

پژوهشی



شناسایی زیستگاه های با اولویت حفاظتی برای سمندر

لرستانی در ایران (*Neurergus kaiseri*)

الهام ابراهیمی

دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه تنوع -

زیستی و مدیریت اکوسیستم‌ها،

پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی.

چکیده

امروزه تنوع زیستی جهان در معرض نابودی قرار گرفته و در مقایسه با گذشته دچار کاهش چشم گیری شده است. دستکاری انسان در طبیعت، تخریب زیستگاه و تغییرات آب و هوایی مهم ترین منابع تهدید کننده فعلی تنوع زیستی هستند و سبب از دست دادن گونه های گیاهی و جانوری و همچنین اثرات منفی بر خدمات اکوسیستمی می شوند. لذا مدل های توزیع گونه ای بخشی از راهبردهای حفاظتی موثر محسوب می شوند. در مطالعه حاضر مدل توزیع گونه سمندر لرستانی (*Neurergus kaiseri*) به عنوان یک گونه اندمیک و در خطر انقراض در ایران با استفاده از نقاط حضور گونه و متغیرهای اقلیمی تهیه شد. برای ارزیابی عملکرد مدل از روش آماری سطح زیر منحنی ROC استفاده شد. یافته های این بررسی نشان داد که مدل تهیه شده در این مطالعه عملکرد بسیار خوبی (سطح زیر منحنی ۰/۹۹۴) در پیش بینی توزیع گونه ای سمندر لرستانی داشته است. همچنین بر اساس نتایج حاصل از تحلیل حساسیت در توزیع گونه ای سمندر لرستانی متغیرهای حداکثر درجه حرارت گرم ترین ماه سال (Bio5)، بارش مرطوب ترین ماه سال (Bio13) و بارش گرم ترین فصل سال (Bio18) از مهم ترین پارامترهای تأثیر گذار بودند.

نویسنده مسئول: الهام ابراهیمی

پست الکترونیک: El.Ebrahimi@sbu.ac.ir

کلمات کلیدی: حفاظت، تنوع زیستی، سوسمارها، مدل سازی، محیط زیست

مقدمه

گونه ها، بحران تنوع زیستی نامیده می شود (Houlahan et al., 2000; Bielby et al., 2008). دانشمندان بر این عقیده اند که زمین در حال ورود به انقراض گروهی ششم است. فشار شدید انسان بر محیط زیست چه به صورت - مستقیم و چه به صورت غیرمستقیم اثرات غیر قابل

تنوع زیستی در سراسر جهان در حال کاهش است. با وجود این که تعداد دقیق گونه های از بین رفته مشخص نیست، برخی تخمین می زنند که نرخ انقراض بیشتر از هر انقراض شناخته شده در صد هزار سال گذشته است (Blaustein, 2010). این کاهش جمعیت و انقراض

های سیستم اطلاعات جغرافیایی (WorldClim) به- عنوان متغیرهای اولیه‌ی مدل‌های توزیع گونه‌ای به ویژه در خشکی‌ها و قاره‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند (Elith et al., 2007; Pearson et al., 2006). در این مطالعه نیز با استفاده از لایه‌های اقلیمی مناطق خشکی جهان (www.worldclim.org) و با بهره‌گیری از مدل حداکثر آنتروپی به مدل‌سازی توزیع گونه‌ای سمندر لرستانی پرداخته شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

ایران در منطقه معتدل شمال از عرض جغرافیایی ۲۵ تا ۴۰ درجه و طول جغرافیایی ۴۴ تا ۶۳ درجه و با مساحت متوسط ۱۰۶ * ۱/۶ کیلومتر مربع در جنوب غرب آسیا واقع شده است (شکل ۱). به جز بیابان‌های داخلی و زمین‌های پست در امتداد دریای خزر، خلیج فارس و دریای عمان، حدود نیمی از ایران متشکل از کوه‌های بلند است. رشته‌کوه‌های اصلی در ایران شامل البرز، زاگرس، کپه داغ، خراسان و مکران هستند. ایران دارای ارتفاعات متعدد و زون‌های مختلف آبی بوده، علاوه بر این ایران در کمربند خشک آسیایی (بیابان‌های گرم) واقع شده است (Breckle, 2002) و فقط جنگل‌های هیرکانی واقع در حاشیه‌ی جنوبی دریای خزر دارای آب‌وهوای مرطوب با پوشش گیاهی غنی از دشت و جنگل و کوهستان هستند (Akhami, 1998).

نقاط حضور و متغیرهای اقلیمی

لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز در این مطالعه را می‌توان به دو دسته نقاط حضور گونه و لایه‌های اقلیمی طبقه بندی کرد:

جبرانی را به‌جا گذاشته است (David and Vance, 2008).

مطالعات نشان می‌دهند که سرعت از بین رفتن دوزیستان بیش‌از سایر تاکسون‌های مهره‌داران است (Stuart et al., 2004; Pounds et al., 1999). یک ارزیابی جهانی نشان می‌دهد یک سوم این گونه‌ها در معرض تهدید انقراض قرار دارند. احتمالاً به مرور زمان این تهدید تسریع خواهد شد، چرا که بیشتر دوزیستان در نواحی گرمسیری زیست می‌نمایند و محدوده جغرافیایی کوچکی دارند که ممکن است آن‌ها را مستعد انقراض کند. طبق مطالعات انجام شده، افزایش فشار ناشی از تخریب زیستگاه و تغییر آب و هوا بیشترین اثر را بر کاهش جمعیت دوزیستان دارد (David and Vance, 2008). از این رو امروزه مطالعات اثرات تغییر اقلیم بر پراکنش گونه‌ها مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است.

مدل‌سازی توزیع گونه‌ای در طی ۲۰ سال اخیر رشد قابل ملاحظه‌ای داشته است (Guisan and Thuiller, 2005). طبق یک مطالعه مروری، بین سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۷ روش‌های گوناگونی برای مدل‌سازی توزیع گونه‌ای توسعه یافته است که در این مطالعات معمولاً به ارزیابی یک روش (به عنوان مثال فقط استفاده از GARP) یا مقایسه چند روش (به عنوان مثال مقایسه روش MAXENT و GARP) پرداخته شده یا ایده‌هایی برای بهبود مدل‌ها ارائه داده شده است. اغلب پیش‌بینی‌های محیط‌زیستی که برای مدل‌های توزیع گونه‌ای استفاده می‌شوند، بر پایه‌ی داده‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی در مقیاس‌های مختلف هستند (Pearson and Dawson, 2003). متغیرهای اقلیمی مورد استفاده از مجموعه داده-

نقاط حضور

بر اساس گزارشات موثق سازمان حفاظت محیط‌زیست مبنی بر مشاهده حضور سمندر لرستانی و ثبت این نقاط توسط کارشناسان محیط‌زیست فهرستی از محل‌های مشاهده این گونه به همراه مختصات ۳۲ نقطه حضور جمع‌آوری و به عنوان لایه نقاط حضور سمندر لرستانی در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفت.

متغیرهای مستقل اقلیمی بر اساس آزمون آماری پیرسون برای تعیین میزان همبستگی مورد تجزیه و تحلیل قرار

گرفتند و با میزان همبستگی بیش‌تر از ۰/۷۵، متغیرهای اقلیمی تعیین شدند. پس از آزمون پیرسون متغیرهای دمای متوسط سالانه (BIO1)، حداکثر درجه حرارت گرم‌ترین ماه سال (BIO5)، دمای متوسط فصل مرطوب (BIO8)، دمای متوسط فصل خشک (BIO9)، دمای متوسط گرم‌ترین فصل (BIO10)، میانگین دمای سردترین فصل (BIO11)، بارش در مرطوب‌ترین ماه سال (BIO13) و بارش در گرم‌ترین فصل سال (BIO18) به‌عنوان متغیرهای مستقل انتخاب شدند.



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعاتی (کشور ایران) و نقاط حضور سمندر لرستانی

عصبی مصنوعی (ANN)، حداکثر آنتروپی (MAXENT)، از جمله مهم‌ترین این روش‌ها هستند (Phillips et al., 2006). در این پژوهش از روش حداکثر آنتروپی که بر پایه‌ی برنامه‌ی یادگیری ماشینی استوار است،

در چند سال اخیر روش‌های مدل‌سازی زیستگاه با استقبال زیادی مواجه شده است، روش‌های مختلفی از جمله روش الگوریتم ژنتیکی (GARP)، تحلیل فاکتوری آشیان بوم‌شناختی (ENFA)، رگرسیون منطقی، شبکه

نماید. سطح زیر منحنی بین ۰/۷ تا ۰/۸ بیانگر یک مدل خوب، بین ۰/۸ تا ۰/۹ مدل عالی و سطح زیر منحنی بیش از ۰/۹ نشان دهنده قدرت تشخیص بسیار عالی مدل می باشد (Phillips, 2004; Pearson, 2007).

نتایج

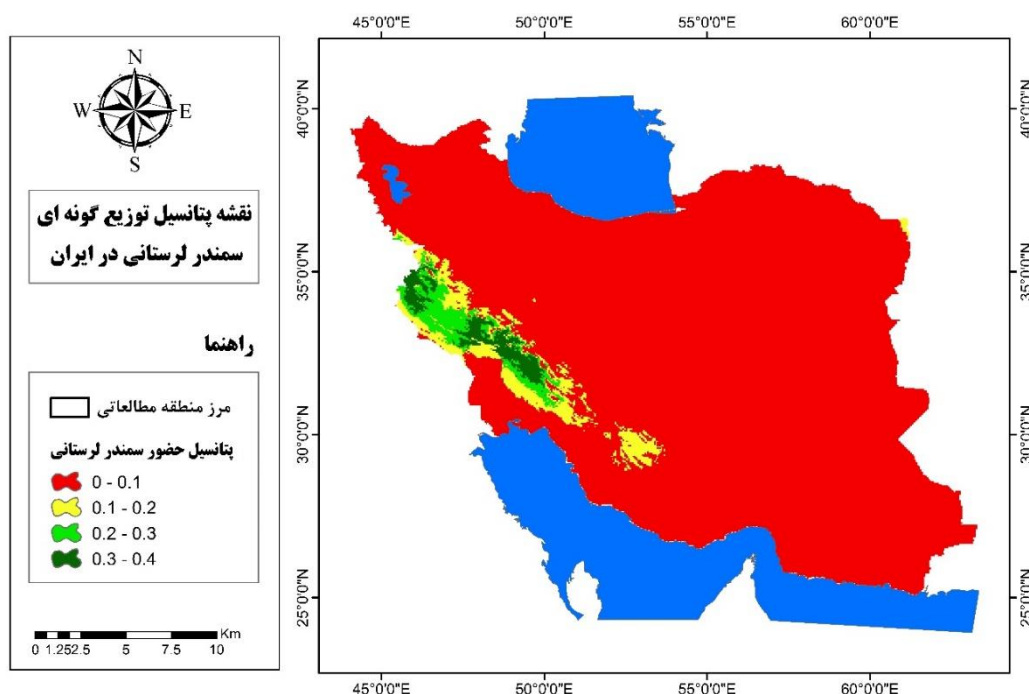
همانطور که در شکل ۲ آمده است، مدل توزیع گونه‌ای سمندر لرستانی در ایران مناطق غربی کشور واقع در امتداد رشته کوه زاگرس را به‌عنوان بهترین مناطق برای توزیع این گونه نشان داده است. نتایج نشان داده شده در این پیش‌بینی به‌طور کلی با پراکنش این گونه در حال حاضر تطابق نسبی دارد. همچنین مطابق جدول ۱ متغیرهای حداکثر درجه حرارت گرم‌ترین ماه سال (Bio5)، بارش مرطوب‌ترین ماه سال (Bio13)، بارش گرم‌ترین فصل سال (Bio18) به ترتیب مهم‌ترین متغیرها در توزیع این گونه محسوب می‌شوند.

اعتبار سنجی مدل با استفاده از تحلیل منحنی عامل دریافت کننده (ROC)، ۰/۹۹۴ و ۰/۹۹۲ را به ترتیب برای داده‌های آموزشی و داده‌های اعتبارسنجی نشان داد، در نتیجه سطح زیر منحنی قدرت تشخیص عالی دارد و بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که مدل بدست آمده در پیش‌بینی توزیع گونه‌ای سمندر لرستانی در سطح کشور ایران از کارایی بالایی برخوردار است.

در نرم افزار MaxEnt version 3.3.3 استفاده شد. این مدل فقط به داده‌های حضور و لایه‌های متغیرهای محیطی (پیوسته یا گروه بندی) منطقه مورد مطالعه نیاز دارد (Phillips et al., 2006). این روش در نرم افزار Maxent اجرا می‌شود که اولین بار توسط Philips ارائه گردید (York et al., 2011). این روش برای مدل سازی پتانسیل توزیع گونه‌ها و تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه به کار می‌رود و در مقایسه با روش‌های مدل‌سازی دیگر برای داده‌های فقط حضور، الگوریتم حداکثر آنتروپی تنظیماتی برای کاهش انحراف نمونه برداری مکانی دارد و مشخص شده که کمتر از خود همبستگی متغیرها تأثیر می‌پذیرد حتی اگر کل اندازه نمونه کوچک باشد (York et al., 2011).

بررسی اعتبار مدل

برای ارزیابی مدل‌های پیش‌بینی از منحنی ویژگی عامل دریافت کننده^۱ (ROC) استفاده شد. سطح زیر منحنی^۲ AUC برابر با احتمال قدرت تشخیص میان نقاط حضور و عدم حضور توسط یک مدل است (Phillips et al., 2004). مقادیر مختلف سطح زیر منحنی بین ۰/۵ تا ۱ است. چنانچه سطح زیر منحنی برابر با ۰/۵ باشد، بیان کننده تصادفی بودن مدل بوده و اگر این مقدار برابر با ۱ باشد، مدل به بهترین نحو می‌تواند نقاط حضور و عدم حضور را از یکدیگر تفکیک



شکل ۲: نقشه پیش‌بینی توزیع گونه‌ای سمندر لرستانی در ایران با استفاده از مدل حداکثر آنتروپی

جدول ۱: اهمیت نسبی متغیرهای اقلیمی در مدل‌سازی توزیع گونه‌ای سمندر لرستانی

Variable	Percent contribution	Permutation importance
bio13	46.7	26.2
bio5	20.6	38.7
bio8	16.6	24.8
bio18	16.1	10.3
bio9	0	0

مناطق از ایران که حضور سمندر لرستانی گزارش شده، تلفیقی از این عوامل اقلیمی دخیل باشند. در چنین مناطقی بارش در مرطوب‌ترین ماه سال، حداکثر درجه حرارت گرم‌ترین ماه سال، دمای متوسط فصل مرطوب و بارش در گرم‌ترین فصل عوامل مهمی برای پراکنش و توزیع گونه‌ای سمندر لرستانی محسوب می‌شوند. به‌طور کلی می‌توان گفت تغییرات دما میزان نمو دوزیستان را تغییر می‌دهد و عموماً میزان نمو با افزایش دما تا حد

بحث و نتیجه گیری

در این مطالعه نتایج حاصل از تحلیل اهمیت نسبی متغیرها نشان داد که در پراکنش سمندر لرستانی در ایران متغیرهای حداکثر درجه حرارت گرم‌ترین ماه سال (Bio5)، بارش مرطوب‌ترین ماه سال (Bio13)، بارش گرم‌ترین فصل سال (Bio18) از اهمیت بالایی برخوردار است (جدول ۱). لذا به نظر می‌رسد در

- Pearson, R. G. (2007). Species' distribution modeling for conservation educators and practitioners. *Synthesis. American Museum of Natural History*, 50.
- York, P., Evangelista, P., Kumar, S., Graham, J., Flather, C., and Stohlgren, T. (2011). A habitat overlap analysis derived from Maxent for Tamarisk and the South-western Willow Flycatcher. *Frontiers of Earth Science*, 5(2), 120-129.
- Bielby, J., Cooper, N., Cunningham, A. A., Garner, T. W. J., and Purvis, A. (2008). Predicting susceptibility to future declines in the world's frogs. *Conservation Letters*, 1(2), 82-90.
- Houlahan, J. E., Findlay, C. S., Schmidt, B. R., Meyer, A. H., and Kuzmin, S. L. (2000). Quantitative evidence for global amphibian population declines. *Nature*, 404(6779), 752-755.
- Wake, D. B., and Vredenburg, V. T. (2008). Are we in the midst of the sixth mass extinction? A view from the world of amphibians. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(Supplement 1), 11466-11473.
- Stuart, S. N., Chanson, J. S., Cox, N. A., Young, B. E., Rodrigues, A. S., Fischman, D. L., and Waller, R. W. (2004). Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. *Science*, 306(5702), 1783-1786.
- Pounds, J. A., Fogden, M. P., and Campbell, J. H. (1999). Biological response to climate change on a tropical mountain. *Nature*, 398(6728), 611-615.
- Guisan, A., and Thuiller, W. (2005). Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecology letters*, 8(9), 993-1009.
- Pearson, R. G., and Dawson, T. P. (2003). Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: are bioclimate

آستانه بالا می‌رود که ممکن است خاص گونه یا جمعیت باشد. تحمل حرارت می‌تواند به تناسب مراحل زندگی تغییر کند اما گرایش به سوی نمودی سریع‌تر با دماهای بالاتر در سراسر عمر گونه‌ها شایع است. به‌علاوه تغییرات دما ممکن است روی رفتارهای غذایی و پراکندگی تأثیر بگذارد. تحت شرایط تنش‌زا مانند افزایش دما و کاهش رطوبت، دوزیستان ممکن است منزوی شده و فعالیت خود را کاهش دهند. دوزیستان ممکن است پراکندگی، مهاجرت یا دیگر حرکتشان را تحت افزایش دما و کاهش رطوبت تغییر دهند (Blaustein *et al.*, 2010). بنابراین اقلیم به‌عنوان یکی از شاخص‌های مهم در تعیین پراکنش دوزیستان محسوب می‌شود و نتایج این مطالعه می‌تواند در شناسایی پتانسیل زیستگاهی این گونه کمیاب در ایران و برنامه‌ریزی حفاظتی برای آن تأثیر به‌سزایی داشته باشد.

References

- Phillips, S. J., Dudík, M., Schapire, R. E. (2004). A maximum entropy approach to species distribution modeling, In: Proceedings of the 21st International Conference on Machine Learning, ACM Press, New York, 655-662.
- Giovanelli, J. G. R., De Siqueira, M. F., Haddad, C. F. B., 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.
- Pearson, R.G. (2007), Species' distribution modeling for conservation educators and practitioners, American Museum of Natural History, Available at <http://ncep.amnh.org>.
- Blaustein, R. J. (2010). High-seas biodiversity and genetic resources: science and policy questions. *Bioscience*, 60(6), 408-413.

- species distributions from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar. *Journal of biogeography*, 34(1), 102-117.
- Breckle, S. W. (2002). Salt deserts in Iran and Afghanistan. *Barth and Böer (eds.), Sabkha Ecosystems*, 109-122.
- Akhani, H. (1998). *Plant biodiversity of Golestan National Park, Iran* (No. 53). Stapfia.
- envelope models useful?. *Global ecology and biogeography*, 12(5), 361-371.
- Leathwick, J. R., Elith, J., Francis, M. P., Hastie, T., and Taylor, P. (2006). Variation in demersal fish species richness in the oceans surrounding New Zealand: an analysis using boosted regression trees. *Marine Ecology Progress Series*, 321, 267-281.
- Pearson, R. G., Raxworthy, C. J., Nakamura, M., and Townsend Peterson, A. (2007). Predicting