه‌گیری‌های طول و سن در سطل‌های جداگانه جمع‌آوری و پس از آن مجدداً به رودخانه رهاسازی می‌شدند. ضمناً برای هر نقطه نمونه‌برداری شده، پارامترهای مربوط به سرعت، عمق و بسترهای زیستی و غیرزیستی مانند بخش قبلی اندازه‌گیری شد.

دما، اکسیژن محلول، شوری، اسیدیته و ذرات معلق نیز توسط دستگاه‌های پرتابل HQ40D Portable Multi Meter به صورت کلی برای سایت انجام شده است.

نمونه‌برداری ماهیان: نمونه‌برداری ماهیان با استفاده از دستگاه

الکتروشوکر انجام شد. در حقیقت، نمونه‌برداری به شیوه نقطه‌ای

ارائه شده است. برای این مطالعه از روش میانگین هندسی استفاده گردید (۸).

SI1 می‌تواند شاخص عمق، SI2 شاخص سرعت و بقیه شاخص‌ها به همین ترتیب تا SI_n

$$HSI = \sqrt[n]{SI_1 \times \dots \times SI_n}$$

نتایج

براساس بررسی‌های انجام گرفته، ویژگی‌های فیزیکی و موقعیت رودخانه و نیز تنوع زیستگاهی ایستگاه مورد مطالعه در جدول ۳ نشان داده شده است. جداول ۴ و ۵ نیز نتایج مربوط به وضعیت فیزیکوشیمیایی و سایر متغیرهای محیطی اندازه‌گیری شده برای بازه ایستگاه نمونه‌برداری شده را به ترتیب نشان می‌دهند.

جدول ۳: مشخصات ایستگاه نمونه برداری شده

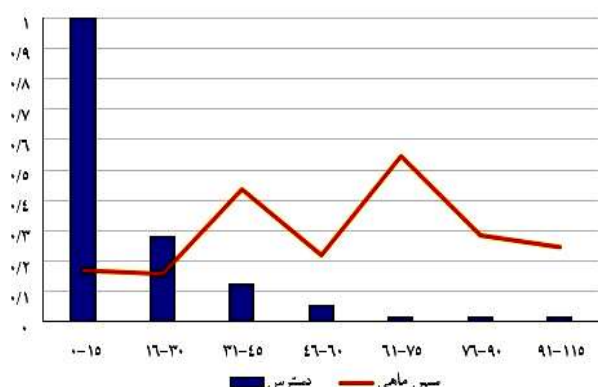
ایستگاه	تنوع زیستگاه	موقعیت (x,y)	ارتفاع (متر)	شیب (%)	عرض مرطوب (متر)	عرض ماکزیمم (متر)
کلارود	Pool-Riffle-Run	36°20'42.93"N 53°13'29.12"E	۴۳۵	۲/۹	۵/۹	۳۰

جدول ۴: میانگین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی سایت نمونه‌برداری رودخانه کلارود

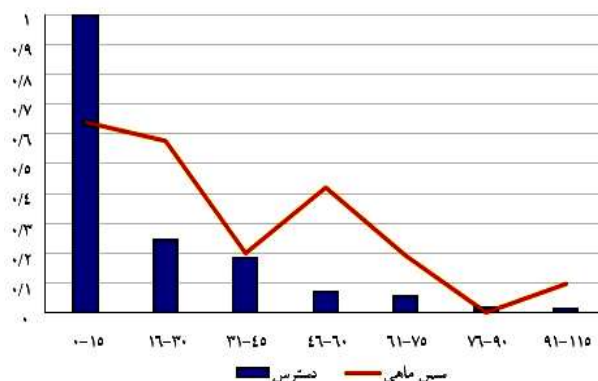
مقدار اکسیژن موجود در آب (DO)	دما (سلسیوس)	هدایت الکتریکی خاک (EC)	میزان کل جامدات محلول در آب (TDS)	شوری (Salinity)	pH
(میلی گرم بر لیتر)	(سلسیوس)	(میکرومتر بر سانتی متر)	(میلی گرم بر لیتر)	(قسمت در میلیون)	
۹/۴۳	۲۵	۴۲۶	۲۱۵/۸	۰/۲۰	۷/۳۳

جدول ۵: خصوصیات محیطی نقاط نمونه‌برداری شده در ایستگاه کلارود

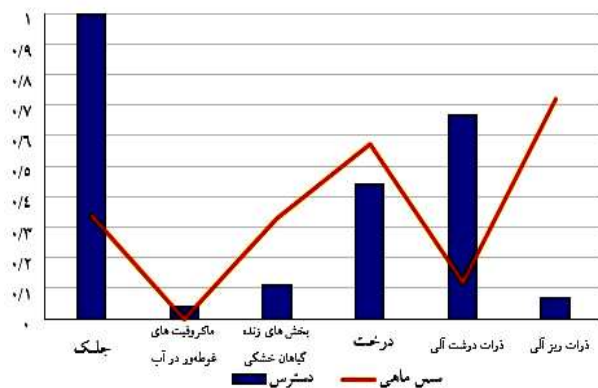
ایستگاه	سرعت (سانتی متر بر ثانیه)	عمق (سانتی متر)	بستر زیستی (درصد)	بستر غیرزیستی (درصد)
	میانگین	میانگین	بستر غالب مقدار (درصد)	بستر غالب مقدار (درصد)
کلارود	۰/۲۷	۳۲	"جلبک" ۳۰/۶	"قلوه سنگ" ۶۴/۹



شکل ۳: زیستگاه در دسترس (Available) و ترجیحی گونه سس ماهی کورا (BC) در ارتباط با متغیر عمق (سانتی متر)

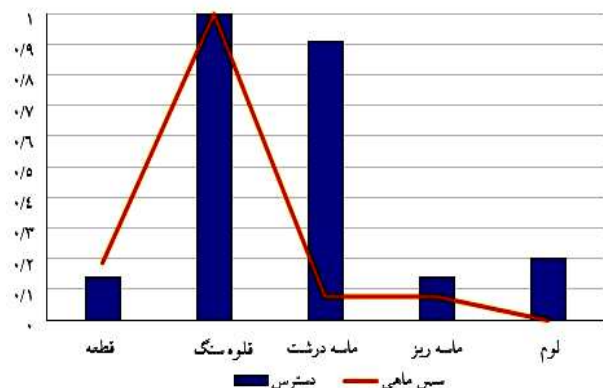


شکل ۴: زیستگاه در دسترس (Available) و ترجیحی گونه سس ماهی کورا (BC) در ارتباط با متغیر سرعت (سانتی متر بر ثانیه)



شکل ۵: زیستگاه در دسترس (Available) و ترجیحی گونه سس ماهی کورا (BC) در سنن در ارتباط با متغیر بستر زیستی (۱. جلبک ۲. ماکروفیت های غوطه ور در آب ۳. بخش های زنده گیاهان خشک ۴. درخت ۵. ذرات درشت آلی ۶. ذرات ریز آلی)

رسوب و آب، ساخت زیستگاه های فیزیکی در چندین مقیاس و فراهم کردن بستر برای فعالیت های بیولوژیکی، زیستگاه / پوشش را برای دوزیستان آبی و حیوانات خشکی متعادل می کند. گیاهان ساحلی به عنوان عناصر سخت در طی دوره های غرق شدگی به کار می آیند و بدین وسیله بر فرآیندهای هیدروژئومورفولوژیکی که چشم انداز رودخانه را شکل می دهند نیز موثرند (۱۱، ۱۷). چنین ساختاری که می تواند باعث عملکردهای فوق شود، در رودخانه کلارود مشاهده شده است (شکل ۶).
پوشش گیاهی آبی: گیاهان آبی اعم از ماکرو و میکرو با داشتن ترکیبات آلی و معدنی به عنوان یکی از اجزاء زنجیره غذایی اکوسیستم های رودخانه ای به شمار می روند. گیاهان آبی با جذب مواد مغذی آب و رشد خود، مواد مورد نیاز سایر زیستمدان اکوسیستم نظیر پروتوزواها، روتیفرها، سخت پوستان، حشرات آبی و ماهیان را نیز فراهم می کنند. به علاوه ماکروفیت های ریشه دار قادرند مواد غذایی به ویژه فسفر را از رسوبات ته نشین شده منابع آب جذب نمایند و در تعادل اکوسیستم های آبی موثر واقع شوند، هم چنین آن ها می توانند شرایط شیمیایی آب مانند اسیدیته را نیز تغییر دهند. هم چنین گیاهان آبی در رفع آلودگی های آبی نیز مانند فلزات سنگین موثر بوده و تا حدی آن را تصفیه می نمایند (۹، ۱۲، ۱۴). گیاهان آبی با اندام های خود سرعت جریان آب را کاهش داده و با رسوب گذاری مواد معلق، تنوع زیستگاهی را افزایش می دهند و پناهگاه و محیط زیست لازم را برای طیف گسترده ای از جانوران آبی تامین می کنند. آن ها هم چنین می توانند محیط مناسبی برای تخم ریزی و پرورش ماهیان به وجود آورند و با تولید اکسیژن در محیط آبی نقش موثری در حیات رودخانه ها به خصوص برای بقا آبیان ایفاء می کنند (۲۳). پوشش های متنوعی از گیاهان آبی در رودخانه کلارود مشاهده شد (شکل ۷).



شکل ۴: زیستگاه در دسترس (Available) و ترجیحی گونه سس ماهی کورا (BC) در سنن مختلف در ارتباط با متغیر بستر غیر زیستی (۱. قطعه ۲. قلوه سنگ ۳. ماسه درشت ۴. ماسه ریز ۵. لوم)

شکل ۲ نشان می دهد که بیشترین سرعت در دسترس رودخانه بین ۱۱۵-۰ (سانتی متر بر ثانیه) است. گونه سس ماهی کورا سرعت ۶۰-۰ را ترجیح داده که بیشترین آن در سرعت ۱۵-۰ بوده است و هم چنین شکل ۳ نشان می دهد که بیشترین عمق در دسترس رودخانه بین ۱۱۵-۰ (سانتی متر) است. گونه سس ماهی کورا عمق ۹۰-۳۱ را ترجیح می دهد اما بیشترین ترجیح آن در ۶۱-۷۵ سانتی متری بوده است. شکل ۴ نشان می دهد که بیشترین بستر غیر زیستی دسترس رودخانه شامل "ماسه درشت" و "قلوه سنگ" بوده است. کلاً گونه سس ماهی کورا "قلوه سنگ" را بیشترین ترجیح داده اند و همین طور شکل ۵ نشان می دهد که بیشترین بستر زیستی دسترس رودخانه "جلبک" بوده است. گونه سس ماهی کورا بسترهای "درخت" و "ذرات ریز آلی" را ترجیح داده اند. در نهایت شاخص مطلوبیت زیستگاه برای گونه مورد مطالعه ۰/۷۱۳ به دست آمده که عدد مطلوبی است.

بحث

تنوع زیستگاهی در رودخانه کلارود: ساختار پیچیده زیستگاه

از طریق برهم کنش تنگاتنگ بین کانال رودخانه و محیط زیست پیرامونی تامین می شود و به دلیل برهم کنش جامعه اکوسیستم با منظر پیرامونی خود به شدت یکپارچه بوده و بخشی از آن به شمار می روند (۲۱، ۲۹). در این جا به برخی از عوامل مهم در شکل گیری زیستگاه ها و کارکرد آن ها اشاره و بحث می شود:

پوشش گیاهی ساحلی: گیاهان ساحلی بسیاری از فرآیندهای اکولوژیکی را در کریدور رودخانه از طریق تاثیر بر رژیم دما و نور، تولید واریزه های آلی (برگ های مرده، واریزه های چوبی)، با مسیریابی

- پیوستاری جانبی یا عرضی رودخانه: زیستگاه‌های جانبی یا شاخه‌ها که عموماً شامل مناطق آبی که سرعت کم در مرزهای حاشیه‌ای کانال دارند برای ماهیان کم‌تر از یک سال بسیار مهم هستند (۷) (شکل ۸).

- فاکتورهای فیزیکی زیستگاهی: پارامترهای ژئومورفولوژیک مانند ارتفاع، دبی، عمق کانال و سرعت آب تأثیر بیش‌تری نسبت به متغیرهای فیزیکی‌شیمیایی آب در پیش‌بینی افزایش غنا و تنوع ماهیان بومی و تغییرات در ترکیب جامعه ماهی در امتداد به سمت پایین‌دست دارند (۵، ۶). فاکتور بستر نیز از جمله فاکتورهای مهم در ایجاد فضای زیستی در یک زیستگاه است که امکان ساکن شدن، حرکت، تولیدمثل، پناهگاه و تأمین غذا را برای موجودات ساکن در آن فراهم می‌آورد (۲) و با توجه به تنوع بستر در رودخانه کلارود (شکل ۹)، این خدمات برای رودخانه کلارود مورد انتظار است و با مطالعات دیگر نیز سازگار است (۲۰، ۲۱). تمامی مواردی که در بالا اشاره شد به‌خوبی در رودخانه کلارود مشاهده شده است و نشان‌دهنده این نکته است که اکوسیستم این رودخانه می‌تواند از کارکرد بالایی برخوردار و تنوع گونه‌ای مطلوبی باشد که در این مطالعه چنین بوده است. بنابراین باید برای حفظ تنوع زیستی گونه‌ها در رودخانه‌ها، زیستگاه‌ها را حفظ نمود، زیرا نیازهای زیستگاهی گونه‌ها در مراحل مختلف چرخه زیستی کاملاً متفاوت است. ماهیان بین سه زیستگاه عمده یعنی مناطق تغذیه‌ای، زمستان‌گذرانی و تخم‌ریزی جابجا می‌شوند. مناطق تخم‌ریزی، تغذیه و استراحت و خودنگه‌داری به‌عنوان یک واحد کارکردی به‌اشکال مختلف به‌سیماهای محیط زیست ارتباط پیدا می‌کند و ساختار پیچیده زیستگاه از طریق برهم‌کنش تنگاتنگ بین کانال رودخانه و محیط زیست پیرامون تأمین می‌شود.

- مطلوبیت زیستگاه گونه: ترجیح زیستگاه مجموعه عملکردهای بوم‌شناسی فیزیولوژیکی و رفتاری یک گونه است (۲۶). منحنی‌های ترجیح زیستگاه برای یک گونه می‌تواند به‌عنوان یک ابزار مدیریتی برای یک رودخانه مشخص یا بخشی از یک حوضه آبریز به کار رود. نیازهای زیستگاهی ماهیان ویژگی‌های فیزیکی از محیط است که برای پایداری افراد و جمعیت یک گونه ضروری است (۲۶). فاکتورهای فیزیکی مانند عمق آب، سرعت جریان آب، پوشش و ترکیب بستر تأثیرات مهم‌تری در مقایسه با فاکتورهای شیمیایی از قبیل pH، اکسیژن محلول، مواد مغذی و آلاینده‌های آلی و غیر آلی در تعیین حضور و ترکیب گونه‌ای ماهیان رودخانه دارند (۲) و هرچه زیستگاه‌ها شرایط متنوع‌تری داشته باشند، طیف گسترده‌تری از گونه‌ها را نسبت به زیستگاه‌های ساده‌تر، در بر می‌گیرند (۱۵). مطالعه حاضر به‌خوبی نشان داده است که گونه سس ماهی کورا تقریباً ترجیحات مختلف دارند. این موضوع

می‌تواند به احتمال زیاد به رفتارهای انتخاب زیستگاه مختلف این گونه و تنوع زیستگاه‌های موجود بازگردد. بنابراین می‌توان عنوان نمود که نیازهای زیستگاهی در گونه‌های مختلف متفاوت است. این نتایج با نتایج سایر محققین نیز مشابه است به‌طوری که Lee و Yu در بررسی ماهی *Sinogastromyzon puliensis* در رودخانه تاتو در غرب تایوان در سال‌های ۱۹۹۷ تا ۱۹۹۹ نشان دادند که بالاترین ترجیحات رفتاری برای عمق آب در ۶۰ سانتی‌متری بود اما این مقدار در محدوده مشابه ۲۰ تا ۴۰ سانتی‌متر برای آب‌های بسیار کم عمق و عمیق کاهش می‌یافت. محدوده ترجیحات سرعت آب نیز بین ۰/۸ تا ۲ متر بر ثانیه مشاهده شد. همچنین بالاترین ترجیحات بستر برای سنگ‌های کوچک بود و ترجیحات برای سنگ‌ریزه‌ها و سنگ‌های بسیار بزرگ یکسان گزارش شد (۳۴). Melcher و Schmutz، ویژگی‌های ساختاری زیستگاه‌های تخم‌ریزی دو گونه *Chondrostoma nasus* و *Barbus barbus* را در اتریش در طی فصل تخم‌ریزی مورد مطالعه قرار دادند و شاخص‌های حضور گونه، تعداد افراد، اندازه زیستگاه و ویژگی‌های زیستگاه را مورد بررسی قرار دادند (۱۸). نتایج نشان داد که مکان‌های تخم‌ریزی این گونه‌ها به لحاظ فاکتورهای دما، عمق، سرعت و پوشش گیاهی با هم متفاوتند. برای مثال *C. nasus* در آب‌های با جریان سریع (بالاتر از ۱ متر بر ثانیه) تخم‌ریزی می‌کند. وجود سایه یا پوشش گیاهی به عنوان یک عامل مهم برای انتخاب مکان تخم‌ریزی در هر دو گونه بیان شد. Asadi و همکاران در بررسی عوامل تعیین‌کننده در انتخاب‌پذیری و ترجیح زیستگاه سیاه‌ماهی *Capoeta capoeta gracilis* در رودخانه سیاه‌رود، محدوده ترجیحی این ماهی را در عمق ۱۷ تا ۳۸ سانتی‌متری و سرعت آب بین ۰/۴۴ و ۰/۵۶ متر بر ثانیه در بسترهای سنگلاخی نشان دادند. البته بیان شده است برخی فعالیت‌های انسانی که در رودخانه توتکابن در حال انجام است سبب تغییر در ویژگی‌های محیطی مانند عرض، عمق، سرعت جریان و بستر رودخانه می‌شود که ممکن است پراکنش سیاه‌ماهی را در این رودخانه تحت تأثیر قرار دهد (۴) ولی در مطالعه اخیر، بستر بکر بوده است. در رودخانه طالقان Zamani Faradonbe و همکاران شاخص‌های مطلوبیت زیستگاهی سس ماهی کورا (*Barbus cyri*) را بررسی کردند، که در نهایت در این رودخانه سنگ بستر بیش‌ترین و عرض رودخانه کم‌ترین مقادیر شاخص مطلوبیت را نشان دادند (۳۵). Ahmdzadeh و همکاران در محاسبه شاخص مطلوبیت زیستگاه سیاه‌ماهی مرکزی در رودخانه جاجرود بر اساس روش هموارسازی هسته‌ای استفاده کردند. اولویت انتخاب زیستگاه برای سیاه‌ماهی مرکزی در رودخانه جاجرود مناطقی با سرعت بالای آب، با عمق و عرض زیاد، دمای پایین‌تر و بستر با قطر سنگ بستر بزرگ‌تر بود. براساس نتایج ایستگاه بالادست شهر جاجرود با بالاترین مقدار شاخص مطلوبیت زیستگاه، مناسب‌ترین محل برای این گونه

را به اشغال این گونه نواحی ترغیب نماید (۲۴). رودخانه کلارود از شاخه‌های مهم رودخانه بابلرود می‌باشد که نسبت به شاخه‌های دیگر و کانال اصلی کم‌تر تحت تاثیر فعالیت‌های انسانی است و به این علت دارای تنوع زیستگاهی مطلوبی بوده که این موضوع به خوبی در ترجیحات زیستگاهی گونه و شاخص مطلوبیت نمایان است.

در رودخانه جاجرود بود (۳). لازم به ذکر است که در انتخاب زیستگاه توسط یک گونه مسلماً فاکتورهای محیطی به طور جداگانه در نظر گرفته نمی‌شوند و برای انتخاب یک ناحیه برای زیست یک گونه، کلیه فاکتورهای زیستگاهی در ارتباط باهم در نظر گرفته می‌شوند. به طوری که می‌توان ادعا کرد که مطلوبیت یک فاکتور می‌تواند تا حدودی فاکتور یا فاکتورهای نامطلوب مرتبط با خود را جبران کرده و گونه



شکل ۶: برهم‌کنش تنگاتنگ بین کانال رودخانه و محیط زیست پیرامونی



شکل ۷: تصاویر پوشش گیاهی آبی در رودخانه کلارود



شکل ۷: تصاویر پوشش گیاهی آبی در رودخانه کلارود



شکل ۸: پیوستاری جانبی یا عرضی رودخانه کلارود



شکل ۹: تصاویر تنوع بستر در رودخانه کلارود

review of statistical methods for the evaluation of aquatic habitat suitability for instream flow assessment. River Research and Applications. 22(5): 503-523.

3. Ahmzadeh, M., Poorbagher, H. and Eagderi, S., 2019. Calculating the habitat suitability index of Siahmahi (*Capota buhsei*, Kessler 1877) using kernel

منابع

1. Abdoli, A., 2015. Inland waterway field tips. 1st ed. Iranology. (In Persian)
2. Ahmadi-Nedushan, B., St-Hilaire, A., Bérubé, M., Robichaud, É., Thiémonge, N. and Bobée, B., 2006. A

- with contrasting riparian vegetation and geomorphology. *Archiv für Hydrobiologie*. 22: 61-85.
18. **Melcher, A.H. and Schmutz, S., 2010.** The importance of structural features for spawning habitat of nase *Chondrostoma nasus* (L.) and barbel *Barbus barbus* (L.) in a pre-Alpine River. *River Systems*. 19(1): 33-42.
 19. **Melcher, A.H., Lautsch, E. and Schmutz, S., 2012.** Non-parametric methods-Tree and P-CFA-for the ecological evaluation and assessment of suitable aquatic habitats: a contribution to fish psychology. *Psychological Test and Assessment Modeling*. 54(3): 293.
 20. **Mostafavi, H., Teimori, A., Schinegger, R. and Schmutz, S., 2019.** A new fish based multi-metric assessment index for cold-water streams of the southern Caspian Sea Basin in Iran. *Environmental Biology of Fishes*. 102: 645-662.
 21. **Mostafavi, H., Schinegger, R., Melcher, A., Moder, K., Mielach, C. and Schmutz, S., 2015.** A new fish-based multi-metric assessment index for cyprinid streams in the Iranian Caspian Sea Basin. *Limnologia*. 51: 37-52.
 22. **Oberdorff, T., Pont, D., Hugueny, B. and Chessel, D., 2001.** A probabilistic model characterizing fish assemblage of French rivers: a framework for environmental assessment. *Freshwater Biology*. 46(3): 399-415.
 23. **Parasiewicz, P., 2007.** The MesoHABSIM model revisited. *River Research and Applications*. 23(8): 893-903.
 24. **Pont, D., Hugueny, B. and Oberdorff, T., 2005.** Modelling habitat requirement of European fishes: do species have similar responses to local and regional environmental constraints? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 62(1): 163-173.
 25. **Poppe, M., Stelzhammer, M., Seebacher, M., Muhar, S., Januschke, K., Lorenz, A., Kupilas, B. and Hering, D., 2012.** Field protocols and associated database. DL4.1. REFORM.
 26. **Rosenfeld, J., Porter, M. and Parkinson, E., 2000.** Habitat factors affecting the abundance and distribution of juvenile cutthroat trout (*Oncorhynchus clarki*) and coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 57(4): 766-774.
 27. **Rostamian, N., Eigderi, S., Vatandoust, S. and Salar, H., 2017.** Habitat use and suitability index of *Capoeta capoeta gracilis* in the Kalarud River. *Journal of Animal Environment*. 9(2): 141-146. (In Persian)
 28. **Rushton, S.P., Ormerod, S.J. and Kerby, G., 2004.** New paradigms for modelling species distributions? *Journal of Applied Ecology*. 41(2): 193-200.
 29. **Schmutz, S., Kaufmann, M., Vogel, B., Jungwirth, M. and Muhar, S., 2000.** A multi-level concept for fish based, river-type-specific assessment of ecological integrity. In *Assessing the Ecological Integrity of Running Waters: Proceedings of the International Conference, held* smoothing in the Jajrood River, Namak basin of Iran. *Aquaculture Sciences*. 6(2): 99-108. (In Persian)
 4. **Asadi, H., Sattari, M. and Eagderi, S., 2004.** 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 Scientific Fisheries Journal*. 23(3): 1-10. doi: 10.22092/isfj.2014.103536.
 5. **Bain, M.B. and Jia, H., 2012.** A habitat model for fish communities in large streams & small rivers. *International Journal of Ecology*.
 6. **Beecher, H.A., Caldwell, B.A. and DeMond, S.B., 2002.** Evaluation of depth and velocity preferences of juvenile coho salmon in Washington streams. *North American journal of fisheries management*. 22(3): 785-795.
 7. **Bovee, K.D., Newcomb, T.J. and Coon, T.G., 1994.** Relations between habitat variability and population dynamics of bass in the Huron River, Michigan. US Department of the Interior, National Biological Survey.
 8. **Brun, C., 2000.** Bull Trout Distribution and Abundance in the Waters on and Bordering the Warm Springs Indian Reservation, 2000 Annual Report. Confederate Tribes of Warm Springs.
 9. **Gebrekios, S.T., 2016.** Factors affecting stream fish community composition and habitat suitability. *Journal of Aquaculture and Marine Biology*. 4(2): 00076.
 10. **Gilpin, M.E., 1986.** Minimum viable populations: processes of species extinction. *Conservation biology: the science of scarcity and diversity*. 19-34.
 11. **Growns, I., Gehrke, P.C., Astles, K.L. and Pollard, D.A., 2003.** A comparison of fish assemblages associated with different riparian vegetation types in the Hawkesbury-Nepean River system. *Fisheries Management and Ecology*. 10(4): 209-220.
 12. **Hughes, R.M., Kaufmann, P.R., Herlihy, A.T., Kincaid, T.M., Reynolds, L. and Larsen, D.P., 1998.** A process for developing and evaluating indices of fish assemblage integrity. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 55(7): 1618-1631.
 13. **Johnston, N.T. and Slaney, P.A., 1996.** Fish habitat assessment procedures. British Columbia, Watershed Restoration Program.
 14. **Karr, J.R., 1981.** Assessment of biotic integrity using fish communities. *Fisheries*. 6(6): 21-27.
 15. **Kramer, D.L., 1983.** The evolutionary ecology of respiratory mode in fishes: an analysis based on the costs of breathing. *Environmental biology of fishes*. 9: 145-158.
 16. **Lee, J.H., Kil, J.T. and Jeong, S., 2010.** Evaluation of physical fish habitat quality enhancement designs in urban streams using a 2D hydrodynamic model. *Ecological Engineering*. 36(10): 1251-1259.
 17. **Maridet, L., Wasson, J.G., Philippe, M., Amoros, C. and Naiman, R., 1998.** Trophic structure of three streams

- in Vienna, Austria, 9-11 November 1998. (279-289). Springer Netherlands.
30. **Thurrow, R.F., 1997.** Habitat utilization and diel behavior of juvenile bull trout (*Salvelinus confluentus*) at the onset of winter. *Ecology of Freshwater Fish*. 6(1): 1-7.
 31. **Tilman, D., Fargione, J., Wolff, B., D'antonio, C., Dobson, A., Howarth, R., Schindler, D., Schlesinger, W.H., Simberloff, D. and Swackhamer, D., 2001.** Forecasting agriculturally driven global environmental change. *Science*. 292(5515): 281-284.
 32. **Vadas, Jr.R.L. and Orth, D.J., 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.
 33. **Vinagre, C., Fonseca, V., Cabral, H. and 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(1-3): 140-109.
 34. **Yu, S.L. and Lee, T.W., 2002.** Habitat preference of the stream fish, *Sinogastromyzon puliensis* (Homalopteridae). *Zoological Studies-Taipei*. 41(2): 183-187.
 35. **Zamani Faradonbe, M., Eagderi, S. and Poorbagher, H., 2014.** Study of Habitat suitability index of Kura Barbel (*Barbus Cyri* Filippi, 1865) in Taleghan River (Sefidrud River basin: Alborz Province). *Journal of Applied Ichthyological Research*. 2(2): 41-54. (In Persian)