نشریه مرتعداری
جلد اول، شماره اول، بهار ۱۳۹۳
http://jrm.gau.ac.ir

مدل‌سازی پراکنش گونه‌های گیاهی در مراتع غرب حوض‌سلطان استان قم با روش رگرسیون لوجستیک

حسین پیری صحراگرد[۱]، *محمدعلی زارع چاهوکی[۲] و حسین آذرنیوند[۳]

[۱]استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشگاه زابل، [۲]دانشیار گروه احیای مناطق خشک و کوهستانی، دانشگاه تهران،
[۳]استاد گروه احیای مناطق خشک و کوهستانی، دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۱/۰۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۲/۱۷

چکیده

این پژوهش به‌منظور ارائه مدل پیش‌بینی پراکنش گونه‌های گیاهی انجام شد. برای این منظور، ابتدا با استفاده از نقشه‌های شیب، جهت، ارتفاع و زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰، واحدهای همگن بوم‌شناختی مشخص شد. سپس در هر واحد همگن، نمونه‌برداری از پوشش گیاهی به روش تصادفی- سیستماتیک از طریق پلات‌گذاری در امتداد چهارترانسکت (فاصله بین ترانسکت‌ها با توجه به شرایط منطقه ۵۰۰ متر انتخاب شد) انجام شد. اندازه نمونه با توجه به تغییرات پوشش گیاهی و روش آماری ٦۰ پلات و اندازه پلات‌ها نیز حداقل سطح ۲ تا ۲۵ مترمربع تعیین شد. برای اندازه‌گیری خصوصیات خاک در طول هر ترانسکت دو پروفیل حفر و از دو عمق ۳۰-۰ و ۸۰-۳۰ سانتی‌متر نمونه خاک برداشت شد و خصوصیات سنگریزه، بافت، رطوبت اشباع، رطوبت قابل دسترس، آهک، گچ، ماده آلی، اسیدیته، هدایت الکتریکی با روش‌های معمول اندازه‌گیری شد. نقشه پیش‌بینی رویشگاه گونه‌های گیاهی با استفاده از مدل‌های رگرسیون لوجستیک تهیه شد. بعد از تعیین آستانه بهینه حضور به روش حساسیّت و اختصاصیّت برابر، میزان تطابق نقشه‌های پیش‌بینی با نقشه‌های واقعی پوشش با استفاده از ضریب کاپا[1] اندازه‌گیری شد. بر اساس مدل‌های حاصل، عوامل هدایت الکتریکی، بافت خاک،

*مسئول مکاتبه: mazare@ut.ac.ir

1- Kappa coefficient

اسیدیته، مقدار گچ، آب در دسترس، مقدار سنگریزه و آهک بیشترین نقش را در پراکنش جوامع گیاهی مورد مطالعه دارند. میزان تطابق نقشه‌های پیش‌بینی حاصل با نقشه واقعی برای رویشگاه *Halocnemum Strobilaceum*، خیلی‌خوب؛ برای رویشگاه‌های *Tamarix passerinoides*، *Artemisia sieberi*$_1$، خوب و برای رویشگاه‌های *Seidlitzia rosmarinus* و *Artemisia sieberi*$_2$ ضعیف برآورد شد. این نتایج نشان داد که روش رگرسیون لوجستیک قادر است رویشگاه گونه‌هایی با دامنه بوم‌شناختی محدود را بهتر از گونه‌های با دامنه بوم‌شناختی گسترده پیش‌بینی کند. همچنین آستانه بهینه حضور برای هر یک از گونه‌های گیاهی و مدل مربوط به آن گونه متفاوت است.

واژه‌های کلیدی: مدل پیش‌بینی پراکنش، آستانه بهینه حضور، رگرسیون لوجستیک، مراتع قم

مقدمه

مدل‌سازی پیش‌بینی پراکنش پوشش گیاهی ابزاری است که با بهره‌گیری از روش‌های آماری و سامانه اطلاعات جغرافیایی نقش مهمی در بررسی روابط پیچیده بین پراکنش جوامع گیاهی و متغیرهای محیطی تأثیرگذار ایفا می‌کند. این مدل‌ها بر اساس داده‌های مربوط به حضور و عدم‌حضور گونه‌ها و همبستگی آن‌ها با متغیرهای محیطی و بر اساس این فرضیه که عوامل محیطی پراکنش گونه‌های گیاهی را کنترل می‌کنند، تولید می‌شوند (زارع چاهوکی، ۲۰۰۶). استفاده از این مدل‌ها در سال‌های اخیر گسترش‌یافته است و انواع گوناگونی از روش‌های مدل‌سازی مورد استفاده قرار گرفته‌اند (گویسان و تویلر[1]، ۲۰۰۵). افزایش کاربرد مدل‌های پراکنش گونه‌ها به قابلیت‌های این مدل‌ها در استفاده از داده‌های سنجش از دور و ترکیب آن‌ها با روش‌های آماری جدید بستگی دارد (گویسان و زیمرمن[2]، ۲۰۰۰).

از جمله روش‌های مورد استفاده در مدل‌سازی پراکنش، می‌توان به مدل‌های رگرسیونی از قبیل مدل‌های خطی عمومی[3]، رگرسیون لوجستیک چندگانه[4] و رگرسیون لوجستیک گوسی[5] اشاره کرد. این

1- Guisan and Thuiller
2- Guisan and Zimmermann
3- Generalized Linear Models
4- Multiple Logistic Regression
5- Gaussian logistic regression

روش‌ها معمولاً برای برآورد دامنه بوم‌شناختی گونه‌های گیاهی و پیش‌بینی منحنی واکنش گونه‌ها نسبت به عوامل محیطی استفاده می‌شود (جانگمن[1] و همکاران، ۱۹۸۷). موقعی که داده‌های پاسخ به‌صورت دوتایی هستند، روش رگرسیونی مناسب، روش رگرسیون لوجستیک است که روابط بین متغیر پاسخ و مجموع خطی متغیرهای پیش‌بینی کننده را با استفاده از یک تابع لوجیت توصیف می‌کند و می‌تواند برای پیش‌بینی حضور یا عدم‌حضور گونه‌های گیاهی مورد استفاده قرار گیرد (هوسمر و لمشاو[2]، ۲۰۰۰؛ گویسان و زیمرمن، ۲۰۰۰). البته در این روش تجربه و تخصص در انتخاب متغیرهای مناسب، جهت دست‌یابی به یک مدل مناسب بسیار مهم است (اوستین و مایر[3]، ۱۹۹۶). زارع چاهوکی (۲۰۰۶) پراکنش گونه‌های گیاهی مراتع پشتکوه استان یزد را با استفاده از روش آنالیز تطابق کانونیک[4] و رگرسیون لجستیک مورد بررسی قرار داد و نتیجه گرفت که مدل‌های پیش‌بینی رویشگاه برای گونه‌هایی که دارای دامنه بوم‌شناختی محدودی هستند، با واقعیت بهتر تطابق دارند. انگلار[5] و همکاران (۲۰۰۴) نیز مدل‌سازی پیش‌بینی توزیع جغرافیایی گونه‌های گیاهی را با روش تحلیل عامل آشیان بوم‌شناختی[6] و مدل‌های خطی تعمیم یافته انجام دادند. متغیرهای محیطی مورد مطالعه شامل شیب، تشعشع خورشید، بارندگی، مجموع روزهای با درجه حرارت بالای سه درجه سانتی‌گراد، کاربری اراضی، خاک و زمین‌شناسی بود. نتایج نشان داد که مدل‌های خطی تعمیم‌یافته در مقایسه با روش تحلیل عامل آشیان بوم‌شناختی، مدل پیش‌بینی با دقّت بالاتری را برای گونه‌های کمیاب ارائه می‌دهد. همچنین وردن[7] و همکاران (۲۰۰۹) با استفاده از روش رگرسیون لوجستیک و مدل‌های ترجیح رویشگاه، نقشه‌های پیش‌بینی را برای جوامع گیاهی در جنوب مغولستان تهیه کردند. آن‌ها برای ارزیابی دقّت پیش‌بینی از آماره سطح زیر منحنی[8] استفاده کردند. در این مطالعه برای نیمی از گونه‌ها، مدل‌های معنی‌دار ساخته شد. از بین متغیرهای محیطی نیز ارتفاع به‌عنوان مهم‌ترین متغیر پیش‌بینی کننده شناخته شد.

1- Jongman
2- Hosmer and Lemeshow
3- Austin and Meyers
4- Canonical Correspondence Analysis
5- Engler
6- Ecological Niche Factor Analysis
7- Wehrden
8- Area under curve

برای تهیه نقشه‌های پیش‌بینی پراکنش گونه‌های گیاهی وجود نقشه متغیرهای محیطی وارد شده به مدل مربوط به هر گونه لازم است. از سوی دیگر به‌دلیل وجود ساختار مکانی در خصوصیات خاک، کاربرد روش‌های آمار مکانی در مدل‌های پیش‌بینی رویشگاه گونه‌های گیاهی ضروری است، زیرا برای تهیه نقشه خصوصیات خاک ضروری است از این روش‌ها استفاده شود (زارع چاهوکی و همکاران، ۲۰۱۰). یکی از روش‌های درون‌یابی با دقّت بالا، درون‌یابی کریجینگ[1] است که بهترین تخمین نااریب و با کمترین مقدار واریانس را فراهم می‌کند. روش درون یابی کریجینگ همراه هر تخمین، مقدار خطای آن را محاسبه می‌کند و با استفاده از آن می‌توان در مواردی که خطا بالا است، برای کاهش خطا، داده‌های بیشتری را اندازه‌گیری کرد (زارع چاهوکی و همکاران، ۲۰۱۰).

یکی دیگر از مسائل مهم در مدل‌سازی پراکنش گونه‌های گیاهی، دقّت طبقه‌بندی مدل یا توانایی مدل در تشخیص حضور یا عدم‌حضور گونه‌های گیاهی است. مطالعات انجام‌شده بیانگر آن است که نتایج روش رگرسیون لوجستیک می‌تواند برای تعیین احتمال عضویت متغیر پاسخ به کلاس‌های مربوط به این متغیر و ارزیابی دقّت طبقه‌بندی مورد استفاده قرار گیرد (میلر و فرانکلین[2]، ۲۰۰۲). دقّت طبقه‌بندی مدل‌های پیش‌بینی، معمولاً از طریق ایجاد یک ماتریس خطا مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. مرحله حد وسط، بین به‌دست آوردن مدل پیش‌بینی و محاسبه ماتریس خطا، انتخاب آستانه بهینه حضور است که معین می‌کند که مقادیر پیش‌بینی شده به‌عنوان حضور یا عدم‌حضور گونه‌ها در نظر گرفته شود (مانل[3] و همکاران، ۱۹۹۹). تعیین آستانه بهینه حضور، تفسیر نتایج مدل‌سازی را نیز تسهیل می‌کند (لیو[4] و همکاران، ۲۰۰۵). یکی از روش‌های مورد استفاده در تعیین آستانه بهینه حضور گونه‌های گیاهی، استفاده از شاخص‌های حساسیّت و اختصاصیّت در سطوح احتمال صفر تا ۰/۹ است (فیلدینگ و بل[5]، ۱۹۹۷؛ فرانکلین[6]، ۱۹۹۸؛ میلر[7]، ۲۰۰۵). بعد از تهیه نقشه‌های احتمال حضور گونه‌ها، می‌توان این نقشه‌ها را با نقشه واقعی پوشش مورد مقایسه قرار داد و با استفاده از شاخص‌های

1- Kriging
2- Miller and Franklin
3- Manel
4- Liu
5- Fielding and Bell
6- Franklin
7- Miller

حساسیّت[1]، اختصاصیّت[2] و صحّت کلی[3]، آستانه بهینه حضور برای هر گونه را مشخص کرد (میلر، ۲۰۰۵). جعفریان جلودار (۲۰۰۸)، با دو روش آنالیز تشخیص و رگرسیون لوجستیک به بررسی عوامل محیطی مؤثر بر پراکنش گونه‌های گیاهی پرداخت و روش رگرسیون لوجستیک را روش مناسب‌تری دانست، وی همچنین آستانه بهینه حضور را برای هر یک از گونه‌های گیاهی مورد بررسی با استفاده از رویکرد ترکیبی حساسیّت و اختصاصیّت تعیین کرد.

با توجه به مطالب ذکر شده، این پژوهش با هدف ارزیابی توانایی روش رگرسیون لوجستیک در شناسایی متغیرهای مهم و تأثیرگذار بر پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه و تهیه نقشه پیش‌بینی حضور و عدم‌حضور گونه‌های مورد بررسی و همچنین تعیین آستانه بهینه حضور برای هر یک از گونه‌های گیاهی انجام شد.

مواد و روش‌ها

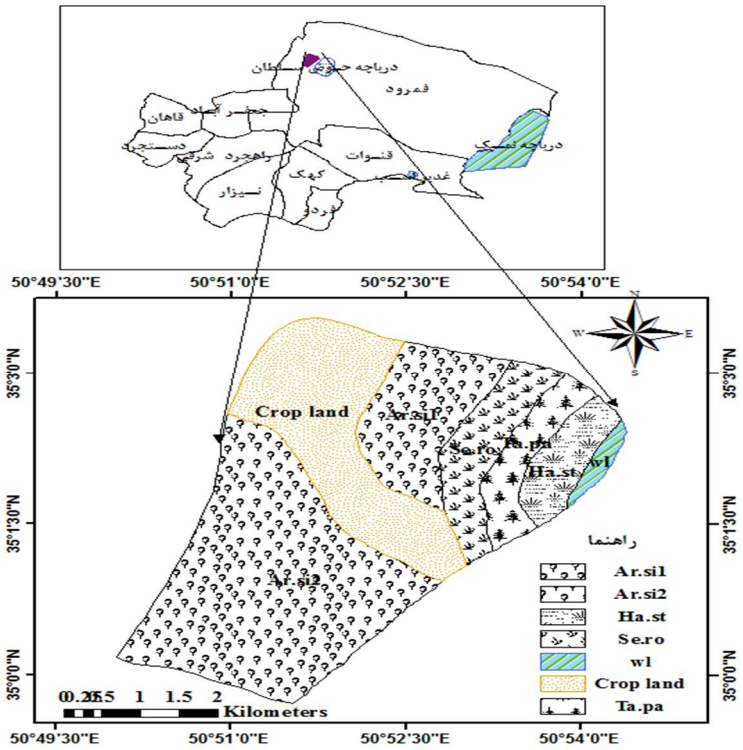
معرفی منطقه مورد مطالعه: منطقه مورد مطالعه در بخش مرکزی استان قم در ۵۰ کیلومتری شهر قم و حدود جغرافیائی۵۰ درجه و ۵۰ دقیقه و ۳۰ ثانیه تا ۵۰ درجه و ٥٤ ثانیه ۳۰ ثانیه طول شرقی و ۳٤ درجه ۵۹ دقیقه ۳۰ ثانیه تا ۳۵ درجه و ۳۰ دقیقه و ۳۵ ثانیه عرض شمالی قرار گرفته است. این منطقه در غرب شهرستان قم با مساحت ۳۰۰۰ هکتار قرار گرفته است. شکل (۱) موقعیت منطقه مورد مطالعه را در استان قم و کشور نشان می‌دهد. منطقه مورد مطالعه عرصه‌ای دشتی است. مرتفع‌ترین نقطه منطقه مورد مطالعه ۱۱۰۰ متر از سطح دریا ارتفاع دارد. پست‌ترین نقطه نیز در دریاچه حوض‌سلطان و با ارتفاع ۷۹٦ متر واقع شده است. علت انتخاب این منطقه، تبعیت تغییرات پوشش گیاهی از شیب تغییرات خاک، وجود نوارهای واضح پوشش و در نهایت امکان تفکیک خوب جوامع گیاهی در منطقه مورد مطالعه بود.

جمع‌آوری اطلاعات: به‌منظور شناخت عوامل محیطی مؤثر در پراکنش گونه‌های گیاهی و ارائه مدل‌های پیش‌بینی پراکنش، عوامل محیطی با استفاده از ابزارهایی از قبیل نقشه مدل رقومی ارتفاع[4] و نقشه زمین‌شناسی، با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰، مطالعات میدانی و آزمایشگاهی کمّی شد. برای انجام مطالعات

1- Sensitivity
2- Specificity
3- Total accuracy
4- DEM

میدانی، نقشه واحدهای نمونه‌برداری از تلفیق نقشه‌های شکل زمین و زمین‌شناسی تهیه شد. نمونه‌برداری با روش تصادفی- سیستماتیک از طریق پلات‌گذاری در امتداد چهار ترانسکت انجام شد. سطح پلات‌های نمونه‌برداری با توجه به نوع گونه‌های گیاهی و تراکم پوشش آن‌ها با استفاده از روش سطح حداقل بین ۲ تا ۲۵ مترمربع تعیین شد (جدول ۱). تعداد نمونه مورد بررسی نیز با توجه به تغییرات پوشش گیاهی و با استفاده از روش آماری ٦۰ پلات تعیین شد. بر این اساس، در هر واحد نمونه‌برداری، با توجّه به شرایط منطقه، به‌طور متوسط ٦۰ پلات در طول چهار ترانسکت ۲۰۰ و ۱۰۰۰ متری، مستقر و نمونه‌برداری انجام شد. فاصله بین ترانسکت‌ها با توجه به شرایط هر رویشگاه متفاوت بود ولی به‌طور متوسط این فاصله ۵۰۰ متر در نظر گرفته شد. در هر پلات نوع و تعداد گونه‌های گیاهی و درصد پوشش آن‌ها ثبت شد. برای نمونه‌برداری از خاک، در امتداد هر ترانسکت دو پروفیل حفر شد. عمق پروفیل‌ها با توجه به عمق مؤثر ریشه‌دوانی گونه‌های مورد مطالعه به‌طور متوسط ۸۰ سانتی‌متر انتخاب شد. از آن‌جا که بیشترین فعالیت ریشهٔ گیاهان مرتعی در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری است (بدناریک[1] و همکاران، ۲۰۰۵)؛ این لایه به‌عنوان عمق اول و لایه ۸۰-۳۰ سانتی‌متری به‌عنوان عمق دوم انتخاب و از این دو عمق نمونه خاک برداشت شد. در تحقیقی عبدالغنی و آمر[2] (۲۰۰۳) عمق نمونه‌برداری از خاک را در منطقه‌ای بیابانی ۵۰ سانتی‌متر انتخاب کردند. از آن‌جا که برای تهیه نقشه خصوصیات خاک لازم است که نمونه‌برداری از خاک طوری انجام شود تا داده‌ها دارای ساختار مکانی مناسب باشد، از این رو علاوه‌بر حفر پروفیل در طول ترانسکت‌ها، در واحدهای نمونه‌برداری تعداد بیشتری پروفیل حفر شد تا بتوان از اطلاعات آن برای تهیه نقشه استفاده کرد (زارع چاهوکی، ۲۰۰٦). در آزمایشگاه خصوصیات خاک شامل سنگریزه، بافت، رطوبت اشباع، رطوبت قابل دسترس، آهک، گچ، ماده آلی، اسیدیته، هدایت الکتریکی و املاح محلول (سدیم، کلسیم، منیزیم، پتاسیم، کلر، کربنات، بی‌کربنات و سولفات) با روش‌های معمول اندازه‌گیری شد.

1- Bednarek
2- Abd El-Ghani and Amer



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان قم.

جدول ۱- سطح پلات نمونه‌برداری مورد استفاده در تیپ‌های گیاهی منطقه مورد مطالعه.

ردیف	تیپ گیاهی	سطح پلات نمونه‌برداری (مترمربع)
۱	*Halocnemum strobilaceum*	٤
۲	*Seidlitzia rosmarinus*	٤
۳	*Tamarix passerinoides*	۲۵
٤	*Artemisia seiberi*	۲

تجزیه و تحلیل داده‌ها: برای تعیین عوامل مؤثر بر پراکنش پوشش گیاهی منطقه و ارائه مدل پیش‌بینی از رگرسیون لوجستیک استفاده شد. از آن‌جا که یکی از پیش‌فرض‌های انجام رگرسیون عدم وجود هم‌خطی بین متغیرهای مستقل است، بنابراین قبل از انجام رگرسیون لوجستیک عدم وجود هم‌خطی

چندگانه بین متغیرها از طریق محاسبه عامل تورم واریانس[1] مورد بررسی قرار گرفت. به‌دلیل این‌که مقدار عامل تورم واریانس برای تمام متغیرها کمتر از ده بود، در نتیجه متغیرهای مستقل دارای هم‌خطی چندگانه نبودند. بعد از تولید مدل‌های پراکنش گونه‌های گیاهی، با استفاده از روش‌های زمین‌آمار و درون‌یابی کریجینگ نقشهٔ عوامل موجود در مدل‌ها تهیه شد. بعد از تهیه نقشه عوامل مورد نظر، با بهره‌گیری از مدل‌های به‌دست آمده و اعمال ضرایب مربوط به هر متغیر بر لایه اطلاعاتی مربوطه در سامانه اطلاعات جغرافیایی، نقشهٔ پیش‌بینی رویشگاه گونه‌های گیاهی تهیه شد. پس از تهیه نقشه پیش‌بینی، آستانه بهینه حضور برای هر یک از گونه‌های گیاهی با توجه به کیفیت مدل حاصل برای هر گونه، با استفاده از رویکرد ترکیبی حساسیّت و اختصاصیّت برابر تعیین شد (میلر، ۲۰۰۵). براساس این روش، در مرحله اول نقشه احتمال حضور در سطوح احتمال ۰/۱، ۰/۲، ۰/۳، ۰/٤، ۰/۵، ۰/٦، ۰/۷، ۰/۸، ۰/۹ و ۱ تهیه شد؛ سپس تطابق این نقشه‌ها با نقشه واقعی با استفاده از نرم‌افزار ادریسی مورد مقایسه قرار گرفت و با استفاده از نسبت‌های حاصل برای هر کدام از پارامترهای مربوط به حساسیّت، اختصاصیّت و صحّت کلی مدل نموداری تهیه شد که بر اساس این نمودار، آستانه بهینه حضور برای هر گونه مشخص شد. بر اساس این نمودار آستانه بهینه، نقطه‌ای است که در آن نقطه، این سه خط همدیگر را قطع می‌کنند (میلر، ۲۰۰۵). بعد از تعیین آستانه بهینه، نقشه حضور و عدم‌حضور گونه‌ها بر اساس این آستانه بهینه طبقه‌بندی شد و میزان تطابق نقشه پیش‌بینی با نقشه واقعی تیپ‌های گیاهی با شاخص کاپا (K) و عناصر ماتریس خطا (مقادیر a، b، c و d) بررسی شد (رابطه ۱).

$$K = \frac{\left(\frac{a+d}{n}\right) - \frac{(a+b)(a+c)+(c+d)(d+b)}{n^2}}{1 - \frac{(a+b)(a+c)+(c+d)(d+b)}{n^2}}$$

رابطه (۱)

شاخص کاپا بهترین و مشهورترین شاخص برای ارزیابی کارایی مدل‌های پیش‌بینی است (منسورد و لیمانز[2]، ۱۹۹۲). از این شاخص در بسیاری از مطالعات مدل‌سازی پیش‌بینی گونه‌های گیاهی برای ارزیابی اعتبار مدل استفاده شده است (لاک[3]، ۲۰۰۳؛ رابرتسون[4] و همکاران، ۲۰۰۳؛ لیو و همکاران، ۲۰۰۵).

1- Variation inflation factors
2- Monserud and Leemans
3- Luck
4- Robertson

نتایج

مدل‌های پیش‌بینی به‌دست آمده برای هر یک از رویشگاه‌های مورد مطالعه، در رابطه‌های دو تا شش آمده است. بررسی معنی‌داری هر یک از این مدل‌ها با ضرایب تشخیص و آزمون هوسمر و لمشاو[1]، بیانگر معنی‌داری این روابط در سطح یک درصد است (جدول ۲). این آماره برای آزمون تطابق تعداد موارد مشاهده‌ای و پیش‌بینی به‌کار می‌رود و بالابودن مقادیر آن نشان‌دهنده تطابق بیشتر است. در جدول‌های ۲ و ۳ علائم اختصاری رابطه‌ها آورده شده است. از آن‌جا که برای ارائه نقشه پیش‌بینی هر رویشگاه لازم است که نقشه هر یک از عوامل موجود در مدل‌ها تهیه شود، از این‌رو برای تهیه نقشه خصوصیات خاک از روش‌های زمین‌آمار استفاده شد. به‌این منظور ابتدا برای هر یک از خصوصیات ساختار مکانی داده‌ها بررسی شد و اجزای تغییرنمای (واریوگرام) آن‌ها تعیین شد (جدول ۳). بعد از تعیین اجزای تغییرنما در نرم‌افزار Arc GIS نسخه ۹، با استفاده از درون‌یابی به روش کریجینگ، نقشه خصوصیات خاک در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ تهیه شد.

$$P(Ha.st) = \frac{Exp(۰/۰۷۸Ec1 - ۱۳/۵۵)}{1+Exp(۰/۰۷۸Ec1 - ۱۳/۵۵)}$$ رابطه (۲)

$$P(Ta.pa) = \frac{Exp(٤/۸۹Gyps2 + ۰/٤۲Aw1 - ۰/۳۱Clay1 + ۳/۵۷)}{1+Exp((٤/۸۹Gyps2 + ۰/٤۲Aw1 - ۰/۳۱Clay1 + ۳/۵۷)}$$ رابطه (۳)

$$P(Se.ro) = \frac{Exp(-۰/٦٤\ Silt1 + ۱۸/۲۳\ pH2 - ۱٤۲/٦٤)}{1+Exp(-۰/٦٤\ Silt1 + ۱۸/۲۳\ pH2 - ۱٤۲/٦٤)}$$ رابطه (٤)

$$P(Ar.si1) = \frac{Exp(۰/۰۵۵\ Gravel1 + ۰/۳۲Lime1 - ۲/۰۳)}{1+Exp(۰/۰۵۵\ Gravel1 + ۰/۳۲Lime1 - ۲/۰۳)}$$ رابطه (۵)

$$P(Ar.si2) = \frac{Exp(۱/۳۱Lime1 - ۰/۳٦Silt1 + ۸/۸\ pH2 - ۸۱/۷۰)}{1+Exp(۱/۳۱Lime1 - ۰/۳٦Silt1 + ۸/۸\ pH2 - ۸۱/۷۰)}$$ رابطه (٦)

1- Hosmer and Lemshow

جدول ۲- آماره‌های مربوط به رگرسیون لوجستیک برای پیش‌بینی حضور گونه‌های گیاهی.

رویشگاه		R^2	مقدار HL
Halocnemum strobilaceum	*(Ha.st)*	۰/۸٤	۱
Tamarix passerinoides	*(Ta.pa)*	۰/۷۲۷	۰/۸۹
Seidlitzia rosmarinus	*(Se.ro)*	۰/۸۱۵	۰/۹۹
Artemisia sieberi1	*($Ar.si_1$*)*	۰/۷۷۱	۰/۹۷
Artemisia sieberi2	*($Ar.si_2$)*	۰/۷۵٦	۰/۹۹

* کدهای ۱ و ۲ نشان دهنده دو تیپ گیاهی جدا از هم است که از نظر تراکم و درصد پوشش گونه *Artemisia sieberi* با هم متفاوت هستند. رویشگاه شماره ۲ گونه درمنه دارای تراکم بیشتری است.

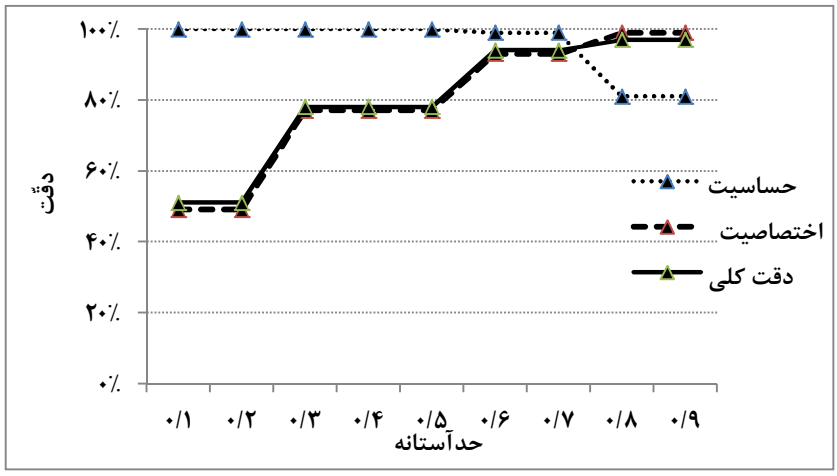
جدول ۳- اجزای مربوط به تغییر نمای (واریوگرام) خصوصیات خاک انتخاب شده برای تولید نقشه.

ردیف	خصوصیت	مدل تغییر نما	اثر قطعه‌ای (Co)	آستانه (Co+C)	شعاع تأثیر (متر)	فاصله گام (متر)	ضریب تبیین R^2
۱	هدایت الکتریکی[1*] (EC_1)	کروی	۱۰	۷۲۸۳	۳۵۵۰	۷۰۰	۰/۹۰۲
۲	گچ[2] ($gyps_2$)	کروی	۰/۰۱	۵/۱۲	۲۷۱۰	۷۰۰	۰/۸۱٤
۳	رطوبت قابل دسترس[1] (AW_1)	کروی	۰/۱	۸۵/۱۸	۲۳۱۰	۷۰۰	۰/۹۸۱
٤	رس[1] ($clay_1$)	کروی	۸۷/۷	۱۹۷/٦	۲۰٤۳	۷۰۰	۰/۹۷۳
۵	رس[2] ($clay_2$)	نمایی	۱۰٤	۲۹٤	۱۹۳۵	٦۹۹/۹۹	۰/۹۵٤
٦	سیلت[1] (silt1)	کروی	۵/۷	۷٦/۵٦	۱۵۲۸	۷۰۰	۰/۹۲۱
۷	اسیدیته[2] (pH_2)	کروی	۰/۰۰۰۱	۰/۲٦۰۲۰	۱۹۷۹	۷۰۰	۰/۷۳۲
۸	سنگریزه[1] ($gravel_1$)	کروی	۱	۵۲۵/۹۰	۲٦٤۰	۷۰۰	۰/۷۷۲
۹	آهک[1] ($lime_1$)	نمایی	۱/۲۰	۷/۵۹۵	۲٤۵٤	۷۰۰	۰/۹۲۲
۱۲	سیلت[2] (silt2))	کروی	٦/٤۰	۵۰/٤۸	٤٦٤۰	۷۰۰	۰/٦۰۸
۱۳	آهک[2] (lime2)	کروی	۰/۰۱	۱۰/٦۳	۷۲۰۰	۷۰۰	۰/۸۸۱

* کد ۱ نشان‌دهنده عمق اول (۳۰-۰ سانتی‌متری) و کد ۲ نشان دهنده عمق دوم (۸۰-۳۰ سانتی‌متری) خاک است.

بعد از تهیه نقشه عوامل و اعمال ضرایب مربوط به هر متغیر در لایه مربوط در محیط GIS، نقشه پیش‌بینی برای هر یک از رویشگاه‌ها تهیه شد. برای طبقه‌بندی این نقشه‌ها، آستانه بهینه حضور برای هر گونه تعیین شد که یک نمونه از آن در شکل (۲) آمده است. بعد از تعیین آستانه بهینه حضور، نقشه طبقه‌بندی شده حضور و عدم‌حضور هر گونه تهیه شد (شکل ۳). در شکل مذکور علاوه‌بر نقشه

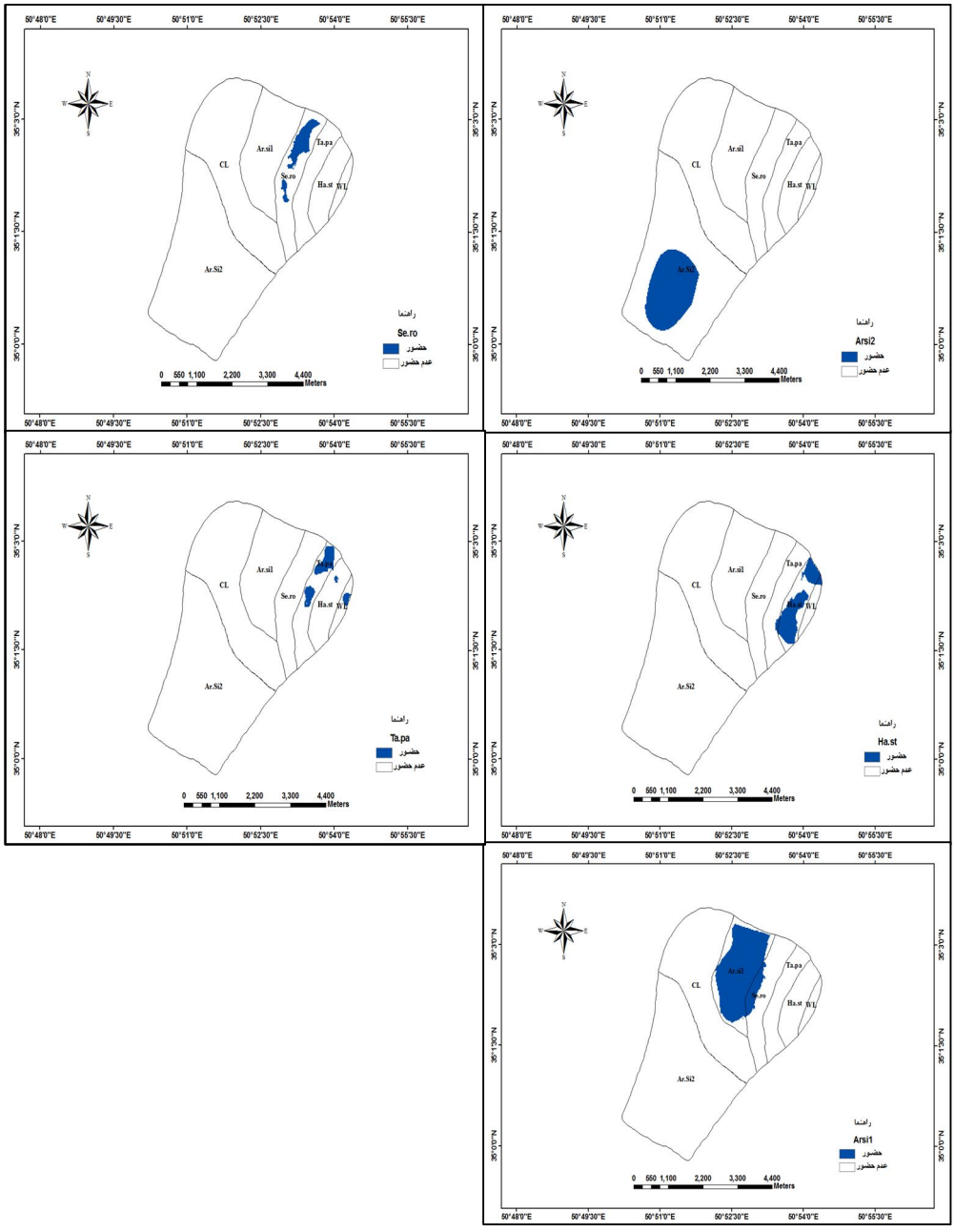
پیش‌بینی، نقشه واقعی پوشش گیاهی نیز برای مقایسه وجود دارد. میزان تطابق نقشه‌های پیش‌بینی با نقشه واقعی، از طریق ضریب کاپا مورد ارزیابی قرار گرفت. با توجه به نتایج میزان تطابق نقشه پیش‌بینی با واقعی در رویشگاه‌های مختلف از ضعیف تا خیلی‌خوب نوسان دارد. نتایج حاصل از مقایسه نقشه‌های پیش‌بینی به‌دست آمده با نقشه‌های واقعی پوشش نشان می‌دهد که میزان تطابق نقشه‌های پیش‌بینی حاصل با نقشه واقعی برای رویشگاه *Halocnemum Strobilaceum*، خیلی‌خوب و برای رویشگاه‌های *Tamarix passerinoides*، *Artemisia sieberi*$_1$، خوب است اما در مورد رویشگاه *Seidlitzia rosmarinus* و *Artemisia sieberi*$_2$ دقّت نقشه حاصل از مدل رگرسیونی ایجاد شده پایین بوده و میزان تطابق آن با نقشه واقعی ضعیف برآورد شد (جدول ٤).



شکل ۲- نمودار حساسیّت، اختصاصیّت و دقّت کلی در احتمالات مختلف برای گونه *Artemisia sieberi*$_1$

جدول ٤- تعیین آستانه بهینه حضور و توافق بین مقادیر پیش‌بینی و واقعی برای نقشه‌های پیش‌بینی با استفاده از ضریب کاپا.

ردیف	تیپ گیاهی	آستانه بهینه حضور	ضریب کاپا	توافق بین مقادیر پیش‌بینی و واقعی
۱	*Halocnemum strobilaceum*	۰/۳	۰/۷۲	خیلی‌خوب
۲	*Tamarix passerinoides*	۰/۳	۰/۵۵	خوب
۳	*Seidlitzia rosmarinus*	۰/۳	۰/۳٤	ضعیف
٤	*Artemisia sieberi*$_1$	۰/۷	۰/٦۷	خوب
۵	*Artemisia sieberi*$_2$	۰/۲	۰/۳۷	ضعیف



شکل ۳- نقشه پیش‌بینی و واقعی رویشگاه گونه‌های مورد مطالعه (نقشه رنگی، مربوط به نقشه پیش‌بینی است).

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج به‌دست آمده از مقایسه نقشه‌های پیش‌بینی به‌دست آمده با نقشه‌های واقعی پوشش نشان می‌دهد که میزان تطابق نقشه‌های پیش‌بینی حاصل با نقشه واقعی در رویشگاه‌های مختلف از سطح ضعیف (ضریب کاپای ۰/۳٤) تا خیلی‌خوب (ضریب کاپای ۰/۷۲) نوسان دارد. این نتایج بیانگر متفاوت بودن کیفیت مدل‌های پیش‌بینی مربوط به هر گونه است. با توجه به عوامل وارده شده به مدل‌های رگرسیون لوجستیک، می‌توان نتیجه گرفت که عوامل هدایت الکتریکی، بافت، گچ، آب در دسترس، میزان سنگریزه و اسیدیته خاک بیشترین نقش را در توجیه تغییرات پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه بر عهده دارند.

بر اساس نتایج به‌دست آمده در جدول (٤) برای گونه‌های *Halocnemum Strobilaceum* و *Artemisia sieberi*$_1$ می‌توان بیان داشت که مدل‌های حاصل برای این گونه‌ها، توانسته به‌خوبی عوامل مهم و تأثیرگذار در پراکنش این‌گونه‌ها را شناسایی کند. همچنین لایه‌های مربوط به متغیرهای وارد شده به مدل برای این دو گونه دارای دقّت بالایی بوده و این امر منجربه انجام پیش‌بینی با دقّت بالایی شده است. بر اساس مدل رگرسیون لوجستیک حاصل برای رویشگاه *Artemisia sieberi*$_1$ متغیرهای سنگریزه و آهک خاک در مدل پیش‌بینی مربوطه وارد شده‌اند و بیشترین نقش را در حضور این‌گونه دارند، البته برای رویشگاه *Artemisia sieberi*$_2$ نیز علاوه‌بر متغیر آهک، متغیرهای میزان سیلت عمق اول و اسیدیته عمق دوم هم دارای تأثیر معنی‌داری در پراکنش رویشگاه این‌گونه است و در مدل پیش‌بینی مربوط به‌این گونه وارد شده است. بر اساس این یافته‌ها می‌توان بیان داشت با کاهش میزان شوری و افزایش آهک و همچنین افزایش میزان سنگریزه احتمال حضور گونه *Artemisia sieberi*$_1$ افزایش می‌یابد. آهک می‌تواند بر قابلیت جذب مواد غذایی از قبیل فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم تأثیر بگذارد (لی و مک دونالد[1]، ۱۹۷۷) و باعث افزایش اسیدیته خاک شود (سورن اسریویچایی[2] و همکاران، ۱۹۸٤). مطالعات مختلفی تأثیر افزایش میزان شوری و همچنین میزان آهک در حضور گونه *Artemisia sieberi* را مورد تأکید قرار داده‌اند (زارع چاهوکی، ۲۰۰٦؛ عبدالهی و همکاران، ۲۰۰٦ و حسینی و همکاران، ۲۰۱۳). این مطالعات یافته این پژوهش را مورد تأیید قرار می‌دهد.

1- Lee and MacDonald
2- Sorn-srivichai

نتایج مربوط به رویشگاه گونه *Halocnemum strobilaceum* نیز نشان می‌دهد که احتمال رخداد این‌گونه با میزان هدایت الکتریکی عمق اول خاک رابطه قوی دارد و بر اساس نتایج، این عامل به‌عنوان مهم‌ترین عاملی که در تناسب رویشگاه این گونه نقش دارد، شناخته شده است. شوری خاک به‌عنوان یکی از عوامل مهم و تأثیرگذار در پراکنش گیاهان و ترکیب گیاهی در مناطق خشک به‌شمار می‌رود (آلن و مکینتاش[1]، ۱۹۹۷). مطالعات حسینی و همکاران (۲۰۱۱) در مورد اوت اکولوژی گونه ذکر شده، نشان داد که این‌گونه گیاهی در خاک‌های شور و قلیایی و خاک‌هایی با بافت متوسط تا سنگین مشاهده می‌شود و قادر است گستره وسیعی از شوری (۷/۱ تا ۱٤۷ دسی‌زیمنس بر متر) را تحمل کند. علاوه‌بر این جعفری و همکاران (۲۰۰۳) و آذرنیوند و همکاران (۲۰۱۰) نیز این‌گونه را به‌عنوان مقاوم‌ترین گونه به شوری معرفی کرده‌اند. در تأیید یافته این پژوهش خلاصی و همکاران (۲۰۱۱) نیز عامل هدایت الکتریکی بالا را به‌عنوان معرف رویشگاه گونه *Halocnemum strobilaceum* معرفی کردند. این یافته‌ها نیز با نتایج این پژوهش همخوانی دارند.

براساس مدل‌های رگرسیونی حاصل، در رویشگاه گونه *Seidlitzia rosmarinus* نیز دو عامل سیلت خاک و میزان اسیدیته خاک به‌عنوان متغیرهای دارای بیشترین تأثیر شناخته شدند. مقدار سیلت خاک به‌عنوان یکی از عوامل تأثیرگذار بر بافت خاک تأثیر قابل توجّهی در وقوع این‌گونه دارد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که با افزایش میزان سیلت شایستگی رویشگاه برای این‌گونه کاهش می‌یابد، اما افزایش اسیدیته باعث افزایش احتمال حضور گونه مذکور شده است. میزان زیاد اسیدیته خاک در نواحی خشک و شور معمولاً به‌دلیل تجمع کربنات‌سدیم، بی‌کربنات‌سدیم و هیدروکسیدسدیم است (جعفریان و همکاران، ۲۰۰۹). ریحان و امیراصلانی (۲۰۰٦) نیز گزارش کردند که در بسیاری از مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران خصوصیات خاک مانند اسیدیته و شوری نقش مهمی را در تغییرات پوشش گیاهی ایفا می‌کنند که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد. همچنین هادی (۲۰۰۹) گزارش می‌کند که مقادیر بالای اسیدیته خاک و همچنین آهک باعث تحریک رشد این گیاه می‌شود، تأثیر اسیدیته در پراکنش جوامع گیاهی توسط ویرتانن[2] و همکاران (۲۰۰٦)؛ نقی‌نژاد و همکاران (۲۰۰۸) هم گزارش شده است.

1- Allen and Mcintosh
2- Virtanen

مدل پیش‌بینی حاصل برای گونه *Tamarix passerinoides* نیز بیانگر همبستگی رخداد این رویشگاه با میزان گچ، رطوبت در دسترس و همچنین میزان رس است. رابطه این عوامل با وقوع این رویشگاه به گونه‌ای است که با افزایش این متغیرها تناسب رویشگاه برای این‌گونه و در نتیجه احتمال حضور آن افزایش می‌یابد. براسی و برانی[1] (۲۰۱۲) در صحاری لیبی گونه‌های *Tamarix* را جز گونه‌های نمک‌دوست معرفی کردند که در مناطقی که میزان آب در دسترس گیاه به‌دلیل زهکشی ضعیف و نفوذپذیری کم، زیاد است، استقرار می‌یابد که این یافته‌ها با نتایج این پژوهش همخوانی دارد. همچنین تأثیر بافت خاک بر پراکنش جوامع گیاهی در مطالعات متعددی از جمله منیر[2] و همکاران (۲۰۰۳) و باروش[3] (۲۰۰۵) مورد تأکید قرار گرفته است.

نتایج به‌دست آمده از این پژوهش گویای این نکته است که برخی از گونه‌های مورد بررسی در این پژوهش آشیان بوم‌شناختی محدودی داشته و متغیرهای محیطی محدودی معرف رویشگاه آن‌ها است، برای مثال در این مطالعه شوری بالای خاک، معرف رویشگاه *Halocnemum Strobilaceum*، افزایش اسیدیته و کاهش میزان سیلت خاک معرف رویشگاه *Seidlitzia rosmarinus* و افزایش آهک و سنگریزه خاک معرف رویشگاه *Artemisia sieberi*$_1$ است. بر اساس نتایج این پژوهش می‌توان بیان داشت که روش رگرسیون لوجستیک قادر است پراکنش رویشگاه گونه‌هایی مانند *Halocnemum Strobilaceum* که دامنه بوم‌شناختی محدودی دارند را بهتر از گونه‌هایی با دامنه بوم‌شناختی گسترده مانند *Artemisia sieberi* پیش‌بینی کند. این موضوع با مطالعات انجام شده توسط گویسان و همکاران (۱۹۹۹) و زارع چاهوکی (۲۰۰۶) که از دو روش CCA و رگرسیون لجستیک برای مدل‌سازی پیش‌بینی رویشگاه گونه‌های گیاهی استفاده کردند، همخوانی دارد.

روش رگرسیون لوجستیک به‌عنوان یکی از روش‌های رایج در مدل‌سازی پراکنش گونه‌های گیاهی دارای ویژگی‌های منحصر به‌فردی است که این روش را برای مدل‌سازی پراکنش گونه‌ها مناسب می‌سازد. در این روش متغیرهای غیرمعنادار با روش گام‌به‌گام از مدل حذف می‌شوند. علاوه‌بر این در این روش همانند ضریب همبستگی در رگرسیون خطی، ضرایبی وجود دارد که مقدار این ضرایب می‌تواند بر خلاف رگرسیون خطی به‌نسبت کم باشد، اما این امر ارزش مدل را در رگرسیون لجستیک

1- El-Barasi and Barrani
2- Monier
3- Baruch

کم نمی‌کند (چائو[1] و همکاران، ۲۰۰٤). از طرف دیگر از آن‌جا که شکل تابع مربوط به رگرسیون لوجستیک، به‌صورت منحنی سیگموئیدی است؛ با توجه به غیرخطی بودن رابطهٔ بین گونه‌ها با عوامل محیطی، استفاده از این مدل برای این نوع پژوهش مناسب است. از برتری‌های دیگر روش رگرسیون لوجستیک هم می‌توان به این موارد اشاره کرد که این روش در مقایسه با سایر روش‌های رگرسیونی فرضیه‌های کمتری نیاز دارد و ضرایب مدل را با درست‌نمایی حداکثر[2] به‌دست می‌آورد و نیازمند وجود توزیع نرمال بین متغیرها نیست (آسپینال[3]، ۲۰۰۲؛ چائو و همکاران، ۲۰۰٤، زارع چاهوکی و همکاران، ۲۰۱۲).

بر اساس نتایج حاصل می‌توان گفت که روش رگرسیون لوجستیک روشی مناسب در مدل‌سازی پراکنش پوشش گیاهی است که با بهره‌گیری از این روش، می‌توان با دقّت بالایی آشیان بوم‌شناختی ویژه هر گونه را برآورد کرد (گویسان و همکاران، ۱۹۹۹). همچنین از آن‌جا که دقّت مدل‌های حاصل برای رویشگاه‌های مختلف با هم فرق دارد و مدل‌های پیش‌بینی برای هر یک از رویشگاه‌ها دارای توانایی متفاوتی در تشخیص مناطق حضور و عدم‌حضور گونه‌ها هستند لازم است که آستانه بهینه حضور برای هر یک از گونه‌های گیاهی با توجه به هدف انجام هر مطالعه و کیفیت مدل حاصل برای آن‌گونه تعیین شود. لازم به ذکر است که تعیین آستانه بهینه حضور گونه‌های گیاهی می‌تواند دقّت نقشه‌های پیش‌بینی حاصل از این مدل‌ها و در نتیجه اعتبار نتایج حاصل را افزایش دهد و کمک می‌کند تا نتایج به‌دست آمده راحت‌تر مورد تفسیر قرار گیرند. علاوه‌بر این نکات، در این روش جهت دست‌یابی به یک مدل مناسب، تجربه و تخصّص در انتخاب متغیرها بسیار مهم است (اوستین و مایر، ۱۹۹٦). همچنین در این روش این امکان هم وجود دارد تا با ارزیابی خطای پیش‌بینی مدل‌های حاصل، کیفیت پایین مدل‌های پیش‌بینی را از طریق اضافه کردن متغیرهای پیش‌بینی کننده بهبود بخشید (هانس‌پچ[4] و همکاران، ۲۰۱۰). با توجه به نکات ذکر شده می‌توان گفت که که در بررسی عملکرد مدل‌های پیش‌بینی پراکنش گونه‌ها، دانش بوم‌شناختی و مهارت‌های آماری تحلیل‌گر نسبت به روش مورد استفاده، از اهمیّت بیشتری برخوردار هستند (اوستین و همکاران، ۲۰۰٦).

1- Chao
2- Maximum likelihood
3- Aspinall
4- Hanspach

بعد از شناخت کامل از نیازهای بوم‌شناختی گونه‌ها با استفاده از مدل‌های به‌دست آمده، می‌توان برای انجام فعالیّت‌های اصلاحی در مراتع، گونه مناسب و سازگار با شرایط هر منطقه را برای انجام فعالیت‌های اصلاحی پیشنهاد نمود. همچنین با تعیین آستانه بهینه حضور بر اساس هدف هر مطالعه و کیفیت مدل‌های پیش‌بینی می‌توان اعتبار نتایج به‌دست آمده و در نتیجه امکان موفقیّت طرح‌های اصلاحی را در مراتع افزایش داد. علاوه‌بر این موارد با درک کیفیت مدل‌ها در صورتی‌که دقّت مدل‌های پیش‌بینی برای یک گونه یا یک جامعه گیاهی ویژه پایین است، می‌توان در تجزیه و تحلیل‌های مدیریتی و انجام اقدامات اصلاحی و حفاظتی به آن گروه وزن کمتری داد (هانس پچ و همکاران، ۲۰۱۰) و به‌این صورت، این نقیصه را نیز بر طرف کرد.

منابع

1.Abd El-Ghani, M.M., and Amer, W.M. 2003. Soil–vegetation relationships in a coastal desert plain of southern Sinai, Egypt. Journal of Arid Environments, 55: 607-628.

2.Abdollahi, J., Arzani, H., Baghestani Maybodi, N., and Askarshahi, F.S.M. 2006. Rainfall and ground water table changes influencing the *Seidlitzia rosmarinus* growth and development at the Chah-Afzal Ardakan. Iranian Journal of Range and Desert Research, 13(2): 74-81. (In Persian)

3.Allen, R.B., and Mcintosh, P.D. 1997. The distribution of plants in relation to pH and salinity on inland". New Zealand Journal of Botany, 35: 517-523.

4.Aspinall. J.R. 2002. Use of logistic regression for validation of maps of the spatial distribution of vegetation species derived from high spatial resolution hyper spectral remotely sensed data. Ecological Modeling, 157: 301-312.

5.Austin, M., and Meyers, J. 1996. Current approaches to modeling the environmental niche of eucalypts: implication for management of forest biodiversity, Forest Ecology and Management, 85: 95-106.

6.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. Ecological Modeling, 199(2): 197-216.

7.Azarnivand, H., Joneidi Jafari, H., Nikoo, Sh., Zare Chahouki, M.A., and Malekian, A. 2010. Study of effective ecological factors on distribution of vegetation types (Case study: Southern margin of Haj Aligholi Kavir, Damghan). Desert Journal, 15: 1-4.

8.Baruch, Z. 2005. Vegetation-environment relationship and classification of the seasonal savannas in Venezuela. Flora, 200: 49-64.

9.Bednarek, R., Dziadowiec, H., Pokojska, U., and Prusinkiewicz, Z. 2005. Badania ekologiczno-gleboznawcze (Soil–Ecological Research). PWN, Warszawa. 105p.
10.Chao, K.T., Tang, Y.F., and Wong, R.H.C. 2004. GIS Based Rock Fall Hazard Map for Hong Kong. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, 41: 846-851.
11.El-Barasi, Y.M., and Barrani, M.W. 2012. Factors affecting natural vegetation on EL-Harouge mountain, Central part of Libyan desert (Sahara). Bocconea, 24: 199-211.
12.Engler, R., Guisan, A., and Rechsteiner, L. 2004. An improved approach for predicting the distribution of rare and endangered species from occurrence and pseudo-absence data. Journal of Applied Ecology, 41: 263-274.
13.Franklin, J. 1998. Predicting the distributions of shrub species in California chaparral and coastal sage communities from climate and terrain-derived variables. Journal of Vegetation Science, 95: 733-748.
14.Fielding, A.H., and Bell, J.F. 1997. A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models. Environmental Conservation, 24: 38-49.
15.Guisan, A., and Thuiller, W. 2005. Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. Ecology Letters, 8: 993-1009.
16.Guisan, A., and Zimmermann, N. 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. Ecological modeling, 135: 147-186.
17.Hadi, M.R. 2009. Biotechnological potentials of *Seidlitzia rosmarinus*: A mini review. African Journal of Biotechnology, 8(11): 2429-2431.
18.Hanspach, J., Kuhn, L., Pompe, S., and Klotz, S. 2010. Predictive performance of plant species distribution models depends on species traits. Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics, 12(3): 219-225.
19.Hosmer, D.W., and Lemeshow, S. 2000. Applied Logistic Regression. Wiley, New York. 307p.
20.Hosseini, S., and Shahmorady, B.A. 2011. Auto Ecology of *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M. Bieb. In saline and alkaline ranges of Golestan Province. Journal of Plant Sciences, 22: 18-30. (In Persian)
21.Hosseini, S.Z., Kappas, M., Zare Chahouki, M.A., Gerold, G., Erasmi, S., and Rafiei Emam, A. 2013. Modeling potential habitats for *Artemisia sieberi* and *Artemisia aucheri* in Poshtkouh area, central Iran using the maximum entropy model and geostatistics. Ecological Informatics, 18: 61-68.
22.Jafari, M., Zare Chahouki, M.A., Tavili, A., and Azarnivand, H. 2003. Soil-Vegetation Relationships in Hoz-e-Soltan Region of Qom Province. Iran. Pakistan Journal of Nutrition, 2(6): 329-334. (In Persian)

23. Jafarian, J.Z. 2008. Spatial modeling of rangeland vegetation using ecological parameters and satellite data, Ph.D. thesis, Department of Natural Resources, Tehran University. 212p.
24. Jafarian, Z., Arzani, H., Jafari, M., Kalarestaghi, Zahedi, A.Gh., and Azarnivand. H. 2009. Spatial distribution of soil properties using geostatistical methods in Rineh Rangelands. Journal of Iranian Rangeland, 3(1): 107-120. (In Persian)
25. Jongman, R.H.G., Ter Break, C.J.F., and Van Tongeren, O.F.R. 1987. Data analysis in community and landscape ecology. Cambridge University Press, Wageningen. 299p.
26. Khalasi Ahwazi, L., Zare Chahouki, M.A., Azarnivand, H., and Soltani gard faramarzi, M. 2011. Desirable habitat modeling of *Eurotia ceratoides* (L.) CAM Using ecological niche factor analysis (ENFA) in in North East Semnan ranges. Journal of Range Management, 4(2): 373-362. (In Persian)
27. Lee, C.R., and Mac Donald, M.L. 1977. Influence of soil amendments on potato growth, mineral nutrition, and tuber yield and quality on very strongly acid soils. Soil Science Society of America Journal, 41: 573-577.
28. Liu, C., Berry, P.M., Dawson, T.P., and Pearson, R.G. 2005. Selecting thresholds of occurrence in the prediction of species distributions. Echography, 28: 385-393.
29. Luck, G.W. 2002. The habitat requirements of the rufous treecreeper (Climacteris rufa) Validating predictive habitat models. Biological Conservation, 105: 395-403.
30. Manel, S., Dias, J.M., and Ormerod, S.J. 1999. Comparing discriminant analysis, neural networks and logistic regression for predicting species distributions: a case study with a Himalayan river bird. Ecological Modeling, 120: 337-347.
31. Miller, J. and Franklin, J. 2002. Modeling the Distribution of Four Vegetation Alliance Using Generalized Linear Models and Classification Trees with Spatial Dependence. Ecological Modeling, 157: 227-247.
32. Miller, J. 2005. Incorporating spatial dependence in predictive vegetation models: residual interpolation methods. Prof. Geography, 57: 169-184.
33. Monier, M., Ghani, A.E., and Marei, A.H. 2006. Vegetation associates of the endangered Randonia africana and its soil characteristics in an arid desert ecosystem of western Egypt. Acta Botanica Croatica, 65(1): 83-99.
34. Monserud, R.A., and Leemans. R. 1992. Comparing global vegetation maps with the Kappa statistic. Ecological Modeling, 62: 275-293.
35. Naqhinezhad, A.R., Hamzeh, B., and Attar, F. 2008. Vegetation– environment relationships in the alder wood communities of Caspian lowlands, N. Iran (toward an ecological classification). Flora, 203: 567-577.

36. Reyhan, M.K., and Amiraslani, F. 2006. Studying the relationship Between Vegetation and Physical-Chemical Properties of Soil, Case Study: Tabas Region, Iran. Pakistan Journal of Nutrition, 5(2): 169-171.
37. Robertson M.P., Peter, C.I., Villet, M.H., and Ripley, B.S. 2003. Comparing models for predicting species' potential distributions: a case study using correlative and mechanistic predictive modeling techniques. Ecological Modelling, 164: 153-167.
38. Sorn-srivichai, Tillman, P., Syers, R.W., and Cornforth I.S. 1984. The effect of soil pH on Olsen bicarbonate phosphate values. Journal of the Science of Food and Agriculture, 35: 257-264.
39. Virtanen, R., Oksanen, J., Oksanen, L., and Razzhivin, V.Y. (2006). Broad-scale vegetation- environment relationships in Eurasian high-latitude areas. Journal of Vegetation Science, 17(4): 519-528.
40. Wehrden, H.V., Zimmermann, H., Hanspach, J., Ronnenberg, K., and Wesche, K. 2009. Predictive Mapping of Plant Species and Communities Using GIS and Landsat Data in a Southern Mongolian Mountain Range. Folia Geobotanica, 44: 211-225.
41. Zare Chahouki, M.A. 2006. Modeling of Distribution of Plant Species in Arid and Semi-Arid Rangeland (Case Study: Poshtkouh Rangeland of Yazd Province), Ph.D. Thesis of Natural Recourses Faculty of Tehran University. 180p. (In Persian)
42. Zare Chahouki, M.A., Zare Ernani, M., Zare Chahouki, A., and Khalasi Ahvazi, L. 2010. Application of spatial statistical methods in predictive models of plant species habitat. Arid Biome Scientific and Research Journal, 1(1): 13-24. (In Persian)
43. Zare Chahouki, M.A., Khalsi Ahvazi, L., and Azarnivand, H. 2012. Comparison of three modeling approaches for predicting plant species distribution in mountainous scrub vegetation (Semnan Rangelands Iran. Polish Journal of Ecology, 60(2): 277-289.
44. Zare Chahouki, M.A., and Khalasi Ahvazi, L. 2012. Predicting potential distributions of Zygophyllum eurypterum by three modeling techniques (ENFA, ANN and logistic) in North East of Semnan, Iran. Range Management and Agroforestry, 33(2): 123-128.