



<https://ui.ac.ir/en>

Journal of Taxonomy and Biosystematics

E-ISSN: 2322-2190

Document Type: Research Paper

Vol. 13, Issue 1, No.46, Spring 2021, P:6

Received: 18/04/2021 Accepted: 15/06/2021

Effects of Climate Change on Habitat Suitability and Distribution Model of the Critically Endangered Newt, *Neurergus Derjugini* Nesterov, 1916 (Urodela: Salamandridae) from Contemporary Period to 2030

Rasoul Karamiani

*Corresponding author: Assistant Professor, Department of Biology, Faculty of Sciences, Razi University, Kermanshah, Iran

rasoul.karamiani@gmail.com

Abstract

Evaluating the role of climate changes on species distributions has attracted considerable research interest. The Kurdistan newt (*Neurergus derjugini*) is one of the critically endangered species in the IUCN Red List, which is distributed in the Avroman Mountains in Iran, on the Iraqi-Turkish border. Nowadays, the population of this species is declining and under serious threat due to several factors, including climate change. In the present study, by using the maximum entropy approach (MaxEnt), based on bioclimatic (precipitation and temperature) and topographical (altitude and slope) variables, the suitable habitats and the potential distribution areas in the contemporary and the representative concentration pathway (RCP) 2.6 scenario and RCP 8.5 scenarios of the future (2030) distribution were modeled for the Kurdistan newt, *N. derjugini*. Precipitation of the coldest quarter (38.8%), slope (26.8%) and temperature annual range of the year (13.6%) were the most important factors shaping the distribution of *N. derjugini* in the contemporary period. For the future, in RCP 2.6 and RCP 8.5, respectively, scenarios precipitation of the coldest quarter (43.8% and 42.7%), precipitation seasonality (28% and 30.6%) and temperature seasonality (20.08% and 24.2%) were the most important factors forming the distribution species. As it seems, climatic change has been responsible for fragmentation and destruction of habitats *N. derjugini* in the present and the future, although human activity in the destruction and change of habitats cannot be ignored.

Key words: Kurdistan Newt, Climate Condition, Potential Distribution, Future.

اثرات تغییر اقلیم بر پراکنش و مطلوبیت زیستگاه سمندر به شدت در خطر انقراض، *Neurergus derjugini* Nesterov, 1916 (دم‌داران: سالاماندری‌ده): از دوره معاصر تا ۲۰۳۰

رسول کرمانی*، استادیار گروه زیست‌شناسی دانشکده علوم، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران (مسوول مکاتبات)

rasoul.karamiani@gmail.com

چکیده

بررسی پیامدهای تغییرات اقلیم بر پراکنش و استقرار گونه‌ها برای بیشتر پژوهشگران جالب و تأمل‌برانگیز است. سمندر کردستانی (*Neurergus derjugini*) از جمله گونه‌های به شدت در خطر انقراض (Critically Endangered) در فهرست سرخ IUCN است و در کوه‌های اورمان در ایران، مرز عراق و ترکیه پراکنش دارد. امروزه جمعیت این گونه به دلیل عوامل متعددی از جمله تغییر اقلیم رو به کاهش و در معرض تهدید جدی است. در این مطالعه با استفاده از رویکرد بی‌نظمی بیشینه (MaxEnt) براساس متغیرهای اقلیمی (بارشی و حرارتی) و توپوگرافی (ارتفاع و شیب)، پتانسیل پراکنش، تعیین زیستگاه‌های مناسب و پیش‌بینی آنها در عصر حاضر و آینده (سال ۲۰۳۰) با استفاده از سناریوهای نماینده خط سیر غلظت گازهای گلخانه‌ای (*RCP 8.5* و *RCP 2.6*) برای سمندر کردستانی ارزیابی شد. میزان بارش سردترین سه ماهه سال (۳۸/۸ درصد)، شیب زمین (۲۶/۸ درصد) و دامنه تغییرات سالانه دما (۱۳/۶ درصد) عوامل مهم شکل‌دهنده پراکنش *N. derjugini* در دوره معاصر بودند. برای سال ۲۰۳۰ در سناریوهای *RCP 8.5* و *2.6* به ترتیب میزان بارش در سردترین سه ماه سال (۴۳/۸ و ۴۲/۷ درصد)، توزیع فصلی بارش (۲۸ و ۳۰/۶ درصد) و تغییرات فصلی دما (۲۰/۰۸ و ۲۴/۲ درصد) عوامل مهم شکل‌دهنده پراکنش گونه بودند. به نظر می‌رسد تغییر اقلیم نقش چشمگیری در تکه‌تکه شدن و از بین رفتن زیستگاه‌های *N. derjugini* در عصر حاضر و آینده دارد؛ هرچند نمی‌شود فعالیت بشر را در تخریب و تغییر زیستگاهها نادیده گرفت.

واژه‌های کلیدی: سمندر کردستانی، شرایط اقلیم، پتانسیل پراکنش، آینده.

مقدمه

نمایان شود (Davis et al., 2005; Sillero and

Carretero, 2013). تجزیه و تحلیل مدل‌های توزیع گونه ممکن است به درک پژوهش‌های نظری (Phillips et al., 2009)، فرآیندهای محیط زیستی و تکاملی در برنامه‌ریزی حفاظت از گونه‌ها کمک کند (Graham et al., 2004). از الگوهای پراکنش گونه

تغییرات اقلیم نقش مهمی در توزیع گونه‌های جانوری ایفا می‌کند. واکنش استراتژیک گونه‌ها به تغییرات پایدار آب و هوا ممکن است به صورت تحمل شرایط زیستگاه، تغییر دامنه‌ها به مناطقی که آب و هوا در محدوده تحمل گونه‌ها باشد و در نهایت، انقراض

به‌ویژه در چند دهه گذشته داشته است (Whittaker *et al.*, 2013) و این مسئله به ساختار حیاتی دوزیستان مربوط می‌شود؛ زیرا دوزیستان دارای پوستی نفوذپذیر و بدون محافظ و همچنین تخم‌های بدون پوسته و خارج رحمی هستند که آنها را در برابر تغییرات آب و هوایی در معرض آسیب قرار می‌دهند. جنبه‌های مهم زیست‌شناسی دوزیستان مانند رشد، توسعه، تغذیه، زمان خواب زمستانی و آمیزش از آب و هوا تأثیر می‌گیرد (Li *et al.*, 2013)؛ علاوه بر تأثیرات گفته شده، تغییرات آب و هوا ممکن است زیستگاههای دوزیستان از جمله پوشش گیاهی، خاک و آب را تغییر دهد. تغییرات آب و هوایی ممکن است بر در دسترس بودن مواد غذایی و واکنش‌های متقابل شکارچی و طعمه تأثیرگذار باشد که ساختار جامعه اکوسیستم را تغییر می‌دهد (Whittaker *et al.*, 2013)؛ همچنین تغییرات آب و هوایی ممکن است پویایی میزبان پاتوژن را تغییر دهد و بر نحوه ظهور بیماری‌ها مؤثر باشد (Blaustein *et al.*, 2010).

سمندرهای کوهستانی جنس *Neurergus Cope*, 1862، در خانواده Salamandridae قرار گرفته‌اند. این جنس شامل چهار گونه است که از لحاظ جغرافیایی در ایران، عراق و ترکیه توزیع شده‌اند (Barabanov *et al.*, 2010). گونه‌های این جنس عبارتند از: *N. crocatus Cope*, در شمال غربی ایران، شمال و شمال شرقی عراق و جنوب شرقی ترکیه، *N. kaiseri* Schmidt, 1952، بومی ایران و در مناطق جنوب غربی ایران در استان‌های لرستان و خوزستان (Mahdipour and Rastegar-Pouyani, 2020)، *N. strauchii* Schneider and Steindachner, 1887، بومی ترکیه (Schneider and Schneider, 2013) و سمندر کردستانی (*Neurergus*

برای بررسی تأثیر تغییرات آب و هوایی بر توزیع فراوانی گونه‌ها (Thomas *et al.*, 2004)، تعیین تنوع زیستی (Kleidon and Mooney, 2000)، ارزیابی تغییرات احتمالی آینده در تنوع (Ramirez-Villegas *et al.*, 2014)، پیش‌بینی توزیع پتانسیل و مناسب بودن زیستگاه برای گونه‌ها (Karamiani *et al.*, 2019) استفاده می‌شود. رویکرد بیشینه آنتروپی (MaxEnt)، رویکردی کلی برای توصیف پراکنش احتمالی از گزارش‌های اندک حضور گونه‌ها است (Elith *et al.*, 2006; Hernandez *et al.*, 2006; Phillips *et al.*, 2006). توزیع احتمالی براساس متغیرهای محیطی مؤثر در منطقه مدنظر، تخمین زده می‌شود (Pearson *et al.*, 2007; Kaliontzopoulou *et al.*, 2008). اقلیم عصر حاضر براساس مدل‌های گردش عمومی جو شبیه‌سازی می‌شود که فرآیندهای فیزیکی جو را به صورت مدل‌های عددی نشان می‌دهد؛ همچنین شرایط آب و هوایی آینده، با استفاده از سناریوهایی با نام نماینده خط سیر غلظت گازهای گلخانه‌ای (Representative Concentration Pathways, RCP) تصویرسازی می‌شود (Moss *et al.*, 2010; Miao *et al.*, 2013; Aghakhani Afshar *et al.*, 2017).

در دو دهه گذشته جمعیت دوزیستان کاهش یافته است. دو دلیل احتمالی برای کاهش دوزیستان وجود دارد: نخست، شامل فعالیت‌های بشر از جمله ورود گونه‌های بیگانه، بهره‌برداری زیاد از زیستگاهها، تغییر کاربری اراضی و افزایش استفاده از سموم دفع آفات و سایر مواد شیمیایی سمی و دوم، شامل تغییر اقلیم جهانی (افزایش برخورد اشعه فرابنفش و گرم شدن کره زمین) و بیماری‌های عفونی می‌شود (Blaustein *et al.*, 2010). تغییرات اقلیم نقش مهمی در کاهش دوزیستان

آذربایجان غربی در ایران و استان‌های دهوک، اربیل و سلیمانیه در عراق انجام شد. برای بررسی خودهمبستگی مکانی نقاط از شاخص جهانی موران (Global Moran's I) با نام نمره استاندارد (*z-score*) در نرم‌افزار ArcGIS 10.8 استفاده شد. مقدار شاخص I بین -۱ و +۱ متغیر است. هرچه مقدار این شاخص به +۱ نزدیک‌تر باشد، نشان از خودهمبستگی مکانی بیشتر دارد و هرچه به -۱ نزدیک‌تر شود، نشان‌دهنده نبود خودهمبستگی مکانی است. در صورتی که مقدار این شاخص صفر باشد، دلیلی بر توزیع تصادفی داده‌ها است و در واقع، هیچ‌گونه ارتباط مکانی وجود ندارد (Gunaratna et al., 2013). متوسط گستره خانگی سمندر کردستانی ۲۳۰ متر مربع تخمین زده شده است (Sharifi and Afroosheh, 2014). در این مطالعه از ۷۰ نقطه استفاده شد (پیوست، جدول ۱).

N. derjugini Nesterov, 1916 که پیش از این *N. microspilotus* نامیده می‌شد) که در بخش‌های شمالی کوه‌های زاگرس در ایران، عراق و مرز ترکیه پراکنده شده است. گونه *N. derjugini* از *N. crocatus* و *N. strauchii* با کمک لکه‌های بی‌شمار زردرنگ کوچک و سطح شکمی قرمز آجری تشخیص داده می‌شود (Leviton et al., 1992). در این پژوهش، مناطق بالقوه پراکنش شناسایی و الگوهای جغرافیای زیستی سمندر کردستانی *N. derjugini* در دو دوره عصر حاضر و آینده (۲۰۳۰) درک خواهد شد.

مواد و روش‌ها

۱- **ثبت نقاط:** ثبت نقاط حضور در مناطق استقرار گونه بر اساس فعالیت‌های میدانی (شکل ۱) و با استفاده از گزارش‌های ثبت‌شده قبلی از دامنه پراکنش سمندر کردستانی در استان‌های کرمانشاه، کردستان و



شکل ۱- الف) سمندر کردستانی داخل نهر کاوات (پاوه، کرمانشاه)، ب) سمندر کردستانی بیرون از آب نهر اطراف نوسود (کرمانشاه)، ج) زیستگاه طبیعی سمندر کردستانی در نهر کاوات و د) زیستگاه‌های ساخته‌شده توسط کشاورزان برای تأمین آب باغ‌ها.

2006, *al.*) استفاده شد؛ سپس مقادیر ضریب همبستگی پیرسون در نرم‌افزار SPSS (نسخه ۲۲) مشخص و فقط یکی از متغیرهایی که دارای ضریب همبستگی پیرسون بیشتر از ۰/۷۵ بود، در مدل‌سازی استفاده شد (Karamiani *et al.*, 2019). بین تمامی متغیرهای اقلیمی و توپوگرافی (پیوست، جدول ۲) همبستگی گرفته شد؛ سپس هفت متغیر شامل پنج متغیر اقلیمی و دو متغیر توپوگرافی برای مدل‌سازی به کار گرفته شد (جدول ۱). نقشه پراکنش گونه براساس ۱۵ مرتبه اجرای مدل (تکرار) استخراج شد که بهترین مدل را برای گونه مطالعه شده ارائه می‌دهد. برای ارزیابی نتایج مدل‌سازی نقشه‌های پراکنش از آماره تحلیل منحنی ویژگی عامل دریافت کننده (Receiver operating characteristic curve, ROC) استفاده شد. در صورتی که سطح زیر منحنی در رویکرد بی‌نظمی بیشینه ۰/۵ تا ۰/۷ باشد، نشان‌دهنده پیش‌بینی مدل تصادفی است (Gallien *et al.*, 2012). مقادیر ۰/۷ تا ۰/۹ بیانگر مدلی خوب و مقادیر بیش از ۰/۹ نشان‌دهنده پیش‌بینی بسیار عالی مدل است (Manel *et al.*, 2001). درنهایت، از نرم‌افزار DIVA-GIS 7.3.0.1 برای ترسیم نقشه‌های پیش‌بینی شده براساس نقاط حضور گونه در زیستگاهها استفاده شد (Hijmans *et al.*, 2001).

نتایج

مقادیر حاصل از شاخص جهانی موران (*Moran's I*: 0.012، *z-score*: 7.232 و *p-value*: 0.000) برای بررسی خودهمبستگی مکانی نقاط، از نرم‌افزار ArcGIS استخراج شد. براساس پیش‌بینی مدل‌ها، متغیرهای اساسی مهم برای سمندر کردستانی، میزان بارش و تغییرات فصلی، بارش در سردترین سه ماهه

۲- داده‌ها و تجزیه و تحلیل آنها: برای

مدل‌سازی از رویکرد بی‌نظمی بیشینه (MaxEnt) براساس ۱۹ متغیر زیست‌اقلیمی (Bioclimatic) و دو متغیر توپوگرافی (پیوست، جدول ۲) با دقت تقریبی یک کیلومتر مربع (۳۰×۳۰ ثانیه) برای هر دو دوره (معاصر: ۱۹۵۰ تا ۲۰۰۰ و آینده: سال ۲۰۳۰) استفاده شد. در این پژوهش، از بررسی‌های هیئت بین‌دول تغییر اقلیم در گزارش پنجم^۱ و مدل سیستم اقلیمی مرکز آب و هوایی پکن نسخه ۱-۱^۲ استفاده شد (<http://www.ccafs-climate.org>). برای سال ۲۰۳۰ دو سناریو بررسی شد: ۱. سناریوی RCP 2.6؛ طبق این سناریو غلظت گازهای گلخانه‌ای در سال ۲۰۳۰ بسیار کم می‌شود و برای غلظت گازهای گلخانه‌ای یک «اوج و نزول» در نظر گرفته شده است؛ به طوری که سطح اجباری تابشی گازهای گلخانه‌ای ابتدا تا اواسط قرن حاضر (2050) به حدود ۳/۱ وات در هر متر مربع (W/m²) می‌رسد و سال 2100 به ۲/۶ وات در هر متر مربع بازمی‌گردد (Van Vuuren *et al.*, 2007) و برای رسیدن به چنین سطح اجباری از تابش، باید با مدیریت انتشار گازهای گلخانه‌ای (و به‌طور غیر مستقیم انتشار آلاینده‌های هوا) در گذر زمان، غلظت آنها را به میزان شایان توجهی کاهش داد؛ ۲. سناریوی RCP 8.5؛ براساس این ایده، غلظت گازهای گلخانه‌ای با گذشت زمان همچنان افزایش خواهد یافت (Riahi *et al.*, 2007). برای شناسایی نسبت همبستگی بین متغیرها و نقاط ثبت‌شده حضور گونه، از نرم‌افزار Openmodeller (V. 1.0.7) (de Souza Muñoz *et al.*)

¹ IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change

² AR5: Fifth Assessment Report

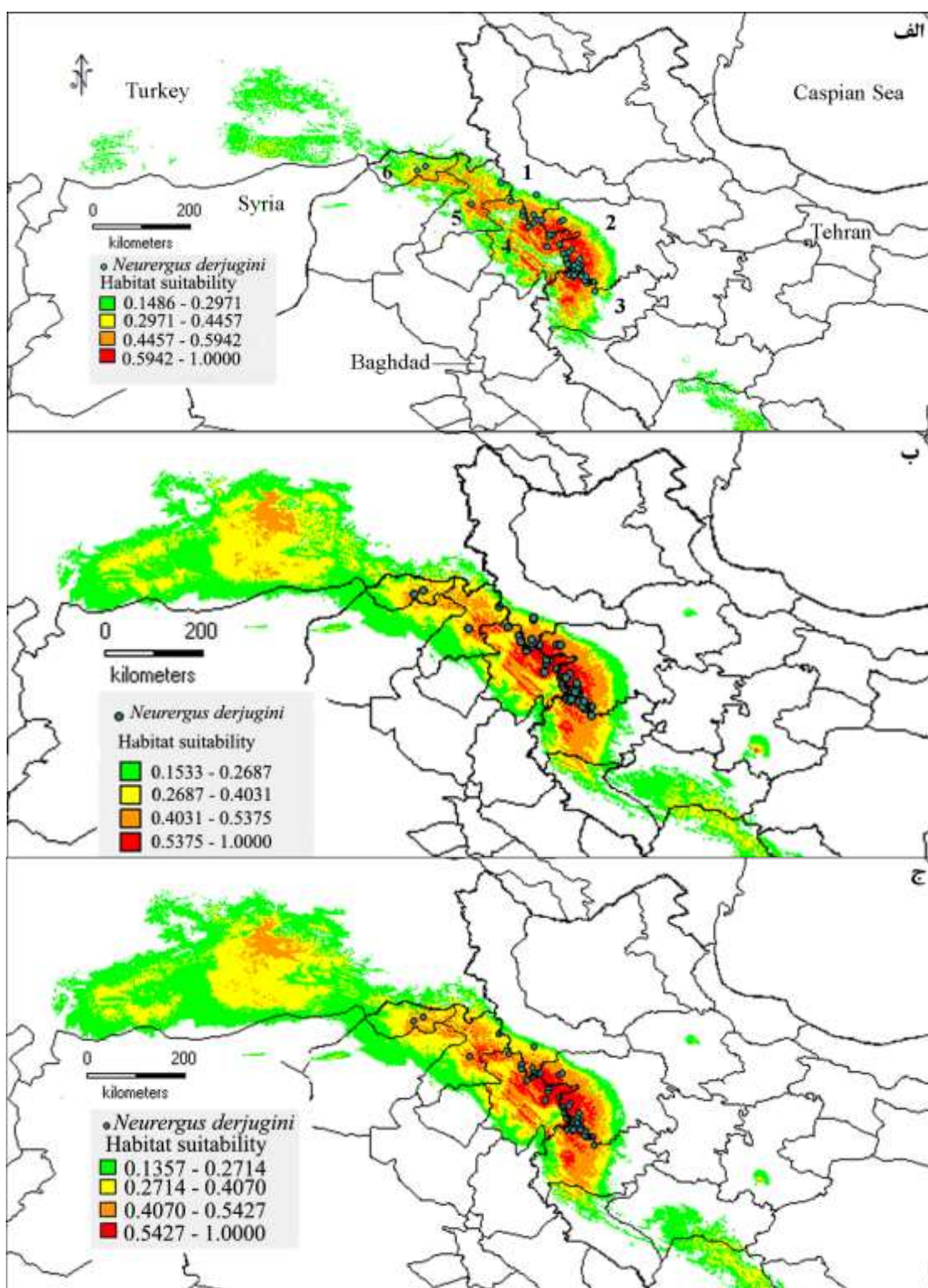
³ bcc-csm1-1: The Beijing Climate Center Climate System Model version 1.1

سمندر کردستانی برای سال ۲۰۳۰ سناریوی RCP 2.6 عبارتند از: بارش در سردترین سه ماه سال (میانگین $۸/۹۵ \pm ۳۳۳/۸۵$ میلی لیتر)، توزیع فصلی بارش (میانگین $۰/۴۶ \pm ۹۰/۷۷$)، تغییرات فصلی دما (متوسط $۹/۵$ درجه سانتی گراد) و دامنه تغییرات سالانه دما، به عبارتی اختلاف گرم‌ترین ماه با سردترین ماه سال، (میانگین $۰/۸۶ \pm ۴۲/۲۱$)؛ همچنین متغیرهای مهم تأثیرگذار بر الگوی پراکنش پیش‌بینی شده سمندر کردستانی برای سال ۲۰۳۰ سناریوی RCP 8.5 عبارتند از: بارش در سردترین سه ماه سال (میانگین $۸/۸۲ \pm ۳۲۳$ میلی لیتر)، توزیع فصلی بارش (میانگین $۰/۴۳ \pm ۹۴/۶۲$) و تغییرات فصلی دما (متوسط $۱۰/۲$ درجه سانتی گراد).

جدول ۱- نسبت متغیرهای مهم (درصدی) در دوره معاصر (۱۹۵۰ تا ۲۰۰۰) و آینده (سال ۲۰۳۰، سناریوی ۲/۶ و سناریوی ۸/۵) که در مدل MaxEnt برای سمندر کردستانی (*N. derjugini*) استفاده شده است.

سال، دامنه تغییرات سالانه و شیب زمین بود. مقدار سطح زیر منحنی (Area Under the Curve) در این مطالعه برای هر دو دوره زمانی بررسی شده $۰/۹۹۷ \pm ۰/۰۰۱$ بود که بیانگر پیش‌بینی بسیار عالی مدل‌ها است. نقشه مطلوبیت زیستگاهها و احتمال پراکنش سمندر کردستانی در شکل ۲ آورده و سهم نسبی عملکردی هر متغیر در دوره‌ها در جدول ۱ ارائه شده است. وسعت مناطق مستعد حدود ۱۴۱۷۵ کیلومتر مربع در عصر حاضر و ۲۹۱۴۶ کیلومتر مربع برای سال ۲۰۳۰ پیش‌بینی شده است؛ ولی فقط $۲۶۷/۳۷$ کیلومتر مربع در عصر حاضر و حدود ۲۵۰ کیلومتر مربع در سال ۲۰۳۰ دارای مطلوبیت زیاد برای بقای سمندر کردستانی پیش‌بینی شده است. براساس نتایج حاصل از MaxEnt، عوامل مؤثر بر مدل پراکنش سمندر کردستانی در دوره معاصر، بارش در سردترین سه ماه سال (میانگین $۸/۸ \pm ۳۴۸/۲۸$)، توزیع فصلی بارش (میانگین $۰/۴۴ \pm ۸۶/۴۸$)، دامنه تغییرات سالانه دما (میانگین $۰/۸۴ \pm ۴۰/۲$) و شیب زمین (۸۹ درجه) ذکر شده است. متغیرهای مهم مؤثر بر مدل پراکنش پیش‌بینی شده

متغیر	توصیف متغیر	دوره معاصر	سال ۲۰۳۰، سناریوی ۲/۶	سال ۲۰۳۰، سناریوی ۸/۵
Bio19	بارش در سردترین سه ماه سال	۳۸/۸	۴۳/۸	۴۲/۷
Bio15	توزیع فصلی بارش	۱۲/۶	۲۸	۳۰/۶
Bio4	تغییرات فصلی دما	۱	۲۰/۰۸	۲۴/۲
Bio7	دامنه تغییرات سالانه دما	۱۳/۶	۳/۸	-
Slope	شیب زمین	۲۶/۸	-	-
Bio3	هم‌دمایی (میانگین دمای روزانه/دامنه تغییرات سالانه دما)	۵/۲	-	-
Altitude	ارتفاع	۲	-	-



شکل ۱- الگوی پراکنش بالقوه سمندر کردستانی (*Neuregerus derjugini*) در زیستگاهها در دوره‌های: الف) دوره معاصر (۱۹۵۰ تا ۲۰۰۰)، ب) سال ۲۰۳۰ سناریوی RCP 2.6 و ج) سال ۲۰۳۰ سناریوی RCP 8.5 در استان‌های آذربایجان غربی (۱)، کردستان (۲) و کرمانشاه (۳) در ایران و استان‌های سلیمانیه (۴)، اربیل (۵) و دهوک (۶) در عراق. دایره‌ها بیانگر حضور گونه و مربع‌ها نشان‌دهنده مقدار مطلوبیت زیستگاه است.

بحث

در شاخص موران جهانی، فرضیه صفر این است که هیچ نوع خوشه‌بندی فضایی بین نقاط استقرار وجود نداشته باشد. زمانی که مقدار p -value بسیار کوچک و مقدار Z محاسبه شده بسیار بزرگ باشد، فرضیه صفر رد می‌شود. اگر شاخص موران بیشتر از صفر باشد، داده‌ها نوعی خوشه‌بندی فضایی دارند و اگر کمتر از صفر باشد، دارای الگوی پراکنده هستند. نتایج شاخص موران برای سمندر کردستانی نشان داد نقاط نوعی خوشه‌بندی فضایی و الگوی مترکم و نزدیک به هم دارند.

تغییرات آب و هوایی تأثیر به‌سزایی بر کاهش جمعیت و انقراض بسیاری از گونه‌ها دارد؛ به طوری که این تغییرات بر رفتار تولید مثلی، ایمنی در برابر بیماری‌ها به‌ویژه بیماری‌های قارچی و باکتریایی و افزایش حساسیت دوزیستان در برابر آلاینده‌های شیمیایی تأثیر می‌گذارد (Yousefi Siahkalroodi *et al.*, 2013). تغییر در الگوهای آب و هوایی بر جمعیت‌های کوچک بیش از جمعیت‌های بزرگ اثر می‌گذارد و ممکن است آنها را به سمت انقراض پیش ببرد (Pullin, 2002). سمندر کردستانی همانند سمندر لرستانی و دیگر سمندرها بسیار از میزان بارش فصلی و سالیانه، میانگین درجه حرارت سالیانه و ارتفاع تأثیر می‌گیرد؛ به گونه‌ای که دما و بارندگی بر فرآیندهای مهمی مانند انتخاب زیستگاه و مهاجرت آنها تأثیر می‌گذارد (Dervo *et al.*, 2016; Zangene *et al.*, 2016). نتایج این مطالعه، الگوی پراکنش شناخته‌شده و جدید سمندر کردستانی را براساس شرایط آب و هوایی تأیید می‌کند (Mawloudi *et al.*, 2018). مدل‌های این مطالعه از نقش فرضیه تغییرات آب و هوایی پیش‌بینی شده مؤثر بر

مناسب بودن زیستگاه آینده سمندر کردستانی پشتیبانی می‌کند که باعث تغییر در مناطقی از دامنه پراکنش آنها می‌شود. نتایج نشان داد هرچند وسعت مناطق با مطلوبیت کم و متوسط با روند صعودی پیش‌بینی شده است، وسعت مناطقی که دارای مطلوبیت بسیاری برای بقای سمندر کردستانی هستند، روند نزولی و اثر منفی خواهند داشت و این یافته تا حدی با سایر مطالعات انجام‌شده روی دوزیستان به‌ویژه در رابطه با افزایش دما مطابقت دارد (Milanovich *et al.*, 2010; Ochoa-*et al.*, 2012; Velo-Antón *et al.*, 2013; Barrett *et al.*, 2014; Sutton *et al.*, 2015; Tok *et al.*, 2016; Sharifi *et al.*, 2017).

بارش ماههای سرد سال به میزان بیش از ۵۰ درصد، در ترسیم و پیش‌بینی الگوی پراکنش نقش اساسی ایفا کرده است؛ زیرا تجمع برف در ارتفاعات باعث ذخیره آب در دوره آبی چشمه‌ها و نهرها می‌شود. متغیرهای تغییرات فصلی دما و دامنه تغییرات سالانه دما، به احتمال زیاد اثر زیادی بر درجه حرارت فصل بهار (فصل بین دو فصل سرد و گرم سال)، فصل انجام فعالیت‌های حیاتی (مانند زادآوری و رشد لاروها) سمندر کردستانی، دارد. مطالعات و گزارش‌های قبلی (Rastegar-Pouyani *et al.*, 2014) درباره نواحی پراکنش سمندر کردستانی نشان داد بیشتر زیستگاههای آن در مناطق مرتفع و سرد با شیب زیاد قرار گرفته‌اند که بیانگر این است که سمندر کردستانی وابستگی ویژه‌ای به دما و میزان بارش در فصل سرد سال دارد. سمندر کردستانی برخلاف سمندر لرستانی برای بقا نیاز به آب تازه با دمای ۱۵ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد دارد (Sharifi *et al.*, 2017) که همین عامل باعث شده است بیشتر در چشمه‌های مرتفع زیست کند. به‌طور کلی، توانایی گونه‌ها برای سازگاری با تغییرات آب و

هوای و توانایی پراکندگی گونه‌ها بستگی دارد (Schloss *et al.*, 2012). دمای گرم‌تر باعث می‌شود سمندر کردستانی دامنه پراکنش جغرافیایی خود را به سمت ارتفاعات تغییر دهد؛ در نتیجه کاهش اندازه دامنه و زیستگاه موجود به طور احتمالی خطر انقراض را افزایش می‌دهد (Segelbacher *et al.*, 2010; Hermes *et al.*, 2018)؛ با این حال دوزیستانی که از هر دو زیستگاه آبرزی و خشکی استفاده می‌کنند، مانند *N. derjugini* و *N. kaiseri*، گاهی برخلاف انتظار مسافت‌های شایان توجهی (بیشتر از یک کیلومتر) را می‌پیمایند تا به زیستگاه‌های مناسب دوردست برسند (Smith and Green, 2005; Sinsch, 2014; Ashrafzadeh *et al.*, 2019). زنده ماندن در آب و هوایی که به سرعت در حال تغییر است به این بستگی دارد که گونه‌های حساس موفق به یافتن پناهگاه‌هایی شوند و در برابر شرایط شدید مصون بمانند (Scheffers *et al.*, 2014). زیستگاه‌های خرد با ارائه میکروکلیمای مناسب (Ibanez *et al.*, 2013)، ممکن است در جایگاه پناهگاه‌های اصلی (پناهگاه خرد) برای تعدیل پیامدهای اکوفیزیولوژیک تغییر آب و هوا بر جوامع خونسرد عمل کنند (Huey and Tewksbury, 2009; Scheffers *et al.*, 2014)؛ در حالی که پناهگاه‌های خرد ممکن است به موجودات برای تحمل شرایط سخت در برابر تغییر شدت درجه حرارت کمک کنند (Keppel *et al.*, 2012).

سپاسگزاری

بدین وسیله از معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه رازی و مدیریت سازمان محیط زیست استان کرمانشاه جناب مهندس فریدون یاوری قدردانی می‌شود که در پیشبرد این پروژه کمال همکاری با اینجانب را داشتند.

منابع

- Afroosheh, M., Akmalii, V., Esmaelii, S., & Sharifi, M. (2016). On the Distribution, Abundance and Conservation Status of the Endangered Spotted Mountain Newt *Neuregus Microspilotus* (Caudata: Salamandridae) in Western Iran. *Journal of Herpetological Conservation and Biology*, 11(1), 52-60.
- Aghakhani Afshar, A., Hassanzadeh, Y., Besalatpour, A. A., & Pourreza Bilondi, M. (2017). Annual Assessment of Kashafrood Watershed Basin Climate Components in Future Periods by Using Fifth

- Report of Intergovernmental Panel on Climate Change. *Journal of Water and Soil Conservation*, 23(6), 217-233.
- Al-Sheikhly, O. F., Iyad, A. N., Rastegar-Pouyani, N., & Browne, R. K. (2013). New Localities of the Kurdistan Newt *Neuregerus Microspilotus* and Lake Urmia Newt *Neuregerus Crocatus* (Caudata: Salamandridae) in Iraq. *Journal of Amphibian and Reptile Conservation*, 6(4), 42-49.
- 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. *Journal of Global Ecology and Conservation*, 19, e00637.
- Bahmani, Z., Karamiani, R., Rastegar-Pouyani, N., Gharzi, A., & Browne, R. K. (2014). The Amphibian Fauna of Kurdistan Province, Western Iran. *Journal of Amphibian and Reptile Conservation*, 9(1), 31-35.
- Barabanov, A. V., & Litvinchuk, S. N. (2015). A New Record of the Kurdistan Newt (*Neuregerus Derjugini*) in Iran and Potential Distribution Modeling for the Species. *Russian Journal of Herpetology*, 22(2), 107-115.
- 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(2), 282-297.
- Blaustein, A. R., Walls, S. C., Bancroft, B. A., Lawler, J. J., Searle, C. L., & Gervasi, S. S. (2010). Direct and Indirect Effects of Climate Change on Amphibian Populations. *Journal of Diversity*, 2(2), 281-313.
- Collins, J. P., & Storer, A. (2003). Global Amphibian Declines: Sorting the Hypotheses. *Diversity and Distributions*, 9(2), 89-98.
- Davis, M. B., Shaw, R. G., & Etterson, J. R. (2005). Evolutionary Responses to Changing Climate. *Journal of Ecology*, 86(7), 1704-1714.
- De Souza Muñoz, M. E., De Giovanni, R., De Siqueira, M. F., Sutton, T., Brewer, P., Pereira, R. S., Canhos, D. A. L., & Canhos, V. P. (2011). Openmodeller: A Generic Approach to Species' Potential Distribution Modelling. *GeoInformatica*, 15(1), 111-135.
- 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*, 3174316.
- Elith, J., Graham, C. H., Anderson, P., Dudík, R., Ferrier, M., Guisan, S., Hijmans, J. A., Huettmann, R. F., Leathwick, R. J., Lehmann, A., & Li, J. (2006). Novel Methods Improve Prediction of Species' Distributions from Occurrence Data. *Ecography*, 29(2), 129-151.
- Gallien, L., Douzet, R., Pratte, S., Zimmermann, N. E., & Thuiller, W. (2012). Invasive Species Distribution Models-How Violating the Equilibrium Assumption Can Create New Insights. *Journal of Global Ecology and Biogeography*, 21(11), 1126-1136.
- Graham, C. H., Ferrier, S., Huettman, F., Moritz, C., & Peterson, A. T. (2004). New Developments in Museum-Based Informatics and Applications in Biodiversity Analysis. *Journal of Trends in Ecology and Evolution*, 19(9), 497-503.
- Gunaratna, N., Liu, Y., & Park, J. (2013). Spatial Autocorrelation. *Journal of Recuperado el*, 2, 1-14.
- Hermes, C., Keller, K., Nicholas, R. E., Segelbacher, G., & Schaefer, H. M. (2018). Projected Impacts of Climate Change on Habitat Availability for an Endangered Parakeet. *PloS One*, 13(1), e0191773.

- Hernandez, P. A., Graham, C. H., Master, L. L., & Albert, D. L. (2006). The Effect of Sample Size and Species Characteristics on Performance of Different Species Distribution Modeling Methods. *Journal of Ecography*, 29(5), 773-785.
- Hijmans, R. J., Guarino, L., Cruz, M., & Rojas, E. (2001). Computer Tools for Spatial Analysis of Plant Genetic Resources Data: 1. DIVA-GIS. *Journal of Plant Genetic Resources Newsletter*, 15-19.
- Huey, R. B., & Tewksbury, J. J. (2009). Can Behavior Douse the Fire of Climate Warming?. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(10), 3647-3648.
- Ibanez, T., Hély, C., & Gaucherel, C. (2013). Sharp Transitions in Microclimatic Conditions between Savanna and Forest in New Caledonia: Insights into the Vulnerability of Forest Edges to Fire. *Journal of Austral Ecology*, 38(6), 680-687.
- Kaliontzopoulou, A., Brito, J. C., Carretero, M. A., Larbes, S., & Harris, D. J. (2008). Modelling the Partially Unknown Distribution of Wall Lizards (*Podarcis*) in North Africa: Ecological Affinities, Potential Areas of Occurrence, and Methodological Constraints. *Canadian Journal of Zoology*, 86(9), 992-1001.
- Karamiani, R., Rastegar-Pouyani, N., & Mewludi, Sh. (2019). The Reduced Model of Distribution and Habitat Suitability for Endemic the Vulnerable Lorestan Newt, *Neurergus Kaiseri* Schmidt, 1952 (Urodela: Salamandridae). *International Journal of Zoology Studies*, 4(6), 64-69.
- Keppel, G., Van Niel, K. P., Wardell-Johnson, G. W., Yates, C. J., Byrne, M., Mucina, L., Schut, A. G., Hopper, S. D., & Franklin, S. E. (2012). Refugia: Identifying and Understanding Safe Havens for Biodiversity under Climate Change. *Journal of Global Ecology and Biogeography*, 21(4), 393-404.
- Kleidon, A., & Mooney, H. A. (2000). A Global Distribution of Biodiversity Inferred from Climatic Constraints: Results from a Process-Based Modelling Study. *Journal of Global Change Biology*, 6(5), 507-523.
- Lanza, B., Arntzen, J. W., & Gentile, E. (2010). Vertebral Numbers in the Caudata of the Western Palaearctic (Amphibia). *Atti del Museo Civico di Storia Naturale di Trieste*, 54, 3-114.
- Leviton, A. E., Anderson, S. C., Adler, K., & Minton, S. A. (1992). *Handbook to Middle East Amphibians and Reptiles*. St. Louis: Society for the Study of Amphibians and Reptiles.
- Li, Y., Cohen, J. M., & Rohr, J. R. (2013). Review and Synthesis of the Effects of Climate Change on Amphibians. *Journal of Integrative Zoology*, 8(2), 145-161.
- Mahdipour, F., & Rastegar-Pouyani, N. (2020). Distribution and Habitats of the Lorestan Newt, *Neurergus Kaiseri* (Schmidt, 1952) (Amphibia: Salamandridae) in Lorestan and Khuzestan Provinces. *Journal of Taxonomy and Biosystematics*, 12(42), 1-10.
- Manel, S., Williams, H. C., & Ormerod, S. J. (2001). Evaluating Presence–Absence Models in Ecology: The Need to Account for Prevalence. *Journal of Applied Ecology*, 38(5), 921-931.
- Mawlouidi, S., Rastegar-Pouyani, N., Rastegar-Pouyani, E., & Karamiani, R. (2018). *Two New Localities for Kurdistan Newt Neurergus Derjugini from Kurdistan Province*. 20th National & 8th International Congress of Biology, 22-24 Aug, 2018, University of Maragheh, Iran.
- Miao, C. Y., Duan, Q. Y., Sun, Q. H., & Li, J. D. (2013). Evaluation and Application of Bayesian Multi-Model Estimation in Temperature Simulations. *Progress in Physical Geography*, 37(6), 727-744.
- Milanovich, J. R., Peterman, W. E., Nibbelink, N. P., & Maerz, J. C. (2010). Projected Loss of a Salamander Diversity Hotspot as a Consequence of Projected Global Climate Change. *PloS One*, 5(8), e12189.

- Moss, R. H., Edmonds, J. A., Hibbard, K. A., Manning, M. R., Rose, S. K., Van Vuuren, D. P., ... & Wilbanks, T. J. (2010). The Next Generation of Scenarios for Climate Change Research and Assessment. *Nature*, 463(7282), 747-756.
- Najafi-Majd, E., & Kaya, U. (2013). Rediscovery of the Lake Urmia Newt, *Neurergus Crocatus* Cope, 1862 (Caudata: Salamandridae) in Northwestern Iran after 150 Years. *Journal of Amphibian and Reptile Conservation*, 6(4), 36-41.
- Nesterov, P. V. (1916). Trois Formes Nouvelles d'Amphibiens (Urodela) du Kurdistan. *Annu Mus Zool Acad*, 21, 1-30.
- Ochoa-Ochoa, L. M., Rodríguez, P., Mora, F., Flores-Villela, O., & Whittaker, R. J. (2012). Climate Change and Amphibian Diversity Patterns in Mexico. *Journal of Biological Conservation*, 150(1), 94-102.
- Parto, P., Vaissi, S., Farasat, H., & Sharifi, M. (2013). First Report of Chytridiomycosis (*Batrachochytrium Dendrobatidis*) in Endangered *Neurergus Microspilotus* (Caudata: Salamandridae) in Western Iran. *Global Veterinaria*, 11(5), 547-551.
- Pearson, R. G., Raxworthy, C. J., Nakamura, M., & Townsend Peterson, A. (2007). Predicting Species Distributions from Small Numbers of Occurrence Records: A Test Case Using Cryptic Geckos in Madagascar. *Journal of Biogeography*, 34(1), 102-117.
- Phillips, S. J., Anderson, R. P., & Schapire, R. E. (2006). Maximum Entropy Modeling of Species Geographic Distributions. *Journal of Ecological Modelling*, 190(3-4), 231-259.
- Phillips, S. J., Dudík, M., Elith, J., Graham, C. H., Lehmann, A., Leathwick, J., & Ferrier, S. (2009). Sample Selection Bias and Presence-Only Distribution Models: Implications for Background and Pseudo-Absence Data. *Journal of Ecological Applications*, 19(1), 181-197.
- Pullin, A. S. (2002). *Conservation Biology, Chapter 4: Effects of habitat Destruction*. Cambridge University Press. 76-101.
- Ramirez-Villegas, J., Cuesta, F., Devenish, C., Peralvo, M., Jarvis, A., & Arnillas, C. A. (2014). Using Species Distributions Models for Designing Conservation Strategies of Tropical Andean Biodiversity under Climate Change. *Journal for Nature Conservation*, 22(5), 391-404.
- Rastegar-Pouyani, N., Mirani, R., Bahmani, Z., Karamiani, R., Takesh, M., & Browne, R. K. (2014). Conservation Status of the Kurdistan Newt *Neurergus Microspilotus* in Kermanshah and Kurdistan Provinces, Iran. *Journal of Amphibian and Reptile Conservation*, 9(1), 36-41.
- Rastegar-Pouyani, N., Takesh, M., Fattahi, A., Sadeghi, M., Khorshidi, F., & Browne, R. K. (2013). Ecology of Kurdistan Newt (*Neurergus Microspilotus*: Salamandridae): Population and Conservation with an Appraisal of the Potential Impact of Urbanization. *Amphibian and Reptile Conservation*, 6, 30-35.
- Riahi, K., Grübler, A., & Nakicenovic, N. (2007). Scenarios of Long-Term Socio-Economic and Environmental Development under Climate Stabilization. *Technological Forecasting and Social Change*, 74(7), 887-935.
- Rodhouse, T. J., Hovland, M., & Jeffress, M. R. (2017). Variation in Subsurface Thermal Characteristics of Microrefuges Used by Range Core and Peripheral Populations of the American Pika (*Ochotona Princeps*). *Journal of Ecology and Evolution*, 7(5), 1514-1526.
- Scheffers, B. R., Edwards, D. P., Diesmos, A., Williams, S. E., & Evans, T. A. (2014). Microhabitats Reduce Animal's Exposure to Climate Extremes. *Journal of Global Change Biology*, 20(2), 495-503.

- Schloss, C. A., Nuñez, T. A., & Lawler, J. J. (2012). Dispersal Will Limit Ability of Mammals to Track Climate Change in the Western Hemisphere. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(22), 8606-8611.
- Schmidtler, J. J., & Schmidtler, J. F. (1975). Untersuchungen an Westpersischen Bergbachmolchen der Gattung *Neurergus* (Caudata, Salamandridae). *Salamandra*, 11(2), 84-98.
- Schneider, W., & Schneider, C. (2013). Fieldnotes on the Distribution of *Neurergus Derjugini* (Nesterov, 1916), *Neurergus Microspilotus* (Nesterov, 1916), and *Neurergus Kaiseri* Schmidt, 1952, in Iran. *Herpetozoa*, 26(1-2), 27-38.
- Segelbacher, G., Cushman, S. A., Epperson, B. K., Fortin, M. J., Francois, O., Hardy, O. J., Holderegger, R., Taberlet, P., Waits, L. P., & Manel, S. (2010). Applications of Landscape Genetics in Conservation Biology: Concepts and Challenges. *Journal of Conservation Genetics*, 11(2), 375-385.
- Sharifi, M., & Afroosheh, M. (2014). Studying Migratory Activity and Home Range of Adult *Neurergus Microspilotus* (Nesterov, 1916) in the Kavat Stream, Western Iran, Using Photographic Identification (Caudata: Salamandridae). *Herpetozoa*, 27(1-2), 77-82.
- Sharifi, M., & Assadian, S. (2004). Distribution and Conservation Status of *Neurergus Microspilotus* (Caudata: Salamandridae) in Western Iran. *Journal of Asian Herpetological Research*, 10, 224-229.
- Sharifi, M., Karami, P., Akmal, V., Afroosheh, M., & Vaissi, S. (2017). Modeling Geographic Distribution for the Endangered Yellow Spotted Mountain Newt, *Neurergus Microspilotus* (Amphibia: Salamandridae) in Iran and Iraq. *Journal of Herpetological Conservation and Biology*, 12(2), 488-497.
- Sillero, N., & Carretero, M. A. (2013). Modelling the Past and Future Distribution of Contracting Species. The Iberian Lizard *Podarcis Carbonelli* (Squamata: Lacertidae) as a Case Study. *Zoologischer Anzeiger-A Journal of Comparative Zoology*, 252(3), 289-298.
- Sinsch, U. (2014). Movement Ecology of Amphibians: From Individual Migratory Behaviour to Spatially Structured Populations in Heterogeneous Landscapes. *Canadian Journal of Zoology*, 92(6), 491-502.
- Smith, M. A., & Green, D. M. (2005). Dispersal and the Metapopulation Paradigm in Amphibian Ecology and Conservation: Are All Amphibian Populations Metapopulations?. *Ecography*, 28(1), 110-128.
- Sutton, W. B., Barrett, K., Moody, A. T., Loftin, C. S., DeMaynadier, P. G., & Nanjappa, P. (2015). Predicted Changes in Climatic Niche and Climate Refugia of Conservation Priority Salamander Species in the Northeastern United States. *Forests*, 6(1), 1-26.
- Thomas, C. D., Cameron, A., Green, R. E., Bakkenes, M., Beaumont, L. J., Collingham, Y. C., Erasmus, B. F., De Siqueira, M. F., Grainger, A., & Hannah, L. (2004). Extinction Risk from Climate Change. *Nature*, 427(6970), 145-148.
- Tok, C. V., Koyun, M., & Çiçek, K. (2016). Predicting the Current and Future Potential Distributions of Anatolia Newt, *Neurergus Strauchii* (Steindachner, 1887), with a New Record from Elazığ (Eastern Anatolia, Turkey). *Biharean Biologist*, 10(2), 104-108.
- Van Vuuren, D. P., Den Elzen, M. G., Lucas, P. L., Eickhout, B., Strengers, B. J., Van Ruijven, B., Wonink, S., & Van Houdt, R. (2007). Stabilizing Greenhouse Gas Concentrations at Low Levels: An Assessment of Reduction Strategies and Costs. *Journal of Climatic Change*, 81(2), 119-159.
- Velo-Antón, G., Parra, J. L., Parra-Olea, G., & Zamudio, K. R. (2013). Tracking Climate Change in a Dispersal-Limited Species: Reduced Spatial and Genetic Connectivity in a Montane Salamander. *Journal of Molecular Ecology*, 22(12), 3261-3278.

- Whittaker, K., Koo, M. S., Wake, D. B., & Vredenburg, V. T. (2013). *Global Declines of Amphibians, in Encyclopedia of Biodiversity*. Second Edition Vol. 3. Levin S. A. Waltham, MA: Academic Press.
- Yousefi Siahkalroodi, S., Saeedi, H., Behfar, M. S., Fallahi, R., & Izadian, M. (2013). *Atlas of Amphibians of Iran*. Deputy of Natural Environment Division–Department of Environment of Iran.
- Zangene, M. T., Fakheran, S., Poormanafi, S., & Senn, J. (2016). Assessment of the Conservation Status and Habitat Suitability of Critically Endangered Lorestan Newt (*Neurergus Kaiserii*) in Lorestan and Khuzestan Provinces. *Iranian Journal of Applied Ecology*, 5(17), 11-24.
- Zarei, F., Hosseini, S. N., Amini, S. S., Pezeshk, J., Soofi, M., & Esmaili, H. R. (2017). A New Locality of Kurdistan Newt, *Neurergus Derjugini Derjugini* (Nesterov, 1916) Represents a Large Population in Iran: Implication for Conservation. *Journal of Herpetology Notes*, 10, 611-614.

پیوست

جدول ۱- نقاط استفاده شده در این مطالعه

	longitude	latitude		
1	46.15	35.2	Balcha	Nesterov, 1916
2	46.18	35.18	Tawale	Nesterov, 1916
3	46.48	34.87	Quri Qaleh	Schmidtler and Schmidtler, 1975
4	46.38	35.02	Dorisan stream	Schmidtler and Schmidtler, 1975
5	46.28	35.1	Paveh rood stream	Schmidtler and Schmidtler, 1975
6	46.52	34.88	Kavat	Sharifi and Assadian, 2004
7	46.5	34.9	Ghorghaleh	Sharifi and Assadian, 2004
8	46.42	34.98	Shamshir stream	Sharifi and Assadian, 2004
9	46.32	35.13	Daryan	Sharifi and Assadian, 2004
10	46.32	35.1	Dareh Najar stream	Sharifi and Assadian, 2004
11	46.18	35.03	Marakhil river	Sharifi and Assadian, 2004
12	45.52	36.55	Mahabad	Najafi-Majd and Kaya, 2010
13	46.37	35.05	Paveh	Lanza et al., 2010
14	45.38	35.93	Sulaymaniya	Al-Sheikhly et al., 2013
15	46.1	35.28	Sulaymaniya	Al-Sheikhly et al., 2013
16	46.08	35.3	Sulaymaniya	Al-Sheikhly et al., 2013
17	46.12	35.22	Sulaymaniya	Al-Sheikhly et al., 2013
18	45.05	36.4	Sulaymaniya	Al-Sheikhly et al., 2013
19	45.27	36.2	Sulaymaniya	Al-Sheikhly et al., 2013
20	45.28	36.12	Sulaymaniya	Al-Sheikhly et al., 2013
21	44.32	36.35	Erbil	Al-Sheikhly et al., 2013
22	44.87	36.77	Erbil	Al-Sheikhly et al., 2013
23	43.28	37	Duhok	Al-Sheikhly et al., 2013
24	43.45	37.08	Duhok	Al-Sheikhly et al., 2013
25	46.6	34.88	Kavat	Parto et al., 2013
26	46.45	34.9	Qholani, Iran	Rastegar-Pouyani et al., 2013
27	46.37	35	Noseme,	Rastegar-Pouyani et al., 2013

28	46.27	35.07	Deshe	Rastegar-Pouyani et al., 2013
29	46.23	35.18	Nodeshe,	Rastegar-Pouyani et al., 2013
30	46.13	35.02	Lashgargah,	Rastegar-Pouyani et al., 2013
31	46.32	35.15	Hajij	Rastegar-Pouyani et al., 2013
32	46.23	35.15	Nilan and Nowsood	Rastegar-Pouyani et al., 2013
33	46.47	34.93	Serke	Rastegar-Pouyani et al., 2014
34	46.22	35	Sardehanan	Rastegar-Pouyani et al., 2014
35	46.34	35.01	Khanghah	Rastegar-Pouyani et al., 2014
36	46.21	35.1	Balebezan	Rastegar-Pouyani et al., 2014
37	46.37	35.17	Daribar	Rastegar-Pouyani et al., 2014
38	46.35	35.17	Nav	Rastegar-Pouyani et al., 2014
39	46.36	35.19	Navin	Rastegar-Pouyani et al., 2014
40	46.33	35.22	Salin	Rastegar-Pouyani et al., 2014
41	46.33	35.23	Zhivar	Rastegar-Pouyani et al., 2014
42	45.63	36.05	Kani Bard	Rastegar-Pouyani et al., 2014
43	45.98	36.03	Sonch	Rastegar-Pouyani et al., 2014
44	46.5	34.87	Kavat	Sharifi et al., 2014
45	46.35	35.32	Sarvabad	Bahmani et al., 2014
46	46.2	35.5	Marivan,	Bahmani et al., 2014
47	46.08	35.32	Khormal	Barabanov and Litvinchuk, 2015
48	46.62	34.72	Ravansar	Barabanov and Litvinchuk 2015
49	46.43	34.95	Shabankareh	Barabanov and Litvinchuk, 2015
50	46.03	35.42	Mar Abcanyon	Barabanov and Litvinchuk, 2015
51	46.47	34.92	Shahoo	Afroosheh et al., 2016
52	46.22	34.98	Bayangan	Afroosheh et al., 2016
53	46.13	35.23	Hani Garmale	Afroosheh et al., 2016
54	45.52	36.53	Benjun	Afroosheh et al., 2016
55	45.52	36.05	Razgeh	Afroosheh et al., 2016
56	45.48	36	Shalmash	Afroosheh et al., 2016
57	45.48	36.15	Baskedo	Afroosheh et al., 2016

58	46.03	36.05	Saqez	Afroosheh et al., 2016
59	46.12	35.22	Biyara	Afroosheh et al., 2016
60	45.83	35.78	Gola	Afroosheh et al., 2016
61	45.77	35.72	Garmik	Afroosheh et al., 2016
62	45.72	35.55	Basak	Afroosheh et al., 2016
63	46.45	34.9	Upper Gholani	Afroosheh et al., 2016
64	46.47	34.98	Zali	Afroosheh et al., 2016
65	45.52	36.55	Benjun	Afroosheh et al., 2016
66	46.32	35.15	Nilan	Afroosheh et al., 2016
67	45.97	35.6	Penjwin	Afroosheh et al., 2016
68	45.78	35.78	Siyah Guvez	Afroosheh et al., 2016
69	46.15	35.44	Miri Sour, Marivan,	Zarei et al., 2017
70	46.23	35.02	Bayangan	Mawloudi et al., 2018

جدول ۲- متغیرهای زیست‌اقليمی استفاده شده در مدل‌سازی با MaxEnt

Characters	Definition	تعريف
Altitude	Altitude	ارتفاع
BIO1	Annual mean temperature	میانگین دمای سالانه
BIO2	Mean diurnal range [mean of monthly (max temp - min temp)]	میانگین دمایی روز (میانگین ماهیانه) (بیشترین دما - کمترین دما)
BIO3	Isothermality [(BIO2 / BIO7) * 100]	هم‌دمایی
BIO4	Temperature seasonality (standard deviation * 100)	دمای فصلی (انحراف معیار × ۱۰۰)
BIO5	Maximum temperature of the warmest month	بیشترین دمای گرم‌ترین ماه
BIO6	Minimum temperature of the coldest month	کمترین دمای سردترین ماه
BIO7	Temperature annual range (BIO5 - BIO6)	میانگین دمای سالانه
BIO8	Mean temperature of the wettest quarter of the year	میانگین دمای مرطوب‌ترین فصل سال
BIO9	Mean temperature of the driest quarter of the year	میانگین دمای خشک‌ترین فصل سال
BIO10	Mean temperature of the warmest quarter of the year	میانگین دمای گرم‌ترین فصل سال
BIO11	Mean temperature of the coldest quarter of the year	میانگین دمای سردترین فصل سال
BIO12	Annual precipitation	بارش سالانه
BIO13	Precipitation of the wettest month	بارش گرم‌ترین ماه
BIO14	Precipitation of the driest month	بارش خشک‌ترین ماه
BIO15	Precipitation seasonality (standard deviation / mean)	بارش فصلی (انحراف معیار/ میانگین)
BIO16	Precipitation of the wettest quarter of the year	بارش مرطوب‌ترین فصل سال
BIO17	Precipitation of the driest quarter of the year	بارش خشک‌ترین فصل سال
BIO18	Precipitation of the warmest quarter of the year	بارش گرم‌ترین فصل سال
BIO19	Precipitation of the coldest quarter of the year	بارش سردترین فصل سال
Slope	Slope	شیب

