دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی"
دوره چهارم، شماره چهارم، زمستان ۹۵
http://jair.gonbad.ac.ir

بررسی مطلوبیت زیستگاهی سگ‌ماهی خاردار کیوان *Cobitis keyvani* Mousavi-Sabet *et al.*, 2012 در رودخانه توتکابن (شاخه فرعی رودخانه سفیدرود) با استفاده از مدل جمعی تعمیم‌یافته (GAM)

نرگس رستمیان[۱]، بهزاد سعیدپور[۲]، سهیل ایگدری*[۳]، محمود رامین[۴]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد، دانشکده محیط‌زیست، دانشگاه محیط‌زیست کرج، کرج، ایران
[۲]استادیار گروه محیط‌زیست، دانشکده محیط‌زیست، دانشگاه محیط‌زیست کرج، کرج، ایران
[۳]دانشیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران
[۴]استادیار سازمان تحقیقات شیلات ایران، تهران، ایران
تاریخ ارسال: ۹۴/۴/۲۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۴/۷/۱۴

چکیده

به‌منظور حفاظت تنوع زیستی اکوسیستم‌های رودخانه‌ای، شناخت نیازهای زیستی آبزیان آن امری ضروری است. از این‌رو این تحقیق با هدف مطالعه خصوصیات و مطلوبیت زیستگاهی گونه بومی گونه سگ‌ماهی خاردار کیوان (*C. keyvani*) در رودخانه توتکابن با استفاده از مدل جمعی تعمیم‌یافته (GAM) به اجرا درآمد. برای بررسی ویژگی‌های زیستگاهی این‌گونه، فراوانی افراد و فاکتورهای زیستگاهی شامل ۶ فاکتور ارتفاع از سطح دریا (m)، عمق آب (cm)، عرض رودخانه (m)، سرعت جریان (m/s)، قطر متوسط سنگ بستر (cm) و شاخص سنگ بستر، در ۱۶ ایستگاه از پایین‌دست به سمت بالادست رودخانه مورد سنجش قرار گرفت. داده‌های پیوسته حاصل در نرم‌افزار Moped، بر اساس مدل جمعی تعمیم‌یافته و توزیع Poisson تحلیل شدند. در مدل حاصل، متغیرهای شاخص بستر، عرض رودخانه، سرعت جریان و ارتفاع از سطح دریا در تمامی ترکیب‌ها معنی‌دار بودند. ارتفاع، سرعت جریان و شاخص بستر رابطه معکوس و فاکتور عرض رودخانه رابطه مستقیم با فراوانی سگ‌ماهی جویباری خاردار کیوان را نشان داد. با توجه به نتایج، زیستگاه انتخابی سگ‌ماهی جویباری خاردار کیوان مناطقی با سرعت بالای آب، بسترماسه‌ای- گلی (حاصل از ته‌نشست رسوبات معلق)، با عرض زیاد و ارتفاع و عمق کم می‌باشد.

***واژه‌های کلیدی:* *C. keyvani*، مطلوبیت زیستگاه، حوضه خزر جنوبی، مدل جمعی تعمیم‌یافته**

*نویسنده مسئول: soheil.eagderi@ut.ac.ir

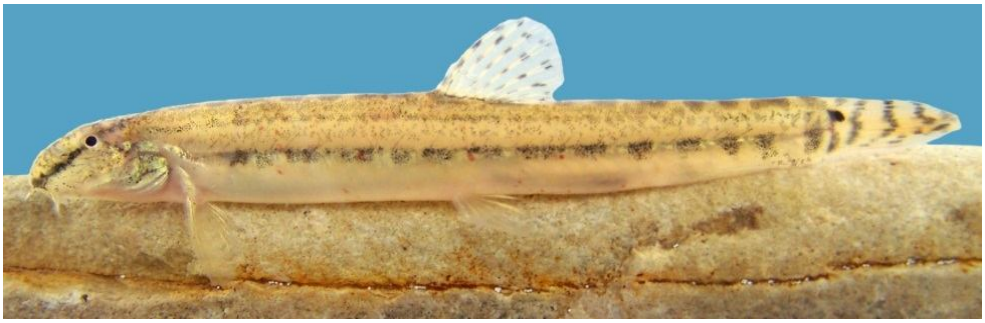
[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-03-19]

مقدمه

امروزه روش‌های متعددی برای ارزیابی نیازهای زیستگاهی آبزیان براساس مدل‌سازی و تجزیه و تحلیل‌های آماری توسعه پیدا کرده است (Ahmadi-Nedushan *et al.*, 2006). در این بین محققان کارایی روش‌های معمول در مطالعات مطلوبیت زیستگاه بر اساس مدل‌های خطی از جمله مدل خطی تعمیم‌یافته (Generalized Linear Model=GLM) را مورد انتقاد قرار می‌دهند، چرا که این مدل خطی یک مقدار کمی ثابت را پیش‌بینی و فراوانی و احتمال حضور گونه را ارائه می‌دهد (Kennard *et al.*, 2005). از این‌رو امروزه مدل‌های جمعی تعمیم‌یافته (Generalized Additive Models=GAMs) به‌عنوان یک روش جایگزین در مطالعات روابط ویژگی‌های محیطی و موجود زنده به‌کار گرفته شده است که حالت غیر پارامتری و توسعه یافته مدل GLM می‌باشد (Jowett *et al.*, 2008). مدل‌های GAMs از یک تابع ارتباطی برای برقراری رابطه بین میانگین متغیر وابسته برای متغیرهای پیش‌بینی کننده استفاده می‌کند. بنابراین قابلیت بالایی در برقراری روابط غیرخطی و یکنواخت میان متغیر پاسخ و سری متغیرهای پیش‌بینی کننده براساس روش‌های توانی دارد. از این‌رو می‌تواند سبب افزایش درک از آن سیستم اکولوژیکی گردد (Leathwick and Rogers, 1996; Leathwick and Austin, 2001; Guisan *et al.*, 2002). این روش برخلاف سایر روش‌های غیرپارامتری از جمله شبکه‌های عصبی (Artificial Neural Network) یک مدل فرمولی ارئه نمی‌دهد ولی در زمانی که داده‌ها در مدل‌های خطی با حضور فراوانی گونه تناسب ندارد، می‌تواند نتایج بهتری در بررسی مطلوبیت‌های زیستگاهی ارائه دهد (Ahmadi-Nedushan*et al.*, 2006). چرا که Smoothing در این روش غیرپارامتری، برخلاف منحنی‌های معمول در مدل‌های خطی، هر گونه شکل نمودار را در روابط بین متغیرهای مستقل و متغیر پاسخ (حضور و فراوانی) امکان‌پذیر می‌کند و این انعطاف‌پذیری برای آنالیزهای جستجوگرانه مناسب می‌باشد.

گونه سگ‌ماهی خاردار کیوان (*C. keyvani*)، یک عضو جدید از خانواده Cobitidae و بومی ایران می‌باشد که در سال ۲۰۱۲ توسط موسوی‌ثابت و همکاران معرفی شده است (Coad, 2015). این‌گونه قبلاً در حوضه جنوبی دریای‌خزر تحت عنوان *C. taenia* شناخته می‌شد (شکل ۱). اطلاعات اندکی در مورد ویژگی‌های زیستی این‌گونه در دسترس می‌باشد. از جمله این‌که این‌گونه فعالیت شبانه داشته و آب‌های کم عمق و تمیز را ترجیح می‌دهد (Mousavi-Sabet *et al.*, 2012). به‌علاوه این گونه در هنگام قرار گرفتن در معرض جریان شدید آب با شنای سریع خود را به نزدیک‌ترین پناهگاه می‌رساند (Copp and Vilizzi, 2004).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-03-19]



شکل ۱- تصویر سگ‌ماهی جویباری خاردار کیوان (*C. keyvani*) از رودخانه توتکابن- شاخه فرعی سفیدرود

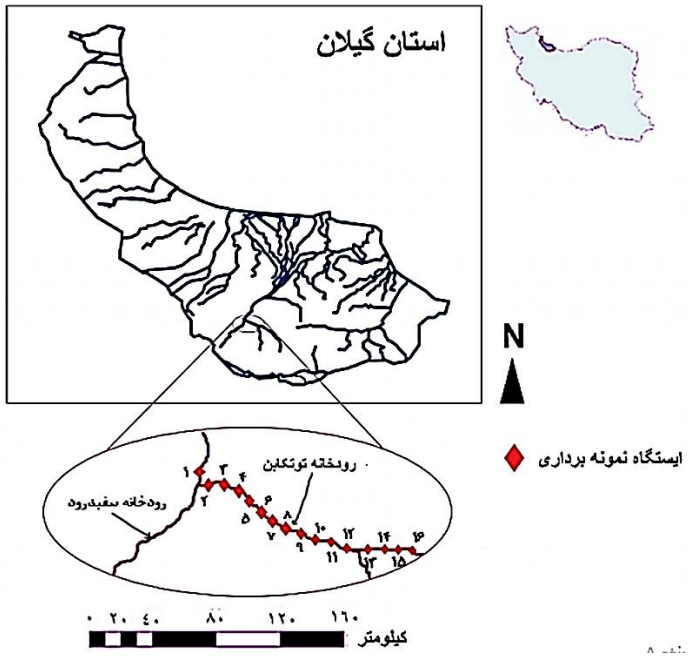
مطالعات اندکی در مورد ارزیابی زیستگاهی سگ‌ماهیان جویباری ایران انجام شده است از جمله در مطالعه‌ای عوامل محیطی بزرگ مقیاس مؤثر بر پراکنش سگ‌ماهی جویباری سفیدرود (*Oxynoemachilus bergianus*) در رودخانه کردان، از رودخانه‌های حوضه دریاچه نمک واقع در استان البرز مورد بررسی قرار گرفت (Tabatabai *et al.*, 2013). در این تحقیق متغیرهای ارتفاع، عرض رودخانه، سرعت‌جریان آب و اندازه ذرات بستر، عوامل تعیین کننده در حضور این گونه بودند. در مطالعه‌ای دیگر عوامل تعیین کننده در زیستگاه انتخابی سگ‌ماهی ایرانی *Paracobitis iranica* در رودخانه کردان (حوضه دریاچه نمک) مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که در زیستگاه انتخابی این ماهی بیشتر بستر تخته‌سنگی، پوشش گیاهان ساحلی از نوع برگ‌ریز و میزان سایه ۹۰-۷۱ درصد وجود دارد (Tabatabai *et al.*, 2014).

با توجه به فقدان اطلاعات در موردنیازهای زیستگاهی سگ‌ماهی خاردار کیوان، این تحقیق با هدف مطالعه مطلوبیت زیستگاه این گونه در رودخانه توتکابن (سرشاخه سفیدرود- حوضه دریای خزر) با استفاده از مدل GAM به اجرا درآمد. نتایج این تحقیق می‌تواند اطلاعات موردنیاز در مورد نیازهای زیستگاهی این گونه بومی را برای استفاده در برنامه‌های مدیریتی و حفاظتی آبزیان فراهم آورد، چرا که شناخت نیازهای زیستگاهی گونه‌ها به‌ویژه گونه‌های بومی اولین قدم در برنامه‌های حفاظتی آن‌ها می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: رودخانه توتکابن از شاخه‌های فرعی رودخانه سفیدرود در حوضه خزر می‌باشد که از مناطق جنگلی رشته کوه‌های البرز سرچشمه می‌گیرد و پس از طی ۲۰ کیلومتر با شیب متوسط ۱/۲۵ درصد در محل توتکابن به رودخانه سفیدرود وارد می‌شود. این رودخانه تحت تأثیر فعالیت‌های انسانی از قبیل کشاورزی، ساختمان‌سازی و طبیعت‌گردی قرار گرفته است (Iranian National Geographical Organisation of Armed Forces, 2014).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-03-19]



شکل ۲- موقعیت رودخانه توتکابن (شاخه فرعی سفیدرود) و ایستگاه‌های نمونه‌برداری سگ‌ماهی خاردار کیوان (*C. keyvani*)

روش نمونه‌برداری: نمونه‌برداری در پاییز ۱۳۹۳ در ۱۶ ایستگاه در مسیر رودخانه توتکابن (استان گیلان، حوضه رودخانه سفیدرود) با استفاده از دستگاه الکتروشوکر (samus Mp750) در مسیری به طول ۳۰ متر و به‌صورت سه تکرار از سمت پایین ایستگاه به سمت بالا به روش دو رفت در تمام عرض رودخانه انجام شد. ایستگاه‌های نمونه‌برداری به نحوی انتخاب شدند که علاوه بر عدم همپوشانی با یکدیگر، متأثر از فعالیت‌های انسانی زیاد نبوده و بیشترین تعداد ممکن برای پایش کل رودخانه را شامل شوند (شکل ۲). 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 یک درصد گل میخک، براساس کلید شناسایی ارائه شده توسط کد (Coad, 2015) مورد شناسایی قرار گرفته و تعداد آن‌ها در هر ایستگاه ثبت گردید. سپس نمونه‌ها پس از بازیابی قدرت شنای مجدد، به رودخانه بازگردانده شدند. با توجه به صرف زمان تقریباً برابر در صید نمونه‌ها، فراوانی نسبی ماهیان نیز مشخص شد.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-03-19]

سنجش متغیرهای محیطی: متغیرهای محیطی مورد سنجش در این مطالعه براساس مطالعات انجام شده در برخی از گونه‌های خانواده Nemacheilidae (Tabatabai *et al.*, 2014؛ Tabatabai *et al.*, 2013) انتخاب شدند. بلافاصله بعد از صید نمونه‌ها، متغیرهای زیستگاهی اندازه‌گیری و ثبت شدند. متغیرهای اندازه‌گیری شده شامل ۶ متغیر: ارتفاع از سطح دریا (m)، عمق آب (cm)، عرض رودخانه (m)، سرعت‌جریان (m/s)، ساختار بستریا قطر متوسط سنگ بستر (cm) و شاخص بستر بودند. در هر ایستگاه، با استفاده از دستگاه موقعیت‌یاب جهانی (GPS)، ارتفاع از سطح دریا ثبت شد. عرض رودخانه (m)، در سه ناحیه ابتداء، وسط و انتهای هر ایستگاه اندازه‌گیری و میانگین آن به عنوان عرض رودخانه ثبت شد. سرعت جریان (m/s)، رودخانه طبق روش جسم شناور (Hasan-Lee, 2000) 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 تصادفی۵۰ در ۵۰ سانتی‌متر در هر ایستگاه اندازه‌گیری شد. با توجه به تنوع قطر سنگ‌ها سعی بر آن شد که پلات انتخابی به نحوی انتخاب شود که معرف آن زیستگاه باشد. شاخص بستر (SI%) نیز از فرمول زیر محاسبه گردید (Jowett and Richardson, 1990).

شاخص بستر=۰/۰۸ × (مساحت ناحیه سنگ صخره‌ای) + ۰/۰۷ × (مساحت ناحیه تخته سنگی) + ۰/۰۶ × (مساحت ناحیه سنگ فرش) + ۰/۰۵ × (مساحت ناحیه شنی) + ۰/۰۳۵ × (مساحت ناحیه ماسه‌ای)

آنالیز داده‌ها: از آنجایی‌که مدل GAM برای بررسی اثر چندین متغیر مستقل بر یک متغیر غیر پارامتریک مورد استفاد قرار می‌گیرد، از این‌رو برای بررسی اثر فاکتورهای محیط بر پراکنش سگ‌ماهی خاردار کیوان در روش GAM از نرم‌افزار Moped استفاده شد که الگوریتم GAM مورد استفاده در این نرم‌افزار بر اساس روش هاستیه و تیبشیرانی (Hastie and Tibshirani, 1990) می‌باشد. مدل GAM پاسخ احتمالی را در هر گروه از پراکنش امکان‌پذیر می‌سازد در این مدل توزیع Poisson و تابع ارتباطی لگاریتمی برای به‌دست آوردن مدل استفاده گردید. در این مدل تعداد فراوانی ماهی به‌عنوان متغیر وابسته و سایر متغیرها به‌عنوان متغیرهای مستقل وارد نرم‌افزار شدند.

نتایج

در مجموع هفت گونه ماهی شامل سگ‌ماهی خاردار کیوان (*C. keyvani*)، سس‌ماهی کورا (*Barbus cyri*)، سیاه‌ماهی (*Capoeta gracilis*)، مرواریدماهی (*Alburnus filippi*)، گاوماهی (*Ponticola iranica*)، سگ‌ماهی جویباری سفیدرود (*Oxynoemachilus bergianus*) و ماهی خیاطه (*Alburnoides eichwaldii*)، در طی عملیات نمونه‌برداری از ۱۶ ایستگاه صید گردید که در ۷ ایستگاه در مجموع ۳۸ قطعه سگ‌ماهی خاردار کیوان صید شد. کم‌ترین تعداد در ایستگاه شماره ۳ با

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-03-19]

یک قطعه ماهی و بیشترین میزان در ایستگاه‌های ۱ و ۸ به‌ترتیب ۱۱ و ۱۲ قطعه بود. بر اساس نتایج آنالیز GAM، تنها متغیرهای ارتفاع از سطح دریا، سرعت جریان، عرض رودخانه و شاخص بستر معنی‌دار بودند و دو متغیر قطر متوسط سنگ بستر و عمق آب معنی‌دار نبودند. از این‌رو، براساس ۴ فاکتور معنی‌دار، الگوریتم مدل پراکنش و حضور گونه سگ‌ماهی خاردار کیوان به‌صورت زیر به‌دست آمد:
پیش‌بینی (به‌صورت قدر مطلق) =۲۷/۶۹۱ + (۰/۰۳۷-) (ارتفاع از سطح دریا) + (۳/۵۸۷-) (سرعت جریان) + (۰/۴۸۳-) (عرض رودخانه) + (۴/۳-) (شاخص بستر)

در این مدل، متغیرهای شاخص بستر، عرض رودخانه، سرعت جریان و ارتفاع از سطح دریا در تمامی ترکیب‌های خطی و غیرخطی، معنی‌دار بودند (جدول ۱). مقدار معیار آکائیکه ۲۷/۴۶ و ضریب همبستگی ۰/۹۶۶ بود (جدول ۲). براساس مدل به‌دست آمده، اعتبارسنجی مدل بر اساس داده‌های حاصل از نمونه‌برداری از هر ایستگاه مورد بررسی قرار گرفت که ۸۲ درصد از ایستگاه‌ها پیش‌بینی صحیحی ارائه دادند (جدول ۳). داده‌های حاصل از Smoothing در مدل GAM به‌دست آمده در جدول ۴ ارائه شده است.

نمودارهای آنالیز GAM مربوط به ویژگی‌های زیستگاهی مورد بررسی در شکل ۳ آورده شده است که حضور سگ‌ماهی خاردار کیوان در محدوده ویژگی‌های مورد بررسی را نشان می‌دهد. با توجه به شکل ۳ فاکتورهای ارتفاع، عمق رودخانه و شاخص بستر رابطه معکوس و فاکتور عرض رودخانه رابطه مستقیم با فراوانی سگ‌ماهی جویباری خاردار کیوان را نشان داد.

جدول ۱- نتایج آنالیز GAM بررسی مطلوبیت زیستگاهی سگ‌ماهی خاردار کیوان (*C. keyvani*) و مقادیر ضرایب فاکتورها، خطای استاندارد، ارزش t و p آن‌ها

پارامتر	ضریب	±SE	ارزش t	ارزش p
ضریب ثابت	۲۷/۲۹۱	۳/۱۷۴	۸/۷۲۲	۰/۰۰۰۹
شاخص بستر	-۴/۳۰۰	۰/۵۳۲	-۸/۰۸۰	۰/۰۰۱
ارتفاع (متر)	-۰/۰۳۷	۰/۰۰۸	-۴/۶۴۰	۰/۰۰۹
سرعت آب (متر بر ثانیه)	-۳/۵۸۷	۰/۸۰۲	-۴/۴۶۹	۰/۰۱۱
عرض (متر)	۰/۴۸۳	۰/۰۹۳	۵/۱۶۳	۰/۰۰۶

جدول ۲- نتایج آنالیز آماره F، r^2 و آکائیکه مدل GAM بررسی مطلوبیت زیستگاهی سگ‌ماهی خاردار کیوان (*C. keyvani*)

آماره	مقدار	ارزش p
F ratio	۹/۱۳۱	***
r^2	۰/۹۶۶	معنی‌دار
Akaike information (AIC)	۲۷/۴۶۴	

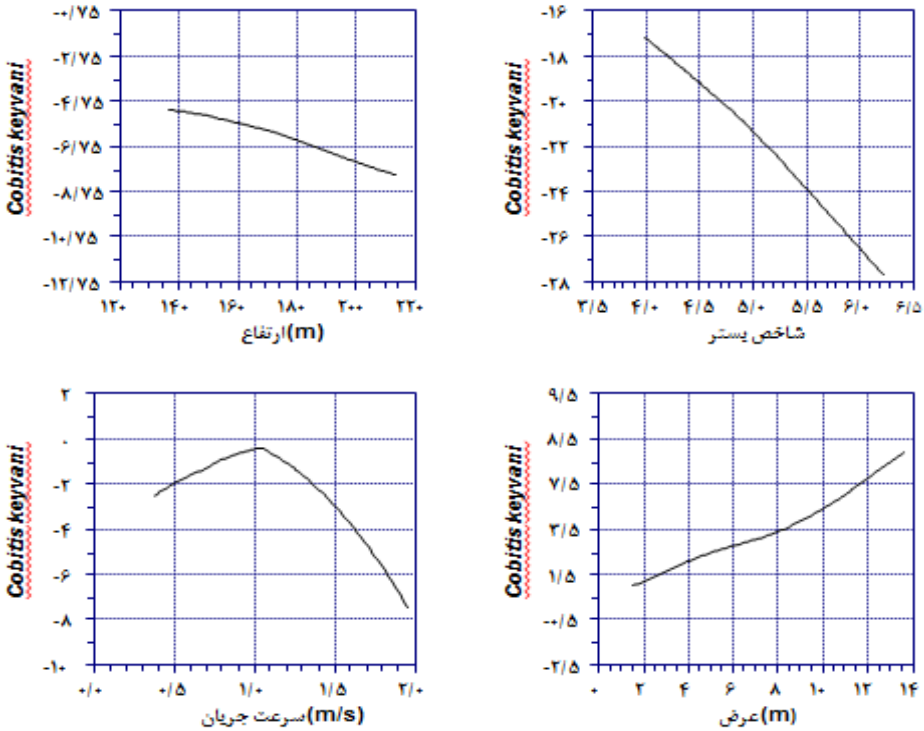
[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-03-19]

جدول ۳- نتایج صحت‌سنجی مدل به‌دست آمده در هر ایستگاه بررسی مطلوبیت زیستگاهی سگ‌ماهی خاردار کیوان (*C. keyvani*)

شماره ایستگاه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶
پیش‌بینی	۳/۰۹	۱/۷۲	۰/۵	۰/۹۷	۰/۸۶	۴/۱۴	۳/۴۱	۲/۳۹	۰/۳۷	۳/۳۸	۲/۶۶	۰/۴۴	۲/۳۹	۴/۸۶	۱۰/۸۹	۸/۶۳
فراوانی	۱۱	۵	۱	۰	۲	۰	۰	۱۰	۰	۰	۰	۰	۳	۰	۶	۰

جدول ۴- نتایج حاصل از آنالیز مدل (Smoothed) بررسی مطلوبیت زیستگاهی سگ‌ماهی خاردار کیوان (*C. keyvani*)

پارامتر	مقدار انحراف	درجه آزادی	MS	F	P(F)
شاخص بستر	۰/۱۳۴	۱/۶۱	۰/۰۸۳	۰/۱۱۲	۰/۸۵۹
ارتفاع از سطح دریا (متر)	۰/۲۵۲	۱/۹۷۱	۰/۱۲۸	۰/۱۷۲	۰/۸۴۵
سرعت آب (متر بر ثانیه)	۷/۲۱۵	۱/۸۱	۳/۹۹۷	۵/۳۷۵	۰/۰۸۳
عرض رودخانه (متر)	۰/۴۹۹	۱/۷۳	۰/۲۸۹	۰/۳۸۹	۰/۶۷۶



شکل ۳- نمودارهای دامنه ویژگی‌های غیر زیستی مورد استفاده گونه سگ‌ماهی خاردار کیوان (*C. keyvani*) در رودخانه توتکابن

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-03-19]

بحث و نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر با هدف بررسی رابطه بین فاکتورهای زیستگاهی و فراوانی گونه سگ‌ماهی خاردار کیوان (*C. keyvani*) با استفاده از روش GAM به‌منظور درک مطلوبیت زیستگاهی این‌گونه در رودخانه توتکابن از سرشاخه‌های فرعی رودخانه سفیدرود به اجرا درآمد. نتایج نشان داد که فاکتورهای شاخص بستر و ارتفاع رابطه معکوسی با فراوانی این‌گونه در رودخانه توتکابن دارد به‌عبارت دیگر با افزایش این فاکتورها از فراوانی سگ‌ماهی خاردار کیوان کاسته می‌شود.

براساس نتایج، عامل مهم در حضور و فراوانی سگ ماهی خاردار کیوان، شاخص بستر بود. با توجه به این‌که با کاهش این شاخص، قطر سنگ‌های بستر کاهش یافته و نوع بستر به طرف ماسه‌ای- گلی تغییر می‌کند. بنابراین براساس نتایج، این‌گونه در بسترهای ماسه‌ای- گلی حاوی پوشش گیاهی حاشیه رودخانه‌ها، فراوانی بالایی را نشان می‌دهد که بیانگر مطلوبیت این نوع زیستگاه برای این‌گونه می‌باشد. در رودخانه‌ها، جنس و اندازه ذرات بستر (سنگی، ریز تا درشت) به وسیله شرایط هیدرولیکی (سرعت و حجم آب) متأثر می‌شوند. ارتباط ماهی با این ساختارها ممکن است ترکیب پیچیده‌ای از پاسخ‌های هیدرولیکی، رفتاری (پرهیز از صیاد) یا تغذیه‌ای باشد که نمی‌توان آن را با استفاده از اطلاعات میدانی پارامترهای زیستگاهی مرتبط حل کرد (Benke *et al.*, 1985; Rosenfeld *et al.*, 2000). در واقع، بستر عامل مهمی در ایجاد فضای زیستی در یک زیستگاه است (Gosse *et al.*, 1998) و امکان ساکن شدن، حرکت، تولید مثل، پناهگاه (جلوگیری از شکار شدن و مقابله با جریان آب) و تأمین غذا (به‌طور مستقیم از تجمع مواد آلی و تجمع غذا مانند جلبک‌های اپی‌فیتیک) را فراهم می‌آورد (Ahmadi-Nedushan *et al.*, 2006). براساس نتایج و مشاهدات، علت ترجیح بسترهای ماسه‌ای- گلی توسط سگ‌ماهی خاردار کیوان می‌تواند پنهان شدن و فراهم بودن غذا در این نوع بسترها باشد، که با توجه به شکل بدن این‌گونه که از طرفین فشرده (نوعی مارماهی شکل) بوده و توان شنای بالایی را برای مقابله با جریانات شدید رودخانه‌ای ندارد (Copp and Vilizzi, 2004)، این ادعا می‌تواند قابل توجیه باشد. به‌علاوه با توجه به سیل‌خیز بودن رودخانه توتکابن، این گونه به راحتی خود را در زیر بستر ماسه‌ای مخفی نماید. به دلیل اهمیت بستر در پناهگاه، تغذیه، تخم‌ریزی و شکار، ترکیب بستر یک ویژگی مهم زیستگاهی برای ماهیان در اکوسیتم‌های رودخانه‌ای به‌شمار می‌آید (Gosse *et al.*, 1998).

از آنجایی‌که بسترهای ماسه‌ای- گلی بیشتر در حاشیه رودخانه‌ها یافت می‌شود، در این نوع زیستگاه‌ها در رودخانه توتکابن، پوشش‌های کناره‌های ساحلی از نوع علف‌های گندمی بود. این نوع پوشش‌های گیاهی ساحلی احتمالاً باعث ثبات زیستگاه این گونه می‌شود. به‌عبارت دیگر با ورود ریشه‌ها و قطعات چوبی در این نواحی، ساحل و بستر رودخانه در برابر فرسایش حفاظت شده و در ایجاد تنوع زیستگاهی آب جریان‌دار (Riffle) و استخری (Pool) نقش دارد (Meehan *et al.*, 1977;

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-03-19]

Opperman and Merenlender, 2004). همچنین این نوع پوشش گیاهی، می‌تواند عملکردهای مختلفی از جمله تأمین مواد کربن‌دار و دتریت در فصول کم تولید داشته باشد، به‌طوری که مواد دتریتی حاصل از این گیاهان می‌تواند بستری برای رشد مواد جانوری ریز و بی‌مهرگان را فراهم آورد و از این طریق منشأ شروع زنجیره غذایی در چنین اکوسیستم‌هایی باشد (Wootton, 2009).

نتایج همچنین نشان داد که ارتفاع رابطه معکوسی با فراوانی گونه *C. keyvani* دارد. به‌طوری که با افزایش ارتفاع از سطح دریا، از فراوانی سگ‌ماهی خاردارکیوان کاسته می‌شود. در بسیاری از مطالعات فاکتور ارتفاع به‌عنوان عامل مهمی در پراکنش ماهی‌ها (Jaramillo-Villa *et al*., 2010) از جمله اعضای خانواده سگ‌ماهیان جویباری (Nemacheilidae) در رودخانه‌ها عنوان شده است (Tabatabai *et al*., 2013; Tabatabai *et al*., 2014). چرا که ارتفاع از سطح دریا عاملی است که به‌طور مستقیم بر متابولیسم، تولید مثل، رشد و رفتار ماهیان تأثیر می‌گذارد (Jaramillo-Villa *et al*., 2010). در ارتفاعات بالاتر، قطر سنگ‌های بستر درشت‌تر شده، عمق بیشتر و عرض رودخانه کم خواهد بود. در نهرهای جنگلی از قبیل رودخانه توتکابن، بسترهای نرم ماسه‌ای- گلی در نواحی پایین دست رودخانه با عمق کمتر و عرض بیشتر رودخانه بیشتر یافت می‌شود، از این‌رو فراوانی سگ‌ماهی خاردار کیوان در ارتفاعات کمتر می‌تواند بیشتر باشد.

براساس نتایج عرض رودخانه با فراوانی گونه *C. keyvani* رابطه مستقیم داشت، به‌عبارت دیگر، با افزایش عرض رودخانه فراوانی این‌گونه افزایش می‌یابد. افزایش عرض رودخانه، سبب کاهش عمق نیز می‌گردد. از این‌رو عرض و عمق رودخانه یک ارتباط نزدیکی با یکدیگر نشان می‌دهند. عمق کمتر رودخانه می‌تواند با افزایش نفوذ نور به بستر، سبب افزایش جلبک‌های اپی‌فیتیک و در نتیجه در دسترس قرار گرفتن حشرات و گیاهان آبزی برای تغذیه این‌گونه گردد (Wootton, 2009). عرض رودخانه تنوع زیستگاهی در مقیاس محلی را نشان می‌دهد (Pont *et al*., 2005; Oberdorff *et al*., 2001).

نتایج همچنین نشان داد که با افزایش سرعت تا حدی فراوانی ماهی افزایش یافته و سپس با افزایش سرعت از حدود یک متر بر ثانیه به بالا بر فراوانی این‌گونه افزوده می‌شود. این امر می‌تواند به‌واسطه نیاز اکسیژنی بالای این‌گونه باشد. مطالعات نشان داده‌اند که گونه‌هایی که در آب‌های کم عمق و با جریان سریع زیست می‌کنند در انتخاب شرایط زیستگاهی بسیار تخصصی عمل می‌کنند و به نوعی تخصصی شده‌اند. این قبیل گونه‌ها به احتمال زیاد نسبت تغییر شرایط هیدرولیک بسیار حساس هستند (Teresa and Casatti, 2013). سرعت جریان آب، به‌منزله عاملی مهم، به‌طور مستقیم در پراکنش موجودات آبزی در آب‌های جاری و به‌طور غیرمستقیم در پراکنش مواد غذایی تأثیرگذار است (Ahmadi-Nedushan *et al*., 2006).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-03-19]

با توجه به نتایج، زیستگاه انتخابی سگ‌ماهی خاردار کیوان مناطقی با سرعت بالای آب به‌واسطه نیاز به اکسیژن مناسب، با بستر ماسه‌ای- گلی (حاصل از ته‌نشست رسوبات معلق)، با عرض زیاد و ارتفاع و عمق کم می‌باشد. در نتیجه تغییراتی مانند برداشت شن و ماسه می‌تواند تأثیرات منفی در حضور، پراکنش و بقای این گونه داشته باشد.

منابع

Ahmadi-Nedushan B., ST-Hilare A., Berube M., Robichaud E., Thiemonge N. 2006. A review of statistical methods for the evaluation of aquatic habitat suitability for instream flow assessment. River Research and Applications, 22(5): 503-523.

Benke A.C., Henry R.L., Gillespie D.M., Hunter R.J. 1985. Importance of snag habitat for animal production in southeastern streams. Fisheries, 10(5): 8-13.

Coad B.W. 2015. Freshwater Fishes of Iran. Updated 5 December 2013. [Cited 5 December 2013]. Available from: 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.

Gosse M.M., Power A.S., Hyslop D.E., Pierce S.L. 1998. Guidelines for protection of freshwater fish habitat in Newfoundland and Labrador. Fisheries and Oceans. St. John’s, NF.x. 105 P.

Guisan A., Edwards T.C., Hastie T.J. 2002. Generalized linear and generalized additive models in studies of species distributions: setting the scene. Ecological Modeling, 157(2-3): 101-118.

Hasan-Lee A.M. 2000. Various methods of measuring water (hydrometer), Publishers the Shiraz University. 265 P. (In Persian).

Hastie T.J., Tibshirani R.J. 1990. Generalized additive models. Chapman & Hall/CRC Monographs on Statistics & Applied Probability (Book 43), New York. 352 P.

Iranian National Geographical Organization of Armed Forces. 2014. The Gazetteer of Rivers in the I.R. of Iran: Central Iran Watershed. Iranian National Geographical Organization of Armed Forces (NGO). 279 P. (In Persian).

Jaramillo-Villa U., Maldonado-Ocampo J.A., Escobar F. 2010. Altitudinal variation in fish assemblage diversity in stream of the central Andes of Colombia. Journal of Fish Biology, 76(10): 2401-2417.

Jowett I.G., Parkyn S.M., Richardson J. 2008. Habitat characteristics of crayfish (*Paranephoves planifrons*) in New Zeeland streams using generalizied additive models (GAMs). Hydrobiologia, 596(1): 353–365.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-03-19]

Jowett I.G., Richardson J. 1990. Microhabitat preferences of benthic invertebrates in a New Zealand river and the development of in-stream flow-habitat models for *Deleatidium* spp. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 24(1): 19–30.

Kennard M.J., Arthington A.H., Pusey B.J., Harch B.D. 2005. Are alien fish reliable indicators of river health?. Freshwater Biology, 50(1): 174–93.

Leathwick J.R., Austin M.P. 2001. Competitive interactions between tree species in New Zealand's old-growth indigenous forests. Ecology, 82(9): 2560-2573.

Leathwick J.R., Rogers G.M. 1996. Modeling relationships between environment and canopy composition in secondary vegetation in central North Island, New Zealand. New Zealand. Journal of Ecology, 20(2): 147-161.

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, July 9, pp: 137-145.

Mousavi-Sabet H., Kamali A., Soltani M., Bani A., Esmaeili H.R., Khoshbavar Rostami H., Vatandoust S., Moradkhani Z. 2012. Reproductive biology of *Cobitis keyvani* (Cobitidae) from the Talar River in the southern Caspian Sea basin. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 11(2): 383-393.

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(3): 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.

Pont D., Hugueny B., Oberdorff T. 2005. Modeling 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.

Rosenfeld J., Porter M., 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.

Tabatabai S.N., Eagderi S., Kaboli M., Javanshir A., Hashemzade Saghaloo I., Zamani Faradanbeh 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).

Tabatabai S.N., Hashemzade Sagharloo H., Eigdry S., Javanshir A., Zamani Faradanbeh M. 2014. Decisive factors in the choice of fish habitat *Paracobitis iranica* (Nalbant & Bianco 1998) Kordan River, Salt Lake basin. Journal of Aquatic Ecology, 3(4): 1-9. (In Persian).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-03-19]

Teresa F.B., Casatti L. 2013. Development of habitat suitability criteria for Neotropical stream fishes and an assessment of their transferability to streams with different conservation status. Neotropical Ichthyology, 11(2):395-402.

Wootton R.J. 2009. Fish Ecology (Tertiary Level Biology). Springer, New York. 212 P.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-03-19]