

تأثیر اندازه بر رابطه بین شاخص مطلوبیت زیستگاه و همپوشانی آشیان اکولوژیک در ماهی سفید رودخانه‌ای (*Squalius namak*, Khaefi et al., 2016)، در رودخانه جاجرود از حوضه دریاچه نمک

حامد شعبانلو^۱، هادی پورباقر^{۲*}، سهیل ایگدري^۲

۱. دانشجوی دکتری بوم‌شناسی آبریان، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج. ایران

۲. دانشیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج. ایران

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۲/۲۸؛ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۵/۲۸؛ تاریخ تصویب: ۱۴۰۱/۰۹/۲۸)

چکیده

با استفاده از شاخص مطلوبیت زیستگاه می‌توان به طور بالقوه توزیع زیستمدان را در اکوسیستم پیش‌بینی کرد یا به بیان دیگر، همبستگی آن‌ها را با فاکتورهای محیطی نشان داد. با بررسی رابطه بین شاخص مطلوبیت زیستگاه و آشیان اکولوژیک در یک گونه، می‌توان یافته‌های مهمی از جنبه‌های عملکردی تنوری آشیان اکولوژیک و رقابت درون‌گونه‌ای به دست آورد. در این مطالعه، با استفاده از داده‌های ریخت‌سنجی سنتی و خوشه‌بندی k-میانگین، گروه‌بندی ۱۰۳ نمونه از ماهیان گونه ماهی سفید رودخانه‌ای نمک (*Squalius namak*) بر اساس دو گروه ماهیان کوچک و بزرگ انجام شد. برای محاسبه شاخص مطلوبیت زیستگاه از روش ناپارامتری هموارسازی هسته‌ای به منظور ترسیم رابطه بین هر متغیر محیطی و تعداد ماهیان در هر ایستگاه استفاده شد. سپس، یک معادله چندجمله‌ای بر داده‌های پیش‌بینی شده توسط هموارها، برازش داده شد. نسبت مساحت مشترک زیر نمودار به مساحت کل به عنوان همپوشانی آشیان اکولوژیک تعیین شد. در نهایت، با رگرسیون خطی رابطه بین مقدار شاخص شایستگی هر پارامتر و مقدار همپوشانی آشیان اکولوژیک حاصل از همان پارامتر برای دو گروه بررسی شد. ارتفاع و شیب خط دو رگرسیون خطی با آنالیز کوواریانس بررسی شدند. نتایج نشان داد اختلاف معناداری در ارتفاع و شیب خط دو رگرسیون برازش داده وجود نداشت که نشان‌دهنده اثر تغییرات یکسان شاخص مطلوبیت زیستگاه بر مقدار همپوشانی آشیان اکولوژیک نمونه‌های کوچک و بزرگ ماهی سفید رودخانه‌ای است. میانگین مقدار همپوشانی آشیان اکولوژیک نمونه‌های کوچک و بزرگ ۵۲ درصد بود. احتمال می‌رود پارامترهای دیگری از نظر ایجاد رقابت مؤثر باشند.

کلیدواژه‌ها: همپوشانی آشیان اکولوژیک، شاخص مطلوبیت زیستگاه، رقابت درون‌گونه‌ای، زیستگاه.

مقدمه

درجه تمایز آشیان اکولوژیک در بین گونه‌های مختلف تعیین‌کننده میزان امکان همزیستی و رقابت در بین آن‌ها است [۱]. در اندازه‌گیری همپوشانی آشیان اکولوژیکی، عامل حضور، پارامتر اصلی محسوب می‌شود، تراکم بالای آبریان در یک نقطه بیانگر کیفیت خوب زیستگاه در آن نقطه است، زیرا کیفیت زیستگاه با فراوانی نسبی موجودات آن رابطه مستقیم دارد [۲]. مفهوم آشیان اکولوژیک با مجموعه‌ای از متغیرهای محیطی مرتبط با شایستگی گونه‌ها در ارتباط است. شاخص مطلوبیت زیستگاه ($HSI = \text{Habitat Suitability Index}$)، متغیرهای محیطی را به احتمال حضور گونه مرتبط می‌کند. این شاخص یکی از کاربردهای مفهوم آشیان اکولوژیکی است [۳] که با اندازه‌گیری میزان حضور گونه‌ها می‌توان میزان همپوشانی آن‌ها را تعیین کرد. عکس این مسئله نیز امکان‌پذیر است؛ مثلاً با استفاده از همپوشانی آشیان اکولوژیک توزیع ماهیان در یک اکوسیستم آبی قابل پیش‌بینی است [۴].

مجموعه‌ای از روش‌های ارزیابی مطلوبیت زیستگاه ماهیان در سال‌های اخیر ارائه شده است که می‌توان به روش‌های آنالیز آماری گونه‌ها و جوامع، منطق فازی، شبکه‌های عصبی مصنوعی، مدل‌های آماری چندمتغیره مانند مدل خطی تعمیم‌یافته^۱ و مدل جمعی تعمیم‌یافته^۲ اشاره کرد. یکی از روش‌های ناپارامتری که برای تبیین رابطه بین متغیرها استفاده می‌شود، روش هموارسازی است که در آن از روش‌های مختلفی از جمله اسپلاین، هموارسازی جمعی، نمایی و هسته‌ای استفاده می‌شود. روش هموارسازی هسته‌ای بر اساس مقدار یک تابع با استفاده از میانگین وزنی نقاط مشاهده‌شده همجوار تخمین زده می‌شود. وزن با استفاده از هسته (Kernel) تعریف می‌شود، به طوری که نقاط نزدیک‌تر، وزن بالاتری می‌گیرند. نتیجه کار، یک هموار (Smooth) است. میزان همواری (Smoothness) توسط پارامتری به نام پهنای باند تعیین می‌شود. هر چه پهنای باند بیشتر باشد، میزان همواری منحنی برازش یافته بیشتر می‌شود [۵].

ماهی سفید رودخانه‌ای نمک (*Squalius namak*) Khaefi, Esmaeili, Sayyadzadeh, Geiger & Freyhof,

(2016) از جنس *Squalius* و خانواده کپورماهیان که در سال ۲۰۱۶ از حوضه دریاچه نمک توصیف شده است [۶]. این گونه به واسطه صفاتی از جمله حاشیه محدب قسمت پشتی باله مخرجی، برجستگی ضخیم و عریض فک پایینی، خال‌های درشت خاکستری یا قهوه‌ای، لکه‌هایی گرد یا هلالی‌شکل روی نوک خلفی فلس‌های پهلوه‌ها و نارنجی‌رنگ بودن شعاع‌های باله دم، مخرجی و لگنی از سایر اعضای جنس *Squalius* قابل تفکیک است [۶]. تا کنون مطالعه‌ای در رابطه با آشیان اکولوژیک و بررسی رابطه بین شاخص مطلوبیت و همپوشانی آشیان اکولوژیک روی این گونه انجام نشده و عمده مطالعات مربوط به بررسی‌های ریختی و ارتباط بین ریخت و محیط است [۷-۱۰]. از آنجا که اکوسیستم رودخانه‌ها دارای توزیع جمعیتی براساس اندازه (کوچک و بزرگ) هستند، توزیع این ماهیان در نقاط مشابه این سؤال را به وجود می‌آورد که آیا رقابت بین این اعضای یک گونه با اندازه‌های مختلف بر سر منابع محیطی بالا است یا آن‌ها با آشیان‌های اکولوژیک نامشابه رقابت را کاهش داده‌اند؟ بنابراین، این مطالعه با استفاده از پارامترهای محیطی جهت برازش منحنی‌های شاخص مطلوبیت (SI) (Suitability index) با استفاده از هموارسازی هسته‌ای روشی برای تعیین میزان رقابت افراد کوچک و بزرگ ماهی سفید رودخانه‌ای نمک در رودخانه جاجرود به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

محدوده مورد مطالعه

رودخانه جاجرود در ۳۰ کیلومتری شمال شرق تهران در منطقه حفاظت‌شده جاجرود بین 30° و 35° و $50'$ تا 35° عرض شمالی و $30'$ و 51° تا 52° طول شرقی، با مساحت ۵۵ هزار و ۷۷ هکتار واقع شده و است که از ارتفاعات البرز و از کوه‌های خلنو با ارتفاع حداکثری ۴۳۷۵ متر از سطح دریا سرچشمه می‌گیرد و به سمت جنوب شرق در جریان است و در نهایت، وارد دریاچه سد لتیان می‌شود. طول این حدود ۱۴۰ کیلومتر و حوضه آبریز آن وسعتی حدود ۲۸۰۰ کیلومتر مربع را دارد. آب این رودخانه دارای رژیم برفی بارانی به صورت دائمی است و از ذوب برف‌های البرز پدیدار می‌شود [۱۱].

1. General linear models (GLM)
2. General additive models (GAM)

که در این معادله x_i متغیرهای محیطی، $\min(x)$ مقدار کمینه و $\max(x)$ مقدار بیشینه هر متغیر است. سپس، نمودار این مقادیر استانداردسازی شده و برای هر یک از متغیرهای محیطی نمودار SI رسم شد. سپس، هموارهای مختلف با پهنای باند ۱ تا یک هزار برازش داده شدند. به هر هموار (داده‌های پیش‌بینی‌شده) یک معادله چندجمله‌ای با مرتبه ۲۵ برازش داده شد. پهنای باند مناسب برای کشیدن منحنی (بر اساس هموارسازی هسته‌ای) برای هر متغیر محیطی با استفاده از محاسبه مقدار خطای جذر میانگین مربعات (Root mean squares error (RMSE)) محاسبه شد [۵].

محاسبه همپوشانی آشیان اکولوژیک: ابتدا با استفاده از عکس‌های گرفته‌شده در نرم‌افزار Image J، داده‌های ریخت‌سنجی سنتی خام شامل طول کل، طول چنگالی، طول استاندارد، طول نوک پوزه تا ابتدای باله مخرجی، نوک پوزه تا ابتدای باله پشتی، نوک پوزه تا ابتدای باله شکمی، انتهای باله پشتی تا انتهای باله دمی، طول سر، ارتفاع بدن، طول ساقه دمی، طول انتهای چشم تا سرپوش آبششی، طول باله پشتی، ارتفاع ساقه دمی، طول پوزه، طول باله مخرجی، قطر چشم و طول باله سینه‌ای [۱۳] در جمعیت‌های *S. Namak* مورد سنجش قرار گرفت و براساس روش خوشه‌بندی k -میانگین (K -means)، گروه‌بندی ماهیان بر اساس اندازه صورت گرفت [۱۴]. چون تعداد نمونه‌ها در هر ایستگاه کم بود، تنها دو گروه برای تفکیک ماهیان تعیین شد.

روش مورد استفاده برای همپوشانی آشیان اکولوژیک، استفاده از منحنی‌های مطلوبیت زیستگاه بود که در بالا شرح داده شد. با استفاده از هموارسازی هسته‌ای برای ماهیان کوچک و بزرگ هر ایستگاه، همواری برازش داده شد. نسبت مساحت مشترک زیر نمودار به مساحت کل طبق معادله ۲ به عنوان همپوشانی آشیان اکولوژیک تعیین شد. در معادله ۲ A و B مساحت زیر هموار برازش‌داده‌شده برای ماهیان کوچک و بزرگ هستند.

$$\text{Niche overlap} = \frac{A \cap B}{A + B - (A \cap B)} \quad (2)$$

رابطه بین همپوشانی آشیان اکولوژیک و SI: پس

از برازش منحنی‌های SI برای هر پارامتر محیطی، مقدار SI برای هر پارامتر در ایستگاه‌های مختلف محاسبه و

نمونه‌برداری: با استفاده از عکس‌های ماهواره‌ای و بازدید میدانی، ایستگاه‌های نمونه‌برداری در طول رودخانه جاجرود و پارک ملی خجیر انتخاب شدند. نمونه‌برداری در طول رودخانه از پایین دست به سمت بالادست با استفاده از دستگاه الکتروشوکر انجام شد. در کلیه ایستگاه‌ها، طول ایستگاه نمونه‌گیری حدود ۳۰ متر به صورت سه تکرار خلاف جهت جریان آب صورت گرفت، همچنین به منظور جلوگیری از فرار ماهیان، در کلیه ایستگاه‌ها از تورهای پشتیبان در بالادست و پایین دست استفاده شد. سپس، نمونه‌های صیدشده مورد شناسایی قرار گرفتند [۶ و ۱۲] و تعداد آن‌ها ثبت و پس از شمارش و ریخت‌سنجی و اطمینان از شنای فعال در همان محل صید رهاسازی شدند.

اندازه‌گیری پارامترهای محیطی: داده‌های محیطی مورد بررسی شامل هدایت الکتریکی (Electrical (EC) conductivity)، کل مواد جامد محلول (Total dissolved Dissolved oxygen (DO))، pH، اکسیژن محلول (Dissolved oxygen (DO))، عرض رودخانه، سرعت جریان، عمق متوسط، قطر سنگ و دمای آب بودند. سرعت جریان آب با استفاده از روش جسم شناور، عمق متوسط آب با متر فلزی، دمای آب، pH، EC، TDS با دستگاه پرتابل (Eutech)، اکسیژن با اکسیژن‌متر (Lutron ۵۵۱۰)، عرض رودخانه در محل نمونه‌برداری با متر لیزری (Hyundai 504DM) و قطر متوسط سنگ‌های بستر رود با متر فلزی در هر ایستگاه اندازه‌گیری شدند. همچنین، طول و عرض جغرافیایی منطقه مورد مطالعه نیز با استفاده از دستگاه موقعیت‌یاب جهانی (Garmin etrex30) ثبت شد (جدول ۱).

محاسبه SI: برای این منظور، از روش ناپارامتری هموارسازی هسته‌ای استفاده شد. در این روش رابطه بین تعداد ماهی در هر ایستگاه و متغیرهای محیطی محاسبه شد. برای ترسیم نمودارهای SI، ابتدا تعداد ماهیان در هر ایستگاه با استفاده از رابطه ۱ به عددی بین صفر تا یک تبدیل شد و به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شد. پارامترهای محیطی اندازه‌گیری‌شده در هر ایستگاه به عنوان متغیر مستقل بودند. منحنی‌های SI با استفاده از روش هموارسازی هسته‌ای و با پهنای باند بهینه به دست آمده برای هر پارامتر برازش داده شد.

$$\frac{x_i - \min(x)}{\max(x) - \min(x)} \quad (1)$$

این کار برای داده‌های حاصل از ماهیان کوچک و بزرگ انجام شد. ارتفاع و عرض از مبدأ دو خط رگرسیون با آنالیز کوواریانس بررسی شد.

میانگین آن برای کلیه ایستگاه‌ها تعیین شد. رگرسیونی خطی بین مقادیر SI هر پارامتر و همپوشانی آشیان اکولوژیک محاسبه شده با همان پارامتر برآزش داده شد.

جدول ۱. فاکتورهای محیطی سنجش شده در ۶ ایستگاه مورد مطالعه در رودخانه جاجرود

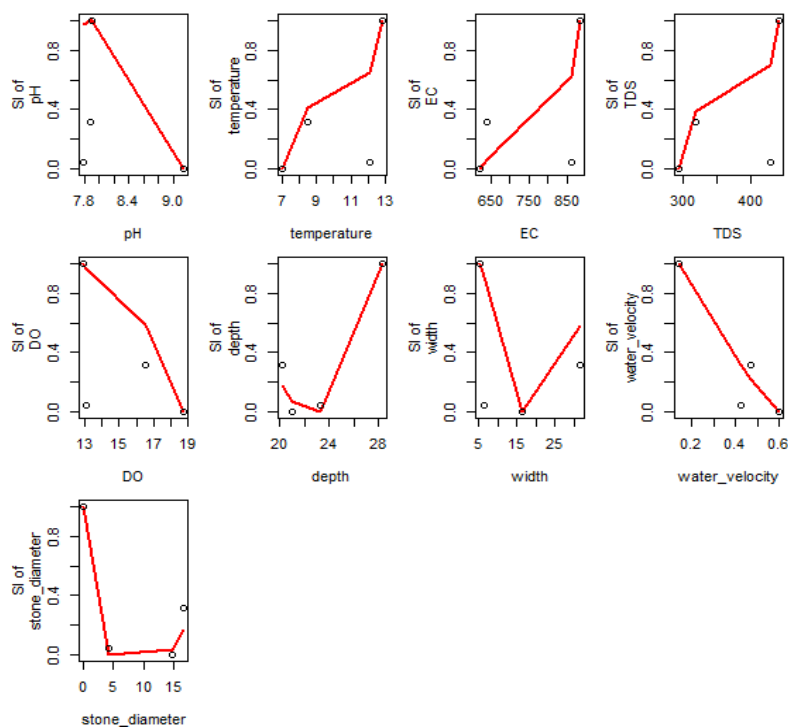
ایستگاه / پارامترهای محیطی	۱: خجیر	۲: خجیر	۱: جاجرود	۲: جاجرود
طول و عرض جغرافیایی	N 35°38'53.3" E 51°45'14.4"	N 35°39'25.9" E 51°44'21.8"	N 35°44'0.4" E 51°41'38.0"	N 35°44'0.4" E 51°41'42.1"
تعداد ماهی	۱۵	۶۶	۱۸	۴
pH	۷/۷۹	۷/۹۱	۷/۸۹	۹/۱۴
دما (°C)	۱۲/۱	۱۲/۸	۸/۵	۷
EC (µs/cm)	۸۶۲	۸۸۷	۶۳۸	۶۲۰
TDS (ppm)	۴۳۱	۴۳۳	۳۱۸	۲۹۲
DO (ppm)	۱۳/۱	۱۲/۹	۱۶/۵	۱۸/۸
عمق متوسط (cm)	۲۳/۳	۲۸/۳	۲۰/۱۶	۲۱
عرض رودخانه (m)	۶/۳	۵/۲۸	۳۱/۸۳	۱۶/۳۶
متوسط سرعت جریان آب (m/s)	۰/۴۲	۰/۱۳	۰/۴۷	۰/۶۰
متوسط قطر سنگ (cm)	۴/۳۱	بستر گلی	۱۶/۷۵	۱۴/۸

نتایج

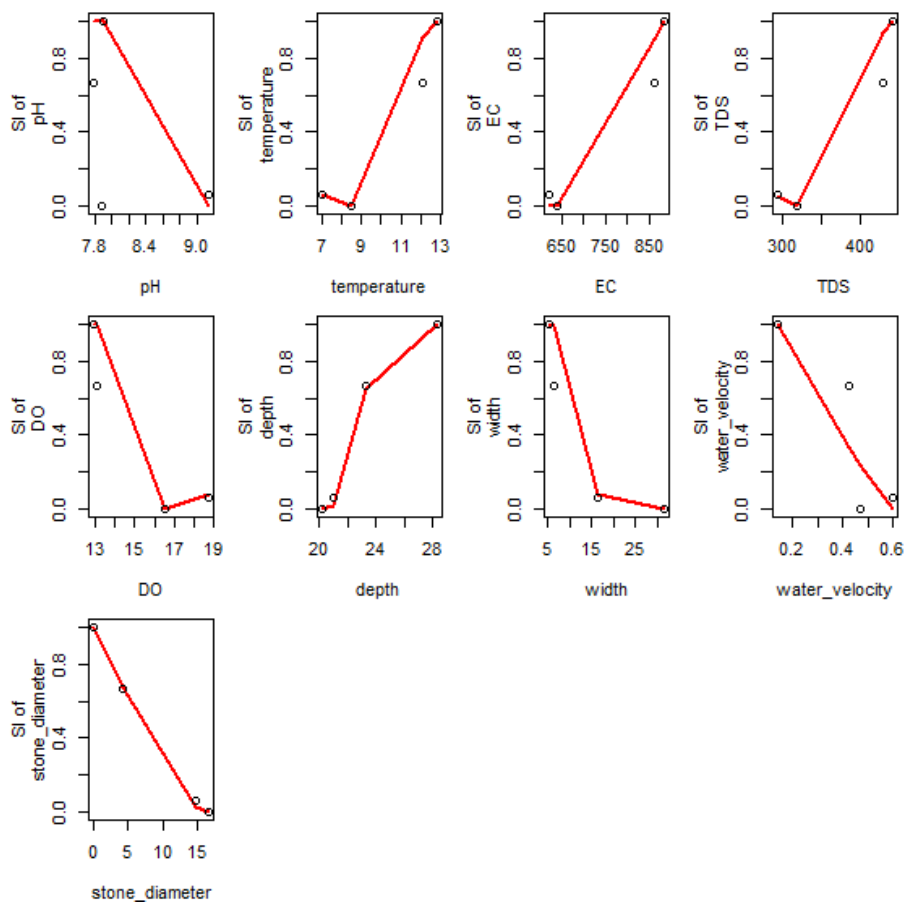
ماهیان کوچک و بزرگ مربوط به عرض رودخانه و قطر سنگ بستر بود.

میزان همپوشانی آشیان اکولوژیک ماهیان کوچک و بزرگ برای پارامترهای مختلف محیطی در جدول ۲ ارائه شده است. بر اساس نتایج، همپوشانی آشیان اکولوژیک در رابطه با سرعت جریان آب بیشترین مقدار را (۰/۹۷) نشان می‌دهد و TDS پایین‌ترین مقدار را (۰/۲۸) در میزان همپوشانی آشیان اکولوژیک ماهیان نشان داد. میانگین همپوشانی اکولوژیک ماهیان کوچک و بزرگ تقریباً ۰/۵۲ درصد است. در شکل ۳ مساحت مشترک زیر نمودار به مساحت کل به عنوان همپوشانی آشیان اکولوژیک نشان داده شده است. بر اساس نتایج، منحنی‌های همپوشانی آشیان اکولوژیک بالاترین همپوشانی برای سرعت جریان آب نشان می‌دهد دو مثلث تقریباً برابر با مساحت‌های یکسان ایجاد کرده است. TDS و EC کمترین میزان همپوشانی را نشان دادند و منحنی‌های تقریباً مشابهی ایجاد کردند. شکل ۴ تغییرات مقدار SI با همپوشانی آشیان اکولوژیک را نشان می‌دهد ماهیان بزرگ دارای شیب خط بیشتری هستند؛ آنالیز کواریانس نشان داد ارتفاع و شیب دو خط رگرسیون برآزش داده شده بین همپوشانی آشیان اکولوژیک و شاخص شایستگی ماهیان کوچک و بزرگ تفاوت معناداری را نشان نداد (جدول ۳).

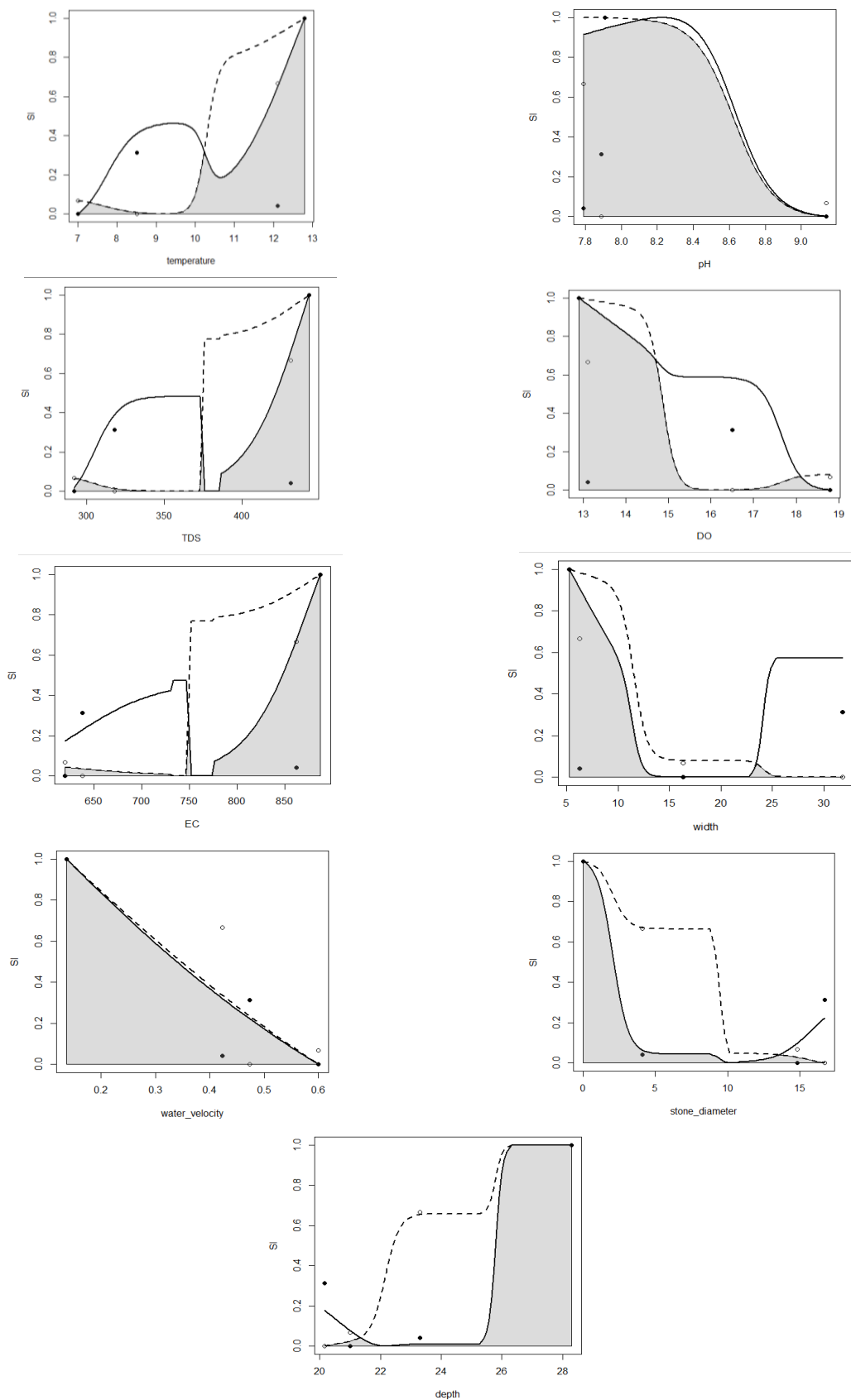
نتایج شاخص مطلوبیت متغیرهای محیطی به تفکیک اندازه نمونه‌ها ارائه شده است (شکل‌های ۱ و ۲) که روند تغییر شاخص شایستگی برای ماهیان کوچک و بزرگ با توجه با پارامترهای محیطی تقریباً مشابه است. بر اساس نتایج با افزایش pH آب رودخانه شاخص مطلوبیت کاهش می‌یابد و در pHهای ۷/۸ تا ۸/۲ شاخص مطلوبیت این پارامتر محیطی بالا (بین ۱ تا ۰/۷) است. با افزایش دما شاخص مطلوبیت افزایش می‌یابد، به طوری که شاخص مطلوبیت در دماهای ۱۱/۵ تا ۱۳ درجه سانتی‌گراد مطلوبیت بالایی را نشان داد. با بالا رفتن مقدار EC و TDS نیز شاخص مطلوبیت افزایش یافته می‌یابد و با افزایش مقادیر EC و TDS به ترتیب از مقادیر $850 \mu\text{s/cm}$ و 400 ppm افزایش شاخص مطلوبیت در حد مطلوب (بین ۱ تا ۰/۷) مشاهده می‌شود. با افزایش اکسیژن محلول، شاخص مطلوبیت کاهش یافت و اکسیژن ۱۳ تا ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر نشان‌دهنده بالاترین شاخص مطلوبیت است. با افزایش عمق افزایش شاخص مطلوبیت را نشان داد، به طوری که بیشترین شاخص مطلوبیت در افزایش عمق ۲۷ به ۲۸ سانتی‌متر مشاهده می‌شود. با افزایش عرض رودخانه و سرعت جریان شاخص مطلوبیت کاهش یافت. بر اساس نتایج، مهم‌ترین تغییر شاخص مطلوبیت



شکل ۱. نمودارهای شاخص مطلوبیت زیستگاه متغیرهای محیطی مورد بررسی برای ماهیان کوچک گونه *Squalius namak*



شکل ۲. نمودارهای شاخص مطلوبیت زیستگاه متغیرهای محیطی مورد بررسی برای ماهیان بزرگ گونه *Squalius namak*



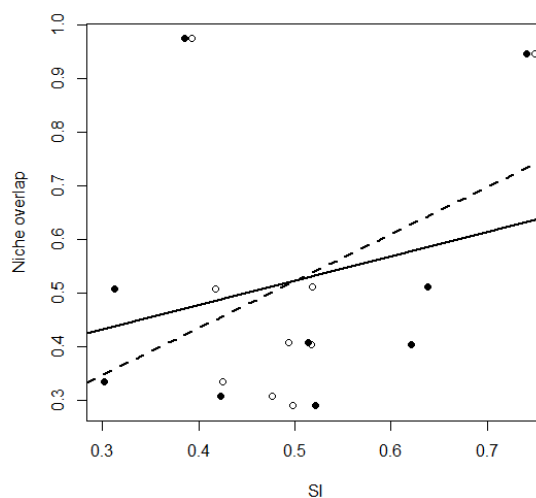
شکل ۳. میزان همپوشانی آشیان اکولوژیک ماهیان کوچک (●، —) و بزرگ (○، ---) گونه *Squalius namak* بر اساس متغیرهای محیطی مورد بررسی

جدول ۲. میزان همپوشانی آشیان اکولوژیک ماهیان کوچک و بزرگ گونه *Squalius namak* برای متغیرهای مختلف محیطی

پارامتر	میزان همپوشانی
pH	۰/۹۴۵۹
دما	۰/۴۰۷۵
EC	۰/۳۰۷۲
TDS	۰/۲۸۹۲
DO	۰/۵۱۱۳
عمق	۰/۵۰۷۶
عرض رودخانه	۰/۴۰۴۴
سرعت جریان آب	۰/۹۷۴۵
قطر سنگ	۰/۳۳۴۴
میانگین	۰/۵۲۰۲

جدول ۳. آنالیز کوواریانس برای بررسی اختلاف معنادار در عرض از مبدأ و شیب دو خط رگرسیون برازش داده شده بین شاخص شایستگی و همپوشانی آشیان اکولوژیک برای ماهیان کوچک و بزرگ گونه *Squalius namak*

منبع تغییرات	تخمین	خطای استاندارد	مقدار t	Pr(> t)
عرض از مبدأ ماهیان کوچک	۰/۴۱۴۹۰	۰/۱۰۳۸۲	۳/۹۹۶	۰/۰۰۱۳۳
شیب خط ماهیان کوچک	۰/۱۵۴۱۹	۰/۱۸۰۳۳	۰/۸۵۵	۰/۴۰۶۹۲
عرض از مبدأ ماهیان بزرگ منهای ماهیان کوچک	۰/۰۱۰۹۷	۰/۱۴۶۸۲	۰/۰۷۵	۰/۹۴۱۴۹
شیب خط ماهیان بزرگ منهای ماهیان کوچک	-۰/۰۱۴۴۲	۰/۲۵۵۰۳	-۰/۰۵۷	۰/۹۵۵۷۰



شکل ۴. تغییرات همپوشانی آشیان اکولوژیک با اندیکس شایستگی در ماهیان کوچک (●) و بزرگ (○).

وجود داشت و درجه بالای همپوشانی را نشان دادند، بالاترین میزان همپوشانی برای سرعت جریان آب با مساحت‌های یکسان از لحاظ آشیان اکولوژیکی مشاهده شد که شامل زیاد بودن مساحت مشترک بیانگر اشغال آشیان اکولوژیکی تقریباً مشابه و وجود رقابت برای قرار گرفتن در زیستگاه به لحاظ سرعت جریان کمتر بین دو گروه ماهیان (کوچک و بزرگ) مورد مطالعه است. در گونه‌های مختلف،

بحث

نتایج بررسی پارامترهای محیطی در مطلوبیت زیستگاه گونه ماهی سفید رودخانه‌ای مورد مطالعه، نشان داد این گونه زیستگاه‌هایی با سرعت جریان کم، قطر سنگ بستر و عرض رودخانه کمتر و عمق بیشتر را ترجیح می‌دهد. در بررسی گروه‌های مطالعه شده از لحاظ اندازه، الگوهای مشابهی در رابطه با دو پارامتر زیستگاهی یعنی سرعت جریان آب و pH

استفاده به عنوان پارامتر مهم اثرگذار بر کاهش رقابت باشد [۱۷]. به بیان دیگر، پارامترهای فیزیکی و شیمیایی نه به طور مستقیم، بلکه بر حضور غذای مطلوب هر گروه اثر گذاشته باشند. بنابراین، پیشنهاد می‌شود که در مطالعات آتی به منظور بیان سایر فاکتورهای مؤثر در هم‌حضور و آشیان اکولوژیکی مورد بررسی قرار گیرد تا بتوان در مورد سایر فاکتورهای مؤثر در پراکنش نقطه‌ای این گونه بومی اظهار نظر کرد.

تقدیر و تشکر

این مطالعه با حمایت مالی دانشگاه تهران انجام شده است.

منابع

- [1]. Abrams P. Some Comments on Measuring Niche Overlap. *Ecol.* 1980;61(1): 44-49.
- [2]. Zamani Faradonbe M., Eagderi S., Zarei N. Determination of habitat suitability index of *Capoeta gracilis*, Keyserling 1861 from Taleghan River. *J Fish* 2015;68(3): 409-419. [In Persian]
- [3]. Hirzel AH, Le Lay G. Habitat suitability modelling and niche theory. *J Appl Ecol.* 2008;45(5): 1372-1381.
- [4]. McNyset K. Use of ecological niche modelling to predict distributions of freshwater fish species in Kansas. *Ecol of Fresh Fish.* 2005;14(3): 243-255.
- [5]. Ahmndzadeh M, Poorbagher H, Eagderi S. Calculating the habitat suitability index of Siahmahi (*Capoeta buhsei*, Kessler 1877) using the kernel smoothing in the Jajrood River, Namak basin of Iran. *Aqua Sci.* 2019;6(2), 99-108. [In Persian]
- [6]. Khaefi R, Esmaeili HR, Sayyadzadeh G, Geiger MF, Freyhof J. *Squalius namak*, a new chub from Lake Namak basin in Iran (Teleostei: Cyprinidae). *Zootaxa* 2016;4169(1): 145-159.
- [7]. Mouludi-Saleh A, Keivany Y, Jalali SAH. Geometric morphometric comparison of Namak Chub (*Squalius namak*, Khaefi et al., 2016) in rivers of lake Namak basin of Iran. *Research in Zoology* 2017;7(1): 1-6.
- [8]. Mouludi-Saleh A, Keivany Y. Morphometric analysis of *Squalius namak* Khaefi et al. 2016 in Khaznagh and Ghare-Chai rivers. *Sri Lanka Journal of Aquatic Science* 2018;23(2): 173-178.
- [9]. Mouludi-Saleh A, Keivany Y, Jalali SAH. Biometry of Chub (*Squalius namak* Khaefi et al., 2016) in rivers of Namak Basin. *Experimental animal Biology* 2018;7(1): 107-118. [In Persian]
- سرعت جریان آب، به عنوان عاملی مؤثر در رشد ماهی عنوان شده است. بسیاری از ماهیان، نقاطی با سرعت‌های کم را ترجیح می‌دهند که به عنوان پناهگاهی در مقابل شکارچیان و یا جریان‌های زیاد است [۱۱].
- این دو گروه مورد مطالعه (ماهیان کوچک و بزرگ)، در رابطه با EC و TDS و قطر سنگ همپوشانی کمی داشتند. با توجه به این که بستر رودخانه جاجرود به واسطه آبراهه‌های زیادی که در مسیر رود قرار دارند، بستر گراولی- ماسه‌ای دارد ذرات محلول فراوانی به این رودخانه وارد می‌شود [۱۵]. فراوان بودن فضاهایی با مقادیر EC و TDS بالا و قطر سنگ کم که مطابق منحنی‌های SI ترجیح زیستگاهی این گونه هستند، مانع از افزایش همپوشانی بین دو گروه می‌شود و به نظر می‌رسد در رابطه با این فاکتورها رقابت کمی وجود دارد. اما در رابطه با سایر فاکتورهای محیطی مورد بررسی مانند اکسیژن محلول، عمق، دما و عرض رودخانه با توجه همپوشانی اندک منحنی‌های ترسیم‌شده برای دو گروه و دسترس‌پذیری بالای این فاکتورها برای ماهیان چنان استنباط می‌شود که این پارامترها تعیین‌کننده و مستعد رقابت نباشند.
- در هر دو گروه ماهیان کوچک و بزرگ با افزایش مقدار SI، همپوشانی آشیان اکولوژیک افزایش یافت. روند این افزایش برای هر دو نیز مشابه بود. می‌توان چنان عنوان کرد که همپوشانی آشیان اکولوژیک در هر یک از گروه‌ها مشاهده‌شده در نقاطی که دارای شرایط مطلوب‌تری هستند، مشاهده می‌شود هرچند وفور منابع در این نقاط ممکن است مانع از ایجاد رقابت یا کاهش آن باشد [۱۶].
- پارامترهای محیطی مورد بررسی در رودخانه جاجرود نظیر سرعت جریان و pH در تمامی نواحی حضور ماهیان کوچک یا بزرگ وجود داشتند و تراکم ماهیان به نحوی بود که نواحی مطلوب برای تمامی نمونه‌ها در دسترس بود. میانگین همپوشانی آشیان اکولوژیک ماهیان کوچک و بزرگ حدود ۰/۵۲ بود. این حد متوسط همپوشانی احتمالاً رقابتی متوسط را بین این دو گروه سبزی پیشنهاد می‌کند. احتمال می‌رود پارامترهایی غیر از پارامترهای مورد مطالعه در ایجاد رقابت دخیل باشند. دسترسی به غذا ممکن است نقشی تعیین‌کننده در ایجاد رقابت داشته باشد. به عنوان مثال، یک تقسیم‌بندی از نظر سایر پارامترهای محیطی رخ داده باشد و اندازه طعمه مورد

- [10]. Shabanloo H, Poorbagher H, Eagderi S. Effects of environmental parameters on morphological traits of *Squalius namak* in the Jajrood River. *Aquaculture Sciences* 2021;9(1): 172-181. [In Persian]
- [11]. Eagderi S, Poobagher H, Zamani Faradonbe M. Habitat suitability index of *Capoeta buhsei*, Kessler 1877 in Jajroud River (Namak Lake basin). The Forth Iranian Conference of Ichthyology, Ferdowsi University of Mashhad, 20-21 July 2016. [In Persian]
- [12]. Esmaili HR, Sayyadzadeh G, Eagderi S, Abbasi K. Checklist of freshwater fishes of Iran. *FishTaxa* 2018;3(3): 1-95.
- [13]. Armbruster JW. Standardized measurements, landmarks, and meristic counts for cypriniform fishes. *Zootaxa* 2012;3586(1): 8-16.
- [14]. Shabanloo H, Poorbagher H, Eagderi S. The effect of ecological nich overlap of different fish size groups on changes in habitat suitability, morphological characteristics and genetic diversity of *Squalius namak*, Khaefi et al., 2016. M.Sc. thesis of Aquatic Ecology, University of Tehran. 2018. [In Persian]
- [15]. Taghinezhad I, Ahmadi M, Kamali A, Haghbayan S. Ecological response of macrobenthos in Jajrud River by human sewages. *J Renew Nat Reso Res.* 2015;6(1): 11-24. [In Persian]
- [16]. Zaret TM, Rand AS. Competition in Tropical Stream Fishes: Support for the Competitive Exclusion Principle. *Ecol* 1971;52(2): 336-342.
- [17]. Evangelista C, Boiche A, Lecerf A, Cucherousset J. Ecological opportunities and intraspecific competition alter trophic niche specialization in an opportunistic stream predator. *J Anim Ecol.* 2014; 83(5), 1025-1034.