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

مدل‌سازی اثرات تغییر اقلیم بر توزیع ماهی‌کولی ارومیه *Acanthalburnus urmianus* در رودخانه‌های حوضه دریاچه ارومیه

احمد حاجی‌زاده لیل‌آبادی[1]، ابراهیم حسین نجدگرامی[2*]، حسین مصطفوی[3]

[1] دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم محیط زیست، دانشکده علوم، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

[2] دانشیار، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

[3] استادیار، گروه تنوع زیستی و مدیریت حیات وحش، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهیدبهشتی، تهران، ایران

نوع مقاله:
پژوهشی اصیل

تاریخچه مقاله:

دریافت: ۹۸/۱۲/۱۳
پذیرش: ۹۹/۰۳/۲۴
DOI:10.22034/jair.9.2.1

نویسنده مسئول مکاتبه:
ابراهیم حسین نجدگرامی، دانشیار، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

ایمیل: e.gerami55@gmail.com

چکیده

براساس گزارشات موجود، هیچ‌گونه تردیدی در بروز پدیده تغییر اقلیم وجود ندارد و اکوسیستم‌های آب شیرین بیشتر در معرض تبعات این پدیده قرار خواهند داشت. حوضه دریاچه ارومیه و رودخانه‌های آن در طول دهه گذشته به‌علت فعالیت‌های انسانی و همچنین تغییرات اقلیم دستخوش تغییرات اساسی شده‌اند. در این مطالعه با استفاده از روش مدل‌سازی توزیع گونه‌ای (Species distribution modelling) اثرات تغییر اقلیم بر پراکنش ماهی کولی ارومیه (*Acanthalburnus urmianus*) در رودخانه‌های حوضه دریاچه ارومیه توسط نه الگوریتم مختلف GLM، GAM، CTA، ANN، SRE، GBM، RF، MARS، FDA در دو سناریو خوش بینانه و بد بینانه در سال‌های ۲۰۵۰ و ۲۰۸۰ بررسی شد. همچنین برای بررسی توسط این الگوریت‌ها اطلاعات مربوط به مشاهدات این گونه و نیز متغیرهای محیطی (شیب، ارتفاع) در رودخانه‌های حوضه دریاچه ارومیه و همچنین کل ایران برای مشخص نمودن پتانسیل پراکنش گونه موردنظر در مقیاس این حوضه و ایران، در سناریوهای اقلیمی خوش‌بینانه (RCP2.6) و بدبینانه (RCP8.5) در سال‌های ۲۰۵۰ و ۲۰۸۰ مدل‌سازی گردید. نتایج نشان داد که طبق شاخص TSS پتانسیل حضور گونه کولی‌ارومیه فقط در خود حوضه در حالت خوش‌بینانه و بدبینانه برای سال ۲۰۵۰ حالت افزایشی و برای حالت خوش‌بینانه و بدبینانه در سال ۲۰۸۰ فقط کاهشی مشاهده شده است.

واژه‌های کلیدی:

***Acanthalburnus urmianus*، توزیع گونه‌ای، الگوریتم، سناریوهای اقلیمی، دریاچه ارومیه**

۱ | مقدمه

براساس گزارشات و مدل‌سازی‌های انجام شده، کشور ایران در طی چند دهه آینده تغییرات زیادی در الگوهای اقلیمی تجربه خواهد کرد (Abbaspour *et al*., 2009). به‌طوری‌که براساس نتایج شبیه‌سازی‌های انجام شده در زمینه تغییرات متغیرهای آب‌وهوایی، تغییرات اقلیم در ایران موجب رویدادهایی همچون تغییر الگوهای زمانی، مکانی و میزان بارش، تغییر در الگوی‌دمایی درتمامی مناطق کشور خواهد شد که این رویدادها از گستردگی و شدت تغییرات اقلیم در کشور خبر می‌دهند (Kochaki *et al*., 2007).

اکوسیستم‌های آب شیرین یکی از مهمترین اکوسیستم‌های کره زمین بوده و با وجود محدود بودن این اکوسیستم‌ها، گونه‌های متنوع گیاهی و جانوری را درخود جای‌داده است. جوامع موجود در آب شیرین نسبت به تغییرات از جمله استرس‌های انسانی و سایر استرس‌ها از جمله هیدرولوژی، مورفولوژی و کیفیت آب آسیب‌پذیری بالایی دارند و می‌توانند منعکس‌کننده کیفیت آب در اکوسیستم‌های آبی باشند (Azami *et al*., 2018) کشور ایران باتوجه به موقعیت جغرافیایی خود و ویژگی‌های توپوگرافی، مانند وسعت زیاد و وجود دو رشته کوه البرز و زاگرس از تنوع بالایی در اقلیم و اکوسیستم‌های طبیعی برخوردار است که از این اکوسیستم‌های طبیعی می‌توان به حوضه دریاچه‌ارومیه و رودخانه‌های آن اشاره کرد.

حوضه آبریز دریاچه ارومیه به‌عنوان یکی از حوضه‌های بسته و داخلی با میانگین ارتفاع ۱۳۰۰ متر از سطح دریا در شمال‌غربی ایران واقع شده است. این حوضه گونه هایی از ماهیان را در بر می‌گیرد که برخی ازآنها اندمیک و گونه‌بومی این منطقه هستند (Coad, 1996). شرایط طبیعی این حوضه در سال‌های اخیر در اثر عواملی چون افزایش جمعیت، استفاده بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی برای گسترش کشاورزی، صید بی‌رویه برخی از گونه‌ها، افزایش آلودگی‌ها و نیز عدم اعمال

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-03-19]
[DOI: 10.22034/jair.9.2.1]

مدیریت آینده‌نگر زیست‌محیطی دچار تغییرات فاحش شده و این مسئله سبب کاهش ارزش زیستگاهی و تنگ‌تر شدن مناطق زیستی و تنوع زیستی ماهیان شده است (Mostafavi *et al*., 2018). در کنار این مسئله باید به تغییرات اقلیمی هم اشاره کرد که مشکلات فوق‌الذکر را تشدید کرده است.

در این مطالعه گونه کولی‌ارومیه (*Acanthalburnus urmianus*) باتوجه گزارش‌های موجود، مشخصات رده‌بندی و پراکنش زیستگاهی مندرج در جدول به‌عنوان یکی از گونه‌های حساس به تغییرات اقلیمی در حوضه‌آبریز دریاچه ارومیه انتخاب شد (Ghasemi and Mustafayev, 2008). این گونه بومی رودخانه‌های حوضه دریاچه ارومیه از راسته کپورماهی‌شکلان، خانواده کپورماهیان و جنس Alburnus هست. از نظر رژیم‌غذایی این گونه، همه چیزخوار و در آب‌های شیرین، در قسمت‌های میانی رودخانه‌هایی که دارای بستر قلوه‌سنگی همراه با ماسه است زندگی می‌کند. حداکثر اندازه این ماهی ۲۲ سانتی‌متر و در فصل‌بهار تولیدمثل می‌کند (Tajik and keyvani, 2019). باتوجه به تغییرات اقلیمی و کاهش بارندگی و در نتیجه کاهش سطح آب بسیاری از رودخانه‌های حوضه‌آبریز دریاچه ارومیه، محل زیست این گونه دچار تغییرات اساسی شده است. باتوجه به اهمیت گونه‌های بومی به‌عنوان بخش‌های جدایی ناپذیر اکوسیستم‌های محلی و همچنین حفظ ذخایرژنتیکی این گونه‌ها، پایش مدوام و همچنین مدل-سازی آنها باتوجه به شرایط پیش رو اهمیت زیادی دارد.

جدول ۱- وضعیت گونه ی کولی ارومیه (*A. urmianus*) به‌عنوان یک گونه اندمیک و حساس به تغییرات اقلیمی در رودخانه‌های حوضه دریاچه ارومیه

نام علمی گونه	وضعیت از نظر IUCN	رودخانه‌های دارای پراکنش													وضعیت پراکنش گونه			ارزش اکولوژیکی		ارزش اقتصادی		تعداد رودخانه‌های دارای پراکنش
		آجی چای	قلعه چای	صوفی چای	بردق چای	زرینه چای	سیمینه رود	مهاباد چای	شهر چای	گودار چای	بومی	غیر بومی	آندمیک		حساس	غیر حساس	ورزشی	اقتصادی		
کولی ارومیه *A. urmianus*	DD*	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-	E		+	-	-	$		۵

* DD کمبود داده‌ها Data Deficient (DD) زمانی یک تاکسون در این طبقه قرار می‌گیرد که برای ارزیابی مستقیم یا غیرمستقیم ریسک انقراض آن براساس وضعیت انتشار و یا وضعیت جمعیت، اطلاعات کافی موجود نباشد. * LC دارای کمترین نگرانی Least Concern (LC) تاکسون‌هایی هستند که شرایط لازم را برای قرار گرفتن در دو زیر طبقه "وابسته به حفاظت" و "در شرف تهدید" ندارند.

امروزه یکی از مهمترین تکنیک‌ها در بررسی مسائل و تولید اطلاعات از داده‌های موجود، استفاده از روش‌های مدل‌سازی کامپیوتری است. کاربرد روش‌های مدل‌سازی در علوم زیست‌محیطی با توجه به پیشرفت‌های تکنولوژیک و نظری در چند دهه اخیر، به‌عنوان یکی از روش‌های نوین و قابل قبول در مطالعات مختلف و به‌عنوان ابزاری برای ایجاد دانش و اطلاعات کاربردی جهت اهداف گوناگون در ارزیابی و حفاظت از منابع طبیعی توسعه‌یافته است (Dale *et al*., 2006). یکی از مهم‌ترین روش‌ها در مدل‌سازی توزیع گونه‌ها در عرصه‌های محیط طبیعی، مدل‌سازی توزیع گونه‌ای (Species Distribution Modeling) SDM است. این مدل‌سازی به‌عنوان ابزاری جهت بررسی ارتباط بین داده‌های توزیع جغرافیایی گونه (حضور یا فراوانی در مکان‌های شناخته‌شده) اطلاعات موجود در مورد ویژگی‌های زیست محیطی گونه تعریف می‌شود (Elith and Leathwick, 2009). نتایجی در رابطه با استفاده از این مدل‌سازی در گونه‌های مختلف آبزیان در جهان و داخل کشور وجود دارد که می‌توان به مطالعه مصطفوی و همکاران (Mostafavi *et al*., 2018) اشاره کرد که تأثیرات تغییرات اقلیم بر پراکنش گونه‌های ماهیان حساس آب شیرین در سری‌های مختلف زمانی و مکانی را بررسی کردند که نتایج آنها حاکی از این مسئله بود که تغییرات اقلیم بر پراکنش گونه‌های حساس ماهیان آب شیرین در سری‌های زمانی تأثیر داشته و جمعیت و پراکنش این گونه‌ها در آینده در سطح کشور کاهش خواهد یافت. همچنین نتایج بررسی‌های آنها در مورد وضعیت گونه‌ها نسبت به تغییرات اقلیمی در سناریوهای زمانی ۲۰۵۰ و ۲۰۷۰ نشان داد که بسیاری از این گونه‌ها از اکوسیستم-های کشور حذف یا منقرض خواهند شد.

باتوجه به اهمیت حوضه دریاچه ارومیه و بحث کاهش سطح آب این دریاچه و تأثیرات آن بر محیط پیرامون، ضرورت انجام مطالعه‌ای برای پیش‌بینی پراکنش گونه‌های حساس و بومی در قالب مدل‌سازی پراکنش گونه‌ها (SDM)، به‌منظور ایجاد چارچوبی برای پیش‌بینی روند تغییرات در این اکوسیستم و برنامه‌ریزی‌های آتی ضروری به‌نظر می‌رسید. بنابراین این تحقیق با هدف بررسی پراکنش گونه اندمیک کولی دریاچه ارومیه (*A. urmianus*) با استفاده از روش مدل‌سازی SDM و با درنظر گرفتن سناریوهای خوش‌بینانه و بدبینانه در سال ۲۰۵۰ و ۲۰۸۰ طراحی و اجرا شد.

۲ | مواد و روش‌ها

محدوده مطالعاتی حوضه آبریز دریاچه ارومیه واقع در شمال‌غرب ایران با مساحت ۵۱۸۷۶ کیلومتر مربع یکی از شش حوضه آبریز اصلی کشور است. این حوضه بین استان‌های آذربایجان غربی (۴۶٪)، آذربایجان شرقی (۴۳٪) و کردستان (۱۱٪) قرار دارد. حوضه آبریز دریاچه‌ارومیه به-

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-03-19]
[DOI: 10.22034/jair.9.2.1]

به‌وسیله بخش شمالی کوه‌های زاگرس و دامنه‌های جنوبی کوه سبلان و نیز دامنه‌های شمالی، غربی و جنوبی کوه سهند احاطه شده است.

داده‌های محیطی مورد استفاده برای مدل‌سازی، شامل داده‌های زیستگاهی و اقلیمی بود. در این ارتباط، ۸ متغیر شامل بیشترین عرض رودخانه (Max-Width)، شیب (Slope)، ارتفاع (Elevation)، میانگین اختلاف دمای سردترین و گرم‌ترین ماه سال (دمای رِنج) (Ave-T $_{range}$)، میانگین دما (Ave-T $_{mean}$) ، میانگین کمترین دما (T_{min}) میانگین بیشترین دما (T_{max})، و میانگین بارش (Ave-Precipitation)، به‌عنوان متغیرهای اولیه درنظر گرفته شد که پس از انجام آزمون همبستگی اسپیرمن و برپایه روش باربت و همکاران (Barbet-Massin *et al*., 2012)، شش متغیر شامل بیشترین عرض رودخانه، شیب، ارتفاع، میانگین اختلاف دمای سردترین و گرم‌ترین ماه سال (دمای رِنج)، میانگین دما، میانگین بارش به‌عنوان متغیرهای نهایی برای مدل‌سازی انتخاب شدند.

متغیرهای اقلیمی برای مدل‌سازی آینده براساس سناریوی خوش‌بینانه (RCP2.6) (تا پایان ۲۱۰۰ با میزان غلظت ۴۹۰ ppm برای CO2 با جمعیت ۷ میلیارد نفر) و سناریوی بدبینانه (RCP8.5) (تا پایان ۲۱۰۰ میزان غلظت ۱۳۷۰ ppm برای CO2 با جمعیت ۱۲ میلیارد نفر) (IPCC, 2014) و مدل اقلیمی گردش‌عمومی جو (GCMs) در دو مقیاس زمانی ۲۰۵۰ و ۲۰۸۰ از سایت www.worldclime.org تهیه شد و در محیط نرم‌افزاری Arc 10.2 GIS آماده و ویرایش شد. همچنین در این مطالعه برای انجام مدل‌سازی پراکنش گونه‌ها از بسته نرم‌افزاری BIOMOD2 (مدل‌سازی تنوع زیستی) با استفاده از ۹ الگوریتم مدل‌سازی در زبان برنامه‌نویسی استفاده شد (R Development Core Team, 2011) که به‌عنوان یک مدل کارا در بررسی عدم قطعیت روش‌های مدل‌سازی و همچنین به‌منظور به حداکثر رساندن عملکرد پیش‌بینی توزیع گونه‌ها کاربرد دارد (Thuiller, 2003).

برای مشخص کردن پراکنش گونه‌ها درحال حاضر براساس داده‌های بیولوژیک وقوع گونه (داده‌های حضور و داده‌های شبه عدم‌حضور) و داده‌های اقلیمی در بازه زمانی ۱۹۵۰ تا ۲۰۰۰ میلادی اقدام به مدل‌سازی پراکنش گونه‌ها برای مدل‌نهایی تجمیع‌شده به روش SDM-BIOMOD اقدام شد. در این مرحله از بین کل داده‌های مورد استفاده برای هر گونه ۷۰ درصد از داده‌ها به‌عنوان پایگاه داده‌ای (داده‌های اصلی و شاهد)، ۳۰ درصد از داده‌ها به‌منظور داده‌های موردنیاز در بررسی کالیبراسیون و ارزیابی عملکرد مدل استفاده شد (Barbet-Massin *et al*., 2012).

الگوریتم‌های مورد استفاده در این تحقیق شامل:

مدل خطی تعمیم‌یافته GLM (Generalised Linear Models)

مدل افزایشی تعمیم‌یافته GAM(Generalized Additive Model)

تجزیه‌وتحلیل درخت طبقه‌بندی CTA(Classification Tree Analysis)

شبکه‌های عصبی مصنوعی ANN (Artificial Neural Network)

پوشش محدوده سطح SRE(Surface Range Envelops)

مدل‌های افزایش‌دهنده تعمیم‌یافته GBM(Generalized Boosting Method)

جنگل‌های تصادفی RF(Random Forest)

رگرسیون سازشی چندمتغیره MARS(Multivariate Adaptive Regression Splines)

آنالیز تفکیکی انعطاف‌پذیر FDA(Flexible Discriminant Analysis)

در نهایت پس از اجرای مدل‌ها در نرم افزار R با داده‌های آب و هوای دوره زمانی ۱۹۵۰ تا ۲۰۰۰ با ۵ تکرار برای این گونه، نتایج مدل‌سازی‌ها برای ارزیابی عملکرد مدل با استفاده از شاخص TSS در ۵ کلاس کمی ارزیابی شد. حدود عددی شاخص عددی TSS از صفر تا یک است و هرچه این مقدار بیشتر باشد، مدل عملکرد بهتری خواهد داشت (جدول ۲).

جدول ۲- طبقه بندی کمی و کیفی عملکرد مدل براساس شاخص TSS

Accuracy	TSS
Excellent	0.80 - 1.0
Good	0.60 - 0.80
Fair	0.40 - 0.60
Poor	0.20 - 0.40
Failed	0 - 0.20

۳ | نتایج

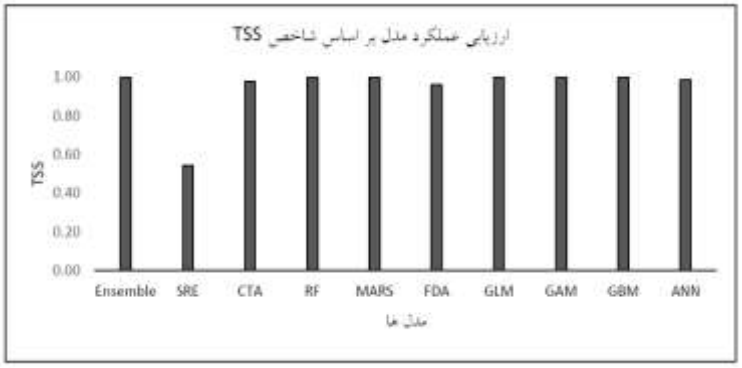
براساس مدل‌سازی پراکنش گونه‌ها (SDM) در توصیف پراکنش کولی ارومیه براساس شاخص TSS عملکرد عالی داشته است. در مدل‌سازی پراکنش این گونه، تمامی مدل‌ها جز مدل SRE عملکردی را در سطح عالی نشان داده‌اند و مدل SRE به‌عنوان ضعیف‌ترین مدل، عملکردی در سطح متوسط نشان داد (نمودار ۱). همچنین براساس نتایج جدول ۳، مهم‌ترین متغیرها در توصیف پراکنش این گونه به‌ترتیب دامنه میانگین، بیشینه دما، میانگین بارش و ارتفاع ارزیابی شد.

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

[DOI: 10.22034/jair.9.2.1]

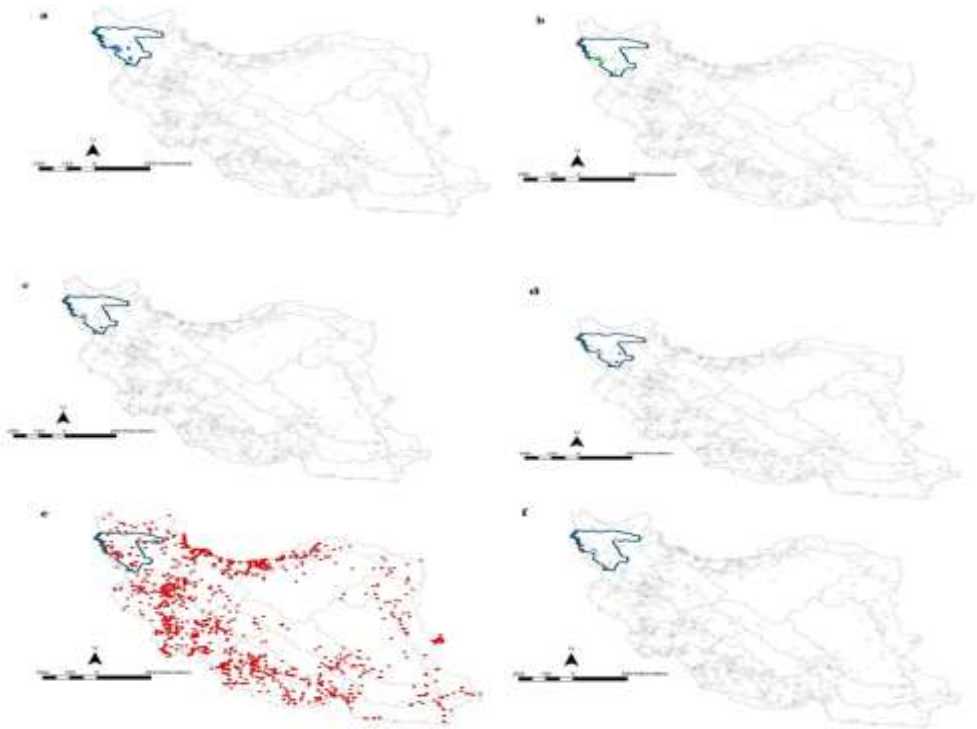
جدول ۳- اهمیت نسبی متغیرها در هر مدل برای پراکنش گونه *A. urmianus* در رودخانه‌های حوضه دریاچه ارومیه

	Model									
	Ensemble	SRE	CTA	RF	MARS	FDA	GLM	GAM	GBM	ANN
Max-Width	0.02	0.10	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.06
Slope	0.10	0.22	0.00	0.02	0.26	0.00	0.00	0.36	0.00	0.04
Elevation	0.39	1.00	0.00	0.05	0.00	0.10	0.97	0.79	0.03	0.55
Trange	0.17	0.39	0.00	0.02	0.00	0.17	0.00	0.76	0.00	0.20
Ave-Tmax	0.58	1.00	0.73	0.26	0.45	0.00	0.73	0.99	0.73	0.31
Ave-Prec	0.55	0.73	0.77	0.16	0.87	0.55	0.00	0.80	0.29	0.77



شکل ۱- ارزیابی عملکرد مدل‌ها براساس شاخص TSS برای گونه *A. urmianus* در رودخانه‌های حوضه دریاچه ارومیه

نتایج مدل‌سازی پراکنش این گونه تحت‌تأثیر تغییر اقلیم در نقشه‌های فوق نشان‌دهنده تأثیرپذیری بالای این گونه از تغییر اقلیم است به‌طوری‌که در تمامی سناریوها و مقیاس‌های زمانی مورد مطالعه، براساس نقشه‌های بالا پیش‌بینی مدل نهایی نشان‌دهنده کاهش شدید محدوده پراکنش بالقوه برای این گونه بود نقشه نتایج مدل (RCP 2.6) در هر دو مقیاس زمانی مورد بررسی نشان‌دهنده کاهش شدید در محدوده پراکنش بالقوه این گونه بود. به‌طوری‌که در این سناریو در هر دو مقیاس زمانی محدوده پراکنش بالقوه این گونه در حدود ۹۰ درصد کاهش یافت و پیش‌بینی مدل باتوجه به سناریو بدبینانه‌تر (RCP 8.5) در هر دو مقیاس زمانی نیز ۹۵ تا ۱۰۰ درصد کاهش در محدوده پراکنش بالقوه برای این گونه را پیش‌بینی می‌کند و تنها در سناریو خوش‌بینانه به‌طور محدود چند ایستگاه جدید با پتانسیل پراکنش بالقوه برای این گونه در داخل حوضه قابل مشاهده و پیش‌بینی طبق جدول شماره ۴ می‌باشد.



نمودار ۲- مدل پراکنش گونه کولی ارومیه در سناریوهای مختلف. a) پتاسیل توزیع گونه بر اساس مدل‌سازی b) دیتای واقعی پراکنش و مشاهده گونه c) نتایج حاصل از تأثیر تغییر اقلیم در سناریوی RCP 2.6-2080 d) نتایج حاصل از تأثیر تغییراقلیم در سناریوی RCP2.6-2050 e) نتایج حاصل از تأثیر تغییر اقلیم در سناریوی RCP 8.5-2080 f) نتایج حاصل از تأثیر تغییر اقلیم در سناریوی RCP 8.5-2050

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

[DOI: 10.22034/jair.9.2.1]

جدول شماره ۴ - نتایج حاصل از مدل‌سازی در سناریوهای مختلف در گونه *A. urmianus* در رودخانه‌های حوضه دریاچه ارومیه

RCP 8.5		RCP 2.6		
2080	2050	2080	2050	
1481	1481	1481	1481	کل ایستگاه ها
1457	1457	1455	1456	نامطلوب
0	1	1	1	بدون تغییر
24	23	23	23	کاهش
0	0	2	1	افزایش
100.00	95.83	95.83	95.83	درصد کاهش
0	0	8.33	4.17	درصد افزایش
-100.00	-95.83	-87.50	-91.67	تغییرات محدوده گونه

۴ | بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعه از روش مدل‌سازی پراکنش گونه‌ها (SDM) برای بررسی تأثیرات اقلیمی استفاده شد و نتایج این مطالعه و همچنین مطالعات پیشین نشان داد که این مدل توانایی بالایی در بررسی اثرات تغییر اقلیم بر پراکنش ماهیان آب شیرین دارد (Buisson, Thuiller *et al.*, 2008; Mostafavi *et al.*, 2018). به‌طوری‌که عملکرد مدل‌های نهایی برای گونه مورد بررسی براساس شاخص ارزیابی TSS در سطح خوب تا عالی بوده است و این امر نشان‌دهنده توانایی متغیرهای انتخاب شده برای توصیف شرایط محیطی و الگوریتم‌های مورد استفاده برای مدل‌سازی بوده است. در میان الگوریتم‌های مورد استفاده دو مدل RF و GBM نسبت به سایر مدل‌ها عملکرد بهتری از خود نشان دادند به‌طوری‌که عملکرد این دو مدل برای گونه‌کولی ارومیه در حد عالی بود. همچنین باتوجه به نقش متغیرهای محیطی در عملکرد مدل‌سازی و نتایج حاصل، می‌توان نتیجه گرفت که متغیرهای انتخاب‌شده در این مطالعه توانایی خوبی در توصیف ویژگی‌های زیستگاهی برای این گونه دارند که باتوجه به نتایج حاصل از ارزیابی اهمیت متغیرها در روش‌های مدل‌سازی مختلف، در مجموع اختلاف دمای سردترین و گرم‌ترین ماه سال (دامنه دمایی)، میانگین بیشینه دما و میانگین بارش به‌عنوان مهم‌ترین متغیرها در مدل‌سازی پراکنش این گونه ارزیابی شد.

باتوجه به واکنش گونه‌ها به تغییرات محیطی و بررسی این واکنش در دوره‌های زمانی خاص (۲۰۵۰ و ۲۰۸۰)، دو سناریو خوش‌بینانه (RCP 2.6) و سناریو بدبینانه (RCP 8.5) پراکنش برای هر دو دوره زمانی بررسی شد. براساس نتایج سناریو خوش‌بینانه در مقیاس زمانی۲۰۵۰ کولی ارومیه با کاهش پراکنش جمعیتی پراکنش بالقوه روبرو خواهد شد. همچنین در مقیاس زمانی ۲۰۸۰ در این سناریو این گونه با خطر انقراض از زیستگاه‌های حوضه آبریز موجه است. در سناریو RCP8.5 به‌عنوان سناریو بدبینانه در مقیاس زمانی ۲۰۵۰ برای این گونه با خطر انقراض از زیستگاه مواجه بوده ودر مقیاس زمانی ۲۰۸۰ به‌طور کامل این گونه فاقد پراکنش در رودخانه‌های حوضه آبریز دریاچه ارومیه خواهد بود. براساس یافته‌های موجود واکنش گونه‌ها به تغییرات اقلیم به ویژگی‌های گونه وابسته است. از مهم‌ترین ویژگی‌های یک گونه وضعیت پراکنش گونه در محیط طبیعی است به‌عنوان مثال بسیاری از گونه‌ها به‌عنوان گونه‌های اندمیک و انحصاری در برخی از اکوسیستم‌ها و مناطق پراکنش دارند. این گونه‌ها به‌علت پراکنش محدود خود یا وابستگی‌های خاص اکولوژیک به‌صورت گونه‌های انحصاری و اندمیک محسوب می‌شوند که باتوجه به‌همین ویژگی‌ها تأثیرگذاری تغییرات اقلیم بر پراکنش آنها بیشتر است چرا که این گونه‌ها در اکثر موارد دارای نیچ اکولوژیک تخصصی‌تری نسبت به سایر گونه‌های هستند و تغییرات محیطی تأثیرگذاری بالایی بر توانایی‌های گونه در بقاء و تولید- مثل خواهد داشت. از سوی دیگر گونه‌های بومی باتوجه به روند تاریخی سازگاری خود با محیط و سایر گونه‌ها در مدت زمان طولانی به تعادل رسیده‌اند (Davies *et al.*, 2012) که تغییرات اقلیم با تغییر شرایط محیطی برای خود گونه موجب برهم زدن این تعادل خواهد شد. نکته قابل‌توجه تأثیر تغییرات اقلیم بر سایر گونه‌ها و تغییرات در پراکنش این گونه‌ها است که با جابجایی یا حذف سایر گونه‌ها به‌دلیل وجود روابط پیچیده مابین گونه‌های مختلف مانند رقابت و صیادی و وجود گونه‌های طعمه، تغییرات در ساختار جوامع گونه‌ها، بر پراکنش گونه‌های بومی نیز تأثیرگذار خواهد بود.

به‌طورکلی نتایج این مطالعه نشان داد که تغییرات اقلیم در طول زمان موجب تغییرات پراکنش گونه کولی ارومیه می‌شود. این تغییرات از کاهش در محدوده پراکنش گونه تا افزایش در این محدوه را شامل می‌شود. در مواردی باوجود حذف مناطق فعلی پراکنش بالقوه این گونه، مناطق جدید دیگری با پتانسیل بالقوه برای پراکنش گونه فراهم نخواهد شد هرچند که در مجموع محدوده کلی پراکنش آن از لحاظ عددی ثابت باقی می‌ماند. بنابراین درصورت عدم پاسخ دهی بحث‌های حفاظتی و ادامه روند فعلی تغییرات اقلیمی، پروتکل‌های حفاظتی *ex situ* می‌تواند در دستور کار سازمان‌های مربوطه قرار گیرد.

پست الکترونیک نویسندگان

احمد حاجی‌زاده لیل‌آبادی: hajizadehahmad1971@gmail.com
ابراهیم حسین نجدگرامی: e.gerami55@gmail.com
حسین مصطفوی: hmostafaviw@gmail.com

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

[DOI: 10.22034/jair.9.2.1]

REFERENCES

Abbaspour K.C., Faramarzi M., Ghasemi S.S., Yang H. 2009. Assessing the impact of climate change on water resources in Iran. Water resources research. 45p.

Barbet-Massin M., Jiguet F., Albert C.H., Thuiller W. 2012. Selecting pseudo-absences for species distribution models: how, where and how many? Methods in ecology and evolution, 3: 327-338.

Coad B.W. 1996. Zoogeography of the fishes of the Tigris-Euphrates Basin. Zoology in the Middle East, 13: 51-70.

Dale K.M., Coleman C.I., Henyan N.N., Kluger J., White C.M. 2006. Statins and cancer risk: a meta-analysis. Jama, 295: 74-80.

Davies N.B., Krebs J.R., West S.A. 2012. An introduction to behavioural ecology. John Wiley & Sons, 4th Edition. Ireland. 520p.

Elith J., Leathwick J.R. 2009. Species distribution models: ecological explanation and prediction across space and time. Annual review of ecology, evolution, and systematics, 40: 677-697.

Ghasemi H., Mustafayev Q. 2008. Identification of fishes and some ecological parameters of Aras River (eastern side of Azerbaijan Province). Iranian Scientific Fisheries Journal, 17: 121-132.

IPCC. 2014. Climate Change 2014 - Impacts, Adaptation and Vulnerability - Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 1820p.

Mostafavi H., Rashidian Doliskani M., Valavi R. 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: 1-12.

R Development Core Team R. 2011. R: A language and environment for statistical computing. R foundation for statistical computing Vienna, Austria. http://www.R-project.org

Thuiller W. 2003. BIOMOD–optimizing predictions of species distributions and projecting potential future shifts under global change. Global Change Biology, 9: 1353-1362.

نحوه استناد به این مقاله:

حاجی‌زاده لیل‌آبادی ا.، نجدگرامی ا.ح.، مصطفوی ح. مدل‌سازی اثرات تغییر اقلیم بر توزیع ماهی‌کولی ارومیه *Acanthalburnus urmianus* در رودخانه‌های حوضه دریاچه ارومیه. نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی دانشگاه گنبدکاووس. ۱۴۰۰، ۷-۱ :(۲)۹ .

Hajizadeh Lilabadi A., Najdegerami E.H., Mostafavi H. Modeling the effects of climate change on the distribution of *Acanthalburnus urmianus* (Günther, 1899) in Urmia lake Basin Rivers. Journal of Applied Ichthyological Research, University of Gonbad Kavous. 2021, 9(2): 1-7.

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

[DOI: 10.22034/jair.9.2.1]

Modeling the effects of climate change on the distribution of *Acanthalburnus urmianus* (Günther, 1899) in Urmia lake Basin Rivers

Hajizadeh Lilabadi A[1]., Najdegerami E[*2]., Mostafavi H[3].

[1] M.Sc. student of Environmental Engineering, Dept. of Biology, Urmia University, Urmia, Iran
[2] Associate Prof., Dept. of Biology, Urmia University, Urmia, Iran
[3] Assistant Prof., Dept. of Biodiversity and Ecosystem Management, Environmental Sciences Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

Type:

Original Research Paper

Paper History:

Received: 03-03-2020
Accepted: 13-06- 2020

Corresponding author:

Najdegerami E. Associate Prof., Dept. of Biology, Urmia University, Urmia, Iran

Email: e.gerami55@gmail.com

Abstract

According to the reports of the International Panel Climate Change (IPCC) there is no doubt about climate change occurring. All ecosystems on the earth have being concerned by the effects of climate change. Urmia lake basin and its rivers exposed to numerous anthropogenic stressors such as hydrological, morphological, connectivity and water quality pressures. The main objective of this study is to determine the effects of climate change on *Acanthalburnus urmianus* (Günther, 1899) distribution under optimistic and pessimistic scenarios in 2050 and 2080. For this purpose, Species Distribution Modelling (SDM) method was used. In the beginning, any data related to fish observation as well as environmental variables like elevation, slope, maximum air temperature, range temperature, precipitation and maximum width were collected. And then, with different models including GLM, GAM, GBM, RF, CTA, FDA, MARS, ANN and SRE as well as Ensemble model (in order to reduce the uncertainty), the potential distributions of *A. urmianus* at the scale of Lake Urmia basin and Iran with above mentioned climatic scenarios were predicted. The results indicated that climate change affects on the distribution of *A. urmianus* under all optimist and pessimistic scenarios and in contrast to 2050 in both scenarios, reduction in distribution in 2080 was observed.

Keywords: *Acanthalburnus urmianus*, Species Distribution, climate scenario, Urmia lake

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

[DOI: 10.22034/jair.9.2.1]