Research Article

Nova Biologica Reperta 9(1): 29-39 (2022)

Print ISSN: 2423-6330/Online ISSN: 2476-7115

https://nbr.khu.ac.ir; Kharazmi University Press; DOI: 10.29252/nbr.9.1.29

مقاله پژوهشی

یافته‌های نوین در علوم زیستی

جلد ۹، شماره ۱، صفحات ۲۹ الی ۳۹ (۱۴۰۱)

انتشارات دانشگاه خوارزمی

پویایی تغییرات زیستگاهی دوزیستان ساکن رشته کوه های زاگرس (ایران) در شرایط تغییر اقلیم

الهام ابراهیمی و فراهم احمدزاده

گروه تنوع زیستی و مدیریت اکوسیستم‌ها، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

مسئول مکاتبات: الهام ابراهیمی، el_ebrahimi@sbu.ac.ir

چکیده. در حال حاضر تغییر اقلیم به عنوان تهدیدی جدی برای بسیاری از گونه‌ها و در نتیجه یکی از مهم‌ترین عوامل از بین رفتن تنوع زیستی در جهان تلقی می‌شود و درک چگونگی پاسخ گونه‌ها به تغییرات اقلیمی از اهمیت بسیاری برخوردار است. در میان گروه‌های جانوری، دوزیستان به دلیل عدم توانایی در جابجایی مسافت‌های زیاد، از حساس‌ترین گروه‌های مهره‌داران در برابر تغییرات اقلیمی شناخته شده‌اند و گونه‌های زیستگاه‌های کوهستانی بیشتر از سایر گونه‌ها با فشارهای تغییر اقلیم مواجه هستند. از این رو در این مطالعه به بررسی پتانسیل پراکنش فعلی پنج گونه از دوزیستان ساکن رشته کوه‌های زاگرس و واکنش آن‌ها نسبت به تغییرات اقلیم در سال ۲۰۷۰ پرداخته شد. برای این منظور از یک رویکرد گروهی برای مدل‌سازی پراکنش گونه‌ای با هدف برآورد میزان خطرات از دست دادن پتانسیل‌های زیستگاهی مطلوب در صورت بروز تغییر اقلیم استفاده شد. همچنین برای برآورد مساحت زیستگاه‌های مطلوب در شرایط تغییر اقلیم، محاسبات مربوط به تغییرات مساحت زیستگاه‌ها برای هر یک از گونه‌ها انجام شد. پیش‌بینی‌ها نشان داد دو گونه نیوت آذربایجانی (*Neurergus crocatus*) و نیوت خال‌زرد (*Neurergus derjugini*) به ترتیب نسبت به تغییر اقلیم بیشترین واکنش منفی را نشان داده و انقباض محدوده پراکنش آن‌ها قابل وقوع است. رفتار جابجایی زیستگاه در برابر تغییرات جدید برای دو گونه وزغ بی‌گوش لرستانی (*Bufotes luristanicus*) و سمندر آتشین (*Salamandra infraimmaculata semenovi*) قابل پیش‌بینی است. با توجه به سرعت تغییرات اقلیمی در محدوده رشته کوه زاگرس مطالعه حاضر گامی در جهت شناسایی پویایی تغییرات زیستگاهی دوزیستان در این منطقه کوهستانی و مقابله با این چالش است.

واژه‌های کلیدی. تغییرات زیستگاه، تنوع زیستی، رویکرد گروهی، زیستگاه‌های کوهستانی، مدل‌های پراکنش گونه

Dynamics of habitat changes as a result of climate change in Zagros Mountains Range (Iran), a case study on Amphibians

Elham Ebrahimi & Faraham Ahmadzadeh

Department of Biodiversity and Ecosystem Management, Environmental Sciences Research Institute, Shahid Beheshti University, G.C., Evin, Tehran, Iran

Correspondent author: Elham Ebrahimi, el_ebrahimi@sbu.ac.ir

Abstract. Climate change is currently considered a serious threat for many species and recognized as one of the most important factors in the global biodiversity loss. Among animal groups, amphibians are known to be among the most sensitive groups of vertebrates to climate change due to their inability to travel long distances, and mountain habitat species are more exposed to climate change pressures than other species. Therefore, in this study, the current distribution potential of five species of amphibians living in the Zagros Mountains was assesed and their response to climate change in 2070 was predicted. To do so, a group approach for modeling the distribution of species (SDMs) was utilized to estimate the risks of losing the desired habitat potential in the event of climate change. Also, to estimate the desired habitat area in the context of climate change, calculations related to habitat area changes for each species were performed. Predictions showed that two out of five species studied, i.e., Azarbaijan Mountain Newt (*Neurergus crocatus*) and Yellow Spotted Newt (*Neurergus derjugini*) negatively reaction to climate change and their distribution range was predicted to be decreased and contracted. Habitat displacement behavior in the face of new changes is predictable for two species, i.e., Lorestan Toad (*Bufotes luristanicus*) and Fire Salamander (*Salamandra infraimmaculata semenovi*). Considering the speed of climate change in the Zagros Mountains, the present study is a step towards identifying the dynamics of habitat changes affecting amphibians of Zasgros region to cope with the impacts of climate change.

Key words. biodiversity, ensemble approach, habitat changes, mountain habitats, species distribution models

Received 24.06.2021/ Revised 09.12.2021/ Accepted 12.12.2021/ Published 20.03.2022

دریافت: ۱۴۰۰/۰۴/۰۳/اصلاح: ۱۴۰۰/۰۹/۱۸/پذیرش: ۱۴۰۰/۰۹/۲۱/انتشار: ۱۴۰۱/۰۱/۰۱

مقدمه

اقلیم عامل اصلی تعیین کننده پراکنش موجودات زنده و الگوهای غنای گونه‌ای در مقیاس‌های بزرگ است (Guisan & Thuiller, 2005). مطالعات اخیر شواهد مهمی در مورد تأثیر تغییرات اقلیمی در از بین رفتن زیستگاه گونه‌ها ارائه می‌دهد (Mantyka-Pringle et al., 2012; Bellard et al., 2012; Pacifici et al., 2015; Urban, 2015). تخریب زیستگاه‌ها عمدتا سبب کاهش جمعیت‌های محلی شده (Heinrichs et al., 2016; Brewster et al., 2018) و با کاهش جمعیت‌های محلی و در نتیجه کاهش تنوع ژنتیکی، آسیب پذیری در برابر تغییرات تصادفی جمعیتی را بیشتر می‌کند (Botkin et al., 2007). حتی پیش‌بینی می‌شود در آینده بسیاری از گونه‌ها در نتیجه این تغییرات منقرض شوند (Guisan & Zimmermann, 2000; Bellard et al., 2012). بررسی مطالعات منتشر شده نشان می‌دهد که تغییرات اقلیمی به تنهایی باعث انقراض ۱۶٪ از گونه‌های جهان تحت افزایش دما (۴/۳ درجه سانتیگراد) می‌شود (Urban, 2015). بنابراین درک و پیش‌بینی اینکه چگونه پراکنش و ترکیب گونه‌ها تحت تأثیر تغییرات اقلیمی قرار می‌گیرند، در حفاظت آن‌ها از اهمیت زیادی برخوردار است (Ribeiro et al., 2019) چرا که این امکان را فراهم می‌آورد تا اطلاعات ارزشمندی برای طراحی استراتژی-های حفاظت گونه‌ها (Falcucci et al., 2007) مانند انتخاب مناطق حفاظت شده به‌وجود آید (Kourosh Niya et al., 2019; Ebrahimi et al., 2021).

پراکنش جغرافیایی گونه‌ها را به دلیل تغییر در شرایط محیطی می‌توان با استفاده از مدل‌های آشیان اکولوژیک گونه‌ها (ENMs) تجزیه و تحلیل کرد (Ribeiro et al., 2019). مدل‌های ENMs و مدل‌های پراکنش گونه‌ای (SDMs) اطلاعات ارزشمندی درمورد تحمل گونه‌ها نسبت به تغییرات اقلیمی به محققان ارائه می‌دهند (Peterson et al., 2011; Amiri et al., 2021) و امکان ارزیابی و مدل‌سازی پراکنش گونه‌ها را در زمان‌های مختلف فراهم می‌آورند (Alvarado-Serrano & Knowles, 2014). مطالعات پیش‌بینی کرده‌اند که با افزایش متوسط درجه حرارت ۳ درجه سانتی‌گراد، جابجایی پوشش‌های اقلیمی ۳۵۰ کیلومتر به سمت قطب‌ها یا ۵۰۰ متر در ارتفاع منجر شود که همین موضوع سبب جابجایی دامنه‌های زیستی گونه‌ها به سمت قطب‌ها و ارتفاعات بالاتر می‌گردد (Walther et al., 2002).

تغییرات اقلیمی یکی از تأثیرگذارترین عوامل کاهش جمعیت دوزیستان در سراسر جهان است (Cushman et al., 2013 & Allen et al., 2020) و مدل‌های اکولوژیک از ابزارهای مهم بررسی اثر تغییرات اقلیم بر گونه‌ها شناخته شده است (Ghayoumi et al., 2019; Ribeiro et al., 2019). به همین دلیل در این مطالعه برای شناسایی عکس‌العمل گونه‌ها در برابر تغییرات اقلیمی از مدل‌سازی پراکنش گونه‌ای تحت شرایط فعلی و آینده با رویکرد مطالعات چند گونه‌ای استفاده شد. رویکرد مطالعات چند گونه‌ای امکان مدیریت اقتصادی و آگاهانه‌تر در پیاده سازی طرح‌های حفاظتی را برا مدیران فراهم می‌آورد (Clauzel et al., 2015). وزغ بی‌گوش لرستان (*Bufotes luristanicus*)، نیوت آذربایجان (*Neurergus crocatus*)، نیوت خال‌زرد (*Neurergus derjugini*)، نیوت لرستان (*Neurergus kaiseri*) و سمندر آتشین (*Salamandra infraimmaculata semenovi*)، پنج گونه از دوزیستان ایران هستند که زیستگاه‌های آن‌ها در محدوده رشته کوه زاگرس واقع شده است و در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفتند. در این مطالعه برای پیش‌بینی نواحی دارای پتانسیل پراکنش، از بسته آماری *sdm* در نرم‌افزار R استفاده شد و در نهایت چگونگی پاسخ هر یک از گونه‌ها و نحوه جابجایی و تغییرات مساحت زیستگاهی محاسبه گردید.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

رشته کوه‌های زاگرس واقع در غرب فلات ایران، از جمله رشته کوه‌های وسیعی است که با گستره شمالی- جنوبی خود در مسیر جریان‌های مداری قرار دارد و می‌تواند آن‌ها را تحت تاثیر قرار دهد (Soltanzadeh et al., 2007). این رشته کوه در استان‌های غربی کشور گسترده شده است (Regueiro et al., 2006). منطقه زاگرس جزو مهم‌ترین بوم‌سازگان‌های جنگلی کشور به لحاظ بوم‌شناختی و اقتصادی، جزء خاستگاه‌های اصلی کشاورزی جهان و از بعد تنوع زیستی نیز از اهمیت جهانی برخوردار است. این منطقه پس از پشت سر گذراندن دوران‌های مختلف زمین شناسی و اعصار یخبندان و تغییرات عمیق اقلیمی در حال حاضر دارای فون و فلور غنی بوده که بسیاری از آن‌ها بومزاد انحصاری ایران بوده و بعضاً تنها در این رشته‌کوه ها یافت می‌شوند (Soltanzadeh et al., 2007; Ghahremaninejad et al., 2021).

گونه‌های مورد مطالعه

در میان ۲۱ گونه از دوزیستان که در کشور ایران وجود دارد، ۹ گونه در زیستگاه‌های رشته کوه زاگرس زیست می‌کنند اما ۵ گونه صرفاً ساکن زیستگاه‌های زاگرس هستند. از این رو برای پیش‌بینی زیستگاه‌های مطلوب گونه‌های ساکن زاگرس، در این مطالعه به مدل‌سازی پراکنش سمندر آتشین (*Salamandra infraimmaculata semenovi*)، نیوت لرستان (*Neurergus*

kaiseri)، نیوت خال‌زرد (*Neurergus derjugini*)، نیوت کوهستانی آذربایجان (*Neurergus crocatus*) و وزغ بی گوش لرستان (*Bufotes luristanicus*) پرداخته شد (جدول ۱).

نقاط حضور

نقاط حضور دوزیستان از طریق منابع مختلف از جمله مطالعات میدانی پژوهشگران، مطالعات پیشین و پایگاه داده اطلاعات جهانی تنوع زیستی (GBIF; http://www.gbif.org/ accessed January 2012) تهیه شد. موقعیت‌های توصیف شده شامل ۱۴۹ نقطه حضور برای پنج گونه است که ما نقاط تکرار شده را که به دلیل جمع‌آوری نقاط حضور از منابع مختلف ایجاد شده بود در محیط نرم‌افزار ENM tools حذف کردیم (Warren et al., 2010). نقاط حضور به طور تصادفی با حداقل یک کیلومتر فاصله انتخاب شدند. فاصله انتخاب شده به دلیل در نظر گرفتن میانگین گستره خانگی در این گروه از جانوران است.

لایه‌های محیطی

در این مطالعه داده‌های اقلیمی فعلی از سایت جهانی CHELSA برای سال ۲۰۱۳-۱۹۷۹ تهیه شد (https://chelsa-climate.org/bioclim/). در ابتدا از ۱۹ متغیر زیست اقلیمی موجود استفاده شد (Karger et al., 2017). ضریب همبستگی رتبه Spearman بین متغیرها قبل از تجزیه و تحلیل آماری محاسبه گردید. بر اساس نتایج محققین (Dormann et al., 2013) ضریب همبستگی > ۰/۷ نشانگر همبستگی بالایی است و باید متغیرهای کاملاً همبسته را به عنوان یک متغیر در نظر گرفت. ما از این قانون استفاده کردیم و متغیرهای موثر برای هر یک از گونه‌ها را مشخص نمودیم (جدول ۲).

برای ارزیابی پراکنش احتمالی آینده، از مدل گردش عمومی CCSM4 (GCM) استفاده شد و از میان چهار مسیرغلظت گازهای گلخانه‌ای (RCP) که توسط IPCC در پنجمین گزارش ارزیابی در سال ۲۰۱۴ ارائه شد (https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2) ما از دو سناریو RCP 2.6 و RCP 8.5 برای محدوده سال‌های ۲۰۶۱-۲۰۸۰، که از این پس با عنوان ۲۰۷۰ نامیده می‌شود، استفاده نمودیم. سناریوی اول (RCP 2.6) نمایانگر یک پیش بینی خوش‌بینانه است که با غلظت کم و میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای مشخص می‌شود و سناریوی دوم (RCP 8.5) نمایانگر یک پیش بینی بدبینانه با سطوح بالای غلظت و انتشار گازهای گلخانه‌ای است (Meinshausen et al., 2011). متغیرهای اقلیمی فعلی و آینده (۲۰۷۰) با تفکیک مکانی اصلی ۳۰ ثانیه قوسی (۱×۱ کیلومتر) به ترتیب از پایگاه داده CHELSA و Worldclim به دست آمده است.

مدل‌سازی پراکنش گونه‌ای

با توجه به اینکه متمرکز نمودن یک مطالعه فقط بر روی یک مدل، احتمال دستیابی به نتایج غیر دقیق را افزایش می‌دهد (Fechter & Storch, 2014) یکی از راه حل‌های ممکن، استفاده از مدل‌سازی گروهی است که در آن نتایج چندین مدل کمی با هم ترکیب می‌شود تا یک نتیجه دقیق‌تر از تک مدل‌ها به‌دست آید (Ghaedi et al., 2020). در این مطالعه ما مدل گروهی را با ترکیب ۹ مدل پراکنش گونه‌ای شامل مدل خطی تعمیم یافته (GLM; McCullagh et al., 1989)، مدل افزایشی تعمیم یافته (GAM; Hastie & Tibshirani, 1990)، درخت رگرسیونی افزایش یافته (BRT; Friedman, 2001)، ماشین بردار پشتیبان (SVM; Vapnik, 1998)، مدل جنگل تصادفی (RF; Breiman, 2001)، مدل رگرسیون سازشی چندمتغیره (MARS; Friedman, 1991)، مدل درختی رگرسیونی و طبقه‌بندی (CART; Breiman et al., 1984)، بیشینه آنتروپی (MaxEnt, Phillips et al., 2006) مدل آنالیز تفکیکی انعطاف پذیر (FDA; Hastie et al., 1994) در بسته آماری *sdm* در محیط برنامه نویسی R استفاده کردیم (Naimi & Araújo, 2016)، کارایی پیش‌بینی تمام الگوریتم‌های اجرا شده با استفاده از روش‌های آماره‌ی مهارت حقیقی (TSS) و شاخص عامل نسبی (ROC) مورد ارزیابی قرار گرفت. برای هر گونه، مساحت مناطق مطلوب در شرایط فعلی و آینده محاسبه شد.

نتایج

ارزیابی عملکرد مدل‌ها و مهم‌ترین متغیرها در پراکنش

از آنجا که افزایش میزان عددی میانگین آماره‌ی مهارت حقیقی (TSS) و میانگین شاخص عامل نسبی (ROC) به سمت یک نشان دهنده پیش‌بینی بهتر مدل‌هاست (Giovanelli et al., 2010) ، نتایج این مطالعه (جدول ۳) نشان داد به‌طور میانگین، مدل‌های مورد استفاده قابلیت پیش‌بینی عالی و خیلی عالی را داشته‌اند. همچنین نتایج نشان داد گروه متغیرهای دما یا گروه متغیرهای بارش به تنهایی در پراکنش دوزیستان مورد مطالعه موثر نبودند بلکه برای تمام گونه‌های مورد مطالعه دو پارامتر دما و بارش به‌صورت مشترک بعنوان مهم‌ترین پارامترهای پراکنش گونه‌ای پیش‌بینی شده است. متغیرهای مهم در پراکنش دوزیستان مورد مطالعه در جدول ۴ نشان داده شده است.

پیش‌بینی پتانسیل پراکنش دوزیستان ساکن رشته کوه زاگرس وزغ بی گوش لرستان

در شرایط فعلی زیستگاه‌های مطلوب این گونه در استان‌های خوزستان، کهگیلویه و بویراحمد، فارس با مساحتی حدود ۴۲۰۰۰ هکتار پیش بینی شده است اما بر اساس نتایج این مطالعه در شرایط اقلیمی ۲۰۷۰ پراکنش این گونه به طور محسوس به قسمت‌های

جدول ۱- دوزیستان مورد مطالعه در رشته کوه زاگرس.

Table 1. Amphibians studied in the Zagros Mountains.

Scientific name	IUCN Red List Category	Common Name	Number of Points	Region of Presence
B. luristanicus	Least Concern	Lorestan Toad	15	The hilly lands west of the Zagros Mountains in the provinces of Khuzestan (Masjed Soleiman, Izeh) Lorestan (Shahbazan)
N. crocatus	Vulnerable	Azarbaijan Mountain Newt	10	West Azarbayejan
N. derjugini	Critically Endangered	Yellow Spotted Newt	54	Kermanshah, Kordestan, West Azarbayejan
N. kaiseri	Vulnerable	Luristan Newt	34	Suburbs of Shahbazan (Lorestan Province), Tele Zang Waterfall, Doroud, Dez Dam, and Qatan
S. i. semenovi	Near Threatened	Fire Salamander	36	Mountain range along the Iran-Iraq border, Kordestan, between Sanandaj and Marivan

جدول۲- متغیرهای مورد استفاده در مدل‌سازی پراکنش گونه‌های مورد مطالعه.

Table 2. Variables used in the species distribution modeling of studied taxa.

Species	Variables					
B. luristanicus	Bio1		Bio4	Bio15		Bio16
N. crocatu	Bio3		Bio4	Bio7	Bio8	Bio13
N. derjugini	Bio1	Bio4	Bio5	Bio13	Bio14	Bio15	Bio19
N. kaiseri	Bio1		Bio2	Bio4	Bio7	Bio12
S. i. semenovi	Bio1		Bio3	Bio4		Bio19

جدول ۳- میانگین ارزیابی مدل‌ها برای هر گونه.

Table 3. Average evaluation of models for each species.

Species	ROC	TSS
B. luristanicus	0/91	0/89
N. crocatu	0/96	0/85
N. derjugini	0/90	0/80
N. kaiseri	0/93	0/87
S. i. semenovi	0/93	0/93

جدول۴- مهترین متغیرها در پراکنش دوزیستان مورد مطالعه.

Table 4. The most important variables in the distribution of studied amphibians.

B. luristanicus	*N. crocatus*	*N. derjugini*	*N. kaiseri*	*S. i. semenovi*
BIO4	BIO8	BIO13	BIO7	BIO19
BIO1	BIO4	BIO4	BIO12	BIO1
BIO15	BIO13	BIO1	BIO1	BIO3

شمالی جابجا شده و همچنین کاهش مساحت زیستگاه‌های مطلوب بر حسب سناریوی RCP2.6 تا ۱۵ درصد و بر حسب سناریوی RCP8.5 تا ۲۵ درصد پیش بینی شده است (شکل‌های ۴-۱).

نیوت کوهستانی آذربایجان

پیش‌بینی‌های حاصل از این مطالعه نشان داد در شرایط فعلی پتانسیل پراکنش زیستی این گونه در ایران محدود به شهرستان‌های اشنویه، پیرانشهر و ارومیه در استان آذربایجان غربی است ولیکن برای سال ۲۰۷۰ یک انقباض در محدوده پراکنش گونه قابل درک است. به‌طوری‌که پیش بینی شده پراکنش گونه صرفاً محدود به دو لکه زیستگاهی با مساحت بسیار اندک در شهرستان‌های پیرانشهر و سردشت خواهد شد و البته در سناریوی RCP8.5 این کاهش شدیدتر و تا حدود ۸۶ درصد است که این کاهش مساحت نسبت به سناریوی RCP2.6 ۱۰ درصد بیشتر است (شکل‌های ۴-۱).

نیوت خال‌زرد

پیش‌بینی پتانسیل پراکنش این گونه در شرایط فعلی نشان می‌دهد استان کردستان و سپس استان‌های کرمانشاه (بخش شمالی) و آذربایجان غربی (بخش جنوبی) به ترتیب بیشترین پتانسیل پراکنش را برای این گونه در ایران دارند. در شرایط اقلیمی سال ۲۰۷۰ پراکنش این گونه به‌طور محسوسی به داخل مرزهای ایران کشیده شده و در استان‌های کردستان، کرمانشاه و آذربایجان غربی محدود می‌شود. در استان کرمانشاه علاوه بر سه شهرستان جوانرود، روانسر و پاوه که پتانسیل پراکنش در شرایط فعلی برای گونه را دارند، طی جابجایی زیستگاهی گونه، شهرستان‌های دالاهو، ثلاث باباجانی نیز به محدوده پراکنش گونه در هر دو سناریو اضافه گردیدند. ولیکن از نظر کلی هر چند جابجایی گونه در شرایط تغییر اقلیم به سمت مرزهای داخلی ایران بوده است اما در محدوده مورد مطالعه در نظر گرفته شده، ۳۰ درصد کاهش مساحت زیستگاهی برای این گونه پیش بینی شده است (شکل‌های ۴-۱).

نیوت لرستان

بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه پتانسیل پراکنش این گونه در شرایط فعلی در شهرستان‌های پل‌دختر و خرم آباد در استان لرستان، شهرستان دره شهر در استان ایلام و همچنین شهرستان‌های اندیمشک، دزفول و لالی در استان خوزستان با مساحت تقریبی ۲۱۳۲۸۵ هکتار است و در سال ۲۰۷۰ بر حسب سناریوی RCP 2.6 محدوده پراکنش گونه به ۲۰۱۱۹۹ هکتار کاهش نامحسوسی را نشان داده است اما در سناریوی RCP 8.5 مساحت زیستگاهی در همین محدوده ولیکن با کاهش ۵۰ درصد مساحت زیستگاهی پیش بینی شده است (شکل‌های ۴-۱).

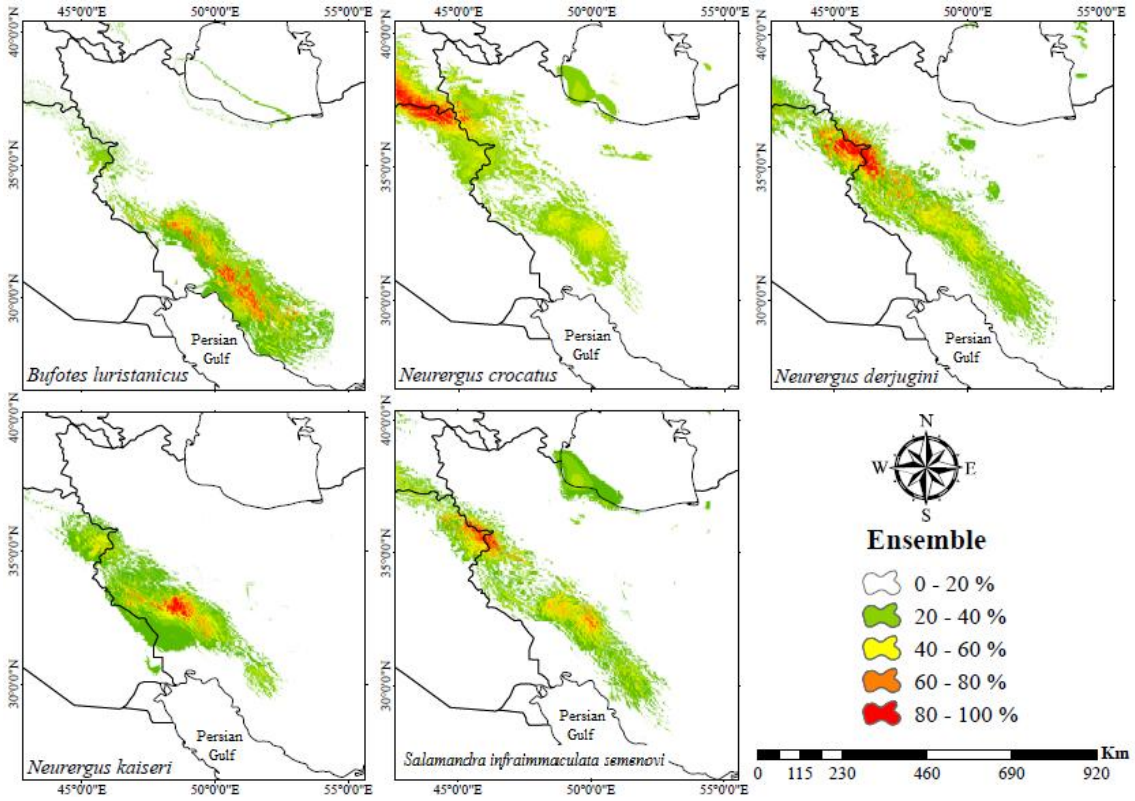
سمندر آتشین

نقشه پیش‌بینی پتانسیل پراکنش این گونه نشان می‌دهد که غربی‌ترین بخش استان کرستان در مرز عراق و همچنین لکه‌ای در جنوب غربی استان لرستان بیشترین پتانسیل پراکنش را برای این گونه دارند و محدوده پراکنش و همچنین مساحت زیستگاه‌های پیش‌بینی شده در شرایط فعلی و آینده تغییرات چشمگیری پیش‌بینی ننموده است (شکل‌های ۴-۱).

بحث

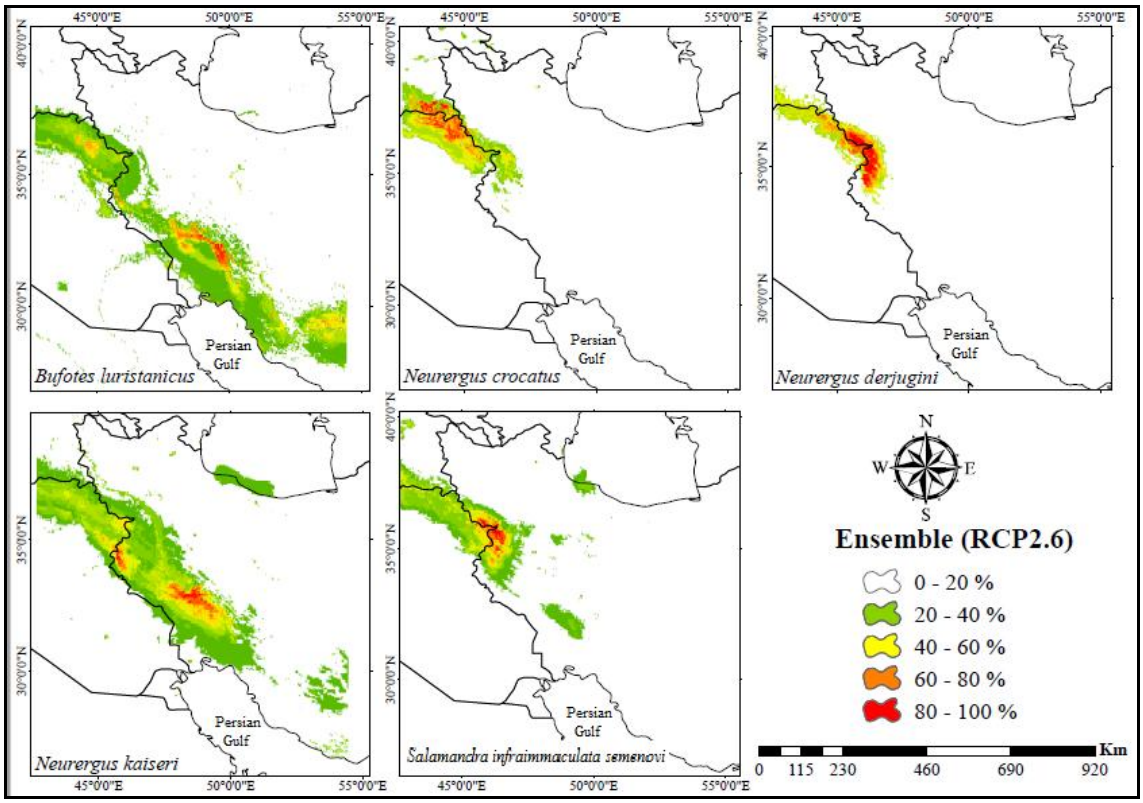
پراکنش جغرافیایی دوزیستان به میزان زیادی توسط بارندگی و دما تعیین می‌شود (Ahmadzadeh et al., 2018)، در نتیجه تغییرات اقلیم در مناطقی که افزایش دما تجربه خواهند کرد، احتمالاً تأثیرات منفی بر پراکنش جغرافیایی آن‌ها خواهد داشت (Hof, 2011; Bickford et al., 2010; Popescu et al., 2013). بر اساس پیش‌بینی مطالعات مختلف، تغییر اقلیم طیف وسیعی از ایران را در یک اکوسیستم با دمای بالا پوشش می‌دهد (Ilanloo et al., 2020) و از این طریق باعث ایجاد خسارات غیر قابل جبرانی در زیستگاه‌های این گونه‌ها می‌شود (Elasha, 2010). مطالعات انجام شده در مورد تأثیر تغییرات اقلیم بر روی انقراض جانداران نشان داده است که تغییرات در محدوده پراکنش شامل تغییرات ارتفاعی در محیط‌های کوهستانی (Mason et al., 2014) و تغییر مکانی پراکنش به سمت زیستگاه‌های معادل است (Hu & Jiang, 2011) و در موارد شدیدتر، سبب بروز انقراض‌های محلی می‌گردد (Thuiller et al., 2006; Duncan et al., 2012). از طرفی دیگر مطالعات بی‌شماری تأکید کرده‌اند که دامنه کوهستان‌ها با سرعتی سریع‌تر از میانگین جهانی گرم‌تر می‌شود (Beniston & Rebetez, 1996) ، رشته کوه‌های زاگرس قسمتی از مناطق داغ جهانی هستند که در محدوده‌ی منطقه داغ ایرانو آناتولی قرار دارند و بسیاری از دوزیستان این ناحیه، مخصوصاً همه گونه‌های سرده *Neurergus*، در فهرست قرمز IUCN و CITES دسته‌بندی می‌شوند (Kazemi & Hosseinzade, 2020)، از این رو اهمیت حفاظت دوزیستان در این محدوده در شرایط تغییرات اقلیمی روشن است.

استفاده از روش مدل‌سازی پراکنش گونه‌ای به ما امکان می‌دهد نمایشی جغرافیایی از پراکنش گونه‌ها و ترکیب آن‌ها در هر منطقه و از همه مهم‌تر، اندازه‌گیری صحت آن را به دست آوریم (Pineda & Lobo, 2009; Ghane-Ameleh et al., 2021). نتایج این مطالعه به‌طور کلی نشان دهنده عکس‌العمل منفی دوزیستان ساکن رشته‌کوه زاگرس در برابر تغییر اقلیم است، به‌طوری که پیش‌بینی شد چهار گونه وزغ بی گوش لرستان، نیوت کوهستانی آذربایجان، نیوت خال‌زرد، نیوت لرستان کاهش قابل توجه مساحت زیستگاهی را در سال ۲۰۷۰ در پیش خواهند داشت.



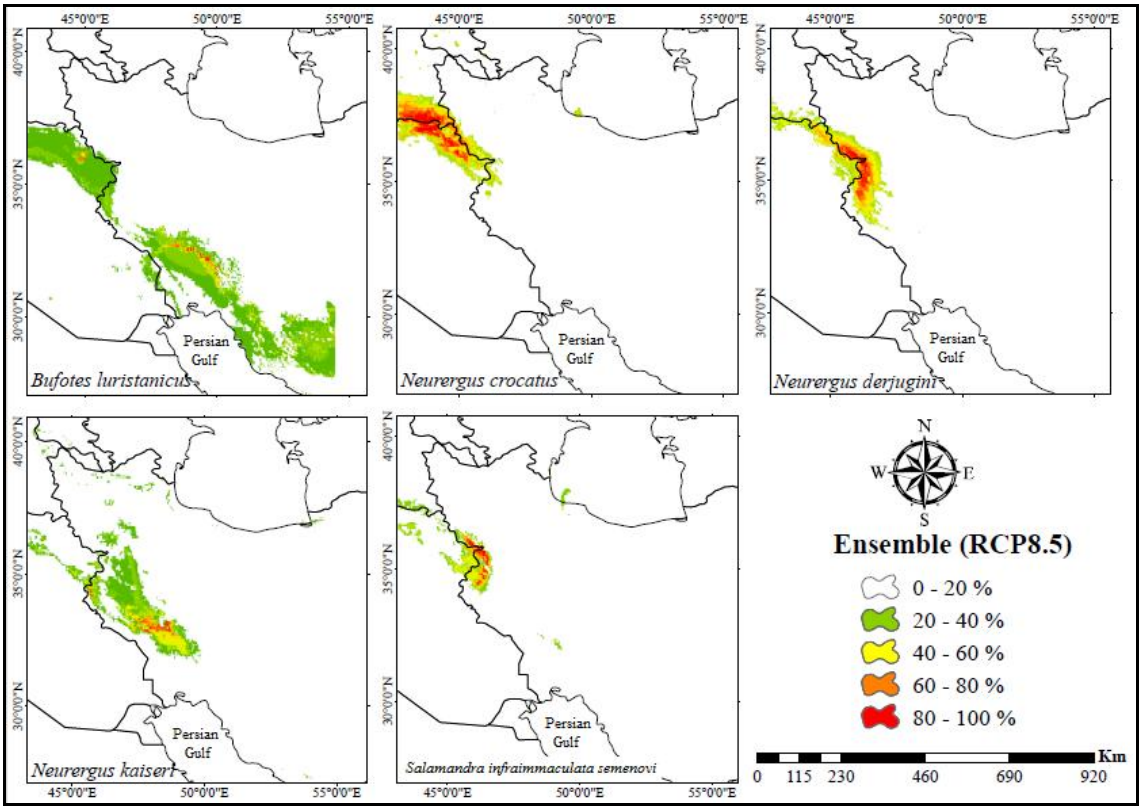
شکل ۱- پیش بینی پتانسیل پراکنش دوزیستان مورد مطالعه در شرایط اقلیمی حاضر.

Figure 1. Predicting the distribution potential of the studied amphibians in the present climatic conditions.



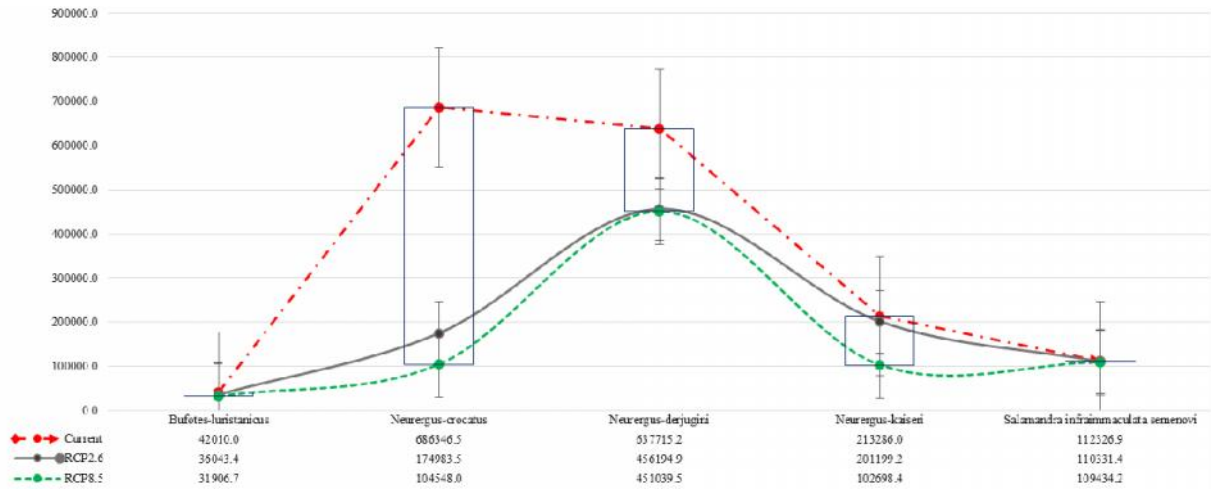
شکل ۲- پیش‌بینی پتانسیل پراکنش دوزیستان مورد مطالعه بر اساس سناریوی RCP 2.6 سال ۲۰۷۰.

Figure 2. Prediction of distribution potential of studied amphibians based on RCP scenario 2.6 in 2070.



شکل ۳- پیش‌بینی پتانسیل پراکنش دوزیستان مورد مطالعه بر اساس سناریوی RCP 8.5 سال ۲۰۷۰.

Figure 3. Prediction of distribution potential of studied amphibians based on RCP scenario 8.5 in 2070.



شکل ۴- تغییرات مساحت زیستگاه‌های مطلوب دوزیستان مورد مطالعه.

Figure 4. Changes in the area of suitable amphibian habitats studied.

به‌طور کلی نتایج ما نشان داد وزغ بی گوش لرستان و نیوت خال‌زرد تغییر مکانی پراکنش به سمت زیستگاه‌های معادل همراه با انقباض محدوده پراکنش در شرایط تغییر اقلیم را خواهند داشت، نیوت کوهستانی آذربایجان در هر دو سناریو و نیوت لرستان در سناریوی بدبینانه تغییرات اقلیم در سال ۲۰۷۰ انقباض محسوس محدوده پراکنش را تجربه خواهند کرد. با این حال سمندر آتشین واکنش منفی شدیدی به تغییرات اقلیمی نشان نداده و محدوده جغرافیایی و مساحت پراکنش گونه تغییر چشمگیری در شرایط تغییر اقلیم نخواهد داشت.

وزغ بی گوش لرستان یکی از گونه‌های بومی زاگرس محسوب می‌شود که بر اساس نتایج این مطالعه تغییر اقلیم می‌تواند تا یک چهارم از زیستگاه‌های این گونه را کاهش دهد، بنابراین حفاظت و درنظرگرفتن تغییرات پراکنش این گونه به‌طور ویژه نسبت به شرایط اقلیمی بسیار حائز اهمیت است. در خصوص سمندر کوهستانی آذربایجان، مطالعات محققین (Papenfuss et al., 2009; Ebrahimi et al., 2022) نشان داده است که زیستگاه‌های این گونه بیشتر توسط تغییرات اقلیم و باغداری تهدید می‌شوند که با نتایج ما همخوانی دارد. با توجه به این موضوع، ورود انسان به محدوده‌های زیستگاهی این گونه با تغییرات کاربری اراضی و همچنین روند تغییرات اقلیمی ممکن است گونه را وادار به انتقال به مناطق دیگر کند که انتظار می‌رود با توجه به زیستگاه فعلی گونه که در ارتفاعات ۱۵۰۰-۲۰۰۰ متر قرار دارد گونه برای یافتن شرایط مناسب و گرمای کمتر به ارتفاعات بالاتر پیش‌روی کند، اما از سوی دیگر مشاهدات میدانی و نتایج مطالعات مختلف نشان می‌دهد که این گونه در فصل زمستان در ارتفاعات بالاتر مشاهده می‌شود و همواره به نهرها و چشمه‌ها وابستگی دارد، در نتیجه بنظر می‌رسد تغییر اقلیم و گرم شدن دما محدوده زیستی کمتری برای مهاجرت این گونه باقی بگذارد (Olgun et al., 2016; Üzüm et al., 2011).

نتایج ما در خصوص نیوت خال‌زرد از این فرضیه پشتیبانی می‌کند که تغییرات اقلیمی احتمالاً بر پراکنش آینده گونه تأثیر می‌گذارد و سبب تغییر محدوده پراکنش گونه به قسمت‌های مرکزی و جنوبی محدوده پراکنش و ارتفاعات بالا می‌شود. این یافته تا حدودی با سایر مطالعات در مورد دوزیستان بویژه در رابطه با افزایش دما منطبق است (Ochoa-Ochoa *et al.*, 2012; Barrett *et al.*, 2014). این نتایج همچنین با یافته‌های قبلی که نشان دهنده تأثیر تغییرات اقلیمی چرخه‌های یخبندانی و بین یخبندانی بر الگوی پراکنش گونه می‌باشد، همخوانی دارد (Afroosheh et al., 2019). نتایج مدل‌های ما و نتایج و دیگر محققین (Ashrafzadeh et al., 2019) در خصوص نیوت لرستان پیش بینی کرده‌اند که مناطق جنوبی استان لرستان و مناطق شمالی و شمال غربی استان خوزستان حداکثر محدوده جغرافیایی پراکنش گونه را در بردارند اما با این حال استان‌های ایلام و چهارمحال بختیاری نیز پتانسیل پراکنش این گونه را دارند که این موضوع می‌تواند در برنامه ریزی حفاظتی این گونه حائز توجه باشد. نتایج ما نشان داد دما و بارش (Bio7, Bio12, Bio1) مهم‌ترین پارامترهای پراکنش گونه هستند که با نتایج دیگر محققین (Dervo et al., 2016; Afsharzadeh et al., 2016; Tondravan Zangene et al., 2016) همخوانی دارد. مطالعه ما و دیگر محققین (Ahsani et al., 2018) نشان داد بیشترین محدوده پراکنش سمندر آتشین در استان کردستان قرار دارد و مهم‌ترین پارامترهای اقلیمی در پراکنش گونه بارش سردترین فصل (Bio19)، میانگین سالانه دما (Bio1) و ایزوترمال (Bio3) است. با توجه به شکل ۴ این گونه کمترین تغییر در مساحت زیستگاهی را در شرایط تغییر اقلیم نشان داده و تاثیر افزایش دما و کاهش مساحت زیستگاهی برای این گونه شدید نبوده و قابلیت حفظ آشیان اکولوژیکی خود در شرایط تغییر اقلیم دارد که بنظر می‌رسد علت آن به دلیل ویژگی‌های زیستی این گونه است که در مقایسه با سایر سمندرهای ایران، خشکی‌زی بوده و به همین دلیل وابستگی آن به منابع آبی بسیار کمتر است و اغلب در حاشیه جویبارهای کوهستانی زیست می‌کند (Yousefi Siahkalroodi et al., 2013).

مطالعات نشان دادند (Nori et al., 2015) تغییرات کاربری اراضی از طریق تکه¬تکه شدن و تخریب زیستگاه¬های خشکی و آبی، پراکنش دوزیستان را بسیار تحت تأثیر قرار داده است و به همین جهت پیش¬بینی وضعیت منابع آبی در شرایط تغییرات اقلیمی می¬تواند برای کاهش اثرات منفی، کارامد باشد (Abbaspour et al., 2011; Martínez-López etal., 2015). تکه¬تکه شدن می¬تواند تعداد مهاجران موفق را کاهش دهد و دوزیستان را نسبت به تغییرات اقلیمی آسیب پذیرتر کند. بنابراین، لازم است که از اثرات هم افزایی تکه تکه شدن زیستگاه و تغییر اقلیم جلوگیری به عمل آید (Mantyka - Pringle et al., 2012; Sheykhi Ilanloo et al., 2021). به‌طور کلی طراحی استراتژی‌های حفاظتی کارآمد برای معکوس شدن روند کاهش دوزیستان یک چالش بزرگ برای سال¬های آینده خواهد بود و به نظر می¬رسد برای مقابله با این چالش اولاً شناسایی محدوده پراکنش فعلی و عکس العمل گونه¬ها به تغییرات اقلیمی ضروری است، دوماً لازم است تا حد زیادی بر روی ترمیم و ایجاد زیستگاه¬های مناسب تمرکز شود و در نهایت در شرایط فوق حساس برای این گروه جانوری، می¬توان بر اساس دستورالعمل-های IUCN نسبت به نقل و انتقال بین زیستگاهی اقدام کرد. پر واضح است که دو راهکار اولیه به مثابه پیشگیری و راهکار نهایی در صورت موفقیت به مثابه درمان در راستای حفاظت از گونه¬ها خواهد بود.

سپاسگزاری

نویسندگان این مقاله بر خود لازم می‌دانند که از پژوهشکده علوم محیطی دانشگاه شهید بهشتی بابت حمایت های معنوی در ارائه این پژوهش قدردانی نمایند.

REFERENCES

Abbaspour, M., Mahiny, A. S., Arjmandy, R. & Naimi, B. 2011. Integrated approach for land use suitability analysis. International Agrophysics 25: 311-318.

Afroosheh, M., Rödder, D., Mikulicek, P., Akmali, V., Vaissi, S., Fleck, J., Schneider, W. & Sharifi, M. 2019. Mitochondrial DNA variation and quaternary range dynamics in the endangered Yellow Spotted Mountain Newt, *Neurergus derjugini* (Caudata, Salamandridae). Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research 57: 580-590.

Ahmadzadeh, F., Amiri, N., & Ebrahimi, E. 2018. Spatial Modeling of Species Distribution and predicting potential distribution of the Iranian long-legged wood frog. Iranian Journal of Remote Sensing & GIS 10: 95-108.

Ahsani, N., Kaboli, M., Rastegar-Pouyani, E., Karami, M., & Kamangar, B.B. 2018. Habitat suitability prediction for *Salamandra infraimmaculata* (Caudata: Amphibia) in western Iran based on species distribution modeling. Journal of Asia-Pacific Biodiversity 11: 203-205.

Allen, C., Gonzales, R. & Parrott, L. 2020. Modelling the contribution of ephemeral wetlands to landscape connectivity. Ecological Modeling 419:108944.

Alvarado-Serrano, D.F. & Knowles, L.L. 2014. Ecological niche models in phylogeographer studies: applications, advances and precautions. Molecular Ecology Resources 14: 233-248.

Amiri, N., Vaissi, S., Aghamir, F., Saberi-Pirooz, R., Rödder, D., Ebrahimi, E., & Ahmadzadeh, F. 2021. Tracking climate change in the spatial distribution pattern and the phylogeographic structure of Hyrcanian wood frog, *Rana pseudodalmatin*a (Anura: Ranidae). Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research 59(7): 1604-1619.

Ashrafzadeh, M.R., Naghipour, A.A., Haidarian, M., Kusza, S. & Pilliod, D.S. 2019. Effects of climate change on habitat and connectivity for populations of a vulnerable, endemic salamander in Iran. Global Ecology and Conservation 19: e00637.

Barrett, K., Nibbelink, N.P. & Maerz, J.C. 2014. Identifying priority species and conservation opportunities under future climate scenarios: amphibians in a biodiversity hotspot. Journal of Fish and Wildlife Management 5: 282-297.

Bellard, C., Bertelsmeier, C., Leadley, P., Thuiller, W. & Courchamp, F. 2012. Impacts of climate change on the future of biodiversity. Ecology Letters 15: 365-377.

Beniston, M., & Rebetez, M. 1996. Regional behavior of minimum temperatures in Switzerland for the period 1979-1993. Theoretical and applied climatology 53: 231-243.

Bickford, D., Howard, S.D., Ng, D.J.J. & Sheridan, J.A. 2010. Impacts of climate change on the amphibians and reptiles of Southeast Asia. Biodiversity and Conservation 19: 1043-1062.

Botkin, D.B., Saxe, H., Araujo, M.B., Betts, R., Bradshaw, R. H., Cedhagen, T., Chesson, P., Dawson, T.P., Etterson, J.R., Faith, D.P., Ferrier, S., Guisan, A., Skjoldborg Hansen, A., Hilbert, D.W., Loehle, C., Margules, C., New, M., Sobel, M.J. & Stockwell, D.R. 2007. Forecasting the effects of global warming on biodiversity. Bioscience 57: 227-236.

Breiman, L. 2001. Random forests. Machine Learning 45: 5-32.

Breiman, L., Friedman, J.H., Olshen, R.A. & Stone, C.J. 1984. Classification and regression trees (1st ed.). New York/Boca Raton, FL: Chapman and Hall/CRC, 368 pp.

Brewster, C.L., Beaupre, S.J. & Willson, J.D. 2018. Habitat loss and local extinction: linking population declines of eastern collared lizards (*Crotaphytus collaris*) to habitat degradation in Ozark glades. Journal of Herpetology 52: 352-360.

Clauzel, C., Bannwarth, C. & Foltete, J.C. 2015. Integrating regional-scale connectivity in habitat restoration: An application for amphibian conservation in eastern France. Journal of Natural Conservation 23: 98-107.

Cushman, S.A., Shirk, A.J. & Landguth, E.L. 2013. Landscape genetics and limiting factors. Conservation Genetics 14: 263-274

Dervo, B. K., Bærum, K. M., Skurdal, J. & Museth, J. 2016. Effects of temperature and precipitation on breeding migrations of amphibian species in southeastern Norway. Scientifica 31: 71-79.

Dorman, M., Svoray, T., Perevolotsky, A. & Sarris, D. 2013. Forest performance during two consecutive drought periods: diverging long-term trends and short-term responses along a climatic gradient. Forest Ecology and Management 310: 1-9.

Duncan, C., Chauvenet, A.L., McRae, L.M. & Pettorelli, N. 2012. Predicting the future impact of droughts on ungulate populations in arid and semi-arid environments. PloS one 7: e51490.

Ebrahimi, E., Sayahnia, R., Ranjbaran, Y., Vaissi, S. & Ahmadzadeh, F. 2021. Dynamics of threatened mammalian distribution in Iran's protected areas under climate change. Mammalian Biology 101: 759-774.

Ebrahimi, E., Ranjbaran, Y., Sayahnia, R. & Ahmadzadeh, F. 2022. Assessing the climate change effects on the distribution pattern of the Azerbaijan Mountain Newt (Neurergus crocatus). Ecological Complexity 50: 100997.

Elasha, B.O. 2010. Mapping of climate change threats and human development impacts in the Arab region. United Nations Development Programme, Arab Human Development Report (AHDR), Research Paper Series, 51 pp.

Falcucci, A., Maiorano, L. & Boitani, L. 2007. Changes in land-use/land-cover patterns in Italy and their implications for biodiversity conservation. Landscape Ecology 22: 617-631.

Fechter, D. & Storch, I. 2014. How many wolves (*Canis lupus*) fit into Germany? The role of assumptions in predictive rule-based habitat models for habitat generalists. PloS one 9: e101798.

Friedman, J. H. 1991. Multivariate adaptive regression splines. The Annals of Statistics 19: 1-50.

Friedman, J.H. 2001. Greedy function approximation: a gradient boosting machine. Annals of Statistics 29: 1189-1232.

Ghaedi, Z., Saberi-Pirooz, R., Ebrahimi, E., Badri, S. & Ahmadzadeh, F. 2020. Genetic diversity within the Iranian spiny-tailed lizards and predicting species distribution in climate change conditions. Nova Biologica Reperta 7: 192-205.

Ghahremaninejad, F., Hoseini, E. & Jalali, S. 2021. The cultivation and domestication of wheat and barley in Iran, brief review of a long history. Botanical Review 87: 1-22.

Ghane-Ameleh, S., Khosravi, M., Saberi-Pirooz, R., Ebrahimi, E., Aghbolaghi, M.A. & Ahmadzadeh, F. 2021. Mid-Pleistocene Transition as a trigger for diversification in the Irano-Anatolian region: Evidence revealed by phylogeography and distribution pattern of the eastern three-lined lizard. Global Ecology and Conservation 31: e01839.

Ghayoumi, R., Ebrahimi, E., Hosseini, T.F. & Keshtkar, M. 2019. Predicting the effects of climate change on the distribution of mangrove forests in Iran using the maximum entropy model. Journal of RS and GIS for Natural Resources 10: 34-47.

Giovanelli, J.G., de Siqueira, M.F., Haddad, C.F. & Alexandrino, J. 2010. Modeling a spatially restricted distribution in the Neotropics: How the size of calibration area affects the performance of five presence-only methods. Ecological Modelling 221: 215-224.

Guisan, A. & Thuiller, W. 2005. Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. Ecology Letters 8: 993-1009.

Guisan, A. & Zimmermann, N.E. 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. Ecological Modelling 135: 147-186.

Hastie, T.J. & Tibshirani, R.J. 1990. Generalized additive models (Vol. 43). CRC press, 352 pp.

Hastie, T.J., Tibshirani, R. & Buja, A. 1994. Flexible discriminant analysis by optimal scoring. Journal of the American Statistical Association 89: 1255-1270.

Heinrichs, J.A., Bender, D.J. & Schumaker, N.H. 2016. Habitat degradation and loss as key drivers of regional population extinction. Ecological Modelling 335: 64-73.

Hof, C., Araújo, M.B., Jetz, W., Rahbek, C., 2011. Additive threats from pathogens, climate and land-use change for global amphibian diversity. Nature 480: 516-519.

Hu, J. & Jiang, Z., 2011. Climate change hastens the conservation urgency of an endangered ungulate. PloS one 6: e22873.

Ilanloo, S. S., Ebrahimi, E., Valizadegan, N., Ashrafi, S., Rezaei, H.R. & Yousefi, M. 2020. Little owl (Athene noctua) around human settlements and agricultural lands: Conservation and management enlightenments. Acta Ecologica Sinica 40(5): 347-352.

Karger, D.N., Conrad, O., Böhner, J., Kawohl, T., Kreft, H., Soria-Auza, R.W., Zimmermann, N.E., Linder, H.P. & Kessler, M. 2017. Climatologies at high resolution for the earth's land surface areas. Scientific Data 4: 1-20.

Kazemi, S.M. & Hosseinzadeh, M.S. 2020. High diversity and endemism of herpetofauna in the Zagros Mountains. Ecopersia 8: 221-229.

Kourosh Niya, A., Huang, J., Karimi, H., Keshtkar, H. & Naimi, B. 2019. Use of intensity analysis to characterize land use/cover change in the biggest Island of Persian Gulf, Qeshm Island, Iran. Sustainability 11: 4396.

Mantyka-Pringle, C.S., Martin, T.G. & Rhodes, J.R. 2012. Interactions between climate and habitat loss effects on biodiversity: a systematic review and meta-analysis. Global Change Biology 18: 1239-1252.

Martínez-López, J., Martínez-Fernández, J., Naimi, B., Carreno, M.F. & Esteve, M.A. 2015. An open-source spatio-dynamic wetland model of plant community responses to hydrological pressures. Ecological Modelling 306: 326-333.

Mason, T.H., Stephens, P.A., Apollonio, M. & Willis, S.G. 2014. Predicting potential responses to future climate in an alpine ungulate: interspecific interactions exceed climate effects. Global Change Biology 20: 3872-3882.

McCullagh, P. & Nelder, J.A. 1989. Generalized linear models, 2nd edition. London: Chapman and Hall, 532 pp.

Meinshausen, M., Smith, S.J., Calvin, K., Daniel, J.S., Kainuma, M.L.T., Lamarque, J.F. & Matsui, T. 2011. The paleoclimate modeling intercomparison project contribution to CMIP5. WCRP Coupled Model Intercomparison Project-Phase 5-CMIP5, 15 pp.

Naimi, B. & Araújo, M.B. 2016. sdm: a reproducible and extensible R platform for species distribution modelling. Ecography 39: 368-375.

Nori, J., Lemes, P., Urbina-Cardona, N., Baldod, D., Lescanoa, J. & Loyolab, R. 2015. Amphibian Conservation, land-use changes and protected areas: A global overview. Biological Conservation 191: 367-374.

Ochoa-Ochoa, L.M., Rodríguez, P., Mora, F., Flores-Villela, O. & Whittaker, R.J. 2012. Climate change and amphibian diversity patterns in Mexico. Biological Conservation 150: 94-102.

Olgun, K., Avcı, A., Bozkurt, E., Üzüm, N., Olgun, H. & Ilgaz, C. 2016. A new subspecies of Anatolia newt, *Neurergus strauchii* (Steindachner, 1887) (Urodela: Salamandridae) from Tunceli, eastern Turkey. Russian Journal of Herpetology 23: 271-277.

Pacifici, M., Foden, W.B., Visconti, P., Watson, J.E., Butchart, S.H., Kovacs, K.M. & Rondinini, C. 2015. Assessing species vulnerability to climate change. Nature Climate Change 5: 215-224.

Papenfuss, T., Sparreboom, M., Ugurtas, I. & Rastegar-Pouyani, N. 2009. "*Neurergus crocatus*," in: The IUCN red list of threatened species. Version 2014.2. www.iucnredlist.org. [Accessed 8 September 2014].

Peterson, A.T., Soberón, J., Pearson, R.G., Anderson, R.P., Martínez-Meyer, E., Nakamura, M. & Araújo, M.B. 2011. Ecological niches and

geographic distributions (MPB-49). Princeton University Press, 328 pp.

Phillips, S.J., Anderson, R.P. & Schapire, R.E. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecological Modelling 190: 231-259.

Pineda, E. & Lobo, J. M. 2009. Assessing the accuracy of species distribution models to predict amphibian species richness patterns. Journal of Animal Ecology 78: 182-190.

Popescu, V.D., Rozylowicz, L., Cogălniceanu, D., Niculae, I.M. & Cucu, A.L. 2013. Moving into Protected Areas? Setting Conservation Priorities for Romanian Reptiles and Amphibians at Risk from Climate Change. Plos One 8: e79330.

Regueiro, M., Cadenas, A.M., Gayden, T., Underhill, P.A. & Herrera, R.J. 2006. Iran: tricontinental nexus for Y-chromosome driven migration. Human Heredity 61: 132-143.

Ribeiro, B. & Shapira, P. 2019. Anticipating governance challenges in synthetic biology: Insights from biosynthetic menthol. Technological Forecasting and Social Change 139: 311-320.

Sheykhi Ilanloo, S., Khani, A., Kafash, A., Valizadegan, N., Ashrafi, S., Loercher, F., Ebrahimi, E. & Yousefi, M. 2021. Applying opportunistic observations to model current and future suitability of the Kopet Dagh Mountains for a Near Threatened avian scavenger. Avian Biology Research 14: 18-26.

Soltanzadeh, I., Irannejad, P. & Ahmadi Givi F. 2007. Quarterly study of the impact of the Zagros Mountains on the mid-scale flows of the East Zagros region using the RegCM regional model. Journal of Earth and Space Physics 33: 31-50. (In Persian).

Thuiller, W., Broennimann, O., Hughes, G., Alkemade, J.R.M., Midgley, G.F. & Corsi, F. 2006. Vulnerability of African mammals to anthropogenic climate change under conservative land transformation assumptions. Global Change Biology 12: 424-440.

Tondravan Zangene, M., Fakheran Esfahani1, S., Poormanafi, S. & Senn, J. 2016. Assessment of the conservation status and habitat suitability of critically endangered Lorestan newt (*Neurergus Kaiseri*) in Lorestan and Khuzestan provinces. Iranian Journal of Applied Ecology 5: 11-24.

Urban, M.C. 2015. Accelerating extinction risk from climate change. Science 348: 571-573.

Üzüm, N., Avci, A., Özdemir, N., Ilgaz, Ç. & Olgun, K. 2011. Body size and age structure of a breeding population portion of the Urmia salamander, *Neurergus crocatus* Cope, and 1862 (Caudata: Salamandridae). Italian Journal of Zoology 78: 209-214.

Vapnik, V. 1998. The support vector method of function estimation. In nonlinear modeling. Springer, Boston, MA, pp 55-85.

Walther, G.R., Post, E., Convey, P., Menzel, A., Parmesan, C., Beebee, T.J., Fromentin, J.M., Hoegh-Guldbrg, O. & Bairlein, F. 2002. Ecological responses to recent climate change. Nature 416: 389-395.

Warren, B.H., Strasberg, D., Bruggemann, J.H., Prys-Jones, R.P. & Thébaud, C. 2010. Why does the biota of the Madagascar region have such a strong Asiatic flavour. Cladistics 26: 526-538.

Yousefi Siahkalroodi, S., Saeedi, H., Behfar, M.S., Fallahi, R., Izadian, M. 2013. Atlas of amphibians of Iran, 101 pp.

*****

How to cite this article:

Ebrahimi, E. &Ahmadzadeh, F. 2022. Dynamics of habitat changes in amphibians of Zagros Mountain Range in the conditions of climate change. Nova Biologica Reperta 9: 29-39. (In Persian).

ابراهیمی، ا. و احمدزاده، ف. ۱۴۰۱. پویایی تغییرات زیستگاهی دوزیستان ساکن رشته کوه های زاگرس در شرایط تغییر اقلیم. یافته‌های نوین در علوم زیستی ۹: ۳۹-۲۹.