



هفتمین کنفرانس ملی مرتع و مرتعداری ایران

۱۸-۱۹ اردیبهشت ماه ۱۳۹۷

مدل‌سازی آشیان اقلیمی گونه لاله واژگون با استفاده از مدل حداکثر آنتروپی در استان چهارمحال و بختیاری

علی اصغر نقی‌پور برج^{۱*}، زینب استوار بکیانی^۲، اسماعیل اسدی^۳

^۱ استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد

پست الکترونیک: aa_naghipour@yahoo.com

^۲ دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد

^۳ دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد

چکیده

لاله واژگون یک گونه دارویی با ارزش‌های اکولوژیکی و اقتصادی است که بومی منطقه زاگرس مرکزی ایران می‌باشد. جمعیت این گونه به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافته و در دهه‌های آینده در معرض خطر انقراض قرار خواهد گرفت. درک نیازهای رویشگاهی این گونه و ارزیابی شرایط رویشگاهی برای حفاظت لاله واژگون مهم است. به منظور مدل‌سازی پراکنش گونه‌ای بر مبنای آنالیز همبستگی، دو متغیر توپوگرافی و شش متغیر زیست اقلیمی به کار رفتند. مدل حداکثر آنتروپی به منظور مدل‌سازی تناسب رویشگاه در استان چهارمحال و بختیاری به عنوان بخشی از زاگرس مرکزی به کار گرفته شد. نتایج نشان داد که دمای فصلی و بارندگی خشکترین فصل سال به عنوان مهمترین عوامل تعیین کننده رویشگاه لاله واژگون می‌باشند. صحت مدل پراکنش، خوب و AUC مدل ۰/۹۱ محاسبه گردید. نتایج نشان داد که ۳۷۹۸۶ هکتار از استان چهارمحال و بختیاری برای گونه لاله واژگون تناسب رویشگاهی بالا داشت. نتایج این مطالعه می‌تواند در برنامه‌ریزی، حفاظت و احیا لاله واژگون به کار رود.

واژه‌های کلیدی: استان چهارمحال و بختیاری، مدل حداکثر آنتروپی، متغیر زیست اقلیمی، مدل‌سازی پراکنش گونه‌ای، تناسب رویشگاه.



مقدمه

نقشه پراکنش بالقوه یا مطلوبیت رویشگاه گونه‌های گیاهی برای بسیاری از کاربردها مورد نیاز می‌باشد. این کاربردها شامل ارزیابی تنوع زیستی، طرح‌های حفاظت زیستی، ارزیابی محیط‌زیست، احیاء، مدیریت رویشگاه، مدیریت گونه‌های مهاجم، مدل‌سازی جوامع و پیش‌بینی تغییرات زیست محیطی بر گونه‌ها و اکوسیستم‌ها می‌باشد (Franklin, 2010). عوامل محیطی بر روی حضور و پراکنش جغرافیایی گیاهان تأثیر می‌گذارد (Huntley et al., 1995). در بین عوامل محیطی تأثیرگذار، شرایط اقلیمی نقش مهمی در پراکنش گونه‌ها و همچنین الگوهای گیاهی دارد (Gaston, 2003). تغییرات اقلیمی تنها عامل جابجایی گونه‌های گیاهی نمی‌باشند. عوامل دیگری مانند خاک، سطح آب زیرزمینی، رقابت و ... نیز ممکن است پراکنش گونه‌ها را تحت تأثیر قرار دهند؛ که ملاحظه تمام این فرآیندها در مدل‌سازی در مقیاس جغرافیایی وسیع ضروری نیست و غیر ممکن است (Hamann & Wang, 2006).

مدل‌های پراکنش گونه‌ای ارتباط موجود بین نقاط حضور گونه و متغیرهای زیست محیطی را محاسبه می‌نمایند (Franklin, 2010). یکی از روش‌های پرکاربرد به منظور مطالعات ارزیابی پراکنش جغرافیایی گونه‌ها، مدل حداکثر آنتروپی (MaxEnt) است. مدل حداکثر آنتروپی روشی است که احتمال حضور گونه را در یک فضا بر اساس متغیرهای محیطی امکان‌پذیر نموده و به عنوان کارآمدترین رویکرد مدل‌سازی پراکنش گونه‌ای محسوب می‌شود که نیازی به دانستن نقاط عدم حضور گونه ندارد و تنها بر اساس نقاط حضور گونه، مدل را پیش‌بینی می‌نماید (Elith et al., 2006). از جمله مطالعات صورت‌گرفته با مدل حداکثر آنتروپی، می‌توان به Ardestani و همکاران (۲۰۱۵) اشاره نمود. ایشان مدل‌سازی رویشگاه بالقوه سه گونه بومی در مرکز ایران را با استفاده از مدل حداکثر آنتروپی (Maxent) انجام داده و این روش را برای شناسایی مناطق مناسب به منظور پروژه‌های احیایی مفید دانستند.

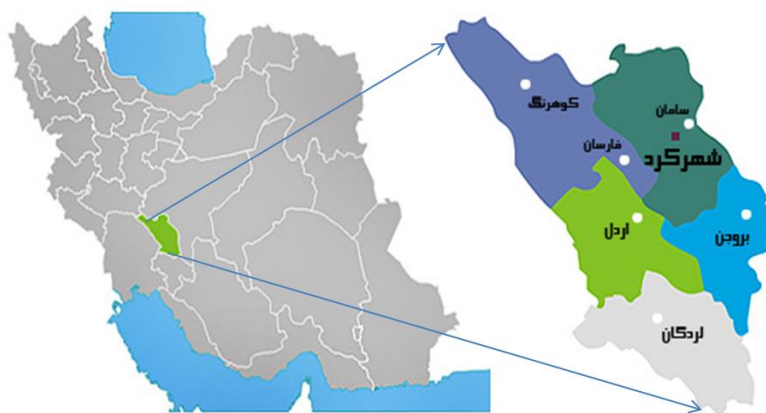
گونه لاله واژگون (*Fritillaria imperialis* L.) که به "اشک مریم" نیز معروف است، از گیاهان منحصر به فرد و ارزشمند می‌باشد که مشخصه منطقه زاگرس بوده و در مناطق معدودی از کشور به صورت وحشی می‌روید. در ایران، منطقه زاگرس دارای فون و فلور منحصر به فرد بوده و غنی‌ترین ذخایر ژنتیکی کشور را دارا می‌باشد. از طرفی بقای این گونه به دلیل چرای شدید دام، تغییر کاربری، برداشت گل و پیاز و آفات و بیماری‌ها به شدت در معرض تهدید می‌باشد (Badfar-Chaleshtori et al., 2012).

با توجه به اهمیت این موضوع، مطالعه حاضر با هدف تهیه نقشه پیش‌بینی پراکنش بالقوه و شناسایی عوامل اقلیمی موثر بر پراکنش گونه لاله واژگون در استان چهارمحال و بختیاری واقع در زاگرس مرکزی صورت گرفت. از نتایج این مطالعه می‌توان در برنامه‌ریزی‌های حفاظتی و اصلاحی گونه لاله واژگون استفاده نمود.



مواد و روش‌ها

لاله واژگون با نام علمی *Fritillaria imperialis* L. معروف به تاج امپراتور و اشک مریم گیاهی است علفی، چند ساله، دارای گل نر و ماده، دارای پیاز متعلق به رده تک لپه‌ایها و خانواده سوسن (Liliaceae) که پتانسیل بالایی جهت استفاده به عنوان گیاه زینتی و دارویی را دارا می‌باشد. مطالعه حاضر در استان چهارمحال و بختیاری واقع در منطقه زاگرس مرکزی و با مساحتی حدود ۱/۶۵ میلیون هکتار (حدود ۱ درصد از مساحت کشور) انجام شد. این استان بین ۳۱ درجه و ۹ دقیقه تا ۳۲ درجه و ۴۸ دقیقه عرض شمالی و نیز ۴۹ درجه و ۲۸ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۲۵ دقیقه طول شرقی قرار دارد. بارش متوسط سالانه استان حدود ۵۶۰ میلی‌متر است که در مناطق مرتفع عمدتاً به صورت برف می‌باشد (سلطانی و همکاران، ۱۳۸۹). این تحقیق در مناطق عمده رویش گونه گیاهی لاله واژگون در استان چهارمحال و بختیاری انجام شد (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت استان چهارمحال و بختیاری در ایران

نقاط حضور گونه بر اساس بررسی‌های مستقیم میدانی در مناطق پراکنش گونه لاله واژگون در کل استان چهارمحال و بختیاری جمع‌آوری گردید. در ثبت نقاط وقوع گونه، سعی شد مناطقی به عنوان وقوع گونه در نظر گرفته شوند که گونه مورد نظر حداقل یک لکه به مساحت یک کیلومتر مربع را تحت پوشش قرار دهد. همچنین نقاط نمونه‌برداری شده از یکدیگر حداقل یک کیلومتر فاصله داشته باشند. با توجه به شرایط ذکر شده، در نهایت ۳۵ نقطه حضور گونه انتخاب شد.

متغیرهای محیطی مورد استفاده، شامل نقشه مدل رقومی ارتفاع (DEM) و ۱۹ متغیر زیست اقلیمی (BioClimatic Variables) منطقه مورد مطالعه با قدرت تفکیک‌پذیری ۳۰ arc-seconds بودند که به صورت ریز مقیاس شده از پایگاه اطلاعاتی Worldclim



گرفته شدند. از نقشه مدل رقومی ارتفاع در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)، نقشه‌های درصد شیب و جهت شیب تولید شد و به عنوان متغیرهای فیزیوگرافی مورد استفاده قرار گرفت.

همبستگی بین متغیرهای زیست اقلیمی و متغیرهای فیزیوگرافی توسط آزمون آماری پیرسون بررسی شد و لایه‌هایی با بیش از ۰/۸، تعیین شده و لایه‌های با درجه اهمیت کمتر برای گونه مورد مطالعه حذف گردیدند (Rana et al., 2017). در نهایت و پس از حذف لایه‌های دارای همبستگی بالا و غیرضروری، ۸ متغیر شامل درصد شیب، جهت شیب، شاخص هم‌دمایی، تغییرات فصلی دما، دامنه سالانه دما، میانگین دمای خشک‌ترین فصل سال، مجموع بارندگی سالانه و مجموع بارندگی کم‌بارش‌ترین فصل سال به عنوان ورودی مدل‌ها انتخاب گردیدند.

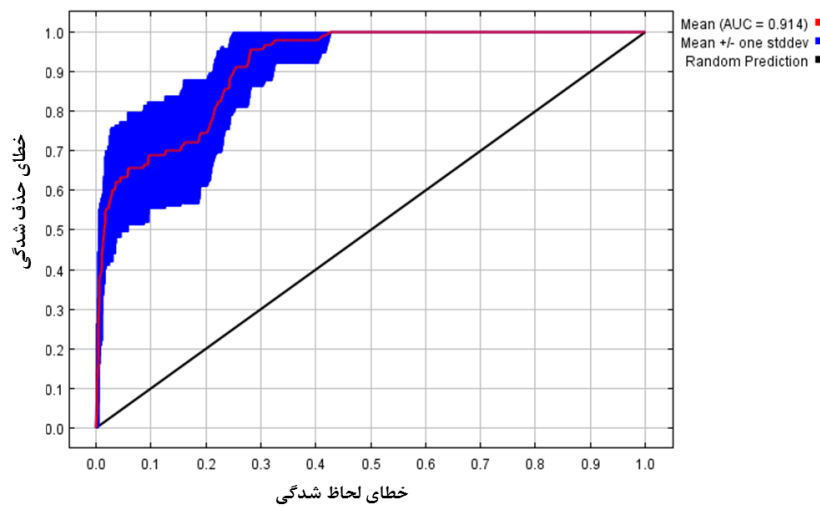
داده‌های حضور گونه لاله واژگون با ۸ متغیر اقلیمی و با تکرار ۱۰ بار با استفاده از نرم‌افزار MaxEnt مورد تحلیل قرار گرفت. برای ارزیابی نتایج مدل‌سازی از سطح زیر منحنی ROC یا شاخص AUC استفاده شد. در صورتی که مقادیر سطح زیر منحنی (AUC) کمتر از ۰/۷ باشد نشان‌دهنده توانایی ضعیف مدل در پیش‌بینی، مقادیر ۰/۷-۰/۹ نشان‌دهنده یک پیش‌بینی قابل قبول، و مقادیر بالای ۰/۹ نشان‌دهنده توانایی پیش‌بینی عالی مدل است (Rana et al., 2017).

نتایج

بر اساس نتایج حاصل از مدل حداکثر آنتروپی، مقدار شاخص سطح زیر منحنی (AUC) برابر با ۰/۹۱ بود (شکل ۲). مقادیر AUC بالاتر از ۰/۹ نشان‌دهنده توانایی پیش‌بینی عالی مدل است. بنابراین این نتیجه نشان‌دهنده توانایی بالای مدل در پیش‌بینی توزیع گونه لاله واژگون می‌باشد.

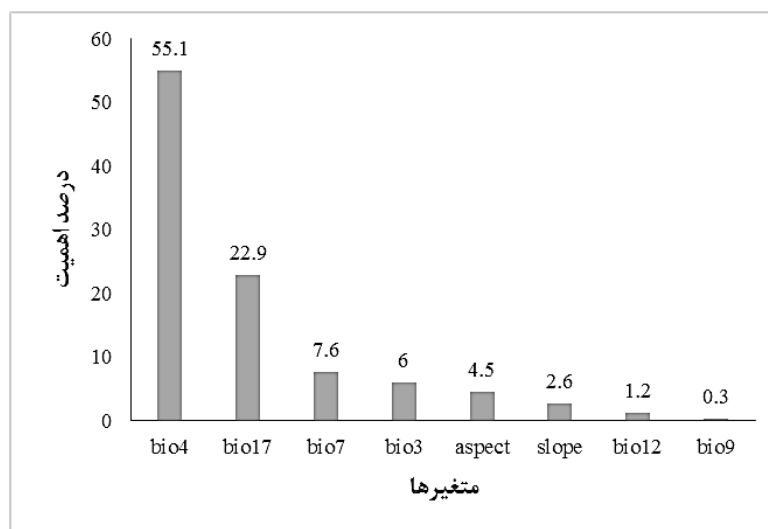


۱۹-۱۸ اردیبهشت ماه ۱۳۹۷



شکل ۲ منحنی ROC و مقدار AUC مدل پراکنش گونه

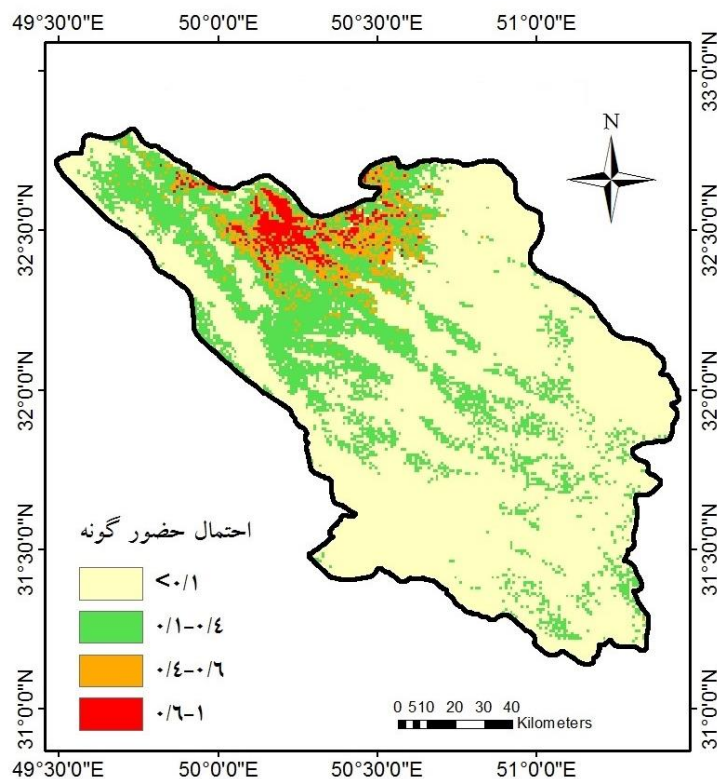
سهم نسبی (اهمیت) هر یک از متغیرهای وارد شده به مدل در پیش‌بینی مناطق مناسب برای حضور گونه در شکل ۳ نشان داده شده است. بر اساس نتایج حاصل به ترتیب تغییرات فصلی دما (bio4)، مجموع بارندگی کم‌بارش‌ترین فصل سال (bio17)، دامنه سالانه دما (bio7) و شاخص هم‌دمایی (bio3) بیشترین سهم را در تعیین مطلوبیت رویشگاه گونه لاله واژگون داشتند. دو متغیر تغییرات فصلی دما و مجموع بارندگی کم‌بارش‌ترین فصل سال در حدود ۷۸ درصد تغییرات پراکنش گونه را توجیه نمودند و بیشترین سهم را در تعیین مطلوبیت رویشگاه دارا بودند.





شکل ۳- سهم تاثیرگذاری متغیرهای زیست محیطی در پراکنش لاله واژگون

در شکل ۴، رنگ کرم نشان دهنده احتمال وقوع کمتر از ۰/۱ (رویشگاه نامناسب)، رنگ سبز نشان دهنده احتمال وقوع ۰/۱ تا ۰/۴ (تناسب رویشگاهی کم)، رنگ نارنجی نشان دهنده احتمال وقوع ۰/۴ تا ۰/۶ (تناسب رویشگاهی متوسط) و رنگ قرمز نشان دهنده احتمال وقوع بیشتر از ۰/۶ (تناسب رویشگاهی زیاد) را نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که ۳۷۹۸۶ هکتار از مساحت استان در طبقه با تناسب رویشگاهی زیاد برای گونه لاله واژگون قرار دارد.



شکل ۴- نقشه رویشگاه اقلیمی حال حاضر گونه لاله واژگون



بحث و نتیجه گیری

مقادیر شاخص سطح زیر منحنی بین ۰/۷ تا ۰/۹ نشان دهنده پیش‌بینی خوب مدل و مقادیر بالاتر از ۰/۹ نشان دهنده پیش‌بینی عالی مدل است (Swets, 1988). نتایج اجرای مدل، میزان AUC زیاد را نشان داد که نشان دهنده عملکرد مناسب مدل حداکثر آنتروپی در پیش‌بینی پراکنش گونه در منطقه مورد مطالعه است. Rana و همکاران (۲۰۱۷) نیز جهت بررسی پراکنش دو گونه گیاهی دارویی از تیره لاله در نیال، از مدل پراکنش گونه‌ای حداکثر آنتروپی استفاده کردند و نتایج این محققان همچون مطالعه حاضر، نشان‌دهنده عملکرد بالای مدل حداکثر آنتروپی در پیش‌بینی پراکنش گونه‌ای بود.

براساس نتایج حاصل از مدل‌سازی حداکثر آنتروپی، سطح رویشگاه مناسب برای گونه لاله واژگون در استان چهارمحال و بختیاری حدود ۲/۳۲ درصد (۳۷۹۸۶ هکتار) می‌باشد. همچنین تغییرات فصلی دما، مجموع بارندگی کم‌بارش‌ترین فصل سال و دامنه سالانه دما در حدود ۸۵/۶ درصد تغییرات پراکنش گونه را توجیه نمودند و بیشترین سهم را در تعیین مطلوبیت رویشگاه گونه داشتند

رویشگاه‌هایی که دارای گونه‌های در معرض خطر مانند لاله واژگون هستند باید از بهره‌برداری زیاد، تغییر کاربری و تخریب بیشتر حفظ شوند. نتایج حاصل از این مطالعه به مدیران در تصمیم‌گیری‌های مدیریتی کمک می‌نماید تا شرایط را جهت حفظ و نگهداری، اجرای اقدامات اصلاحی مناسب و بهره‌برداری پایدار از گونه لاله واژگون فراهم نمایند.

منابع مورد استفاده:

- سلطانی س.، یغمایی ل.، خداقلی م. و صبوچی ر. ۱۳۸۹. پهنه بندی زیست اقلیمی استان چهارمحال و بختیاری با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، ۱۴ (۵۴): ۵۳-۶۸.
- Ardestani, E.G., Tarkesh M., Bassiri M., Vahabi M.R. 2014. Potential habitat modeling for reintroduction of three native plant species in central Iran. *Journal of Arid Land*, 7: 381-390.
- Badfar-Chaleshtori S, Shiran B, Kohgard M, Mommeni H, Hafizi A, Khodambashi M, Mirakhorli N, and Sorkheh K. 2012. Assessment of genetic diversity and structure of Imperial Crown (*Fritillaria imperialis* L.) populations in the Zagros region of Iran using AFLP, ISSR and RAPD markers and implications for its conservation. *Biochemical systematics and ecology*, 42: 35-48
- Elith, J., Graham, C.H., Anderson, R.P., Dudík, M., Ferrier S., Guisan, A., Hijmans, R.J., et al. 2006. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography*, 29(2): 129-151.
- Franklin, J. 2010. Mapping species distributions: spatial inference and prediction. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Gaston, K.J. 2003. The structure and dynamics of geographic ranges, Oxford University Press, 267p



- Huntley, B., Berry, P.M., Cramer, W., McDonald, A.P. 1995. Special paper: modelling present and potential future ranges of some European higher plants using climate response surfaces. *Journal of Biogeography*, 22: 967-1001.
- Hamann, A., Wang, T. 2006. Potential effects of climate change on ecosystem and tree species distribution in british columbia. *Ecology*, 87: 2773-2786.
- Rana SK, Rana HK, Ghimire SK, Shrestha KK, and Ranjitkar S. 2017. Predicting the impact of climate change on the distribution of two threatened Himalayan medicinal plants of Liliaceae in Nepal. *Journal of Mountain Science*, 14 (3): 558-570.
- Swets, J.A. 1988. Measuring the accuracy of diagnostic systems. *Science*, 240(4857): 1285-1293



Climatic Niche Modeling of *Fritillaria Imperialis* L. Using MaxEnt Modelling in Chaharmahal and Bakhtiari province

Ali Asghar Naghipour^{1*}, Zeinab Ostovar² and Esmail Asadi³

¹ Assistant Professor, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.

*(Corresponding Author). E-mail: aa_naghipour@yahoo.com

² M.Sc. in Range Management, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.

³ Associate Professor, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.

Abstract:

Fritillaria imperialis, a species native to Central Zagros, Iran, is a medicinal plant with great ecological and commercial profits. Its population has decreased considerably, and the species has become endangered in later decades. Understanding the habitat needs of this species, evaluating habitat conditions are important for protecting *F. imperialis*. In order to model its distribution based on correlation analysis, two topographic and eight bioclimatic variables were applied. A MaxEnt model was used for modelling the habitat suitability in Chaharmahal and Bakhtiari province as a part of Central Zagros. The results show that temperature seasonality and precipitation of driest quarter are important factors determining *F. imperialis* suitable habitat. The produced species distribution model had good accuracy as calculated AUC were 0.91. The results of the model showed that 37986 ha of in Chaharmahal and Bakhtiari province for the *F. imperialis* have had high habitat suitability. The results of this study can be used in planning, conservation and rehabilitation of *F. imperialis*.

Keywords: Chaharmahal and Bakhtiari province, MaxEnt, Bioclimatic variables, Distribution modelling, Suitable habitat.