Journal of Rangeland

Print ISSN: 2008-0891

Online ISSN: 2676-5039

Predicting the potential habitat distribution of *Orchis maculata* L. via maximum entropy model in the eastern rangeland of Golestan province rangelands

Saber Mohajer Ghaderabadi[1], Mojgansadat Azimi[*2], Hossein Piri Sahragard[3], Vahideh Riyazinia[4]

[1.] MSc. in Rangeland Science, Department of Range Management, Faculty of Range and Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

[2.] Corresponding Author; Associate Prof., Department of Range Management, Faculty of Range and Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: azimi@gau.ac.ir

[3.] Associate Prof., Department of Range and Watershed Management, Faculty of Water and Soil, University of Zabol, Zabol, Iran.

[4]. PhD student in Rangeland Science, Department of Range Management, Faculty of Range and Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

Article Info

Article type:
Research Full Paper

2025; Vol 19, Issue 3

Article history:
Received: 13.02.2025
Revised: 09.07.2025
Accepted: 09.07.2025

Keywords:
Area Under Curve (AUC),
Climatic Variables,
Physiographic Features,
Spatial Distribution.

Abstract

Introduction and Objective: Effective rangeland management requires knowledge of the spatial distribution of plant species, which is a key factor in assessing vegetation dynamics across regions. *Orchis maculata* (Persian name: Sa'alb) is a perennial orchid that has attracted global attention from the food and pharmaceutical industries due to the presence of valuable nutritional and medicinal compounds in its underground tubers. However, habitat loss and overharvesting have led to a decline in its natural populations, prompting researchers to model its potential distribution. The aim of this study was to investigate the environmental factors influencing the potential habitat distribution of *O. maculata* using the Maximum Entropy (MaxEnt) method in the eastern rangelands of Golestan Province.

Methodology: Random-systematic sampling was conducted within the target grassland ecosystem. A total of 118 occurrences of *O. maculata* were recorded across the study area using GPS. To evaluate the predictive performance of the MaxEnt model, the ROC curve validation method and Jackknife test were applied.

Results: Modeling results showed that the MaxEnt algorithm achieved high accuracy (AUC = 0.95) in predicting the potential habitat distribution of *O. maculata*, a species with a restricted range and recognized medicinal and nutritional importance. The final distribution map indicated that approximately 42.7% of the study area has moderate to high suitability for the species, with the southern (27.4%) and eastern (15.3%) regions showing the highest likelihood of establishment. Predictions further revealed that the greatest probability of occurrence was at elevations between 1200 and 1400 meters above sea level. Variable importance analysis demonstrated that two physiographic factors -elevation (26.1%) and slope aspect (19.2%)- together explained 45.3% of the variation in species distribution. Among climatic variables, the mean temperature of the growing season (18.4%) was the most influential. The species' response indicated that the probability of presence is significantly higher within a temperature range of 0–18°C, while occurrence declines sharply above 18°C. The distribution map also showed that approximately 6% of the study area (592.12 hectares) exhibits high suitability for

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-09-06]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1404.19.3.4.1]

species establishment. These findings highlight the strong influence of both physiographic and climatic conditions on the potential distribution of *O. maculata* in the region.

Conclusion: Physiographic variables such as elevation and slope direction contributed more strongly to habitat suitability than other factors. Therefore, implementing conservation and restoration strategies within medium- and long-term management programs is essential to ensure the persistence and distribution of *O. maculata*. Preventing infrastructure development, human disturbance, and land-use changes in suitable habitats is also necessary to safeguard this unique species.

Cite this article: Mohajer Ghaderabadi, S., M. Azimi, H. Piri Sahragard, V. Riyazinia, 2025. Predicting the potential habitat distribution of *Orchis maculata* L. via maximum entropy model in the eastern rangeland of Golestan province rangelands. Journal of Rangeland, 19(3): 283-297.

© The Author(s).
DOR: 20.1001.1.20080891.1404.19.3.4.1
Publisher: Iranian Society for Range Management

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-09-06]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1404.19.3.4.1]

مـــرتـــع

شاپا چاپی: ۰۸۹۱-۲۰۰۸

شاپا الکترونیکی: ۵۰۳۹-۲۶۷۶

پیش‌بینی پراکنش رویشگاه بالقوه گونه ثعلب (*Orchis maculata* L.) با استفاده از مدل حداکثر آنتروپی در مراتع شرق استان گلستان

صابر مهاجر قادرآبادی[۱]، مژگان سادات عظیمی*[۲]، حسین پیری صحراگرد[۳]، وحیده ریاضی نیا[۴]

۱. کارشناسی ارشد علوم مرتع، گروه مدیریت مرتع، دانشکده مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

۲. نویسنده مسئول، دانشیار گروه مدیریت مرتع، دانشکده مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: azimi@gau.ac.ir

۳. دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده آب و خاک، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

۴. دانشجوی دکتری رشته مدیریت مرتع، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل – پژوهشی

۱۴۰۴؛ جلد ۱۹، شماره ۳

تاریخ دریافت ۱۴۰۳/۱۱/۲۵
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۴/۰۴/۱۸
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۴/۱۸

واژه‌های کلیدی:
آماره سطح زیر منحنی،
پراکنش مکانی،
خصوصیات فیزیوگرافیک،
متغیرهای اقلیمی.

چکیده

سابقه و هدف: آگاهی از حدود پراکنش مکانی گیاهان یکی از عوامل مهم در بررسی پوشش گیاهی هر منطقه و مدیریت صحیح مراتع است. درسال‌های اخیر به‌دلیل بهره‌برداری بی رویه، گسترش رویشگاه گونه گیاهی *Orchis maculata* L. و بهره‌برداری از ارزشهای دارویی و زیباشناختی آن با محدودیت‌های جدی مواجه شده است. پژوهش حاضر با هدف، مدلسازی پیش بینی پراکنش رویشگاه بالقوه گونه *O. maculata* و شناخت عوامل محیطی مؤثر بر پراکنش رویشگاه گونه با استفاده از روش آنتروپی بیشینه (MaxEnt) در مراتع شرق استان گلستان انجام شد.

مواد و روش: در راستای هدف پژوهش حاضر نمونه‌برداری از گونه گیاهی با پیمایش میدانی و ثبت ۱۱۸ نقطه حضور با فاصله حداقل۵۰۰ متر از یکدیگر به‌روش تصادفی انجام شد. اطلاعات مربوط به متغیرهای محیطی شامل خصوصیات خاک، متغیرهای اقلیمی و خصوصیات فیزیوگرافی نیز از طریق نمونه‌برداری صحرایی، پایگاه داده Worldclime و نقشه رقومی ارتفاع به‌دست آمد. پس از آماده‌سازیِ فایل نقاط حضور گونه و لایه‌های مربوط به متغیرهای محیطی، مدلسازی به روش MaxEnt انجام شد. ارزیابی دقّت مدل در پیش‌بینی حدود رویشگاه گونه و تحلیل اهمیت متغیرهای محیطی به‌ترتیب با استفاده از آماره سطح زیر منحنی و آزمون جک‌نایف انجام شد.

نتایج: بر اساس نتایج حاصل از مدل‌سازی، الگوریتم MaxEnt با دقت بالا (AUC=0.95) توانست پراکنش رویشگاه بالقوه گونه *Orchis maculata* را به عنوان گونه‌ای با دامنه پراکنش محدود همچنین دارای ارزش دارویی و غذایی؛ با موفقیت پیش‌بینی کند. نقشه پراکنش نهایی نشان داد که حدود ۴۲/۷ درصد از کل منطقه دارای مطلوبیت متوسط تا زیاد برای حضور گونه است که در این میان، نواحی جنوبی (۲۷.۴٪) و شرقی (۱۵.۳٪) منطقه بیشترین احتمال استقرار را دارند. همچنین، پیش‌بینی‌ها نشان داد که بیشترین احتمال حضور گونه در محدوده ارتفاعی بین ۱۲۰۰ تا ۱۴۰۰ متر از سطح دریا رخ می‌دهد. تحلیل اهمیت متغیرها نشان داد که دو عامل فیزیوگرافیک ارتفاع (۲۶.۱٪) و جهت شیب (۱۹.۲٪) در مجموع ۴۵/۳ درصد از تغییرات پراکنش گونه را تبیین می‌کنند. در میان متغیرهای اقلیمی، دمای متوسط فصل رویش با ۱۸/۴ درصد اهمیت نسبی، مهم‌ترین عامل شناخته شد. بررسی واکنش گونه نسبت به این متغیر نشان داد که احتمال حضور *O.*

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-09-06]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1404.19.3.4.1]

maculata در بازه دمایی صفر تا ۱۸ درجه سانتی‌گراد به‌طور قابل توجهی بالاتر است و با افزایش دما به بیش از ۱۸ درجه، حضور گونه کاهش می‌یابد. این نتایج گویای تأثیر معنی‌دار شرایط فیزیوگرافیک و اقلیمی بر الگوی پراکنش بالقوهاین گونه در منطقه مورد مطالعه است.

نتیجه‌گیری: در مجموع می‌توان گفت که سهم متغیرهای مرتبط با شرایط فیزیوگرافیک منطقه مانند ارتفاع و جهت شیب در تناسب رویشگاه گونه مورد مطالعه در مقایسه با دیگر متغیرها بیشتر است. از این رو سازماندهی راهبردهایی برای حفاظت و احیای رویشگاه‌های گونه ثعلب در قالب برنامه‌های بلند مدت در این نواحی امکان استقرار و پراکنش رویشگاه‌های گونه را تضمین خواهد کرد و منجر به حفظ این گونه خاص و منحصر به فرد خواهد شد. از سوی دیگر، اتخاذ تمهیداتی جهت جلوگیری از توسعه زیرساخت‌ها، دخالتهای انسانی و تغییر در کاربری اراضی دراین مناطق نیز ضروری به نظر می‌رسد.

استناد: مهاجر قادرآبادی، ص.، م.س. عظیمی، ح. پیری صحراگرد، و. ریاضی نیا، ۲۰۲۵. پیش‌بینی پراکنش رویشگاه بالقوه گونه ثعلب (*Orchis maculata* L.) با استفاده از مدل حداکثر آنتروپی در مراتع شرق استان گلستان. مرتع، ۱۹(۲): ۲۸۳-۲۹۷.

DOR: 20.1001.1.20080891.1404.19.3.4.1

ناشر: انجمن علمی مرتعداری ایران © نویسندگان

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-09-06]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1404.19.3.4.1]

مقدمه

مراتع از مهم‌ترین و وسیع‌ترین منابع تجدیدشونده هستند که علاوه بر حفظ کیفیت محیط‌زیست و تولید گیاهان دارویی و صنعتی، به طور پایدار بخش مهمی از تولیدات دامی کشور را تأمین می‌نمایند. تبدیل اراضی مرتعی به کشاورزی، کاهش توان تولید و عملکرد مراتع از جمله موارد اصلی تهدیدکننده در مراتع می‌باشند(۵). متأسفانه طی سالیان متمادی بهره‌برداری‌های غیراصولی و خارج از ظرفیت موجب بروز اختلالاتی در این اکوسیستم‌های طبیعی گردیده است (۳۴). با توجه به روند افزایشی تخریب مراتع، ضرورت آگاهی از پراکنش مکانی گیاهان به منظور مدیریت صحیح پوشش گیاهی مراتع بیش از پیش احساس می‌شود. به عبارت دیگر، شناخت رابطه بین عوامل محیطی و پراکنش گونه‌های گیاهی نقش مهمی در برنامه‌ریزی طرح‌های زیست محیطی و مدیریتی دارد(۲۹). از آنجا که رویشگاه مطلوب تأثیر بسزایی در بقا و زادآوری گونه‌ها دارد، لذا تعیین مطلوبیت رویشگاه با بهره‌گیری از روش‌های آماری مناسب، سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل‌های پیش‌بینی توزیع جغرافیایی رویشگاه‌ها یکی از ارکان اصلی مدیریت و حفاظت گونه‌های گیاهی به شمار می‌رود (۳۶).

مدل‌سازی پیش‌بینی پراکنش گونه‌ها ابزار قدرتمندی است که می‌تواند در مطالعات مربوط به زیست‌شناسی، حفاظت، تغییرات اقلیمی، تغییرات کاربری اراضی، تعیین تناسب رویشگاه‌ها برای گونه‌های گیاهی و مدیریت نحوه کشت و احیاء اجتماعات طبیعی گیاهان مورد استفاده قرار گیرد (۳۷). با توجه به اینکه یک یا چند عامل محیطی بیشترین اثر را در استقرار یک گونه گیاهی دارند، اگر به طریقی بتوان این عوامل را تعیین کرد و رفتار آن را با متغیرهای محیطی و گونه‌های همراه مورد بررسی قرار داد، دستیابی به مدل‌های پیش‌بینی توزیع گونه‌ای امکان‌پذیر خواهد بود (۳۵). از سوی دیگر، با توجه به محدودیت دسترسی به داده‌های مربوط به حضور گونه و گستردگی رویشگاه برخی از گونه‌های گیاهی، روش‌های مدل‌سازی که فقط از داده‌های حضور استفاده می‌کنند در اولویت هستند (۱۳). بنابراین مدل‌های پراکنش گونه‌ای و به ویژه مدل MaxEnt می‌تواند نقش مهمی را در تعیین عوامل مؤثر در پراکنش همچنین تهیه نقشه‌های پیش‌بینی حضور گونه‌ها ایفا نمایند (۲۹ و ۳۰). روشهای متنوعی مانند BIOCLIM، DOMAIN، و MaxEnt جهت مدل‌سازی پراکنش گونه‌های گیاهی مورداستفاده قرار گرفته اند (۷، ۲۸ و ۳۰).

مدل MaxEnt، به‌عنوان یکی از مدل‌های تعیین مطلوبیت رویشگاه‌های گیاهی و جانوری، به دلیل استفاده از داده‌های صرفا حضور برای مدل‌سازی پراکنش گونه، از پیچیدگی کمتر و عملکرد بهتر در پیش‌بینی حضور گونه‌ها نسبت به دیگر روش‌های داده‌کاوی برخوردار است (۲۶). همچنین تعیین اینکه کدام‌یک از متغیرها مهم‌ترین عوامل تشریح کننده نحوه توزیع گونه می‌باشند، از مهم‌ترین نقاط قوت این روش است (۹ و ۷). در این روش در مرحله اول، مدل لایه‌های مربوط به متغیرهای محیطی را بر اساس داده‌های آموزش دهنده مربوط به منطقه رویش گونه، مورد بررسی قرار داده سپس احتمال وقوع هر گونه را در کل منطقه مورد مطالعه برآورد می‌کند (۲۸). کاربرد مدل MaxEnt برای شناسایی توزیع فعلی و بالقوه و تناسب رویشگاه سه گونه کاج و نوعی کرم با نام علمی *B. xylophilus* در چین نشان داد که متغیرهای اقلیمی مربوط به دما بر توزیع درختان کاج و متغیرهای مربوط به بارش بر توزیع گونه *B. xylophilus* مؤثر بود (۳۰).

گونه گیاهی *O. mascula* با نام فارسی ثعلب؛ گیاهی است پایا و چندساله از تیره اُرکیده‌ها، دارای گل‌های خوشه‌ای و برگ‌های پهن که به واسطه دارا بودن ترکیبات غذایی و دارویی مهم در غده‌های زیرزمینی آن در دنیا مورد توجه صنایع غذایی و دارویی قرار گرفته است. گلوکومانان از مهمترین ترکیبات تشکیل دهنده این گونه می‌باشد که از منظر دارویی نقش مهمی در پیشگیری از بیماری‌هایی نظیر دیابت، یبوست همچنین به‌عنوان عامل غلیظ کننده و ایجاد عطر و طعم در صنایع غذایی کاربرد دارد (۶). بسیاری از گونه‌های اُرکیده دامنه و محدوده انتشار باریکی داشته و نسبت به سایر گیاهان، به تخریب اکوسیستم‌ها حساسیت بسیار زیادی دارند (۸ و ۱۵) بر اساس تحقیقات اخیر، جمعیت این گیاهان به دلیل کوچک شدن محدوده رویش طبیعی و همچنین جمع‌آوری‌های بی‌رویه به علت ارزش‌های زیبایی شناختی و دارویی به شدت رو به کاهش گذارده است (۴) از این‌رو مدلسازی و پیش‌بینی پراکنش

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-09-06]

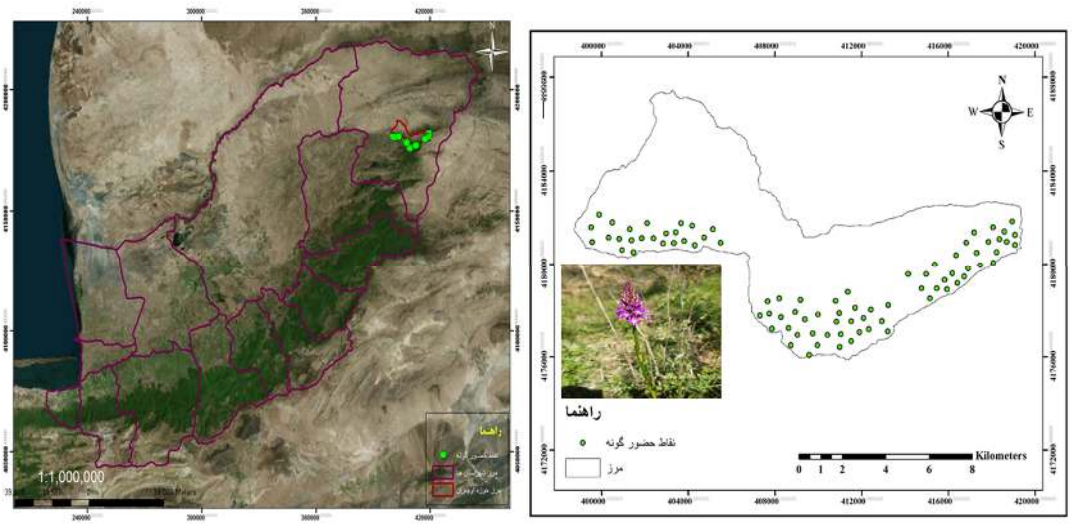
[DOR: 20.1001.1.20080891.1404.19.3.4.1]

جغرافیایی رویشگاه آن می‌تواند علاوه بر کمک به شناخت نیازمندی‌های بوم شناختی گونه، بخش‌هایی از منطقه مورد مطالعه که به طور بالقوه پتانسیل انتشار گونه را دارند، شناسایی کند. واضح است که با توجه به شرایط موجود و در دست داشتن این اطلاعات در خصوص گونه ثعلب می‌توان اقدامات مدیریتی مؤثرتری را جهت حفاظت و توسعه رویشگاه‌های این گونه انجام داد. بر همین اساس، مدلسازی پیش بینی پراکنش رویشگاه بالقوه گونه *O. maculate* و شناخت عوامل محیطی مؤثر بر پراکنش رویشگاه این گونه با استفاده از روش MaxEnt در مراتع شرق استان گلستان انجام شد.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد بررسی در نزدیکی روستای اوچران در مراتع قشلاقی شهرستان مراوه‌تپه از استان گلستان قرار دارد. این منطقه از نظر مختصات جغرافیایی بین "۰۰ '۵۵ °۵۱ تا " ۶ '۵ °۵۶ طول شرقی و "۳۱ '۳۷ °۴۳ تا "۴۵ '۴۹ °۳۷ عرض شمالی واقع شده است. وسعت این حوزه آبخیز۹۵۷۶/۵۶ هکتار می‌باشد. حداقل و حداکثر ارتفاع حوزه به ترتیب ۲۹۰ متر و ۱۳۸۰ متر می‌باشد. محدوده‌ی مطالعاتی دارای اقلیم نیمه‌خشک بوده و بر اساس نوع پوشش گیاهی کاربری مرتع دارد. بطوریکه در فصل زمستان عمدتاً از اوایل آذر ماه لغایت اواخر اسفند مورد تعلیف دام قرار می‌گیرد.



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه به همراه نقاط حضور گونه *O. maculata* در استان گلستان

مراحل انجام پژوهش

جمع آوری اطلاعات حضور گونه *O. maculata* و عوامل محیطی

پس از شناسایی رویشگاه‌های گونه با پیمایش میدانی، نقاط حضور گونه به روش تصادفی و با استفاده از دستگاه GPS ثبت شد. در مجموع ۱۱۸ نقطه حضور با حداقل فاصله ۵۰۰ متر از یکدیگر ثبت گردید (شکل ۱). علاوه بر این، نمونه برداری از خاک نیز در نقاط حضور گونه انجام و خصوصیات خاک شامل اسیدیته خاک، هدایت الکتریکی، پتاسیم، کربن، نیتروژن و فسفر خاک به همراه بافت خاک، در آزمایشگاه با روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شد. همچنین به منظور در نظر گرفتن تمامی عوامل مؤثر در پراکنش رویشگاه گونه، اطلاعات مربوط به متغیرهای اقلیمی شامل دمای متوسط سالانه، بارش متوسط سالانه، بارش متوسط فصل رویش و دمای متوسط فصل رویش از پایگاه داده Worldclim استخراج گردید(جدول۱). علاوه بر این، خصوصیات فیزیوگرافیک منطقه (شیب، جهت و ارتفاع)، نیز از مدل رقومی ارتفاع استخراج و متغیرهای

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-09-06]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1404.19.3.4.1]

فاصله از جاده و فاصله از آبراهه نیز جهت پیش‌بینی رویشگاه بالقوه گونه مورد استفاده قرار گرفت (شکل ۲).

آماده‌سازی لایه‌های ورودی

پس از اندازه گیری خصوصیات خاک در آزمایشگاه، لایه‌های مربوط به متغیرهای خاک با استفاده از زمین‌آمار و به روش درون یابی کریجینگ تهیه شد (شکل ۲). پس از تهیه نقشه مربوط به همه متغیرهای محیطی، لایه‌های مربوط به متغیرهای محیطی با فرمت ASCII و لایه مربوط به نقاط حضور گونه‌ها با فرمت CSV آماده شد. پس از آماده‌سازی لایه‌ها از نرم‌افزار MaxEnt Version 3.3.3e برای انجام مدل‌سازی استفاده گردید. لازم به ذکر است که برای اجرای مدل ۲۵ درصد داده‌ها برای آزمون مدل و بقیه برای آموزش مورد استفاده قرار گرفتند. حداکثر تعداد دفعات اجرای مدل نیز ۱۰۰۰ تکرار درنظر گرفته شد. برای تعیین اهمیّت متغیرهای محیطی نیز از آزمون جکنایف(Jackknife) استفاده گردید. این آزمون به عنوان یک روش ارزیابی دارای دقّت قابل قبول پذیرفته‌شده است (۱ و ۷).

ارزیابی دقت مدل و تعیین اهمیت متغیرهای محیطی و طبقه بندی نقش پیش‌بینی رویشگاه بالقوه

در پژوهش حاضر پس از اجرای مدل نتایج حاصل از مدلسازی، براساس روش منحنی تشخیص عملکرد نسبی[1] (ROC)اعتبارسنجی و مساحت زیر این منحنی به عنوان معیار کمی برای اعتبارسنجی استفاده شد (۲۵ و ۳۰). به منظور تعیین اولویت در متغیر های تاثیرگذار از آزمون جکنایف استفاده گردید. گزینه‌های آزمون جکنایف، منحنی های پاسخ گونه و منحنی ROC جهت اجرای مدل انتخاب شدند. همچنین برای تبدیل نقشه پیوسته مطلوبیت رویشگاه به نقشه حضور و عدم حضور از روش ترکیبی حساسیّت و اختصاصیّت[2] استفاده شد. پس از تولید نقشه حضور و عدم حضور، نقشه حاصل در چهار کلاس مطلوبیت شامل نامطلوب، مطلوبیت کم، متوسط و مطلوبیت زیاد طبقه بندی شد.

جدول ۱: فهرست متغیرهای اندازه‌گیری شده در تحقیق

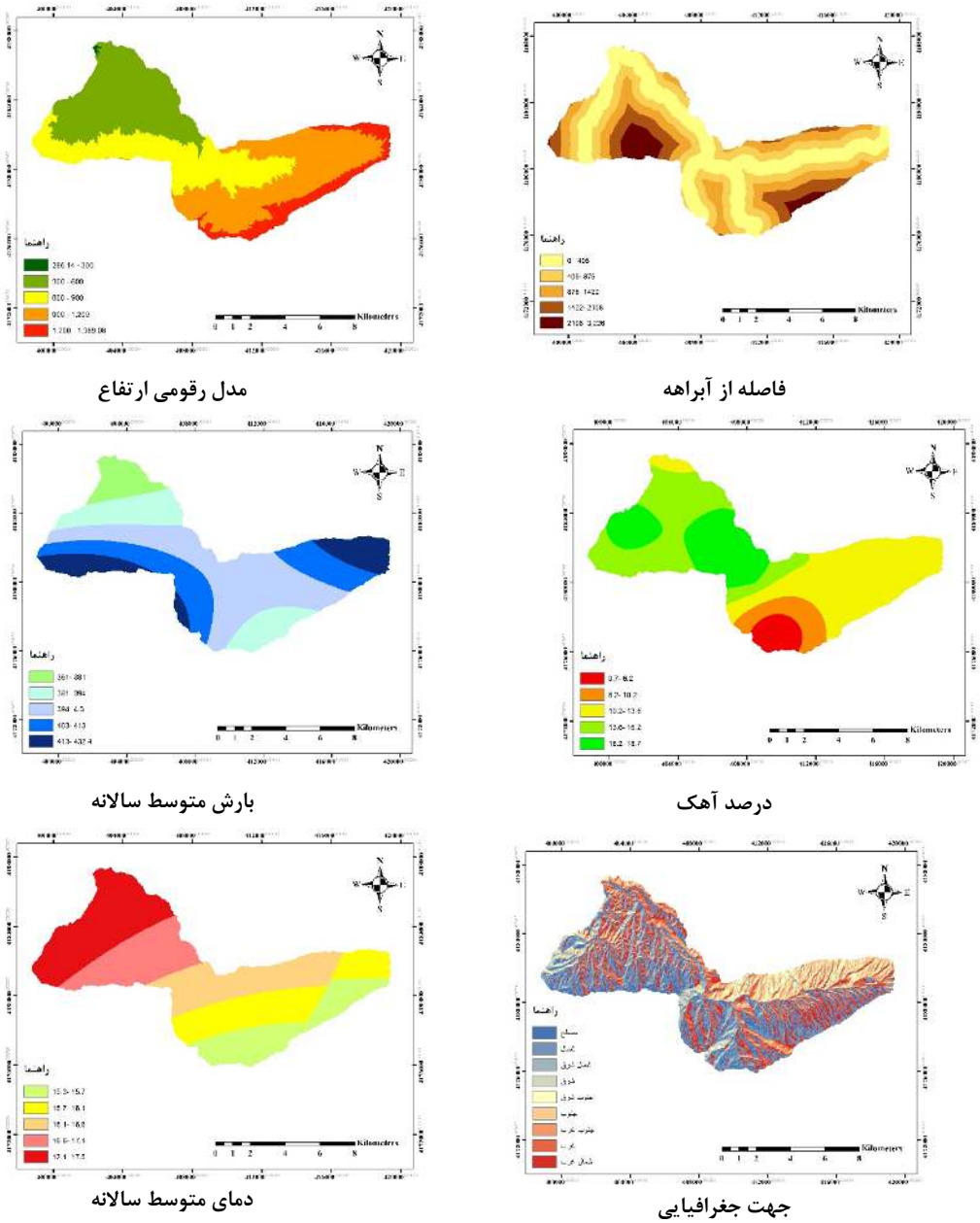
ردیف	متغیرهای محیطی	واحد اندازه گیری شده	علامت اختصاری	روش اندازه گیری
۱	متوسط بارندگی سالانه	میلی متر	Rain	میانگین بارندگی ۱۵ ساله
۲	متوسط دمای سالانه	سانتی گراد	T	میانگین دمای ۱۵ ساله
۳	فاصله از جاده	متر	Dis of roads	توابع Distance در GIS
۴	فاصله از آبراهه	متر	Dis of sreams	توابع Distance در GIS
۵	ارتفاع از سطح دریا	متر	Abs	موقعیت سنج جغرافیایی
۶	جهت	-	asp	_
۷	شیب	درصد	slop	_
۸	کاربری اراضی	-	land	_
۹	رس	درصد	clay	هیدرومتری بایکاس
۱۰	انحنای سطح	میلی متر	palnc	_
۱۱	سیلت	درصد	silt	هیدرومتری بایکاس
۱۲	شن	درصد	sand	هیدرومتری بایکاس
۱۳	کربن آلی	درصد	O.M	تیتراسیون
۱۴	ازت	درصد	N	تیتراسیون
۱۵	هدایت الکتریکی	دسی زیمنس بر متر	EC	عصاره گل اشباع الکتریکی
۱۶	اسیدیته	-log[h+]	PH	PH متر
۱۷	پتاسیم	ppm	K	فلیم فتومتر
۱۸	منیزیم	ppm	Mg	تیتراسیون
۱۹	کلسیم	ppm	Ca	تیتراسیون
۲۰	فسفر	ppm	P	اسپکترو فوتومتر

[1]. Receiver operating characteristics

[2]. Equal sensitivity and specificity

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-09-06]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1404.19.3.4.1]



شکل ۲: نقشه درون یابی شده مهمترین عوامل محیطی براساس نتایج مدل MaxEnt

نتایج

ارزیابی دقت مدل پیش بینی

ارزیابی دقّت مدل پیش‌بینی حاصل از روش آنتروپی حداکثر برای رویشگاه از طریق مقایسه آماره سطح زیرمنحنی انجام شد. با به توجه مقادیر سطح زیرمنحنی به‌دست آمده و بر اساس طبقه‌بندی سطح زیرمنحنی Sweet (۱۹۸۸) دقّت مدل پیش‌بینی برای رویشگاه مورد بررسی در سطح خوب قرار گرفت (جدول ۲).

جدول ۲- سطح زیر منحنی و دقّت طبقه‌بندی مدل پیش‌بینی رویشگاه *O. maculata*

ردیف	رویشگاه	AUC	دقّت طبقه‌بندی
۲	*O. maculata*	۰/۹۵	خوب

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-09-06]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1404.19.3.4.1]

در جدول ۳ تحلیل آماری متغیرهای محیطی در نقاط حضور و عدم حضور *O. maculata* نشان داده شده است بر این اساس مشخص می گردد که عوامل فیزیوگرافیک نظیر ارتفاع، شیب و جهت شیب بیشترین تفاوت معنی‌دار را بین دو گروه (حضور و عدم حضور) دارند. گونه مورد مطالعه تمایل بالایی به زیستگاه‌هایی با ارتفاع بالاتر از سطح دریا (میانگین ۱۰۱۵ متر) دارد، در حالی‌که میانگین ارتفاع در نقاط عدم حضور به‌طور قابل توجهی کمتر (حدود ۴۸۷ متر) است. همچنین، دامنه‌های دارای شیب تندتر و جهت‌های جنوبی‌تر (جهت شیب بالاتر) برای این گونه مطلوب‌تر بوده است. این شرایط می‌توانند با ایجاد ریزاقلیم‌های خنک‌تر، افزایش رطوبت نسبی خاک، و کاهش رقابت با دیگر گونه‌ها، شرایط زیستی مناسبی برای استقرار گونه فراهم سازند. عدم همپوشانی حدود اطمینان در این سه متغیر، اهمیت آماری آن‌ها را نیز تقویت می‌کند و نشان‌دهنده نقش کلیدی ویژگی‌های توپوگرافیک در تعیین مطلوبیت زیستگاه گونه است. در کنار عوامل فیزیوگرافیک، متغیرهای اقلیمی نیز نقش مهمی در پراکنش گونه ایفا می‌کنند. به‌ویژه دمای متوسط فصل رویش که در نقاط حضور کمتر از عدم حضور گزارش شده (حدود ۱۹.۲ در برابر ۲۰.۳ درجه سانتی‌گراد)، به عنوان یکی از محدودکننده‌های اصلی در استقرار گونه شناخته شده است. علاوه بر این، گونه تمایل دارد در مناطقی با رطوبت بالاتر (بارندگی سالانه و فصل رشد بیشتر)، خاک‌های با کربن آلی بیشتر،EC پایین‌تر و pH نسبتاً اسیدی‌تر مستقر شود. فاصله کمتر از منابع آبی (آبراهه) و دوری نسبی از جاده‌ها نیز مؤید این است که گونه در زیستگاه‌های بکر و کمتر تحت تأثیر فعالیت‌های انسانی بهتر رشد می‌کند. این یافته‌ها، مجموعه‌ای از شرایط محیطی خاص را ترسیم می‌کند که برای مدیریت زیستگاه و حفاظت از گونه *O. maculata* باید مدنظر قرار گیرند.

جدول ۳- میانگین و فاصله اطمینان برای متغیرهای محیطی رویشگاه و غیر رویشگاه گونه *O. maculata*

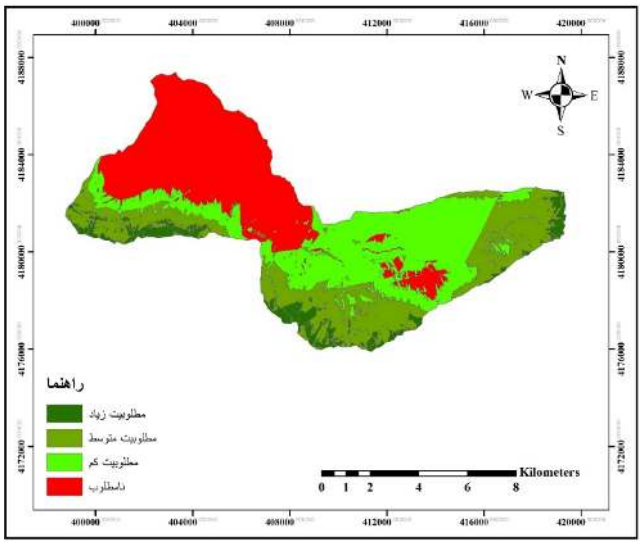
متغیر	میانگین حضور	پایین حضور CI	بالا حضور CI	میانگین عدم حضور	پایین عدم حضور CI	بالا عدم حضور CI
بارش متوسط فصل رویش	۱۰۷/۳۵	۱۰۶/۵	۱۰۸/۱۹	۱۰۳/۲۷	۱۰۲/۷۴	۱۰۳/۸۰
PH	۷/۵۳	۷/۴۹	۷/۵۶	۷/۶	۷/۵۹	۷/۶۱
کربن آلی	۱/۳۱	۱/۲۲	۱/۳۹	۱/۰۷	۱/۰۴	۱/۱۰
EC	۱/۴۸	۱/۲۸	۱/۶۷	۲/۹۶	۲/۸۵	۳/۰۷
ارتفاع از سطح دریا	۱۰۱۵/۸۵	۹۶۸/۹۴	۱۰۶۲/۷۶	۴۸۷/۰۴	۴۵۶/۶۴	۵۱۷/۴۴
میانگین دمای سالانه	۱۶/۱۰	۱۵/۹۷	۱۶/۲۳	۱۷/۰۴	۱۶/۹۶	۱۷/۱۲
شیب	۲۵/۸۰	۲۴/۲	۲۷/۴	۲۱/۹۸	۱۸/۲۱	۲۵/۷۴
دمای متوسط فصل رویش	۱۹/۲۲	۱۹/۰۶	۱۹/۳۸	۲۰/۳۲	۲۰/۲۲	۲۰/۴۱
فاصله از جاده	۲۴۳/۹۷	۱۹۶/۳	۲۹۱/۶۵	۵۹۴/۸۶	۴۹۰/۷۳	۶۹۸/۹۹
جهت شیب	۲۲۶/۶۱	۱۸۳/۴۱	۲۶۹/۸۱	۱۸۷/۴۵	۱۶۲/۴۲	۲۱۳/۴۷
فاصله از آبراهه	۱۰۲۵/۴۱	۸۵۲/۲۲	۱۱۹۸/۶	۶۵۸/۷۹	۵۲۱/۵۸	۷۹۵/۹۹
درصد آهک	۱۱/۲۳	۱۰/۴۰	۱۲/۰۶	۱۶/۲۹	۱۵/۹۶	۱۶/۶۲
میانگین بارندگی سالانه	۴۰۶/۷	۴۰۴/۳۴	۴۰۹/۰۷	۳۹۱/۴۵	۳۸۸/۹۲	۳۹۳/۹۷

نقشه پیش‌بینی پراکنش رویشگاه گونه

پس از اعمال حد استانه و ایجاد نقشه طبقه بندی‌شده پراکنش رویشگاه گونه به منظور تعیین سطوح مطلوبیت رویشگاه، این نقشه به چهار طبقه تقسیم شد (شکل ۳). بر این اساس، مناطق واقع در قسمتهای جنوب و شرق منطقه مورد مطالعه به طور بالقوه از شایستگی بیشتری جهت استقرار رویشگاه گونه *O. maculata* برخوردار هستند. این درحالی است که مناطق شمالی و تا حدودی غربی منطقه مورد مطالعه جهت استقرار رویشگاه گونه مطلوب نیستند.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-09-06]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1404.19.3.4.1]



شکل ۳: نقشه طبقه بندی شده مطلوبیت رویشگاه بالقوه گونه *O. maculata*

وسعت هر یک از طبقات شایستگی در جدول ۴ آمده است. در مجموع حدود ۶ درصد از کل مساحت منطقه مورد مطالعه معادل ۵۹۲/۱۲ هکتار از مطلوبیت زیاد جهت استقرار رویشگاه بالقوه گونه برخوردار است.

جدول ۴- مساحت طبقات مختلف مطلوبیت رویشگاه در مراتع شرق استان گلستان

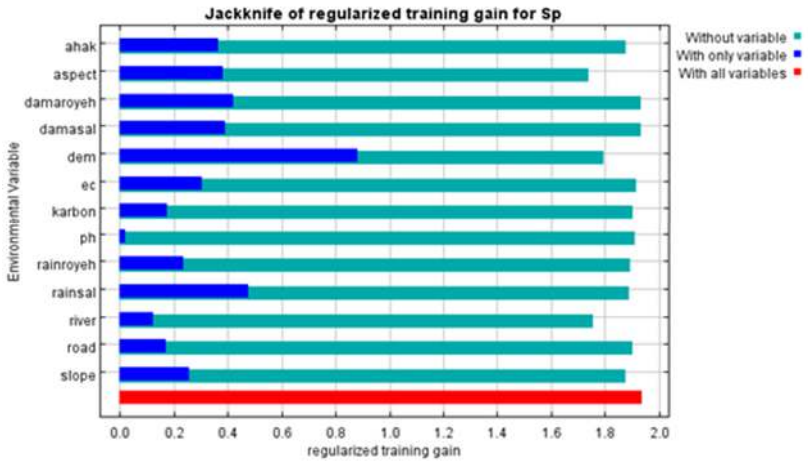
ردیف	رویشگاه	مساحت (هکتار)	مساحت (درصد)
۱	مطلوبیت زیاد	۵۹۲/۱۲	۶
۲	مطلوبیت متوسط	۲۴۵۷/۹۸	۲۶
۳	مطلوبیت کم	۳۱۰۴/۶۴	۳۲
۴	نامطلوب	۳۴۲۱/۸۱	۳۶

تحلیل اهمیت متغیرها

تحلیل اهمیت متغیرها با استفاده از آزمون جکنایف نشان می‌دهد که متغیر محیطی ارتفاع از سطح دریا با ۳۱/۴ درصد، بیشترین سهم را در پیش‌بینی رویشگاه گونه مورد نظر دارد و پس از آن دمای متوسط فصل رویش با ۱۷/۹ درصد، جهت شیب و فاصله از آبراهه به ترتیب با ۱۳/۹ و ۹/۴ در رده‌های بعدی از نظر اهمیت قرار دارند (شکل ۴).

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-09-06]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1404.19.3.4.1]



شکل ۴: نتیجه آزمون جکنایف برای تعیین اهمیت متغیرهای محیطی در رویشگاه گونه *O. maculata*

به عبارت دیگر، متغیرهای ارتفاع سطح دریا، دمای متوسط فصل رویش و جهت شیب دارای بیشترین تأثیر در پراکنش رویشگاه گونه *O. maculata* هستند. سهم نسبی هر یک از متغیرها در پیش‌بینی رویشگاه بالقوه گونه *O. maculata*در جدول شماره ۵ آمده است. تحلیل منحنی‌های پاسخ گونه به این متغیرها بیانگر آن است که بیشترین احتمال حضور این گونه در مناطقی با ارتفاع ۱۲۰۰ تا ۱۴۰۰، دمای متوسط فصل رویش ۱۸ درجه سانتیگراد و جهت شیب ۱۵۰تا ۳۶۰ درجه است. بر این اساس، از ارتفاع حدود ۶۰۰ الی ۶۵۰ متر از سطح دریای آزاد احتمال حضور گونه روندی افزایشی دارند، سپس از ارتفاع ۸۰۰ تا حدودا ۱۱۵۰ متر احتمال حضور گونه با توجه به شکل ثابت می‌باشد و مجددا از ۱۱۵۰ الی ۱۳۰۰ متر روند افزایشی و پس از آن تا ۱۴۰۰ متر احتمال حضور گونه روند کاهشی خواهد داشت. متوسط دمای فصل رویش نیز نشان داد که از دمای ۱۸ تا ۱۸/۵ درجه سانتی گراد احتمال حضور گونه با افزایش دما کاهش می‌یابد و بعد از آن، یعنی از ۱۸/۵ تا حدودا ۲۱ روند ثابت خواهد بود.

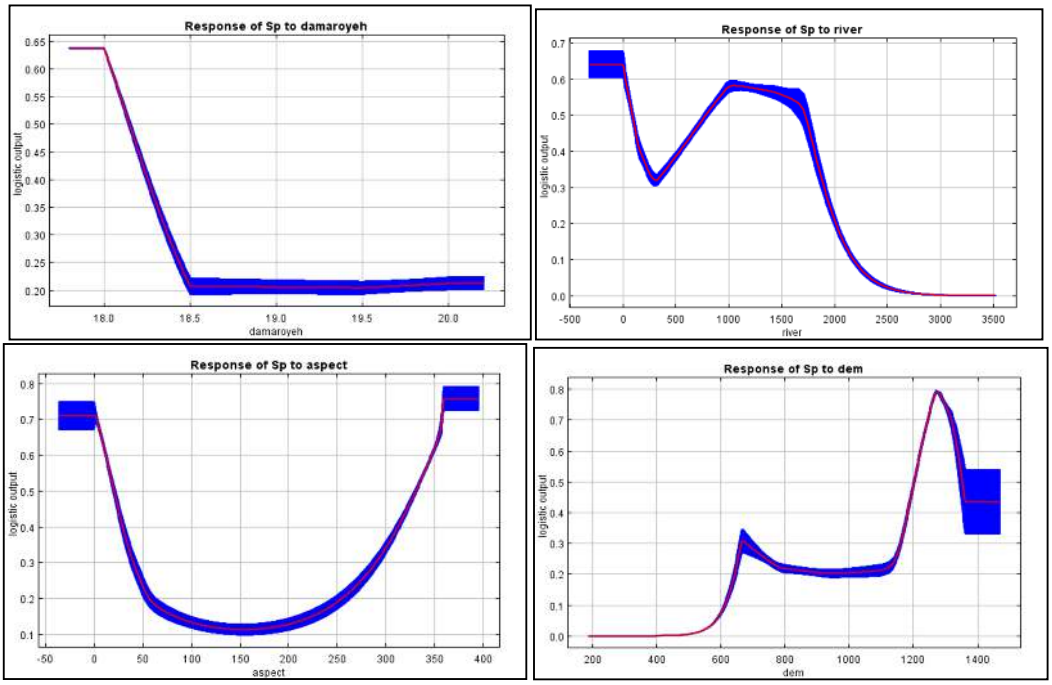
جدول ۵: سهم متغیرها در مدل پیش بینی رویشگاه بالقوه گونه *O. maculata* در مراتع شرق استان گلستان

متغیر	سهم (درصد)
ارتفاع از سطح دریا	۳۱/۴
دمای متوسط فصل رویش	۱۷/۹
جهت شیب	۱۳/۹
فاصله از آبراهه	۹/۴
میانگین بارندگی سالانه	۷
شیب	۶/۵
کربن آلی	۲/۸
فاصله از جاده	۲/۷
درصد آهک	۲/۳
EC	۱/۸
بارش متوسط فصل رویش	۱/۶
PH	۱/۴
میانگین دمای سالانه	۱/۳

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-09-06]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1404.19.3.4.1]

از سوی دیگر، با توجه به اینکه شکل منحنی پاسخ جهت جغرافیایی **U** شکل است، از ۰ تا ۱۵۰ درجه روند حضور گونه کاهش و از ۱۵۰ الی ۳۶۰ درجه روند حضور گونه افزایشی است. به عبارت دیگر این گونه جهت های جنوبی، غرب و شمالی را ترجیح می‌دهد. (شکل ۵) همچنین منحنی پاسخ مربوط به فاصله از آبراهه نشان دهنده احتمال حضور گونه در فاصله حدوداً ۰ تا ۴۰۰ متر از رودخانه کاهش و از ۴۰۰ تا ۱۰۰۰ متر افزایش می‌یابد.



شکل ۵: منحنی پاسخ مهم ترین متغیرهای تاثیرگذار در مدل MaxEnt بر اساس آزمون جکنایف در رویشگاه گونه *O. maculate* در مراتع شرق گلستان

بحث و نتیجه گیری

بر اساس نتایج پژوهش حاضر، مدل MaxEnt توانست با دقت خوبی پراکنش رویشگاه بالقوه گونه *O. maculate* به عنوان یک گونه با دامنه پراکنش محدود و ارزشهای غذایی و دارویی برآورد کند. بررسی نقشه پیش‌بینی حاصل بیانگر آن است که قسمتهای جنوبی و تا حدودی شرقی منطقه مورد مطالعه با توجه به نیازهای بوم شناختی گونه از شرایط مساعدتری جهت پراکنش و استقرار گونه برخوردار است. به‌عبارت دیگر، این مناطق از مطلوبیت بیشتری جهت حضور گونه برخوردار بوده و احتمال پراکنش بالقوه گونه در این نواحی از سایر نقاط بیشتر است. بر اساس تحلیل انجام شده، در بین متغیرهای مورد بررسی متغیرهای ارتفاع و جهت شیب حدود ۴۵ درصد از تغییرات موثر بر تناسب رویشگاه گونه را توجیه می‌کنند. این درحالی است که متغیرهای اقلیمی مانند دمای متوسط فصل رویش نیز در بین متغیرهای اقلیمی مورد بررسی به عنوان مهمترین متغیر شناخته شده است و توانست حدود ۱۸ درصد تغییرات مربوط به رویشگاه گونه را به خود اختصاص دهد. در مجموع می‌توان گفت که سهم متغیرهای مرتبط با شرایط فیزیوگرافیک منطقه مانند ارتفاع و جهت شیب در تناسب رویشگاه گونه در مقایسه با دیگر متغیرها بیشتر است. این موضوع می‌تواند ناشی از تأثیرات غیرمستقیم این عوامل بر شرایط ریزاقلیمی، از جمله رطوبت خاک، دمای موضعی، و میزان تابش باشد. به‌ویژه در مناطق مرتفع، شرایط خنک‌تر و احتمالاً رطوبت بالاتر می‌تواند زیستگاه مناسبی برای گونه‌هایی مانند *O. maculata* که تحمل گرمای شدید را ندارند، فراهم سازد. همچنین جهت شیب می‌تواند بر تابش نور خورشید و در نتیجه تعادل دمایی و

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-09-06]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1404.19.3.4.1]

رطوبتی در منطقه مؤثر باشد. بر اساس نتایج حاصل در پژوهش حاضر، مدل MaxEnt در تمایز نقاط حضور و عدم-حضور به عنوان یکی از مهمترین ابعاد تاثیرگذار در دقّت مدلهای پیش‌بینی پراکنش (۲۶، ۲۸ و ۳۳) عملکرد قابل قبولی داشته است. با توجه به اینکه این مدل تنها به داده‌های حضور نیاز دارد، و محدودیت‌هایی در دسترسی به داده‌های عدم حضور وجود دارد، استفاده از روش MaxEnt می‌تواند در شرایط مشابه بسیار کارآمد باشد (۲). یکی از دلایل موفقیت این مدل، توانایی آن در مدلسازی توزیع گونه‌ها در شرایطی است که داده‌های کمی از حضور گونه در دسترس است، به‌ویژه برای گونه‌هایی با آشیان اکولوژیکی محدود. همچنین این مدل از روش‌های آماری پیشرفته‌ای نظیر regularization بهره می‌برد که از overfitting جلوگیری کرده و باعث بهبود عملکرد مدل می‌شود.

همسو با یافته پژوهش حاضر، کارایی مدل MaxEntدر پیش‌بینی مطلوبیت رویشگاه گونه‌ها به ویژه گونه‌هایی با آشیان اکولوژیکی محدود مورد تأکید قرار گرفته است (۱۰، ۱۲، ۱۵ و ۲۶). علاوه بر این، کارایی این روش در اندازه‌های کوچک مقیاس هم مورد تایید قرار گرفته است (۷). تحلیل اهمیت متغیرهای مورد بررسی نشان می‌دهد که در مدل پیش‌بینی حاصل، خصوصیات مرتبط با فیزیوگرافی (ارتفاع و جهت شیب) با توجیه تغییرات مربوط به پراکنش گونه، نقش قابل توجهی در تعیین مطلوبیت رویشگاه و پراکنش مکانی گونه *O. maculate*دارند. بر این اساس بیشترین تناسب رویشگاه در دامنه ارتفاعی ۱۲۰۰ تا ۱۴۰۰ متر از سطح دریا برای گونه اتفاق می افتد. به گونه‌ای که می توان گفت که در منطقه مورد بررسی، خصوصیات فیزیوگرافیک و به طور ویژه عامل ارتفاع نقش کلیدی، در فراوانی وقوع گونه *O. maculate* دارد. ارتفاع از سطح دریا به‌عنوان یکی از عوامل مهم در پراکنش گیاهان می‌تواند باعث تغییر در شرایط اقلیمی هر رویشگاه شده و گونه‌های مختلف گیاهی با توجه به نیازهای بوم‌شناختی خود هر کدام در یک محدوده ارتفاعی استقرار می‌یابند (۳۴). به طور ویژه، پارامترهای زیستی و غیر زیستی فراوانی در مناطق مرتفع می‌توانند نسبت به ارتفاع، گرادیان پیدا کنند که این امر در تناسب رویشگاه برای گونه‌های مختلف نقش دارد (۲، ۷، ۱۸ و ۱۹). علاوه بر این نوسانات ارتفاع می تواند با ایجاد تغییرات دمایی، با اثرگذاری بردستیابی گونه‌ها به آب، منابع غذایی و تاثیرگذاری بر طول فصل رشد گیاهان، رشد و توزیع گیاهان را محدود سازد (۲۰ و ۳۰). علاوه بر این، ارتفاع می تواند با تاثیرگذاری بر متغیرهای اقلیمی در عرضهای جغرافیایی مختلف برتناسب رویشگاه جهت استقرار گونه-های گیاهی مختلف موثر باشد (۳۱). تاثیر خصوصیات توپوگرافیک بر دیگر متغیرهای تاثیرگذار بر پراکنش گونه-های گیاهی در رویشگاه‌ها مانند بافت، شوری و شاخص خیسی خاک نیز مورد توجه است (۱۸). یافته‌های این پژوهش در خصوص اهمیت ارتفاع، همسو با مطالعات متعدد دیگری است که نقش این عامل را در پراکنش گونه‌های گیاهی برجسته دانسته‌اند (۲۵). در مجموع می‌توان گفت که بر اساس تئوری نیچ (آشیان)، به دلیل حساسیت پدیده های اکولوژیکی به ناهمگنی، هتروژنیتی مکانی و در نتیجه اقلیمی نقش بسیار مهم و قابل توجهی در پراکنش گونه *O. maculate* در منطقه مورد مطالعه ایفا می‌کند.

از سوی دیگر در بین متغیرهای اقلیمی، دمای متوسط فصل رویش با توجیه حدود ۱۸ درصد تغییرات نقش قابل توجهی در تناسب رویشگاه برای گونه *O. maculate* ایفا می کند. به عبارت دیگر، گستره انتشار گونه به طور قابل توجهی متاثر از این متغیر است و احتمال حضور گونه با افزایش دما به بالای ۱۸ درجه سانتی گراد، به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می یابد. از این رو به نظر می‌رسد ثبات نسبی دما در محدوده ۰ تا ۱۸ درجه سانتیگراد شرایط دمایی مطلوبی را جهت استقرار گونه *O. maculate* فراهم آورده و مناطقی که این شرایط دمایی در آنها فراهم باشد احتمال حضور گونه نیز بیشتر خواهد بود. با توجه به اینکه نکته، این گونه قادر است نوسان دمایی محدودی را تحمل کند، لذا عامل دما نیز به عنوان یک عامل محدود کننده قوی در تناسب رویشگاه گونه *O. maculate* مطرح است. در تأیید این یافته گزارش شده است که ناهمگونی مکانی عوامل اقلیمی می‌تواند بر الگوی پراکنش گونه‌ها در مقیاس های مختلف به طور قابل توجهی تأثیر بگذارد (۱۷ و ۲۸). اثر محدودکننده دما در تناسب رویشگاه گونه‌های گیاهی در مطالعات مشابه نیز گزارش شده است (۲۶ و ۲۷).

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-09-06]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1404.19.3.4.1]

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که پراکنش مکانی گونه *O. maculate* به تغییرات در عوامل غیر زیستی مانند نوسان ارتفاع، تغییر جهت جغرافیایی و همچنین نوسانات آب و هوایی مانند تغییرات دمایی ارتباط دارد. به بیان دیگر این عوامل با ایجاد ناهمگنی مکانی و زمانی در گستره مورد بررسی در میزان تناسب هر بخش از منطقه مورد بررسی و در نتیجه پراکنش رویشگاه بالقوه گونه نقش ایفا می‌کنند. هر چند که ممکن است اهمیت نسبی این عوامل در مناطق مختلف تا حدودی از یکدیگر متفاوت باشد. با توجه به یافته‌های پژوهش، به طور کلی دامنه جنوبی و قسمتی از دامنه شرقی منطقه مورد مطالعه نسبت به سایر مناطق از مطلوبیت بیشتری جهت پراکنش گونه، برخوردار است. از این رو سازماندهی استراتژی‌هایی برای حفاظت و احیای رویشگاه‌های گونه در قالب برنامه‌های میان مدت و بلند مدت در این نواحی امکان استقرار و پراکنش رویشگاه‌های گونه را تضمین خواهد کرد و منجر به حفظ این گونه خاص و منحصر به فرد خواهد شد. از سوی دیگر، اتخاذ تمهیداتی جهت جلوگیری از توسعه زیرساختها، دخالتهای انسانی و تغییر در کاربری اراضی در این مناطق نیز ضروری به نظر می‌رسد.

References

1. Abdelaal, M., M. Fois, F. Giuseppe & G. Bacchetta, 2019. Using MaxEnt modeling to predict the potential distribution of the endemic plant Rosa arabica Crêpe. Journal of Ecological Informatics, 50: 68-75
2. Abdou, L., M.M. Diouf., B.M. Inoussa, S.A. Mamoudou., Illiassou & A. Mahamane, 2016. Modeling the geographic distribution of Prosopis Africana (G. and Perr.) Taub. in Niger. Environment and Natural Resources Research, 6(2):136-144.
3. Azizi Kalesar, M., M. Moameri, A. Ghorbani, L. Khalasi Ahvazi, M. Fathi & S. Samadi, 2021. Habitatassessment for Vaccinium arctostaphylos L. by logistic regression method in the rangelands of Namin-Ardabil. Journal of Rangeland, 15(3): 522-533. (In Persian)
4. Baillie, J.E., C. Hilton-Taylor & S.N. Stuart, 2004. IUCN red list of threatened species.
5. Behi, M.J., M.H. Mokhtari, G.H. Moradi & M.A. Sarami, 2021. Modeling the distribution of vegetation cover using logistic regression based on environmental variables in the Malayeh Fahleh watershed of Firoozabad, Fars Province. Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology), 34(4): 1-19.
6. Bahram Parvar, M., M.H. Haddad Khodaparast & A. Mohammad Amini, 2008. Investigating the effect of replacing different amounts of carboxymethyl cellulose and tragacanth with Balangu Shirazi seed gum on the properties of hard creamy ice cream. Journal of Food Science and Technology Research in Iran, 4(1): 22-32
7. Çoban, H.O., Ö.K. Örücü, & E.S. Arslan, 2020. MaxEnt modeling for predicting the current and future potential geographical distribution of Quercus libani Olivier. Sustainability, 12(7): 2-17
8. Cozzolino, S. & A. Widmer, 2005. Orchid diversity: an evolutionary consequence of deception. Journal of Trends in Ecology & Evolution, 20(9): 487-494.
9. Esfanjani, J., A. Ghorbani, M. Moameri, MA. Zarechahouki, A. Esmali Ouri & A. Mirzaei Mossivand, 2020. Prediction of distribution of Prangos uloptera DC. using two modeling techniques in the southern rangelands of Ardabil Province, Iran. Journal of Rangeland Science 10(2):137-148.
10. Ghafari, S., A. Ghorbani, M. Moameri, R. Mostafazadeh, M. Bidar Lord & A. Kakehmami, 2021. Habitat potential modeling of Thymus kotschyanus Boiss. & Hohen. in the northern of Ardabil Province rangelands. Journal of Rangeland, 15(2): 195-213. (In Persion)
11. Ghanbari, F., Sh. Shataee Joybari, M. Azim Mohseni & H. Habashi. 2011. Application of topography and logistic regression in forest type spatial prediction. Journal of Application of Topography and Logistic Regression in Forest Type Spatial Prediction, 1(19): 27-41.
12. Ghorbani, A., M. Abbasi Khalaki, A. Asghari, A. Omidi & B. Zarehesari, 2015. Comparing environmental factors on distribution of *Artemisia fragrans* and *Artemisia austriaca* in southeastern rangelands of Sabalan. Journal of Rangeland, 9(2): 129-141. (In Persian)
13. Graham, C.H., S. Ferrier, F. Huettman, C. Moritz, & A.T. Peterson, 2004. New developments in museum-based informatics and applications in biodiversity analysis. Journal of Trends in ecology and evolution, 19(9): 497-503
14. Jacquemyn, H., R. Brys, B.P. Cammue, O. Honnay & B. Lievens, 2011. Mycorrhizal associations and reproductive isolation in three closely related Orchis species. Annals of Botany, 107(3): 347-356.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-09-06]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1404.19.3.4.1]

15. Jafarian Z., H. Arzani, M. Jafari., GH. Zahedi & H. Azarnivand, 2012. Mapping Spatial Prediction of Plant Species Using Logistic Regression (Case Study: in Rineh Rangeland; Damavand Mountain). Iranian Journal of Natural Geography Researches, 79: 1-18
16. Jafarian, Z., H. Arzani, M. Jafari, G. Zahedi & H. Azarnivand, 2012. Preparation of spatial prediction maps for plant species using logistic regression (Case study: Rineh rangelands, Damavand Mountain). Journal of Natural Geography Researches, 44(1):1-18.
17. Kurpis, J. M. Cruz & T. Arroyo. 2019. Modeling the effects of climate change on the distribution of Tagetes lucida Cav. (Asteraceae), Journal of Global Ecology and Conservation 20: e00747.
18. Luca, C., Bing & E. Farrell, 2007. Upslope length improves spatial estimation of soil organic carbon content. Canadian Journal of Soil Science, 87(3): 291-300.
19. McCain, C. M. & J.A. Grytnes, 2010. Elevational Gradients Species Richness Encyclopidia Life Sciences. Chichester: John Wiley and Sons.
20. Merino-Martín, L., D. Hernández-Cáceres., F. Reverchon, G. Angeles-Alvarez, G. Zhang, D. Dunoyer de Segonzac, D. Dezette & A. Stokes, 2023. Habitat partitioning of soil microbial communities along an elevation gradient: from plant root to landscape scale. Oikos, 1: p.e09034.
21. Mohammadi, M., Z. Jafarian, R. Tamartash & M. Kargar, 2022. Prediction of Plant Species Biodiversity using Generalized Linear Model (GLM) and Boosted Regression Tree (BRT) in Eastern Rangelands of Mazandaran. Journal of Rangeland, 16(3): 468-480. (In Persion)
22. Motamedi, J., A. Soofi Khajavi., A. Alizanpour & A. Shidayi Karkaj, 2019. Relationship between habitat characteristics and production of Orchis palustris Jacq in Tergoor meadows of Urmia. Bi-Monthly Scientific Research Journal of Medicinal and Aromatic Plants of Iran, 35(2):240-251.
23. Phillips, S.J., M. Dudık & R.E. Schapire, 2009. A maximum entropy approach to species distribution modeling. In: Proceedings of the 21st International Conference on Machine Learning, ACM Press, New York, 655–662
24. Phillips, S.J., R.P. Anderson & R.E. Schapire, 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Journal of Ecological Modelling, 190: 231–259.
25. Piri sahragard, H., M.A. Zare Chahouki & H. Azarnivand, 2014. Modelling of plant species distribution in the Hoze sultan west rangelands of by Logistic regression analysis. Journal of range management of Gorgan university, 1(1): 15-25.
26. Piri Sahragard H, P. Karami, M. Ajorlo. 2023. Fluctuation of the ecological niche of Moringa peregrina (Forssk.) Fiori with topo climatic heterogeneity in southern Iran. Forest, 16: 53-61.
27. Riazinia, V., M. Azimi., N. Kariminejad & G. Campetella. 2021. Application of photogrammetric drone method to determine the habitat suitability of *Perovskia abrotanoidse* Karel. using MaxEnt model. Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 36(6): 947-957. (In Persian)
28. Tang, X., Y. Yuan, X, Li & J. Zhang, 2021. Maximum entropy modeling to predict the impact of climate change on pine wilt disease in China. Frontiers in Plant Science, 12: 764.
29. Tripathi, N., C. Hills., R.S. Singh & C. J. Atkinson, 2019. Biomass waste utilization in low-carbon products: harnessing a major potential resource. NPJ climate and atmospheric. Science, 2(35): 102-112
30. Wang, H., I.C. Prentice, T.W. Davis, T.F. Keenan, I.J. Wright & C. Peng, 2017. Photosynthetic responses to altitude: an explanation based on optimality principles. New Phytologist, 213: 976-982.
31. Zadbar, M., H. Arzani, M. Azemi, V. Mozafarian, Gh.A. Shad, F. Saghafi Khadem, H. Tavakoli, H. Amir Abadi Zadeh & S. Naaseri. 2011. Rangeland monitoring in the North East of Iran. Journal of Range and Desert Research, 18(2): 231-243(In Persion)
32. Zare Chahouki, M.A., H. Piri Sahragard & H. Azarnivand, 2013. Habitat distribution modeling of plant species in the Hoze Sultan rangelands of Qom with Maximum Entropy method, Journal of Range Management, 7(3): 212-221.
33. Zare Chahouki, M.A. & H. Piry Sahragard, 2016a. Maxent modelling for distribution of plant species habitats of rangelands (Iran). Polish Journal of Ecology, 3: 303-317.
34. Zare Chahouki, M.A., H. Piry Sahragard & H. Azarnivand, 2016b. Habitat distribution modeling of some halophyte plant species using Maximum Entropy Method (Maxent) in Hoze Soltan rangelands of Qum Province. Journal of Rangeland, 7(3): 212-221. (In Persion)

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-09-06]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1404.19.3.4.1]