تعیین مهمترین عوامل موثر بر پراکنش گونه *Daphne mucronata* Royle و مدل‌سازی رویشگاه‌های پتانسیل آن

فرج الله ترنیان[۱]، حسین آذرنیوند*[۲]، راضیه یزدانپرست[۳]، محمد علی زارع چاهوکی[۴]، محمد جعفری[۴] و سانیل کومار[۵]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۸/۱۲ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۶/۰۲/۲۷

چکیده

این مطالعه تلاش می‌کند تا با استفاده از تئوری نیچ اکولوژیکی و مدل مکسنت (حداکثر آنتروپی)، رویشگاه پتانسیل گونه *Daphne mucronata* Royle را مدل‌سازی و مهمترین عوامل موثر بر پراکنش و دامنه اکولوژیک پتانسیل آن‌را معرفی کند. برای این منظور از ۲۹ متغیر تاثیرگذار بر روی پراکنش آن استفاده شد. در ابتدا ۲۹ لایه اطلاعاتی آماده شدند و با استفاده از شبکه ۳×۳ کیلومتر، ۲۴۱۳ نقطه حضور گونه از روی نقشه‌های تیپ‌های گیاهی *D. mucronata* استخراج شدند. برای تعیین دامنه اکولوژیک پتانسیل هر متغیر، از دو روش استفاده از نقاط حضور و نقشه پتانسیل زیستگاه حاصل از مدل مکسنت استفاده و فراوانی نسبی محاسبه گردید. نتایج این مطالعه نشان داد از بین ۲۹ متغیر تاثیر گذار بر روی پراکنش گونه *D. mucronata* Royle، هفت متغیر، مهم تشخیص داده شدند و از بین آنها، بارندگی سردترین سه ماه پیوسته (Bio19)، متوسط درجه حرارت مرطوب‌ترین سه ماه پیوسته (Bio8) و متوسط دامنه روزانه درجه حرارت (Bio2)، به‌ترتیب ۵۰/۶، ۳۰ و ۱۱/۴ درصد تاثیر بر روی پراکنش *D. mucronata* Royle داشتند. فراوانی نسبی به‌دست آمده از نقاط حضور نشان داد که دامنه اکولوژیک پتانسیل مناسب برای متغیر بیواقلیمی ۱۹ از ۱۰۲ تا ۲۷۳ میلی‌متر است که ۹۶ درصد فراوانی پراکنش گونه در این دامنه قرار دارد و دامنه اکولوژیک پتانسیل در متغیر بیواقلیمی ۸ برابر ۴/۲- تا ۱۰/۴ درجه است که ۹۹ درصد فراوانی پراکنش گونه را در خود جای داده است.

واژه‌های کلیدی: *Daphne mucronata* Royle، مدل‌های پراکنش گونه‌ای، تئوری آشیان اکولوژیک، داده‌های حضور، Bio8، Bio19.

[۱]- استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه لرستان
[۲]- استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران
*: نویسنده مسئول: hazar@ut.ac.ir
[۳]- استاد مرکز تحقیقات بیوشیمی و بیوفیزیک دانشگاه تهران
[۴]- استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران
[۵] - هیات علمی دانشگاه کلرادو آمریکا

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1396.11.2.5.4]

مقدمه

مدل‌های پراکنش گونه‌ای، دسته‌ی مهمی از مدل‌های اکولوژیکی بشمار می‌روند که برای بررسی پراکنش گونه‌ای استفاده می‌شوند و بر تئوری نیچ اکولوژیکی (۴۳) استوار می‌باشند. به این معنی هر عامل محیطی تاثیر گذار بر روی پراکنش گونه‌های گیاهی دارای حداقل، حداکثر و مقدار بهینه است که در ترکیب با عوامل دیگر قلمرو گونه ها را از هم جدا می‌سازد و یک نیچ اکولوژیکی را تشکیل می‌دهد. به عبارت دیگر گونه‌ها در طی گرادیان‌های محیطی مختلفی پراکنش یافته‌اند و با شناخت این گرادیان‌ها می‌توان مهمترین عوامل تاثیر گذار بر روی پراکنش آنها را بیرون کشید و رویشگاه آنها را مدلسازی کرد. در این مورد محققان دو نوع نیچ اکولوژی را تعیین کرده‌اند که شامل نیچ عملکردی و نیچ واقعی می‌باشد. نیچ عملکردی محدوده‌ای از محیط یا مجموعه شرایطی را شامل می‌شود که یک گونه بصورت پتانسیل در آنجا می‌تواند حضور یابد و تولید مثل کند ولی نیچ واقعی محدوده‌ای از محیط را شامل می‌شود که گونه بعد از کنش متقابل با دیگر گونه‌ها (مثل عفخواری و رقابت) در حال حاضر به خود اختصاص داده است (۳۷).

بر اساس فرمول هاتکینسون (۱۸)، آشیان اکولوژیکی گونه‌های مختلف را می‌توان در طول هر گردایان و یا مجموعه ای از گرادیان‌ها جدا کرد (۳۷). ساختار پوشش گیاهی و ترکیب آن بطور پیوسته در طول گرادیان‌های محیطی تغییر می‌کند. اگر چه شواهدی وجود دارد که گیاهان زیادی منحنی پاسخ غیر متقارن نسبت به گرادیان محیطی نشان داده‌اند (۳۱) ولی مدل‌های تئوری بر این فرض استوارند که گونه‌ها واکنش زنگوله‌ای شکل متقارن از خود خصوصاً زمانیکه گرادیان محیطی طولانی است نشان می‌دهند (۸). از اینرو مدل‌های پراکنش گونه‌ای زیادی به منظور بررسی پراکنش گونه‌های گیاهی و جانوری و شناسایی عوامل محیطی بر روی پراکنش آنها ارائه شده است. بطور کلی در بعضی از این مدل‌ها تنها از داده‌های حضور استفاده می‌شود و در بعضی دیگر از داده‌های حضور و غیاب با هم استفاده می‌شود. مهمترین مدل‌هایی که از داده‌ها حضور برای تعیین پراکنش گونه‌ای استفاده شده است مدل آنالیز فاکتور نیچ اکولوژیکی هیرزل و گویسان (۲۰۰۲)، روش الگوریتم ژنتیک Stockwell و Peters (۱۹۹۹) و مدل مکسنت (حداکثر آنتروپی) معرفی شده توسط فیلیپس و همکاران (۲۰۰۶) بوده است. مدل مکسنت در سال ۲۰۰۴ در دسترس قرار گرفت و بصورت وسیعی برای مدلسازی پراکنش گونه‌ای مورد استفاده قرار گرفت. از این مدل به منظورهای متفاوتی در مطالعات مختلف همچون درک رابطه بین حضور گونه‌های مختلف، تهیه نقشه پراکنش گونه‌ها، پیش بینی مکان‌های جدید حضور گونه استفاده شده است (۷). در ایران نیز از مدل مکسنت برای مدلسازی زیستگاه‌های جانوری (۱۹ و ۳) و همچنین برای مدلسازی رویشگاه های گیاهی توسط زارع چاهوکی و همکاران (۲۰۱۳)، پیری صحراگرد و زارع چاهوکی (۲۰۱۵)، خلاصی اهوازی و همکاران (۲۰۱۵) و اردستانی و همکاران (۲۰۱۵) استفاده شده است و در این مطالعه، به دلیل ویژگی‌هایی همچون استفاده از داده‌های حضور و قابلیت پیش بینی بالای این مدل و همچنین بخاطر یادگیری ماشین[1]بودن آن (۷)، برای بررسی عوامل تاثیر گذار بر روی پراکنش گونه *Daphne mucronata* Royle، و همچنین مدل‌سازی رویشگاه پتانسیل آن استفاده شد.

گونه *Daphne mucronata* Royle یک گونه‌ی درختچه‌ای از تیره Thymelaeaceae است که از یک طرف یک گیاه سمی در مراتع شناخته می‌شود و از طرف دیگر یک گونه با ارزش دارویی است که خواص ضد سرطانی آن به اثبات رسیده است (۲۸، ۴۶، ۲۷ و ۱۰). این گونه در پاکستان به عنوان یک گونه دارویی بصورت سنتی برای بیماری رماتیسم و ورم مفاصل (۲۲ و ۲۹)، درد ماهیچه ای و مشکلات عصبی و بیماری های چشمی (۴۴)، آلرژی پوستی (۱۷) و کرم کش (۲۱) مورد استفاده قرار می‌گیرد. از این گیاه همچنین در پاکستان برای دفع و کشتن حشرات (۴۴ و ۳۸) و همچنین کشتن انگل‌های گاو شامل کنه ها و شپش ها مورد استفاده قرار می گیرد (۳۸ و ۲۱). در ایران خصوصاً استان لرستان از برگ آن به عنوان داروی ضد درد و ورم استفاده می‌شود و همچنین از شاخه‌های آن برای تهیه سرمه استفاده می‌کنند و بر این باورند که بر روی بینایی تاثیر دارد. در فصل تابستان میوه‌های این گونه توسط پرندگان خصوصاً کبک و گنجشک‌ها و همچنین حیوانات

[1] - Machine learning

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-01-30]

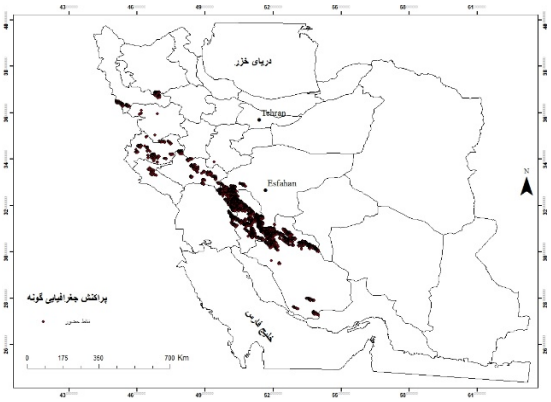
[DOR: 20.1001.1.20080891.1396.11.2.5.4]

اهلی مخصوصاً بز مورد استفاده قرار می‌گیرد. اگر چه گونه‌ی *Daphne mucronata* Royle برای بعضی از دام‌ها مخصوصاً گوسفند سمی است، ولی بز براحتی از آن استفاده می‌کند. این گونه در مناطق نیمه خشک کشور مثل استان‌های آذربایجان غربی، کردستان، کرمانشاه، همدان، مرکزی، اصفهان، چهارمحال و بختیاری، کهگیلویه و بویراحمد، فارس و کرمان گسترش دارد (۱). در اکثر مناطق این گونه با گونه‌های دیگر و خصوصاً به همراه گونه خاردار جنس *Astragalus* تشکیل تیپ داده است. بنابراین اگر چه این گونه از نظر دارویی با ارزش است، از لحاظ اکولوژی نیز گونه‌ای با ارزش است و در مناطق مختلف می‌تواند عملکرد اکوسیستم را به نمایش بگذارد. از این رو مطالعه تلاش می‌کند تا با استفاده از GIS، نقشه‌های پایه متغیرهای تاثیرگذار بر روی رویش گونه *Daphne mucronata* Royle را آماده و سپس با استفاده از مدل مکسنت (حداکثر آنتروپی)، رویشگاه پتانسیل این گونه را مدلسازی و مهمترین عوامل اکولوژیکی تاثیر گذار بر پراکنش و دامنه اکولوژیک آنرا معرفی نماید.

مواد و روش‌ها

داده‌های حضور. ابتدا نقشه‌های مربوط به تیپ‌های گونه *D. Mucronata* از موسسه تحقیقات جنگل و مرتع تهیه گردید. سپس به منظور جلوگیری از خودهمبستگی مکانی و کاهش خطای نمونه‌برداری (۵) نقشه‌های تیپ‌های گیاهی در ArcGIS10.2.2 به شبکه های ۳×۳ کیلومتر تبدیل شدند و از هر سلول یک نقطه حضور به‌دست آمد. جمعاً ۲۴۱۳ نقطه حضور از شبکه ۳×۳ به‌دست آمد که که این نقاط تقریباً کلیه‌ی نقاط حضور گونه در سطح کشور بجز استان کرمان را پوشش می‌دهد (شکل ۱).

لایه‌های محیطی. ۱۹ متغیر زیست اقلیمی به همراه مدل رقومی ارتفاعی ۱۰۰۰ متر از سایت www.worldclim.org با دقت مکانی ۳۰ ثانیه (تقریباً ۱ کیلومتر) دانلود گردیدند (۱۱). این داده‌ها از متوسط ماهیانه درجه حرارت و بارندگی تقریباً در طول سال‌های ۱۹۵۰ تا ۲۰۰۰ ایجاد شده‌اند که شامل شاخص‌های بارندگی و درجه حرارت متوسط، متغیرهای فصلی و حداکثر-حداقلی (Extreme) می‌باشند (۱۱). از مدل رقومی ارتفاع ۱۰۰۰ متری برای تهیه لایه‌های شیب و جهت در نرم افزار ArcGIS10.2.2 استفاده شد. برای انجام آنالیزهای آماری، نقشه جهت به گرادیان خطی شمالی-جنوبی و شرقی غربی به ترتیب با استفاده از توابع کوسینوس و سینوس انجام گردید (۹). این دو گرادیان تا حدودی نشان دهنده میزان نور و رطوبت مورد نیاز برای گیاه نیز می‌باشند. از سایت http://www.csi.cgiar.org لایه تبخیر و تعرق پتانسیل دانلود شد (۴۸). لایه اثرات انسانی از سایت Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC) (۴۵) و لایه‌های رودخانه‌ها، پوشش زمین، کاربری زمین و پوشش گیاهی از سایت http://www.iscgm.org دانلود شدند. در ابتدا نقشه لایه رودخانه به شبکه ۱۰۰۰ متر در ۱۰۰۰ متر تبدیل شد و سپس با استفاده از فاصله اقلیدوسی، لایه فاصله از رودخانه به‌دست آمد. رودخانه از این جهت در پراکنش و استقرار گونه‌ای مهم‌اند که بر روی پراکنش بذر و میزان رطوبت در دسترس تاثیر می‌گذارند. لازم به ذکر است لایه‌های مربوط به خاک نیز در این مطالعه تهیه شدند ولی بخاطر اینکه در نقشه‌ها، نقاط بدون مقدار زیاد بود از آنالیزها حذف گردیدند. اگرچه نیاز می‌باشد که تحلیل بر حسب آنالیز انجام گیرد ولی چون این مطالعه در مقیاس وسیع و در یک منطقه نیمه‌خشک می‌باشد، به نظر نمی‌رسد که عوامل خاکی تاثیر زیادی بر روی پراکنش گونه مورد مطالعه داشته باشند.



شکل ۱- پراکنش جغرافیایی گونه *D. mucronata* در سطح ایران. نقاط حضور از روی نقشه‌های تیپ‌های گیاهی به‌دست آمده‌اند.

آماده سازی لایه‌ها

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-01-30]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1396.11.2.5.4]

به‌طور کلی ۲۹ متغیر تاثیرگذار بر روی پراکنش گونه مورد نظر تهیه گردید و تمام آنها در نرم‌افزار ArcGIS10.2.2 پروجکت و به سل سایز تقریباً یک کیلومتر تبدیل شدند و در نهایت برای استفاده در نرم افزار مکسنت تبدیل به فرمت ASCII شدند. از نرم‌افزار SDMTools برای تهیه بایاس[1] استفاده شد.

مدل سازی و اعتبار سنجی آن

مدلسازی پراکنش گونه *D. mucronata* با استفاده از نرم‌افزار مکسنت[2] انجام گردید. در ابتدا همبستگی بین همه متغیرها محاسبه شد و سپس مدل با همه متغیرها اجرا گردید تا اثرات تقریبی هر متغیر بر روی پراکنش گونه مشخص شود. متغیرهاییکه که دارای سهم اثر یک درصد به بالا بودند انتخاب شدند و بعد از این از متغیرهای با میزان همبستگی بالا، مهمترین آنها انتخاب شد و وارد مدل گردید. از ارزیابی متقابل برای ایجاد مدل کالیبراسیون و مدل تست استفاده شد. مدل‌های متفاوتی در درون نرم افزار مکسنت اجرا گریدند و برای انتخاب بهترین مدل و ارزیابی اعتبار سنجی آن از شاخص‌هایی همانند پارامتر (پیچیدگی مدل را نشان می‌دهد)، شکل مدل (خطی، نمایی و غیره)، regularization multiplier، بایاس، سطح زیر منحنی[3] نمونه‌های تست، نرخ حذف[4] در سطح صفر و ۱۰ درصد (۵ و ۱۳) استفاده شد. بعد از انجام مدل‌سازی به دلیل اینکه خروجی مدل، یک نقشه احتمالاتی پیوسته است تبدیل به مناطق حضور یا عدم حضور گردید تا آستانه بهینه حضور برای گونه مورد مطالعه انتخاب شد. تعیین آستانه بهینه حضور کار پرچالشی است و محققان روش‌های مختلفی را پیشنهاد داده‌اند (۲۶، ۳۳ و ۲۵). زارع چاهوکی و همکاران (۲۰۱۳) از روش حساسیت و اختصاصیت برابر[5] و برای تطابق نتایج آن با واقعیت زمینی از ضریب کاپا استفاده کردند. Liu و همکاران (۲۰۱۳) از بین ۱۳ روش انتخاب آستانه، روش حداکثر کردن جمع حساسیت و اختصاصیت[6] را برای روش‌های مبتنی بر داده‌های حضور پیشنهاد دادند. در این مطالعه برای به‌دست آوردن آستانه بهینه با توجه به دو منبع پیرسون و همکاران (۲۰۰۴) و همچنین کومار و همکاران (۲۰۱۴)، ابتدا با استفاده از نقاط حضور واقعی گونه، مقدارهای احتمالاتی از نقشه خروجی مکسنت استخراج گردید و مقدارهای احتمالاتی از بزرگ به کوچک مرتب گردید و با محاسبه ۰، ۲/۵، ۵، ۷ و ۱۰ درصد حذف داده‌های حضور، مقدارهای احتمالاتی داده‌های حضور به‌دست آمد و با توجه به این مقدار و نقشه‌های به‌دست آمده حاصل از آن، بهترین مقدار احتمالاتی و بهترین نقشه انتخاب شد.

تعیین دامنه اکولوژیک عوامل محیطی تاثیر گذار بر رویش گونه

یکی از مهمترین مباحث موجود در اکولوژی تعیین دامنه اکولوژیک عوامل محیطی تاثیر گذار بر روی رویش گونه‌ها می‌باشد. برای این منظور هم از داده‌های واقعی حضور و هم از روی خروجی مدل مکسنت می‌توان اینکار را انجام داد.

استفاده از داده‌های واقعی حضور گونه. روش کار با نقاط حضور به این صورت می‌باشد که در ابتدا ارزش سلول‌های نقاط حضور از روی نقشه‌های پایه استخراج شد و سپس تعداد طبقات محاسبه و با دادن کدهای مختلف به داده‌ها، داده‌ها طبقه بندی شدند. در مرحله بعد فراوانی و فراوانی نسبی هر طبقه محاسبه گردید و نمودار فراوانی نسبی در برابر طبقات عوامل محیطی ترسیم گردید. از این طریق می‌توان مقدار فراوانی نسبی بین هر طبقه یا چندین طبقه را محاسبه کرد.

استفاده از خروجی مدل. وقتی که نقشه پتانسیل یا واقعی زیستگاه از روی خروجی‌های مدل (هر مدلی که دقت کافی داشته باشد) به‌دست آمد، آنرا باید به نقاط حضور تبدیل کرد و بعد از این باید ارزش نقاط حضور را از لایه‌های عوامل محیطی استخراج، آنها را طبقه بندی و فراوانی نسبی آنها را محاسبه کرد. لازم به ذکر است که در این مطالعه در ابتدا نقشه مطلوبیت به سل سایز ۳×۳ کیلومتر تبدیل شد و نقاط حضور از روی این نقشه به‌دست آمدند که شامل ۱۹۹۷۸ نقطه حضور بودند. در این مطالعه از هر دو روش

[1] - Bias
[2] - Maxent3.3.3
[3] - AUC= Area under the curve
[4] - Omission rate
[5] -equal test sensitivity and specificity
[6] - Maximizing the sum of sensitivity and specificity (Max SSS)

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-01-30]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1396.11.2.5.4]

استفاده شد ولی آنچه مد نظر این مطالعه می‌باشد به‌دست آوردن دامنه اکولوژیک پتانسیل گونه می‌باشد.

نتایج

همانطور که ذکر شد هدف این تحقیق تعیین مهمترین عوامل تاثیرگذار بر روی رویش گونه *D. mucronata* و مدلسازی رویشگاه‌های پتانسیل آن است. بنابراین برای این منظور ابتدا همبستگی بین متغیرهای استفاده شده برای مدل‌سازی محاسبه شد. بخاطر مستقل بودن متغیرها، متغیرهاییکه دارای همبستگی بالاتر از ۷۵ بودند، مهمترین آنها در مدل وارد گردید (۲۳). نتایج نشان داد متغیر زیست اقلیمی ۱، یعنی متوسط درجه حرارت سالیانه بیشترین همبستگی را با دیگر متغیرها دارد و بعد از آن ارتفاع از سطح دریا قرار داشت. متغیر ارتفاع از این نظر اهمیت دارد که بر روی دیگر متغیرها تاثیر گذار می‌باشد و خروجی مدل مکسنت اهمیت آنرا بر روی پراکنش گونه مورد نظر را نشان داد. بخاطر همبستگی بالای بین ارتفاع و متغیرهای زیست اقلیمی ۸ و ۹، متغیر ارتفاع وارد مدل نهایی نشد.

آمارهای توصیفی مربوط به متغیرهای استفاده شده که بر اساس نقاط حضور گونه استخراج شده‌اند در جدول ۱ آورده شده است. مهمترین متغیرهایی که در مدل‌سازی استفاده شده با فونت ضخیم نمایش داده شده است. متغیر بیواقلیمی ۱۹، یعنی بارندگی سردترین سه ماه پیوسته بیشترین تاثیر را بر روی پراکنش گونه مورد مطالعه دارد. از دیگر متغیرهاییکه که بیشترین اثر را بر روی پراکنش گونه *D. mucronata* داشتند می‌توان به متغیر زیست اقلیمی ۸ اشاره کرد که مربوط به متوسط درجه حرارت مرطوب‌ترین سه ماه پیوسته سال است. همانطور که از جدول ۱ بر می‌آید تفاوت زیادی بین داده‌های حضور و خروجی مدل مکسنت در بیشتر متغیرها وجود ندارد. ممکن است مهمترین تفاوت در مورد ارتفاع متوسط دیده شود که مقدار آن از ۲۴۵۳ متر به ۲۰۷۶ متر تنزل پیدا کرده است.

انتخاب بهترین مدل

در ابتدا مدل با همه متغیرها اجرا گردید تا اثرات تقریبی هر متغیر بر روی پراکنش گونه مشخص شود. سپس متغیرهاییکه که دارای سهم اثر یک درصد به بالا بودند انتخاب شدند که شامل ۱۳ متغیر بودند و بعد از این از متغیرهای با میزان همبستگی بالا، مهمترین آنها نگه داشته شد و وارد مدل گردید. تعداد متغیرها در این مرحله ۹ تا بود. در نهایت میزان اثر هر متغیر بر روی پراکنش گونه مورد نظر تست شد و دو متغیر دیگر که دارای اثرات کمی بودند حذف شدند و تنها ۷ متغیر وارد مدل گردیدند. جدول ۲ خلاصه تست‌های مدل‌سازی را نشان می‌دهد. بهترین مدل، مدل شماره ۴ می‌باشد.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1396.11.2.5.4]

جدول ۱ - آمار توصیفی متغیرهای بکار گرفته شده برای مدل‌سازی *D. mucronata* برا اساس نقاط حضور و نقشه‌های پایه

متغیر	بر اساس نقاط حضور واقعی				بر اساس نقشه پتانسیل زیستگاه (خروجی مکسنت)			
	حداقل	حداکثر	متوسط	انحراف از معیار	حداقل	حداکثر	متوسط	انحراف از معیار
متوسط درجه حرارت سالیانه (Bio1، درجه سانتی گراد)	۱/۹	۲۲/۲	۱۰/۶	۲/۶	۱/۹	۲۲/۲	۱۱/۷	۲/۳
متوسط دامنه روزانه درجه حرارت (Bio2، درجه سانتی گراد)	**۱۲/۱**	**۱۷/۳**	**۱۶/۲**	**۰/۹**	**۱۱/۵**	**۱۷/۴**	**۱۵/۷**	**۱**
همدمایی (Bio3)	**۳۰**	**۴۲**	**۳۹**	**۲**	**۲۹**	**۴۳**	**۳۸**	**۲**
تغیرپذیری فصلی درجه حرارت (Bio4، انحراف از معیار×۱۰۰)	**۶۴۷۲**	**۹۵۵۳**	**۸۴۸۳**	**۳۱۳**	**۵۹۷۶**	**۹۵۵۵**	**۸۵۱۸**	**۳۸۲**
حداکثر درجه حرارت گرم‌ترین ماه (Bio5، درجه سانتی گراد)	۲۴/۹	۴۱/۳	۳۲/۴	۲/۱	۲۳/۹	۳۹/۸	۳۳/۵	۲/۱
حداقل درجه حرارت سردترین ماه (Bio6، درجه سانتی گراد)	-۱۸/۳	۶/۶	-۸/۵	۳/۱	-۱۸/۳	۷/۳	-۶/۷	۲/۸
دامنه درجه حرارت سالانه (Bio7، درجه سانتی گراد)	۳۰/۸	۴۳/۳	۴۰/۹	۱/۶	۲۸/۳	۴۳/۳	۴۰/۲	۱/۶
متوسط درجه حرارت مرطوب‌ترین سه ماه پیوسته (Bio8، درجه سانتی گراد)	**-۵/۶**	**۱۳/۳**	**۱/۳**	**۲/۸**	**-۶**	**۱۴/۰**	**۲/۹**	**۲/۶**
متوسط درجه حرارت خشک‌ترین سه ماه پیوسته (Bio9، درجه سانتی گراد)	**۸/۴**	**۳۰/۲**	**۲۰/۵**	**۳/۲**	**۸/۴**	**۲۸/۳**	**۲۲/۱**	**۲/۵**
متوسط درجه حرارت گرم‌ترین سه ماه پیوسته (Bio10، درجه سانتی گراد)	۱۳/۱	۳۰/۲	۲۱/۴	۲/۴	۱۳/۰	۲۹/۲	۲۲/۵	۲/۱
متوسط درجه حرارت سردترین سه ماه پیوسته (Bio11، درجه سانتی گراد)	-۹/۵	۱۳/۳	-۰/۵	۲/۹	-۹/۶	۱۴/۰	۰/۶	۲/۷
متوسط بارندگی سالانه (Bio12، میلیمتر)	۱۸۰	۶۶۲	۳۰۹	۸۱	۱۶۵	۹۳۸	۳۶۷	۱۲۲
بارندگی مرطوب‌ترین ماه (Bio13، میلیمتر)	۴۲	۱۲۰	۶۲	۱۳	۴۲	۱۸۳	۷۱	۲۰
بارندگی خشک‌ترین ماه (Bio14، میلیمتر)	۰	۴	۰	۱	۰	۳	۰	۰
تغییرات فصلی بارندگی (Bio15، ضریب تغییرات)	۶۸	۱۱۵	۸۷	۵	۷۱	۱۱۸	۸۶	۶
بارندگی مرطوب‌ترین سه ماه پشت سر هم (Bio16، میلیمتر)	۱۱۰	۳۳۹	۱۶۲	۳۷	۱۰۵	۵۳۶	۱۸۶	۵۸
بارندگی خشک‌ترین سه ماه پشت سر هم (Bio17، میلیمتر)	**۰**	**۱۲**	**۴**	**۲**	**۰**	**۱۷**	**۳**	**۲**
بارندگی گرم‌ترین سه ماه پشت سر هم (Bio18، میلیمتر)	۰	۲۲	۵	۳	۰	۲۲	۴	۳
بارندگی سردترین سه ماه پیوسته (Bio19، میلیمتر)	**۱۰۲**	**۲۹۸**	**۱۵۱/۹**	**۲۹/۹**	**۱۰۳**	**۴۸۸**	**۱۶۹**	**۴۶**
ارتفاع از سطح دریا (متر)	۶۹۳	۴۲۰۸	۲۴۵۳	۴۶۱	۷۵۶	۴۲۰۸	۲۰۷۶	۴۴۵
شیب (درجه)	۰/۲	۳۱/۸	۷/۶	۵/۲	۰	۳۹	۶	۵
تبخیر و تعرق پتانسیل (میلیمتر)	۹۲۵	۱۷۱۱	۱۳۳۵	۱۰۸	۸۶۶	۱۶۳۳	۱۳۵۵	۱۱۰

نکته: Annual mean temperature (°C; Bio1)؛ Mean diurnal range in temperature (°C; Bio2)؛ Isothermality (Bio 3)؛ Temperature seasonality (SD×100) (Bio4)؛ Maximum temperature of warmest month (°C; Bio5)؛ Minimum temperature of coldest month (°C; Bio6)؛ Temperature annual range (°C; Bio7)؛ Mean temperature of wettest quarter (°C; Bio8)؛ Mean temperature of driest quarter (°C; Bio9)؛ Mean temperature of warmest quarter (°C; Bio10)؛ Mean temperature of coldest quarter (°C; Bio11)؛ Mean annual precipitation (mm; Bio12)؛ Precipitation of wettest month (mm; Bio13)؛ Precipitation of driest month (mm; Bio14)؛ Precipitation seasonality (CV) (Bio15)؛ Precipitation of wettest quarter (mm; Bio16)؛ Precipitation of driest quarter (mm; Bio17)؛ Precipitation of warmest quarter (mm; Bio18)؛ Precipitation of coldest quarter (mm; Bio19). علاوه بر متغیرهای جدول فوق، متغیرهای دیگری همچون جهت شمالی جنوبی و شرقی غربی، کاربری زمین، پوشش زمین، فاصله از رودخانه، پوشش گیاهی و اثرات انسانی، در مدل‌سازی استفاده شدند ولی بخاطر اینکه مقدارهای آنها کمی پیوسته نبود، در این جدول مقدارهای آنها ذکر نشده است. متغیرهاییکه با فونت ضخیم (بولد) نشان داده شده‌اند در مدل‌سازی استفاده شده‌اند. برای نحوه محاسبه ۱۹ متغیر بیواقلیمی به منبع O'Donnell و Ignizio (۲۰۱۲) مراجعه شود.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1396.11.2.5.4]

جدول ۲- تست‌های مدل‌سازی و خلاصه آمار مربوط به آنها برای گونه *D. mucronata*

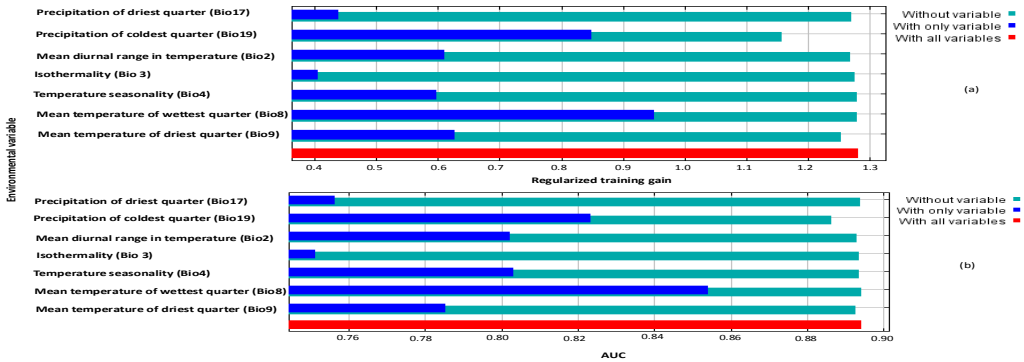
شماره مدل	متغیرها	تعداد متغیر	پارامترها	MaxEnt settings		Bias (km)	Test AUC_{cv}	Omission rate		نمره مدل
				Features	RM			۰٪	۱۰٪	
۱	همه متغیرها	۲۹	۷۰	LQPTH	۱	No	۰/۰±۸۹۸/۰۰۵	۰/۰۰۰۴	۰/۱۱۱۵	۱۰
۲	Bio19، Bio8، Bio2، Bio4، Bio15، Bio9، Bio17، Bio3 و پوشش زمین	۹	۲۴	LQPTH	۱	No	۰/۰±۸۹۷/۰۰۵	۰/۰۰۰۰	۰/۱۰۹۸	۶
۳	Bio19، Bio8، Bio2، Bio4، Bio9، Bio17 و Bio3	۷	۲۳	LQPTH	۱	No	۰/۰±۸۹۷/۰۰۵	۰/۰۰۰۴	۰/۱۰۶۵	۵
۴*	**متغیرهای مدل ۳**	**۷**	**۱۴**	**LQPH**	**۱**	No	**۰/۰±۸۹۴/۰۰۵**	**۰/۰۰۰۴**	**۰/۱۰۲**	**۱**
۵	متغیرهای مدل ۳	۷	۱۷	LQP	۱	No	۰/۰±۸۸۱/۰۰۶	۰/۰۰۰۴	۰/۱۰۰۳	۱۴
۶	متغیرهای مدل ۳	۷	۱۵	QP	۱	No	۰/۰±۸۸/۰۰۶	۰/۰۰۰۴	۰/۱۰۰۳	۱۵
۷	متغیرهای مدل ۳	۷	۱۴	Q	۱	No	۰/۰±۸۷۱/۰۰۸	۰/۰۰۰۴	۰/۱۰۱۶	۱۶
۸	متغیرهای مدل ۳	۷	۱۶	QPH	۱	No	۰/۰±۸۹۴/۰۰۵	۰/۰۰۰۴	۰/۱۰۱۲	۲
۹	متغیرهای مدل ۳	۷	۲۰	QPT	۱	No	۰/۰±۸۹۷/۰۰۵	۰/۰۰۰۴	۰/۱۰۸۶	۹
۱۰	متغیرهای مدل ۳	۷	۱۹	LQPT		No	۰/۰±۸۹۶/۰۰۵	۰/۰۰۰۴	۰/۱۰۷۸	۷
۱۱	متغیرهای مدل ۳	۷	۲۰	LPTH	۱	No	۰/۰±۸۹۷/۰۰۵	۰/۰۰۰۴	۰/۱۰۸۶	۸
۱۲	متغیرهای مدل ۳	۷	۱۴	LQPH	۱/۲	No	۰/۰±۸۹۴/۰۰۵	۰/۰۰۰۴	۰/۱۰۲	۳
۱۳	متغیرهای مدل ۳	۷	۱۵	LQPH	۱/۵	No	۰/۰±۸۹۴/۰۰۵	۰/۰۰۰۸	۰/۱۰۱۶	۴
۱۴	متغیرهای مدل ۳	۷	۱۴	LQPH	۱	۱	۰/۰±۸۹۳/۰۰۵	۰/۰۰۰۴	۰/۱۰۳۷	۱۲
۱۵	متغیرهای مدل ۳	۷	۱۴	LQPH	۱	۲	۰/۰±۸۹۳/۰۰۵	۰/۰۰۰۴	۰/۱۰۲۸	۱۱
۱۶	متغیرهای مدل ۳	۷	۱۴	LQPH	۱	۵	۰/۰±۸۹۱/۰۰۵	۰/۰۰۰۴	۰/۱۰۴۱	۱۳
۱۷	متغیرهای مدل ۳	۷	۱۴	LQPH	۱	۲۵	۰/۰±۸۳۹/۰۰۵	۰/۱۰۱۲	۰/۱۰۴۱	۱۷

نکته: اشکال مدل =Features؛ L= Linear (مدل خطی)؛ Q= Quadratic (مدل نمایی)؛ P= Product؛ T= Threshold؛ H= Hinge؛ RM= regularization multiplier؛ OR= omission rate و Test AUCcv =Area under the curve test derived by cross validation= مساحت زیر منحنی تست است که از ده بار ارزیابی متقابل (10-fold cross-validation) به‌دست آمده است. *بهترین مدل با فونت ضخیم (بولد) نشان داده شده است.

شکل ۲a میزان اثرات هر متغیر مشخص به تنهایی (With only variable) و همه متغیرها بدون آن یک متغیر مشخص (without variable) و کل متغیرها با هم (with all variables) را در مدل کالبیراسیون نشان می‌دهد و شکل ۲b همین مشخصات را برای سطح زیر منحنی تست نشان می‌دهد. همانگونه که در شکل ۲a و ۲b آمده است در پراکنش گونه *D. mucronata* دو متغیر از باقی متغیرها مهم‌تر می‌باشند که شامل متغیر بیواقلیمی ۱۹، یعنی مقدار بارندگی در سردترین سه ماه پیوسته سال است و متغیر دیگر، متغیر بیواقلیمی ۸ است که نشان دهنده متوسط درجه‌حرارت در مرطوب‌ترین سه ماه پیوسته سال است. شکل ۲a و ۲b نشان می‌دهد با حذف متغیر بیواقلیمی ۱۹ مقدار قدرت پیشگویی مدل کالیبراسیون و مقدار سطح زیر منحنی مدل تست خیلی کم می‌شود. بنابراین نشان می‌دهد که در این متغیر اطلاعات زیادی وجود دارد که در متغیرهای دیگر نیست و همچنین نشان می‌دهد که این متغیر به تنهایی و در ترکیب با متغیرهای دیگر قدرت پیشگویی و مقدار سطح زیر منحنی بالایی دارد. در صورتیکه متغیر بیواقلیمی ۸ به تنهایی بیشترین قدرت را در پیشگویی پراکنش گونه مورد نظر دارا می‌باشد. بنابراین این دو متغیر از متغیرهای تعیین کننده پراکنش گونه مورد مطالعه می‌باشند و با توجه به اینکه این گونه در مناطق برف‌گیر رویش دارد از لحاظ منطقی قابل توجیه هستند.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1396.11.2.5.4]



شکل ۲- قدرت تخمین نسبی اثرات متغیرهای زیست اقلیمی متفاوت به‌دست آمده از Jacknife در مدل مکسنت (a) قدرت پیشگویی در مدل کالیبراسیون و (b) AUC، سطح زیر منحنی در مدل تست. مقدارها از متوسط ۱۰ بار اجرای مدل به‌دست آمده‌اند.

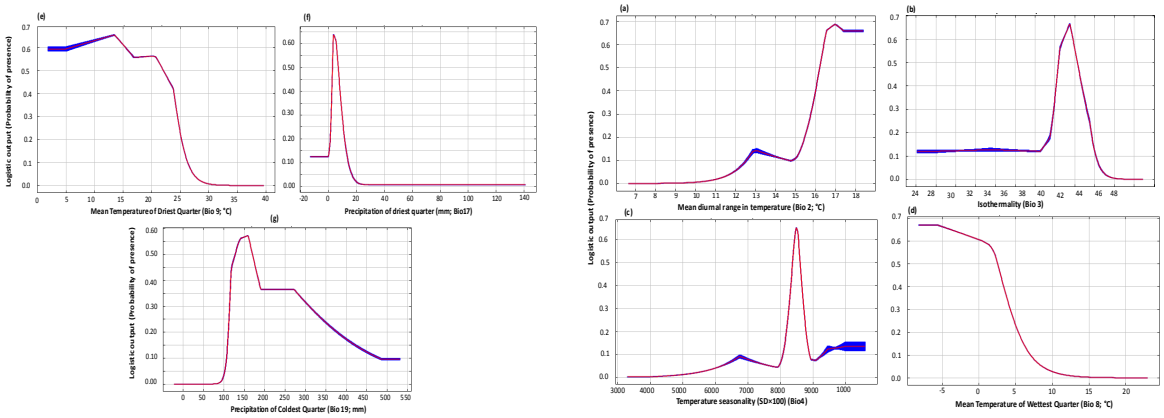
منحنی‌های پاسخ مهمترین متغیرهای استفاده شده در مدل نهایی در شکل ۳ و دامنه اکولوژیک و فراوانی نسبی پراکنش گونه در جدول ۳ آورده شده است. بطور کلی سه متغیر بارندگی سردترین سه ماه پیوسته (Bio19، میلی‌متر)، متوسط درجه حرارت مرطوب‌ترین سه ماه پیوسته (Bio8، درجه سانتی‌گراد) و متوسط دامنه روزانه درجه حرارت (Bio2، درجه سانتی‌گراد) به ترتیب ۵۰/۶، ۳۰ و ۱۱/۴ درصد تاثیرگذاری را بر روی پراکنش گونه مورد نظر دارد. دامنه اکولوژیک پتانسیل برای متغیر بیواقلیمی ۱۹، از ۱۰۲ تا ۲۷۳ میلیمتر است که ۹۶ درصد فراوانی پراکنش گونه در این دامنه قرار دارد. دامنه اکولوژیک در متغیر بیواقلیمی ۸ برای گونه مورد مطالعه برابر ۴/۲- تا ۱۰/۴ است که ۹۹ درصد فراوانی پراکنش گونه در این محدوده قرار دارد. متوسط نوسانات روزانه درجه حرارت (Bio2) نشان می‌دهد که ۹۹ درصد فراوانی نسبی پراکنش گونه در دامنه ۱۲/۶ تا ۱۷/۳ درجه قرار دارد. همانطور که نمودار پاسخ این متغیر نشان می‌دهد احتمال حضور این گونه از ۱۵ درجه تا ۱۷/۳ افزایش پیدا می‌کند و نمودار فراوانی نسبی نشان داد که ۹۰ درصد فراوانی نسبی بین ۱۴/۷ تا ۱۷/۳ درجه سانتی‌گراد پراکنش دارد. باید توجه کرد از آنجاییکه ارتفاع اثرات زیادی بر روی پارامترهای بارندگی و درجه حرارت دارد؛ اثرات زیادی بر روی پراکنش این گونه دارد. بخاطر اینکه دارای هبستگی قوی با پارامترهای بیواقلیمی ۸ و ۹ بود و به نحوی اثرات آن در این متغیرها اعمال شده، وارد مدل نهایی نشد. از این نظر دامنه اکولوژیک ارتفاعی مناسب بین ۱۰۴۵ متر تا ۳۵۰۹ متر ارتفاع بود که ۹۹۶ درصد فراوانی پراکنش گونه در این محدوده قرار دارد و بهترین ارتفاع تقریبی بین ۱۳۹۷ تا ۳۱۵۷ متر است که ۹۱ درصد فراوانی پراکنش را در خود جای داده است.

جدول ۳- متغیرهای استفاده شده در مدل نهایی، میزان اثرات هر متغیر، دامنه کولوژیک و فراوانی نسبی آن.

متغیر	درصد تاثیر هر متغیر بر روی پراکنش گونه در مدل مکسنت	بر اساس نقاط حضور واقعی		بر اساس نقشه پتانسیل زیستگاه (خروجی مکسنت)	
		دامنه اکولوژیک[1]	فراوانی نسبی[1]	دامنه اکولوژیک[2]	فراوانی نسبی[2]
بارندگی سردترین سه ماه پیوسته (Bio19، میلیمتر)	۵۰/۶	۱۰۲-۲۷۳	۰/۹۹	۱۰۲-۲۷۳	۰/۹۶
متوسط درجه حرارت مرطوب ترین سه ماه پیوسته (Bio8، درجه سانتی گراد)	۳۰	۱۰/۴-(-۴/۲)	۰/۹۸	۱۰/۴-(-۴/۲)	۰/۹۹
متوسط دامنه روزانه درجه حرارت (Bio2، درجه سانتی گراد)	۱۱/۴	۱۷/۱۲-۳/۶	۰/۹۹	۱۷/۱۲-۳/۶	۰/۹۹
متوسط درجه حرارت خشک ترین سه ماه پیوسته (Bio9، درجه سانتی گراد)	۳/۸	۱۱-۲۷/۵	۰/۹۸	۱۱-۲۷/۵	۰/۹۹۴
همدمایی (Bio3)	۲/۳	۴۱/۳۳-۱/۹	۰/۹۸	۴۱/۳۳-۱/۹	۰/۹۱
بارندگی خشک ترین سه ماه پشت سر هم (Bio17، میلیمتر)	۱/۲	۰-۱۲	۰/۹۹۸	۰-۱۰	۰/۹۹۶
تغییرپذیری فصلی درجه حرارت (Bio4، انحراف از معیار×۱۰۰)	۰/۶	۷۹۷۲-۹۴۷۲	۰/۹۷	۷۹۷۲-۹۴۷۲	۰/۹۷
ارتفاع (متر)	-	۱۰۴۵-۳۵۰۹	۰/۹۸	۱۰۴۵-۳۵۰۹	۰/۹۹۶

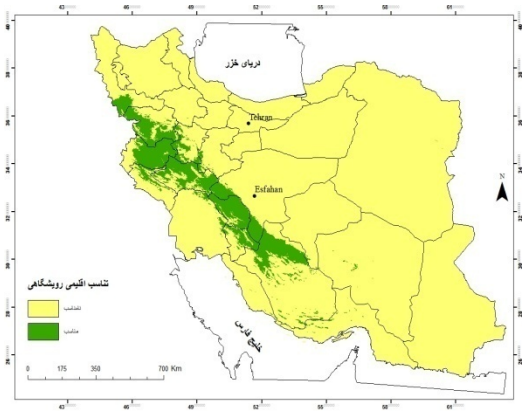
[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-01-30]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1396.11.2.5.4]

۱- این داده‌ها از روی داده‌های واقعی حضور به‌دست آمده‌اند که می‌تواند نماینده دامنه اکولوژیک واقعی گونه باشند ۲- این داده‌ها از روی خروجی مدل مکسنت (نقشه پتانسیل زیستگاه) به‌دست آمده‌اند. برای دیدن حداقل، حداکثر، متوسط و انحراف معیار هر شاخص که از روی داده‌های حضور واقعی و خروجی مدل مکسنت به‌دست آمده‌اند به جدول ۲ مراجعه شود. متغیر ارتفاع بخاطر داشتن همبستگی از مدل حذف شد ولی بخاطر اهمیت آن در پراکنش این گونه، در این جدول به بعضی از پارامترهای آن اشاره شده است.



شکل ۳ – نمودار پاسخ رابطه بین احتمال حضور گونه *D. mucronata* با هفت متغیر اقلیمی تاثیر گذار بر پراکنش آنرا نشان می‌دهد. (a) متوسط دامنه درجه حرات روزانه (Bio 2; °C)، (b) همدمایی (Bio3)، (c) درجه حرارت فصلی (Bio4)، (d) متوسط درجه حرارت مرطوب‌ترین سه ماه پیوسته سال (Bio 8; °C)، (e) متوسط درجه حرارت خشک‌ترین سه ماه پیوسته سال (Bio 9; °C)، (f) مقدار بارندگی در خشک‌ترین سه ماه پیوسته سال (Bio 17; mm)، (g) مقدار بارندگی در مرطوب‌ترین سه ماه پیوسته سال (Bio 19; mm) (برای اطلاعات در مورد نحوه محاسبه این متغیرها به منبع ۳۰ مراجعه شود)

از هفت متغیر بیواقلیمی به همراه اشکال مدل LQPH برای مدل‌سازی پتاسیل رویشی گونه *D. mucronata* استفاده شد. برای تهیه نقشه حضور و عدم حضور از آستانه-های مختلفی استفاده شد. مقدارهای احتمالاتی حضور، برای آستانه ۰، ۲/۵، ۵، ۷ و ۱۰ درصد حذف داده‌های حضور، به‌ترتیب برابر مقدارهای ۰/۰۲۱۶۳۱۸، ۰/۱۹۴۹۴۱، ۰/۲۳۷۴۷، ۰/۳۱۰۳۷۸ و ۰/۳۷۱۴۷۹ بود. با توجه به درصد حذف داده‌های حضور واقعی و نقشه‌های ایجادی، آستانه بهینه حضور برابر ۰/۲۳۷۴۷ انتخاب گردید و نقشه حضور و عدم حضور گونه ایجاد گردید (شکل ۴). در ۵ درصد حذف داده‌های حضور تنها ۱۲۲ داده حضور از کل داده‌های حضور استفاده شده در مدل‌سازی حذف گردیدند. با تطابق نقاط حضور حذف شده با نقشه پتانسیل رویشی، دیده شد که این نقاط در حاشیه های نقشه پتانسیل رویشی قرار دارند. از ۱۲۲ نقطه حضور حذف شده ۵۴ نقطه از آنها در بین مرز استان آذربایجان غربی و شرقی در مرز شهرستان‌های تکاب و بخش چاراویماق میانه و ۲۸ نقطه در استان فارس است که ۲۴ نقطه از آنها مربوط به رویشگاه‌های نزدیک شهر لار است. بطور کلی نتایج نشان داد که در حال حاضر ۸ درصد سطح خشکی ایران یعنی ۱۲۹۸۶۸/۹۷ کیلومتر مربع مطلوب و باقی مانده، ۱۴۹۱۱۷۳/۰ کیلومتر مربع برای رویش این گونه نامطلوب ارزیابی می‌شود. مناطق مطلوب عمدتاً در استانهای فارس، اصفهان، کهگیلویه و بویراحمد، چهار محال و بختیاری، لرستان، کرمانشاه، کردستان و بخش جنوبی آذربایجان غربی قرار دارند.



شکل ۴. نقشه پتانسیل رویشی گونه *D. mucronata*

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-01-30]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1396.11.2.5.4]

بحث و نتیجه‌گیری

بررسی فاکتورهای تاثیرگذار بر روی پراکنش گونه *Daphne mucronata* Royle

نتایج مدل مکسنت نشان داد که از بین ۲۹ متغیر استفاده شده، ۸ متغیر از همه مهمتر می‌باشند که ۷ متغیر در مدلسازی استفاده شد و متغیر ارتفاع از سطح دریا بخاطر داشتن رابطه همبستگی بالا با دو متغیر Bio8 و Bio9 وارد مدل نهایی نگردید. از هفت متغیر اقلیمی استفاده شده ۵ متغیر مربوط به درجه حرارت و دو متغیر مربوط به بارندگی بودند. محققانی که به بررسی تاثیر عوامل مختلف بر روی پوشش گیاهی پرداخته‌اند، عوامل اقلیمی خصوصاً درجه حرارت و بارندگی را مهمترین عوامل تاثیر گذار بر روی پراکنش جغرافیایی گونه‌های گیاهی در مقیاس بزرگ دانسته‌اند (۲، ۴۰ و ۴۲). در بین مهمترین متغیرها، هیچکدام از متغیرهای با شرایط حداکثر و حداقل و حتی متوسط یافت نمی‌شوند، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که تغییرات فصلی بارندگی و درجه حرارت مهمتر از شرایط متوسط و یا حداقل و حداکثری در پراکنش گونه مورد مطالعه می‌باشند. کلارک و همکاران (۲۰۱۰) بیان کردند که تغییرات فصلی ممکن است یک محدودیت برای عملکرد گونه‌ای را به نمایش بگذارند. مهمترین شاخص تاثیرگذار در پراکنش گونه *D. mucronata* متغیر بیواقلیمی ۱۹، یعنی مقدار بارندگی در سردترین سه ماه پیوسته سال است و متغیر بعدی، متغیر بیواقلیمی ۸ است که نشان دهنده متوسط درجه حرارت در مرطوب‌ترین سه ماه پیوسته سال است. سومین متغیر تاثیرگذار بر روی پراکنش گونه مورد مطالعه، متغیر بیواقلیمی ۲، یعنی متوسط نوسانات درجه حرارت روزانه بود. این سه متغیر ۹۲ درصد پراکنش گونه‌ای را توجیه می‌کنند و از متغیرهای تعیین کننده پراکنش گونه مورد مطالعه می‌باشند (جدول ۳). اردستانی و همکاران (۲۰۱۵) سه متغیر بیواقلیمی ۸ و ۱۹ و ۲ را به ترتیب با ۳۳/۵، ۲۳/۶ و ۱۴/۲درصد تاثیر بر روی پراکنش گونه *Astragalus caragana* در سطح استان اصفهان معرفی کردند که تا حدودی با مطالعه حاضر همپوشانی دارد. با توجه به اینکه گونه *D. mucronata* در مناطق برف‌گیر رویش دارد، اثر گذاری متغیرهای بیواقلیمی ۱۹ و ۸ بر روی پراکنش آن، از لحاظ منطقی قابل توجیه می‌باشند. اشکال ۲a و ۲b اهمیت متغیر بیواقلیمی ۱۹ را به تنهایی و در ارتباط با متغیرهای دیگر نشان داد. از آنجاییکه معمولاً بارش در سردترین سه ماه پیوسته سال در مناطق رویش گونه مورد مطالعه، برف می‌باشد؛ از یک طرف متغیر بیواقلیمی ۱۹ نشان دهنده این است که در طول سه ماه سرد پیوسته سال مقدار بارندگی خیلی مهم است چرا که این متغیر با مرطوب‌ترین سه ماه پیوسته سال (Bio16) دارای همبستگی ۹۲ است و از طرف دیگر نشان می‌دهد که طول این سه ماه سرد برای فرآیندهای بیولوژی گیاه ضروری است. پوساس و اوستین (۲۰۰۱) بیان کردند که متغیر بارندگی مناسب بودن منابع را به نمایش می‌گذارد و بر روی رشد گونه‌ها و تکمیل چرخه زیست آنها تاثیر زیادی دارد. برای توضیح بیشتر درباره نحوه پراکنش گونه مورد نظر می‌توان از منحنی‌های پاسخ گونه‌ای و فراوانی نسبی آن کمک گرفت. منحنی پاسخ گونه‌ای نشان می‌دهد که احتمال حضور گونه از ۱۰۰ میلی‌متر بارندگی شروع و افزایش پیدا می‌کند و تقریباً در ۱۵۰ میلی‌متر بارندگی در سردترین سه ماه پیوسته سال به حداکثر می‌رسد و سپس کاهش پیدا می‌کند و در ۲۷۵ میلی‌متر بارندگی کاهش شدیدی در میزان احتمال حضور گونه دیده می‌شود. فراوانی حضور گونه نشان داد که دامنه اکولوژیک پتانسیل آن در متغیر بیواقلیمی ۱۹ از ۱۰۲ تا ۲۷۳ میلیمتر است که ۹۶ درصد فراوانی پراکنش گونه در این دامنه قرار دارد و منحنی پاسخ گونه‌ای آنرا تایید می‌کند.

همانگونه که بیان شد دومین متغیر تاثیرگذار بر روی پراکنش گونه مورد نظر متوسط درجه حرارت در مرطوب‌ترین سه ماه پیوسته سال می‌باشد و متغیر سوم متوسط نوسانات درجه حرارت روزانه می‌باشد. منحنی پاسخ گونه‌ای مربوط به متغیر بیواقلیمی ۸ نشان داد که احتمال حضور گونه در متوسط درجه حرارت ۵- بیشترین و سپس کم می‌شود تا در ۱۰+ به حداقل خود می‌رسد. فراوانی نسبی حضور گونه نشان داد که دامنه اکولوژیک پتانسیل در متغیر بیواقلیمی ۸ برای گونه مورد مطالعه برابر ۴/۲- تا ۱۰/۴ درجه است که ۹۹ درصد فراوانی پراکنش گونه را دارا است و در دامنه ی ۲/۷- تا ۶/۰ درجه، ۹۰/۴ درصد فراوانی پراکنش را به خود اختصاص می‌دهد. در متغیر بیواقلیمی ۲، ۹۰ درصد پراکنش گونه بین ۱۴/۷ تا ۱۷/۳ درجه قرار

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1396.11.2.5.4]

دارد. این ارقام نشان می‌دهد که گونه مورد مطالعه در دامنه اکولوژیک باریکی که دارای دامنه کوچکی از درجه حرارت پایین و دامنه کوچکی از نوسانات دمایی بالا است، می تواند زیست کند. پاوساس و آوستین (۲۰۰۱) بیان کردند که درجه حرارت اهمیت وضعیت یا شرایط محیط را به نمایش می‌گذارد. آنها همچنین بیان کردند که بارندگی و درجه حرارت دو فاکتور مهم هستند که از لحاظ بیولوژیکی بر روی رشد گونه های گیاهی اثر می گذارند.

تهیه نقشه پتانسیل پراکنش گونه *Daphne mucronata* Royle

با شناخت شرایط اکولوژیک حاکم بر رویش گونه مورد نظر و با کمک گرفتن از مدل مکسنت، از هفت متغیر بیواقلیمی به همراه اشکال مدل LQPH برای تهیه نقشه پتاسیل رویشی گونه *D. mucronata* استفاده شد. در این مدل AUC برابر ۰/۸۹۴ می‌باشد که بر اساس نظر Hoffman و همکاران (۲۰۰۸)، مدل می‌تواند به خوبی رویشگاه گونه را مدلسازی کند. شکل مدل آستانه[7]بر روی منحنی‌های پاسخ تاثیر داشت و آنها را بصورت دو اوج یا بیشتر در می‌آورد که معمولاً در طبیعت برای یک متغیر به این شکل نمی‌باشد و از اشکال مدل حذف گردید. افراد زیادی بیان کرده‌اند که بایاس می‌تواند صحت مدل‌سازی را افزایش دهد (۵، ۲۳، ۳۴ و ۴۱) ولی در این مطالعه اینطور دیده نشد که احتمالاً بخاطر فاصله بین نقاط حضور می‌باشد. از آنجاییکه نقشه‌های خروجی مدل مکسنت بصورت نقشه احتمالاتی پیوسته است، می‌بایست با استفاده از یک آستانه بهینه به نقشه حضور و عدم حضور تبدیل گردد. بهترین آستانه در این مورد برابر ۰/۲۳۷۴۷ انتخاب گردید که در آن تنها ۵ درصد داده‌های حضور برابر ۱۲۲ داده از کل داده‌های حذف گردیدند. بنابراین می‌توان اینچنین استنباط کرد که پیش‌بینی، ۹۵ درصد داده‌های حضور واقعی را در بر می‌گیرد. با تطابق نقاط حضور حذف شده با نقشه پتانسیل رویشی، دیده شد که این نقاط در حاشیه‌های نقشه پتانسیل رویشی قرار دارند. بیشترین نقاط حضور حذف شده در بین مرز استان آذربایجان غربی و شرقی در مرز شهرستان‌های تکاب و بخش چاراویماق میانه و در جنوب استان فارس قرار دارند. با توجه به اینکه نقاط دیگر حذف شده نیز در حاشیه‌های مناطق رویشی پتانسیل قرار دارند، می‌توان استنباط کرد که این مناطق حذفی در حاشیه‌های دامنه اکولوژیک گونه مورد مطالعه قرار دارند و ممکن است بیشتر تحت تاثیر تغییرات اقلیمی قرار داشته باشند. از استان کرمان داده‌ای برداشت نگردید در صورتیکه نتایج مدل نشان می‌دهد که این گونه در استان کرمان پتانسیل حضور دارد و با داده‌های ثبت شده در فلور خانواده *Thymelaeaceae* (۱) مطابقت دارد و این خود به نحوی قدرت پیشگویی مدل را به نمایش می‌گذارد. نتایج نشان داد که در حال حاضر ۸ درصد سطح خشکی ایران یعنی ۱۲۹۸۶۸/۹۷ کیلومتر مربع مطلوب و باقی‌مانده، یعنی ۱۴۹۱۱۷۳/۰ کیلومتر مربع برای رویش این گونه نامطلوب ارزیابی می‌شود. نقشه پتانسیل رویشی این گونه نشان می‌دهد که کانون‌های اصلی رویشی از شمال استان فارس شروع و به شرق استان کهگیلویه و بویراحمد، دو منطقه جدا از هم در غرب استان اصفهان، تقریباً کل استان چهار محال و بختیاری، بخش زیادی از استان‌های لرستان، کرمانشاه و کردستان و بخش‌هایی از جنوب استان آذربایجان غربی خاتمه می‌یابد. رویش این گونه در استان‌هایی همچون هرمزگان، جنوب فارس، قسمت‌های کمی از شمال شرق استان خوزستان، بخش کوچکی از استان ایلام، کرمان، مرکزی و همدان از مناطق حاشیه‌ای می‌باشند. لازم به ذکر است که نقشه پتانسیل رویشی بر اساس نقاط حضور مشاهده شد در تیپ‌های گونه *D. mucronata* به‌دست آمده است. همانطور که نقشه نقاط حضور (شکل ۱) نشان می‌دهد پراکنش واقعی این گونه در جنوب استان فارس کم‌ترین و به سمت شمال استان فارس و کهگیلویه و بویراحمد زیاد تا در استان چهار محال و بختیاری به حداکثر خود می‌رسد و سپس پراکنش واقعی آن در استان‌های لرستان، ایلام، کرمانشاه، کردستان و آذربایجان غربی رو به کاهش می‌گذارد. در جنوبی‌ترین بخش استان فارس، این گونه به عنوان سومین گونه غالب به همراه گونه‌های *Amygdalus scoparia* و *Pistatia atlantica* به عنوان تیپ معرفی شده است. در بعضی از مناطق استان ایلام با گونه *Quercus brantii* تشکیل تیپ داده و در شمالی‌ترین منطقه پراکنش در استان آذربایجان غربی، در بعضی مناطق با *Quercus*

[7] - Threshold

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1396.11.2.5.4]

infectoria تشکیل تیپ داده است. در اکثر استان‌های ذکر شده گونه *D. mucronata* عمدتاً با گونه‌های گون خاردار تشکیل تیپ داده است و بیشتر به عنوان دومین گونه تشکیل دهنده تیپ معرفی شده است. این گونه عمدتاً در مراتع بدون پوشش جنگلی رویش دارد ولی همانطور که ذکر شد در بعضی از مناطق نیز با گونه‌های درختی تشکیل تیپ داده است. نکته مهم دیگری که در مورد پراکنش این گونه باید ذکر شود این است که مشاهدات عرصه‌ای نشان داد که این گونه در بعضی از استان‌ها مثل استان کردستان و لرستان در جنگل‌های بلوط رویش دارد ولی بخاطر پوشش کم به عنوان تیپ گیاهی به حساب نمی‌آید. بنابراین قسمت‌های عمده‌ای از استان‌های شمالی زاگرس را که مدل به عنوان مناطق مناسب رویش این گونه معرفی کرده دور از انتظار نیست و ممکن است در اثر رقابت و یا عوامل دیگر، گونه‌های بلوط غالب شده‌اند.

به‌طور کلی این تحقیق عوامل موثر بر رویش گونه *D. mucronata* را معرفی و رویشگاه‌های پتانسیل آنرا مدل‌سازی کرده که می‌تواند در تصمیمات مدیریتی مربوط به رویشگاه‌های این گونه مورد استفاده قرار گیرد و همچنین روش جدیدی برای تعیین دامنه اکولوژیک عوامل موثر بر رویش آن معرفی می‌کند که در مطالعات اکولوژی کاربرد زیادی دارد.

سپاسگزاری

نویسنده‌گان از موسسه تحقیقات جنگل و مرتع، خصوصاً جناب آقای مهندس فیاض که نقشه‌های مربوط به تیپ‌های گیاهی گونه مورد مطالعه را در اختیار قرار دادند، کمال تشکر را دارند.

References

1. Akhiani, Kh., 1995. Flora of Iran. No: 15: Thymeleaceae. Reseach institute of forests and rangelands press, 29p. (In Persian)
2. Amissah, L., G.M.J. Mohren., F. Bongers., W.D. Hawthorne & L. Poorter, 2014. Rainfall and temperature affect tree species distribution in Ghana. Journal of Tropical Ecology, 30: 435-446.
3. Ansari, A., 2015. Modeling suitable habitat for *Grus grus* in Arak's Mayghan Swamp. Iranian Journal of Ecobiology of Swamp, 7(34): 70-57.
4. Ardestani, E.G., M. Tarkesh., M. Bassiri & M.R. Vahabi, 2015. Potential habitat modeling for reintroduction of three native plant species in central Iran. Journal of Arid Land, 7(3): 381–390.
5. Boria, R.A., L.E. Olson., S.M. Goodman & R.P. Anderson, 2014. Spatial filtering to reduce sampling bias can improve the performance of ecological niche models. Ecol. Model, 275: 73–77.
6. Clark, D.B., D.A. Clark & S.F. Oberbauer, 2010. Annual wood production in a tropical rain forest in NE Costa Rica linked to climatic variation but not to increasing CO2. Global Change Biology, 16: 747–759.
7. Elith, J., C.H. Graham., R.P. Anderson., M. Dudik., S. Ferrie.r, A. Guisan., R.J. Hijmans., F. Huettmann., J.R. Leathwick., A.L.J. Lehmann., L.G. Lohmann., B.A. Loiselle., G. Manion., C. Moritz., M. Nakamura., Y. Nakazawa., J.M. Overton., T.A. Peterson., S.J. Phillips., K. Richardson., R. Scachetti-Pereira., R.E. Schapire., J. Soberon., S. Williams., M.S. Wisz & N.E. Zimmermann, 2006. Novel methods improve prediction of species distributions from occurrence data. Ecography, 29 (2): 129–151.
8. Gauch, H.G. & R.H. Whittaker., 1972. Coenocline simulation. Ecology, 53:446–451.
9. Gutierrez, D., P. Fernandez., A.S. Seymour & D. Jordano, 2005. Habitat distribution models: are mutualist distributions good predictors of their associates? Ecological Applications, 15: 3–18.
10. Hedayati M., R. Yazdanparas.t, M. Zarif Yeganeh., L. Hoghooghi Rad & F. Azizi, 2011. A New Diterpene Extracted from Daphne Mucronata, Effects on Human K562 and CCRF-CEM Cell Lines. Journal of Cancer Therapy, 2: 71-75.
11. Hijmans, R.J., S.E. Cameron., J.L. Parra., P.G. Jones & A. Jarvis, 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. Int. J. Climatol, 25: 1965–1978.
12. Hirzel, A.H. & A. Guisan., 2002. Which is the optimal sampling strategy for habitat suitability modelling. Ecological Modelling, 157 (2–3): 331–341.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1396.11.2.5.4]

13. Hoffman, D.J., S. Narumalani., D.R. Mishra., P. Merani & R.J. Wilson, 2008. Predicting Potential Occurrence and Spread of Invasive Plant Species along the North Platte River, Nebraska. Invasive Plant Science and Management, 1: 359-367.
14. http://www.csi.cgiar.org
15. http://www.issg.org/
16. http://www.world clim.org
17. Hussain, W., J. Hussain., R. Ali., S. Hussain., M.A. Khan., I. Khan., Z. khan Shinwari., W.A. Lopes & I.A. Nascimento, 2012. Phytomedicinal Studies of Kurram Agency in the Federally Administered Tribal Areas (FATA) of Pakistan. Journal of Applied Pharmaceutical Science, 2(10): 081-085.
18. Hutchinson, G.E., 1957. Concluding remarks. Cold Spring Harbor Symp. Quant. Bioi., 22: 415-27
19. Kafash, A., M. Kaboli & G. Kohler 2014. Predicting the impact of climate changes on the Mesopotamian spiny-tailed lizard (*Saara loricata*): Using Maximum Entropy algorithm and Bioclim. Iranian journal of Animal Biology, 7(1): 75-82. (In Persian)
20. Khalasi Ahwazi L., M.A. Zare Chahouki & S.Z. Hosseini, 2015. Modeling geographic distribution of *Artemisia sieberi* and *Artemisia aucheri* using presence-only modelling methods (MAXENT & ENFA). Iranian journal of Reseach on renewable natural resources. 6(1): 57-73. (In Persian)
21. Khan S.M., H. Ahmad., M. Ramzan & M.M. Jan, 2007. Ethnomedicinal Plant Resources of Shawar Valley. Pakistan Journal of Biological Sciences, 10(10): 1743-1746.
22. Khan, K., Alamgeer., A. Erum., B. Ahmad., M. Akram., M.A. Aarshad. Junaid & U. Saleem, 2009. Ethnobotanical Studies From Northern Areas of Pakistan, Pharmacologyonline, 1: 328-354
23. Kumar S., L.G. Neven., H. Zhu & R. Zhang, 2015. Assessing the Global Risk of Establishment of *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) using CLIMEX and MaxEnt Niche Models. Journal of Economic Entomology, 108(4): 1708-1719.
24. Kumar, S., L.G. Neven & W.L. Yee. 2014. Evaluating correlative and mechanistic niche models for assessing the risk of pest establishment. Ecosphere, 5(7): 1-23.
25. Liu C., M. White & G. Newell, 2013. Selecting thresholds for the prediction of species occurrence with presence-only data. Journal of Biogeography (J. Biogeogr.) 40: 778–789.
26. Liu, C., P.M. Berry., T.P. Dawson & R.G. Pearson, 2005. Selecting thresholds of occurrence in the prediction of species distributions. Ecography, 28: 385-393.
27. Mahdavi M. & R. Yazdanparast., 2007. Gnidilatimonoein from *Daphne mucronata* Induces Differentiation and Apoptosis in Leukemia Cell Lines. Arch Pharm Res, 30(2): 177-181.
28. Mianabadi M. & R. Yazdanparast., 2004. The Effect of Gnidilatimonoein from *Daphne mucronata*, on the Adhesive Property of Human Platelets, Iranian Biomedical Journal, 8(3): 143-147.
29. Murad, W., A. Ahmad., S.A. Gilani & M.A. Khan, 2011. Indigenous knowledge and folk use of medicinal plants by the tribal communities of Hazar Nao Forest, Malakand District, North Pakistan. Journal of Medicinal Plants Research, 5(7): 1072-1086.
30. O'Donnell, M.S. & D.A. Ignizio., 2012. Bioclimatic predictors for supporting ecological applications in the conterminous United States: U.S. Geological Survey Data Series, 691, 10 p.
31. Oksanen, J. & P.R. Minchin., 2002. Continuumtheory revisited: what shape are species responses along ecological gradients? Ecological Modelling, 157: 119–129.
32. Pausas, J.G. & M. Austin., 2001. Patterns of plant species richness in relation to different environments: an appraisal. Journal of Vegetation Science, 12: 153–166.
33. Pearson, R.G., T.P. Dawson & C. Liu, 2004. Modelling species distributions in Britain: a hierachical integration of climate and landcover data. Ecography, 27: 285-298.
34. Phillips, S.J., 2008. Transferability, sample selection bias and background data in presence-only modelling: A response to Peterson et al. 2007. Ecography, 31: 272–278.
35. Phillips, S.J., R.P. Anderson & R.E. Schapire, 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecological Modelling, 190(3–4): 231–259.
36. Piri Sahragarda H. & M.A. Zare Chahouki, 2015. An evaluation of predictive habitat models performance of plantspecies in Hoze soltan rangelands of Qom province. Ecological Modelling, 309–310: 64–71.
37. Polechová, J. & D. Storch., 2008. Ecological Niche, in Encyclopedia of Ecology, 2: 1088-1097.
38. Sher H., S. Yousaf & K. Khan, 2013. Traditional resources evaluation of district Shangla, Pakistan, African Journal of Pharmacy and Pharmacology, 7(46): 2928-2936.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1396.11.2.5.4]

39. Stockwell, D. & D. Peters., 1999. The GARP modelling system: problems and solutions to automated spatial prediction. International Journal of Geographical Information Science 13(2): 143–158.
40. Swaine, M., 1996. Rainfall and soil fertility as factors limiting forest species distributions in Ghana. Journal of Ecology, 84: 419–428.
41. Syfert, M.M., M. J. Smith & D.A. Coomes, 2013. The effects of sampling bias and model complexity on the predictive performance of MaxEnt species distribution models. PLoS ONE, 8: e55158.
42. Toledo, M., M. Peña-Claros., F. Bongers., A. Alarcón., J. Balcázar., J. Chuviña., C. Leaño., J.C. Licona & L. Poorter, 2012. Distribution patterns of tropical woody species in response to climatic and edaphic gradients. Journal of Ecology, 100: 253–263.
43. Vandermeer, J.H., 1972. Niche Theory. Annual Review of Ecology and Systematics, 3: 107-132.
44. Walikhan, S. & S. Khatoon., 2007. Ethnobotanical studies on useful trees and shrubs of Haramosh and Bugrote Valleys, in Gilgit northern areas of Pakistan, Pak. J. Bot., 39(3): 699-710.
45. Wildlife Conservation Society - WCS, and Center for International Earth Science Information Network - CIESIN - Columbia University. 2005. Last of the Wild Project, Version 2, 2005 (LWP-2): Global Human Footprint Dataset (Geographic). Palisades, NY: NASA Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC).
46. Yazdanparast, R. & H. Sadeghi., 2004. Nucleic acid synthesis in cancerous cells under the effect of gnidilatimonoein from *Daphne mucronata*. Life Sci., 74: 1869-1876.
47. Zare Chahouki M.A., H. Piri Sahragard & H. Azarnivand, 2013. 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 Persian)
48. Zomer, R.J., A.Trabucco., D.A. Bossio., O. van Straaten & L.V. Verchot, 2008. Climate Change Mitigation: A Spatial Analysis of Global Land Suitability for Clean Development Mechanism Afforestation and Reforestation. Agric. Ecosystems and Envir., 126: 67-80.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1396.11.2.5.4]