Archive of SID

دوماهنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران
جلد ۳۱، شماره ۶، صفحه ۹۸۷-۹۷۷ (۱۳۹۴)

مدل‌سازی رویشگاه بالقوه گونه گیاهی کما (*Ferula ovina* Boiss.) با استفاده از مدل ژنتیک الگوریتم در فریدون‌شهر استان اصفهان

راضیه شهسوارزاده[1*]، مصطفی ترکش[2]، زهرا رحمتی[3] و مهسا قاضی مرادی[3]

۱*- نویسنده مسئول، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران
پست الکترونیک: shahsavar.66@gmail.com

۲- استادیار، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران

۳- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، رشته مرتع‌داری، دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۹۲ تاریخ اصلاح نهایی: تیر ۱۳۹۳ تاریخ پذیرش: مهر ۱۳۹۳

چکیده

به‌دلیل عدم کفایت اطلاعات در مورد پراکنش گونه‌های گیاهی و جانوری، استفاده از مدل‌سازی برای پیش‌بینی پراکنش گونه‌ها در سال‌های اخیر افزایش یافته است. به این منظور طیف گسترده‌ای از تکنیک‌های مدل‌سازی ابداع شده‌است. در پژوهش حاضر با استفاده از عوامل محیطی و داده‌های رخداد گونه کما (*Ferula ovina* Boiss.) و با بکارگیری مدل ژنتیک الگوریتم نقشه پراکنش این گونه تهیه شد. داده‌های رخداد گونه (۱۳۷ سایت) با استفاده از روش تصادفی طبقه‌بندی شده انتخاب گردید و کلیه لایه‌های محیطی اعم از لایه‌های فیزیوگرافی (شیب، جهت و ارتفاع مستخرج از نقشه رقومی ارتفاع)، لایه‌های محیطی خاک و لایه‌های اقلیمی با اندازه پیکسل ۷۰×۷۰ متر از روشهای میان‌یابی در محیط نرم‌افزار Arc GIS تهیه شد. کلیه اطلاعات حاصل به‌وسیله نرم‌افزار Desktop Garp مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و نقشه پراکنش گونه کما تولید گردید. ارزیابی مدل با استفاده از شاخص سطح زیر منحنی ROC (۰/۷۶۶) بیانگر عملکرد خوب مدل می‌باشد. همچنین براساس نتایج حاصل از تحلیل حساسیت، دو فاکتور میزان سیلت و ارتفاع، مهمترین پارامترهای تأثیرگذار بر پراکنش گونه کما تعیین شد. از مدل مذکور می‌توان در تفسیر روابط گونه و محیط، تعیین مکان‌های با قابلیت بالای حفاظتی و همچنین تعیین مکان‌های مناسب برای احیای گونه کما و بررسی سناریوهای تغییر اقلیم و مدیریت استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: GARP، مدل‌سازی، کما (*Ferula ovina* Boiss.)، پراکنش گونه، فریدون شهر.

مقدمه

مدل‌سازی پراکنش گونه‌ای (Species Distribution Modeling)، متداول‌ترین روش برای تعیین دامنه و قلمرو پراکنش جغرافیایی بالقوه گونه‌های گیاهی و جانوری است که به‌منظور مشخص کردن شرایط محیطی مناسب و نشان دادن عکس‌العمل گونه‌ها به شرایط محیطی استفاده می‌شود (Pearson, 2007). این موضوع که یک گونه گیاهی در چه مناطقی حضور دارد (آشیان اکولوژیک واقعی) و در چه مناطقی می‌تواند حضور داشته باشد (آشیان اکولوژیک بالقوه) دو سئوال اساسی در طرح‌ریزی فعالیت‌های حفاظتی و

www.SID.ir

Archive of SID

مدیریتی منابع طبیعی می‌باشد (Soberón & Peterson, 2005). نحوه پراکنش گونه‌ها بیان‌کننده پیچیدگی روابط اکولوژیک و تاریخچه تکاملی گونه‌هاست. البته نقشه‌های واقعی پراکنش گونه‌های گیاهی بندرت در دسترس هستند، زیرا تهیه این نقشه‌ها مستلزم هزینه و کار زیاد میدانی می‌باشد، در نتیجه تکنیک‌های مدل‌سازی برای پیش‌بینی پراکنش جغرافیایی گونه‌ها، توجه زیادی را به خود جلب کرده‌است (Tsoar *et al.*, 2007؛ Li & Hilbert, 2008). در اکولوژی گیاهی از مدل‌های آماری برای بیان ارتباط بین حضور گونه‌ها و عوامل محیطی استفاده می‌شود که معمولاً بیان‌کننده آشیان اکولوژیک یک گونه می‌باشد. مدل‌های آماری می‌تواند به دو گروه مدل‌های پروفیل (بر مبنای داده‌های حضور گونه) و مدل‌های متمایزکننده گروهی (بر مبنای داده‌های حضور و غیاب گونه‌ها) تقسیم گردد. اکثریت مدل‌های رگرسیون همانند Generalized linear models (GLM) و رگرسیون لجستیک جزء مدل‌های متمایزکننده گروهی و مدل‌های GARP، ENFA، BIOCLIM، DOMAIN جزء مدل‌های پروفیل می‌باشند (Pearson, 2007؛ Jogman *et al.*, 2005). از روشهای مختلف مدل‌سازی می‌توان به‌منظور تهیه اطلاعات جغرافیایی با ارزش از پراکنش جغرافیایی گونه‌ها، در طیف وسیعی از تخصص‌های علوم زیستی همانند حفاظت گونه‌ها، بوم‌شناسی و زیست‌شناسی تکاملی استفاده کرد (Tsoar *et al.*, 2007).

ازجمله مطالعاتی که با استفاده از ژنتیک الگوریتم در بررسی پراکنش جغرافیایی گونه‌ها استفاده شده می‌توان به مطالعه (Sánchez-Flores, 2007) اشاره کرد. در این پژوهش از ژنتیک الگوریتم GARP به‌منظور بررسی عوامل طبیعی و انسانی مؤثر بر پراکنش دو گونه مهاجم *Schismus arabicus* و *Brassica tournefortii* در بیابان‌های سونوران مکزیک استفاده شد. بهترین مدل برای هر یک از گونه‌ها با توجه به مقادیر ضریب کاپا انتخاب گردید. در مطالعه مذکور ترکیب ژنتیک الگوریتم و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) توانست مناطق بالقوه برای تهاجم گونه‌های مورد مطالعه را به نحو مطلوبی نمایش دهد. Stockman و همکاران (۲۰۰۶) با استفاده از مدل ژنتیک الگوریتم با کمک هفت فاکتور زیست محیطی و ۴۲ نقطه رخداد گونه‌ای نقشه پراکنش نوعی از بی‌مهره‌گان را تهیه کردند. آنان اظهار داشتند که ژنتیک الگوریتم به تنهایی برای پیش‌بینی پراکنش گونه عملکرد لازم را نداشته و نتایج حاصل به‌وسیله کاربرد سایر مدل‌های پراکنش گونه‌ای همانند BIOCLIM و GLM بهبود می‌یابد. Tsoar و همکاران (۲۰۰۷) از شش مدل Mahalanobis distance (MD)، HABITAT، BIOCLIM، DOMAIN، ENFA و GARP برای تهیه نقشه پراکنش ۴۲ گونه شامل حلزون‌های خشکی، پرندگان و خفاش‌های حشره‌خوار استفاده کردند. مدل‌های GARP و MD دارای بالاترین دقت و مدل‌های ENFA و BIOCLIM کمترین میزان دقت را نشان دادند.

Mandelberg (۲۰۰۴) برای مدل‌سازی توزیع پستانداران دریایی (دلفین و وال) از مدل‌های پروفیل GARP، ENFA، و مدل متمایزکننده گروهی GLM استفاده کرد و مدل‌ها با استفاده از داده‌های مستقل و شاخص سطح زیر منحنی پلات‌های ROC ارزیابی گردید. هر سه مدل از عملکرد مشابهی برخوردار بودند و از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری بین سطح زیر منحنی پلات‌های ROC مشاهده نشد. در ایران نیز از مدل GARP در تعیین پراکنش مکانی حملات گرگ به انسان در استان همدان استفاده شده که عملکرد بسیار خوبی را نمایش داده‌است (بهداروند و همکاران، ۱۳۹۱). در سال‌های اخیر پیش‌بینی پراکنش گونه‌ها یکی از اجزای مهم در برنامه‌ریزی حفاظت بوده است و طیف گسترده‌ای از تکنیک‌های مدل‌سازی نیز بدین منظور گسترش یافته‌است. بنابراین مدل‌سازی پراکنش گونه‌ها از ابعاد مختلفی حائز اهمیت می‌باشد که از آن جمله می‌توان به یافتن مکان‌های جدید حضور گونه، برنامه‌های مدیریتی انتقال گونه‌ها به مکان‌های جدید، تعیین کاربری‌های اراضی و تعیین حدود قلمرو پراکنش گونه‌ها و کمک به گونه‌های در معرض خطر اشاره کرد (Blackburn, 2006). در مطالعه حاضر پراکنش جغرافیایی گونه گیاهی کما *Ferula ovina* با استفاده از مدل GARP در بخشی از مراتع فریدون‌شهر استان اصفهان مورد بررسی قرار گرفته و توانایی

www.SID.ir

Archive of SID

مدل مذکور در یک مقیاس جغرافیایی محدود (۱۰۰۰ کیلومتر مربع) بررسی شده‌است.

مواد و روشها

گیاه کما (شکل ۱) متعلق به خانواده چتریان (Apiaceae) می‌باشد. این گیاه یکی از منابع قابل توجه تولید علوفه و تغذیه دام در سطوح وسیعی از مراتع ییلاقی کشور است که ارزش علوفه‌ای آن در حد یونجه بوده و در تغذیه دام ها تأثیر فراوانی دارد و از نظر حفاظت خاک نیز ارزش بالایی دارد (ربیعی، ۱۳۹۱).

شکل ۱- گیاه ***Ferula ovina***

منطقه مورد پژوهش در مراتع فریدون‌شهر استان اصفهان به مساحت ۹۹۰۰۰ هکتار و در محدوده طول‌های جغرافیایی ″۳۲ ′۳۸ °۴۹ و ″۴۲ ′۱۸ °۵۰ و عرض جغرافیایی ″۱۸ ′۴۲ °۳۲ و ″۴۸ ′۶ °۳۳ واقع شده‌است (شکل ۲). حداکثر ارتفاع از سطح دریا ۴۰۰۰ متر و حداقل آن ۱۵۰۰ متر می‌باشد. متوسط بارندگی سالانه حدود ۴۷۰ میلی‌متر است.

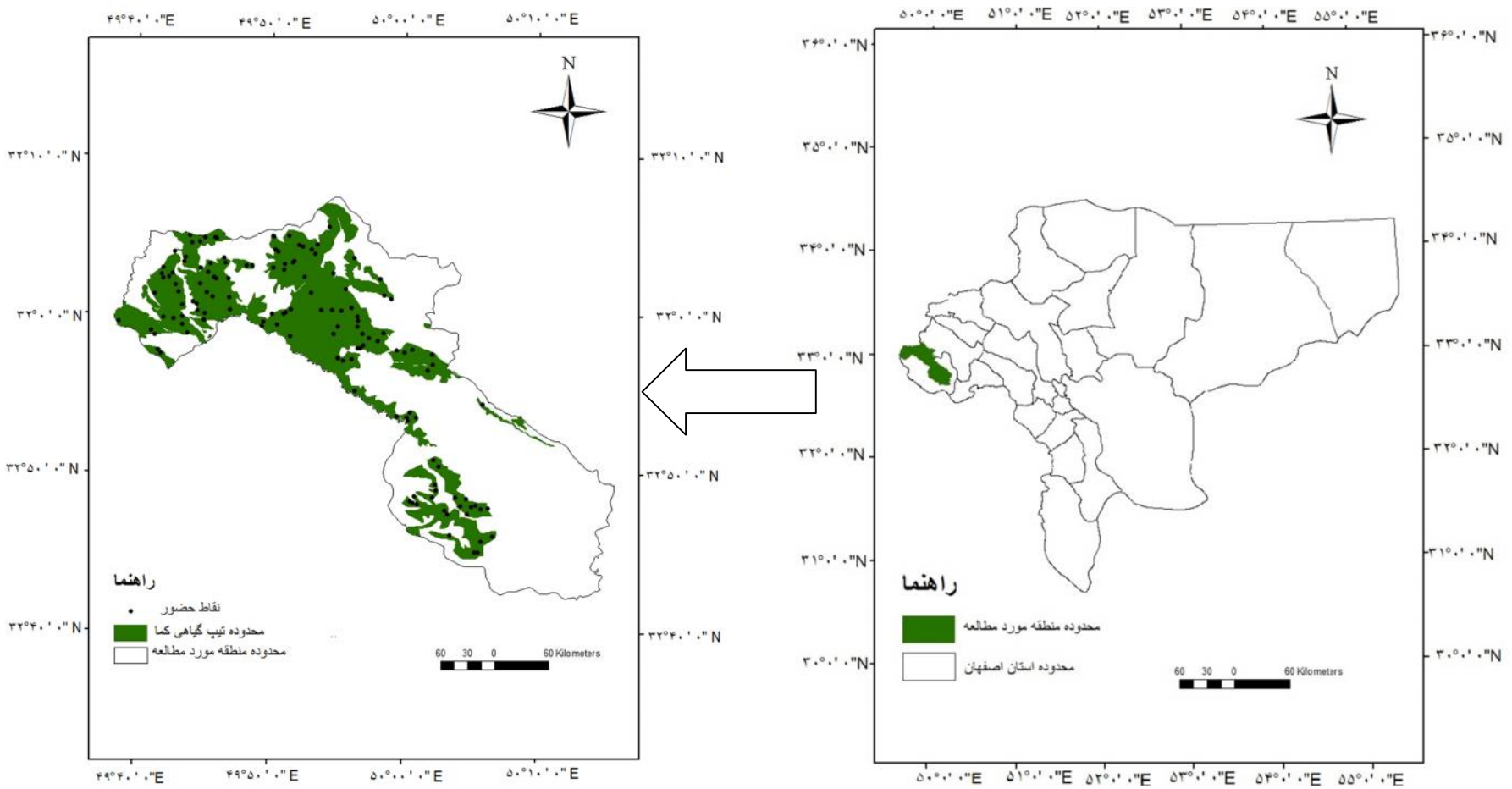
برای تعیین سایت‌های رخداد گونه *Ferula ovina* از روش نمونه‌برداری تصادفی طبقه‌بندی شده استفاده گردید. بدین‌منظور با بازدید از منطقه مورد مطالعه تیپ‌هایی که در آن گونه مذکور به‌صورت غالب حضور داشت مشخص شده و در محیط نرم‌افزار Arc GIS نقشه وکتوری تیپ کما تهیه شد. همچنین نقشه‌ای شامل لایه‌های فیزیوگرافی همگن (حاصل تلفیق ۳ طبقه ارتفاعی، ۶ طبقه شیب و ۹ طبقه جهت) تولید گردید. در گام بعدی با تلفیق دو نقشه یادشده و براساس مساحت مناطق همگن ۱۳۷ سایت حضور گونه *Ferula ovina* مشخص شد که صحت سایت‌های رخداد گونه با بازدید صحرایی کنترل گردید. لایه‌های فیزیوگرافی شامل نقشه‌های ارتفاع، شیب و جهت با استفاده از مدل رقومی ارتفاع، لایه‌های خاک و لایه‌های اقلیمی (ذکر شده در جدول ۱) با استفاده از روشهای میان‌یابی (کریجینگ، وزن‌دهی معکوس فاصله) و به کمک اطلاعات ۷۲ پروفیل خاک موجود در منطقه (بصیری و همکاران، ۱۳۶۸) و آمار ایستگاه‌های هواشناسی معرف تهیه گردید. کلیه نقشه‌های محیطی به اندازه پیکسل ۷۰×۷۰ متر تبدیل شده و وارد نرم‌افزار Desktop Garp شد.

به‌منظور کاهش تعداد متغیرهای ورودی مدل (۳۱ متغیر محیطی) از آنالیز مؤلفه‌های اصلی (PCA) استفاده شد (جدول ۱) و تنها ۵ متغیر درصد ماده آلی، درصد سیلت، درصد شن، شیب و ارتفاع، به‌عنوان متغیرهای پیشگو وارد مدل شدند. سه محور متعامد اول حاصل از آنالیز مؤلفه‌های اصلی ۷۶٪ کل تغییرات را توجیه کردند که به‌ترتیب سهم محور اول ۵۰/۷٪، محور دوم ۱۷/۵٪ و محور سوم ۷/۶٪ می‌باشد (جدول ۱) و مقادیر بردار ویژه بیانگر اینست که درصد شن و سیلت به‌عنوان متغیرهای معرف محور اول، ارتفاع و شیب متغیرهای معرف محور دوم و درصد ماده آلی به‌عنوان معرف محور سوم می‌باشند.

در محیط نرم‌افزار GARP از ۵۰٪ نقاط برای ساخت مدل و از ۵۰٪ باقی‌مانده برای ارزیابی مدل استفاده گردید و هر چهار قاعده اتمی، دامنه‌ای، دامنه‌ای رد شده و لجستیک رگرسیون استفاده گردید. فرایند مدل‌سازی به تعداد ۲۵۰ بار انجام شد و بعد نقشه‌های دو حالتی (۰-۱) تولید شده با هم تلفیق و احتمال رخداد گونه کما برای هر پیکسل محاسبه گردید. در شکل ۳، فلوچارت مفهومی از مدل GARP و سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS برای پیش‌بینی قابلیت پراکنش گونه کما ارائه شده‌است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان اصفهان

www.SID.ir

Archive of SID

به‌منظور ارزیابی مدل از جدول خطا (Confusion matrix) (جدول ۲) و ۲۷۳ سایت حضور و عدم حضور که به‌صورت مستقل جمع‌آوری شده بود، استفاده گردید و مقادیر شاخص کاپا (K) و سطح زیر منحنی پلات‌های ROC با استفاده از نرم‌افزار MEP مشخص شد. ضریب کاپا در حقیقت بیانگر میزان توافق ارزش‌های مشاهده شده با ارزش‌های مورد انتظار می‌باشد. اگر مقادیر کاپا کمتر از ۰/۴ باشد نشان‌دهنده توافق ضعیف، اما اگر مقادیر کاپا بین ۰/۴ تا ۰/۷۵ باشد نشان‌دهنده توافق خوب و اگر مقادیر کاپا بیش از ۰/۷۵ باشد نشان‌دهنده توافق عالی مدل با واقعیت است (Landis & Koch, 1977). سطح زیر منحنی (AUC) برابر با احتمال قدرت تشخیص میان نقاط حضور و عدم حضور توسط یک مدل است. البته مقادیر سطح زیر منحنی بین ۰/۵ تا ۱ تغییر می‌کند. اگر سطح زیر منحنی برابر با ۰/۵ باشد، بیان‌کننده تصادفی بودن مدل است و اگر این مقدار برابر با ۱ باشد، مدل به بهترین نحو می‌تواند نقاط حضور و عدم حضور را از یکدیگر تفکیک کند. سطح زیر منحنی بین ۰/۷ تا ۰/۸ بیانگر یک مدل خوب، ۰/۸ تا ۰/۹ مدل عالی و سطح زیر منحنی بیش از ۰/۹ نشان‌دهنده قدرت تشخیص بسیار عالی مدل می‌باشد (Giovanelli, 2010).

حساسیت‌سنجی و تعیین متغیرهای مؤثر بر پراکنش گونه کما

برای تعیین میزان اثر هریک از متغیرهای مستقل زیست محیطی بر پراکنش گونه کما، پس از اجرای مدل با ۵ متغیر محیطی، مجدداً به تعداد متغیرهای ورودی (۵ متغیر) مدل‌های مجزا و مستقل اجرا گردید، با این تفاوت که این بار در هر مرحله، یکی از متغیرهای محیطی حذف و مدل با متغیرهای باقی‌مانده اجرا شد. مزیت این کار در حساسیت‌سنجی هر متغیر و تعیین میزان اثر آن متغیر در مدل نهایی است. پس از هر بار اجرا میزان سطح زیر منحنی پلات‌های ROC استخراج و براساس میزان تفاوت حاصل شده با مدل کامل، اثر هر یک از متغیرهای مستقل محیطی محاسبه گردید (سلمان ماهینی و کامیاب، ۱۳۸۹).

نتایج

شکل ۴ نقشه پیش‌بینی قابلیت پراکنش گونه کما را با استفاده از مدل GARP نشان می‌دهد. مقادیر احتمال این نقشه از صفر تا یک تغییر می‌کند که اعداد نزدیک به یک بیانگر احتمال رخداد بالای گونه کما می‌باشد. براساس نقشه تولید شده از مجموع ۹۹۰۰۰ هکتار منطقه مورد مطالعه، ۱۸/۴۴٪ از سطح منطقه دارای احتمال رخداد بیش از ۷۵٪ می‌باشد که به رنگ سبز تیره در شکل ۴ نشان داده شده‌است و مناطق سبز کم‌رنگ بیانگر مکان‌های با حداقل احتمال رخداد پراکنش گونه کما (کمتر از ۲۵٪) می‌باشد. جدول ۳ بیانگر مساحت طبقات مختلف رخداد گونه کما در منطقه می‌باشد.

نتایج حاصل از ارزیابی مدل براساس ۲۷۳ داده مستقل و ماتریس خطا نشان داد که مدل پیش‌بینی شده با مقدار ضریب کاپای ۰/۴۶۴ دارای تطابق خوب با واقعیت است (Landis & Koch, 1977). سطح زیر منحنی پلات ROC برابر با ۰/۷۶۶ نشان‌دهنده قدرت تشخیص خوب مدل است و حکایت از این دارد که مدل در پیش‌بینی پراکنش گونه کما دارای عملکرد خوبی بوده‌است. نتایج حاصل از حساسیت‌سنجی و تعیین متغیرهای مؤثر بر پراکنش گونه کما نشان داد که سیلت و ارتفاع به‌ترتیب مهمترین عوامل محیطی مؤثر بر پراکنش گونه *Ferula* می‌باشند (شکل ۵). به‌طوری که وقتی عامل سیلت از فرایند مدل‌سازی خارج گردد مقدار مساحت زیر منحنی پلات ROC از ۰/۷۱ به ۰/۵۷ کاهش می‌یابد، در حالی‌که اگر فاکتور مواد آلی حذف شود مقدار مساحت زیر منحنی پلات ROC تنها ۰/۰۲ کاهش یافته و به ۰/۶۹ می‌رسد که بیانگر تأثیر بیشتر سیلت در پراکنش گونه کما می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- مقادیر ویژه حاصل از آنالیز مؤلفه‌های اصلی

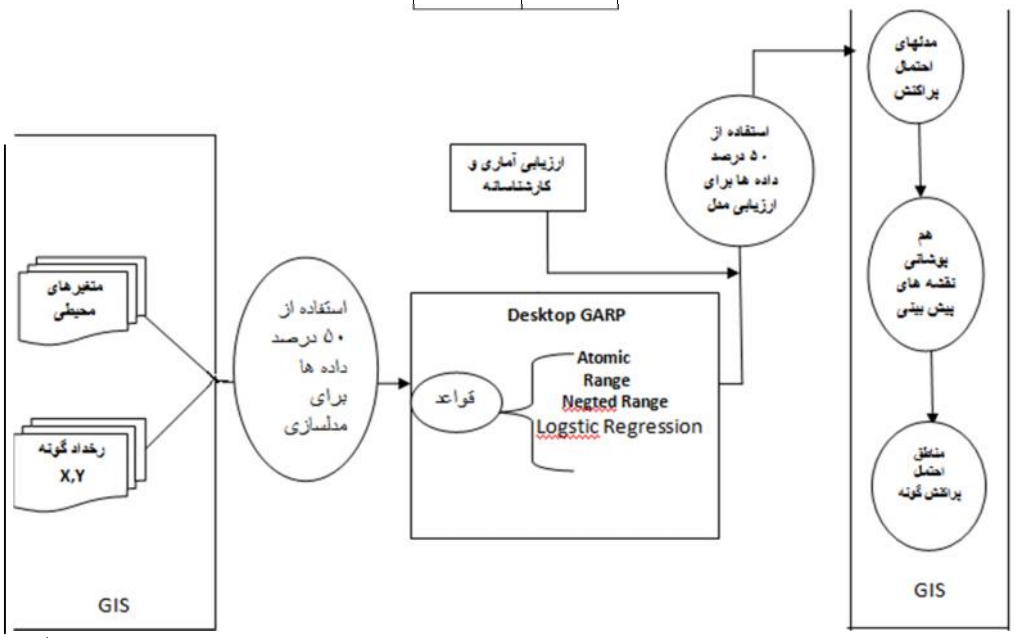
نام متغیر	علامت اختصاری	۱	۲	۳
هدایت الکتریکی	Ec	۰/۰۸۳	۰/۰۳۱	۰/۰۶
کربن آلی	Oc	-۰/۲۵۳	۰/۲۴۸	-۰/۴۲۷
اسیدیته	pH	۰/۳۱۱	-۰/۱۹۶	-۰/۳۲۳
شن	Sand	۰/۳۵۸	-۰/۰۷۳	۰/۰۰۱
رطوبت اشباع	Sp	-۰/۲۳۱	۰/۰۳۱	-۰/۲۴۲
رس	Clay	-۰/۳۱۵	۰/۱۲۳	۰/۰۴۲
مواد آلی	Om	-۰/۰۶۱	۰/۱۷۹	-۰/۵۴۴
کربنات کلسیم	$Caco_3$	-۰/۲۴۹	-۰/۰۲۷	-۰/۰۵۹
سیلت	Silt	۰/۳۷۳	-۰/۴۷	-۰/۳۳۳
بارندگی در خشک‌ترین ماه	P.d.m	-۰/۰۱۷	-۰/۰۰۲	-۰/۰۹۹
بارندگی در مرطوب‌ترین ماه	P.wet.m	-۰/۱۹۶	-۰/۰۱۵	-۰/۰۸۳
بارندگی در مرطوب‌ترین فصل	P.wat.q	۰/۰۸۱	-۰/۱	۰/۱۴۴
دامنه درجه حرارت سالانه	T.r	۰/۰۹۸	۰/۰۹۵	-۰/۰۰۹
درجه حرارت فصلی	T.s	۰/۰۳۱	۰/۰۱۵	-۰/۰۰۳
بارندگی در خشک‌ترین فصل	P.d.q	-۰/۲۶۷	۰/۱۳	۰/۲۵۶
بارندگی در سردترین ماه	P.c.m	-۰/۱۱۹	-۰/۰۵	۰/۰۷۴
میانگین درجه حرارت خشک‌ترین فصل	T.D.Q	۰/۰۳۱	-۰/۰۰۵	۰/۰۰۸
میانگین درجه حرارت گرم‌ترین فصل	T.war.Q	-۰/۰۰۷	۰/۰۴۱	۰/۰۱۶
حداکثر درجه حرارت گرم‌ترین فصل	Max.t.war	-۰/۱۱	-۰/۰۲۸	۰/۰۰۶
میانگین درجه حرارت مرطوب‌ترین فصل	T.wet.q	۰/۱۰۷	-۰/۰۹۸	۰/۰۸۷
مناطق هم‌دما	Isotherm	-۰/۲۶۷	-۰/۰۸۷	-۰/۰۰۷
بارندگی فصلی	P.s	۰/۰۶۴	۰/۰۶۶	-۰/۰۹۵
میانگین دمای روزانه	D.m.t	-۰/۱۳۹	۰/۰۶	-۰/۰۶۲
میانگین درجه حرارت سردترین فصل	T.C.Q	۰/۰۲۲	-۰/۰۱۳	-۰/۰۰۴
میانگین بارندگی سالانه	A.m.p	۰/۰۳۷	۰/۰۸۵	-۰/۱۰۱
میانگین دمای سالانه	A.m.t	-۰/۰۲۵	-۰/۰۱۱	۰/۰۱
حداقل درجه حرارت سردترین فصل	Min.c.q	-۰/۰۹۸	-۰/۲	۰/۱۲۱
بارندگی در گرم‌ترین ماه	P.war.m	۰/۰۲۹	۰/۰۸۲	۰/۰۱۷
جهت	Aspect	-۰/۰۸۸	-۰/۱۶	-۰/۱۰۲
شیب	Slope	۰/۲۴۴	۰/۶۷۴	-۰/۰۰۱۸
مدل رقومی ارتفاع	Dem	۰/۱۲۳	۰/۵۰۵	۰/۲۸۹

www.SID.ir

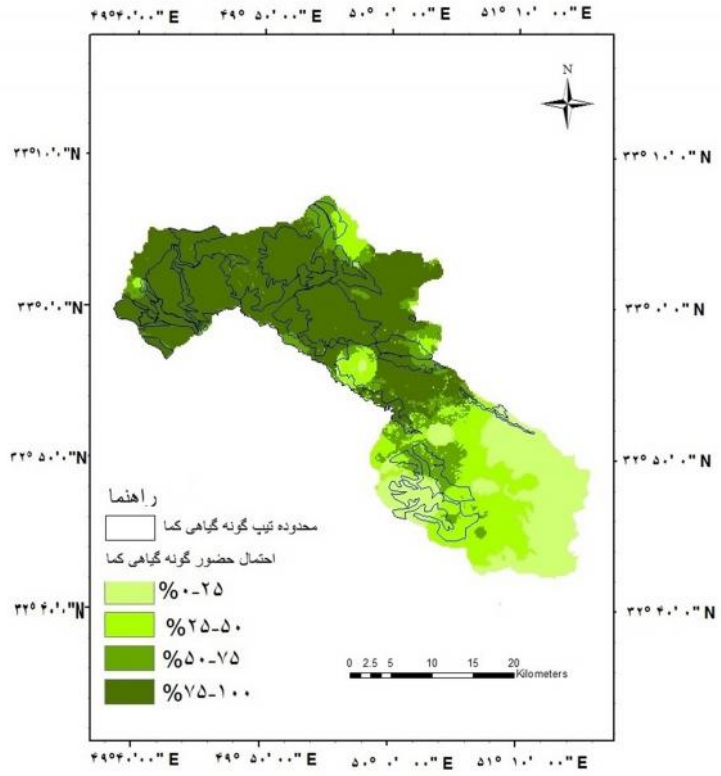
Archive of SID

جدول ۲- ماتریس خطای حاصل از ارزیابی مدل

a: ۱۰۱	b: ۳۷
c: ۳۶	d: ۹۸



شکل ۳- نمودار مفهومی از مدل **GARP** و سیستم اطلاعات جغرافیایی **GIS** برای پیش‌بینی قابلیت پراکنش گونه کما



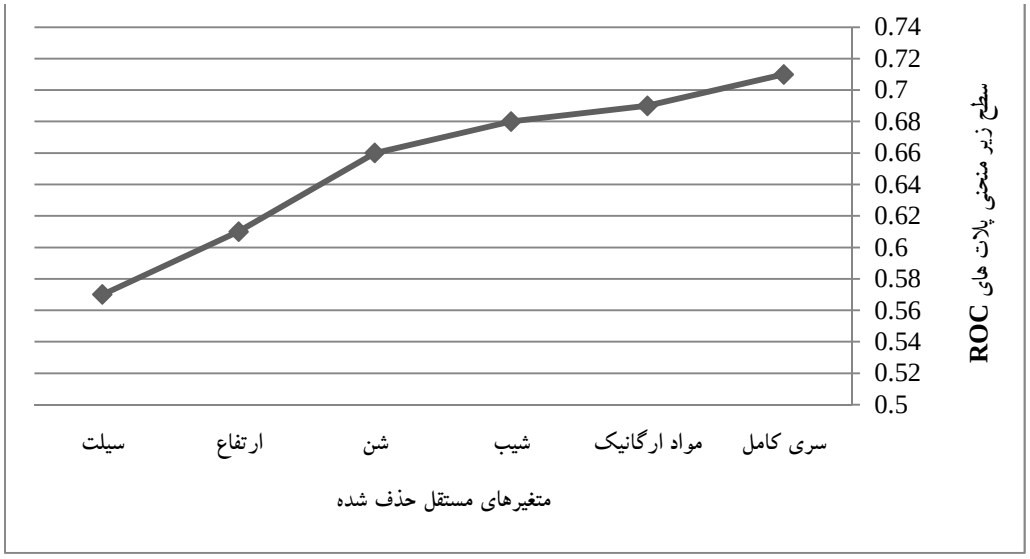
شکل ۴- نقشه پیش‌بینی پراکنش گونه کما

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- مساحت طبقات در نقشه پیش‌بینی کما

احتمال حضور گونه		مساحت (هکتار)	مساحت به درصد
٪۰-۲۵	ضعیف	۴۹۰۰۰	۴۹
٪۲۵-۵۰	متوسط	۱۱۷۵۰	۱۱/۷۷
٪۵۰-۷۵	خوب	۲۰۶۴۰	۰/۲۰
٪۷۵-۱۰۰	عالی	۱۸۴۱۱	۱۸/۴۴



شکل ۵- حساسیت‌سنجی مدل **GARP** با استفاده از سطح زیر منحنی پلات‌های **ROC**

بحث

با مقایسه نقشه سیلت و نقشه نهایی حضور گونه کما مشخص گردید که حضور گونه کما با میزان سیلت رابطه معکوس داشته و با افزایش میزان سیلت حضور گونه کما کاهش می‌یابد. نتایج حاصل از این مطالعه با نتایج ایروانی و همکاران (۱۳۸۰) و گویلی کیلانه و وهابی (۱۳۹۱) که مهمترین عوامل مؤثر بر گونه *Ferula ovina* در حوضه رودخانه وهرگان استان اصفهان را بافت خاک معرفی کرده و این گونه را عمدتاً در مناطقی با بافت سنگین مشاهده کردند، مطابقت دارد. همچنین صفایی و ترکش (۱۳۹۱) خصوصیات خاک و توپوگرافی را مؤثرترین عوامل اثرگذار بر پراکنش گیاه کما معرفی کرده‌اند.

بافت خاک به‌دلیل تأثیر در میزان رطوبت و عناصر در دسترس گیاه، ظرفیت نگهداری آب در خاک، چرخه مواد غذایی، تهویه، عمق ریشه‌دوانی گیاه و میزان هرز آبی که پس از بارندگی بر روی سطح خاک جریان می‌یابد در پراکنش پوشش گیاهی نقش دارد (El-Sheikh, 1981؛ Abd EL-Ghani, 1998). بافت‌های سبک، آب و مواد غذایی موجود در خاک را به سرعت نفوذ داده و از محدوده دسترسی گیاهان با سیستم ریشه‌ای کوتاه خارج می‌کنند. ممکن است از دلایل ترجیح گونه کما برای رشد در خاک‌های سنگین، سیستم ریشه‌ای این گیاه باشد که توانایی نفوذ در اعماق خاک‌های شنی و سبک را برای جذب مواد غذایی و آب نداشته و می‌تواند به مواد غذایی و آب موجود در خاک‌های سنگین راحت‌تر دسترسی داشته باشد.

بعد از فاکتور سیلت، ارتفاع بیشترین تأثیر را بر روی پراکنش گونه کما داشته است، به گونه‌ای که با مقایسه نقشه نهایی پراکنش گونه کما با مدل رقومی ارتفاع مشخص

www.SID.ir

Archive of SID

گردید که حضور گونه کما در محدوده ارتفاعی ۲۸۰۰–۲۴۰۰ بیشتر می‌باشد. گویلی کیلانه و وهابی (۱۳۹۱) نیز رویشگاه کما را بر روی اراضی مرتفع ۲۹۰۰–۲۷۰۰ متر از سطح دریا معرفی کرده‌اند.

همچنین Azhir و Shahmoradi (۲۰۰۷) در مطالعه‌ای رویشگاه گونه کما را به طور عمده در ارتفاع ۲۰۰۰ تا ۳۲۰۰ متر از سطح دریا تعیین کرده‌اند.

ایروانی و همکاران (۱۳۸۰) در طی بررسی رابطه گونه‌های گیاهی مرتعی *Ferula ovina* با عوامل محیطی در حوضه رودخانه وهرگان اظهار داشتند که عامل شیب و ارتفاع از سطح دریا برای گونه *F. ovina* از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به‌طور کلی پستی و بلندی با تأثیر مستقیم بر عوامل محیطی مانند درجه حرارت و بارش، مقدار انرژی خورشید دریافتی و رطوبت بر جوامع گیاهی تأثیر می‌گذارد. البته در وسعت‌های جغرافیایی کم تا متوسط عامل توپوگرافی معمولاً به‌عنوان مهمترین عامل پراکنش گونه‌های گیاهی مورد توجه قرار می‌گیرد (Dormann, 2007). از دلایل دیگر حضور گونه کما در ارتفاعات، دسترسی کمتر دام‌ها و روستاییان به این رویشگاه‌ها می‌باشد که کمتر مورد چرا و تعرض کشاورزان (تبدیل اراضی) قرار می‌گیرد.

به‌طور کلی هر گونه گیاهی با توجه به خصوصیات منطقه رویش، نیازهای اکولوژیک و دامنه بردباری با بعضی از عوامل خاک و پستی و بلندی رابطه دارد. شناسایی چگونگی ارتباط این عوامل محیطی با پراکنش گونه‌ها می‌تواند مدیران مرتع را در مدیریت مراتع و حفاظت از آب و خاک و اصلاح و احیای مراتع یاری رساند (زارع چاهوکی و همکاران، ۱۳۹۱). با توجه به اینکه احتمال حضور گونه کما در سطحی حدود ۳۸٪ از منطقه مورد مطالعه، بین ۷۵٪ تا ۱۰۰٪ پیش‌بینی شده است، بنابراین می‌توان چنین نتیجه گرفت که این گونه دارای آشیان اکولوژیکی نسبتاً وسیعی در منطقه است و توانایی استفاده در پروژه‌های اصلاح مراتع را دارد.

مدل GARP ازجمله مدل‌های پروفیل همبستگی است که به‌دلیل سهولت استفاده و عملکرد مناسب در این پژوهش انتخاب شد. مدل‌های همبستگی فاقد روابط علت و معلولی بین متغیرها هستند و فقط توان پیش‌بینی احتمال رخداد گونه مورد مطالعه را دارند و کاربران با اطلاعات اکولوژیکی مکمل می‌توانند در رابطه با فاکتورهای محیطی اثرگذار بر گونه قضاوت نمایند و یا فرض‌های اکولوژیکی همانند اثر تغییر اقلیم یا تغییر کاربری بر پراکنش گونه‌های گیاهی را مطالعه کنند.

GARP با توجه به موارد مذکور برای مدیریت پایدار مراتع، یکی از موارد مهم شناخت پوشش گیاهی و بررسی رابطه آن با عوامل محیطی است تا بتوان از نتایج آن در زمینه معرفی گونه‌های گیاهی مناسب برای مناطق تخریب شده استفاده کرد. با انجام تحقیقات مشابه می‌توان عوامل مؤثر بر استقرار گونه‌های گیاهی را شناسایی کرد و در برنامه‌های اصلاح و احیای مراتع از آنها استفاده کرد، همچنین با استفاده از مدل‌سازی رویشگاه گونه‌های گیاهی می‌توان حضور گونه‌های گیاهی را در مناطق مختلف پیش‌بینی کرد. از طرف دیگر با شناخت عوامل محیطی در هر منطقه، می‌توان احتمال موفقیت یا شکست استقرار یک گونه گیاهی را پیش‌بینی کرد (زارع چاهوکی و همکاران، ۱۳۹۱).

منابع مورد استفاده

- ایروانی، م.، خواجه‌الدین، ج. و بصیری، م.، ۱۳۸۰. تعیین عوامل محیطی مهم و مؤثر بر رویشگاه سه گونه مرتعی در حوضه رودخانه وهرگان. مجموعه مقالات دومین سمینار ملی مرتع و مرتعداری در ایران، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۱۸–۱۶ بهمن: ۵۴۹–۵۳۳.
- بصیری، م.، جلالیان، ا. و وهابی، م.، ۱۳۶۸. طرح تکثیر و مطالعه رویشگاه گیاهان بومی منطقه فریدن (جلد دوم). دانشگاه صنعتی اصفهان، ۵۴۹ صفحه.
- بهداروند، ن.، ابراهیم‌پور، ر.، کابلی، م. و جباریان امیری، ب.، ۱۳۹۱. مدل‌سازی پراکنش مکانی حملات گرگ (Canis luPus pallipes) به انسان در استان همدان با استفاده از الگوریتم ژنتیک (GARP). اکولوژی کاربردی، ۱(۱): ۱۴–۴.

www.SID.ir

Archive of SID

– ربیعی، م.، ۱۳۹۱. شناسایی گیاهان مرتعی. انتشارات دانشگاه پیام نور، ۱۲۴ صفحه.
– زارع چاهوکی، م.، زارعی، آ. و جعفری، م.، ۱۳۹۱. مطالعه ارتباط برخی عوامل محیطی با پراکنش پوشش گیاهی در مراتع دنبلید طالقان. مجله پژوهش‌های آبخیزداری، ۹۴: ۷۴–۶۵.
– سلمان ماهینی، ع. و کامیاب، ح.، ۱۳۸۹. سنجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی کاربردی با نرم‌افزار ایدریسی (ترجمه). انتشارات مهر مهدیس، ۶۱۰ صفحه.
– صفایی، م. و ترکش، م.، ۱۳۹۱. حفاظت رویشگاه گیاه دارویی *Ferula ovina* Boiss. با استفاده از روش مدل‌سازی رویشگاه پتانسیل (مدل پیشنهادی: تحلیل عاملی آشیان اکولوژیک). حفاظت زیست بومی گیاهی، ۱: ۱۲۱–۱۰۵.
– گویلی کیلانه، ا. و وهابی، م.، ۱۳۹۱. تأثیر برخی خصوصیات خاک بر پراکنش پوشش گیاهی مراتع زاگرس مرکزی ایران. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی (علوم آب و خاک)، ۵۹: ۲۵۸–۲۴۵.
- Abd El-Ghani, M.M., 1998. Environmental correlations of species distribution in arid desert ecosystems of eastern Egypt. Journal of Arid Environments, 38(2): 279-313.
- Azhir, F. and Shahmoradi, A.A., 2007. Autecology of *Ferula ovina* Boiss. in Tehran province. Iranian Journal of Range and Desert Research, 14(3): 359-367.
- Blackburn, J., 2006. Evaluating the spatial ecology of anthrax in north America: examining epidemiological co Blackburn mponents across multiple geographic scales using a GIS-based approach. Ph.D thesis, Louisiana State.
-Dormann, C.F., 2007. Promising the future Global change projections of species distributions. Basic and Applied Ecology, 8(5): 387-397.
- El-Sheikh , A.M. and Youssef, M., 1981. Halophytic and xerophytic vegetation near Al-Kharj springs. Journal of College of Science, University of Riyadh, 12: 5–21.
- Jogman, R., Break, C. and Tongeren, O., 2005. Data Analysis in Community and Landscape Ecology. Cambridge University Press, Wageningen, 299p.
- Giovanell, J.F. and Alexandrino, J., 2010. Modeling a spatially restricted distribution in the Neotropics: how the size of calibration area affects the performance of five presence-only methods. Ecological Modeling, 221: 215-224.
- Landis, J.R. and Koch, G.G., 1977. The measurement of observer agreement for categorical data. Biometrics 33:159–174
- Li, J. and Hilbert, D.W., 2008. Lives: a new habitat modeling technique for predicting the distribution of species occurrences using presence-only data based on limiting factor theory. Biodiversity and Conservation, 17(13): 3070-3095.
- Mandelberg, L., 2004. A comparison of the Predictive Abilities of Four Approaches for Modeling in the Distribution of Cetaceans. Aberdeen, U.K, 54p.
- Pearson, G., 2007. Species Distribution Modeling for Conservation Educators and Practitioners. Richard Center for Biodiversity and Conservation & Department of Herpetology American Museum of Natural History, 50p.
- Sánchez-Flores, E., 2007. GARP modeling of natural and human factors affecting the potential distribution of the invasives *Schismus arabicus* and *Brassica tournefortii* in 'El Pinacate y Gran Desierto de Altar' biosphere reserve. Ecological Modelling, 204(3-4): 457-474.
- Soberón, J. and Peterson, A.T., 2005. Interpretation of models of fundamental ecological niches and species' distributional areas. Biodiversity Informatics, 2: 1-10.
- Stockman, A.K., Beamer, D.A. and Bond, J.E., 2006. An evaluation of a GARP model as an approach to predicting the spatial distribution of non-agile invertebrate species. Diversity and Distributions, 12: 81-89.
- Tsoar, A., Allouche, O., Steinitz, O., Rotem, D. and Kadmon, D., 2007. Comparative evaluation of presence only methods for modeling species distribution. Diversity and Distributions, 13: 397-405.

www.SID.ir

Archive of SID

Potential habitat modelling *Ferula ovina* Boiss. using by genetic algorithms in Ferydoun shahr, Isfahan

R. Shahsavarzadeh[1*], M. Tarkesh[2], Z. Rahmati[3] and M. Ghazizadeh[3]

1- Corresponding author, M.Sc. student, Department of Range Management, Faculty of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran, E-mail :shahsavar.66@gmail.com
2- Faculty of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
3- Msc. Graduate, Department of Range Management, Faculty of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

Received: February 2014 Revised: July 2014 Accepted: September 2014

Abstract

Due to the insufficient information about the distribution of plant and animal species, the use of modeling to predict the distribution of species has increased in recent years. For this purpose, a wide range of modeling techniques has been developed. In this study, the potential distribution map of *Ferula ovina* Boiss.was prepared using the environmental factors and occurrences data and genetic algorithms model (GARP). Species occurrences (137 sites) were collected using stratified random sampling method and all environmental layers including physiographic layers (slope, aspect and elevation derived from digital elevation model), climate and soil layers were produced using interpolation methods in ARCGIS (with a pixel size of 70 × 70 m). All data were analyzed by Desktop Garp and the distribution map of *Ferula ovina* was prepared. The model evaluation was performed by AUC of ROC plot, indicating a good performance of this model (AUC=0.766). According to the results of sensitive analysis, silt and elevation were the most important factors affecting the distribution of *Ferula ovina*. This model could be used in the interpretation of relationships between species and environment and assessing areas with high protection potential as well as determining suitable areas for the revival of *Ferula ovina* and climate change and management scenarios.

Keywords: GARP, modeling, *Ferula ovina* Boiss., species distribution, Fereydoun shahr.

www.SID.ir