دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "حفاظت زیست بوم گیاهان"
دوره دوازدهم، شماره بیست و چهارم
http://pec.gonbad.ac.ir

# مطلوبیت رویشگاه درمنه بابونه‌ای (*Artemisia chamaemelifoila* Vill.) در استان اردبیل

مریم مولایی [۱]، اردوان قربانی [۲*]، مهدی معمری [۳]، جواد معتمدی [۴]، زینب حزباوی [۵]

[۱] دانشجوی دکتری علوم و مهندسی مرتع، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل
[۲] استاد گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، پژوهشکده مدیریت آب، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل
[۳] دانشیار گروه علوم گیاهی و گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی مشکین شهر، پژوهشکده مدیریت آب، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل
[۴] دانشیار پژوهش، بخش تحقیقات مرتع، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان آموزش و ترویج کشاورزی، تهران
[۵] استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، پژوهشکده مدیریت آب، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۶/۱۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۹/۱۱

**چکیده**

**مدل‌های پیش‌بینی پراکنش جغرافیایی گونه‌های گیاهی از نوع مدل‌های استاتیک و احتمالی هستند و روابط ریاضی حاکم بر توزیع جغرافیایی گونه را با محیط فعلی آن‌ها و عوامل مهم محیطی مؤثر بر پراکنش گونه‌ها را مشخص می‌کنند. هدف تحقیق حاضر تهیه نقشه پیش‌بینی رویشگاه گونه درمنه بابونه‌ای (*Artemisia chamaemelifolia*)از جمله گونه‌های مرتعی و دارویی مهم در سطح مراتع استان اردبیل است. در سطح مراتع استان اردبیل ۴۴۹ سایت نمونه‌برداری از مناطق حضور و عدم‌حضور گونه مورد مطالعه طی سال‌های ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۰ مورد توجه قرار گرفت. دو دسته عوامل محیطی شامل متغیرهای زیست اقلیمی (۱۹ مورد) و توپوگرافیکی شامل شاخص‌های اولیه (۳ مورد) و شاخص‌های ثانویه (۶ مورد) در ارتباط با حضور گونه مورد بررسی قرار گرفتند. نقشه‌های تمامی عوامل محیطی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی با ۷۰ درصد داده‌ها تهیه و همپوشان شدند. پیش‌بینی حضور گونه با چهار روش مختلف مدلسازی شامل مدل خطی تعمیم یافته(GLM)، مدل جمعی تعمیم‌یافته(GAM)، مدل جنگل تصادفی(RF) و مدل رگرسیون تقویت شده تعمیم‌یافته(GBM)در محیط نرم‌افزار R انجام شد. آنالیز اهمیت متغیرهای محیطی برای مدل‌ها در بسته Biomode2 انجام شد. برای ارزیابی مدل‌ها از ۳۰ درصد داده‌های گونه و سه آماره سطح زیر منحنی (AUC)، کاپا (Kappa) و آماره مهارت واقعی ( TSS)استفاده شد. نتایج مدلسازی‌ها نشان داد که متغیر ارتفاع از سطح دریا در هر چهار روش مورد مطالعه، مؤثرترین متغیر در انتشار گونه *A. chamaemelifolia* بود. در روش GAM، متغیرهای بارندگی خشک‌ترین ماه، بارندگی گرم‌ترین فصل و درصد شیب نیز به‌عنوان عامل مؤثر بر حضور گونه درمنه بابونه‌ای به‌دست آمد. مدل RF علاوه بر ارتفاع از سطح دریا و بارندگی گرم‌ترین فصل، میانگین دامنه دمای روزانه را نیز به عوامل مؤثر بر حضور گونه افزود. مقایسه عملکرد مدل‌ها نشان داد که مدل GAM با AUC ۰/۹۹۳، شاخص کاپای ۰/۹۶۹ و TSS ۰/۹۸۵ بهترین مدل در بین مدل‌های مورد مطالعه است و توانسته رویشگاه گونه را در سطح عالی پیش‌بینی نماید. پس از آن، مدل RF با شاخص زیر منحنی ۰/۹۹۶، کاپای ۰/۹۳۶ و TSS برابر ۰/۹۴۱ با اختلافی اندک، مدل دوم مورد تأیید در این ارتباط است. نتایج این بررسی نشان داد که گونه درمنه بابونه‌ای، دارای آشیان بوم‌شناختی به نسبت محدودی است و تمایل به رویش در شرایط رویشگاهی خاص خودش را دارد. بنابراین، نقشه‌های پیش‌بینی تهیه شده می‌تواند مناطق جغرافیایی که گونه در آن حضور دارد را برای طراحی و اعلام مناطق حفاظتی گونه معرفی نموده و برای پیشنهاد گونه در اصلاح و احیاء مناطق با شرایط اکولوژیک مشابه مناطق حضور گونه، مورد استفاده قرار گیرد. انتظار می‌رود مدل پیش‌بینی در مطالعه کنونی، به‌منظور استراتژی‌های حفاظتی در آینده مؤثر باشد.**

***واژه‌های کلیدی:*** **آستانه بهینه حضور، درمنه بابونه‌ای، روش‌های یادگیری ماشین، مدلسازی توزیع گونه**

*نویسنده مسئول: a_ghorbani@uma.ac.ir



[ Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2024-12-23 ]

**مقدمه**

پوشش گیاهی از شاخص‌های زیستی بوم‌سازگان‌ها و یکی از معیارهای مهم تنوع زیستی است که حفظ آن، مستلزم شناخت گونه و ارتباط گونه با متغیرهای رویشگاهی است (مؤمنی دمنه و همکاران، ۱۴۰۱). درک صحیح از روابط بین پراکنش جغرافیایی گونه‌ها و شرایط محیطی آن‌ها یک مفهوم کلیدی در بوم‌شناسی و حفاظت است (Kaky et al., 2021). مدل‌های پیش‌بینی پراکنش گونه، محدوده توزیع و زیستگاه گونه‌ها را پیش‌بینی نموده و به‌عنوان ابزاری مناسب برای اهداف حفاظتی و مدیریتی به‌کار می‌روند. این مدل‌ها قادرند با پیش‌بینی آشیان اقلیمی گونه‌ها، تغییرات احتمالی در دامنه پراکنش بالقوه آن‌ها را پیش‌بینی نمایند. این نتایج می‌تواند در توسعه استراتژی‌های مدیریت تطبیقی با هدف کاهش اثرات تغییر اقلیم بر پراکنش گونه‌ها مورد استفاده قرار گیرد (عرفانیان و همکاران، ۲۰۲۱).

در مناطقی که گونه‌های گیاهی با ارزش حفاظتی، داروئی و اقتصادی وجود دارد؛ نیاز به شناخت و حفاظت از این مناطق مطرح می‌شود که در این راستا مدلسازی پراکنش مکانی گونه‌های گیاهی می‌تواند بسیار مفید واقع گردد. این مدل‌ها توسط پژوهشگران و متخصصان مختلف برای اهداف اکولوژیکی، زیستی و مدیریت منابع مورد استفاده قرار می‌گیرند (Ashraf et al., 2018). به‌طور مثال، برنا و همکاران (۱۳۹۹) الگوی پراکنش رویشگاه *Artemisia aucheri* را در مراتع ییلاقی بلده نور پیش‌بینی نمودند. براساس نتایج ایشان، متغیرهای میانگین بارش سالانه، جهت جغرافیایی و هدایت الکتریکی به‌عنوان متغیرهای محیطی تأثیرگذار معرفی شدند. پیری صحراگرد و زارع چاهوکی (۱۴۰۰) نیز پراکنش رویشگاه بالقوه *Artemisia sieberi* را در مراتع پشتکوه یزد مورد مطالعه قرار دادند. ایشان بدین نتیجه رسیدند که متغیرهای هدایت الکتریکی و اسیدیته عمق اول خاک دارای بیشترین تأثیر در پراکنش گونه *A. sieberi* است. همچنین اظهار داشتند که مدل درخت طبقه‌بندی و رگرسیون در مقایسه با مدل جمعی تعمیم‌یافته عملکرد بهتری از خود نشان داد. در مطالعه‌ای دیگر، شعبانی و همکاران (۱۴۰۲) اثر تغییر اقلیم را بر پراکنش گونه سنبل‌الطیب (*Valeriana sisymbriifolia*) را پیش‌بینی کردند. ایشان اظهار داشتند که با توجه به منحنی‌های عکس‌العمل گونه از نظر فیزیوگرافی هر چه شیب و ارتفاع در منطقه مورد نظر افزایش یابد، مقدار پراکنش گونه سنبل‌الطیب نیز افزایش می‌یابد. عبدلال و همکاران (Abdelaal et al., 2019) نیز توزیع بالقوه گونه بومی *Rosa arabica* را در کشور مصر پیش‌بینی نموده و بدین نتیجه رسیدند که این گونه زیستگاه‌های با بارش ۳۶ تا ۱۲۰ میلی‌متر، دمای سالیانه ۱۵/۴ تا ۸/۰۵ درجه سانتی‌گراد و حدود ارتفاعی ۱۵۷۱ تا ۲۲۷۳ متر را ترجیح می‌دهد.

لینه در کتاب Species plantarum برای اولین‌بار نام *Artemisia*(درمنه) را معرفی کرد. درمنه بزرگترین جنس در قبیله Anthemideae و یکی از بزرگترین جنس‌ها دز خانواده کاسنیان/مرکبان (Asteraceae) است. تیره کاسنی یکی از بزرگترین تیره‌های گیاهی است و دارای حدود ۲۲۹۶۰ گونه (Bremer, 1994) است. تعداد گونه‌های این جنس در سطح جهان بین ۲۰۰ تا ۴۵۰ گونه تخمین زده شده که از جمله آن‌ها *Artemisia chamaemelifolia* است. این اختلاف در تعداد گونه‌ها ناشی از وجود تفاوت اساسی در نگرش علمی دانشمندان علم رده‌بندی گیاهی در ارتباط با این جنس است (Valles and Garnatje, 2005). *A. chamaemelifolia* گیاهی چندساله با ساقه‌های بدون کرک به ارتفاع ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متر است. برگ‌ها با لبه انتهایی رشته‌ای کوتاه، به‌صورت پراکنده، سبز مایل به خاکستری؛ گل آذین خوشه‌ای نسبتا منقبض شده است. شاخه‌ها شبیه برگ اما کوچکتراست. کاپیتول دارای چند گل، کروی تا فرورفته کروی، به عرض ۴ تا ۶ میلی‌متر؛ فیلارهای بیرونی نیزه‌ای، سبز، با حاشیه‌های قهوه‌ای روشن و فیلارهای داخلی کمی بلندتر و عمدتا قهوه‌ای تیره است. گل‌های بیرونی رشته‌ای، ماده، هرمافرودیت داخلی، بارور، تاج گل مایل به زرد است. این گونه در دامنه‌های صخره‌ای و در دامنه ارتفاعی ۱۸۰۰ تا ۲۸۰۰ متری رویش دارد (Davis, 1965-1988).

اگر چه در مقایسه با سایر گیاهان بویژه گونه‌های خوشخوراک مانند گراس‌ها و گیاهان علفی که اسانس‌دار نیستند؛ گونه‌های درمنه مقاومت بیشتری از خود نشان می‌دهند، اما در رویشگاه‌هایی که تیپ یا جوامع درمنه با گیاهان خوشخوراک شکل گرفته است؛ در چرای متعادل، پوشش گیاهی مختلط درمنه و سایر گیاهان در میان‌مدت به سمت تیپ خالص درمنه تغییر می‌کند. اگر چرا با شدت بیشتری صورت بگیرد و این پدیده بویژه با سال‌های



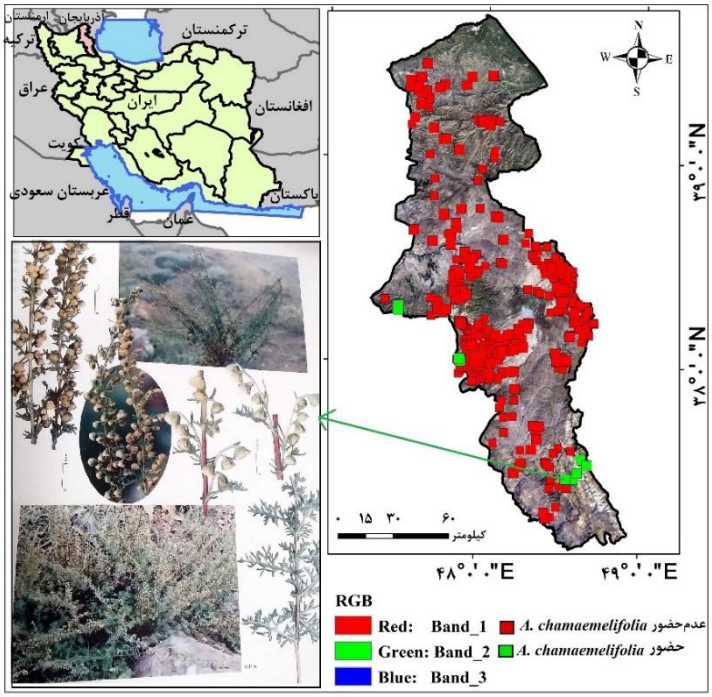
[ Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2024-12-23 ]

خشکسالی همزمان باشد؛ پوشش درمنه نیز در درازمدت خسارت عمده‌ای خواهد دید و زمینه برای انقراض تیپ‌ها و جوامع درمنه را فراهم خواهد نمود (جلیلی و همکاران، ۱۳۹۴). امروزه دو پدیده تغییرات آب و هوایی و خرد شدن رویشگاه‌ها و اکوسیستم‌های بزرگ همزمان اتفاق می‌افتد که متأسفانه علاوه بر سایر گونه‌ها، پوشش گیاهی درمنه را نیز به سمت کاهش و نهایتاً انقراض هدایت می‌کند که با توجه به بستر بودن رویشگاه‌های درمنه برای حفظ تنوع زیستی، نتیجه این پدیده فاجعه‌آمیز خواهد بود. بنابراین با توجه به اهمیت درمنه‌زارها و حضور گونه‌های مختلف درمنه نظیر *A. chamaemelifolia* در سطح مراتع استان اردبیل و عدم‌مطالعه دقیق و تفکیک رویشگاه‌های گونه‌های مختلف این جنس در این استان، این مطالعه با هدف ارزیابی قابلیت روش‌های رگرسیون- پایه (GLM) و (GAM) و یادگیری ماشین (RF) و (GBM) در شناخت صحیح نیازهای رویشگاهی و تهیه نقشه پیش‌بینی رویشگاه بالقوه گونه *A. chamaemelifolia* در مراتع استان اردبیل انجام شد.

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

استان اردبیل در محدوده '۱۵ °۴۷ تا '۵۶ °۴۸ طول شرقی و '۰۹ °۳۷ تا '۴۲ °۳۹ عرض شمالی واقع شده است. مساحت آن ۱۷۵۷۵۹۶ هکتار (حدود ۱/۰۷ درصد از مساحت ایران) و از سمت شمال و شرق به مرز کشور جمهوری آذربایجان و گیلان و از سمت غرب و جنوب به آذربایجان شرقی و استان زنجان محدود است (کاکه‌ممی و همکاران، ۱۳۹۶). اکوسیستم‌های مرتعی و جنگلی استان عموماً در ارتفاعات فوقانی، دامنه‌های میان‌بند کوهستانی و نواحی جلگه‌ای واقع شده‌اند. بررسی‌های انجام شده نشان داده است که در مجموع ۶۶ تیپ گیاهی مرتعی در چهار گروه گیاهی و پنج تیپ منفرد و تیپ‌های رویشگاه جنگلی مشتمل بر هشت تیپ منفرد (راش- بلوط، فندق آمیخته، فندق- ممرز، گز- بید سفید، آمیخته بلوط- ممرز- آزاد، تیپ ارس، تیپ بنه یا پسته وحشی و تیپ آمیخته زالزالک- سیاه‌تلو- کیکم) در استان رویش دارد. گروه گیاهی درمنه (*Artemisia*) با ۲۵ تیپ گیاهی (۳۰ درصد)، گروه گیاهی گون (*Astragalus*) با ۱۶ تیپ گیاهی (۴۰ درصد)، گروه گیاهی گندمیان دائمی (Perennial Grasses) با ۱۶ تیپ گیاهی (۱۲ درصد) و گروه گیاهی اسپرس بوته‌ای خاردار (*Onobrychis cornuta*) با چهار تیپ گیاهی (۵ درصد) و پنج تیپ منفرد مرتعی (۲ درصد) از پوشش گیاهی طبیعی را در استان به خود اختصاص داده‌اند (غفاری و همکاران، ۱۳۹۹؛ شریفی و همکاران، ۱۳۹۸).




**شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه و نقاط نمونه‌برداری *A. chamaemelifolia* در سطح مراتع استان اردبیل**



[ Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2024-12-23 ]

## گردآوری داده‌ها

### داده‌های زیستی

داده‌های زیستی شامل نقاط ثبت شده‌ای است که به‌وسیله مختصات طول و عرض جغرافیایی مشخص شده و بیانگر رخداد و یا پراکنش جغرافیایی گونه مورد نظر است (شعبانی و همکاران، ۱۴۰۲). به‌منظور ثبت داده‌های زیستی گونه درمنه بابونه‌ای، ابتدا توزیع فعلی گونه درمنه بابونه‌ای در مراتع استان اردبیل با توجه به منابع فلور (Podlech, 1986; Davis, 1987؛ قهرمان، ۱۳۵۸-۱۳۸۶) و مطالعات انجام شده (مولایی و همکاران، ۱۳۹۹؛ مولایی و همکاران، ۱۳۹۹) نهایی شد. سپس با توجه به نقشه کاربری اراضی (کاکه‌ممی و همکاران، ۱۳۹۶) و نقاط ثبت شده قبلی، در مناطق فاقد سایت‌های نمونه با کاربری مرتع اقدام به بازدید میدانی و نمونه‌برداری شد. انتخاب محل نمونه‌برداری در هر سایت در مناطق با پوشش گیاهی نسبتاً همگن انجام شد. هم‌چنین به‌علت اثرات حاشیه‌ای مناطق صنعتی و زمین‌های کشاورزی و مناطق مسکونی از نمونه‌برداری در نزدیکی این مناطق خودداری شد. به‌منظور ثبت موقعیت واحدهای نمونه‌گیری از دستگاه موقعیت‌یاب جهانی استفاده شد.

### داده‌های محیطی

متغیرهای محیطی مورد مطالعه در این پژوهش در قالب دو دسته عوامل توپوگرافیکی و عوامل زیست اقلیمی در جدول (۱) ارائه شده است. عوامل توپوگرافیکی خود به دو دسته شاخص‌های اولیه توپوگرافیکی و شاخص‌های ثانویه توپوگرافیکی تفکیک شده است. متغیرهای زیست‌اقلیمی از پارامترهای دما و بارش که برای رشد و نمو گونه‌ها مهم هستند؛ مشتق شده و به‌طور گسترده در مطالعات مربوط به توزیع گونه‌ها استفاده شدند (Yi et al., 2018). این متغیرها به‌عنوان لایه‌های محیطی با قدرت تفکیک ۲/۵ دقیقه (۵ کیلومتر مربع) برای بازه زمانی ۳۰ ساله طی سال‌های ۱۹۷۰ تا ۲۰۰۰ از سایت worldclim.org دانلود شد. نقشه‌های شیب، جهت جغرافیایی از نقشه مدل رقومی ارتفاع در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی تولید شد. کل لایه‌های محیطی از نظر محدوده، تعداد پیکسل و سیستم تصویر در محیط ArcGIS یکسان‌سازی شد.

**جدول ۱- متغیرهای زیست اقلیمی و توپوگرافیکی**

| متغیر | کد | واحد | متغیر | کد | واحد |
|---|---|---|---|---|---|
| میانگین دمای سالانه | BIO1 | °C | بارندگی فصلی، ضریب تغییرات | BIO15 | - |
| میانگین دامنه دمای روزانه | BIO2 | °C | بارندگی مرطوب‌ترین فصل | BIO16 | mm |
| ایزوترمالیتی | BIO3 | (BIO2/BIO7×100) | بارندگی خشک‌ترین فصل | BIO17 | mm |
| تغییرات فصلی دما | BIO4 | (SD×100) | بارندگی گرم‌ترین فصل | BIO18 | mm |
| حداکثر دمای گرم‌ترین ماه | BIO5 | °C | بارندگی سردترین فصل | BIO19 | mm |
| حداقل دمای سردترین ماه | BIO6 | °C | ارتفاع از سطح دریا | Elevation | m |
| دامنه تغییرات سالانه دما | BIO7 | °C, (BIO5-BIO6) | شیب | Slope | % |
| دمای متوسط مرطوب‌ترین فصل | BIO8 | °C | جهت شیب | Aspect | - |
| دمای متوسط خشک‌ترین فصل | BIO9 | °C | موقعیت توپوگرافیکی | TPI | - |
| دمای متوسط گرم‌ترین فصل | BIO10 | °C | رطوبت توپوگرافیکی | TWI | - |
| دمای متوسط سردترین فصل | BIO11 | °C | انحنای توپوگرافیکی | PCI | - |
| بارندگی سالانه | BIO12 | mm | زبری توپوگرافیکی | TRI | - |
| بارندگی مرطوب‌ترین ماه | BIO13 | Mm | شاخص قدرت جریان | SPI | - |
| بارندگی خشک‌ترین ماه | BIO14 | Mm | | | |

## مدلسازی پیش‌بینی رویشگاه

وجود هم‌خطی چندگانه بین متغیرهای مستقل یکی از دلایل افزایش خطای استاندارد برآورد ضرایب رگرسیونی و در نتیجه کاهش کارایی مدل است و ممکن است به پیش‌بینی‌های خارج از دامنه مورد انتظار منجر شود. از این‌رو، پیش از انجام دادن مدل، این موضوع بررسی شد. بدین منظور، عامل تورم واریانس (VIF) استفاده شد که یکی از آماره‌های مهم برای هم‌خطی بین متغیرهای مستقل است. پارامترهای مستقل دارای VIF بیش از ۱۰ از تجزیه و تحلیل حذف شد (صمدی و همکاران، ۲۰۲۲). بنابراین



[ Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2024-12-23 ]

مدل‌سازی رویشگاه *A. chamaemelifolia* با ۴۴۹ سایت نمونه شامل ۱۰۲ نقطه حضور و ۳۴۷ نقطه عدم‌حضور و ۱۲ متغیر محیطی شامل متغیرهای اقلیمی (۵ مورد)، شاخص‌های اولیه توپوگرافی (۳ مورد) و شاخص‌های ثانویه توپوگرافی (۴ مورد) صورت گرفته است. در این پژوهش از دو مدل پایه- رگرسیون شامل مدل خطی تعمیم‌یافته (GLM) و مدل جمعی تعمیم‌یافته (GAM)و دو مدل ماشین یادگیری شامل جنگل تصادفی (RF) و مدل افزایشی تعمیم‌یافته (GBM) در محیط نرم‌افزار R نسخه ۳.۱.۱ برای تعیین مطلوبیت رویشگاه درمنه بابونه‌ای استفاده شد.

## ارزیابی صحت مدل‌ها

سطح زیر منحنی (AUC)، کاپا و آماره مهارت واقعی (TSS) برای ارزیابی اعتبار و کیفیت هر یک از مدل‌ها استفاده شد. برای این منظور، ۳۰ درصد از داده‌های حضور و عدم‌حضور گونه، قبل از ورود به مرحله مدلسازی کنار گذاشته شد و پس از اجرای مدل و تهیه نقشه پیش‌بینی، برای ارزیابی صحت مدل‌ها استفاده شد. محدوده توافق شاخص کاپا در جدول (۲) ارائه شده است. مقادیر سطح زیر منحنی، امکان مقایسه آسان عملکرد یک مدل با مدل‌های دیگر را می‌دهد. هر چه میزان AUC به ۰/۵ نزدیک باشد؛ نشان از تصادفی بودن مدل است؛ در حالی که مقادیر نزدیک به ۱ برای این شاخص نشان از عملکرد بهتر مدل است. آماره TSS نیز به‌عنوان یک معیار ساده برای ارزیابی نقشه‌های پیش‌بینی توصیه شده است (Allouche et al., 2006). مقادیر TSS>۰/۷۵ نشان‌دهنده صحت عالی مدل است (Eskildsen et al., 2013).

**جدول۲- طبقه‌بندی مقادیر شاخص کاپا**

| ردیف | مقدار کاپا | توافق بین مقادیر پیش‌بینی و واقعی | ردیف | مقدار کاپا | توافق بین مقادیر پیش‌بینی و واقعی |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | <۰/۰۵ | عدم توافق | ۵ | ۰/۵۵ -۰/۷ | خوب |
| ۲ | ۰/۰۵ -۰/۲ | خیلی ضعیف | ۶ | ۰/۷ -۰/۸۵ | خیلی خوب |
| ۳ | ۰/۲ -۰/۴ | ضعیف | ۷ | ۰/۸۵ -۰/۹۹ | عالی |
| ۴ | ۰/۴ -۰/۵۵ | متوسط | ۸ | ۱ -۰/۹۹ | کامل |

## نتایج

### آنالیز اهمیت متغیرهای محیطی مطالعه شده در بسته BIOMOD

با توجه به نتایج بررسی اهمیت متغیرهای محیطی در پراکنش گونه *A. chamaemelifolia*، مطابق جدول (۳) متغیر ارتفاع از سطح دریا در تمامی مدل‌های مورد مطالعه به‌عنوان مؤثرترین عامل در حضور این گونه معرفی شد. در مدل رگرسیون جمعی تعمیم‌یافته، به‌ترتیب بارندگی خشک‌ترین ماه، بارندگی گرم‌ترین فصل و درصد شیب زمین به‌عنوان مؤثرترین متغیرها در حضور گونه عنوان شده است. در روش جنگل تصادفی، پس از عامل ارتفاع، میانگین دامنه دمای روزانه و بارندگی گرم‌ترین فصل قرار دارد. در روش GBM، بارندگی در گرم‌ترین فصل در کنار عامل ارتفاع از سطح دریا مطرح بوده و در روش GLM شاخص رطوبت توپوگرافیکی به عوامل مؤثر بر حضور گونه افزوده می‌شود.

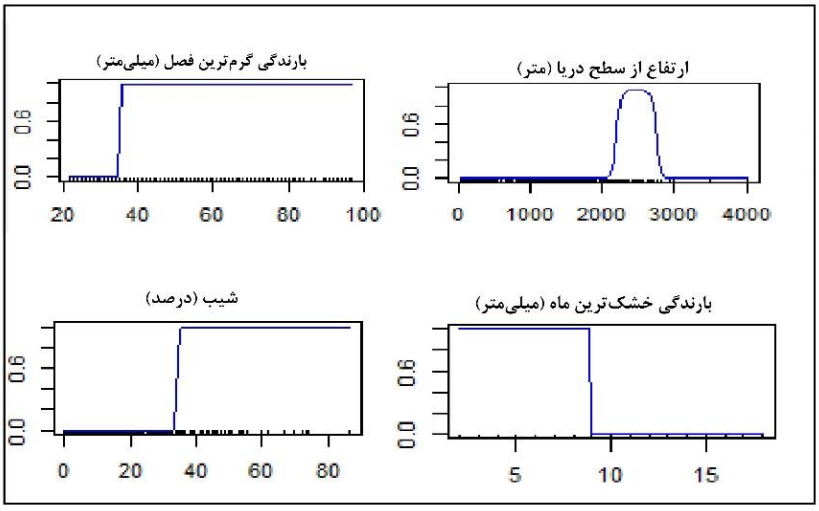


[ Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2024-12-23 ]

**جدول۳- اهمیت متغیرهای محیطی در پراکنش درمنه بابونه‌ای (*A. chamaemelifolia*) در مراتع استان اردبیل**

| متغیرهای محیطی | روش‌های مدلسازی | | | |
|---|---|---|---|---|
| | رگرسیون خطی تعمیم‌یافته | جنگل تصادفی | رگرسیون جمعی تعمیم‌یافته | رگرسیون تقویت‌شده تعمیم‌یافته |
| Aspect | ۰ | ۰/۰۰۱ | ۰ | ۰ |
| Bio2 | ۰ | ۰/۰۳۴ | ۰/۳۲۶ | ۰/۰۱۲ |
| Bio7 | ۰ | ۰/۰۰۳ | ۰/۲۹۵ | ۰/۰۰۴ |
| Bio14 | ۰/۵۲ | ۰/۰۰۹ | ۰/۸۶۴ | ۰/۰۲۹ |
| Bio18 | ۰/۲۲۹ | ۰/۰۲۴ | ۰/۵۲۴ | ۰/۰۰۳ |
| Bio19 | ۰ | ۰/۰۰۳ | ۰/۲۱۵ | ۰/۰۰۵ |
| Elevation | ۰/۹۹۷ | ۰/۰۷۳ | ۱ | ۰/۸۷۴ |
| PCI | ۰/۰۴۸ | ۰/۰۰۱ | ۰/۵۲۲ | ۰ |
| Slope | ۰ | ۰/۰۰۳ | ۰/۳۸ | ۰ |
| TRI | ۰ | ۰/۰۰۴ | ۰/۱۹۳ | ۰/۰۰۸ |
| TPI | ۰/۰۴۴ | ۰/۰۰۱ | ۰/۲۰۵ | ۰ |
| TWI | ۰/۰۹۳ | ۰ | ۰/۱۰۲ | ۰ |

بررسی عکس‌العمل درمنه بابونه‌ای نسبت به متغیرهای مؤثر بر حضور این گونه در شکل (۲) نشان‌دهنده وابستگی *A. chamaemelifolia* به مناطق شیب‌دار و عدم‌ترجیح مناطق هموار و بدون پستی و بلندی است. احتمال حضور گونه در ارتفاعات پایین صفر بوده و با افزایش ارتفاع تا حدود ۲۱۰۰ متری، حضور گونه در عرصه‌های مرتعی استان شروع می‌شود. احتمال حضور این گونه زمانی که میزان بارندگی در خشک‌ترین ماه کمتر از ۹ میلی‌متر و بارندگی گرم‌ترین فصل بیش از ۳۵ میلی‌متر باشد، اتفاق می‌افتد.

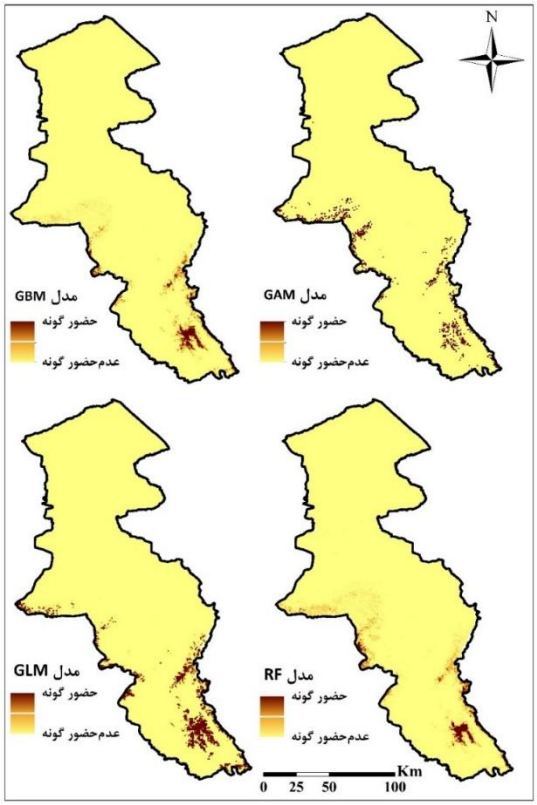



**شکل ۲- منحنی‌های عکس‌العمل گونه نسبت به مهم‌ترین متغیرها**

شکل (۳) نقشه پیش‌بینی حضور گونه درمنه بابونه‌ای (*A.chamaemelifolia*) در سطح استان اردبیل را با استفاده از مدل‌های چهارگانه مورد مطالعه نشان می‌دهد. با توجه به راهنمای نقشه‌ها، هرچه ازعرصه‌های زردرنگ به سمت مناطق دارای رنگ قهوه‌ای پیش برویم، احتمال حضور گونه در منطقه افزایش می‌یابد. مناطق قهوه‌ای تیره در نقشه، بیانگر مناطق دارای پتانسیل بالای حضور گونه *A. chamaemelifolia* است.



[ Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2024-12-23 ]




**شکل۳- نقشه پیش‌بینی حضور گونه *A. chamaemelifolia* در مراتع استان اردبیل**

نتایج حاصل از مقایسه نقشه‌های پیش‌بینی به دست آمده با نقشه واقعی طبق جدول (۴) نشان می‌دهد که مدل GAM با AUC ۰/۹۹۳، شاخص کاپای ۰/۹۶۹ و TSS ۰/۹۸۵ بهترین مدل در بین مدل‌های مورد مطالعه است و پس از آن، مدل جنگل تصادفی با شاخص زیر منحنی ۰/۹۹۶، کاپای ۰/۹۳۶ و TSS برابر ۰/۹۴۱ مدل دوم مورد تأیید در این ارتباط است. پس از آن، به‌ترتیب روش‌های GBM و GLM قرار دارند.

**جدول۴- ارزیابی صحت مدل‌های مورد مطالعه**

| آماره ارزیابی صحت | روش‌های مدلسازی | | | |
|---|---|---|---|---|
| | رگرسیون خطی تعمیم‌یافته | جنگل تصادفی | رگرسیون جمعی تعمیم یافته | رگرسیون تقویت شده تعمیم یافته |
| AUC | ۰/۹۵ | ۰/۹۹۶ | ۰/۹۹۳ | ۰/۹۹۴ |
| Kappa | ۰/۸۷۹ | ۰/۹۳۶ | ۰/۹۶۹ | ۰/۹۳۶ |
| TSS | ۰/۹۰۸ | ۰/۹۴۱ | ۰/۹۸۵ | ۰/۹۴۱ |

بررسی وضعیت تناسب رویشگاه گونه درمنه بابونه‌ای در نقشه خروجی مدل GAM (بهترین مدل) در جدول (۵) نشان داد که بیش از ۹۵ درصد سطح استان اردبیل برای حضور این گونه نامناسب بوده و فقط ۴۰۳/۹۸ کیلومترمربع (۲/۲۹۷ درصد از استان) دارای تناسب متوسط تا زیاد برای حضور این گونه است.



[ Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2024-12-23 ]

**جدول ۵- تناسب رویشگاه *A. chamaemelifolia* در استان اردبیل**

| طبقه‌بندی رویشگاه | تناسب | مساحت (کیلومترمربع) | درصد از استان |
|---|---|---|---|
| کمتر از ۲۵ | نامناسب | ۱۷۱۶۷/۰۸۴ | ۹۷/۶۷۸ |
| ۲۵-۵۰ | کم | ۳/۹۳۶ | ۰/۰۲۲ |
| ۵۰-۷۵ | متوسط | ۵/۰۹۵ | ۰/۰۲۸ |
| ۷۰-۱۰۰ | زیاد | ۳۹۸/۸۸۵ | ۲/۲۶۹ |
| مجموع | - | ۱۷۵۷۵ | ۱۰۰ |

## بحث و نتیجه‌گیری

مدلسازی مطلوبیت رویشگاه نشان داد که بیشترین مناطق با مطلوبیت بالای رویشگاهی برای گونه درمنه بابونه‌ای در قسمت‌های غربی استان به‌خصوص ارتفاعات مشرف به شهرستان نیر و سرعین، و نیز قسمت‌های جنوب‌شرقی استان در ارتفاعات آق‌داغ خلخال بوده و مناطق به نسبت مطلوب رویشگاهی نیز بخش‌های جنوب‌شرقی و ارتفاعات سبلان (دامنه‌های مشرف به مشکین‌شهر) است. چنین به نظر می‌رسد که واحدهای اراضی کوهستانی نسبتا مرتفع تا مرتفع از شانس بیشتری برای میزبانی این گونه برخوردارند. همانطور که از داده‌های زیستی و نقشه‌های پیش‌بینی تهیه شده استباط می‌شود؛ این گونه در بخش‌های شمالی و مرکزی استان جایگاهی ندارد. نیازهای رویشگاهی مشابه گیاهان موجب می‌شود که گروهی از گونه‌های گیاهی با سرشت بوم‌شناسی تقریبا یکسان در کنار یکدیگر قرار گیرند و محیط نسبتاً یکسانی را برای خود فراهم آورند (مؤمنی دمنه و همکاران، ۱۴۰۰). بررسی‌های فلورستیکی انجام شده در مناطق حضور این گونه در ارتفاعات خلخال و بخش‌هایی از سبلان نیز حضور گونه‌های مشترک نظیر گون (*Asteragalus aegobromus*)، کلاه میرحسن (*Acantholimon gilliatii*)، علف بره (*Festuca ovina*)، اسپرس کوهی (*Onobrychis cornuta*) و *Bromus tomentellus* را در این مناطق که نشان‌دهنده شرایط معتدل و مرتفع سرد در منطقه رویش این گونه است، اثبات می‌نماید (مولایی شام‌اسبی و همکاران، ۱۳۹۹). کمالی و همکاران (۱۴۰۰) بیشترین همجواری جنس درمنه با گونه‌های گیاهی از جنس‌های *Zygophyllum*، *Astragalus*، *Salsola* و *Scariola* را گزارش کرده‌اند؛ در حالی که بررسی‌ها نشان می‌دهد طیف زیستی منطقه رخداد درمنه بابونه‌ای در استان اردبیل نشانگر فلور تیپیک مناطق کوهستانی است که در آن همی‌کریپتوفیت‌ها بیشترین سهم را دارا بوده و از نظر جغرافیای گیاهی جزو ناحیه رویشی ایران و تورانی است که ویژگی بارز آن وجود سرده‌های *Silene*، *Acantholimon*، *Astragalus* و *Centaurea* است (Hedge and Wendelbo, 1978).

نتایج این تحقیق نشان داد که عامل ارتفاع از سطح دریا مهم‌ترین متغیر در ترجیح حضور این گونه بوده و به مراتب تأثیر بیشتری نسبت به سایر متغیرها در رخداد گونه ایفا می‌کند. این امر نشان می‌دهد ارتفاع عاملی محدود کننده برای این گونه محسوب می‌شود. به گونه‌ای که احتمال حضور گونه در ارتفاعات پایین صفر بوده و حضور گونه از ارتفاع ۲۱۰۰ متری آغاز شده و تا ارتفاع حدود ۲۹۰۰ متری حضور دارد. با افزایش ارتفاع بیش از ۲۹۰۰ متر حضور گونه در مراتع استان کمرنگ شده و از عرصه حذف می‌شود. به نظر می‌رسد که در ارتفاع بیش از این مقدار به علت کاهش دما حضور گونه *A. chamaemelifolia* دچار مخاطره می‌شود. دامنه تغییرات عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا، دو عامل مهم و تأثیرگذار در گسترش پوشش درمنه در ایران محسوب می‌شود (جلیلی و همکاران، ۱۳۹۴). مطالعات مولایی و همکاران (۱۳۹۶) بر روی درمنه کوهی (*A. aucheri*) در دامنه جنوب‌شرقی سبلان نیز ارتفاع از سطح دریا را عامل محیطی مؤثر بر تراکم، تاج پوشش و تولید این گونه معرفی کرد. همچنین طی مطالعه صورت گرفته در پروفیل ارتفاعی قزل‌اوزن- آق‌داغ خلخال مبنی بر استخراج رابطه رگرسیونی حضور گونه با عوامل محیطی، تأثیر عامل ارتفاع بر حضور درمنه معطر و درمنه بابونه‌ای عنوان شد (مولایی شام‌اسبی و همکاران، ۱۳۹۹). دیویس (Davis, 1965- 1988) در بررسی فلور ترکیه، حضور گونه درمنه بابونه‌ای را در دامنه ارتفاعی ۱۸۰۰ تا ۲۸۰۰ متری گزارش داده است. جلیلی و همکاران (۱۳۹۴) نیز حداقل و حداکثر ارتفاع حضور گونه درمنه بابونه‌ای را



[ Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2024-12-23 ]

به‌ترتیب ۲۵۰۰ و ۳۵۰۰ متری عنوان کرده‌اند. دامنه ارتفاعی بدست آمده در این پژوهش برای گونه درمنه بابونه‌ای تا حدود زیادی با ارتفاعات عنوان شده در دو منبع اخیر همخوانی دارد. پژوهشگران همواره در مطالعات خود به تأثیر عامل محیطی ارتفاع از سطح دریا بر حضور گونه‌های گیاهی تأکید داشته‌اند (قاسمی آریان و همکاران، ۱۳۹۸؛ مومنی دمنه و همکاران، ۱۴۰۰؛ شعبانی و همکاران، ۱۴۰۲).

متغیرهای توپوگرافیکی شیب (در روش GAM) و شاخص رطوبت توپوگرافیکی (در روش GLM) نیز به‌عنوان متغیرهای تأثیرگذار بر حضور گونه معرفی شده است. پیری صحراگرد و همکاران (۱۳۹۶) طی مطالعات خود چنین اظهار داشتند که ویژگی‌های توپوگرافیکی عوامل اصلی الگوی پراکنش پوشش گیاهی در مناطق کوهستانی است. محتشم‌نیا و همکاران (Mohtashamnia et al., 2011) نیز عامل شیب را به‌عنوان یکی از عوامل تأثیرگذار در رخداد رویشگاه درمنه- گون گزارش کرده و بیان نمودند که مهم‌ترین متغیرهای تأثیرگذار در رخداد رویشگاه درمنه- گون عوامل شیب، جهت، ارتفاع، میزان آهک و همچنین میزان شن خاک است. قاسمی آریان و همکاران (۱۳۹۸) نیز طی مطالعه بر روی ویژگی‌های بوم‌شناختی گونه *A. sieberi* Besser. عامل محیطی شیب را به‌عنوان یکی از عوامل تأثیرگذار بر حضور گونه معرفی نمودند. عامل شیب برای رطوبت در دسترس گیاهان عامل مهمی به‌شمار می‌رود. بررسی فنولوژی گونه Artemisia نشان داده است که شروع رشد رویشی در ابتدای فصل رویش به شاخص دما و شاخص بارندگی فصل رشد و رطوبت خاک بستگی دارد (احسانی و همکاران، ۱۳۹۳). شاخص رطوبت توپوگرافیکی مناطق اشباع سطحی و توزیع مکانی رطوبت خاک را با فرض برابر بودن شیب آب زیرزمینی با شیب سطح زمین، تقریب می‌زند. ارتباط این شاخص با گونه‌های گیاهی ارتباطی دو سویه بوده و گونه‌های گیاهی، سطح آب زیرزمینی، اسیدیته خاک و رطوبت خاک بر آن تأثیر می‌گذارد (Sorensen et al., 2006).

با توجه به نتایج تحقیق حاضر، عوامل اقلیمی بارندگی در خشک‌ترین ماه، بارندگی در گرم‌ترین فصل و میانگین دامنه دمای روزانه از جمله عوامل محیطی مؤثر در پراکنش گونه *A. chamaemelifolia* در سطح مراتع استان اردبیل است. پراکنش گونه‌های گیاهی تابعی از اقلیم، توپوگرافی، خاک و عوامل زیستی است که در این میان اقلیم خصوصا در مقیاس کلان نقش بسزایی را ایفا می‌کند (Franklin, 2010). تأثیر اقلیم به‌عنوان مهم‌ترین عامل پراکنش موجودات و به‌ویژه گیاهان، به دلیل سکون آن‌ها توسط همه اکولوژیست‌ها و اقلیم‌شناسان تأیید شده است (Kosanic et al., 2018). فرضیه اساسی در بوم‌شناسی گیاهی این است که اقلیم مهم‌ترین عامل در پراکنش و جابه‌جایی جوامع گیاهی است (خداقلی و همکاران، ۱۴۰۱). طی مطالعه صورت گرفته توسط مولایی و همکاران (۱۳۹۹) رابطه منفی حضور گونه *A. chamaemelifolia* با میانگین ۲۵ ساله دمای منطقه گزارش شد. کوماری و همکاران (Kumari et al., 2022) نیز طی مطالعه خود، تغییرات فصلی بارندگی را به‌عنوان یکی از عوامل تنظیم‌کننده الگوهای مختلف و ویژگی‌های متفاوت پوشش گیاهی (توزیع، تنوع، تراکم، حضور و ...) در نواحی مختلف معرفی نموده‌اند. در مطالعات مختلفی پیرامون تعیین رویشگاه بالقوه گونه‌های گیاهی مرتعی، میانگین دامنه دمای روزانه از جمله مهم‌ترین عوامل مؤثر بر پراکندگی گونه‌های مورد مطالعه عنوان شده است (مؤمنی و همکاران، ۱۴۰۰؛ فرزادمهر و سنگونی، ۱۳۹۸). در پژوهش‌های متعدد، بارندگی به عنوان عاملی مهم در پراکندگی گونه‌های گیاهی شناسایی شده است (امیری و همکاران، ۱۳۹۸؛ قاسمی آریان و همکاران، ۱۳۹۸؛ فرزادمهر و سنگونی، ۱۳۹۸؛ حیدریان و همکاران (Haidarian et al., 2021) بارندگی در گرم‌ترین فصل سال طی مطالعه‌ای که بر روی *Aloepecurus textilis* (جزو گونه‌های همراه درمنه بابونه‌ای در استان اردبیل) انجام شده است نیز به‌عنوان متغیر مؤثر بر پراکنش گونه معرفی شده است (نظری و همکاران، ۱۴۰۰).

نتایج ارزیابی صحت مدل‌های مورد مطالعه نشان داد که این مدل‌ها دارای دقت کافی برای پیش‌بینی پراکنش گونه *A. chamaemelifolia* در استان اردبیل هستند. در بین مدل‌ها براساس شاخص Kappa، AUC و TSS، مدل‌های GAM و RF بهترین پیش‌بینی را دارند. محققان دیگر نیز در مطالعات خود روش‌های GAM و RF را به‌عنوان روش‌های کارآمد در تهیه نقشه‌های پیش‌بینی رویشگاه گونه‌ها معرفی کردند (جعفریان و همکاران، ۱۳۹۶؛ صمدی و همکاران، ۲۰۲۲). با توجه به اهمیت درمنه‌زارها، مدیریت



[ Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2024-12-23 ]

صحیح و برنامه‌ریزی شده در این مناطق برای حفظ تنوع زیستی و کاهش بیابان‌زایی ضروری است. لذا پیشنهاد می‌شود که پیش‌بینی پراکنش بالقوه گونه مورد بررسی تحت سناریوهای تغییر اقلیم انجام شده و تغییرات پراکنش جغرافیایی آن مورد پایش قرار گیرد. چرا که چنین به نظر می‌رسد که این گونه تحت شرایط اقلیمی گرم‌تر، بخش‌های قابل توجهی از رویشگاه‌های مناسب خود را از دست خواهد داد. پیش‌بینی مناطق پراکندگی گونه مورد مطالعه در آینده توسط مدل‌های توزیع گونه‌ای، برای کارشناسان و مسئولان فرصتی را فراهم می‌کند تا این مناطق را در اولویت مدیریت قرار دهند و سپس راهبردهایی جهت حفظ و اصلاح آن تهیه نمایند.

## منابع


امیری، م.، ترکش اصفهانی، م.، جعفری، ر. ۱۳۹۸. پیش‌بینی آشیان بوم‌شناختی اقلیمی گونه *Artemisia aucheri* Boiss در ایران مرکزی با استفاده از مدلسازی پراکنش گونه‌ای. بوم‌شناسی کاربردی، ۸ (۲): ۷۹-۶۱.

احسانی، ع.، احمدیان، م.، رشوند، س.، دهقانی تفتی، م.ع.، زارع، م. ۱۳۹۳. بررسی مراحل فنولوژی گونه *Artemisia aucheri* در مناطق نیمه‌استپی ایران. تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۲۱ (۱): ۱۳- ۲۳.

برنا، ف.، تمرتاش، ر.، طاطیان، م.، غلامی، و. ۱۳۹۹. پیش‌بینی الگوی پراکنش مکانی رویشگاه گونه *Artemisia aucheri* Boiss. با استفاده از روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی (مطالعه موردی: مراتع ییلاقی بلده نور). تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۲۷ (۱): ۱۱۱-۹۸.

پیری صحراگرد، ح.، زارع چاهوکی، م. ع. ۱۴۰۰. پیش‌بینی پراکنش رویشگاه بالقوه *Artemisia sieberi* Besser با استفاده از روش‌های داده‌محور در مراتع پشتکوه استان یزد. حفاظت زیست‌بوم گیاهان، ۹ (۱۹): ۲۶۱-۲۷۹.

پیری صحراگرد، ح. ۱۳۹۶ . مدلسازی پیش‌بینی پراکنش رویشگاه گونه‌های گیاهی با روش رگرسیون لوجستیک (مطالعه موردی: مراتع غرب تفتان، شهرستان خاش). پژوهش‌های گیاهی ( زیست‌شناسی ایران)، ۳۰ (۴): ۷۹۲- ۸۰۶.

جعفریان، ز.، کارگر، م. ۱۳۹۶. مقایسه مدل‌های جنگل تصادفی (RF) و درخت رگرسیون تقویت شده (BRT) در پیش‌بینی حضور گونه‌های غالب مرتعی در مراتع پلور، مازندران. بوم‌شناسی کاربردی، ۶ (۱): ۴۱- ۵۵.

جلیلی، ع. ۱۳۹۴. اکولوژی، تکامل و بیوجغرافیای درمنه .Artemisia L. مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، تهران

خداقلی، م.، معتمدی، ج.، صبوحی، ر.، بیات، م.، عشوری، پ. ۱۴۰۱. اثرات تغییر اقلیم بر پراکنش گونه *Bromus tomentellus*. طبیعت ایران، ۷ (۶): ۱۷- ۲۵.

شریفی، ج.، فیاض، م.، رستمی‌کیا، ی.، عظیمی، ف.، عشوری، پ. ۱۳۹۸. تیپ‌های گیاهی عرصه‌های منابع طبیعی استان اردبیل. طبیعت ایران، ۴ (۱): ۲۶-۲۱.

شعبانی، ن.، خوشبخت، م.، حسنی، ا. ۱۴۰۲. پیش بینی اثر تغییر اقلیم بر پراکنش گونه سنبل للطیب (*Valeriana sisymbriifolia*) با استفاده از مدل حداکثر آنتروپی در استان اصفهان. مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز، ۸ (۲): ۸۰- ۹۸.

غفاری، س.، قربانی، ا.، معمری، م.، مصطفی‌زاده، ر.، بیدار لرد، م.، کاکه ممی، آ. ۱۳۹۹. الگوی توزیع و تنوع گیاهی در امتداد گرادیان ارتفاعی (مطالعه موردی: مراتع مغان- سبلان، اردبیل). حفاظت زیست‌بوم گیاهان، ۸ (۱۶): ۵۴-۳۷.

فرزادمهر، ج.، سنگونی، ح. ۱۳۹۸. تعیین رویشگاه بالقوه گونه گاوزبان وحشی (*Anchusa italic*) در استان خراسان رضوی با استفاده از مدل تعمیمی تقویت‌شده (GBM). مرتع، ۳ (۴): ۶۳۱-۶۲۱.

قاسمی آریان، ع.، فاضلی کاخکی، ف.، روحانی، ح. ۱۳۹۸. بررسی برخی ویژگی‌های بوم‌شناختی گیاه دارویی (*Artemisia sieberi* Besser.) و تخمین تراکم آن به روش شبکه‌های عصبی در بخش روداب سبزوار. اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی، ۲۸ (۴): ۱۰۹-۹۷.

کاکه‌ممی، ا.، قربانی، ا.، کیوان بهجو، ف.، میرزایی موسیوند، ا. ۱۳۹۶. مقایسه روش‌های تفسیر چشمی و رقومی در تهیه نقشه کاربری و پوشش اراضی استان اردبیل. سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۸ (۳): ۱۲۱- ۱۳۴.




[ Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2024-12-23 ]

کمالی، ن.، جلیلی، ع.، عشـــوری، پ.، خداقلی، م. ۱۴۰۰. درمنه‌زار، وسیع‌ترین اکوسیستم مرتعی ایران. طبیعت ایران، ۶ (۵): ۳۵- ۴۳.

مولایی شام‌اسبی، م.، قربانی، ا.، سفیدی، ک.، بهرامی، ب.، هاشـمی‌مجد، ک. ۱۳۹۶. عوامل بوم‌شـناختی مؤثر بر پـراکـنـش *Artemisia aucheri* Boiss. در دامـنـه جنوب‌شرقی سبلان. مرتع، ۱۱ (۲): ۱۵۱-۱۳۹.

مولایی شام‌اسبی، م.، قربانی، ا.، معمری، م.، حسینزاده، ع. ۱۳۹۹. مـدل‌سـازی پراکنش مکـانی گونـه‌هـای *Artemisia fragrans* و *A. chamaemelifolia* در گرادیان ارتفاعی قزل‌اوزن- آق‌داغ خلخال، تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۲۷ (۳): ۵۴۵- ۵۶۰.

مولایی شـام‌اسـبی، م.، معمری، م.، قربانی، ا.، بیدار لرد، م.، دادجو، ف.، صـادقی‌نسـب، م.، لطفی، ع. ۱۳۹۹. معرفی فلور، شکل زیستی، کرولوژی و تنوع گیاهی در پروفیل ارتفاعی مراتع قزل‌اوزن- آق‌داق شـهرسـتان خلخال. حفاظت زیست‌بوم گیاهان، ۱۸ (۷): ۱۹۳- ۲۱۸.

مؤمنی دمنه، ج.، اسـماعیل‌پور، ی.، غلامی، ح.، فراشـی، ا. ۱۴۰۱. پیش‌بینی پراکنش جغرافیـایی جنس کمـا (*Ferula* spp.) با اسـتفاده از مدلسـازی مطلوبیت زیسـتگاه (مطالعه موردی: خراسـان رضـوی و شـمالی). مدیریت اکوسیستم، ۲ (۱): ۲۵- ۳۵.

مؤمنی دمنه، ج.، اسـماعیل‌پور، ی.، غلامی، ح.، فراشـی، آ. ۱۴۰۰. پیش‌بینی مناطق مناسـب رویش گونه آنغوزه (*Ferula assa- foetida* L.) در شمال شرق ایران با اسـتفاده از مدل بیشـینه آنتروپی. تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۲۸ (۳): ۵۹۲-۵۷۸.

نظری، س.، جعفریـان، ز.، علوی، ج.، نقی‌پور، ع. ۱۴۰۰. پیش‌بینی تغییرات پراکنش جغرافیـایی گونـه مرتعی *Aloepecurus textilis* Boiss. بر پـایـه رویکرد اجماعی تغییر اقلیم در اسـتان مازندران. حفاظت زیست‌بوم گیاهان، ۱۹: ۱۳۷- ۱۵۵.

Abdelaal, M., Fois, M., Fenu, G., Bacchetta, G. 2019. Using MaxEnt modeling to predict the potential distribution of the endemic plant *Rosa arabica* Crép. in Egypt. Ecological Informatics, 50: 68-75.

Allouche, O., Tsoar, A., Kadmon, R. 2006. Assessing the accuracy of species distribution models: prevalence, Kappa and the True Skill Statistic (TSS). Applied Ecology, 43 (6): 1223-1232.

Ashraf, U., Chaudhry, M.N., Ahmad, SR., Ashraf, I., Arslan, M., Noor, H., Jabbar, M. 2018. Impacts of climate change on *Capparis spinosa* L. based on ecological niche modeling. PeerJ, 6:e5792

Bremer, K. 1994. Astraceae: Cladistics and classification .Timber press

Davis, P. H. 1965-1988. Flora of Turkey and the East Aegean. vols. 1- 8. Edinburgh University Press, Scotland.

Erfanian, M.B., Sagharyan, M., Memariani, F., Ejtehadi, H. 2021. Predicting range shifts of three endangered endemic plants of the Khorassan-Kopet Dagh floristic province under global change. Scientific Reports, 11: 9159.

Eskildsen, A., Roux, P.C., Heikkinen, R.K., Høye, T.T., Kissling, W.D., Pöyry, J., Wisz, M.S., Luoto, M. 2013. Testing species distribution models across space and time: high latitude butterflies and recent warming. Global Ecology and Biogeography, 22, 1293–1303.

Franklin, J. 2010. Mapping species distributions: spatial inference and prediction. Cambridge University Press.

Haidarian, M., Tamartash, R., Jafarian-Jeloudar, Z., Tarkesh, M., Tataian, M. R. 2021. The effects of climate change on the future distribution of *Astragalus adscendens* in Central Zagros, Iran. Journal of Rangeland Science, 11(2): 152-170.

Hedge, I.C., Wendelbo, P. 1978. Patterns of distribution and endemism in Iran. Notes from the Royal Botanic Garden Edinburgh, 36(2): 441–464.

Kaky, E., Nolan, W., Alatawi, A., Gilbert, F. 2020. A comparison between Ensemble and MaxEnt species distribution modelling approaches for conservation: A case study with Egyptian medicinal plants. Ecological Informatics, 60: 101150.

Kosanic, A., Anderson, K., Harrison, S., Tukington, T., Bennie, J. 2018. Changes in the geographic distribution of plants species and climatic variables on the West Cornwall peninsula (South West UK). PLOS One, 13 (2): 1- 18.

Kumari, P., Wani, I.A., Khan, S., Verma, S., Mushtaq, S., Gulnaz, A., Paray, B.A. 2022. Modeling of Valeriana wallichii habitat suitability and niche dynamics in the Himalayan Region under anticipated climate change. Journal of Biology, 11(4): 498.



[ Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2024-12-23 ]

index: evaluation of different methods based on field observations. Hydrology and Earth System Sciences, (10): 101–112.

Valles, J., Garnatje, T. 2005. Artemisia and its allies: genome organization and evolution and their biosystematics, taxonomical and phylogenetic implication in Artemisiinae and related subtribes (Asteraceae, Anthemideae). In: Sharma, A. (ed), Plant Genome: Biodiversity and Evol, vol. 1B, Phanergams. Science Publishers, Enfield, New Hampshire, pp. 255-285.

Yi, Y.J., Zhou, Y., Cai, Y.P., Yang, W., Li, Z.W., Zhao, X. 2018. The influence of climate change on an endangered riparian plant species: the root of riparian Homonoia. Journal of Ecological Indicators, 92: 40–50.

Mohtashamnia, S., Zahedi, G. H., Arzani, H. 2011. Multivariate analysis of rangeland vegetation in relation to edaphically and Physiographical Factors. Procedia Environmental Sciences, 7: 305–310.

Podlech, D. 1986. Artemisia. In: Rechinger, K. H, Flora Iranica, vol. 158: Compositae VI-Anthemidae. Akademische Druck- u. Verlagsanstalt, Graz, pp. 159-223.

Samadi, S., Moameri, M., Ghorbani, A., Mostafazadeh, R., Esmali Ouri, A. 2022. An insight into machine learning models to predict the distribution of *Leucanthemum vulgare* Lam. in northwestern rangelands of Iran. Arabian Journal of Geosciences, 15: 836.

Sørensen, R. Zinko, U., Seibert, J. 2006. On the calculation of the topographic wetness

[ Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2024-12-23 ]

# Habitat Suitability for *Artemisia Chamaemelifolia* Vill. in rangelands of Ardabil province

**Maryam Molaei M.[1], Ardavan Ghorbani[*2], Mehdi Moameri[3], Javad Motamedi[4], Zeinab Hazbavi[5]**

[1] Ph.D. Candidate of Range Engineering and Science, Department of Range and Watershed Management, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil
[2] Prof., Department of Range and Watershed Management, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Water Management Research Center, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil
[3] Associate Prof., Department of Plant Sciences and Medicinal Plants, Meshgin Shahr Faculty of Agriculture, Water Management Research Center, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil
[4] Associate Prof., Rangeland Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran
[5] Assistant Prof., Department of Range and Watershed Management, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Water Management Research Center, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil

Received: 2023/09/03; Accepted: 2023/12/02

## Abstract

The models for predicting the geographic distribution of plant species are static and probabilistic models and specify the mathematical relationships governing the geographical distribution of species with their current environment and important environmental factors affecting the distribution of species. The aim of the present research was to preparing a habitat prediction map of the *Artemisia chamaemelifolia* including the important medicinal species in the rangelands of Ardabil province. In the rangelands of Ardabil province, 449 sampling sites of the presence and absence of the studied species were considered from 2018 to 2021. Two categories of environmental factors including bioclimatic variables (19 cases) and topographic variables including primary indicators (3 cases) and secondary indicators (6 cases) were investigated in relation to the presence of the species. Maps of all environmental factors in the environment of the geographic information system were prepared and overlapped with 70% of the data. Prediction of species presence with four different modeling methods including; generalized linear model (GLM), generalized additive model (GAM), random forest model (RF) and generalized boosted regression model (GBM) were performed in the R software environment. The analysis of the importance of environmental variables for the models was done in the Biomode2 package. To evaluate the models, 30% of the species data and three statistics of Area under Curve (AUC), Kappa and True Skill Statistics (TSS) were used. The results of the modeling showed that the elevation was the most effective variable in the distribution of *A. chamaemelifolia* species in all four studied methods. In the GAM method, the variables of precipitation of the driest month, precipitation of the hottest season, and percentage of slope were also obtained as effective factors on the presence of this species. In addition to the elevation and the precipitation of the hottest season, the RF model also added the average daily temperature range to the factors affecting the presence of the species. Comparing the performance of the models showed that the GAM model with AUC 0.993, Kappa index 0.969, and TSS 0.985, is the best model among the studied models and was able to predict the habitat of the species at an excellent level. After that, the RF model with the AUC of 0.996, kappa 0.936, and TSS 0.941, with a small difference, is the second approved model in this connection. The results of this study showed that the species of *A. chamaemelifolia* has a relatively limited ecological niche and tends to grow in its own habitat conditions. Therefore, the prepared prediction maps can introduce the geographical areas in which the species is present to design and announce the protection areas of the species and can be used to suggest the species in the modification and restoration of areas with similar ecological conditions as the species' presence areas. The prediction model in the current study is expected to be effective for future conservation strategies.

***Keywords*:** Optimal presence threshold, *Artemisia chamaemelifolia*, Machine learning methods, Species distribution modeling

*Corresponding author: a_ghorbani@uma.ac.ir



[ Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2024-12-23 ]