نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی
Journal homepage: http://jair.gonbad.ac.ir
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه گنبد کاووس

تأثیر تغییر اقلیم بر پراکنش یکی از ماهیان مهاجم ایران: گامبوزیا *Gambusia holbrooki* (Girard, 1859)

تکتم مکی[1]، حسین مصطفوی[2*]، علی‌اکبر متکان[3]، حسین عقیقی[4]

[1]دانشجوی دکتری محیط‌زیست، گروه تنوع زیستی و مدیریت اکوسیستم‌ها، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

[2]استادیار، گروه تنوع زیستی و مدیریت اکوسیستم‌ها، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

[3]استاد، مرکز مطالعات سنجش از دور و GIS، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

[4]استادیار، مرکز مطالعات سنجش از دور و GIS، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

نوع مقاله:
پژوهشی اصیل

تاریخچه مقاله:

دریافت: ۹۹/۱۰/۲۴
پذیرش: ۰۰/۰۳/۰۴
DOI: 10.22034/jair.9.1.1

نویسنده مسئول مکاتبه:
حسین مصطفوی، استادیار، گروه تنوع زیستی و مدیریت اکوسیستم‌ها، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

ایمیل: hmostafaviw@gmail.com

چکیده

امروزه، گونه‌های مهاجم به‌عنوان یکی از تهدیدات مهم برای تنوع زیستی و کارکرد اکوسیستم‌ها به‌شمار می‌آیند. انتظار می‌رود زیستگاه مطلوب این گونه‌ها تحت تأثیر تغییر اقلیم آینده گسترش یابد که در این صورت حیات گونه‌های بومی را احتمالاً با مشکل مواجه کنند. شناسایی محدوده پراکنش کنونی و بالقوه گونه‌های مهاجم برای مدیریت این نوع گونه‌ها ضروری است. در این مطالعه، زیستگاه‌های مطلوب ماهی گامبوزیا (*Gambusia holbrooki*) با استفاده از مدل حداکثر آنتروپی (MaxEnt) در سناریوهای خوش‌بینانه و بدبینانه (RCP 4.5 و RCP 8.5) سال‌های ۲۰۵۰ و ۲۰۸۰ در مقیاس ایران پیش‌بینی شده است. بر مبنای پیش‌بینی‌های مدل، زیستگاه‌های مطلوب این گونه نه تنها شامل مناطق حضور کنونی آن می‌شود بلکه در برخی از حوضه‌های دیگر ممکن است گسترش یابد. یا به‌عبارتی دیگر انتظار می‌رود این گونه در مناطق مطلوب جدیدی تحت سناریوهای تغییر اقلیم در آینده، گسترش یابد. مطالعه ما نشان داد که میزان پراکندگی این گونه مهاجم در سطح ۱۹ حوضه اصلی نسبتاً زیاد است و در صورت عدم اقدامات پیشگیرانه، تأثیرات منفی گونه‌های مهاجم بر تنوع زیستی و پویایی اکوسیستم بالا خواهد بود. بنابراین، نتایج این مطالعه برای سیاست‌گذاران در مدیریت این گونه مهاجم و حفظ تنوع زیستی مفید خواهد بود.

واژه‌های کلیدی:
گونه مهاجم، مدل‌سازی پراکنش گونه، تنوع زیستی، حفاظت

۱ | مقدمه

گونه‌های مهاجم گونه‌های غیربومی هستند که به‌طور عمدی یا سهوی وارد یک منطقه جغرافیایی جدید می‌شوند و بر عملکرد اکوسیستم و ثبات آن تأثیر منفی می‌گذارند (Mack *et al.*, 2000). در حقیقت، زمانی که گونه‌ای به زیستگاهی خارج از زیستگاه طبیعی خود وارد می‌شود، برای آن زیستگاه گونه بیگانه محسوب می‌شود. این گونه‌ها زمانی مهاجم به‌حساب می‌آیند که به‌علت قدرت سازگاری بالا در رقابت با گونه‌های بومی موفق‌تر عمل کرده و به‌سرعت در زیستگاه جدید رشد و تکثیر می‌یابند (Pimentel *et al.*, 2005). مطالعات عمدتاً نشان داده‌اند که گونه‌های غیربومی به‌خصوص مهاجم می‌توانند به تنوع زیستی و اقتصاد آسیب جدی وارد کنند (Ciruna *et al.*, 2004; Hellmann *et al.*, 2008; Shrestha and Shrestha, 2019). تغییر اقلیم با مکانیسم‌های مختلفی از جمله حذف موانع اقلیمی و افزایش دامنه پراکنش گونه‌های مهاجم، موجب تشدید تهدیدات اکوسیستمی می‌شود (Dullinger *et al.*, 2017; Pyšek *et al.*, 2020). با این‌حال، موفقیت ماهی‌های آب شیرین معرفی‌شده به کشورهای جدید در استقرار با نواحی جدید به میزان مطابقت اقلیم آن نواحی با اقلیم محدوده جغرافیایی آنها ارتباط دارد (Bomford *et al.*, 2010). در طول قرن گذشته، افزایش دما در سطح جهانی حدود ۰/۷۸ درجه سانتی‌گراد بوده است و پیش‌بینی می‌شود دما تا سال ۲۱۰۰ بین ۲/۶ تا ۴/۸ درجه سانتی‌گراد افزایش یابد (IPCC, 2014). ایران نیز از این امر مستثنا نبوده (Abbaspour *et al.*, 2009; Amiri and Eslamian, 2010) و باتوجه به تنوع زیستی قابل توجه این کشور (Coad, 2021) لزوم توجه به پراکنش بالقوه گونه‌های مهاجم در آینده دوچندان می‌شود. در این راستا یکی از روش‌های مؤثر در بررسی وضعیت الگوی پراکنش این گونه‌ها، مدل‌سازی آشیان اکولوژیکی است (Franklin, 2010). در واقع، مدل‌سازی آشیان اکولوژیکی ابزاری تجربی برای

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-05]
[DOI: 10.22034/jair.9.1.1]

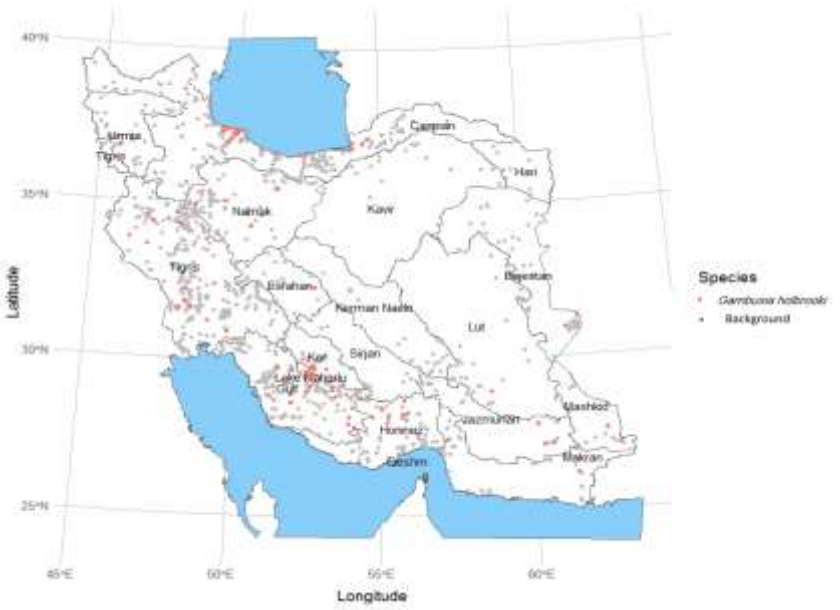
شبیه‌سازی توزیع مکانی گونه‌ها و ارزیابی پاسخ‌های احتمالی موجودات نسبت به تغییرات اقلیمی است (Guillera-Arroita *et al.*, 2015). در میان مدل‌های مختلف آشیان اکولوژیکی، مدل حداکثر آنتروپی (MaxEnt) به‌عنوان یک تکنیک یادگیری ماشینی کاربرد فراوانی دارد (Hijmans *et al.*, 2017; Abolmaali *et al.*, 2018) زیرا با بخش کوچکی از داده‌های حضور گونه‌ها و متغیرهای محیطی پیش‌بینی با دقت بالایی انجام می‌دهد(Phillips *et al.*, 2006; Shrestha and Shrestha, 2019). بنابراین باتوجه به مطالب بالا پیش‌بینی روند هجوم گونه‌های مهاجم در آینده برای یک منطقه به‌خصوص کشور ما با تنوع زیستی برجسته، یکی از ابزارهای مدیریت تنوع زیستی محسوب می‌گردد. در حقیقت، نتایج حاصل از این ابزار مدل‌سازی می‌تواند در انجام اقدامات پیشگیرانه برای مقابله با گونه‌های مهاجم در حفظ تنوع زیستی بسیار مؤثر واقع شود (Hulme, 2006) زیرا اقدامات پیشگیرانه نسبت به اقدامات کنترلی و ریشه‌کن کردن، مقرون به‌صرفه‌تر است (Leung *et al.*, 2002). در این راستا، تصمیم گرفته شد تا با مطالعه در مقیاس کشور، تهاجم یا گستردگی بیولوژیکی یکی از گونه‌های مهاجم ایران تحت عنوان ماهی گامبوزیا (*Gambusia holbrooki*) تحت‌تأثیر تغییر اقلیم در سناریوهای خوش‌بینانه و بدبینانه سال-های ۲۰۵۰ و ۲۰۸۰ میلادی مورد بررسی قرار گیرد. همان‌طور که در بالا اشاره شد نتایج این مطالعه بسیار کمک‌کننده در حفظ تنوع زیستی خواهد بود و اطلاعات ارزنده‌ای را به مدیران و تصمیم‌گیران در راستای حفاظت از تنوع زیستی خواهد داد.

۲ | مواد و روش‌ها

مقیاس مورد مطالعه ما کشور ایران بوده است (شکل ۱). ایران، با وسعت ۱,۶۴۸,۱۹۵ کیلومتر مربع شامل ۱۹ حوضه آبریز اصلی می‌باشد (Coad, 1980). همچنین منطقه مورد مطالعه دارای آب‌وهوا و محیط بسیار متنوعی است که به‌دلیل جغرافیای منحصربه‌فرد خود زیستگاهی برای انواع گونه‌های خشکی و آبی می‌باشد و نیز به‌عنوان مرکزی برای منشأ بسیاری از گونه‌ها در نظر گرفته می‌شود (Coad, 2021). از نظر شرایط اقلیمی، کشور ایران در اقلیم خشک و نیمه‌خشک قرار دارد و در بیش از ۸۰ درصد سطح کشور، میزان بارش سالانه کمتر از ۲۵۰ میلی‌متر برآورد شده است. به‌علاوه، یکی از عناصر مهم اقلیمی تغییرات شدید دما است که گاهی اوقات محدوده تغییرات بین ۲۰- تا ۵۰+ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (Coad, 1980).

ماهی گامبوزیا (*Gambusia Holbrooki* (Givord, 1859)) از راسته کپور دندان ماهی شکلان (Cyprinodontiforms) و از خانواده گامبوزیا ماهیان (Peocilidae) است که منشأ اصلی آن آمریکای شمالی می‌باشد (Naderi *et al.*, 2013). یک گونه غیربومی و مقاوم است که اولین بار آن را به‌منظور مبارزه بیولوژیک با پشه مالاریا به ایران وارد نمودند (Abdoli, 2000). این گونه با طول عمر ۶ سال و حداکثر طول ۱۸ سانتی‌متر در نهرها و آب‌بندان‌های بدون پوشش یا با پوشش گیاهی و حاشیه رودخانه‌ها و دریاچه‌های پر گیاه با آب شیرین یا لب‌شور بر بستر گلی یا شنی، ساکن است. دارای قابلیت تحمل شوری تا ۱۰٪ و دمای بین ۰/۵ تا ۴۲ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (Keivany *et al.*, 2016).

داده‌های مربوط به این گونه مستخرج از داده‌های جمع‌آوری شده توسط مصطفوی و همکاران (Mostafavi *et al.*, 2014) در ۱۴۸۱ ایستگاه است که موقعیت نقاط حضور این گونه در شکل ۱ قابل مشاهده می‌باشد.



شکل۱- نقاط حضور (دایره قرمز) ماهی گامبوزیا در مقیاس ایران و در حوضه‌های مختلف آبریز

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.22034/jair.9.1.1]

در ابتدا، نه متغیر محیطی (حداکثر عرض رودخانه، ارتفاع، شیب، میانگین بارش، میانگین دمای سالانه، میانگین کمترین دمای سالانه، میانگین بیشترین دمای سالانه، میانگین اختلاف دما بین سردترین و گرم‌ترین ماه‌های سالانه و حوضه‌های پراکنش کنونی گونه) برای این مطالعه انتخاب شدند که پس از انجام آزمون همبستگی اسپیرمن (که اگر دو متغیر دارای همبستگی بالا (r> | 0. 75) داشتند یکی از آنها با نظر کارشناسی انتخاب می‌گردید (Filipe *et al.*, 2013)، تعدادی برای مدل‌سازی استفاده شده‌اند. لازم به ذکر است همه این متغیرها به‌غیر از متغیر حوضه‌های پراکنش کنونی گونه براساس روش‌های ذکر شده در مطالعه مصطفوی و همکاران (Mostafavi *et al.*, 2014) انتخاب و انجام شد. متغیر اخیر نیز براساس حوضه‌های آبریز دسته‌بندی شده توسط کد (Coad, 2021) انتخاب شده‌اند.

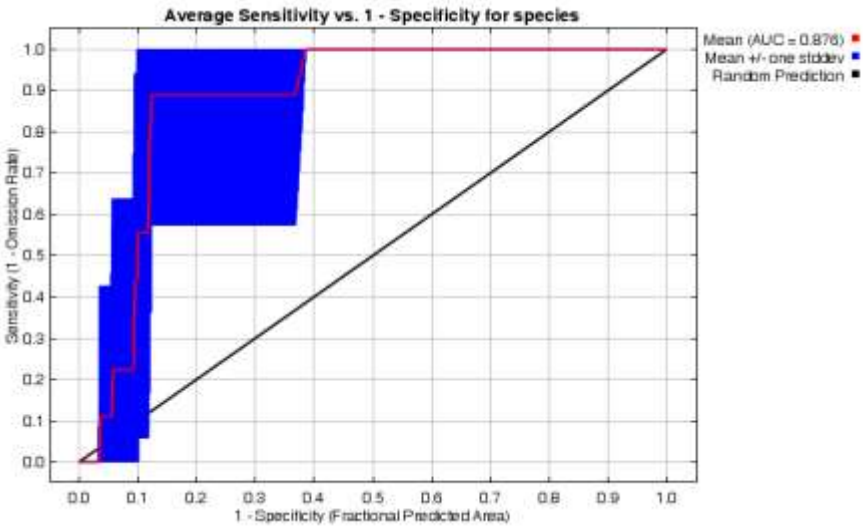
متغیرهای اقلیمی برای مدل‌سازی آینده براساس سناریوی RCP4.5 (تا پایان ۲۱۰۰ میزان غلظت co_2 ۶۵۰ ppm و میزان جمعیت ۸/۷ میلیارد نفر) به‌عنوان سناریوی خوش‌بینانه و سناریوی RCP8.5 (تا پایان ۲۱۰۰ میزان غلظت co_2 ۱۳۷۰ ppm و میزان جمعیت ۱۲ میلیارد نفر) به عنوان سناریوی بدبینانه (IPCC, 2014) و مدل اقلیمی گردش عمومی جو (GCMs) در دو مقیاس زمانی ۲۰۵۰ و ۲۰۸۰ از سایت www.ccafs-climate.org تهیه شد و در محیط نرم‌افزاری ArcGIS Desktop 10.7.1 (ESRI© 1999–2008) آماده و ویرایش شدند.

در این مطالعه مدل‌سازی توسط مدل مکسنت در محیط نرم‌افزار R (R-4.0.3) انجام شد. در برآورد حداکثر تراکم آنتروپی، پراکنش واقعی یک گونه به‌صورت توزیع احتمال p بر مجموعه X از سایت‌های منطقه مورد مطالعه نشان داده می‌شود (Phillips and Dudík, 2008) و میزان دقت مدل نیز به‌کمک منحنی مشخصه عملکرد سیستم (ROC) برآورده شده است. این منحنی یکی از متداول‌ترین روش‌های آماری است که در مدل‌سازی پراکنش گونه‌ها برای ارزیابی مدل‌های پیش‌بینی استفاده می‌شود؛ سطح زیر منحنی (AUC) بیانگر میزان پیش‌بینی مدل از طریق توصیف توانایی آن در تخمین درست نقاط حضور و عدم حضور است (Phillips *et al.*, 2006). مقادیر سطح زیر منحنی بین ۰/۵ تا ۱ متغیر است. چنانچه سطح زیر منحنی برابر با ۰/۵ باشد بیان‌کننده تصادفی‌بودن مدل است. اگر این مقدار برابر با ۱ باشد، مدل به بهترین نحو می‌تواند نقاط حضور و عدم‌حضور را مشخص نماید. مدل‌هایی که مقدار آنها بالای ۰/۷۵ باشد جزو مدل‌های خوب دسته‌بندی می‌شوند (Elith and Burgman, 2002).

همچنین، مهم‌ترین متغیرهای تأثیرگذار در تعیین پراکنش گونه مورد نظر در منطقه مطالعاتی با استفاده از آزمون جک‌نایف مشخص و در نهایت نقشه پراکندگی ماهی گامبوزیا در ایران تحت سناریوهای RCP 4.5 و RCP 8.5 در سال‌های ۲۰۵۰ و ۲۰۸۰ تولید شد.

۳ | نتایج

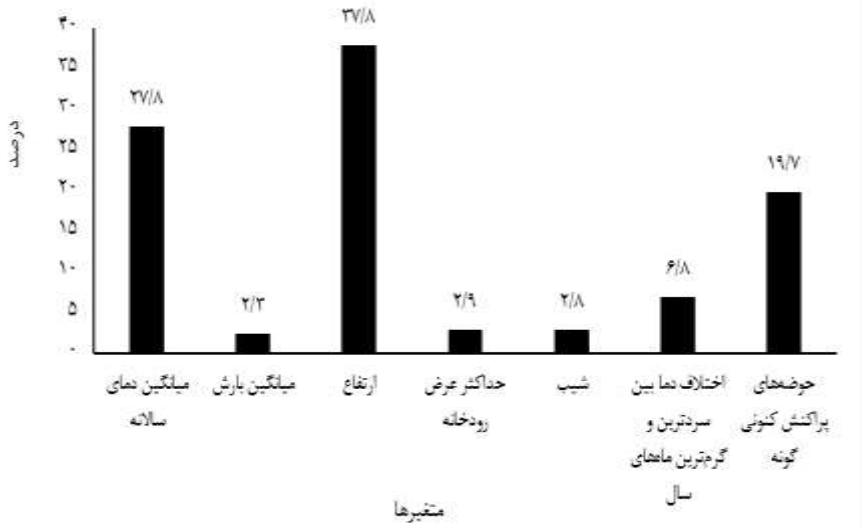
بعد از آزمون همبستگی، متغیرهای حداکثر عرض رودخانه، ارتفاع، شیب، میانگین بارش، میانگین دمای سالانه، اختلاف دما بین سردترین و گرم‌ترین ماه‌های سال و حوضه‌های پراکنش کنونی گونه برای مدل-سازی باقی ماندند. نتیجه حاصل از ارزیابی کارآیی مدل مکسنت نیز با استفاده از شاخص AUC نشان می‌دهد که این مدل دارای توانایی خوبی در پیش‌بینی پراکنش ماهی گامبوزیا می‌باشد (AUC =۰/۸۷۶، شکل۲). همچنین براساس نتایج، متغیر ارتفاع، میانگین دمای سالانه و حوضه‌های پراکنش کنونی گونه به‌ترتیب دارای اهمیت بیشتری نسبت به سایر متغیرها در تعیین پراکنش این گونه بوده اند (شکل ۳).



شکل۲- ارزیابی عملکرد مدل مکسنت در پیش‌بینی مطلوبیت زیستگاه ماهی گامبوزیا (Sensivity= حساسیت، Specifity= اختصاصیت، Omission Rate= نرخ حذف) بر اساس شاخص AUC

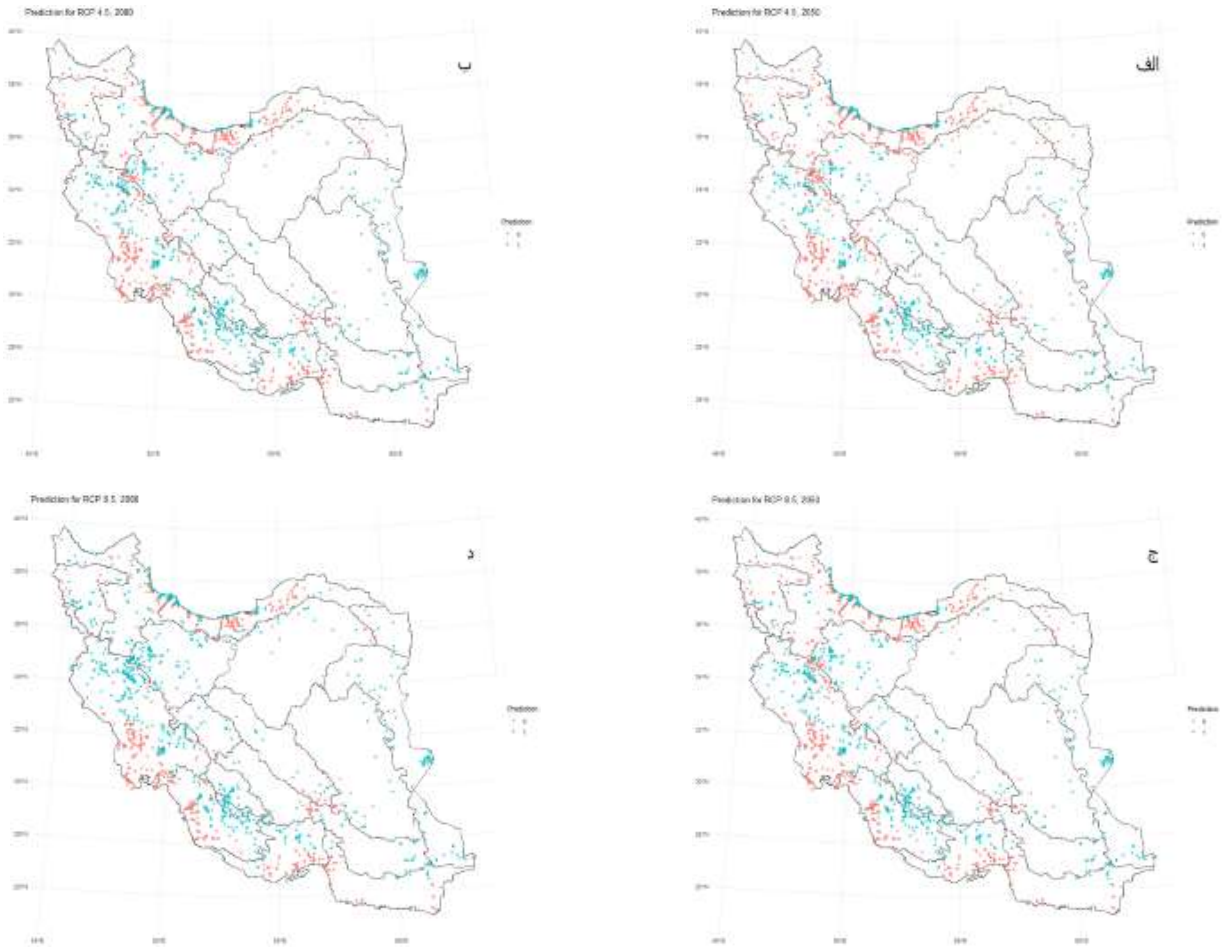
[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.22034/jair.9.1.1]



شکل۳- اهمیت نسبی متغیرهای مؤثر در تعیین پراکنش ماهی گامبوزیا

همان‌طور که در نقشه‌های پراکنش این گونه مشاهده می‌شود، نقاط پراکنش جدیدی برای این گونه تحت‌تأثیر سناریوهای اقلیمی RCP 4.5 و RCP8.5 در سال‌های ۲۰۵۰ و ۲۰۸۰، پیش‌بینی شده به طوری که در سطح ۱۹ حوضه آبریز کشور امکان پراکنش آن در آینده وجود دارد (شکل۴، جدول ۱).



شکل۴- پراکنش ماهی گامبوزیا تحت سناریوهای RCP 4.5 و RCP 8.5 در سال‌های ۲۰۵۰ و ۲۰۸۰ (الف- سناریوی RCP 4.5 در سال ۲۰۵۰، ب- سناریوی RCP 4.5 در سال ۲۰۸۰، ج- سناریوی RCP 8.5 در سال ۲۰۵۰، د- سناریوی RCP 8.5 در سال۲۰۸۰). نقاط سبز یا ۱ پیش‌بینی شدند و نقاط قرمز یا صفر پیش‌بینی نشدند.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.22034/jair.9.1.1]

جدول ۱ – حوضه‌های فعلی و بالقوه پراکنش ماهی گامبوزیا تحت تأثیر سناریوهای اقلیمی در آینده

پراکنش حال حاضر	پراکنش تحت RCP 4.5		پراکنش تحت RCP 8.5	
	دوره ۲۰۵۰	دوره ۲۰۸۰	دوره ۲۰۵۰	دوره ۲۰۸۰
حوضه خزر، ارومیه، نمک، دجله، اصفهان، کر، مهارلو، هرمز، خلیج، مکران، مشکید، جازموریان، لوت، بجستان	۱۹حوضه	۱۹حوضه	۱۹حوضه	۱۹حوضه

همچنین نتایج نشان می‌دهد که تأثیر تغییر اقلیم بر کاهش و افزایش پراکنش این گونه در آینده است به طوری که حداکثر میزان کاهش در محدوده پراکنش این گونه، تحت سناریوی خوشبینانه (RCP 4.5) در سال ۲۰۵۰ بوده که معادل ۱۰/۴۲ درصد می‌باشد. در مقابل، درصد افزایش قابل ملاحظه‌ای در محدوده پراکنش این گونه در هر دو سناریوی خوشبینانه و بدبینانه (به‌ترتیب RCP 4.5 و RCP 8.5) در سال‌های ۲۰۵۰ و ۲۰۸۰ ملاحظه شد. به‌علاوه، در این ارتباط، بیشترین درصد افزایش معادل ۱۷۰/۰۳ درصد تحت سناریوی RCP 8.5 در سال ۲۰۸۰ پیش‌بینی شد (جدول ۲). به‌عبارتی دیگر، نسبت افزایش پراکنش گونه در مقایسه با کاهش پراکنش آن بسیار قابل توجه بوده است طوری که دامنه تغییرات پراکنش گونه مثبت و قابل‌توجه بوده و بیشترین آنها در سناریوی بدبینانه سال‌های ۲۰۵۰ و ۲۰۸۰ می‌باشد (جدول ۲).

جدول ۲ – پیش‌بینی پراکنش ماهی گامبوزیا تحت تأثیر سناریوهای اقلیمی RCP 4.5 و RCP8.5 در سال‌های ۲۰۵۰ و ۲۰۸۰

	RCP 4.5		RCP 8.5	
	دوره ۲۰۵۰	دوره ۲۰۸۰	دوره ۲۰۵۰	دوره ۲۰۸۰
درصد کاهش	۱۰/۴۲	۸/۷۹	۷/۸۲	۱/۳۰
درصد افزایش	۶۶/۱۲	۹۰/۲۳	۹۶/۷۴	۱۷۰/۰۳
دامنه تغییرات پراکنش گونه	۵۵/۷	۸۱/۴۳	۸۸/۹۳	۱۳۸/۷۳

۴ | بحث و نتیجه‌گیری

تأثیر تغییر اقلیم بر گونه‌های غیربومی مهاجم از موضوعات مهمی شمرده شده که بر تنوع زیستی در سطوح مختلف آن تأثیرگذار است. مطالعه‌ای که در این راستا انجام شده است به‌خوبی اثرات تغییر اقلیم بر گونه غیربومی مهاجم را نشان داده است. به‌طور کل گونه‌ها در مواجهه با تغییر اقلیم یکی از این چهار سناریوی "کاهش مطلوبیت زیستگاه یا همان کاهش پراکنش گونه، "افزایش مطلوبیت زیستگاه یا همان افزایش پراکنش گونه، هم کاهش و هم افزایش مطلوبیت زیستگاه یا همان افزایش و کاهش پراکنش گونه و یا ثابت‌بودن یا بدون تغییر در پراکنش گونه" را انتخاب می‌کنند (Buisson *et al.*, 2008; Carosi *et al.*, 2019; Yousefi *et al.*, 2020). در این میان گونه‌هایی که دامنه پراکنش آنها محدود یا کاهش می‌یابد در حقیقت با تأثیر منفی تغییر اقلیم مواجه هستند و برعکس گونه‌هایی که پراکنش آنها افزایش می‌یابد در حقیقت از تغییر اقلیم سود می‌برند. دسته آخر گروه‌هایی هستند که تغییر اقلیم هیچ تأثیری بر آنها ندارد (Simpson *et al.*, 2013; Carosi *et al.*, 2019). براساس مطالب مذکور، تغییر اقلیم سبب افزایش و کاهش در پراکنش گونه مورد مطالعه ما خواهد شد اما نسبت افزایش بیشتر از کاهش بوده به‌طوری‌که این گونه بیشتر از تغییر اقلیم نفع می‌برد تا زیان. بنابراین، نتایج این مطالعه نشان داده است که تغییر اقلیم موجب تسهیل پراکنش گونه گامبوزیا در آینده می‌شود و مکان‌ها و حوضه‌های جدیدی به‌غیر از مکان‌ها و حوضه‌های پراکنش فعلی این گونه پتانسیل وجود آن را پیدا می‌کنند که این نتیجه با تئوری و مطالعه دیگران (Moyle and Hellmann *et al.*, 2008; Marchetti, 2006; Rahel and Olden, 2008) نیز سازگار است. یا به‌عبارتی دیگر، علاوه بر اینکه آشیان‌های اکولوژیکی فعلی این گونه‌های مهاجم تا حدود زیادی حفظ می‌شود، مناطقی نیز به زیستگاه‌های مطلوب اقلیمی آنها در آینده اضافه خواهد شد.

براساس هلمان و همکاران (Hellmann *et al.*, 2008)، یکی از دلایل مهم موفقیت گونه‌های غیربومی مهاجم در تغییرات اقلیم، مزیت آنها نسبت به گونه‌های بومی است. گونه‌های غیربومی مهاجم اغلب دارای یکسری ویژگی‌هایی هستند که آنها را به مهاجمان موفق تبدیل می‌کند (به‌عنوان مثال توانایی زنده ماندن در شرایط نامساعد، تحمل در دامنه وسیعی از شرایط محیطی، سرعت رشد سریع و پراکندگی گسترده)، زیرا این ویژگی‌ها برای فرآیند تهاجم انتخاب می‌شوند و اغلب به آنها کمک می‌کند تا در رقابت با گونه‌های بومی تحت‌تأثیر تغییر اقلیم موفق شوند. با این‌حال، همه گونه‌های مهاجم این توانایی‌ها را ندارند بلکه همان‌طور که در بالا اشاره شد، برخی از گونه‌ها وجود دارند

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-05]
[DOI: 10.22034/jair.9.1.1]

پست الکترونیک نویسندگان

تکتم مکی: t.makky14@gmail.com
حسین مصطفوی: hmostafaviw@gmail.com
علی‌اکبر متکان: a-matkan@sbu.ac.ir
حسین عقیقی: h_aghighi@sbu.ac.ir

REFERENCES

Abbaspour K.C., Faramarzi M., Ghasemi S.S., Yang H. 2009. Assessing theimpact of climate change on water resources in Iran. Water Resources Research, 45(10): 1-16.

Abdoli A. 2000. The Inland Water Fishes of Iran. Iranian Museum of Nature and Wildlife, Tehran, Iran. 276p. (In Persian).

Abolmaali S.M.R., Tarkesh M., Bashari H. 2018. MaxEnt modeling for predicting suitable habitats and identifying the effects of climate change on a threatened species, *Daphne mucronata*, in central Iran. Ecological Informatics, 43: 116-123.

Amiri M.J., Eslamian S.S. 2010. Investigation of climate change in Iran. Journal of Environmental Science and Technology, 3(4): 208-216.

Bomford M., Barry S.C., Lawrence E. 2010. Predicting establishment success for introduced freshwater fishes: a role for climate matching. Biological Invasions, 12(8): 2559-2571.

Buisson L., Thuiller W., Lek S., Lim P.U.Y., Grenouillet G. 2008. Climate change hastens the turnover of stream fish assemblages. Global Change Biology, 14(10): 2232-2248.

Carosi A., Padula R., Ghetti L., Lorenzoni M. 2019. Endemic Freshwater Fish Range Shifts Related to Global Climate Changes: A Long-Term Study Provides Some Observational Evidence for the Mediterranean Area. Water, 11(11): 23-49.

Ciruna K., Meyerson L., Gutierrez A. 2004. The ecological and socio-economic impacts of invasive alien species in inland water ecosystems. Report to the Conservation on Biological Diversity on behalf of the Global Invasive Species Programme, Washington, DC, USA. Report number: 34.

Coad B.W. 1980. Environmental change and its impact on the freshwater fishes of Iran. Biological Conservation, 19(1): 51-80.

Coad B.W. 2021. Freshwater Fishes of Iran. Updated 1 January 2021. [Cited 1 January 2021]. Available from: www.briancoad.com.

Dullinger I., Wessely J., Bossdorf O., Dawson W., Essl F., Gattringer A., Klonner G., Kreft H., Kuttner M., Moser D., Pergl J. 2017. Climate change will increase the naturalization risk from garden plants in Europe. Global Ecology and Biogeography, 26(1): 43-53.

Elith J, Burgman M.A. 2002. Predictions and their validation: rare plants in the Central Highlands, Victoria, Australia. In: Scott JM, Heglund PJ, Morrison ML, Raphael MG, Wall WA, Samson FB (Eds.). Predicting species occurrences: issues of accuracy and scale. Island Press, Covelo, CA, USA. pp: 303-314.

Filipe A.F., Markovic D., Pletterbauer F., Tisseuil C., De Wever A., Schmutz S., Bonada N., Freyhof J. 2013. Forecasting fish distribution along stream networks: brown trout (*Salmo trutta*) in Europe. Diversity and Distributions, 19(8): 1059-1071.

Franklin J. 2010. Mapping species distributions: spatial inference and prediction. Cambridge University Press, United Kingdom.

Guillera-Arroita G., Lahoz-Monfort J.J., Elith J., Gordon

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.22034/jair.9.1.1]

Hellmann J.J., Byers J.E., Bierwagen B.G., Dukes J.S. 2008. Five potential consequences of climate change for invasive species. Conservation biology, 22(3): 534-543.

Hijmans R.J., Phillips S., Leathwick J., Elith J., Hijmans M.R.J. 2017. Package 'dismo.' Circles, 9(1): 1-68.

Hulme P.E. 2006. Beyond control: wider implications for the management of biological invasions. Journal of Applied Ecology, 43(5): 835-847.

IPCC 5AR. 2014. Contribution of working groups I, II and III to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change [Core Writing Team, Pachauri RK, Meyer LA (Eds.)]. Geneva, Switzerland. Report number: AR5.

Keivany Y., Nasri M., Abbasi K., Abdoli A. 2016. Atlas of Inland Water Fishes of Iran. Iran Department of Environment Press, Tehran, Iran. 234p. (In Persian).

Leung B., Lodge D.M., Finnoff D., Shogren J.F., Lewis M.A., Lamberti G. 2002. An ounce of prevention or a pound of cure: bioeconomic risk analysis of invasive species. Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences, 269(1508): 2407-2413.

Mack R.N., Simberloff D., Mark Lonsdale W., Evans H., Clout M. Bazzaz, F.A. 2000. Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control. Ecological applications, 10(3): 689-710.

Mainka S.A., Howard G.W. 2010. Climate change and invasive species: double jeopardy. Integrative Zoology, 5 (2): 102-111.

Mostafavi H., Pletterbauer F., Coad B.W., Mahini A.S., Schinegger R., Unfer G., Schmutz S. 2014. Predicting presence and absence of trout (*Salmo trutta*) in Iran. Limnologica-Ecology and Management of Inland Waters, 2(46):1-8.

Moyle P.B., Marchetti M.P. 2006. Predicting Invasion Success: Freshwater Fishes in California as a Model. BioScience, 56(6): 515524.

Naderi M., Zare P., Eshghi H.R., Rahmani H. 2013. Comparative study of some biological parameters of mosquito fish (exotic species) *Gambusia holbrooki*, living in Baba Sheikh Khalil subterranean and Ghomp-atashkedeh spring, Fasa city. Iranian journal of biology, 25(4): 578-588. (In Persian).

Nejat F. 2017. A study on distribution of non-native and invasive fish species of Iranian freshwater ecosystems, regarding to climate change. Master's thesis, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran. (In Persian).

Phillips S.J., Anderson R.P., Schapire R.E. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecological modelling, 190(3-4): 231-259.

Phillips S.J., Dudík M. 2008. Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. Ecography, 31(2): 161-175.

Pimentel D., Zuniga R., Morrison D. 2005. Update on the environmental and economic costs associated with

Poulos H.M., Chernoff B., Fuller P.L., Butman D. 2012. Ensemble forecasting of potential habitat for three invasive fishes. Aquatic Invasions, 7(2): 59-72.

Pyšek P., Hulme P.E., Simberloff D., Bacher S., Blackburn T.M., Carlton J.T., Dawson W., Essl F., Foxcroft L.C., Genovesi P., Jeschke J.M. 2020. Scientists' warning on invasive alien species. Biological Reviews, 95(6): 1511-1534.

Rahel F.J., Olden J.D. 2008. Assessing the effects of climate change on aquatic invasive species. Conservation Biology, 22(3): 521-533.

Shrestha U.B., Shrestha B.B. 2019. Climate change amplifies plant invasion hotspots in Nepal. Diversity and Distributions, 25(10): 1599-1612.

Simpson S.D., Blanchard J.L., Genner M.G. 2013. Impacts of climate change on fish. Marine Climate Change Impacts Partnership: Science Review, pp: 113-124.

Valikhani H., Abdoli A., Hasanzadeh Kiabi B., Nejat F., Sadeghsaba M., Khosravi M. 2018. A study on the status of invasive tilapia species (*Coptodon zillii* gervais, 1848 and *Oreochromis aureus* steindachner, 1864) in aquatic ecosystems of Khuzestan province, IRAN. Environmental Sciences, 15(4): 29-44. (In Persian).

Yousefi M., Jouladeh-Roudbar A., Kafash A. 2020. Using endemic freshwater fishes as proxies of their ecosystems to identify high priority rivers for conservation under climate change. Ecological Indicators, 112: 106-137.

نحوه استناد به این مقاله:

مکی ت.، مصطفوی ح.، متکان ع.ا.، عقیقی ح. تأثیر تغییر اقلیم بر پراکنش یکی از ماهیان مهاجم ایران: گامبوزیا (Girard, 1859) *Gambusia holbrooki*. نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی دانشگاه گنبدکاووس. ۱۴۰۰، ۸-۱ :(۱)۹ .

Makki T., Mostafavi H., Matkan A.A., Aghighi H. The effects of climate change on the distribution of an invasive fish in Iran: *Gambusia holbrooki* (Girard, 1859). Journal of Applied Ichthyological Research, University of Gonbad Kavous. 2021, 9(1): 1-8.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.22034/jair.9.1.1]

The effects of climate change on the distribution of an invasive fish in Iran: *Gambusia holbrooki* (Girard, 1859)

Makki T[1]., Mostafavi H[*2]., Matkan A.A[3]., Aghighi H[4].

[1] PhD Student in Environment, Dept. of Biodiversity and Ecosystem Management, Environmental Sciences Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

[2] Assistant Prof., Dept. of Biodiversity and Ecosystem Management, Environmental Sciences Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

[3] Prof., Remote Sensing and GIS Center, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

[4] Assistant Prof., Remote Sensing and GIS Center, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

Type:

Original Research Paper

Paper History:

Received: 13-01-2021
Accepted: 25-05- 2021

Corresponding author:

Mostafavi H. Assistant Prof., Dept. of Biodiversity and Ecosystem Management, Environmental Sciences Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

Email: hmostafaviw@gmail.com

Abstract

Today, invasive species are considered as one of the major threats to biodiversity and ecosystem functions. The suitable habitats of these species are expected to be expanded under the effects of future climate change hence it is likely to threaten the existence of native species. Consequently, identifying the current and potential distribution range of invasive species is essential for management of such species. In this study, suitable habitat of *Gambusia holbrooki* was predicted by using Maximum Entropy (MaxEnt) under optimistic and pessimistic (RCP 4.5 and RCP 8.5) scenarios of 2050 and 2080 at the scale of Iran. According to the modeling predictions, the suitable habitats of this species not only will include its current distribution range but also may expand in some other basins. In other words, it is expected to extend to new favorable regions under future climate change scenarios. Our study showed that the distribution of this invasive species in the 19 main basins is relatively high. If preventive measures are not employed, the negative effects of invasive species on biodiversity and ecosystem dynamics will be high. Therefore, this study will be helpful to policymakers for management of this invasive species and the conservation of biodiversity.

Keywords: Invasive species, Species Distribution Modeling, Biodiversity, Conservation

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.22034/jair.9.1.1]