Iranian Journal of Applied Ecology

بوم‌شناسی کاربردی/ سال دوازدهم / شماره چهارم / زمستان ۱۴۰۲/ صفحات ۱ تا ۱۳

پراکنش آینده ماهی سیم *Abramis brama* (Linnaeus, 1758) تحت تأثیر سناریوهای تغییر اقلیم

نجمه طبسی‌نژاد[۱]، سید حامد موسوی ثابت[۱] و حسین مصطفوی[۲*]

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۲۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۲/۱۸)

چکیده

رودخانه‌ها و آبزیان فشارهای بسیاری به واسطه افزایش فعالیت‌های صنعتی بشر و متعاقب آن تغییرات اقلیمی متحمل شده‌اند. در مطالعه حاضر، تغییرات محدوده پراکنش ماهی سیم (*Abramis brama*) ساکن در رودخانه‌های حوضه آبریز جنوبی دریای خزر در سال‌های ۲۰۵۰ و ۲۰۸۰ تحت دو سناریوی اقلیمی خوش‌بینانه و بدبینانه با استفاده از مدل مکسنت مورد ارزیابی قرار گرفت. در این مطالعه، از مجموعه داده‌های جمع‌آوری شده توسط نویسندگان و منابع علمی مختلف مربوط به یک بازه زمانی ۵۰ ساله (۲۰۲۰-۱۹۷۰میلادی) استفاده گردید. طبق منحنی مشخصه عملکرد سیستم و با توجه به معیار سطح زیر منحنی (AUC) عملکرد مدل در پیش‌بینی پراکنش گونه، عالی (۰/۹۴۷) ارزیابی شد. بعلاوه، نتایج مدل‌سازی نشان داد که احتمالاً پراکنش این گونه در هر دو سناریوی اقلیمی و هر دو سری زمانی ۲۰۵۰ و ۲۰۸۰ به‌صورت قابل‌توجهی کاهش پیدا خواهد کرد که بیشترین درصد کاهش معادل ۹۸/۷۱ تحت سناریوی بدبینانه در سال ۲۰۸۰ پیش‌بینی شد. با توجه به جایگاه ماهی سیم در سفره غذایی و تأثیر مثبت آن بر اقتصاد و معیشت جوامع محلی، جهت حفاظت از این گونه با ارزش می‌توان به اقداماتی مانند جلوگیری از صید بی‌رویه، توسعه استراتژی‌های حفاظتی برای مقابله با رخدادهای آینده و تلاش جهت کاهش عوامل شتاب‌دهنده تغییر اقلیم اشاره نمود.

واژه‌های کلیدی: دگرگونی اقلیم، ماهی سیم، مدل مکسنت، پیش‌بینی پراکنش، حفاظت

۱. گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، ایران.

۲. گروه تنوع‌زیستی و مدیریت اکوسیستم¬ها، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: hmostafaviw@gmail.com

مقدمه

بدون تردید یکی از چالش‌های حال حاضر در جهان، تغییر اقلیم می‌باشد که با توسعه فعالیت‌های صنعتی بشر آغاز گشته و هم‌اکنون به اوج خود رسیده است (۱۲ و ۴۶). بعلاوه، نظر به اینکه این رخداد بر همه جوانب زندگی انسان تأثیرگذار خواهد بود (۵۵)، در نتیجه برای سیستم سلامت، تغذیه و اقتصاد جوامع تهدید بزرگی به‌شمار می‌رود (۲۵ و ۴۷). ازجمله پیامدهای تغییر اقلیم که در یک سال اخیر در مناطق مختلف جهان رخ‌داده و همگی شاهد آن بوده‌ایم می‌توان به وقایعی مانند، طوفان‌های سهمگین (طوفان استوایی ایدالیا در نیویورک و فلوریدا)، سیل‌های ویرانگر (سیل در کشورهای شیلی و لیبی)، خشکسالی (دریاچه ارومیه در ایران) و آتش‌سوزی‌های بی‌سابقه (آتش‌سوزی گسترده جنگلی در کانادا و سایر نقاط دنیا) اشاره نمود. در این میان، حفاظت از اکوسیستم‌های آب شیرین دارای اهمیت ویژه‌ای می‌باشد و باید در اولویت مباحث حفاظتی سازمان‌های مربوطه قرار گیرد زیرا وجود آنها برای خدمات اکوسیستمی و حفظ معیشت جوامع انسانی انکار ناپذیر است (۱۳ و ۶۰). از جمله اتفاقاتی که به‌علت تغییر در سیستم اقلیم در رودخانه‌ها رخ خواهد داد می‌توان به تغییر دمای آب، تغییر سرعت جریان، اسیدی‌شدن به علت باران‌های اسیدی، تغییر الگوهای بارندگی و یوتریفیکیشن رودخانه‌ها و دریاچه‌ها به‌علت افزایش میزان NO_2 و NO (تولیدشده از سوخت‌های فسیلی) اشاره نمود (۲۵، ۵۴ و ۵۵). در این اکوسیستم‌ها کاهش دبی رودخانه‌ها، کاهش بارندگی و افزایش دما اثرات نامطلوب بسیاری بر ماهیان آب شیرین به‌همراه داشته است (۱۱ و ۳۹). از این رو، بررسی تنوع و فراوانی ماهیان در منابع آبی از لحاظ بوم‌شناسی، رفتارشناسی، تکامل و بهره‌برداری ذخایر علاوه‌بر حفظ ذخایر ژنتیکی ماهیان بومی، آگاهی از پراکنش ماهیان غیربومی و وضعیت مهاجرت و تخمریزی ماهیان آب شیرین (مثل ماهی سیم) را فراهم خواهد نمود (۲).

امروزه همراه با پیشرفت علوم مختلف و ظهور دانش‌های جدید، تکنیک‌های پیشرفته و کاربردی بسیاری جهت انجام تحقیقات علمی تولید شده و درنتیجه محدوده اطلاعات بشر در زمینه علوم مختلف به‌شکل قابل‌توجه‌ای گسترش یافته است. با کمک این ابزارهای کاربردی شناسایی و کشف بسیاری از پدیده‌ها و رخدادهای پیچیده محیط‌زیستی که در گذشته ناشناخته بودند امکان‌پذیر گشته است. یکی از این تکنیک‌های سودمند که از سال‌ها پیش استفاده از آن توسط محققیق مختلف (۸، ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۱، ۲۳، ۳۲، ۳۳، ۳۴، ۳۶ و ۵۷) آغاز گشته، مدل‌سازی وقایع آینده تحت شرایط تعریف شده‌ای می‌باشد (۲۰ و ۴۳) که با استفاده از آن می‌توان از اتفاقاتی که در آینده رخ خواهد داد مطلع شده و جهت کنترل آنها برنامه‌ریزی نمود. در این راستا، مدل حداکثر انتروپی (Maximum Entropy, MaxEnt) یک روش یادگیری ماشین است که حضور یک گونه را در یک فضای جغرافیایی بدون در نظر گرفتن مکان‌های عدم‌حضور آن گونه، و تنها براساس نقاط حضور و متغیرهای زیست‌محیطی، پیش‌بینی می‌کند (۴۳).

بر اساس آخرین فهرست ارائه شده، در آب‌های داخلی ایران ۲۹۲ گونه ماهی در ۱۰۶ جنس و ۳۶ خانواده و ۲۴ راسته و ۳ کلاس گزارش شده است (۱۴). به‌واسطه تنوع بالای زیستگاه در کشور فون ماهیان آب شیرین از تعدد و تنوع بالایی برخوردار است (۳۷ و ۵۹). حوضه آبریز خزر با داشتن ۸۳ گونه بومی، ۱۰ گونه بوم‌زاد و ۱۷ گونه غیربومی یکی از حوضه‌های مهم ایران با غنای گونه‌ای و درجه بالای اندمیسم است (۱۴ و ۴۰). ماهی سیم با نام علمی (Linnaeus, 1758) *Abramis brama* از ماهیان ارزشمند حوضه آبریز خزر می‌باشد که به خانواده Leuciscidae تعلق دارد (۱۴). ماهی سیم می‌تواند برای مدت کوتاهی دمای بالای ۳۴-۳۳ درجه سانتی‌گراد را در مناطق جنوبی مانند ایران تحمل کند اما در دماهای بالاتر از ۲۸ درجه سانتی‌گراد نرخ رشد این ماهی کاهش می‌یابد (۲۶). مناطقی با پوشش گیاهی ساحلی انبوه، عمق زیاد و گل‌آلود برای تولیدمثل و تغذیه این گونه مطلوب می‌باشد، همچنین شوری و تغییرات سطح آب اثرات قابل‌توجهی بر فراوانی این گونه دارند (۱۰). در یک پژوهش، کیابی و همکاران (۲۷) به مطالعه

وضعیت فون ماهیان حوضه آبریز جنوبی دریای خزر در ایران پرداختند. بر اساس نتایج این مطالعه، طبق معیارهایی شامل ماهیگیری تجاری، ماهیگیری ورزشی، تخریب زیستگاه، دامنه پراکنش، تعداد گونه و عدم حضور آن در سایر آب‌های ایران، ماهی سیم به‌عنوان یکی از ماهیان آسیب‌پذیر در این حوضه در نظر گرفته شد. با توجه به اهمیت حفظ ذخایر ماهی سیم، تکثیر نیمه‌طبیعی و رهاسازی آن در مرکز بازسازی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی ماهیان استخوانی شهید انصاری انجام می‌گیرد و از لحاظ بوم‌شناسی، زیست‌شناسی و اقتصادی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۳ و ۲۶). بنابراین، با توجه به ارزش تغذیه‌ای این ماهی و جایگاه آن در سبد غذایی جوامع محلی، پیش‌بینی گستره پراکنش آن تحت تأثیر تغییرات اقلیمی در آینده بسیار حائز اهمیت بوده و به حفظ امنیت غذایی در جامعه کمک شایانی خواهد نمود. لذا مطالعه حاضر با هدف پیش‌بینی محدوده پراکنش ماهی سیم تحت دو سناریوی اقلیمی خوش‌بینانه (RCP 2.6: Representative Concentration Pathway) و بدبینانه (RCP 8.5) در سال‌های ۲۰۵۰ و ۲۰۸۰ در رودخانه‌های حوضه آبریز خزر انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در مقیاس رودخانه‌های حوضه آبریز جنوبی دریای خزر انجام پذیرفته است. داده‌های توزیع بصورت داده‌های حضور گونه (مکان‌های ثبت‌شده که گونه در آن مشاهده شده‌است) برای تعیین اثر تغییر اقلیم بر پراکنش ماهی‌سیم مورد استفاده قرار گرفت. در ابتدا، پنج متغیر اقلیمی شامل میانگین دمای سالیانه (BIO1)، حداکثر دمای گرم‌ترین ماه سال (BIO5)، حداقل دمای سردترین ماه سال (BIO6) محدوده دمای سالیانه (BIO7)، میزان بارش سالیانه (BIO12)، و سه متغیر محیطی شامل شیب (Slope) جریان تجمعی (Flow Accumulation) و عرض رودخانه (River Width) برای این مطالعه از سایت‌های معتبر (جدول ۱) استخراج و تهیه گردیدند. پس از آن، آزمون همبستگی اسپیرمن جهت بررسی همبستگی خطی بین متغیرها انجام شد که بر این اساس، دو متغیر که همبستگی بالای ۷۵٪ داشتند، یکی از آنها با توجه به نظر کارشناسی حذف گردید (۱۹). در مطالعه حاضر پس از آزمون همبستگی، ۵ متغیر برای تجزیه و تحلیل بیشتر انتخاب شدند که عبارت‌اند از، میانگین دمای سالیانه (BIO1) محدوده دمای سالیانه (BIO7) میزان بارش سالیانه (BIO12) شیب و جریان تجمعی. متغیرهای اقلیمی برای مدل‌سازی آینده براساس سناریوی RCP 2.6 (تا پایان ۲۱۰۰ میزان غلظت CO_2 ۶۵۰ ppm ، میزان جمعیت ۸/۷ میلیارد نفر) به عنوان سناریو خوش‌بینانه و سناریوی RCP 8.5 (تا پایان ۲۱۰۰ میزان غلظت CO_2 ۱۳۷۰ ppm، میزان جمعیت ۱۲ میلیارد نفر) به عنوان سناریو بدبینانه (۲۴) و مدل اقلیمی گردش عمومی جو (GCMs: General Circulation Models) در دو مقیاس زمانی ۲۰۵۰ و ۲۰۸۰ از سایت www.worldclim.org تهیه و در محیط نرم‌افزاری ArcGIS ver. 10.8 آماده و ویرایش شدند. داده‌های مربوط به این گونه از مجموعه داده‌های جمع‌آوری شده توسط Makki و همکاران (۳۳ و ۳۴) و از مجموعه نمونه‌برداری‌های نویسندگان استخراج و تهیه گردید. در ابتدا داده‌ها به دو دسته داده‌های واسنجی (Calibration data) جهت مدل‌سازی و داده‌های آزمون (Test set) برای ارزیابی دقت مدل‌ها به نسبت ۷۰ و ۳۰ درصد تقسیم‌بندی شدند. سپس مدل‌سازی پراکنش گونه با استفاده از مدل MaxEnt (۴۲) در محیط نرم‌افزاری R v3.2.3 (۴۹) و بسته نرم‌افزاری dismo v1.1-4 (۲۲) انجام پذیرفت. جهت ارزیابی صحت عملکرد مدل و نتایج مدل‌سازی، ناحیه زیر منحنی (AUC) (جدول ۲) منحنی مشخصه عملکرد سیستم (ROC: Receiver Operating Characteristics) محاسبه شد (۳۱). دامنه AUC (Area Under Curve) بین ۰ و ۱ است. مقادیر کمتر از ۰/۵ عملکرد پیش‌بینی تصادفی و مقادیر ۱ با پیش‌بینی کامل را نشان می‌دهند. در حقیقت، مقادیر کمتر از ۰/۵ نشانگر مدل‌های نامناسب است (۱۵). همچنین از بین متغیرهای محیطی مورد استفاده در مدل‌سازی، متغیری که بیشترین تاثیر را در تعیین پراکنش گونه مورد مطالعه داشت با استفاده از آزمون جک نایف مشخص گردید. در نهایت نقشه پراکنش ماهی سیم

جدول ۱- متغیرهای استفاده شده در مدل‌سازی پراکنش *Abramis brama* و منبع استخراج آنها

متغیر	درصد اهمیت متغیر	منبع
میانگین دمای سالیانه	۳/۹	(www.worldclim.org)
محدوده دمای سالیانه	۱۳	
میانگین بارش سالیانه	۷/۴	
جریان تجمعی	۲	(http://hydro.iis.u-tokyo.ac.jp/~yamadai/MERIT_Hydro/)
شیب	۷۳/۷	(www.isric.org www.worldgrids.org)

جدول ۲ – طبقه‌بندی کمی و کیفی عملکرد مدل بر اساس شاخص AUC

ارزش AUC	عملکرد مدل
۰/۶ – ۰/۷	ضعیف
۰/۷ – ۰/۸	متوسط
۰/۸ – ۰/۹	خوب
۰/۹ – ۱	عالی

در حوضه آبریز خزر تحت سناریوهای اقلیمی برای سال‌های ۲۰۵۰ و ۲۰۸۰ فراهم شد.

نتایج

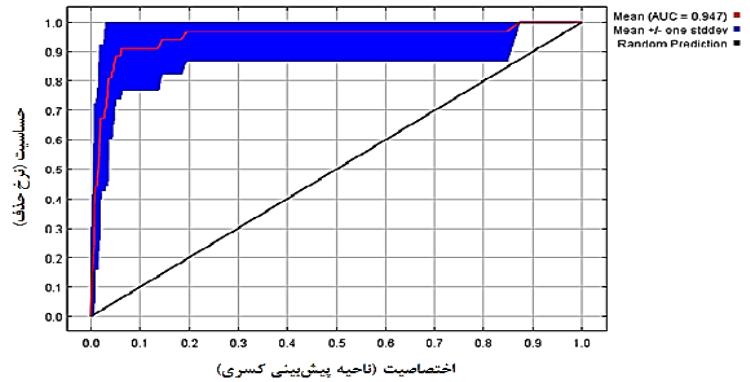
بر اساس نتایج به‌دست آمده، عملکرد مدل مکسنت در پیش‌بینی پراکنش ماهی سیم با توجه به مقدار AUC (۰/۹۴۷) در سطح عالی قرار گرفت (شکل ۱). همچنین، رابطه متغیرهای محیطی در ارتباط با پراکنش گونه در شکل ۲ بخوبی نشان داده شد. بعلاوه، نتایج آزمون جک‌نایف نشان داد که مهمترین متغیر در توزیع این گونه، شیب (Slop) می‌باشد (شکل ۳).

بر اساس داده‌های جدول شماره ۳، محدوده پراکنش ماهی سیم در هر دو سناریوی اقلیمی (RCP 2.6 و RCP 8.5) در سال‌های ۲۰۵۰ و ۲۰۸۰ به‌صورت قابل‌توجهی کاهش پیدا خواهد کرد. در این خصوص، بیشترین درصد کاهش معادل ۹۸/۷۱ درصد تحت سناریوی RCP 8.5 در سال ۲۰۸۰ پیش‌بینی شد. همچنین، حداکثر میزان افزایش در محدوده پراکنش گونه معادل ۰/۴۳درصد تحت سناریوی RCP 2.6 در سال ۲۰۸۰ رخ خواهد داد (جدول ۲).

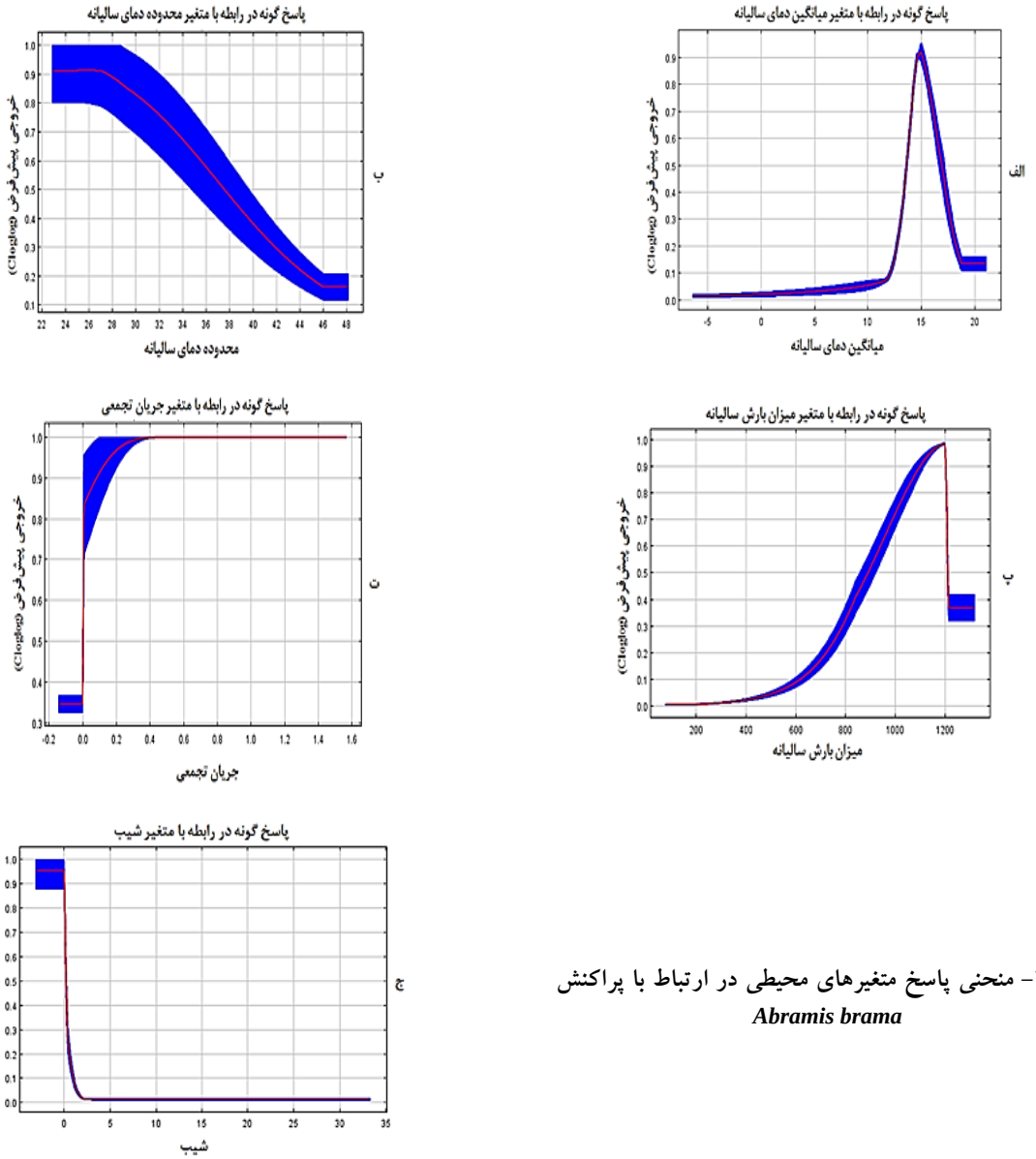
همانطور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود، نتایج مدل‌سازی نشان داده که تحت تأثیر تغییرات اقلیم، در تمام سال‌ها و سناریوهای خوش‌بینانه (RCP 2.6) و بدبینانه (RCP 8.5) و در هر دو مقیاس زمانی (۲۰۵۰ و ۲۰۸۰) میزان کاهش محدوده پراکنش ماهی سیم بیشتر از میزان افزایش محدوده پراکنش آن بوده است. همچنین، درصد کاهش پراکنش تحت سناریوی بدبینانه و در هر دو سری زمانی بیشتر از درصد کاهش در سناریوی خوش‌بینانه (۲۰۵۰ و ۲۰۸۰) ارزیابی شد.

بحث

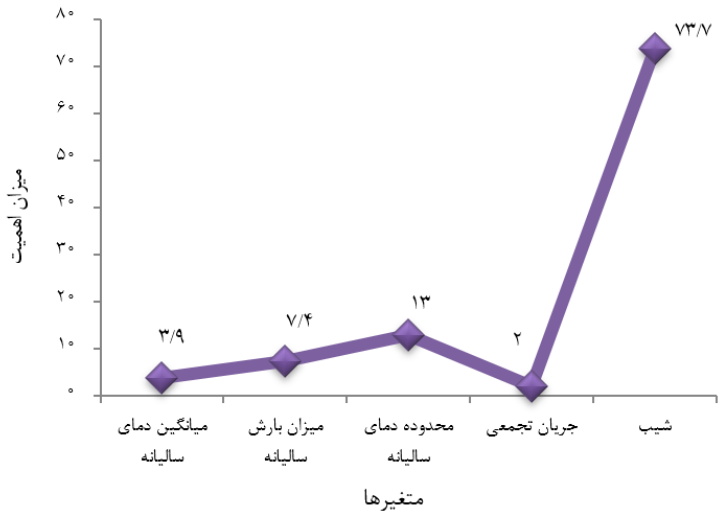
اکوسیستم‌های آب شیرین با اینکه بخش کوچکی از سطح جهان را تشکیل می‌دهند، حداقل ۱۰۰ هزار گونه از حدود ۱/۳ میلیون گونه موجود را پشتیبانی می‌کنند (۵)، و فواید بسیاری برای بشر به ارمغان می‌آورند که برخی از آنها غیرقابل جایگزین هستند (۳۸، ۳۹ و ۶۰). از طرفی، آبزیان با توجه به تنوع بالا، منبع غذایی با ارزشی از مواد سالم و ترکیبات زیست فعال محسوب می‌شوند (۵۴). با این حال، جمعیت گونه‌های



شکل ۱- نمودار ارزیابی عملکرد مدل مکسنت در پیش‌بینی پراکنش ***Abramis brama***



شکل ۲- منحنی پاسخ متغیرهای محیطی در ارتباط با پراکنش ***Abramis brama***

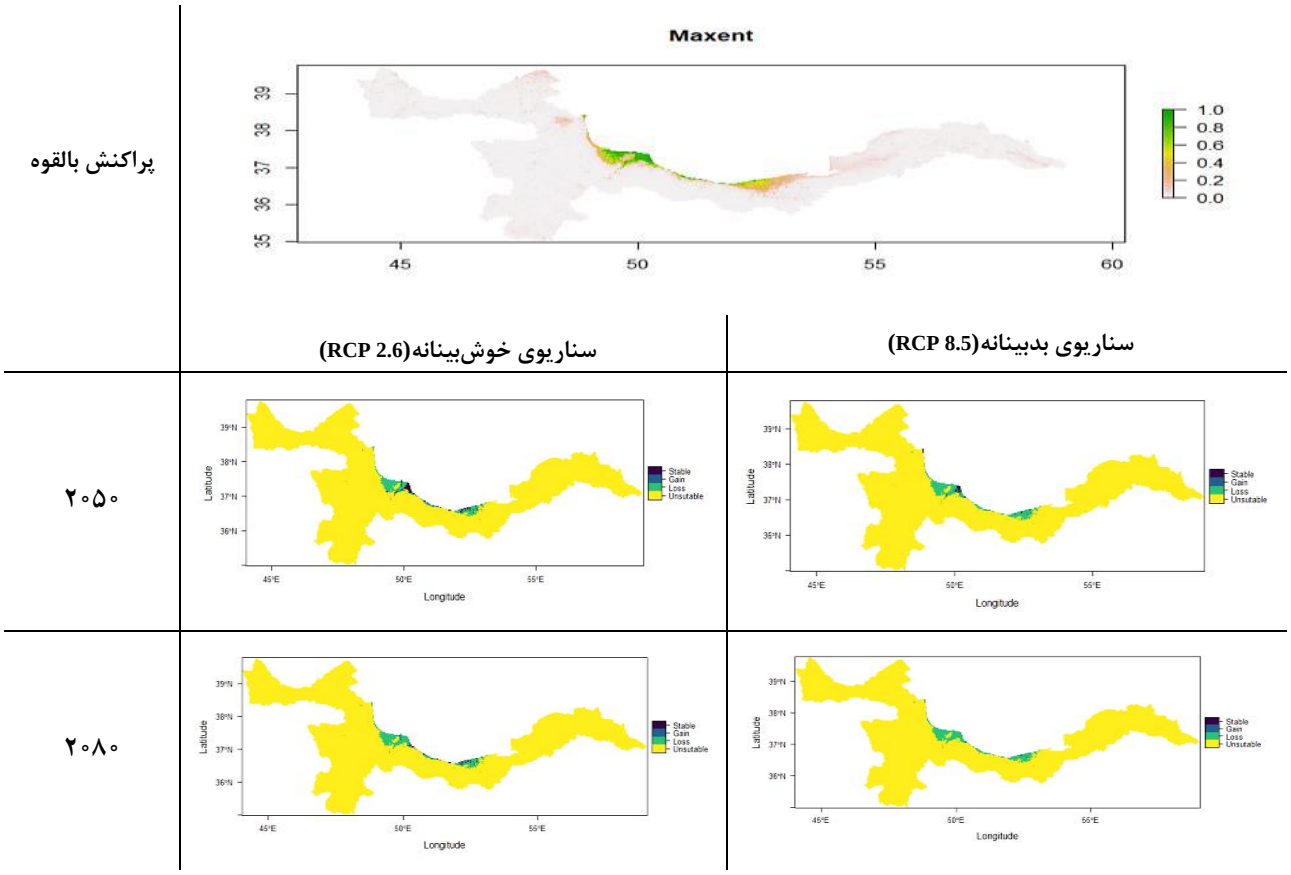


شکل ۳- نتیجه آزمون جک‌نایف و میزان اهمیت متغیرهای تأثیرگذار در تعیین پراکنش *Abramis brama*

جدول ۳- دامنه‌ی تغییرات پراکنش *Abramis brama* تحت سناریوهای خوش‌بینانه (RCP2.6) و بدبینانه (RCP8.5) ۲۰۵۰ و ۲۰۸۰

سناریوهای اقلیمی	RCP 2.6		RCP 8.5	
دوره زمانی	سال ۲۰۵۰	سال ۲۰۸۰	سال ۲۰۵۰	سال ۲۰۸۰
درصد افزایش	۰/۳۳	۰/۴۳	۰/۰۲	۰/۰۱
درصد کاهش	۸۲/۶۹	۹۱/۰۴	۹۳/۹۱	۹۸/۷۱
دامنه تغییرات محدوده پراکنش	-۸۲/۳۶	-۹۰/۶۱	-۹۳/۸۹	-۹۸/۷۰

آب شیرین بین سال‌های ۱۹۷۰ تا ۲۰۱۶ به‌میزان ۸۴ درصد کاهش یافته، که درصدی بالاتر از میانگین ۶۸ درصدی کاهش در کل گونه‌ها می‌باشد (۶۳). نقشه‌های حاصل از مدل‌سازی در مطالعه حاضر نشان داد که در سال‌های آینده پراکنش مکانی ماهی سیم به‌شکل قابل‌توجه‌ای کاهش پیدا خواهد کرد. بیشترین درصد کاهش محدوده مکانی (۹۸/۷۰) برای این گونه در سناریوی اقلیمی بدبینانه و در سال ۲۰۸۰ رخ خواهد داد. به‌عبارت دیگر، بسیاری از زیستگاه‌های مطلوب این گونه بخصوص در رودخانه‌های بخش غربی استان گیلان (شفارود، سیاه‌درویشان)، از دسترس خارج خواهند شد (Loss) و زیستگاه جدید (Gain) قابل‌ملاحظه‌ای برای آن شکل نخواهد گرفت. بعلاوه، برخی از سایت‌های مطلوب در بخش شرقی استان گیلان و در زیرحوضه سفیدرود (سفیدرود، پیربازار) در آینده برای این ماهی پایدار (Stable) خواهند ماند. با توجه به اینکه، ماهی سیم بستر گلی، قسمت پایین رودخانه‌های بزرگ و آبگیرهای دارای گیاهان آبزی را به‌عنوان زیستگاه خود انتخاب می‌کند، و آب‌های آرام و ساکن را به آب‌های جریان‌دار ترجیح می‌دهد (۲۶)، درنتیجه، با افزایش دما، خشک شدن گیاهان، سیل‌های مکرر، تغییر ساختار بستر رودخانه‌ها، تغییر سرعت جریان (حاصل از تغییر اقلیم)، ترجیح زیستگاهی این ماهی با محدودیت بسیاری مواجه خواهد شد. بنابراین، همه این عوامل در کنار یکدیگر از طریق حذف زیستگاه‌های قابل‌قبول این ماهی و ایجاد تداخل در شرایط مطلوب محیطی، می‌توانند فشار حداکثری بر این گونه تحمیل کرده و آسیب‌پذیری آن را افزایش دهند که در نهایت موجب سرعت بخشیدن به حذف این ماهی با ارزش از منابع آبی خواهد شد. در خصوص برخی ماهیان عمومی (گونه‌هایی که دارای پراکنش وسیع در حوضه آبریز هستند) که در حال حاضر



شکل ۴- نتایج مدل‌سازی اثر تغییر اقلیم بر پراکنش *Abramis brama* در دو مقیاس زمانی ۲۰۵۰ و ۲۰۸۰ میلادی و تحت سناریوهای اقلیمی خوش‌بینانه (RCP2.6) و بدبینانه (RCP8.5) . Current Prediction = نقاط پیش‌بینی شده حضور گونه بر اساس مدل‌سازی در حال حاضر، که هرچه به سمت رنگ سبز نزدیک شود احتمال وقوع گونه افزایش می‌یابد. Stable = گستره سایت‌های پایدار؛ Gain = گستره سایت‌های به دست آمده؛ Loss = گستره سایت‌های از دست رفته؛ Unsuitable = گستره سایت‌های نامطلوب

در شرایط نسبتا مطلوب به سر می‌برند، شاید این تصور وجود داشته باشد که پراکنش آنها تحت تأثیر تغییر اقلیم قرار نخواهد گرفت و این رخداد برای آنها تهدید محسوب نمی‌گردد. اما در این رابطه، باید توجه داشت که هرچند این گونه‌ها هم‌اکنون پراکنش متوسط یا وسیعی در یک حوضه آبریز دارند و در برابر دگرگونی‌های محیطی مقاومت نموده‌اند، اما به احتمال زیاد در آینده‌ای نه‌چندان دور با پیشرفت تغییر اقلیم و گسترش تخریب زیستگاه‌ها، محدوده پراکنش آنها نیز رو به کاهش خواهد گذاشت و در معرض خطر قرار خواهند گرفت. بعلاوه، در برخی مطالعات این موضوع توسط محققین مختلف بیان شده است. به طور مثال، ماهی کولی کورا (*Alburnus filippii*) یکی از ماهیان عمومی حوضه خزر می‌باشد و فراوانی بالایی در سایت‌های خود دارد (۱۰)، اما مصطفوی و همکاران (۱۳۹۷) با مدل‌سازی پراکنش آینده این گونه، پیش‌بینی کردند که حدودا طی ۶۰ سال آینده در اثر تغییر اقلیم محدوده زیستگاه مطلوب این ماهی به‌شکل قابل‌توجه‌ای کاهش پیدا خواهد کرد (۳۶). همچنین، Tabasinezhad و همکاران (۲۰۲۳ b) با استفاده از مدل مکسنت محدود پراکنش گونه اردک‌ماهی (*Esox lucius*) را که یک گونه عمومی در حوضه خزر به شمار می‌رود، مدل‌سازی کردند. نتایج مدل‌سازی نشان داد که احتمالاً پراکنش این گونه در تمامی سال‌ها و سناریوهای خوش‌بینانه و بدبینانه، به‌صورت قابل‌توجهی کاهش پیدا خواهد کرد (۵۹). بنابراین، می‌توان این گونه نتیجه‌گیری کرد که اگر در گذشته ارزیابی‌های بیشتری بر دلایل حذف و کاهش جمعیت گونه‌هایی که هم

اکنون منقرض شده یا در معرض خطر انقراض قرار گرفته‌اند، و نحوه احیاء آنها انجام می‌پذیرفت به احتمال یقین، هم‌اکنون شاهد نابودی آنها نبودیم.

محققین بر این باور هستند که رویدادهای شدید مانند تغییرات اقلیمی، پیش‌بینی بهتری برای ارزیابی خطر انقراض موجودات در مقایسه با وقایعی با شدت کم، ارائه می‌دهند بنابراین در تخمین احتمال انقراض و آشکار کردن تأثیرات پنهان این رویداد نقش مؤثرتری ایفا می‌کنند (۲۹ و ۵۳). در خصوص بررسی اثرات تغییر اقلیم بر ماهیان مطالعات مختلفی انجام پذیرفته از جمله، Makki و همکاران (a ۲۰۲۳) مطالعه‌ای با هدف پیش‌بینی پراکنش آینده ماهیان اندمیک ساکن در رودخانه‌های ایران تحت تأثیر تغییر اقلیم انجام دادند. بر مبنای نتایج مدل‌سازی، پراکنش گونه‌های مورد مطالعه در آینده به‌صورت کاهشی (۳ گونه)، افزایشی (۵ گونه)، کاهشی و افزایشی (۷ گونه) و بدون تغییر (۱ گونه) پیش‌بینی شد (۳۳). شواهد حاضر نشان می‌دهند که ماهیان در مصاف با اثرات تغییر اقلیم هم برنده دارند و هم بازنده، برخی از گونه‌ها زیستگاه کنونی خود را از دست می‌دهند در حالی که برخی دیگر زیستگاه جدید پیدا می‌کنند (۳۴ و ۶۵). به عبارت دیگر، گونه‌های مهاجم یا مقاوم با اشغال زیستگاه‌ها و تغییر در شبکه‌های غذایی می‌توانند برندگان تغییرات اقلیمی باشند و گونه‌های بومی یا ضعیف بازندگان آن. در پژوهشی دیگر، Makki و همکاران (۲۰۲۱) گستره پراکنش ماهی *Garra rufa* به عنوان گونه عمومی در جنوب غربی ایران را تحت تأثیر تغییر اقلیم مدل‌سازی نمودند. نتایج آنها نشان داد که در هر دو سناریوی خوش‌بینانه و بدبینانه درصد افزایش محدوده پراکنش گونه از درصد کاهش آن در آینده بیشتر خواهد بود (۳۲). در مطالعه فوق، از چند مدل مختلف (generalized linear model (GLM), generalized additive model (GAM), Random forest (RF)) و متغیرهایی مانند حوضه، ارتفاع، عرض رودخانه و میانگین دمای سالیانه و غیره، جهت مدل‌سازی استفاده شد. از طرفی در مطالعه حاضر، از مدل مکسنت و متغیرهایی نظیر میزان بارش سالیانه، جریان تجمعی، محدوده دمای سالیانه، شیب و غیره، برای این هدف استفاده گردید. با توجه به اینکه، این دو مطالعه مختلف و سایر مطالعات از روش‌های متفاوت، متغیرهای متنوع، مناطق جغرافیایی مختلف و گونه‌های غیرمشابه جهت انجام مدل‌سازی اثرات تغییر اقلیم استفاده نمودند، بنابراین می‌توان اظهار کرد که احتمالاً گونه‌های متفاوت پاسخ‌های منحصر به فرد نسبت به تغییرات محیطی از خود بروز می‌دهند. در مطالعه‌ای که اخیرا توسط Barbarossa و همکاران (۲۰۲۱) انجام پذیرفت، بیان شد که گونه‌های آب شیرین در مقیاس جهانی با تغییرات دمای آب بیشتر تهدید می‌شوند تا با تغییرات جریان رودخانه (۶). هرچند در برخی مطالعات دیگر محققین هر دو عامل دما و جریان را به یک میزان مؤثر می‌دانند (۴، ۲۸ و ۴۲). در واقع، رژیم تغییریافته جریان بر کیفیت آب، منابع انرژی، زیستگاه فیزیکی و برهم‌کنش‌های زیستی تأثیر می‌گذارد و درنتیجه به تمامیت اکولوژیکی رودخانه‌ها آسیب خواهد رسید (۴۰، ۴۶ و ۵۷). بعلاوه، کاهش سرعت آب باعث تقلیل قدرت خودپالایی رودخانه و همچنین انتقال حجم عظیمی از آلودگی‌ها به مصب می‌شود (۳۸). همچنین، با تغییرات دما ادامه حیات ماهیان سردآبی، به‌دلیل گرم شدن آب دچار اختلال خواهد شد. بنابراین، برای این دسته از ماهیان اتفاق پیش‌آمده خوشایند نخواهد بود. از سوی دیگر، ماهیان گرم‌آبی از این تغییر دما بهره‌مند خواهند شد و به نظر می‌رسد که این تغییر به نفع آنها باشد، اما باید به این نکته توجه داشت که اگر چه افزایش دمای آب ممکن است به‌طور کلی به نفع ماهیان گرم‌آبی باشد اما در نهایت، تغییر در تأمین آب و رژیم جریان که بر اثر افزایش دما رخ می‌دهند، بر ماهیان گرمابی نیز تاثیر منفی خواهد گذاشت (۲۸ و ۳۰). بعلاوه، در خصوص فشارهای موجود بر رودخانه‌های کشور عواملی مانند افزایش مواد آلاینده مختلف (فاضلاب های شهری و صنعتی، کود و سموم و سایر موارد)، بستربرداری، صید بی‌رویه و افزایش موانع فیزیکی در مسیر مهاجرت ماهیان در کنار اثرات نامطلوب تغییر اقلیم معضلات متعددی را برای آبزیان از جمله ماهیان ایجاد کرده است (۴۱ و ۳).

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج مدل‌سازی در مطالعه حاضر تحت تأثیر تغییر اقلیم در ۳۰ و ۶۰ سال آینده، سایت‌های مطلوب بسیاری برای گونه سیم از دسترس خارج خواهند شد و این ماهی با فشار محدودیت زیستگاه مواجه شده که درنتیجه کاهش پراکنش آن را در پی خواهد داشت. بعلاوه، اخیرا کاهش فراوانی این گونه در برخی رودخانه‌های حوضه آبریز جنوبی دریای خزر گزارش شده است، که محققین دلیل این اتفاق را تغییر اقلیم، صید بی‌رویه، خشکسالی، افزایش موانع در مسیر مهاجرت و افزایش آلودگی‌ها عنوان نموده‌اند (۳). بنابراین، منابع آب و آبزیان در چنین منطقه جغرافیایی با تنش‌ها و چالش‌هایی مواجه هستند(۱۰ و ۴۰). طبق گفته محققین، نتیجه اقدامات پیشگیرانه جهت کاهش اثر و سازگاری با تغییرات اقلیمی، با گذشت زملن طولانی پدیدار می‌گردد. بدین‌گونه که پیامدهای یک اقدام موثر درحال حاضر ممکن است در دهه بعدی و یا حتی در سده آینده مشاهده شود (۱). بنابراین، واضح است که باید در کنار کاهش اثرات تغییر اقلیم، سایر فشارهای انسانی موجود بر رودخانه‌ها تا حد ممکن کاهش داده شود تا به این روش از نابودی بیشتر این اکوسیستم‌های با ارزش جلوگیری گردد (۴۰ و ۶۲).

سپاسگزاری

از دانشگاه گیلان جهت حمایت‌های پژوهشی در خصوص انجام این مطالعه، تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع مورد استفاده

1. Hasanli, A.M. 2020. Climate change and its consequences on water resources and environment. Publications jahad daneshgahi (jdmpress), Mashhad.
2. Abbasi, K., M. Moradi, A. Mirzajani, M. Nikpour, Y. Zahmatkesh, A. Abdoli, H. Mousavi-Sabet. 2019. Ichthyo diversity in the Anzali Wetland and its related rivers in the southern Caspian Sea basin, Iran. *Journal of Animal Diversity* 1 (2): 90-135.
3. Abbasi, K., A. Mirzajani, M. Moradi. 2023. Diversity and abundance of fish in the Sefidroud River. *Iranian Scientific Fisheries Journal* 32(3): 1-12. (In Persian).
4. Arismendi, I., S.L. Johnson, J.B. Dunham, R. Haggerty. 2013. Descriptors of natural thermal regimes in streams and their responsiveness to change in the Pacific Northwest of North America. *Freshwater Biology* 58: 880–894.
5. Arya, S. 2021. Freshwater Biodiversity and Conservation Challenges: A Review. *International Journal of Biological Innovations* 3(1): 74-78.
6. Barbarossa, V., J. Bosmans, N. Wanders, M.A.J. Huijbregts, A.M. Schipper, H. King et al. 2021. Threats of global warming to the world's freshwater fishes. *Nature Communications*12 (1): 1-10.
7. Blowes, S.A., S.R. Supp, L.H. Antao, A. Bates, H. Bruelheide, J.M. Chase, F. Moyes, A. Magurran, B. Mcgill, I.H. Myers-Smith, M. Winter, A.D. Bjorkman, D.E. Bowler, J.E.K. Byrnes, A. Gonzalez, J. Hines, F. Isbbell, H.P. Jones, L.A.M. Navarro, P.L. Thompson, M. Vellend, C. Waldock, M, Dornelas. 2019. The geography of biodiversity change in marine and terrestrial assemblages. *Science* 366: 339-345.
8. Bond, N., J. Thomson, P. Reich, J. Stein. 2011. Using species distribution models to infer potential climate change-induced range shifts of freshwater fish in south-eastern Australia. *Journal of Marine and Freshwater Research* 62(9): 1043-1061
9. Bond, R.M., A.P. Stubblefield, R.W. Van Kirk. 2015. Sensitivity of summer stream temperatures to climate variability and riparian reforestation strategies. *Journal of Hydrology* 4(4): 267–279.
10. Coad, B.W. 2021. Freshwater fishes of Iran. Updated 1 January 2021. Available from: www.briancoad.com. Accessed 1 January 2021.
11. Comte, L. and J.D. Olden. 2017. Climatic vulnerability of the world's freshwater and marine fishes. *Nature Climate Change* 7 (10): 718–722.
12. Danylchuk, A.J., L.P. Griffin, R. Ahrens, M.S. Allen, R.E. Boucek, J.W. Brownscombe. 2023. Cascading effects of climate change on recreational marine flats fishes and fisheries. *Environmental Biology of Fishes* 106: 381-416.
13. Darwall, W., V. Bremerich, A. De Wever, A.I. Dell, J. Freyhof, M.O. Gessner. 2018. The Alliance for Freshwater Life: a global call to unite efforts for freshwater biodiversity science and conservation. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 28 (4): 1015-1022.
14. Eagderi, S., A. Mouludi-Saleh, H.R. Esmaeili, G. Sayyadzadeh, M. Nasri. 2022. Freshwater lamprey and fishes of

Iran; a revised and updated annotated checklist-2022. *Turkish Journal of Zoology* 46(6): 500-522.
15. Elith, J.H., C.P. Graham, R. Anderson, M. Dudı´k, S. Ferrier, A. Guisan et al 2006. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Journal of Ecography* 29(2): 129–151.
16. Elith, J., S.J. Phillips, T. Hastie, M. Dudík, Y.E. Chee, C.J. Yates. 2011. A statistical explanation of MaxEnt for ecologists. *Diversity and Distributions* 17: 43-57.
17. Ellender, B.R and O. Weyl. 2019. Modelling expected trout rannges under current and future water temperature regimes in the Eastern Cape, South Africa. *African Journal of Aquatic Science* 44(1): 35-42.
18. Esmaeili, H.R., A. Gholamhosseini, T. Mohammadian-Kalat, M. Aliabadian. 2018. Predicted changes in climatic niche of *Alburnus* species (Teleostei: Cyprinidae) in Iran until 2050. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 18: 995-1003.
19. Filipe, A.F., D. Markovic, F. Pletterbauer, C. Tisseuil, A. Wever, S. Schmutz 2013. Forecasting fish distribution along stream networks: brown trout (*Salmo trutta*) in Europe. *Diversity and Distributions* 19(8): 1059-1071.
20. Franklin, J. 2010. Mapping species distributions: spatial inference and prediction: Cambridge University Pres, Cambridge.
21. Hejazi, M., R. Rahmani, S. Vatandoost, H. Mostafavi, S. Babaei Kafaki. 2023. Prediction of climate change impact on *Capoeta damascina* species group in Central Zagros, Iran. *International Journal Aquatic Biology* 11(4): 354-362.
22. Hijmans, R.J., S. Phillips, J. Leathwick, J. Elith, M.R.J. Hijmans. 2017. Package 'dismo.' *Circles*, 9(1): 1-68.
23. Hosseini, N., A.D. Mehrabian, H. Mostafavi. 2023. Modeling climate change effects on spatial distribution of wild Aegilops L. (Poaceae) toward food security management and biodiversity conservation in Iran. *Integrated Environmental Assessment and Management* 18(3): 697–708.
24. IPCC, 5AR. 2014. Contribution of working groups I, II and III to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Geneva, Switzerland. Report number: AR5. Available online at: http://www.ipcc.ch. Accessed 1 November 2014.
25. IPCC (2022). Summary for Policymakers. Pörtner, H.O., D.C. Roberts, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Tignor, A. Alegría et al (ed.). pp. 3–33, In: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Pörtner H.O., D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama. (ed.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, doi:10.1017/9781009325844.001.
26. Keivany Y., M. Nasri, K. Abbasi, A. Abdoli. 2016. Atlas of Inland Water Fishes of Iran. Iran Department of Environment Press, Tehran, Iran.
27. Kiabi, B. H., Abdoli, A. and Naderi, M. 1999. Status of the fish fauna in the South Caspian Basin of Iran. Zoology in the Middle East, 18(1):57-65.
28. Kovach, R.P., C.C. Muhlfeld, R. Al-Chokhachy, J.B. Dunham, B.H. Letcher, J.L. Ker-shner. 2016. Impacts of climatic variation on trout: a global synthesis and path forward. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 26: 135-151.
29. Liu, J., G. Kattel, H.P.H. Arp, H. Yang. 2015. Towards threshold-based management of freshwater ecosystems in the context of climate change. *Ecological Modelling* 318: 265-274.
30. Liu, Q. and J. Gao. 2020. Public Health Co-benefits of Reducing Greenhouse Gas Emissions. pp. 295-307, In: Al-Delaimy, W.K., V. Ramanathan, M. Sánchez Sorondo. (ed.), Health of People, Health of Planet and Our Responsibility. Springer, Cham.
31. Lobo, J.M., A. Jiménez-Valverde, R. Real. 2008. AUC: a misleading measure of the performance of predictive distribution models. *Global Ecology and Biogeography* 17: 145-151.
32. Makki, T., H. Mostafavi, A.A. Matkan, H. Aghighi. 2021. Modelling climate-change impact on the spatial distribution of *Garra Rufa* (Heckel, 1843) (Teleostei: Cyprinidae). *Iranian Journal of Science Technology Transactions* 45: 795–804.
33. Makki, T., H. Mostafavi, A.A. Matkan, H. Aghighi, R. Valavi, Y.E. Chee, A. Teimori. 2023a. Impacts of climate change on the distribution of riverine endemic fish species in Iran, a biodiversity hotspot region. *Freshwater Biology*, *00*, 1–13.
34. Makki, T., H. Mostafavi, A.A. Matkan, R. Valavi, R.M. Hughes, S. Shadloo, H. Aghighi, A. Abdoli, A. Teimori, S. Eagderi, W.C. Brian. 2023b. Predicting climate heating impacts on riverine fish species diversity in a biodiversity hotspot region. *Scientific Reports* 13: 14347.
35. Mostafavi, H., F. Pletterbauer, B.W. Coad, A.S. Mahini, R. Schinegger, G. Unfer and S. Schmutz. 2014. Predicting presence and absence of trout (*Salmo trutta*) in Iran. *Limnologica-Ecology and Management of Inland Waters* 2(46): 1-8.
36. Mostafavi, H., M. Rashidian Doliskani, R. Valavi. 2018. Modelling the effects of climate change on the distribution of Kura bleak (*Alburnus filippii* Kessler, 1877) on the Iranian scale. *Journal of Applied Ichthyological Research* 6(4): 1-12. (In Persian).

37. Mostafavi, H. and J. Kambouzia. 2019. Impact of climate change on the distribution of brown trout, *Salmo trutta* Linnaeus, 1758 (Teleostei: Salmonidae) using ensemble modelling approach in Iran. *Iranian Journal of Ichthyology* 6(1): 73–81.
38. Mostafavi, H., A.R. Mehrabian, A. Teimori, H. Shafizade-Moghadam, J. Kambouzia. 2021. The ecology and modelling of the freshwater ecosystems in Iran.pp. 1143-1200, In: Jawad, L.A. (ed.) Tigris and euphrates rivers: Their environment from headwaters to mouth. *Aquatic Ecology Series* vol 11. Springer, Cham.
39. Mostafavi, H., A. Teimori, R.M. Hughes. 2022. Habitat and river riparian assessment in the Hyrcanian Forest Ecoregion in Iran: providing basic information for the river management and rehabilitation. *Environmental Monitoring and Assessment* 194: 793.
40. Mousavi-Sabet, H. 2021. Dams and their impacts on fishes in Iran. pp. 401-420, In: Jawad, L.A. (ed.) Tigris and euphrates rivers: Their environment from headwaters to mouth. Springer, Cham.
41. Mousavi-Sabet, H., E.D. Vasil'eva, S. Eagderi, V.P. Vasil'ev, S. Vatandoust, K. Abbasi. 2023. Ichthyodiversity and abundance of fishes in Masule River, the southern Caspian Sea basin. *Journal of Aquaculture Sciences* 11(20): 185-197. (In Persian).
42. Penaluna, B.E., A. Abadía-Cardoso, J.B. Dunham et al. 2016. Conservation of native Pacific trout diversity in western North America. *Fisheries* 41: 286–300.
43. Phillips, S.J., R.P. Anderson, R.E. Schapire. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecology* 190(3): 231–259.
44. Phillips, S.J., R.P. Anderson, M. Dudík, R.E. Schapire, M.E. Blair. 2017. Opening the black box: an opensource release of Maxent. *Ecography* 40(7): 887–893.
45. Pletterbauer, F., A.H. Melcher, W. Graf. 2018. Impact of climate change on the structure of fish assemblages in European rivers. *Journal of Hydrobiologia* 744: 235–254.
46. Radinger, J., F. Essl, F. H¨olker, P. Horký, O. Slavík, C. Wolter. 2017. The future distribution of river fish: The complex interplay of climate and land use changes, species dispersal and movement barriers. *Global Change Biology* 23 (11): 4970–4986.
47. Ramanathan, V. 2020. Climate Change, Air Pollution, and Health: Common Sources, Similar Impacts, and Common Solutions. pp. 49-59, In: Al-Delaimy, W.K., V. Ramanathan, M. Sánchez Sorondo (ed.), Health of People, Health of Planet and Our Responsibility. Springer, Cham.
48. Raven, P.H. 2020. Biological extinction and climate change. pp: 11-21, In: Al-Delaimy W.K., V. Ramanathan, M. Sánchez Sorondo. (ed.), Health of People, Health of Planet and Our Responsibility., Springer, Cham.
49. RCore, T.E.A.M., 2018. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
50. Reid, A.J., A.K. Carlson, I.F. Creed, E.J. Eliason, P.A. Gell, P.T. Johnson et al. 2019. Emerging threats and persistent conservation challenges for freshwater biodiversity. *Biological Reviews* 94 (3): 849-873.
51. Riazi, B. 1996. Siah-Keshim, The protected area of Anzali wetland. Department of the environment, Tehran, Iran.
52. Richardson, D.M., P.M. Holmes, K.J. Esler, S.M. Galatowitsch, J.C. Stromberg, S.P. Kirkman et al. 2007. Riparian vegetation: degradation, alien plant invasions, and restoration prospects. *Diversity Distribution* 13: 126–139.
53. Román-Palacios, C. and J.J. Wiens. 2020. Recent responses to climate change reveal the drivers of species extinction and survival. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 117 (8): 4211-4217.
54. Shoghi, Z., A. Babakhani, A. Pour Farzad. 2019. Effect of protein concentrate from Bream (*Abramis Brama*) on chemical and cooking properties of pasta. *Journal of Fisheries* 72(2): 143-154.
55. Stocker, T., D. Qin, G. Plattner, M. Tignor, S. Allen, J. Boschung et al. 2013. IPCC 2013: Climate change 2013: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (p. 1535). Cambridge University Press, UK.
56. Su, G., M. Logez, J. Xu, S. Tao, S. Villéger, S. Brosse. 2021. Human impacts on global freshwater fish biodiversity. *Science* 371(6531): 835-838.
57. Suen, J.P. 2011. Determining the ecological flow regime for existing reservoir operation. *Water Resources Management* 25: 817–835.
58. Tabasinezhad, N., H. Mousavi-Sabet, H. Mostafavi. 2023a. Predicting the impact of climate change on the distribution of non-native Stone moroko fish (*Pseudorasbora parva*) in the rivers of the southern basin of the Caspian Sea. *Iranian Journal of Applied Ecology* 12(2): 1-10. (In Persian).
59. Tabasinezhad, N., H. Mousavi-Sabet, H. Mostafavi, M. Zoljoodi Zarandi. 2023b. Model-based assessment of climate change impacts on the distribution of northern pike, *Esox lucius* as an important edible species in the southern Caspian Sea basin in Iran. *Iranian Journal Ichthyology* 10(2): 126-137.
60. Vasil′eva, E.D., H. Mousavi-Sabet, V.P. Vasil′ev. 2015. *Ponticola iranicus* sp. nov. (Actinopterygii: Perciformes: Gobiidae) from the Caspian Sea basin. *Acta Ichthyologica Et Piscatoria* 45 (2): 189–197.
61. Visser, S.D., L. Scherer, M. Huijbregts, V. Barbarossa. 2023. Characterization factors for the impact of climate

change on freshwater fish species. *Ecological Indicators* 150: 110238.
62. Winfield, I.J., C. Baigun, P.A. Balykin, S. Vatland, B. Becker, A. Filipe et al. 2016. International Perspectives on the Effects of Climate Change on Inland Fisheries. *Fisheries* 41(7): 399–405.
63. World Wildlife Fund. 2020. Living Planet Report 2020 - Bending the curve of biodiversity loss. Almond, R.E.A., M. Grooten, T. Petersen. from https://f.hubspotusercontent20.net/hubfs/ 4783129/LPR/PDFs/ENGLISH-FULL. Retrieved: 15 August, 2021.
64. Xu, Y. and V. Ramanathan. 2017. Well below 2°C: Mitigation strategies for avoiding dangerous to catastrophic climate changes. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 114: 10315-10323.
65. Yousefi, M., A. Jouladeh-Roudbar, A. Kafash. 2020. Using endemic freshwater fishes as proxies of their ecosystems to identify high priority rivers for conservation under climate change. *Ecological Indicate* 112: 106137.

IJAE
Iranian Journal of Applied Ecology

Future Distribution of *Abramis brama* (Linnaeus, 1758) under Climate Change scenarios

N. Tabasinezhad[1], H. Mousavi-Sabet[1] and H. Mostafavi[2*]

(Received: January 13-2024; Accepted: May 07-2024)

Abstract

Riverine ecosystems and aquatic animals have suffered many pressures due to the increase of human industrial activities and subsequent climate changes. In the present study, changes in the distribution range of the bream fish (*Abramis brama*) inhabiting the rivers of the southern Caspian Sea basin in the years 2050 and 2080 under optimistic and pessimistic climate scenarios were assessed by using the MaxEnt model. This study utilized datasets collected by the authors and various scientific resources available over 50 years (1970-2020). According to the receiver operating characteristics curve, and area under curve (AUC), the model performance in predicting species distribution was excellent (AUC = 0.947). Furthermore, modeling results indicated a significant likely decrease in the distribution of this species under both optimistic and pessimistic scenarios, in both periods of 2050 and 2080, with the highest predicted reduction percentage of 98.71% under the pessimistic scenario in 2080. Given the importance of the bream fish in the food chain and its positive impact on the economy and livelihoods of local communities, conservation efforts such as preventing overfishing, developing conservation strategies to cope with future events, and striving to reduce climate change accelerators are recommended for the protection of this valuable species.

Keywords: Climate change, Bream fish, MaxEnt model, Distribution prediction, Conservation

1. Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Guilan, Iran.
2. Department of Biodiversity and Ecosystem Management, Environmental Sciences Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

*: Corresponding Author, Email: hmostafaviw@gmail.com