# Modeling and evaluation of suitable and potential habitat distribution of past, present and future distribution of *Eumeces schneiderii princeps* (Eichwald 1839) in Iran

**Reza Nasrabadi[1, *] and Hiva Faizi[2]**
1- Department of Biology, Faculty of Science, Payame Noor 19395-4697, Tehran, Iran
2- Department of Environment, Sarvabad, Kurdistan, Iran

Received: 19 November 2021 Accepted: 14 March 2022

**Key words**

Climate data
Habitat modeling
*Eumeces schneiderii* princeps
Schneider skink
Iran

**Abstract**

Today, studies of the effects of past, present and future climate change on the distribution of plant and animal species are increasing. The genus Eumeces schneiderii (Daudin 1802) has six known subspecies in its entire range and *E.s.princeps* (Eichwald 1839) has reported from Iran. The subspecies is distributed in Iraq, eastern Turkey, western and northern Iran, the Caucasus republics to the west to the east of Georgia, and to the east to the foothills of Kopet Dagh Mountains. In this study, using the maximum entropy method (MaxEnt software), the desirability of the habitat and the distribution of the possible distribution range of this subspecies in the past (120,000 years ago), present and future (2070 AD) were investigated. Six climatic layers including the average temperature of the coldest season, the wettest season, the maximum temperature of the warmest month, the annual temperature range, the seasonality of the temperature and the average temperature of the wettest season were identified as effective layers in the distribution of this taxon. In the modeling results, the maps obtained with an average AUC above 0.85 showed that the range of presence of this taxon from the southern parts in the past to the northern offerings will expand in the future and the two climatic factors include the mean average temperature of the coldest season and the rainfall of the wettest season have the greatest impact on the distribution of this taxon.

*Email: renasrabadi@gmail.com

# مدل سازی و ارزیابی مطلوبیت زیستگاه و پراکنش زیر گونه *Eumeces schneiderii princeps* (Eichwald 1839) (Sauria: Scincidae) در زمان‌های گذشته، حال و آینده در ایران

**رضا نصرآبادی[۱،*] و هیوا فیضی[۲]**

۱- گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، پیام نور ۴۶۹۷-۱۹۳۹۵، تهران، ایران

۲- اداره حفاظت محیط زیست شهرستان سروآباد، اداره کل حفاظت محیط زیست استان کردستان، ایران

دریافت: ۲۸ آبان ۱۴۰۰ پذیرش: ۲۳ اسفند ۱۴۰۰

**واژه‌های کلیدی**

داده‌های اقلیمی

مدلسازی زیستگاه

اسکینک اشنایدر

*Eumeces schneiderii princeps*

ایران

## چکیده

امروزه، مطالعات تاثیرات ناشی از تغییرات آب و هوایی در گذشته، حال و آینده، بر توزیع و پراکنش گونه‌های جانوری و گیاهی در حال افزایش است . گونه اسکینک اشنایدر *Eumeces schneiderii* (Daudin 1802) دارای شش زیرگونه شناخته شده در کل محدوده پراکندگی خود می‌باشد که زیرگونه *E.s.princeps* (Eichwald 1839) از ایران گزارش شده است. پراکنش این زیرگونه در عراق، شرق ترکیه، غرب و شمال ایران، جمهوری‌های قفقاز به سمت غرب تا شرق گرجستان و به سمت شرق تا دامنه‌های کپه داغ می باشد. در این مطالعه ، با استفاده از روش آنتروپی بیشینه (نرم افزار MaxEnt)، مطلوبیت زیستگاه و نحوه توزیع پراکنش احتمالی این زیرگونه در زمان‌های گذشته (۱۲۰۰۰۰ سال قبل) ، حال و آینده (سال ۲۰۷۰ میلادی) مورد بررسی قرار گرفت. شش لایه اقلیمی شامل میانگین دمای سردترین فصل ، بارش مرطوب‌ترین فصل، حداکثر دمای گرم‌ترین ماه، محدوده سالانه دما، فصلی بودن دما و میانگین دمای مرطوب‌ترین فصل بعنوان لایه‌های موثر در پراکنش این تاکسون شناخته شدند. در نتایج مدل‌سازی، نقشه‌های به دست آمده با میانگین AUC بالاتر از ۰/۸۵ نشان داد که دامنه حضور این تاکسون از قسمتهای جنوبی‌تر در گذشته به سمت عرض‌های شمالی‌تر در آینده گسترش خواهدیافت و دو عامل اقلیمی میانگین دمای سردترین فصل و میزان بارش مرطوب‌ترین فصل بیشترین تاثیر را در پراکنش این تاکسون دارند.

*پست الکترونیکی:renasabadi@gmail.com

## مقدمه

در دهه‌های اخیر پیدایش و گسترش نرم افزارها آماری جدید و همچنین افزایش استفاده از تکنیک‌های مبتنی بر GIS زمینه ای برای استفاده بیشتر از مدل‌های توزیع گونه‌ها را فراهم آورده است. در مدل‌های توزیع جغرافیایی گونه با استفاده از حضور یک گونه در یک محیط به پیش بینی پراکنش آن گونه در محیط‌های مشابه می پردازند بنابر این از نظر ماهیت ایستا و احتمالی هستند( Petrosyan et al., 2020). استفاده از این مدل‌ها به منظورهای مختلفی از جمله: بررسی جغرافیای زیستی، زیست‌شناسی حفاظت، تاثیرتغییرات آب و هوا بر گونه‌ها و زیستگاه‌ها و همچنین مدیریت زیستگاه است. مدل‌های توزیع زیستگاه ( Habitat Distribution Modellings)، زیستگاه مناسب و محدودیت‌های حضور یک گونه در آن زیستگاه را مشخص می کنند(Petrosyan et al., 2019). پیش‌بینی زیستگاه‌های مناسب گونه‌ها گامی مهم به سوی درک و حفاظت از گونه‌های جانوری در مدیریت تنوع زیستی مبتنی بر اکوسیستم است. مدل‌ها روابط ریاضی بین مکان‌های تایید شده حضور گونه‌ها و مجموعه‌ای از پارامترهای محیطی هستند که اطلاعات دقیقی در مورد آب و هوا، زمین، بهره‌وری محلی، ساختار پوشش گیاهی و غیره ارائه می‌دهند. پس از تشکیل و ارزیابی مدل، می‌توان مدل به دست آمده را به عنوان یک زیستگاه نقشه‌برداری شده ارائه کرد. مدل‌سازی توزیع گونه‌ها ( Species Distribution Models)، همچنین به عنوان مدل‌سازی محیطی (بوم‌شناختی) ( Ecological Niche Models)، مدل‌سازی زیستگاه، و نقشه‌برداری محدوده شناخته می‌شود ( Elith et al., 2009) و از الگوریتم‌های کامپیوتری برای پیش‌بینی توزیع یک گونه در فضا و زمان جغرافیایی استفاده می‌کند. داده‌های زیست محیطی اغلب داده‌های آب و هوایی (مانند دما، بارندگی) هستند، اما می‌توانند متغیرهای دیگری مانند نوع خاک، عمق آب و پوشش زمین را نیز شامل شوند.

مدل‌سازی توزیع گونه‌ها در زمینه‌های تحقیقاتی مختلفی در زیست شناسی حفاظت، اکولوژی و تکامل قابل استفاده می باشد. این مدل‌ها را می‌توان برای درک چگونگی تأثیر شرایط محیطی بر وقوع یا فراوانی یک گونه و همچنین با هدف پیش‌بینی (پیش‌بینی اکولوژیکی) مورد استفاده قرار داد. پیش‌بینی‌های مدل‌سازی توزیع گونه‌ها ممکن است مربوط به توزیع آینده یک گونه تحت تاثیر تغییرات آب و هوایی، توزیع گذشته گونه به منظور ارزیابی روابط تکاملی و یا توزیع بالقوه آینده یک گونه مهاجم باشد ( Kearney et al., 2009).

در مدل‌سازی توزیع گونه‌ها سعی بر این است که توزیع گونه‌ها در فضای مکانی و جغرافیایی تخمین زده شود و می‌توان از آن برای پیش‌بینی توزیع بالقوه و همپوشانی نیچ‌ها در زمان و مکان استفاده کرد ( Soberon et al., 2007). مدل حداکثر آنتروپی یکی از مدل‌های است که برای پیش بینی پراکنش گونه ای مورد استفاده قرار میگیرد. در این راستا، نرم افزار Maxent (MaxEnt , Phillips, 2017) به‌عنوان مناسب‌ترین رویکرد مدل‌سازی مورد استفاده قرار می گیرد که می‌تواند با تعداد نسبتاً کمی داده ی نقاط حضور، مؤثر عمل کند ( Elith et al., 2006; Wisz et al., 2008; Kaliontzopoulou et al., 2008). Maxent ما را قادر می‌سازد تا متغیرها را بر اساس اهمیت آنها در تاثیر گذاری بر پراکنش گونه‌ها، با استفاده از پارامترهای مدل بهینه رتبه‌بندی کنیم ( Akaike 1974; Muscarella et al., 2014). ( Kaliontzopoulou et al., 2008; Corovi et al., 2018; Petrosyan et al., 2019).

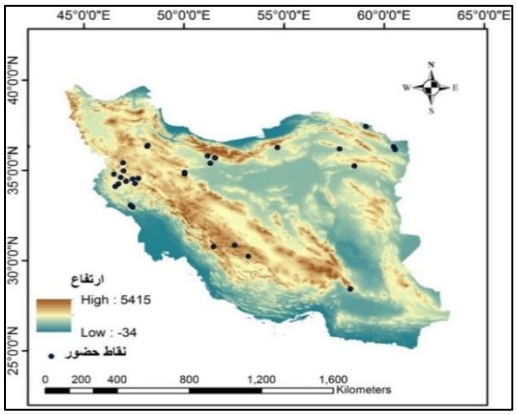
گونه اسکینک اشنایدر *Eumeces schneiderii* (Daudin 1802) در مناطق وسیعی از ترکیه، قبرس، شمال آفریقا و خاورمیانه در غرب نواحی پالئارکتیک تا جنوب غرب آسیا پراکنش دارد و در حال حاضر شامل ۶ زیرگونه شناخته شده در کل محدوده پراکندگی خود می‌باشد (Kumlutas et al.

2007; Sindaco & Jeremcenko 2008). سه زیرگونه از اسکینک اشنایدر در آناتولی شامل *E.s.barani* (Kumlutas et al., 2007)، *E.s.pavimentatus* (Geoffroy St.-Hilaire 1827) و *E.s.princeps* (Eichwald 1839). پراکنش دارند و دیگر زیرگونه‌ها شامل *E. s. zarudnyi* Nikolsky 1900 در جنوب شرق ایران به سمت جنوب غرب پاکستان، *E. s. schneiderii* (Daudin 1802) در شمال آفریقا، مصر، الجزیر و زیرگونه *E.s.blythianus* در افغانستان، هند (پنجاب) و پاکستان پراکنش دارد که در برخی منابع به عنوان گونه مجزایی تحت عنوان *E.blythianus* در نظر گرفته می‌شود. پراکنش زیرگونه *E.s.princeps* در عراق، شرق ترکیه، غرب و شمال ایران، جمهوری‌های قفقاز به سمت غرب تا شرق گرجستان و به سمت شرق تا دامنه‌های کپه داغ می باشد (Sindaco & Jeremcenko, 2008).

در این مطالعه با استفاده از داده‌های حضور گونه مورد نظر و همچنین پارامترهای اقلیمی مورد استفاده در مدل سازی‌های توزیع گونه‌ها (SDMs) به منظور پیش‌بینی توزیع‌های فضایی مبتنی بر زیستگاه گونه مورد مطالعه استفاده شد که معمولاً در مطالعات نظری و کاربردی در اکولوژی و جغرافیای زیستی به کار می رود (Peterson and Soberon, 2012). درک نحوه توزیع جمعیت‌های گونه مورد نظر ، اطلاعات مفیدی را برای مدیریت حفاظت اسکینک اشنایدر ارائه می‌دهد که می تواند در جلوگیری از قرارگرفتن گونه مورد نظر در معرض تهدید و آسیب در آینده موثر باشد. در این مطالعه، مدل سازی زیرگونه *E.s.princeps* در ایران با هدف (۱) شناسایی متغیرهای اقلیمی موثر در توزیع پراکنش این تاکسون و (۲) ایجاد نقشه‌هایی از توزیع جغرافیایی آندر گذشته، حال و توزیع جغرافیایی بالقوه آن در آینده انجام شده است.

## مواد و روش ها

در مجموع تعداد ۴۲ نقطه حضور زیرگونه *E.s.princeps* گردآوری شده در مطالعات میدانی طی تابستان سال ۱۳۹۳ تا بهار ۱۳۹۶ از سراسر محدوده پراکنش این تاکسون در ایران بدست آمد (شکل ۱). به منظور مشخص شدن موثرترین متغیرهای اقلیمی بر پراکنش این تاکسون در ایران، لایه‌های اقلیمی مربوط به ۱۹ متغیر زیست اقلیمی(جدول ۱)، از پایگاه جهانی تغییرات اقلیمی www.WorldClim.org با دقت مکانی ۳۰ ثانیه ( تقریبا ۱ کیلومتر) برای ۱۲۰۰۰۰ سال گذشته، حال حاضر و سال ۲۰۷۰ دریافت گردید. تمام لایه‌ها بر اساس مرز کشور ایران در محیط نرم افزار ArcMap برش زده شد و سپس لایه‌های برش خورده در محیط نرم افزار Openmodeller با به کار گیری داده‌های نقاط حضور رقومی گردید. برای بررسی میزان همبستگی لایه‌های رقومی شده از آزمون پیرسون در نرم افزار SPSS استفاده شد. در نهایت لایه‌هایی که ضریب همبستگی بالاتر از ۰/۷۰ داشتند به دلیل اینکه در مدل‌سازی باعث بوجود آمدن نتایج هم پوشانی می‌شوند، از فرآیند مدل‌سازی حذف شدند و از لایه هایی که ضریب همبستگی کمتر از ۰/۷۰ داشتند در ادامه روند مدل‌سازی نیچ اکولوژیکی استفاده شد.




شکل ۱. نقشه نقاط حضور مورد استفاده جهت مدل سازی

نرم افزار Maxent نسخه **۳,۳,۳** برای مدل‌سازی مورد استفاده قرار گرفت و از اعتبارسنجی متقابل (cross-validation ) برای بدست آوردن بهترین مدل پیش‌بینی، استفاده شد. از ۰/۱۰داده‌ها بعنوان داده‌های تست و ۰/۹۰ داده‌ها بعنوان داده‌های کالیبره شده استفاده شد. آنالیز پانزده بار تکرار شد و هر سری از یک دسته از داده‌ها برای تست داده‌ها استفاده شد. برای ارزیابی کارایی مدل‌ها، مقادیر منحنی عملیاتی دریافت کننده ROC (Receiver Operating Characteristic) و سطح زیر منحنی عملیاتی دریافت کننده AUC (Area Under the Curve) مورد بررسی قرار گرفت. مدل‌های با ۰/۵ =AUC مدل‌هایی کاملا" تصادفی ، مدل‌های با ۰/۷ <AUC دارای کارایی مفید، مدل‌های با ۰/۸<AUC دارای کارایی خوبو مدل‌های با ۰/۹<AUC به عنوان مدل‌هایی با کارایی بسیار عالی در نظر گرفته می شوند (Manel et al., 2001). خروجی نرم افزار Maxent به صورت نقشه، نمودار ROC و نمودار جک‌نایف و مقادیر تاثیر متغیرهای محیطی نشان داده می‌شود، که به منظور تجزیه و تحلیل نهایی مورد استفاده قرار می گیرند.

جدول ۱. متغیرهای زیست محیطی مورد استفاده در مدل‌سازی زیستگاه

| ردیف | متغیر | توضیح |
|---|---|---|
| ۱ | BIO1 | Annual Mean Temperature |
| ۲ | BIO2 | Mean Diurnal Range (Mean of monthly (max temp - min temp)) |
| ۳ | BIO3 | Isothermality (BIO2/BIO7) (* 100) |
| ۴ | BIO4 | Temperature Seasonality (standard deviation *100) |
| ۵ | BIO5 | Max Temperature of Warmest Month |
| ۶ | BIO6 | Min Temperature of Coldest Month |
| ۷ | BIO7 | Temperature Annual Range (BIO5-BIO6) |
| ۸ | BIO8 | Mean Temperature of Wettest Quarter |
| ۹ | BIO9 | Mean Temperature of Driest Quarter |
| ۱۰ | BIO10 | Mean Temperature of Warmest Quarter |
| ۱۱ | BIO11 | Mean Temperature of Coldest Quarter |
| ۱۲ | BIO12 | Annual Precipitation |
| ۱۳ | BIO13 | Precipitation of Wettest Month |
| ۱۴ | BIO14 | Precipitation of Driest Month |
| ۱۵ | BIO15 | Precipitation Seasonality (Coefficient of Variation) |
| ۱۶ | BIO16 | Precipitation of Wettest Quarter |

| ردیف | متغیر | توضیح |
|---|---|---|
| ۱۷ | BIO17 | Precipitation of Driest Quarter |
| ۱۸ | BIO18 | Precipitation of Warmest Quarter |
| ۱۹ | BIO19 | Precipitation of Coldest Quarter |

## نتایج

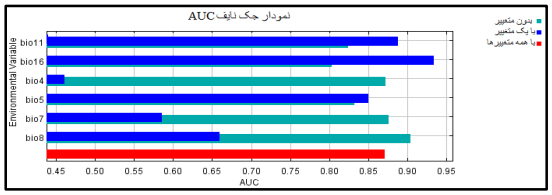
نتایج حاصل از بررسی ضریب همبستگی پیرسون نشان داد که لایه‌های میانگین دمای سردترین فصل(BIO 11)، بارش مرطوب‌ترین فصل(BIO 16)، حداکثر دمای گرم‌ترین ماه(BIO 5)، محدوده سالانه دما(BIO 7)، فصلی بودن دما(BIO 4) و میانگین دمای مرطوب‌ترین فصل(BIO 8) همبستگی کمتر از ۷درصد با یکدیگر دارند. بنابراین در فرآیند مدل‌سازی از آنها استفاده شد. از لایه‌های ذکر شده دو لایه میانگین دمای سردترین فصل و بارش مرطوب‌ترین فصل بیشترین سهم و اهمیت را در پراکنش این گونه دارند (جدول ۲).

جدول ۲. درصد سهم و اهمیت هریک از متغیرها در پراکنش تاکسون مورد مطالعه در حال حاضر

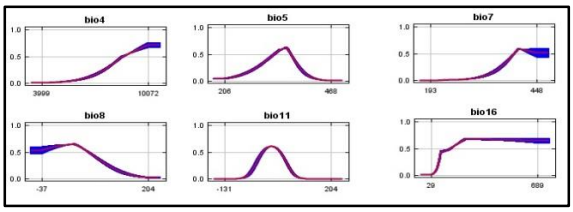
| متغییر | اهمیت | درصد سهم |
|---|---|---|
| میانگین دمای سردترین فصل | ۶۰ | ۴۲/۱ |
| بارش مرطوب‌ترین فصل (BIO16) | ۱۷/۵ | ۳۰/۴ |
| حداکثر دمای گرم‌ترین ماه (BIO5) | ۱۷/۲ | ۱۶/۷ |
| محدوده سالانه دما (BIO7) | ۰/۳ | ۶/۷ |
| فصلی بودن دما (BIO4) | ۴/۳ | ۷/۳ |
| میانگین دمای مرطوب‌ترین فصل | ۰/۶ | ۰/۴ |

نتیجه اعتبارسنجی مدل در زمان حال نشان داد مقدار میانگین AUC بیش از ۰/۸۵ است که بیانگر پیش‌بینی خوب مدل‌می‌باشد. نمودار جک نایف در زمان حال (شکل ۲) نیز اهمیت و تاثیر لایه‌ها را بر پراکنش *E.s.princeps* در ایران نشان می‌دهد که موید نتایج جدول ۲ است. نتیجه آزمون جک نایف، نشان می‌دهد که میانگین دمای سردترین فصل (BIO11)، و بارش مرطوب‌ترین فصل (BIO16)، مهمترین متغیرهای موثر بر مطلوب بودن زیستگاه را نشان می‌دهند. منحنی‌های پاسخ نیز نشان دادند میانگین دمای سردترین فصل در محدوده ۲۰ تا ۴۰ درجه سانتی گراد و میانگین بارش مرطوب‌ترین فصل بالاتر از ۱۰۰ میلی لیتر .بیشترین تاثیر را بر پراکنش این موجود دارد (شکل ۳).

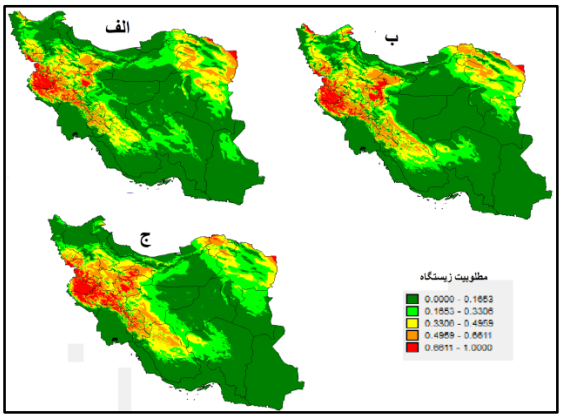
بر اساس نقشه مدل سازی در حال حاضر، گستره رشته کوه زاگرس و گستره کپه داغ شرایط اقلیمی مناسبی را برای حضور گونه دارند و نواحی مرکزی ایران،کناره‌های دریای خزر و نواحی جنوبی استان خراسان رضوی، استان خراسان جنوبی و سیستان بلوچستان، سواحل دریای عمان و خلیج فارس و قسمت‌های جنوبی استان خوزستان فاقد شرایط اقلیمی مناسب برای حضور این تاکسون هستند(شکل۴). نقشه‌های پیش‌بینی نشان می‌دهد که محدوده مناسب برای حضور این تاکسون در گذشته نسبت به زمان حاضر در جنوب شرق ایران، در استان‌های کرمان و سیستان و بلوچستان وسعت بیشتری داشته و در نواحی شمال غرب دامنه پراکنش در گذشته نسبت به زمان حاضر در استان‌های آذربایجان شرقی و اردبیل گسترش کمتری دارد. در نقشه پیش بینی زمان آینده پراکنش این زیر گونه در شمال غرب ایران بخصوص نیمه شمالی استانهای آذربایجان کم می شود و در قسمتهای از استانهای اصفهان و کرمان ، یزد، قزوین، زنجان و نیمه جنوبی خراسان رضوی دامنه حضور این زیرگونه افزایش‌ها را پیش بینی می کند.(شکل ۳)




شکل ۲. پیش بینی نسبی متغیرهای محیطی مختلف بر اساس Jackknife of Area تحت منحنی پاسخ در مدل MaxEnt برای زیرگونه E.s.princeps در زمان حال




شکل ۳. منحنی های پاسخ رابطه بین احتمال حضور گونه با متغیرهای اقلیمی بررسی شده (برای توضیح هر BIO به جدول شماره ۱ مراجعه شود)




شکل ۴. مدل‌های پراکنش گونه اسکینک اشنایدر، تحت شرایط گذشته (الف)، حال (ب) و آینده (ج)

## بحث و نتیجه گیری

مکان‌یابی، تعیین مرز مناطق حفاظت شده، ارزیابی تاثیر فعالیت‌های انسانی بر تنوع زیستی، بررسی فرضیه‌های جغرافیایی و شناسایی عوامل موثر بر پراکنش یک گونه موضوعاتی هستند که از نقشه‌های پراکنش موجودات زنده بهره می‌برند (Lavers and Haines-Young 1996). محدودیت‌های متعددی در بررسی‌های پراکنش گونه‌ها وجود دارند که سبب می شوند دانش ما از نحوه پراکنش و عوامل موثر بر پراکنش بسیاری از گونه‌ها کم باشد. استفاده از مدل‌سازی زیستگاه به عنوان یکی از راه حل‌های معمول برای رفع این محدودیت‌ها است که می توان با کمک آن زیستگاه‌های بالقوه تاکسون‌ها را شناسایی کرد (Tyre et al., 2001).

مطالعات مختلفی در مورد تاثیر عوامل اقلیمی و اثرات ناشی از تغییرات این عوامل بر پراکنش گونه‌های جانوری ایران انجام گرفته است (رفرنس‌ها نوشته شود). از جمله تاثیر منفی تغییرات اقلیمی بر گونه‌های ساکن مناطق کوهستانی است ولی در مورد گونه‌های ساکن مناطق بیابانی تاثیر بطور مشخص مثبت دارد. بطوریکه گستره اقلیمی مطلوب برای برخی از گونه‌های بیابانزی کشور افزایش می یابد (Yousefi, et al ., 2019). در این زمینه مطالعات مختلفی نیز در مورد خزندگان ایران انجام شده است (Hosseinian Yousefkhani et al., 2013; Nasrabadi et al.,2017;

..Eskandarzadeh et al., 2018)

چگونگی پراکنش موجودات زنده نتیجه عوامل اکولوژیکی و تاریخی مختلفی است (Monge-Nájera, 2008). نتایج مدل‌سازی فعلی در این مطالعه نشان دهنده تاثیر متغیرهای آب و هوایی بر پراکنش این گونه است و نتایج نشان می دهد که پراکنش زیر گونه مورد مطالعه (E.s.princeps) همانند سایر خزندگان تحت تاثیر تغییرات اقلیمی قرار می‌گیرد به نحوی که پراکنش این تاکسون در حال حاضر نسبت به گذشته در برخی مناطق بیشتر شده و در برخی از قسمت‌ها بخصوص در نواحی جنوبی‌تر و محدوده استان سیستان و بلوچستان کمتر شده است. بر عکس در استان‌های آذربایجان دامنه پراکنش وسیع‌تر شده است و بطور کلی محدوده پراکنش از قسمت‌های جنوبی‌تر به سمت عرض‌های بالاتر گسترش پیدا کرده است. در نقشه پیش بینی آینده وضعیت پراکندگی این تاکسون نسبت به حال حاضر در شمال غربی کشور بخصوص محدوده‌های استان‌های آذربایجان و اردبیل کاهش وسعت را پیش‌بینی می‌کند و در قسمتهای مرکزی بخصوص در استان‌های قزوین، همدان، زنجان، تهران و اصفهان گسترش دامنه حضور را پیش‌بینی می‌کند.

بر اساس نتایج بده دست آمده از مدل سازی زمانحال میانگین دمای سردترین فصل و میانگین بارش مرطوب‌ترین فصل بیشترین تاثیر را بر پراکنش این تاکسون در زمان حال را دارند. دلیل اهمیت میانگین دمای سردترین فصل سال بر می‌گردد به شرایط زمستان گذرانی خزندگان که ساکن مناطقی می شوند که دردمای پایین زمستان‌ها باعث آسیب به آنها نشود. اما میزان بارندگی به این دلیل برای این گونه مهم است که هرچه میزان بارندگی در یک منطقه بیشتر باشد میزان تولید نیز بیشتر خواهد بود. زمانی هم که میزان فتوسنتز و تولید زیاد باشد تعداد حشرات نیز زیاد خواهد بود و منابع غذایی بیشتری را برای گونه‌های حشره‌خوار مانند *E.s. princeps* فراهم می‌شود. بطور کلی نقشه‌های ترسیم شده در این مطالعه بر اساس داده‌های اقلیمی است و باید توجه داشت که اقلیم تنها یکی از عوامل محیطی موثر بر حضور گونه است (Holderegger et al., 2009). بنابراین زیستگاه‌های مطلوبی که در چنین مطالعاتی مطرح می‌شوند و تنها بر اساس داده‌های اقلیمی ترسیم می شوند ممکن است از نظر سایر عوامل زیست محیطی برای حضور گونه مطلوب نباشند. برای مثال عوامل محیطی مانند نوع خاک، سرعت وزش باد، و یا عوامل زیستی مانند حضور گونه رقیب می تواند مانع حضور تاکسون در زیستگاهی باشد که به طور بالقوه از نظر فاکتورهای اقلیمی برای زیست گونه مطلوب می باشد. پیش‌بینی‌هایی که بر اساس داده‌های اقلیمی آینده صورت می‌گیرند، بر این اصل استوار هستند که در ۲۰۷۰ مقدار CO2 در جو کره زمین افزایش می یابد و در نتیجه آن افزایش دمای کره زمین وکاهش بارندگی‌ها را در عرض‌های جغرافیایی پایین‌تر شاهد خواهیم بود و طبق این پیش بینی‌ها، جانوران برای رهایی از تاثیرات احتمالی این تغییرات اقلیمی دو پاسخ متفاوت نشان می‌دهند. یکی از این پاسخ‌ها مهاجرت به ارتفاعات بالاتر و دیگری مهاجرت به عرض‌های جغرافیایی شمالی‌تر است (Parmesan, 2006). در مورد زیرگونه *E.schnaideri princeps* چنین به نظر می‌آید که به سمت ارتفاعات همان مناطقی که در حال زیست هستند مهاجرت می‌کنند.

# منابع

**Akaike, H. 1974.** A new look at the statistical model identification. IEEE Trans. Autom. Control. 19: 716–723.

**Corovi´c, J.; Popovic, M.; Cogălniceanu, D.; Carretero, M.; Crnobrnja-Isailovi´c, J. 2018.** Distribution of the meadow lizard in Europe and its realized ecological niche model. J. Nat. Hist., 52: 1909–1925.

**Elith, J.; Graham, C.; Anderson, R.P.; Dudik, M.; Ferrier, S.; Guisan, A.; Hijmans, R.; Huettmann, F.; Leathwick, J.R.; Lehmann, A. 2006.** Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. Ecography, 29: 129–151.

**Elith, Jane; Leathwick, John R. 2009.** "Species distribution models: Ecological explanation and prediction across space and time". Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics. 40 (1): 677–697.

**Eskandarzadeh, N., Rastegar-Pouyani, N., Rastegar-Pouyani, E., & Nasrabadi, R. 2018.** Modelling the habitat suitability of the Arabian sand boa Eryx jayakari (Serpentes: Erycidae). *Zoology and Ecology*, *28*(4), 337-342.

**Holderegger, R., and Thiel-Egenter, C., 2009**. A discussion of different types of glacial used in mountain biogeography and phylogeography, Journal of Biogeography, 36: 476–480.

**Hosseinian Yousefkhani, S. S., Rastegar-Pouyani, E., Rastegar-Pouyani, N., Masroor, R., & Šmíd, J. 2013.** Modelling the potential distribution of Mesalina watsonana (Stoliczka, 1872) (Reptilia: Lacertidae) on the Iranian Plateau. *Zoology in the Middle East*, 59: 220-228.

**Kaliontzopoulou, A. Brito, J.C. Carretero, M. Larbes, S. Harris, D.J. 2008.** Modelling the partially unknown distribution of wall lizards (*Podarcis*) in North Africa: Ecological a_nities, potential areas of occurrence, and methodological constraints. Can. J. Zool. 86: 992–1001.

**Kearney, M, Warren P. 2009.** "Mechanistic niche modelling: combining physiological and spatial data to predict species' ranges". Ecology Letters. 12 (4): 334–350.

**Kumlutas, Y., Arikan H., Ilgaz C. and Kaska Y. 2007.** A new subspecies, Eumeces schneiderii barani n. ssp (Reptilia: Sauria: Scincidae) from Turkey. Zootaxa 1387: 27_38.

**Lavers, C. P., and Haines-Young, R. H., 1996**. Using models of bird abundance to predict the impact of current land-use and conservation policies in the Flow Country of Caithness and Sutherland northern Scotland. Biological Conservation, 75: 71–77.

**Monge-Nájera, J. 2008.** Ecological Biogeography: A review with emphasiso conservation and the neutral model biogeografia ecologica: Revision von Enfasis En Conservacion Y El" Modelo Neutral". *Gayana (Concepción)*, 72(1): 102-112.

**Muscarella, R.; Galante, P.J.; Soley-Guardia, M.; Boria, R.A.; Kass, J.M.; Uriarte, M.; Anderson, R.P.2014.** ENMeval: An R package for conducting spatially independent evaluations and estimating optimal model complexity for Maxent ecological niche models. Methods Ecol. Evol. 5: 1198–1205.

**Nasrabadi, R., Rastegar-Pouyani, N., Pouyani, E. R., Kami, H. G., Gharzi, A., & Yousefkhani, S. H. 2018.** The effects of climate change on the distribution of European glass lizard *Pseudopus apodus* (Pallas, 1775) in Eurasia. *Ecological research*, 33: 199-204.

**Parmesan, C. 2006**. Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 37: 637–669

**Peterson, A.T.; Soberon, J. 2012.** Species distribution modeling and ecological niche modeling: Getting the concepts right. Nat. Conservation, 10:102–107.

**Petrosyan, V., Osipov, F., Bobrov, V., Dergunova, N., Omelchenko, A., Varshavskiy, A., ... & Arakelyan, M. 2020.** Species distribution models and niche partitioning among unisexual Darevskia dahli and its parental bisexual (D. portschinskii, D. mixta) rock lizards in the Caucasus. *Mathematics*, *8*(8), 1329.

**Petrosyan, V.G. Osipov, F.A. Bobrov, V.V. Dergunova, N.N. Danielyan, F.D. Arakelyan, M.S. 2019.** Analysis of geographical distribution of the parthenogenetic rock lizard *Darevskia armeniaca* and its parental species (*D. mixta, D. valentini*) based on ecological modelling. Salamandra, 55: 173–190.

**Sindaco, R. & Jeremcenko, V.K. 2008.** The reptiles of the Western Palearctic. Edizioni Belvedere, Latina (Italy), 579 pp.

**Soberon, J. 2007.** Grinnellian and Eltonian niches and geographic distributions of species. Ecol. Lett., 10: 1115–1123.

**Tyre, A. J., Possingham, H. P., and Lindenmayer, D. B., 2001**. Inferring process from

**Yousefi, M., Kafash, A., Valizadegan, N., Sheykhi Ilanloo, S., Rajabizadeh, M., Malekoutikhah, S., Hosseinian Yousefkhani, S.S., and Ashrafi, S., 2019**. Climate change is amajor problem for biodiversity conservation: Asystematic review of recent studies in Iran.Contemp. Problems of Ecology, 12: 394-403.

pattern: can territory occupancy provide information about life history parameters? Ecolological Applications, 11: 1722–1737.

**Wisz, M. Hijmans, R. Elith, J. Peterson, A.T. Graham, C. Guisan, A. 2008.** Effects of sample size on the performance of species distribution models. Divers. Distrib. 14:763–773.