مقاله پژوهشی

نشریه علمی تحقیقات مرتع و بیابان ایران شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/IJRDR.2020.127969.1899
جلد ۲۷ شماره ۳، صفحه ۵۶۰-۵۴۵، (۱۳۹۹) شناسه دیجیتال (DOR): 98.1000/1735-0875.1399.27.545.80.3.1605.1604

مدل‌سازی پراکنش مکانی گونه‌های *Artemisia fragrans* Willd. و *A. chamaemelifolia* Vill. در پروفیل ارتفاعی قزل‌اوزن- آق‌داغ خلخال

مریم مولایی[۱]، اردوان قربانی[۲*]، مهدی معمری[۳] و عسگر حسین‌زاده[۴]

۱- دانشجوی دکترای علوم و مهندسی مرتع، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۲*- نویسنده مسئول، دانشیار، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران، پست الکترونیک: a_ghorbani@uma.ac.ir

۳- استادیار، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۴- دانشجوی دکترای علوم و مهندسی مرتع، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۸/۰۸ تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۱/۲۴

چکیده

هدف از انجام این تحقیق، مدل‌سازی پراکنش مکانی گونه‌های درمنه معطر (*Artemisia fragrans*) و درمنه بابونه‌ای (*A. chamaemelifolia*) در مراتع پروفیل ارتفاعی قزل‌اوزن- آق‌داغ شهرستان خلخال بود. به‌منظور مدل‌سازی، اطلاعات مربوط به گونه و عوامل رویشگاهی از قبیل توپوگرافی، عوامل خاکی و اقلیمی استفاده شده و مدل‌سازی پراکنش رویشگاه به‌روش رگرسیون لجستیک انجام شد. تمامی پارامترهای مؤثر بر توزیع گونه‌ها به‌صورت نقشه رستری تهیه شدند. سپس از تلفیق نقشه‌های عوامل تأثیرگذار بر توزیع گونه، نقشه پراکنش از طریق روش رگرسیون لجستیک پیش‌بینی شد. نتایج نشان داد که مهمترین عامل در پیش‌بینی مکانی گونه *A. fragrans* در منطقه، ارتفاع از سطح دریا است و با هر یک متر افزایش ارتفاع، حضور این گونه به میزان ۰/۸۸ درصد کاهش می‌یابد. همچنین نتایج نشان داد که حضور گونه *A. chamaemelifolia* با ارتفاع، میانگین درجه حرارت و پتاسیم خاک رابطه عکس دارد. برای تعیین میزان توافق مدل‌های پیش‌بینی با واقعیت زمینی نیز از شاخص کاپا (k) استفاده شد. ضریب کاپا برای گونه *A.fragrans* ۰/۹۱ و برای گونه *A. chamaemelifolia* ۰/۶۲ به‌دست آمد که به‌ترتیب بیانگر تطابق عالی و خوب مدل با واقعیت است. با توجه به نقشه پیش‌بینی تهیه شده، برای احیای مراتع ارتفاعات پایین‌دست، گونه *A. fragrans* و برای مراتع ارتفاعات بالاتر، گونه *A. chamaemelifolia* می‌توانند مورد توجه قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: درمنه، عوامل بوم‌شناختی، مدل‌سازی رویشگاه، درمنه معطر، درمنه بابونه‌ای.

مقدمه

حضور گونه‌های گیاهی در یک منطقه برآیند عوامل محیطی، نیازهای بوم‌شناسی هر گونه و دامنه بردباری گونه نسبت به عوامل محیطی مهم در هر رویشگاه است. آستانه تحمل متفاوت گونه‌های گیاهی نسبت به شرایط محیطی مختلف منجر به تشکیل غیرتصادفی مجموعه رویشگاه‌ها می‌شود (Zare Chahouki and Hesar., 2018). اقلیم، ویژگی‌های خاک، توپوگرافی، کاربری اراضی و تعاملات بیولوژیکی به‌عنوان محرک‌های اصلی پراکنش و آشیان اکولوژیک گونه‌ها در مقیاس‌های مختلف جغرافیایی به رسمیت شناخته شده‌اند (Abolmaali *et al.*, 2018; Woodward *et al.*, 1987). در میان مؤلفه‌های غیرزنده اکوسیستم، اقلیم و خصوصیات خاک فاکتورهای محدودکننده قوی و مؤثر بر

توزیع گونه‌های گیاهی هستند (Dubuis *et al.*, 2013). علاوه بر مؤلفه‌های غیرزنده، تعاملات بیولوژیکی نیز توزیع گونه‌های گیاهی را محدود کرده و منجر به تغییرات مکانی در جوامع گونه‌های گیاهی می‌شوند (Wisz *et al.*, 2013). مدل‌های توزیع گونه ابزاری برای برآورد توزیع بالقوه و حقیقی گونه‌ها است که به‌عنوان عملکرد متغیرهای محیطی از طریق کمی‌سازی رابطه بین توزیع گونه و این متغیرها با استفاده از داده‌های برداشت زمینی، نقشه‌های کمکی و دانش متخصصان است (Hengl *et al.*, 2009). مدل‌های توزیع گونه می‌توانند برای توصیف و اندازه‌گیری اهمیت هریک از فاکتورهای محیطی در توزیع گیاه، برای پیش‌بینی توزیع گونه‌ها در مناطقی که داده‌های زمینی در دسترس نیست (Franklin, 2013) و برای پیش‌بینی توزیع بالقوه آینده و گذشته مورد استفاده قرار گیرند. بنابراین برای بررسی تأثیر تغییرات اقلیمی نیز می‌توان از آنها استفاده کرد (Haidarian Aghakhani *et al.*, 2017). در سال‌های اخیر، این مدل‌ها برای بازسازی، مدیریت یا اصلاح گونه‌های در معرض خطر یا گونه‌هایی که از رویشگاه‌های تاریخی خود حذف شده‌اند، استفاده شده است (Fois *et al.*, 2016; Yang *et al.*, 2013). علاوه‌براین، مدل‌های توزیع گونه می‌توانند از طریق پیش‌بینی تأثیرات تغییر اقلیم، تغییر کاربری زمین، معرفی مناطق نامناسب و همچنین مناطق با حضور بالا برای بررسی‌های بیشتر و در حفاظت از گونه‌ها مورد استفاده قرار گیرند (Safaei *et al.*, 2018; Amici *et al.*, 2017; Fois *et al.*, 2016). رگرسیون لجستیک به‌عنوان یکی از روش‌های مدل‌سازی پیش‌بینی پراکنش گونه‌های گیاهی، مدل احتمالاتی بین حضور پوشش گیاهی (به عنوان متغیر وابسته) و عوامل مؤثر بر آن (به‌عنوان متغیر مستقل) را با استفاده از روش حداکثر درست‌نمایی برازش می‌دهد و به‌کمک تابع احتمالاتی مرتبط با رگرسیون لجستیک، احتمالاتی از صفر تا یک به‌دست می‌آید که مقدار صفر احتمال عدم‌حضور و مقدار یک احتمال ۱۰۰ درصد حضور است (Homser & Lemeshows, 1989).

از مهمترین مزیت‌های روش رگرسیون لجستیک استفاده از داده‌های حضور و غیاب برای مدل‌سازی است که برخلاف سایر فاکتورهای گیاهی (تراکم، تاج پوشش و تولید) اندازه‌گیری آن بسیار ساده است (Saki *et al.*, 2013). با توجه به توانایی مدل‌های پیش‌بینی رویشگاه در کشف روابط بین وقوع گونه‌ها و شرایط محیطی، این مدل‌ها به ابزاری مهم در بوم‌شناسی تبدیل شده‌اند (Austin, 2007; Segurado & Araújo, 2004) و مطالعات مختلفی در این راستا انجام شده است. به‌عنوان مثال، Piri Sahragard (۲۰۱۸) با استفاده از روش رگرسیون لجستیک پراکنش رویشگاه گونه‌های گیاهی را در مراتع غرب تفتان در شهرستان خاش مدل‌سازی کرد. نتایج او نشان داد که روش رگرسیون لجستیک می‌تواند برای رویشگاه گونه‌های *Artemisia aucheri* و *A.scoparia* که دارای شرایط رویشگاهی منحصربه‌فردی هستند، مدل پیش‌بینی دقیقی فراهم کند؛ اما برای رویشگاه *A. fragrans*، به‌دلیل دامنه بوم‌شناختی گسترده، دقت مدل پیش‌بینی حاصل از این روش، پایین بود. Behmanesh و همکاران (۲۰۱۹) پراکنش گیاهان دارویی *Thymus kotschyanus* و *Achillea millefolium* را با روش تحلیل آشیان بوم‌شناختی (ENFA) و رگرسیون لجستیک در منطقه چهار باغ استان گلستان مدل‌سازی کردند. نتایج آنان نشان داد که براساس روش ENFA مهمترین عامل در تعیین مطلوبیت زیستگاه بومادران عامل ارتفاع، بافت خاک و رطوبت اشباع بوده ولی در گونه آویشن، ارتفاع از سطح دریا و بافت خاک جزء عوامل مؤثر نشان داده شدند. همچنین براساس روش رگرسیون لجستیک، حضور گونه آویشن با ارتفاع دارای رابطه مستقیم و با هدایت الکتریکی رابطه عکس داشته است. گونه بومادران نیز با ارتفاع رابطه عکس و با درصد رطوبت اشباع رابطه مستقیم دارد. در روش رگرسیون لجستیک، ضریب کاپای محاسبه شده برای گونه آویشن ۰/۶۷ و بومادران ۰/۷۵ به‌دست آمد. Lassueur و همکاران (۲۰۰۶) در نواحی جنوبی سوئیس، اطلاعات

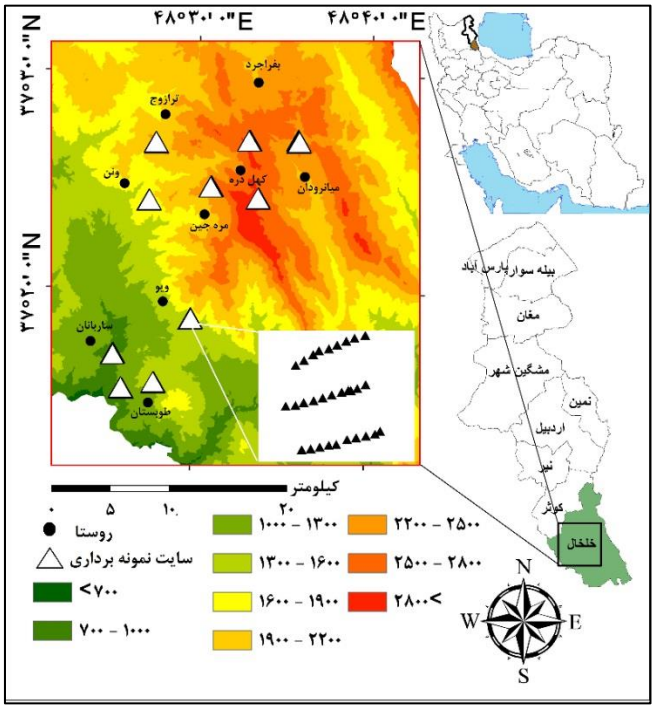
۱۱۷ گونه گیاهی را در ۲۵ سایت جمع‌آوری کردند. عوامل ارتفاع، شیب و جهت نیز برای سایت‌ها تعیین شد. سپس با استفاده از روش رگرسیون لجستیک احتمال حضور گونه‌های گیاهی را پیش‌بینی کردند و نتایج آنان نشان داد که متغیرهای شیب و جهت بیشترین همبستگی را با بیشتر گونه‌های گیاهی داشتند.

با توجه به تحقیقات انجام شده، روش رگرسیون لجستیک یکی از کاربردی‌ترین مدل‌های خطی تعمیم‌یافته است که به‌منظور تحلیل روابط بین چندین متغیر مستقل و یک متغیر وابسته مورد استفاده قرار می‌گیرد. با توجه به نقش دارویی و حفاظتی گونه‌های مورد بررسی در مراتع مورد مطالعه، تعیین مهمترین عوامل محیطی مؤثر بر توزیع آنها و مدل‌سازی آن برای تهیه نقشه پیش‌بینی برای این گونه‌ها در دیگر مناطق با شرایط مشابه ضروریست. بنابراین، هدف از این مطالعه تعیین روابط بین حضور گونه‌های درمنه (*A. fragrans* و *A. chamaemelifolia*) و عوامل محیطی و شناسایی مهمترین عوامل تأثیرگذار محیطی بر توزیع آنها در مراتع خلخال استان اردبیل با استفاده از روش رگرسیون لجستیک بود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

این تحقیق در مراتع پروفیل ارتفاعی قزل‌اوزن تا آق‌داغ واقع در جنوب استان اردبیل (شهرستان خلخال) پس از بررسی‌های میدانی و در نظر گرفتن جاده‌های دسترسی انجام شد. منطقه مورد مطالعه با حدود ۶۴ هزار هکتار مساحت از کوهستان آق‌داغ در مختصات جغرافیایی ´۴۸°۲۰ تا ´۳۵ °۴۸ طول شرقی و ´۴ °۳۷ تا ´۳۵ °۳۷ عرض شمالی قرار داشته و از طریق جاده ارتباطی، حدود ۳۴ کیلومتر از شهر خلخال و ۵ کیلومتر از جاده خلخال- هشجین فاصله دارد. حداقل و حداکثر ارتفاع منطقه مورد مطالعه ۶۰۰ و ۳۳۲۲ متر از سطح دریا به‌ترتیب در کنار رودخانه قزل‌اوزن و قله آق‌داغ می‌باشد.



شکل ۱- موقعیت سایت‌های مطالعاتی در سطح شهرستان خلخال، استان اردبیل

روش تحقیق

محدوده جغرافیایی منطقه مطالعاتی با استفاده از نقشه های توپوگرافی منطقه و پس از بازدید میدانی در پروفیل ارتفاعی قزل‌اوزن- آق‌داغ تعیین شد و ۱۰ سایت نمونه‌برداری که مشخصات آنها در جدول ۱ آمده است؛ با در نظر گرفتن جاده‌های دسترسی و اختلاف ارتفاع ۳۰۰ متری بین سایت‌ها نهایی شد. سپس در هر سایت، ۳ ترانسکت ۱۰۰ متری به فاصله ۵۰ متر از یکدیگر به‌صورت تصادفی- سیستماتیک مستقر شده و در طول ترانسکت‌ها با استفاده از پلات ۱ مترمربعی نسبت به برداشت نمونه به تعداد ۱۰ پلات و به‌فاصله ۱۰ متری از یکدیگر اقدام گردید. ابعاد و تعداد پلات‌ها، با توجه به ساختار پوشش گیاهی و تعداد نمونه موردنیاز و همچنین مطالعات قبلی انجام شده در منطقه تعیین شد (Mirzaei Mousivand *et al.*, 2016; Ghorbani *et al.*, 2013). موقعیت نقاط نمونه‌برداری با استفاده از دستگاه موقعیت‌یاب جهانی (GPS) ثبت شد. نتایج پژوهش‌های مختلف (Miller, 2005; Barry & Elith, 2006) به نقش مهم نمونه‌برداری و تولید داده‌های با دقت مناسب در مدل‌های پیش‌بینی رویشگاه تأکید دارند. در این تحقیق از داده‌های ۳۰۰ پلات در مدل‌سازی استفاده شد.

جدول ۱- مشخصات سایت‌های نمونه‌برداری شده در پروفیل ارتفاعی قزل‌اوزن-آق‌داغ خلخال

سایت‌های نمونه‌برداری	ارتفاع (متر)	شیب (درصد)	جهت جغرافیایی	وضعیت مرتع	گرایش مرتع
	میانگین±انحراف معیار	±انحراف معیار میانگین			
۱	۲۳/۸۳±۸۵۸/۷۷	۱۲/۴۲±۲۴/۵۴	جنوب‌شرقی	ضعیف	ثابت
۲	۲۷/۹۲±۹۹۲/۷۰	۷/۵۸±۲۵/۶۳	شمال‌غربی	ضعیف	ثابت
۳	۱۶/۵۵±۱۳۰۵/۲۰	۴/۱۵±۱۸/۹۰	شمال‌غربی	متوسط	پیش‌رونده
۴	۱۲/۰۳±۱۶۳۴/۳۰	۳/۰۴±۲۱/۱۶	جنوب‌شرقی	متوسط	پیش‌رونده
۵	۹/۸۲±۱۸۶۳/۸	۴/۳۳±۱۴/۱۶	شمال‌شرقی	ضعیف	پس‌رونده
۶	۵/۲۵±۲۱۸۶/۹	۳/۹۷±۸/۹۱	جنوب‌غربی	ضعیف	پس‌رونده
۷	۱۱/۰۸±۲۳۹۰/۴	۱/۸۵±۱۶/۵۶	شمال‌غربی	ضعیف	پس‌رونده
۸	۹/۶۲±۲۵۴۰	۵/۸۷±۱۱/۹۹	جنوب‌غربی	متوسط	پیش‌رونده
۹	۷/۹۱±۲۷۰۵/۶	۳/۲۴±۱۲/۱۳	شمال‌غربی	متوسط	پیش‌رونده
۱۰	۱۰/۸۶±۲۹۳۵/۴	۵/۷۸±۱۶/۰۱	جنوب‌شرقی	متوسط	ثابت

۲۰ عامل محیطی مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت و با توجه به حضور ۲۰ متغیر مستقل (جدول۲) در مدل و اینکه طبق قواعد معمول به ازای هر متغیر مستقل تعداد ۱۰ مشاهده کافی است (Agresti, 2007). در این تحقیق به ازای هر متغیر تقریبا ۱۵ داده وجود داشت که حکایت از کافی بودن تعداد نمونه دارد. نقشه مدل رقومی ارتفاع با تفکیک‌پذیری ۳۰ متر با استفاده از نرم‌افزار $ArcGISver_{10.2}$ تهیه شد. پارامترهای شیب و جهات جغرافیایی برای سایت‌های مطالعاتی استخراج شد. پارامترهای اقلیمی متوسط بارندگی و متوسط درجه حرارت

برای هر یک از پلات‌ها محاسبه گردید. به‌منظور بررسی خصوصیات خاک، از پلات اول، میانی و انتهایی هر ترانسکت از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری نمونه خاک برداشت شد. نمونه‌های خاک پس از خشک شدن به آزمایشگاه منتقل و با استفاده از الک دو میلی‌متری آماده شدند. خصوصیات مختلف فیزیکی و شیمیایی خاک در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد.

جدول ۲- فهرست متغیرهای محیطی با علامت اختصاری بکاررفته در تحلیل‌ها

ویژگی	علامت	روش اندازه‌گیری	واحد اندازه‌گیری	منبع
شن	Sand	هیدرومتری	درصد	کلوت و دیرکسون، ۱۹۸۶
رس	Clay	هیدرومتری	درصد	کلوت و دیرکسون، ۱۹۸۶
سیلت	Silt	هیدرومتری	درصد	کلوت و دیرکسون، ۱۹۸۶
اسیدیته	pH	گل اشباع	-	
هدایت الکتریکی	EC	هدایت‌سنجی الکتریکی در عصاره ۱:۱ خاک	ds/m^2	
ماده آلی	OM	والکی و بلاک	درصد	
ماده آلی ذره‌ای	POM	تجزیه فیزیکی	درصد	گریگوریچ و بیر، ۲۰۰۸
پتاسیم محلول	K_{avl}	فلیم فتومتر	meq/l	
پتاسیم تبادلی	K	فلیم فتومتر	meq/l	
فسفر	P	طیف‌سنجی	meq/l	
کلسیم	Ca	عصاره اشباع	meq/l	
سدیم	Na	فلیم فتومتری	meq/l	
کربن آلی	OC	اکسیداسیون تر	درصد	
کربن آلی ذره‌ای	POC		درصد	
آهک	TNV	کلسیمتری	درصد	
ارتفاع	Elevation	-	متر	-
شیب	Slope	-	درصد	-
جهت جغرافیایی	Aspect	-	-	-
درجه حرارت	Temperature	-	°C	-
بارندگی	P	-	mm	-

به‌منظور بررسی رابطه بین حضور گونه‌های گیاهی و عوامل محیطی از روش رگرسیون لجستیک دوتایی استفاده شد. رگرسیون لجستیک یکی از مدل‌های آنالیز چند متغیره برای پیش‌بینی حضور و عدم‌حضور یک پدیده (مثل یک گونه گیاهی) براساس یکسری متغیرهای پیش‌بینی‌کننده است (Carter *et al.*, 2006). در این مطالعه متغیر وابسته یا پاسخ

داده‌های حضور و عدم‌حضور گونه‌های درمنه می‌باشند که به‌ترتیب با کد ۱ و ۰ نشان داده می‌شوند و متغیرهای مستقل داده‌های مربوط به عوامل محیطی است. با توجه به اینکه هم‌خطی چندگانه یکی از دلایل افزایش خطای استاندارد برآورد ضرایب رگرسیونی و در نتیجه کاهش کارایی مدل است و ممکن است منجر به پیش‌بینی‌هایی خارج از دامنه مورد انتظار شود؛ بنابراین پیش از انجام دادن تجزیه رگرسیون این موضوع بررسی شد. برای انجام رگرسیون لجستیک مقدار تورم واریانس (Variance Inflation Factor) بیشتر از ۱۰ به‌دلیل وجود هم‌خطی بین واریانس‌ها باید حذف شوند (Zare Chahouki & Naseri Hesar, 2018). ازاین‌رو ابتدا فرض هم‌خطی چندگانه با استفاده از مقدار تورم واریانس کنترل شد که برای همه متغیرهای مستقل کمتر از ۱۰ بود؛ به‌طوری‌که بین متغیرهای مستقل محیطی هم‌خطی چندگانه وجود نداشت. به‌منظور بررسی و تشریح ارتباط و ساختار مکانی، از تجزیه‌وتحلیل واریوگرام در نرم‌افزار GS^+ استفاده شد. این روش کاربرد گسترده‌ای در آنالیزهای مربوط به ناهمگنی خاک دارد (Zheng *et al.*, 2008). در تحلیل واریوگرام، نوع مدل و مقادیر متغیرهای شعاع تأثیر، آستانه و اثر قطعه‌ای تعیین شد. با توجه به اینکه برای تهیه نقشه پیش‌بینی رویشگاه، تهیه نقشه تمام عوامل موجود در مدل ضروریست، بنابراین نقشه متغیر ارتفاع با استفاده از مدل رقومی ارتفاع با تفکیک‌پذیری ۳۰ متر تهیه شد. از بین خصوصیات خاک نیز نقشه پتاسیم خاک (تنها پارامتر خاکی وارد شده در رابطه) با استفاده از روش‌های زمین‌آمار تهیه گردید. روش نهایی برای انجام درون‌یابی پتاسیم خاک بر اساس مقدار خطا و انحراف کمتر (MAE و MBE کمتر) انتخاب شد (Hirzel *et al.*, 2002). بعد از جمع‌آوری داده‌ها برای مدل‌سازی پراکنش پوشش گیاهی از روش رگرسیون لجستیک استفاده شد که رابطه کلی مدل به‌صورت زیر است (Zare Chahouki, 2006):

$$Y = \frac{EXP\ (b_0+b_1x_1+\cdots+b_nx_n)}{1+EXP\ (b_0+b_1x_1+\cdots+b_nx_n)} \qquad \text{رابطه (۱)}$$

در این رابطه، Y احتمال رخداد گونه، bها ضرایب مدل رگرسیون و xها متغیرهای پیش‌بینی‌کننده (عوامل محیطی) هستند. پس از تهیه رابطه‌های رگرسیونی در نرم‌افزار SPSS و اعمال این رابطه‌ها بر لایه‌های محیطی در نرم‌افزار ArcMap نقشه‌های پیش‌بینی رویشگاه گونه‌ها تهیه شد. نقشه خروجی حاصل از مدل شامل مقادیر احتمال حضور بین صفر تا یک برای رویشگاه مورد نظر است که در این پژوهش احتمال حضور ۰/۵–۰ به‌عنوان عدم‌حضور گونه و ۱–۰/۵ به‌عنوان حضور گونه در نظر گرفته شد و نقشه خروجی نهایی براساس این دو طبقه حضور و عدم‌حضور برای هر رویشگاه تعریف شد. همچنین برای ارزیابی مدل از شاخص کاپا استفاده شد. این شاخص میزان توافق مقادیر مشاهده‌ها و مقادیر پیش‌بینی‌ها را نشان می‌دهد و برای محاسبه آن از ماتریس خطا استفاده می‌شود. طبقه‌بندی شاخص کاپا که بر اساس آن میزان توافق بین مقادیر پیش‌بینی شده و مشاهداتی مشخص می‌شود در جدول ۳ آمده است (Zare Chahouki, 2006).

جدول ۳- طبقه‌بندی مقادیر شاخص کاپا

مقدار کاپا	توافق بین مقادیر پیش‌بینی و واقعی	مقدار کاپا	توافق بین مقادیر پیش‌بینی و واقعی
<۰/۰۵	عدم توافق	۰/۷ –۰/۵۵	خوب
۰/۰۵ –۰/۲	خیلی ضعیف	۰/۸۵ –۰/۷	خیلی خوب
۰/۴ –۰/۲	ضعیف	۰/۹۹ –۰/۸۵	عالی
۰/۵۵ –۰/۴	متوسط	۱/۰۰ –۰/۹۹	کامل

نتایج

جدول ۴ بیانگر نتایج مطالعات خاک‌شناسی و مقایسه خصوصیات خاک در رویشگاه‌های مورد مطالعه است. نتایج این جدول نشان می‌دهد که تمام خصوصیات خاکی مورد بررسی در این پژوهش، اختلاف معنی‌داری در رویشگاه *A. fragrans*، رویشگاه *A. chamaemelifolia* و مراتع عدم‌حضور این دو گونه دارند (P>۰/۰۱). رویشگاه گونه *A. chamaemelifolia* در مقایسه با رویشگاه گونه *A. fragrans* از نظر مقادیر عناصر پتاسیم، فسفر، آهک، سدیم و کلسیم فقیرتر از رویشگاه‌های دیگر مورد مطالعه در این تحقیق می‌باشد. میزان هدایت الکتریکی، ماده آلی و کربن آلی در رویشگاه *A. fragrans* به‌طور معنی‌داری کمتر از رویشگاه *A. chamaemelifolia* است. بافت خاک در رویشگاه گونه *A. chamaemelifolia* بیشترین میزان شن و در رویشگاه *A. fragrans* بیشترین میزان رس را در مقایسه با سایر مناطق مورد مطالعه دارد.

جدول ۴- مقایسه خصوصیات خاک در رویشگاه‌های *A.fragrans*، *A.chamaemelifolia* و مراتع عدم‌حضور

ویژگی	مراتع مورد بررسی			
	حضور *A. fragrans*	حضور *A. chamaemelifolia*	عدم‌حضور	F
Clay	۲۱/۶۶ ± ۶/۰۱	۷/۱۱ ± ۵/۶۹	۱۲/۴۴ ± ۸/۴۱	۷۰/۶۱**
Silt	۱۳/۷۵ ± ۲/۹۵	۱۱/۰۷ ± ۷/۹۵	۹/۸۸ ± ۶/۵۷	۷/۹۷**
Sand	۶۴/۲۰ ± ۸/۳۴	۸۱/۳۵ ± ۹/۰۴	۷۷/۲۰ ± ۱۱/۵۱	۵۲/۰۸**
TNV	۲۰/۶۸ ± ۶/۸	۱۳/۳۱ ± ۴/۳۳	۱۷/۹۱ ± ۱۰/۱۵	۱۵/۵۸**
K_{PPM}	۴۳/۳۸ ± ۹/۷۱	۳۹/۸۵ ± ۱۷/۰۵	۴۸/۶۱ ± ۲۱/۹۴	۶/۷۶**
Na	۱۶/۸۲ ± ۳/۱۲	۱۲/۲۲ ± ۳/۵۴	۱۴/۲۸ ± ۴/۶	۲۲/۸۶**
Ca	۴۳/۳۳ ± ۱۷/۶۸	۲۴/۶۶ ± ۱۱/۷۴	۴۱/۵۵ ± ۱۶/۴۳	۴۰/۹۴**
pH	۷ ± ۰/۰۰	۶/۵۵ ± ۰/۴۹	۶/۶۱ ± ۰/۴۸	۲۰/۹۶**
EC	۱۵/۵۰ ± ۱/۷۲	۱۸/۸۸ ± ۵/۶۵	۱۴/۸۳ ± ۲/۵۷	۳۹/۲۳**
OM	۲/۶۸ ± ۱/۰۲	۳/۱۳ ± ۰/۹۹	۳/۶۷ ± ۱/۴۱	۱۵/۹۸**
POM	۱/۴۸ ± ۰/۷۲	۱/۴۳ ± ۰/۴۸	۱/۷۲ ± ۰/۸۶	۵/۶۰**
OC	۱/۵۳ ± ۰/۵۹	۱/۸ ± ۰/۵۸	۲/۱۲ ± ۰/۸۳	۱۶/۵۰**
POC	۰/۸۳ ± ۰/۴۳	۰/۷۸ ± ۰/۲۹	۰/۹۸ ± ۰/۵۱	۶/۴۲**
P	۱۸/۴۴ ± ۵/۸۲	۱۵/۸۹ ± ۷/۷۹	۲۲/۱۱ ± ۲۵/۵۱	۳/۲۲*

جدول ۵ اجزای مربوط به واریوگرام متغیر پتاسیم خاک (که به مدل نهایی وارد شده است) را نشان می‌دهد. با توجه به نتایج جدول ۵ و شکل ۲ که مربوط به مقایسه دقت روش‌های مختلف زمین‌آمار با استفاده از روش اعتبارسنجی متقابل برای پتاسیم خاک می‌باشد؛ به‌دلیل مقدار خطا و انحراف کمتر، روش درون‌یابی میانگین متحرک وزن‌دار (Inverse Distance Weighting) به‌عنوان روش درون‌یابی دقیق‌تر انتخاب شد.

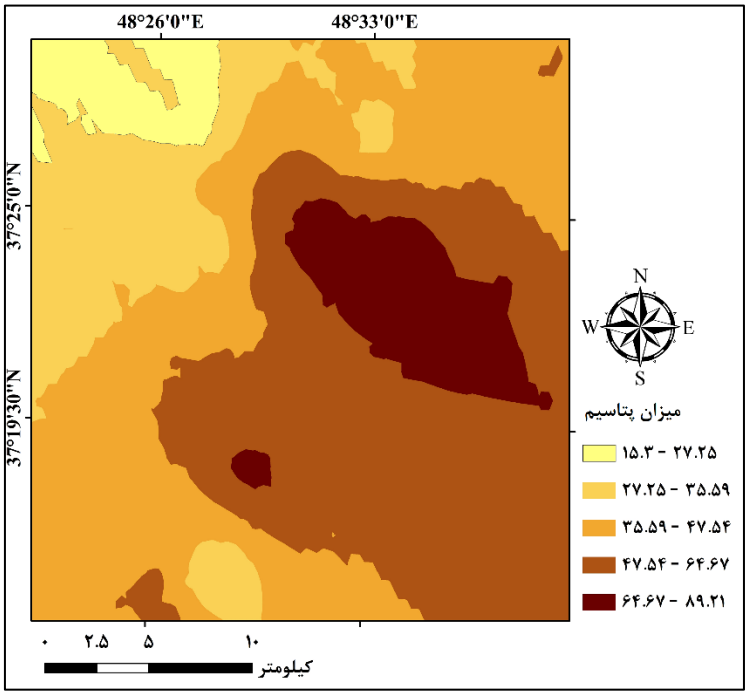
جدول ۵- اجزای مربوط به پارامترهای تغییرنما برای متغیر خاک انتخاب شده برای تولید نقشه

خصوصیات خاک	مدل واریوگرام	واریانس فضایی	دامنه تأثیر	آستانه	ضریب همبستگی	کلاس وابستگی مکانی
پتاسیم	گوسی	۰/۹۷	۵۱۸۴۰/۰۳	۲۲۴۲۰	۰/۴	قوی

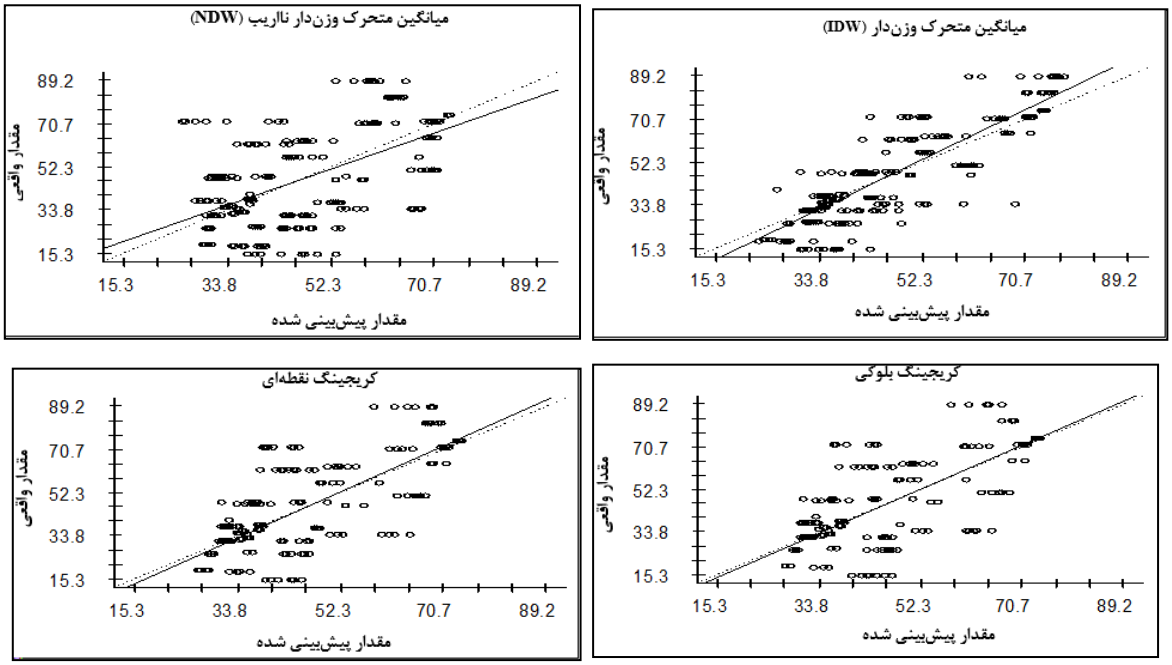
جدول ۶- ارزیابی میزان خطا و انحراف روش‌های مورد استفاده برای درون‌یابی خصوصیت خاک وارد شده به مدل

خصوصیت خاک	معیار ارزیابی	روش درون‌یابی			
		کریجینگ نقطه‌ای	کریجینگ بلوکی	میانگین متحرک نرمال	میانگین متحرک وزن‌دار
پتاسیم	MAE	۸/۹۹	۹/۴۴	۱۱/۵	**۶/۰۹**
	MBE	۰/۱۵	۰/۱۴	۰/۱۱	**۰/۰۶**
	R^2	۰/۵۸	۰/۵۴	۰/۳۵	**۰/۷۹**

در شکل ۲، نقشه درون‌یابی شده میزان پتاسیم تبادلی خاک نشان داده شده است. نتایج نشان داد که مقادیر مشاهداتی و مقادیر پیش‌بینی شده در ارزیابی‌های انجام شده متغیر پتاسیم با روش میانگین متحرک وزن‌دار تطابق بیشتری دارد (شکل ۳).



شکل ۲- نقشه پتاسیم خاک در مراتع مورد مطالعه



شکل ۳- ارزیابی متقابل متغیر پتاسیم به روش‌های کریجینگ (نقطه‌ای و بلوکی) و میانگین متحرک وزن‌دار (ناریب و نرمال)

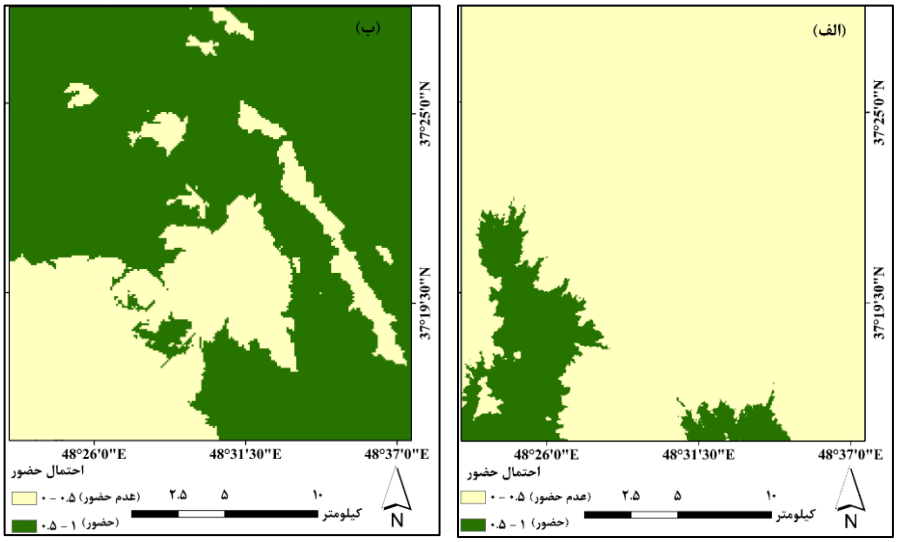
نتایج آزمون هوسمر و لمشاو که برای تطابق تعداد موارد مشاهده شده و پیش‌بینی شده به‌کار می‌رود، نشان داد که این آماره برای هر دو مدل معنی‌دار بوده و می‌توان نتیجه گرفت که مدل‌های لجستیک حاصل تطابق خوبی با داده‌ها دارد. بالا بودن مقدار HL نشان‌دهنده تطابق بیشتر است که در این پژوهش برای هر دو گونه برابر ۱ بدست آمد و معنی‌دار است. رابطه‌های رگرسیونی مربوط به گونه‌های مورد بررسی در رابطه‌های ۲ و ۳ ارائه شده است. براساس رابطه ۲، در رویشگاه *A. fragrans* ارتفاع از سطح دریا دارای بیشترین تأثیرگذاری در پراکنش این گونه است. به‌عبارت دیگر حضور این گونه با ارتفاع رابطه عکس دارد و سایت‌های با ارتفاع کمتر شاهد حضور حداکثری این گونه می‌باشند. با توجه به اینکه با افزایش ارتفاع، دما کاهش و رطوبت افزایش می‌یابد، بنابراین به‌نظر می‌رسد که ارتفاع به‌طور غیرمستقیم (افزایش بارندگی) بر استقرار این گونه گیاهی تأثیر منفی داشته است. حضور گونه *A. chamaemelifolia* نیز در منطقه با ارتفاع از سطح دریا و میانگین ۲۵ ساله دمای منطقه و پتاسیم خاک رابطه معکوس دارد (رابطه ۳). این گونه در مقایسه با گونه *A. fragrans* در ارتفاعات بالاتر حضور دارد. با توجه به نقشه به‌دست آمده از روش زمین‌آمار نیز میزان پتاسیم خاک در قسمت‌های شمالی منطقه مورد مطالعه کمتر از سایر مناطق است. در قسمت‌های شرقی منطقه که ارتفاع بالاتری نسبت به نواحی شمالی و غربی دارند بر میزان پتاسیم خاک افزوده می‌شود. در مورد متغیرهای رس و سیلت این روند معکوس است؛ به‌طوری که از شمال به جنوب منطقه به مقدار آنها افزوده شده و در پایین‌دست منطقه که منطقه حضور گونه *A. fragrans* است بافت خاک سنگین‌تر از مناطق حضور گونه *A. chamaemelifolia* است. در صورتی که در بخش میانی که رویشگاه *A. chamaemelifolia* می‌باشد، درصد شن خاک منطقه بیشتر است. با توجه به مقدار Exp (B) می‌توان گفت با هر یک متر کاهش ارتفاع از سطح دریا، احتمال حضور گونه درمنه معطر ۰/۸۸ درصد افزایش می‌یابد.

$$P\ (A.fragrans) = \frac{EXP(-0.12Elevation+140.9)}{1+EXP(-0.12Elevation+140.9)}$$ رابطه (۲)

رابطه (۳)

$$P\ (A.chamaemelifolia) = \frac{EXP(-0.04Elevation-16.67\ Temperature-0.11\ K\ (ppm)+221.37)}{1+EXP(-0.04Elevation-16.67\ Temperature-0.11\ K\ (ppm)+221.37)}$$

در این بخش، مدل‌های به‌دست آمده از رگرسیون لجستیک با استفاده از لایه‌های اطلاعاتی مورد نظر در سیستم GIS اعمال شد و نقشه پیش‌بینی هر یک از گونه‌های مورد بررسی تهیه گردید که در شکل ۴ نشان داده شده است.



شکل ۴- نقشه پیش‌بینی رویشگاه *A. fragrans* (الف) و *A. chamaemelifolia* (ب) در منطقه مورد مطالعه

نتایج حاصل از مقایسه نقشه‌های پیش‌بینی با نقشه‌های واقعی نشان می‌دهد که مقادیر شاخص کاپای محاسبه شده برای گونه *A. fragrans* و *A. chamaemelifolia* به‌ترتیب ۰/۹۱ و ۰/۶۲ می‌باشد. بر این اساس، میزان تطابق به‌ترتیب مربوط به رویشگاه‌های *A. fragrans* و *A.chamaemelifolia* تطابق عالی و خوب است.

بحث

آگاهی از ویژگی‌های محیطی رویشگاه هر گونه گیاهی نقش مؤثری در پیشنهاد گونه‌های سازگار با شرایط در مناطق مشابه دارد. نتایج این پژوهش نشان داد که در منطقه مورد مطالعه سه دسته از عوامل محیطی شامل عوامل ادافیکی (پتاسیم خاک)، عوامل فیزیوگرافی (ارتفاع از سطح دریا) و عوامل آب و هوایی (متوسط دمای منطقه) دارای نقش مهمتری در پراکنش گونه‌های مورد مطالعه هستند. بررسی خصوصیات خاکی مراتع منطقه نشان داد که رویشگاه گونه *A. chamaemelifolia* در مقایسه با رویشگاه گونه *A. fragrans* از نظر مقادیر عناصر پتاسیم، فسفر، آهک، سدیم و کلسیم فقیرتر از رویشگاه‌های دیگر مورد مطالعه در این تحقیق می‌باشد. وجود آهک به اندازه مناسب در ایجاد ساختمان خوب و تعدیل اسیدیته خاک و به‌تبع آن در جذب مواد غذایی نقش دارد ولی اگر آهک خاک بیش از حد افزایش یابد با ایجاد سخت‌لایه در خاک و افزایش اسیدیته و در نتیجه نامساعد شدن شرایط برای جذب بعضی از مواد

غذایی توسط گیاه باعث ایجاد مشکلاتی در گیاهان می‌شود. با توجه به سبک بودن بافت خاک در کل منطقه، بنابراین هرچه میزان لوم و رس خاک افزایش یابد باعث ایجاد بافت متعادل و مناسب برای نفوذپذیری و نگهداری آب و مواد غذایی خواهد شد. میزان هدایت الکتریکی در رویشگاه *A. fragrans* کمترین میزان و در رویشگاه *A. chamaemelifolia* بیشترین میزان را دارد. بافت خاک در رویشگاه گونه *A. chamaemelifolia* بیشترین میزان شن و در رویشگاه *A. fragrans* بیشترین میزان رس را در مقایسه با سایر مناطق مورد مطالعه دارد. تأثیر بافت خاک بر روی بقاء گونه‌های گیاهی به‌دلیل اختلاف در میزان رطوبت خاک است. زیرا اختلاف در میزان رطوبت منجر به تغییرات در شکل‌دهی، هوادهی و میزان شوری خاک می‌شود (Jafari *et al.*, 2007). ماده آلی در رویشگاه *A. chamaemelifolia* در مقایسه با رویشگاه *A. fragrans* مقدار بیشتری دارد که می‌تواند به‌دلیل تراکم و تنوع بالای پوشش گیاهی در سطح این مراتع باشد که در عملیات صحرایی به وضوح مشاهده شد. زیرا بین پوشش گیاهی بالا و مواد آلی رابطه مستقیم وجود دارد و ماده آلی موجود در خاک عناصر معدنی لازم را برای گیاه فراهم می‌کند (Zare Chahouki *et al.*, 2016). در بررسی نتایج حاصل از این مطالعه مشخص شد که کاهش ارتفاع از سطح دریا، تأثیر زیادی روی رویشگاه *A. fragrans* و *A. chamaemelifolia* دارد. به‌طوری‌که تا ارتفاع حدود ۱۰۰۰ متری از سطح دریا گونه *A. fragrans* در سطح مراتع مورد مطالعه حضور دارد و با افزایش ارتفاع از تراکم حضور آن کاسته شده، تا جایی که از جوامع گیاهی منطقه حذف می‌شود. Ghorbani و همکاران (۲۰۱۵) نیز در مطالعات خود بر روی عوامل محیطی مؤثر بر انتشار *A. fragrans*، به این نتیجه رسیدند که گونه درمنه معطر در دامنه‌های پایین‌دست و با ارتفاع کم گسترش دارد. Zare Hessariy و Ghorbani (۲۰۱۷) نیز در مطالعات خود بیان کردند که بیشترین مقدار تراکم، درصد پوشش تاجی و تولید گونه *A. fragrans* در ارتفاعات پایین حوزه مورد مطالعه آنان بوده است. همچنین با افزایش ارتفاع تا ۲۱۰۰ متری، گونه *A. chamaemelifolia* در سطح مراتع منطقه حضور می‌یابد و تا ارتفاع ۲۹۰۰ متری جزو ترکیب گیاهی مراتع منطقه است. از ارتفاع ۲۷۰۰ متری به بعد، تراکم گونه *A. chamaemelifolia* نیز کاهش می‌یابد و رفته رفته از سطح مراتع مورد مطالعه حذف می‌گردد. بنابراین به نظر می‌رسد که نیازهای اکولوژیک این دو گونه متفاوت بوده و عوامل محیطی در گستره پراکنش این دو گونه اثر متفاوتی از هم دارند. ارتفاع از سطح دریا به‌عنوان یکی از عوامل محدودکننده در پراکنش گونه‌های گیاهیست. زیرا هر یک از گونه‌های گیاهی با توجه به نیازهای بوم‌شناختی خود، توانایی استقرار در یک محدوده ارتفاعی خاص را دارند (Piri Sahragard, 2018). بنابراین افزایش یا کاهش ارتفاع می‌تواند باعث تناسب یا عدم‌تناسب رویشگاه برای استقرار گونه‌های گیاهی شود. از سوی دیگر، با توجه به کوهستانی بودن منطقه مورد مطالعه می‌توان گفت که عامل ارتفاع از سطح دریا به‌طور مستقیم با تأثیر بر عوامل محیطی دیگر مثل میزان بارندگی و درجه حرارت و به‌طور غیرمستقیم از طریق تشکیل خاک بر پراکنش گونه‌های *A. fragrans* و *A. chamaemelifolia* در منطقه تأثیر گذاشته است. با توجه به اینکه با افزایش ارتفاع از سطح دریا میزان بارندگی افزایش یافته و درجه حرارت کاهش می‌یابد، ازاین‌رو می‌توان چنین بیان کرد که گونه *A. chamaemelifolia* به مراتب نیاز آبی بیشتر و نیاز دمایی کمتری را در مقایسه با *A. fragrans* دارد. همچنین، ارتفاع از سطح دریا می‌تواند از طریق تأثیر بر خصوصیات خاک مانند عمق خاک، رطوبت و ماده آلی خاک، استقرار گیاهان را در یک رویشگاه محدود نماید (Zare Chahouki *et al.*, 2016; Austin *et al.*, 2006). Mohtashamnia و همکاران (۲۰۱۱) نیز عامل ارتفاع را به‌عنوان یکی از عوامل مؤثر بر پراکنش رویشگاه‌های درمنه- گون گزارش کرده‌اند و بیان نموده‌اند که مهمترین متغیرهای تأثیرگذار در رخداد رویشگاه درمنه- گون عوامل شیب، جهت، ارتفاع، میزان آهک و همچنین میزان شن خاک هستند. Shojaee و همکاران (۲۰۱۷) نیز در مطالعات خود چنین بیان کردند که متغیر ارتفاع از سطح دریا به تنهایی با

توجه به نوع گونه، بین ۱۶ تا ۴۶ درصد تغییرات حضور را برای گونه‌های مختلف در منطقه باغ شادی یزد پیش‌بینی می‌نماید. نتایج مطالعه نشان داد که ضریب تغییرات پتاسیم در منطقه مورد مطالعه ۰/۴۳، حداکثر پتاسیم خاک ۸۹/۲۱ پی‌پی‌ام و حداقل آن در منطقه مورد مطالعه ۱۵/۳۰ پی‌پی‌ام بود. از لحاظ آماری نتایج حاصل از بررسی پتاسیم خاک در رویشگاه *A. fragrans*، *A. chamaemelifolia* و مراتع فاقد این دو گونه در ترکیب گیاهی آنها نشان می‌دهد که این مراتع در سطح ۱ درصد دارای اختلاف معنی‌دار هستند و میزان عددی این پارامتر در سایت‌های حضور گونه *A. chamaemelifolia* کمتر از رویشگاه *A. fragrans* و سایر مراتع مورد بررسی است. عنصر پتاسیم در پراکنش گونه‌های درمنه نقش اساسی دارد، به‌طوری که پتاسیم خاک را به‌عنوان یکی از خصوصیات حاصلخیزی خاک در پراکنش رویشگاه‌های گونه *Artemisia* معرفی می‌کند (Azarnivand *et al.*, 2003). پتاسیم به‌راحتی در سراسر گیاه حرکت می‌کند و به‌مقدار زیاد در بخش‌های فعال و در حال رشد گیاه وجود دارد. مقدار مورد نیاز گیاهان به پتاسیم متفاوت است. ممکن است گیاه در یک مرحله رشد فیزیولوژیکی نیاز به جذب پتاسیم بیشتر از مرحله دیگر داشته باشد. Valizadeh Younjalli و همکاران (۲۰۱۵) نیز در مطالعات خود در منطقه سبلان به این نتیجه رسیدند که عامل ارتفاع از سطح دریا، بر غلظت عناصر مغذی خاک مانند پتاسیم تأثیر دارد. Gorlier و همکاران (۲۰۱۲) ارتفاع از سطح دریا را در کنار سنگ مادری و آب و هوا، به‌عنوان عوامل مؤثر بر غلظت عناصر غذایی خاک مراتع معرفی می‌کنند. پتاسیم به‌عنوان یکی از عناصر غذایی ماکرو که از لحاظ اهمیت بعد از عناصری مانند نیتروژن و فسفر قرار دارد، در خاک‌ها عمدتاً در ساختمان کانی‌ها وجود دارد که پس از هوادیدگی به‌صورت یون پتاسیم آزاد شده و وارد محلول خاک می‌گردد. میزان مصرف پتاسیم در گیاهان بعد از ازت بیش از سایر عناصر است (Mahmoodi, 2002). دلیل اصلی آن هم به‌دلیل نقش عنصر پتاسیم در تنظیم فتوسنتز، انتقال کربوهیدرات‌ها و سنتز پروتئین است. علاوه‌براین، وجود پتاسیم در خاک باعث سهولت در انتقال آب و مواد غذایی در خاک شده، ازاین‌رو پتاسیم می‌تواند به‌عنوان یک ماده حاصلخیزکننده به‌حساب آید (Kohandel *et al.*, 2013). بنابراین چنین به نظر می‌رسد که گونه *A. fragrans* در مقایسه با گونه *A. chamaemelifolia* خاک حاصلخیزتر را ترجیح می‌دهد. در تأیید این نتیجه، Zare Chahouki (۲۰۰۶) و Piri Sahragard و همکاران (۲۰۱۱) اعلام کردند که پتاسیم عامل مهمی در جداسازی جوامع گیاهیست. نتایج حاصل از ارزیابی میزان توافق نقشه‌های پیش‌بینی با واقعیت زمینی برای رویشگاه گونه *A. fragrans* ضریب کاپای ۰/۹۱ و برای رویشگاه گونه *A. chamaemelifolia* ضریب کاپای ۰/۶۲ را نشان داد که در سطح تطابق عالی و خوب قرار می‌گیرند. با توجه به اینکه گونه‌های مورد مطالعه در این تحقیق در طبقه ارتفاعی خاصی رویش دارند و به‌تبع آن شرایط رویشگاهی ویژه‌ای برای هر گونه قابل انتظار است، کاربرد مدل رگرسیون لجستیک در رویشگاه این دو گونه نتایج خوبی نشان داده و در مورد رویشگاه گونه *A. fragrans* نتایج بهتری را نشان داد. براساس مطالعات انجام شده توسط Zare Chahouki و همکاران (۲۰۱۴)، مدل‌های پیش‌بینی رویشگاه برای گونه‌هایی که دارای دامنه بوم‌شناختی محدودی هستند، تطابق بهتری با واقعیت دارد. با توجه به اینکه این پژوهش در طول پروفیل ارتفاعی انجام شده است و طبقات ارتفاعی مختلف مدنظر قرار گرفته، بنابراین چنین به نظر می‌رسد که محدود بودن حضور این گونه فقط در ارتفاعات پایین منجر به بروز چنین نتیجه‌ای شده است. براساس این نتایج، مدل رگرسیون لجستیک از دقت خوبی برخوردار بوده است و توانسته به خوبی متغیرهای مهم و تأثیرگذار را در رویشگاه این گونه‌ها شناسایی کند. علاوه‌براین، لایه‌های مربوط به متغیرهای وارد شده به مدل برای این دو گونه دارای دقت بالایی بوده و این امر منجر به انجام پیش‌بینی با خطای کم شده است. برای موفقیت بیشتر در زمینه پیش‌بینی توزیع گیاهان در عرصه‌های طبیعی و مراتع، آزمون روش‌های مختلف مدل‌سازی پوشش گیاهی در مناطق مختلف آب و هوایی

بسیار اثرگذار خواهد بود. مدل‌های پیش‌بینی رویشگاه دارای کاربردهای متعددی هستند که عمده‌ترین آنها استفاده در مدیریت پوشش‌های گیاهی، برای برنامه‌ریزی جهت احیای مراتع و همچنین مدیریت گونه‌های نادر، دارویی و صنعتی است. نتایج این تحقیق اعم از مدل‌ها و نقشه‌های پیش‌بینی مکانی می‌توانند در تعیین رویشگاه بالقوه گونه‌های گیاهی کمک کرده و راهنمای مناسبی برای اجرای طرح‌های مرتع‌داری و احیای مراتع تخریب‌شده باشند.

منابع مورد استفاده

- Abolmaali, S. M. R., Tarkesh, M. and Bashari, H., 2018. MaxEnt modeling for predicting suitable habitats and identifying the effects of climate change on a threatened species, *Daphne mucronata*, in central Iran. Journal of Ecological Informatics, 43: 116–123.
- Agresti, A., 2007. An introduction to categorical data analysis (2nd Edition). John Wiley and Sons, 400p.
- Amici, V., Marcantonio, M., La Porta, N. and Rocchini, D., 2017. A multi-temporal approach in MaxEnt modelling: a new frontier for land use/land cover change detection. Journal of Ecological Informatics, 40: 40–49.
- Austin, M., 2007. Species distribution models and ecological theory: A critical assessment and some possible new approaches. Journal of Ecological modelling, 200 (1- 2): 1-19.
- Austin, M. P., Belbinb, L., Meyers, J. A., Dohertya, M. D. and Luotoc, M., 2006. Evaluation of statistical models used for predicting plant species distributions: Role of artificial data and theory. Journal of Ecological Modelling, 199 (2):197-216.
- Azarnivand, H., Jafari, M., Moghaddam, M. R., Jalili, M. and Zare Chahouki, M. A., 2003. The effects of soil characteristics and elevation on distribution of two Artemisia species (Case study: Vard Avard, Garmsar and Semnan Rangelands). Iranian Journal of Natural Resource, 56 (1- 2): 91-120.
- Barry, S. and Elith, J., 2006. Error and uncertainty in habitat models. Journal of Applied ecology, 43 (3): 413–423.
- Behmanesh, B., Tabasi, E., Fakhireh, A. and Khalasi Ahvazi, L., 2019. Modelling the distribution of medicinal plant species of *Thymus kotschyanus* and *Achillea millefolium* using ENFA and Logistic Regression. Journal of Plant Ecosystem Conservation, 6 (13): 91-120.
- Carter, G. M., Stolen, E. D. and Breininger, D. R., 2006. A rapid approach to modeling species-habitat relationships. Journal of Biological Conservation, 127:237-244.
- Dubuis, A., Giovanettina, S., Pellisier, L., Pottier, J., Vittoz, P. and Guisan, A., 2013. Improving the prediction of plant species distribution and community composition by adding edaphic to topo-climatic variable. Journal of Vegetation Science, 24 (4): 593-606.
- Fois, M., Cuena-Lombraña, A., Fenu, G., Cogoni, D. and Bacchetta, G., 2016. The reliability of conservation status assessments at regional level: past, present and future perspectives on *Gentiana lutea* L. sp. lutea in Sardinia. Journal of Nature Conservation, 33:1–9.
- Franklin, J., 2013. Species distribution models in conservation biogeography: developments and challenges. Journal of Diversity and Distributions, 19: 1217-1223.
- Ghorbani, A., Abbasi Khalaki, M., Asghari, A., Omidi, A. and Zarehesari, B., 2015. Comparing environmental factors on distribution of *Artemisia fragrans* and *Artemisia austriaca* in southeastern rangelands of Sabalan. Journal of Rangeland, 9 (2): *129-141*.
- Ghorbani, A., Sharifi, J., Kavianpoor, A. H., Malekpour, B. and Mirzaei Aghche Gheshlagh, F., 2013. Investigation on ecological characteristics of Festuca ovina L. in south- eastern rangelands of Sabalan. Iranian Journal of Rangeland and Desert Research, 20 (2): 379-396.
- Gorlier, A., Lonatti, M., Renna, M., Lussiana, C., Lombardi, G. and Battaglini, L. M., 2012. Changes in pasture and cow milk compositions during a summer transhumance in the western Italian Alps. Journal of Applied Botany and Food Quality, 85 (2): 216 -223.
- Haidarian Aghakhani, M., Tamartash, R., Jafarian, Z., Tarkesh Esfahani, M. and Tatian, M. R., 2017. Forecasts of climate change effects on *Amygdalus scoparia* potential distribution by using ensemble modeling in Central Zagros. Journal of RS and GIS for Natural Resources, 8 (3): 1- 14.
- Hengl, T., Sierdsema, H., Radovic, A. and Dilo, A., 2009. Spatial prediction of species' distributions from occurrence-only records: combining point pattern analysis, ENFA and regression-kriging. Journal of Ecological Modelling, 220 (24): 3499-3511.
- Hirzel, A. H., Hausser, J., Chessel, D. and Perrin, N., 2002. Ecological Niche Factor Analysis: How to compute habitat-suitability maps without absence

model in determining habitat distribution of *Astragalus verus*. Iranian Journal of Applied Ecology, 1 (2): 27-37.
– Segurado, P. and Araújo, M., 2004. An evaluation of methods for modelling species distributions. Journal of Biogeography, 31 (10): 1555–1568.
– Shojaee, M., Kiani, B., Setoodeh, A. and Azimzadeh, H. R., 2017. Investigating the role of topographic factors on spatial distribution of plant species using logistic regression (Case study: Baghe-Shadi forest, Harat, Yazd). Journal of Arid Biome, 7 (1): 1- 11.
– Valizadeh Younjalli, R., Mirzaei Aghjehgheshlagh, F. and Ghorbani, A., 2015. Comparing rangeland soil-vegetation mineral content based on elevation classes and phonological stages in North-Facing slopes, Sabalan region, Ardabil province. Journal of Hydrology and Soil Science, 19 (3): 191- 206.
– Wisz, M. S., Pottier, J., Kissling, W. D., Pellissier, L., Lenoir, J., Damgaard, C. F., Dormann, C. F., Forchhammer, M. C., Grytnes, J. A., Guisan, A., Heikkinen, R. K., Høye, T. T., Kühn, I., Luoto, M., Maiorano, L., Nilsson, M. C., Normand, S., Öckinger, E., Schmidt, N. M., Termansen, M., Timmermann, A., Wardle, D. A., Aastrup, P. and Svenning, J. C., 2013. The role of biotic interactions in shaping distributions and realized assemblages of species: implications for species distribution modelling. Journal of Biological Review, 88 (1): 15-30.
– Woodward, F.I., 1987. Climate and plant distribution. Cambridge University Press, Cambridge, 39p.
– Yang, X.Q., Kushwaha, S.P.S., Saran, S., Xu, J. and Roy, P.S., 2013. Maxent modeling for predicting the potential distribution of medicinal plant, *Justicia adhatoda* L. in Lesser Himalayan foothills. Ecological Engineering, 51: 83–87.
– Zare Chahouki, M. A., 2006. Modelling the distribution of plant species in arid and semiarid rangelands, Ph.D. thesis, Department of Natural Resources, Tehran University, 180p.
– Zare Chahouki, M. A., Hoseini, M. and Tavili, A., 2016. Effective environmental factors on of plants diversity in Taleghan rangelands (Case study: Veshteh rangelands). Journal of Plant Researches, 28 (2): 307-315.
– Zare Chahouki, M. A., Khalasi Ahvazi., M. and Azarnivand, H., 2014. Plant species distribution modeling using logistic regression models in the North East of Semnan. Journal of Range and Watershed Management, 67 (1): 45-59.
– Zare Chahouki, M. A. and Naseri Hesar, N., 2018. Habitat distribution modeling of some plant species using logistic regression in the semi-arid rangelands data? Ecology, 83 (7): 2027-2036.
– Homser, D.W. and Lemeshows, J. R., 1989. Applied logistic regression. Wiley, New York, 582p.
– Jafari, M., Zare Chahouki, M. A., Tavili, A. and Kouhandel, A., 2007. Soil – Vegetation relationships in rangelands of Qom province. Watershed Management Research (Pajouhesh & Sazandegi), 19 (3): 110- 116.
– Kohandel, A., Khalighi Sigaroudi, F. and Pirouzi, N., 2013. Effects of environmental factors on the establishment distribution of plant habitats in the southern part of Alborz. Iranian Journal of Rangeland and Desert Research, 20 (3): 531-59.
– Lassueur, T., Joost, S. P. and Randin, C.F., 2006. Very high-resolution digital elevation models: do they improve models of plant species distribution? Ecological Modelling, 198: 139– 153.
– Mahmoodi, J., 2002. Communication between ecological groups and Physical, chemical, and biological properties of Caspian forests soil, Ph.D. thesis, Islamic Azad University of Science and Research Unit, 128p.
– Miller, J., 2005. Incorporating spatial dependence in predictive vegetation models: Residual Interpolation Methods. Journal of the Professional Geographer, 57(2): 169-184.
– Mirzaei Mousivand, A., Ghorbani, A., Zare Chahouki, M. A., Keyvan Behjoo, F. and Sefidi, K., 2016. Effects of some environmental factors on the distribution of *Prangos ferulacea* Lindl in rangelands of Ardabil province. Journal of Rangeland, 10 (2): 191-203.
– Mohtashamnia, S., Zahedi, G. H. and Arzani, H., 2011. Multivariate analysis of rangeland vegetation in relation to edaphically and Physiographical Factors. Procedia Environmental Sciences, 7: 305–310.
– Piri Sahragard, H., 2018. Predictive modeling of plant species habitats distribution using logistic regression (A case study in western Taftan, Khash City). Journal of Plant Research, 4: 917-928.
– Piri Sahragard, H., Azarnivand, H., Zare Chaouki, M. A., Arzani, H. and Qumi, S., 2011. Study of effective environmental factors on distribution of plant communities in Middle Taleghan Basin. Journal of Range and Watershed Management, Iranian Journal of Natural Resources, 64 (1): 1-12.
– Safaei, M., Tarkesh, M., Bashari, H. and Bassiri, M., 2018. Modeling potential habitat of *Astragalus verus* Olivier for conservation decisions: a comparison of three correlative models. Flora, 242: 61–69.
– Saki, M., Tarkesh, M., Bassiri, M. and Vahabii, M. R., 2013. Application of logistic regression tree

(Case study: Eshtehard rangelands). Journal of Plant Researches, 31 (1): 29- 44.
– Zare Hessariy, B. and Ghorbani, A., 2017. Zonation of spatial variation of density, canopy cover and production parameters of Artemisia fragrans using spatial statistic in southeast faced slopes of Sabalan. Iranian Journal of Rangeland and Desert Research, 23 (3): 454-472.
– Zheng, J., He, M., Li, X., Chen, Y., Li, X. and Liu, L., 2008. Effect of Salsola passerine shrub patches on the micro scale heterogeneity of soil in mountain grassland, China. Journal of Arid Environments, 72: 150-161.

Spatial distribution modeling of *Artemisia fragrans*Willd. and *A. chamaemelifolia* Vill. in the altitude profile of Ghezelozan-Agdagh Khalkhal

M. Molaei[1], A. Ghorbani[2*], M. Moameri[3] and A. Hoseinzadeh[4]

1- Ph.D. Candidate of Rangeland Science and Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
2*- Corresponding author, Associate Professor, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran, Email: a_ghorbani@uma.ac.ir
3- Assistant Professor, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
4- Ph.D. Candidate of Rangeland Science and Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

Received: 10/30/2019 Accepted: 04/12/2020

Abstract

The purpose of this research was to model the spatial distribution of *Artemisia fragrans* and *A. chamaemelifolia* in Ghezelozen-Aghdagh elevation profile rangelands of Khalkhal city. For modeling, information about species and habitat factors such as topography, soil, and climatic factors were used, and habitat distribution modeling was performed by a logistic regression method. All parameters affecting the distribution of species were prepared as a raster map. Then, by combining the maps of the factors affecting the species distribution, the distribution map was predicted through the logistic regression method. The results showed that the most important factor in spatial prediction of *A. fragrans* in the region was altitude and with each meter of elevation, the presence of this species decreased by 0.88%. The results also showed that the presence of *A. chamaemelifolia* species was inversely related to altitude, mean temperature, and soil potassium. The Kappa index was used to determine the agreement between the prediction models with ground truth. The kappa coefficient was 0.91 *for A.fragrans* and 0.62 for *A. chamaemelifolia*, which indicates the excellent agreement of the model with reality. According to the prepared forecast map, *A. fragrans* and *A. Chamaemelifolia* species can be considered for lowland and higher altitude rangelands.

Keywords: *Artemisia*, ecological factors, habitat modeling, *A.fragrans*, *A. chamaemelifolia.*