دانشگاه گنبدکاووس
نشریه "حفاظت زیست بوم گیاهان"
دوره ششم، شماره سیزدهم
http://pec.gonbad.ac.ir

مدل‌سازی پراکنش گیاهان دارویی Thymus kotschyanus Boiss و Achillea millefolium با روش تحلیل آشیان بوم‌شناختی و رگرسیون لوجستیک

بهاره بهمنش[1*]، عصمت طبسی[2]، اکبر فخیره[3]، لیلا خلاصی اهوازی[4]

[1] استادیار، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس

[2] دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مرتع‌داری، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس

[3] استادیار، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس

[4] مربی، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۸/۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱/۲۸

چکیده

شناخت عواملی که بر استقرار و پراکنش گیاهان دارویی تأثیرگذارند به‌منظور شناسایی، کشت و اهلی کردن آن‌ها در جهت کاهش فشار به منابع طبیعی و حفاظت از منابع ژنتیکی، ضروری به نظر می‌رسد، لذا این تحقیق به‌منظور مدل‌سازی پراکنش مهم‌ترین گیاهان دارویی منطقه چهارباغ استان گلستان صورت گرفت. پس از بازدید عرصه موردمطالعه و با توجه به نقشه پوشش گیاهی منطقه، چهار تیپ رویشی انتخاب شد و در هر تیپ سه عدد ترانسکت ۵۰ متری در نظر گرفته شد که در امتداد هر ترانسکت ۱۰ پلات یک مترمربعی به روش تصادفی-سیستماتیک، مستقر و از ابتدا و انتهای هر ترانسکت نمونه خاک از عمق ۳۰-۰ برداشت شد. موقعیت تمام نقاط نمونه‌برداری نیز ثبت شد. پارامترهای بافت خاک، هدایت الکتریکی، ماده آلی، میزان اسیدیته، درصد ازت و رطوبت اشباع اندازه‌گیری و شیب، جهت شیب و ارتفاع ثبت شد. به منظور مدل‌سازی از روش تحلیل عاملی آشیان اکولوژیک و رگرسیون لوجستیک استفاده شد. ابتدا نقشه عوامل محیطی مؤثر بر پراکنش پوشش گیاهی، شامل نقشه عوامل فیزیوگرافی با استفاده ازمدل رقومی ارتفاع و نقشه خصوصیات خاک با استفاده از روش‌های میانیابی (روش کریجینگ، میانگین متحرک وزن‌دار ناریب و میانگین متحرک وزن‌دار نرمال) تهیه شد. دو گونه *Thymus kotchyanus* Boiss و *Achillea millefolium* به‌عنوان مهم‌ترین گونه‌های دارویی منطقه مورد تجزیه‌وتحلیل قرارگرفتند. نتایج 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 بر اساس روش رگرسیون لوجستیک، حضور گونه آویشن با ارتفاع دارای رابطه مستقیم و با هدایت

*نویسنده مسئول: behmanesh@gonbad.ac.ir

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-09-14]

الکتریکی رابطه عکس داشت. گونه بومادران نیز با ارتفاع رابطه عکس و با درصد رطوبت اشباع رابطه مستقیم نشان داد. به منظور تطابق نقشه‌های تهیه‌شده با نقشه واقعی پوشش گیاهی از ضریب کاپا استفاده شد. درروش رگرسیون لوجستیک ضریب کاپا برای گونه آویشن ۰/۵۷ و بومادران ۰/۶۳ محاسبه شد. در صورتیکه درروش ENFA ضریب کاپای محاسبه‌شده برای گونه آویشن ۰/۶۷ و بومادران ۰/۷۵ به‌دست‌آمده آمد؛ که نتایج بیانگر این است که روش ENFA دارای دقت بیشتری نسبت به روش رگرسیون لوجستیک می‌باشد.

***واژه‌های کلیدی:* گیاهان دارویی، مدل‌سازی، آشیان بوم‌شناختی، رگرسیون لوجستیک، چهارباغ**

مقدمه

وجود رابطه تنگاتنگ بین عوامل محیطی و پوشش گیاهی موجب می‌شود که استقرار یک جامعه گیاهی خاص در یک منطقه به‌وسیله عوامل محیطی غالب در آن منطقه محدود یا گسترش یابد (فهیمی‌پور و همکاران، ۱۳۸۹). گیاهان دارویی جزء ذخایر منابع طبیعی هستند. نوع، تعداد و تنوع گونه‌های گیاهی بر اساس شرایط و موقعیت جغرافیایی هر منطقه متفاوت است. برداشت بی‌رویه از رویشگاه‌های گیاهان دارویی و صنعتی، باعث تخریب گسترده این رویشگاه‌ها در سراسر کشور شده است؛ به‌طوری‌که بسیاری از گیاهان دارویی به‌دلیل بهره‌برداری غیرمجاز در معرض انقراض قرارگرفته‌اند. به دلیل اینکه برنامه مدونی برای حفاظت و بهره‌برداری اصولی از این سرمایه بی‌نظیر وجود ندارد، گاه بیش از چهار برابر حد مجاز از رویشگاه‌ها بهره‌برداری می‌شود. این در حالی است که عوامل دیگری مثل چرای دام، تخریب رویشگاه‌ها را تشدید می‌کند.

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 عدم حضور 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، ۱۳۸۵). ازجمله روش‌های مورداستفاده در مدل‌سازی پراکنش، می‌توان به مدل‌هایENFA و رگرسیونی اشاره کرد. تجزیه‌وتحلیل به‌کاربرده شده درروش تجزیه‌وتحلیل عاملی آشیان اکولوژیک مشابه تجزیه مؤلفه‌های اصلی به محاسبه عوامل تشریح کننده بخش عمده‌ای از تأثیر نتغیرهای مستقل محیط‌زیست کونه می‌پردازد. این روش، خود هسته مرکزی تجزیه‌های طراحی‌شده در نرم‌افزار BIOMAPPER است. این نرم‌افزار بر پایه سامانه اطلاعات جغرافیایی و نرم‌افزارهای آماری برای تهیه مدل‌های مطلوبیت زیستگاه و نقشه‌های مربوطه بر اساس تجزیه‌وتحلیل عوامل مؤثر بر آشیان اکولوژیک است. این نرم‌افزار قابلیت این را دارد که وظیفه تمام متغیرها را در تمامی نقاط حضور گونه با یکدیگر مقایسه کند. درنهایت مطلوب‌ترین وضعیت را در نظر

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-09-14]

گرفته و بخش‌هایی از منطقه را به‌عنوان بهترین زیستگاه برای گونه موردنظر به‌صورت نقشه ارائه دهد (خلاصی اهوازی و همکاران، ۱۳۹۰).

خلاصی اهوازی و همکاران (۱۳۹۰) با کاربرد روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی در مراتع شمال شرق سمنان مطلوبیت رویشگاه گونه *Eurotia ceratoides* را موردبررسی قراردادند. برای این منظور از داده‌های مکانی حضور گونه به‌عنوان مکان‌های مناسب بالفعل برای رویش آن و بررسی شرایط محیطی این مناطق برای شناسایی نیازهای رویشگاهی آن استفاده کردند. با واردکردن لایه‌های اطلاعاتی در مدل مناسب و اعمال تجزیه‌های آماری موردنیاز در نرم‌افزار BIOMAPPER، نقشه رویشگاه بالقوه این‌گونه را ایجاد کردند. نتایج نشان داد که ۲۰ درصد از کل سطح منطقه رویشگاه بالقوه گونه موردنظر می‌باشد، میزان صحت مدل برابر ۹۳/۲ درصد ارزیابی شد. ولمارنس و همکاران (Wolmarans et al., ۲۰۱۰) نیز به پیش‌بینی توزیع گونه‌های مهاجم مرتعی با استفاده از مدل آشیان بوم‌شناختی و تنها با داده‌های حضور پرداختند. تریتوان و همکاران (Trethowan. et al., ۲۰۱۱) با استفاده از مدل آشیان اکولوژیک رویشگاه گونه *Campuloclinium macrocephalum* را موردبررسی قراردادند. سنگونی و همکاران (۱۳۹۰) با استفاده از روش ENFA در منطقه غرب اصفهان رویشگاه بالقوه گونه*Astrgalus gossypinus* را موردبررسی قراردادند. آن‌ها با واردکردن لایه‌های اطلاعاتی در مدل ENFA و با اعمال آنالیزهای آماری نرمال‌سازی و همبستگی در نرم‌افزار BIOMAPPER، نقشه رویشگاه‌های بالقوه این‌گونه با استفاده از روش میانگین همساز ایجاد کردند. نتایج نشان داد که متغیرهای درصد سنگریزه، مقدار پتاسیم، رطوبت اشباع، هدایت الکتریکی و بارندگی سالانه مهم‌ترین عوامل در انتخاب زیستگاه این‌گونه به‌شمار می‌رود. برای صحت-سنجی این مدل از نمایه Boyce استفاده کردند و میزان صحت مدل در این آزمون ۸۲/۵ درصد تعیین گردید. پیری صحراگرد وهمکاران (۱۳۹۳) در تحقیقی که در مراتع غرب استان قم به روش رگرسیون لوجستیک انجام دادند به این نتیجه رسیدند که بر اساس مدل‌های حاصل، عوامل هدایت الکتریکی، بافت خاک، اسیدیته، مقدار گچ، آب دردسترس، مقدار سنگریزه و آهک بیشترین نقش را در پراکنش جوامع گیاهی موردمطالعه دارند و همچنین این نتایج نشان داد که روش رگرسیون لجستیک قادر است رویشگاه گونه‌هایی با دامنه بوم‌شناختی محدود را بهتر از گونه‌های با دامنه بوم‌شناختی گسترده پیش‌بینی کند.

با توجه به اهمیت گیاهان دارویی به لحاظ درمانی و اقتصادی در کنار اهداف حفاظتی و تنوع گونه‌ای، بررسی رویشگاه این گیاهان و نیازهای اکولوژیکی آن‌ها ضرورت دارد که به شناخت روابط بین متغیرهای محیطی و شناسایی متغیرهای اثرگذار بر پراکنش پوشش مهم‌ترین گیاهان دارویی منطقه موردمطالعه، منجر خواهد شد. از طرف دیگر، با توجه به پتانسیل بالای مراتع کشور، استفاده از روش

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-09-14]

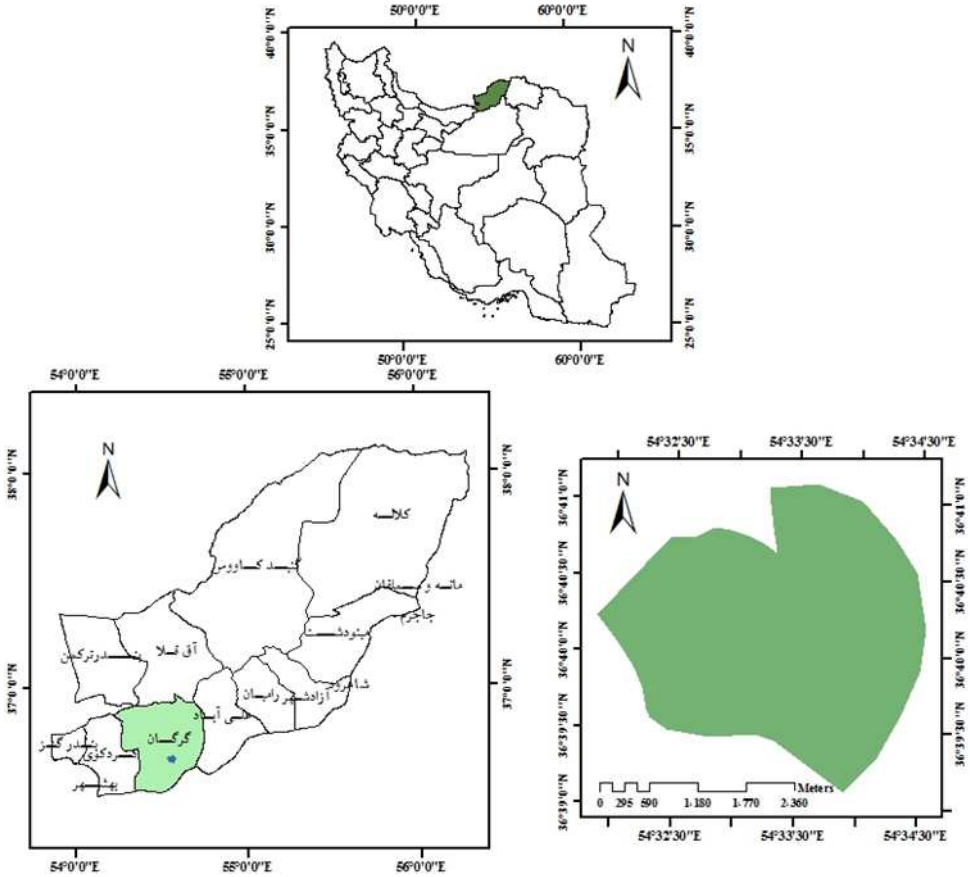
های مدل‌سازی رویشگاه به‌عنوان راهکار مناسبی برای کاربرد روش‌های نوین مدیریتی می‌باشد و به احیاء و اصلاح مراتع و توصیه مناسب جهت کاشت گونه‌های باارزش کمک شایانی می‌کند. بدین منظور این تحقیق جهت شناسایی رویشگاه گیاهان مهم دارویی مراتع چهارباغ استان گلستان با روش تجزیه‌وتحلیل عاملی آشیان اکولوژیک و روش رگرسیون لوجستیک انجام شد.

مواد و روش‌ها

منطقه موردمطالعه در جنوب استان گلستان در محدوده جغرافیایی ۴۰° و '۶۰ شمالی و ۲۸° و '۴۰ شرقی تا ۴۰° و '۵۰ شمالی و ۲۷° و '۴۵ شرقی واقع می‌باشد (شکل ۱). وسعت منطقه موردمطالعه ۱۲۰۰۰ هکتار برآورد شد. بیشترین ارتفاع منطقه مورد بررسی ۲۳۲۷ متر و کمترین ارتفاع ۲۲۰۸ متر می‌باشد. این منطقه در ناحیه رویشی ایران تورانی کوهستانی قرار دارد. اقلیم منطقه بر اساس روش آمبرژه، اقلیم خشک سرد و میزان دمای متوسط سالانه ۶/۵- درجه سانتی‌گراد و متوسط بارندگی سالانه ۳۰۵ میلی‌متر است که بیشتر نزولات در فصل زمستان و به شکل برف می‌باشد. نوع اقلیم در منطقه چهارباغ با استفاده از روش دومارتن تعیین گردید که نشان از اقلیم نیمه‌خشک این ناحیه است (مقصودلونژاد، ۱۳۸۹).

پوشش گیاهی منطقه از گونه‌های چندساله و دائمی از قبیل *Onobrychis cornuta*، *Acantholimon sp* و *Thymus kotchianus* تشکیل گردیده و گونه‌های یک‌ساله سهم کمی در پوشش‌دارند. در منطقه کوهستانی به‌علت کم‌عمق بودن خاک و نزدیک بودن سنگ مادر به سطح زمین، انواع گیاهان خانواده گرامینه و چتریان مانند *Bromus sp* و *Gallium verum* را می‌توان یافت. بیشترین پراکنش در منطقه، مربوط به گندمیان و گیاهان بوته‌ای می‌باشد. گیاهان علفی و گندمی-ها عمدتاً برای دام خوش‌خوراک بوده و در فصل چرا، مورد چرای شدید دام قرار می‌گیرند (بهمنش، ۱۳۸۵).

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-09-14]



شکل۱- موقعیت جغرافیایی منطقه موردمطالعه نمونه‌برداری

جمع‌آوری اطلاعات

به‌منظور بررسی اثر عوامل خاکی بر پراکنش رویشگاه‌های گیاهی با توجه به نقشه پوشش گیاهی منطقه و بازدید عرصه مورد مطالعه، چهار تیپ رویشی انتخاب شد و در هر تیپ رویشی در منطقه معرف، نمونه‌برداری به روش تصادفی-سیستماتیک انجام گرفت. اندازه پلات‌های نمونه‌برداری با توجه به نوع و پراکنش گونه‌های گیاهی به‌روش سطح حداقل، یک مترمربع تعیین شد. با توجه به خصوصیات منطقه، در داخل هر تیپ سه عدد ترانسکت ۵۰ متری و در طول هر ترانسکت ۱۰ پلات قرار داده شد.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-09-14]

اطلاعات لازم از قبیل فهرست گیاهان موجود، درصد تاج پوشش، درصد سنگ و سنگریزه و خاک لخت تعیین شد. با توجه به درصد تاج پوشش گیاهان در داخل پلات‌ها و با استناد به تحقیقات انجام‌گرفته بر روی گیاهان دارویی مهم در منطقه موردمطالعه (بهمنش، ۱۳۸۵)، دو گونه مهم دارویی با فرم رویشی علفی چندساله و بوته‌ای به ترتیب بومادران (*Achillea millefolium*) و آویشن (*Thymus kotchyanus*) به‌منظور انجام این تحقیق انتخاب شدند.

به‌منظور بررسی خصوصیات خاک، از ابتدا و انتهای هر ترانسکت از عمق ۳۰-۰ نمونه خاک برداشت شد و با استفاده از GPS طول و عرض جغرافیایی نقاط نمونه‌برداری شده ثبت شد. نمونه‌های خاک پس از خشک شدن به آزمایشگاه منتقل و با استفاده از الک دو میلی‌متری، الک شدند. ازآنجاکه پارامترهای بافت خاک، هدایت الکتریکی، درصد ماده آلی، میزان اسیدیته، درصد ازت و رطوبت اشباع از پارامترهای مهم فیزیکی و شیمیایی خاک به‌شمار می‌روند، این عوامل در آزمایشگاه اندازه‌گیری شدند. برای تعیین بافت خاک از روش هیدرومتری استفاده شد و به این طریق، درصد رس، شن و سیلت در نمونه‌ها مشخص شدند. میزان اسیدیته خاک در عصاره ۱:۵ با استفاده از pH متر و هدایت الکتریکی در عصاره ۱:۵ به‌وسیله هدایت‌سنج الکتریکی اندازه‌گیری شدند. برای تعیین کربن‌آلی از روش والکلی و بلک که روش اکسیداسیون شیمیایی است، استفاده شد (آقاعلیخانی و قوشچی، ۱۳۸۴). میزان ازت خاک نیز با توجه به میزان ماده آلی به‌دست‌آمده آمده تعیین شد (سالاردینی ۱۳۹۱).

تجزیه تحلیل اطلاعات

سه روش کریجینگ، میانگین متحرک وزن‌دار ناریب، میانگین متحرک وزن‌دار نرمال جهت میان یابی خصوصیات خاک در منطقه موردمطالعه اجرا شد. به‌منظور ارزیابی روش‌های میان‌یابی از روش ارزیابی متقابل و دو پارامتر آماری MAE و MBE استفاده‌شده است. در شرایطی که MAE و MBE برابر صفر و یا نزدیک به صفر باشند، نشان‌دهنده این است که روش استفاده‌شده واقعیت را به‌خوبی شبیه‌سازی می‌کند. ابتدا برای تهیه لایه‌های عوامل محیطی و اجرای دو مدل رگرسیون لوجستیک و تجزیه‌وتحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی، از روش کریجینگ در نرم‌افزار GS+(ver.۵.۱) و نرم‌افزار ArcMap استفاده شد و درنهایت نقشه‌های پیش‌بینی مکانی پارامترهای شن، سیلت، رس، نیتروژن، کربن اسیدیته، شوری و رطوبت اشباع تهیه شد. همچنین نفشه‌های شیب، جهت و ارتفاع تهیه شد. برای هر یک از خصوصیات فوق روش میان‌یابی که دارای بالاترین دقت و کمترین مقدار خطای محاسباتی بود، انتخاب شد. معیارهای MAE و MBE تعیین‌کننده صحت نقشه‌های تولیدشده می باشد. روشی دارای بالاترین میزان دقت است که مقدار MBE آن به مقدار ایده‌آل صفر نزدیک باشد.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-09-14]

همچنین نقشه تهیه‌شده با روشی که کمترین مقدار MAE را دارد، دارای دقت بالاتری است (Hirzel et al., ۲۰۰۶).

پس از ورود اطلاعات اکو جغرافیایی به نرم‌افزار BIOMAPPER، در مرحله اول، این اطلاعات برای اطمینان از نرمال بودن و یکنواخت بودن توزیع مورد آزمون قرار گرفتند؛ زیرا روش تحلیل عاملی آشیان اکولوژیک تا حد زیادی به نرمال بودن داده-های اولیه نیازمند است و عدم رعایت این اصل باعث بروز خطا در نتایج نهایی و کاهش دقت و صحت مدل می‌شود. در گام بعدی، همبستگی میان این متغیرها به‌وسیله نرم‌افزارBIOMAPPER آزمون شد، زیرا این نرم‌افزار به متغیرهایی نیاز دارد که همبستگی بالایی باهم نداشته باشند، در غیر این صورت متغیرهایی که همبستگی بالاتر از ۸۵ درصد باهم دارند با یک وزن وارد مدل می‌شوند. عوامل بوم‌شناختی مهمی همچون تخصص گرایی، حاشیه گرایی و تحمل‌پذیری گونه نیز علاوه بر محاسبه مطلوبیت رویشگاه درروش ENFA محاسبه شد که به ترتیب نشان‌دهنده وسعت میدان بوم‌شناختی گونه موردنظر نسبت به متغیرهای مستقل زیست‌محیطی، میزان تمایل گونه به زندگی در زیستگاه‌های حاشیه‌ای و محدوده قابل‌تحمل گونه نسبت به متغیرهای مستقل زیست‌محیطی می‌باشد سپس با استفاده از شاخص Boyce یک الگوریتم مناسب برای تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه انتخاب شد بر این اساس هرچه میزان شاخص بیشتر و انحراف معیار کمتر باشد، بیانگر انتخاب مناسب الگوریتم می‌باشد (Hirzel et al., ۲۰۰۲).

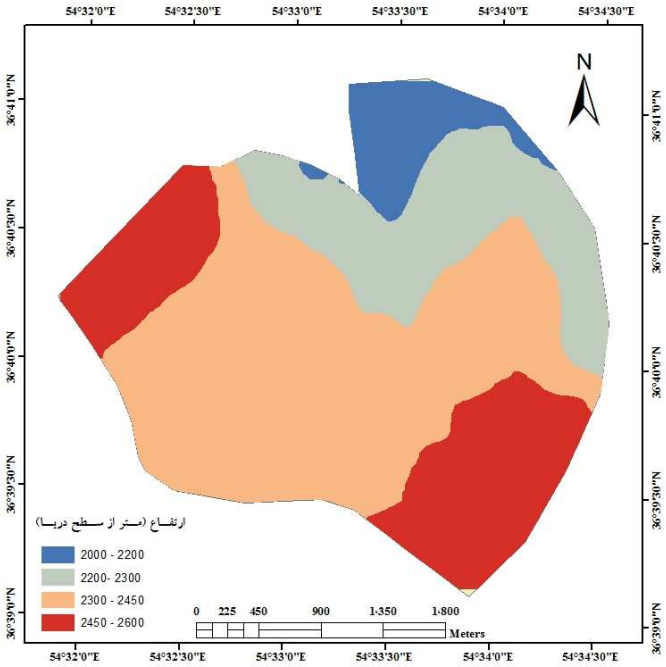
اساس روش رگرسیون لوجستیک بر مبنای حضور و عدم حضور گونه‌هاست بدین منظور پس از تهیه رابطه‌های رگرسیونی در نرم‌افزار SPSS و اعمال این رابطه‌ها بر لایه‌های محیطی در نرم‌افزار ArcMap نقشه‌های پیش‌بینی رویشگاه گونه‌های موردمطالعه تهیه شد. درنهایت صحت مدل با استفاده از ضریب کاپا در نرم‌افزار Idrisi نسخه ۱۴/۰۲ مورد ارزیابی قرار گرفت.

نتایج

تهیه نقشه عوامل فیزیوگرافی

برای پیش‌بینی پراکنش دو گونه گیاهی دارویی ابتدا نقشه عوامل محیطی مؤثر بر پراکنش این‌گونه‌های تهیه شد. نقشه متغیر ارتفاع (شکل ۲)، با استفاده از مدل رقومی ارتفاع با تفکیک‌پذیری ۱۰ متر تهیه شد.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-09-14]



شکل۲- نقشه طبقه‌بندی ارتفاع در منطقه موردمطالعه

تهیه نقشه خصوصیات خاک

مقادیر دقت و انحراف روش‌های مختلف در جدول ۱ ارائه‌شده است. نتایج نشان داد که مقادیر واقعی و مقادیر پیش‌بینی‌شده در ارزیابی‌های صورت گرفته متغیرهای اسیدیته و هدایت الکتریکی با روش میانگین متحرک وزن‌دار نااریب و دیگر متغیرها با روش کریجینگ تطابق بیشتری دارد. ب مقادیر دقت و انحراف روش‌های مختلف در جدول ۱ ارائه‌شده است. نتایج نشان داد که مقادیر واقعی و مقادیر پیش‌بینی‌شده در ارزیابی‌های صورت گرفته متغیرهای اسیدیته و هدایت الکتریکی با روش میانگین متحرک وزن‌دار نااریب و دیگر متغیرها با روش کریجینگ تطابق بیشتری دارد. براساس این جدول ملاحظه می‌شود که روش کریجینگ در بیشتر متغیرها دقت بالاتری دارد.

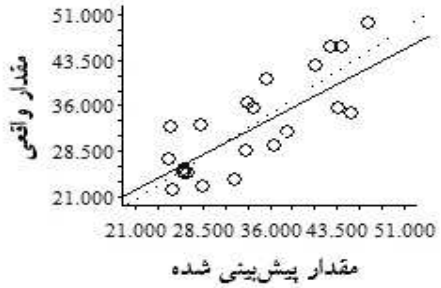
[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-09-14]

جدول ۱- ارزیابی روش‌های مختلف زمین‌آمار متغیرهای خاک به‌وسیله روش ارزیابی متقابل

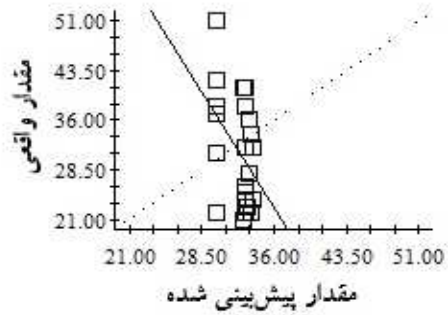
خصوصیات خاک		کریجینگ	میانگین متحرک وزن‌دار نااریب	میانگین متحرک وزن‌دار نرمال
درصد شن	MAE	۰/۱۲	۰/۲۵	۱/۱۵
	MBE	۰/۰۱۳	۰/۰۵	۱/۳
درصد سیلت	MAE	۰/۲٦۵	۰/۵۷۲	۱/۱
	MBE	۰/۰۷	۰/۳۲۷	-۱/۲
درصد رس	MAE	۰/۲۷	۰/۳۲	۰/۵۲
	MBE	۰/۰٦	۰/۱	۰/۲۷
هدایت الکتریکی (ds/m)	MAE	۰/۲۲	۰/۱۸	۰/٤۳
	MBE	۰/۱۲	۰/۰۵	۰/۱۸
اسیدیته (۱:۲)	MAE	۰/۰٦۷	۰/۰۲	۰/۰۷
	MBE	۰/۰۰٤	۰/۰۰۸	۰/۰۰۵
درصد کربن آلی	MAE	۰/۰۵۵	۰/۱۲	۰/۱۳
	MBE	۰/۰۰۳	۰/۰۱٦	۰/۰۱۷
درصد نیتروژن	MAE	۰/۰۲۸	۰/۰۳	۰/۰٤
	MBE	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۱
درصد رطوبت اشباع	MAE	۰/۲۷	۰/٤۲	۰/۸۸
	MBE	۰/۰۷	۰/۱۸	۰/۷

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-09-14]

منحنی‌های مربوط به برآورد متغیرهای خاک بررسی‌شده با استفاده از روش کریجینگ، میانگین متحرک وزن‌دار نااریب و میانگین متحرک وزن‌دار نرمال تهیه شد که نمونه‌ای از آن برای متغیر درصد شن در شکل‌های ۳، ۴ و ۵ نمایش داده شد. نتایج نشان داد که مقادیر واقعی و مقادیر پیش‌بینی‌شده در ارزیابی‌های صورت گرفته در متغیر درصد شن با استفاده از روش کریجینگ تطابق بیشتری نسبت به ارزیابی روش‌های دیگر در منطقه موردمطالعه دارد.

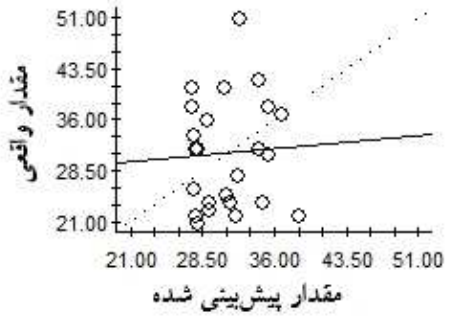


شکل ۳- ارزیابی متقابل متغیر شن با استفاده از روش کریجینگ



شکل ۴- ارزیابی متقابل متغیر شن با استفاده از روش میانگین متحرک وزن‌دار نااریب

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-09-14]



شکل ۵- ارزیابی متقابل متغیر شن با استفاده از روش میانگین متحرک وزن‌دار نرمال

برای اجرای روش کریجینگ نیاز به نیم‌تغییرنما برای متغیرها است نتایج حاصل از نیم‌تغییرنمای متغیرهای ارزیابی‌شده در جدول ۲ نشان داده‌شده است.

نقشه‌های پراکنش خصوصیات خاک براساس روش کریجینگ و میانگین متحرک وزن‌دار در محیط GIS تهیه شدند که در شکل-های۷ تا ۱۴ نشان داده شدند.

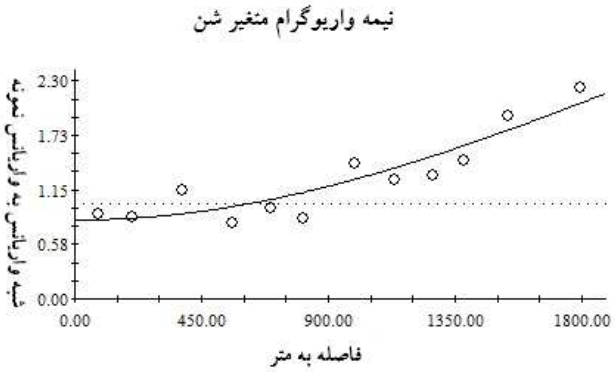
[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-09-14]

جدول ۲- اجزای مربوط به نیمه‌تغییرنمای خصوصیات خاک ارزیابی‌شده

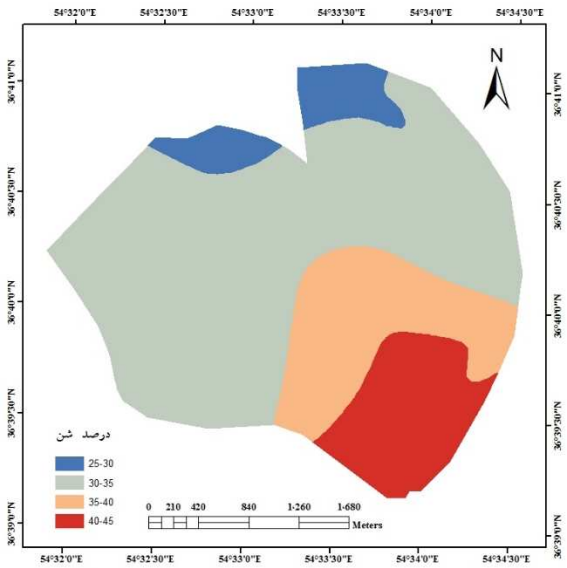
ردیف	خصوصیات خاک	مدل تغییر نما	اثر قطعه‌ای	استانه	شعاع تأثیر	فاصله گام	ضریب همبستگی
۱	شن	گاسن	۰/۸	٤/۷۱	۲۹۰٤	۱۸۰۰	۰/٦۸
۲	سیلت	گاسن	۰/۷	۱/۷٤	۲۵۲۳/۵	۱۵۰۰	۰/۸۷
۳	رس	گاسن	۰/۸	۲/۰۵	۱۷۰٤	۱۵۰۳	۰/۵٤
٤	هدایت الکتریکی ((ds/m)	تجربی	۰/۵	۱/٦۰	٦۱۱۰	۲۹۹۵	۰/۹٦
۵	اسیدیته	گاسن	۰/۵	۱/۷۲	٦۱۱۰	۲۵۵۰	۰/۹۳
٦	کربن آلی	گاسن	۰/۵	۰/٤۸	۷۱۱۰	۳۰۱۰	۰/۷۵
۷	نیتروژن	گاسن	۰/۸	۰/۰۰۰۵۷	٦۰۹۰	۲۵۷۰	۰/۸٦
۸	رطوبت اشباع	تجربی	۰/۵	۱۸/٤۹	٦۱۱۰	۲۵۰۵	۰/۹۹

نیم‌تغییرنما، کمیتی برداری است که درجه همبستگی مکانی و شباهت بین نقاط اندازه‌گیری شده را برحسب مربع تفاضل مقدار دونقطه و با توجه به جهت و فاصله آن‌ها نشان می‌دهد. نیم‌تغیرنمای درصد شن در شکل ۶ نشان داده شد.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-09-14]

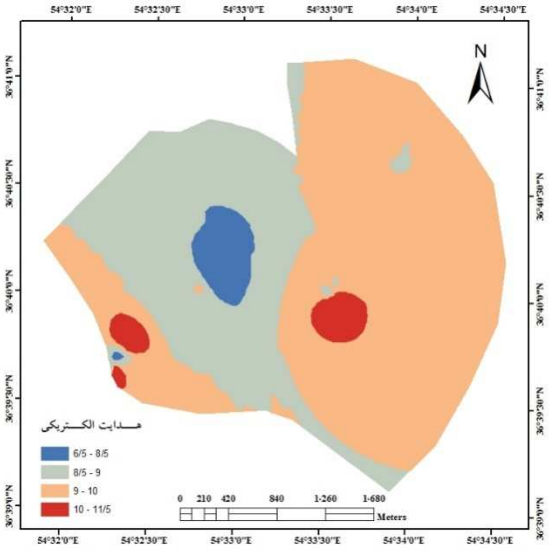


شکل ۶- نیم‌تغیرنمای درصد شن به‌وسیله مدل گاسن

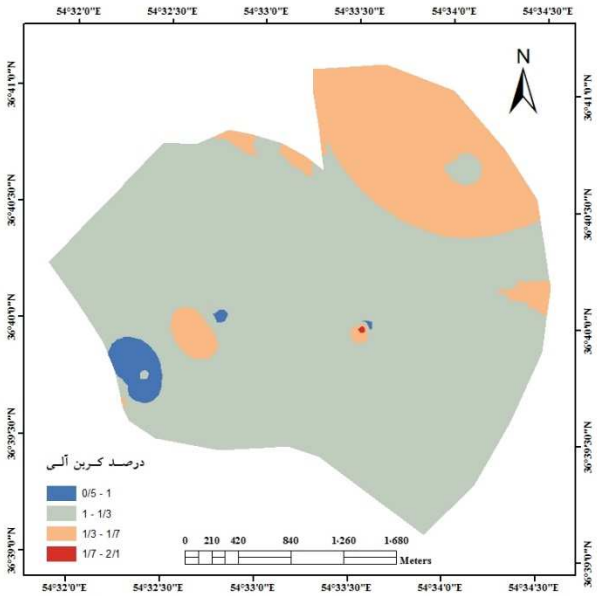


شکل ۷- نقشه توزیع درصد شن با استفاده از روش کریجینگ

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-09-14]

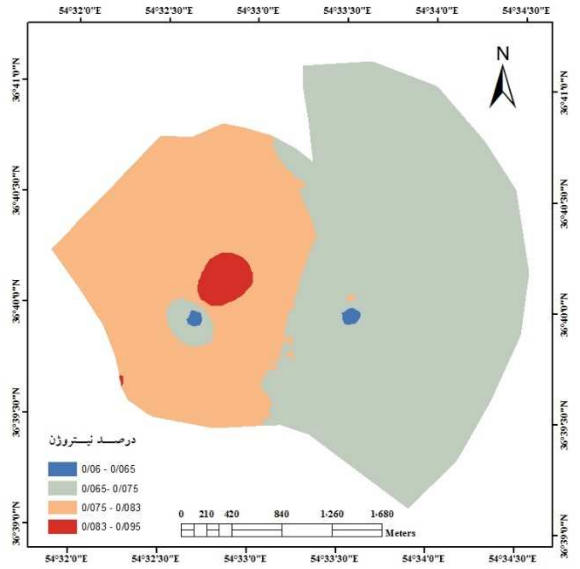


شکل ۸- نقشه توزیع هدایت الکتریکی با استفاده از روش میانگین متحرک وزن‌دار ناریب

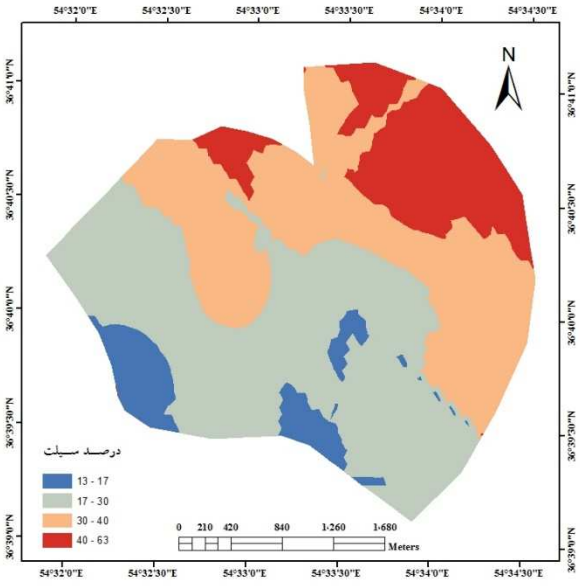


شکل ۹- نقشه توزیع کربن آلی با استفاده از روش کریجینگ

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-09-14]

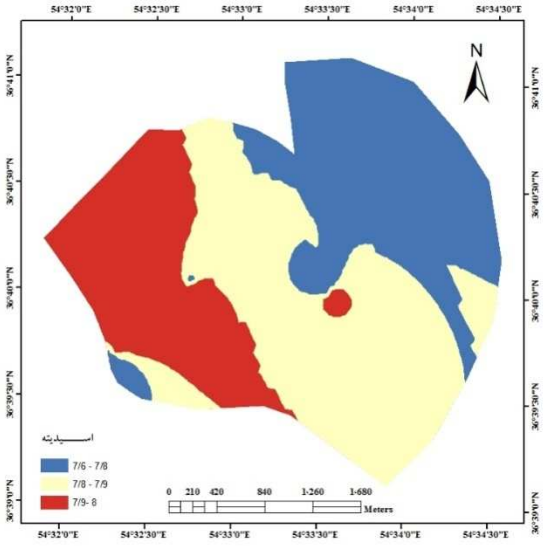


شکل ۱۰- نقشه توزیع درصد نیتروژن با استفاده از روش کریجینگ

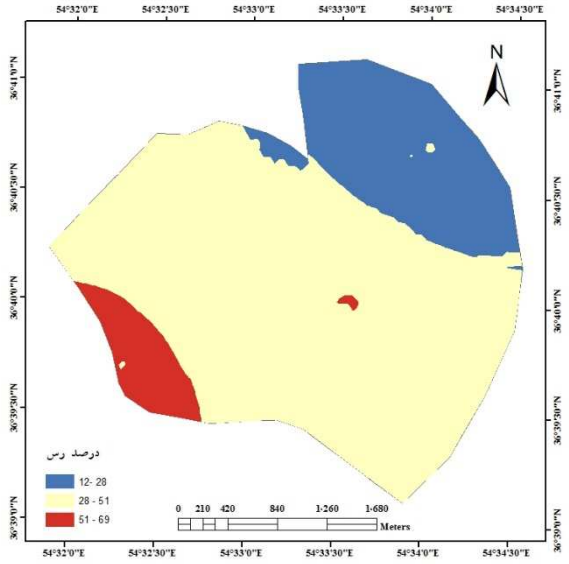


شکل ۱۱- نقشه توزیع درصد سیلت با استفاده از روش کریجینگ

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-09-14]

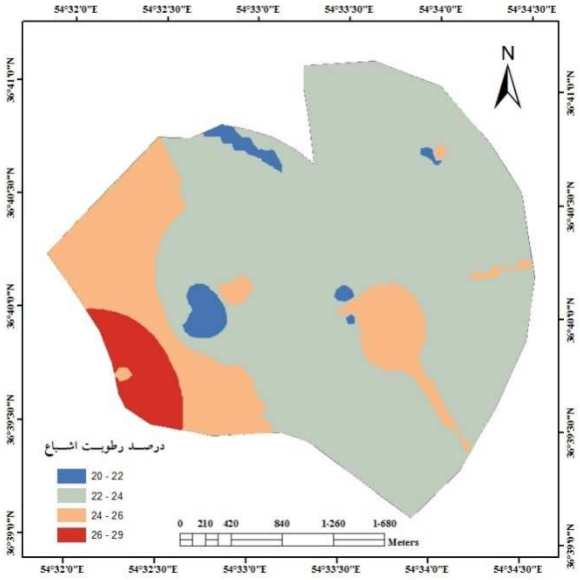


شکل ۱۲- نقشه توزیع اسیدیته با استفاده از روش کریجینگ



شکل ۱۳- نقشه توزیع درصد رس با استفاده از روش کریجینگ

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-09-14]



شکل ۱۴- نقشه توزیع درصد رطوبت اشباع با استفاده از روش کریجینگ

نتایج بررسی رابطه بین پوشش‌گیاهی و عوامل محیطی با روش رگرسیون لوجستیک

با استفاده از رگرسیون لوجستیک می‌توان رابطه بین حضور تک‌تک گونه‌ها را با عوامل محیطی بررسی کرد. هم‌خطی چندگانه یکی ازدلایل افزایش خطای استاندارد برآورد ضرایب رگرسیونی و درنتیجه کاهش کارایی مدل بوده و ممکن است، منجر به پیش-بینی‌هایی خارج از دامنه مورد انتظار شود، نتایج مقادیر عامل تورم واریانس (VIF) محاسبه شد که همه مقادیر متغیرهای مستقل دارای VIF کمتر از ۵ بودند و درنتیجه متغیرهای مستقل دارای هم خطی چندگانه نبودند (Field,۲۰۰۹). آزمون بارتلت نیز نشان داد ماتریس ضرایب همبستگی متغیرهای توضیحی با صفر اختلاف معنی‌داری ندارد (۰/۰۰۱ >p)؛ بنابراین بین متغیرهای مستقل موردبررسی هم‌خطی چندگانه وجود ندارد. آزمون کولموگروف اسمیرنوف و بارتلت، شاخصی برای تناسب داده‌ها برای انجام تحلیل عاملی محاسبه می‌شود. با توجه به جدول زیر چون مقدار آماریKMO۳ برابر ۰/۶۷۵ است پس داده‌ها برای انجام تحلیل عاملی نسبتاً مناسب هستند. همچنین نتایج کرویت بارتلت نیز معنی‌دار است، به این مفهوم که فرض مخالف تأیید می-شود، یعنی بین متغیرها همبستگی معنی‌دار وجود دارد.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-09-14]

جدول ۳- نتایج آزمون بارتلت و کولموگروف‌اسمیرنوف

آزمون کولموگروف اسمیرنوف و بارتلت		
آماره کولموگروف اسمیرنوف		۰/۶۷۵
آزمون بارتلت	آماره کای اسکور	۱۷۹۸/۶۸۸
	نتایج آزمون	۰/۰۰۰

نتایج استفاده از این روش در معادله‌های ۱ تا ۳ ارائه‌شده‌است. با توجه به رابطه ۱ حضور گونه *Thymus Kostschyanus* Boiss با ارتفاع نسبت مستقیم و با هدایت الکتریکی نسبت عکس دارد. رابطه ۲ نشان داد که گونه *Achillea millefolium* با پیشرفت به سمت مناطق پایین‌دست، نمود پیدا می‌کند درنتیجه با ارتفاع نسبت عکس و با درصد رطوبت اشباع نسبت مستقیم دارد.

با توجه به اینکه مقدار Sig در تمام رابطه‌های به‌دست‌آمده بالاتر از ۰/۰۵ می‌باشد، پس رابطه لوجستیک تطابق خوبی به داده‌ها داشته و معنی‌دار است.

رابطه ۱

$$P_{(T.\text{Kostschyanus})} = \frac{Exp(5.293elevation - 10.32EC)}{1 + (5.293elevation - 10.32EC)}$$

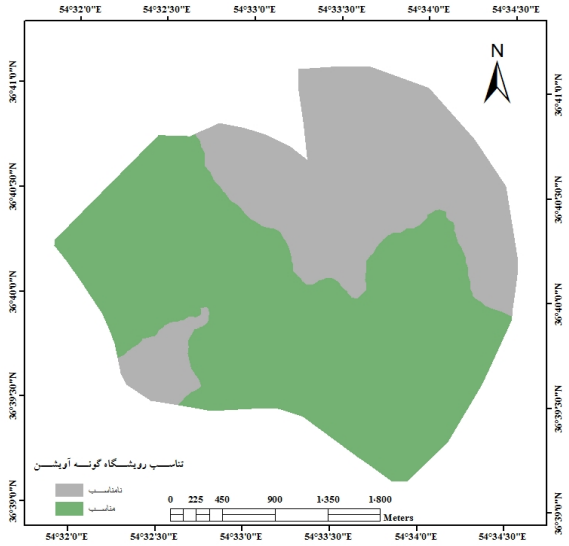
رابطه ۲

$$P\,(A.millefolium) = \frac{Exp(۳.۲۳۸A.W - ۰.۱۸۷elevation)}{۱ + (۳.۲۳۸A.W - ۰.۱۸۷elevation)}$$

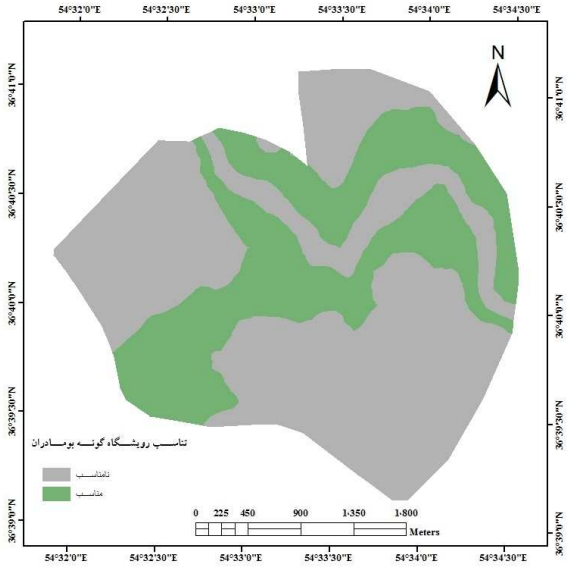
برای مدل‌سازی رویشگاه تک‌تک گونه‌های گیاهی از رگرسیون لوجستیک استفاده شد که معادله‌های مربوط به رگرسیون لوجستیک در بخش قبل آورده شده است. طبق نظر هنگل و همکاران (۲۰۰۹ Hengel et al.,) طبقه‌بندی نقشه تنها به‌منظور سهولت درک مطلب صورت می‌گیرد بر طبق نظر ایشان درصد احتمال بالای ۵۰ جزئ مناطق مناسب و مطلوب هستند.

در این بخش مدل‌های مذکور با استفاده از لایه‌های اطلاعاتی موردنظر در سیستم GIS اعمال شد و نقشه پیش‌بینی هر یک از گونه‌های گیاهی رویشگاه‌ها تهیه شد که در شکل‌های ۱۵ تا ۱۶ نشان داده‌شده است.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-09-14]



شکل ۱۵- نقشه تناسب (پتانسیل) رویشگاه گونه *T.Kotschyanus* با روش رگرسیون لوجستیک



شکل ۱۶- نقشه تناسب (پتانسیل) رویشگاه گونه *A.millefolium* با روش رگرسیون لوجستیک

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-09-14]

و همچنین علاوه بر نقشه پیش‌بینی، نقشه واقعی پوشش‌گیاهی نیز برای مقایسه آورده شده است. میزان تطابق نقشه تهیه‌شده با نقشه واقعی پوشش گیاهی نیز با استفاده از ضریب کاپا محاسبه شد که در جدول ۴ نشان داده‌شده است.

جدول ۴- تعیین توافق بین مقادیر پیش‌بین و واقعی برای نقشه‌های پیش‌بینی با استفاده از ضریب کاپا در مدل رگرسیون لجستیک

ردیف	گونه‌های گیاهی	ضریب کاپا	توافق بین مقادیر پیش‌بینی و مقادیر واقعی
۱	*T. Kostschyanus*	۰/۵۷	خوب
۲	*A. millefolium*	۰/۶۳	خوب

مدل تحلیل آشیان بوم‌شناختی (ENFA)

آنالیز انجام‌شده در تجزیه‌وتحلیل عامل آشیان بوم‌شناختی مشابه آنالیز تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، به محاسبه عواملی می‌پردازد که توضیح دهنده بخش عمده‌ای ازتاثیر متغیرهای مستقل، محیط‌زیست گونه است، اولین ستون معرف ویژگی حاشیه‌ای بودن گونه موردمطالعه است و نشان می‌دهد که حد بهینه گونه موردمطالعه تا چه حد در فاصله از حد میانگین زیستگاه موردمطالعه قرار دارد. عوامل بعدی نیز شامل عوامل تحمل‌پذیری یا به عبارتی تخصصی بودن گونه هستند.
جدول۵ نشان می‌دهد که مهم‌ترین عامل در تعیین مطلوبیت زیستگاه گونه آویشن عامل ارتفاع از سطح دریا و همچنین بافت است.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-09-14]

جدول۵- ماتریس امتیازات تحلیل عاملی انجام‌شده گونه *T.Kostschyanus*

متغیرهای محیطی	حاشیه گزینی	تخصص گرایی ۱	تخصص گرایی ۲
ارتفاع	۰/۳٤۸	۰/۲٤٤۷	۰/۱۰۱۲
شیب	۰/۱۳٤	۰/۰۸۵	۰/۰۳٤
جهت	-۰/۰٤۸	۰/۰۹۲۲	۰/۰۳۳۵
درصد شن	۰/۳۱۵	۰/۲٦٤	۰/۱۱۷
درصد سیلت	۰/۱۰٤	-۰/۸۷۱	۰/۰۲۷۸
درصدرس	-۰/۰٤۵۲	-۰/۰۲۸۵	-۰/۰۸٤۱
هدایت الکتریکی (ds/m)	۰/۲۲۳۵	۰/۰۸۲۸	-۰/۱۵۸۳
اسیدیته (۱:۲)	۰/۱۲٦٤	-۰/۰۸۲۳	۰/۰٤۵
درصد کربن آلی	۰/۰٤۲٤	۰/۰٦٤٤	-۰/۰٤۲
درصد نیتروژن	-۰/۱۰۳	-۰/۰۹۳	-۰/۰۸۲
درصد رطوبت اشباع	۰/۱۸۳	۰/۱۰۹	۰/۰٦٦۸

جدول۶ نشان می‌دهد که مهم‌ترین عامل در تعیین مطلوبیت زیستگاه گونه بومادران عامل ارتفاع، سیلت و رطوبت اشباع است.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-09-14]

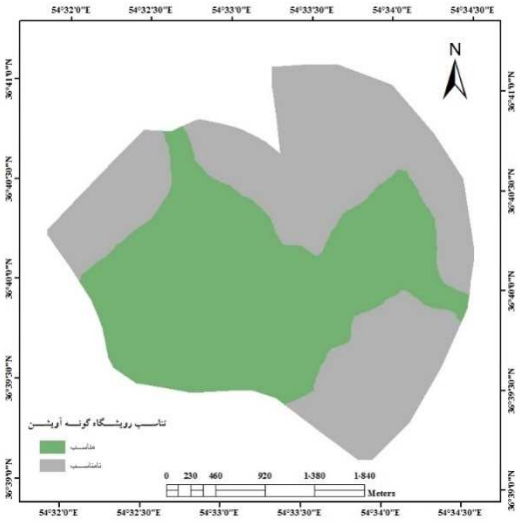
جدول۶- ماتریس امتیازات تحلیل عاملی انجام‌شده گونه *A.millefolium*

متغیرهای محیطی	حاشیه گزینی	تخصص گرایی ۱	تخصص گرایی ۲
ارتفاع	-۰/۲۵۸	-۰/۱۷۳	۰/۱۰۱۲
شیب	۰/۰۴۷	۰/۰۶۲۱	۰/۰۷۳۱
جهت	۰/۰۰۳۴	۰/۰۶۱	۰/۰۵۲۱
درصد شن	-۰/۱۱۰۸	-۰/۰۹۱	۰/۰۰۵۸
درصد سیلت	۰/۲۴۵۰	۰/۱۹۱۰	۰/۰۲۷۸
درصد رس	۰/۱۳۲۳	۰/۱۰۲۸	۰/۰۷۲۳
هدایت الکتریکی (ds/m)	۰/۰۲۳۵	۰/۰۰۰۳	۰/۰۴۱
اسیدیته (۱:۲)	۰/۰۲۶۴	۰/۱۸۱	-۰/۱۸۶۲
درصد کربن آلی	۰/۰۴۲۴	۰/۰۰۳۵	-۰/۰۰۲۷
درصد نیتروژن	۰/۰۳۸۱	۰/۰۲۱	-۰/۰۲۱
درصد رطوبت اشباع	۰/۱۲۸۴	۰/۰۳۴	۰/۰۰۵۶

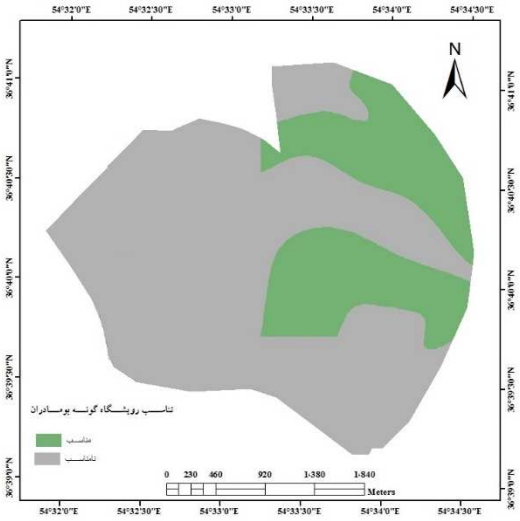
برای تهیه نقشه مطلوبیت رویشگاه سه گونه گیاهی ازمدل به‌دست‌آمده در نرم‌افزار Biomapper از روش میانگین هندسی استفاده شد. در نهایت با انجام آنالیزهای آماری مورد تناسب رویشگاه به‌صورت یک فایل رستری که حاوی مقادیر ۰ تا ۱۰۰ بود، تهیه شد. صحت مدل با استفاده ازشاخص Boyce ارزیابی شد که میزان صحت مدل دراین آزمون برابر با ۸۵، ۷۹ و ۸۲ درصد تعیین شد که نشان‌دهنده دقت بالا و قابل‌قبول نتایج این مطالعه است.

نقشه‌های پیش‌بینی پتانسیل رویشگاه دو گونه گیاهی دارویی مورد مطالعه در شکل‌های ۱۷ و ۱۸ نشان داده شد. نتایج نشان می‌دهد که رویشگاه‌های بالقوه گونه آویشن با حرکت به سمت مناطق پست به شوری منطقه اضافه‌شده و از ارتفاع کاسته می‌شود که این‌ها دلایل مهمی در کاهش شرایط رویش گونه‌های آویشن به‌عنوان گیاهان سردسیر و مرتفع است، بطوریکه در مناطق با ارتفاع کمتر منطقه بالقوه نامناسبی جهت رویش این گیاهان است. مطلوبیت رویشگاه گونه بومادران در مناطق با ارتفاع کمتر و با افزایش درصد رطوبت اشباع نشان داده شد.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-09-14]



شکل۱۷- نقشه تناسب رویشگاه گونه *T.Kostschyanus* با مدل ENFA



شکل۱۸- نقشه تناسب رویشگاه گونه *A.millefolium* با مدل ENFA

میزان تطابق نقشه تهیه‌شده با نقشه واقعی پوشش گیاهی نیز با استفاده از ضریب کاپا محاسبه شد که در جدول ۸ نشان داده‌شده است.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-09-14]

جدول ۸- تعیین توافق بین مقادیر پیش‌بین و واقعی برای نقشه‌های پیش‌بینی با استفاده از ضریب کاپا در مدل ENFA

ردیف	گونه‌های گیاهی	ضریب کاپا	توافق بین مقادیر پیش‌بینی و مقادیر واقعی
۱	*T. Kostschyanus*	۰/٦۷	خوب
۲	*A. millefolium*	۰/۷۵	عالی

بحث و نتیجه‌گیری

بررسی مدل‌های تناسب رویشگاه و پراکنش گیاهان دارویی منجر به تصمیم‌گیری‌های مدیریتی به‌منظور شناسایی گونه‌های باارزش و حفاظت و بهره‌برداری پایدار از آن‌ها بسیار ضروری و موردتوجه است. در همین راستا دو گونه دارویی مهم بومی مورداستفاده مردم منطقه شامل بومادران و آویشن انتخاب شدند.

تهیه لایه‌های محیطی از روش کریجینگ به‌دلیل دقت بالا استفاده شد. جیان‌بیانگ و همکاران (Jianbing, ۲۰۰۸) طی مطالعه‌ای که بر روی پراکنش مقدار ماده‌آلی در خاک‌های شمال‌شرق چین داشته‌اند، به این نتیجه رسیدند که روش کریجینگ معمولی می‌تواند، توزیع مکانی ماده‌آلی خاک را به‌دقت برآورد نماید. درواقع، زمین‌آمار قادر است، مقدار خطای تخمین و همچنین مقدار خطای نمونه‌برداری و آماده‌سازی داده‌ها را محاسبه کرده و به‌این‌ترتیب شاخصی جهت برآورد استحکام ساختار فضایی و ارتباط مکانی داده‌ها را فراهم آورد (عالمی و همکاران،۱۹۸۰).

حاشیه گرایی به معنای فاصله بوم‌شناختی بین میانگین پراکنش هر دو گونه دارویی در هر متغیر محیطی با میانگین همان متغیر در سطح کل منطقه موردمطالعه است. این نمایه نشان می‌دهد که گونه آویشن مقادیر بیشتری از متغیرهای ارتفاع را نسبت به میانگین کل آن متغیرها در کل منطقه ترجیح می‌دهد. از سوی دیگر عامل تخصص‌گرایی گونه، مقدار تخصصی بودن گونه را در محدوده منابع مورداستفاده خود درمحیط نشان می‌دهد. این مقدار عکس میزان تحمل‌پذیری گونه است و مقادیر کم آن نشان می‌دهد که گونه موردمطالعه نسبت به بسیاری متغیرهای محیطی از درجه تحمل‌پذیری بالایی برخوردار است. تریتوان و همکاران (Trethowan et al., ۲۰۱۰)، ولمارنس و همکاران (Wolmarans et al., ۲۰۱۰)، زارع چاهوکی و خلاصی اهوازی (Zare Chahouki and Khalasi Ahvazi, ۲۰۱۲) و خلاصی اهوازی و همکاران (۱۳۹۴) نیز با به‌کارگیری مدل آشیان بوم‌شناختی

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-09-14]

نقشه مطلوبیت رویشگاه گونه‌های گیاهی را با دقت بالا تهیه کردند. در نمایش حضور و عدم حضور گونه آویشن در دو جهت شمال و جنوب، طبقات ارتفاعی و پلات‌ها، نتایج نشان داد در هر دو جهت با افزایش ارتفاع از ۱۶۰۰ متر به بیش از ۱۸۰۰ متر این فاکتور افزایش می‌یابد که این امر در جهت جنوبی به‌واسطه وجود صخره محسوس‌تر می‌باشد. گونه *Achillea millefolium* در محدوده ۲۲۱۵ تا ۲۳۱۷ متر از سطح دریا مشاهده شدند؛ که با نتایج قنبری و همکاران (۱۳۹۳) که عوامل رویشگاهی گیاه بومادران در استان آذربایجان شرقی را موردبررسی قراردادند و به این نتیجه رسیدند این گیاه در ارتفاع ۱۰۲۶ تا ۲۵۵۷ متر از سطح دریا رویش دارد. حجازی وهمکاران (Hejazi et al.,۱۹۹۸) درمطالعه‌ای به این نتیجه رسیدند که اثرمتقابل عوامل محیطی مختلف برحسب ارتفاع، منجر به تغییر تیپ زیستگاه‌ها و جوامع گیاهی مختلف شده است. به‌علت اختلاف شدیدی که مناطق کوهستانی از حیث ارتفاع با یکدیگر و سایر مناطق دارند انواع و اقسام رستنی‌ها حتی در مناطق نزدیک به هم دیده می‌شوند.

با تطبیق نقشه‌های عوامل محیطی و نقشهٔ رویشگاه تهیه‌شده این نتایج تأیید شد که افزایش املاح گچ در مناطق پست و پایین‌دست، به‌تدریج باعث کاهش گونهٔ آویشن در سطح جوامع گیاهی خواهد شد. درواقع املاح گچ‌خاک به دلیل ایجاد یک میکروکلیمای خشک و ایجاد محدودیت درجذب آب و موادغذایی گیاه به‌عنوان یک عامل محدودکننده برای استقرار پوشش گیاهی به غیرازگیاهان گچ‌دوست عمل می‌کند (Stephenson et al., ۲۰۰۶). بافت خاک نیز به‌دلیل تأثیر درمیزان آب و عناصر در دسترس گیاهان و نیز تهویه وعمق ریشه –دوانی گیاه درپراکنش پوشش گیاهی نقش دارد (Thomaes et al., ۲۰۰۸). نتایج این تحقیق نشان داد که گونه بومادران در مناطق با بافت متوسط و لومی-شنی رویش بالقوه بهتری خواهد داشت. در بررسی نتایج حاصل از این مطالعه مشخص شد که افزایش ارتفاع از سطح دریا، تأثیر زیادی روی تناسب رویشگاه آویشن دارد. با توجه به این‌که با افزایش ارتفاع از سطح دریا، میزان بارندگی افزایش‌یافته و درجه حرارت کاهش می‌یابد، ازاین‌رو، میزان تولید و تراکم گیاه افزایش می‌یابد. بررسی‌های مربوط به خاک در رویشگاه‌های مختلف نشان داد که اسیدیته و ماده‌آلی تأثیری در تعیین رویشگاه‌های مختلف ندارد، درحالی‌که رس، سیلت، ماسه و ارتفاع، در رویشگاه‌های گوناگون عوامل تأثیرگذاری بر تفکیک رویشگاه‌ها بودند. مطالعات نشان داد که حداقل اسیدیته خاک ۷/۱ و حداکثر میزان آن در منطقه موردمطالعه ۸/۱ می‌باشد و همچنین در اکثر خاک-هایی که گونه آویشن در آن حضور داشت، میزان اسیدیته تا حدودی افزایش می‌یابد و به میزان ۸/۱ تمایل می‌یابد. ازلحاظ آماری نتایج حاصل از بررسی اسیدیته خاک در طبقات سه‌گانه (کمتر از ۱۶۰۰، ۱۶۰۰-۱۸۰۰، ۱۸۰۰ متر به بالا) در دامنه شمالی و جنوبی نشان می‌دهد که اختلاف در سطح پنج درصد معنی‌دار نمی‌باشد. همچنین بررسی اسیدیته خاک در دو جهت شمال و جنوب در حالت کلی

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-09-14]

نیز نتایج حاکی از عدم اختلاف معنی‌دار مابین دو جهت موردمطالعه می‌باشد که نتایج به‌دست‌آمده با تحقیقات غلامی (۱۳۹۱) هم‌راستا نمی‌باشد. مطالعات نشان داد که حداقل میزان نیتروژن خاک ۰/۱۴ و حداکثر میزان آن در منطقه موردمطالعه ۰/۵۱ می‌باشد که در این دامنه تغییرات گونه آویشن استقراریافته است. خاک محل استقرار گونه آویشن به‌واسطه صخره‌ای بودن دارای میزان نیتروژن کمتری بود. نتایج حاصل از آنالیز بافت خاک‌نشان داد که گونه آویشن اکثراً در خاک‌های لومی با درصد تقریباً متناسبی از سه فاکتور اصلی تشکیل‌دهنده بافت خاک مناسب این‌گونه خاک لومی می‌باشد. اما بافت‌های متنوعی مانند شنی رسی لومی، رسی لومی، شنی لومی با درصد-های متفاوتی از رس، سیلت و شن در منطقه موردمطالعه مشاهده گردیدند. غلامی (۱۳۹۱) نیز در بررسی خصوصیات رویشگاه‌ها و پراکنش گونه‌های مختلف جنس تیموس در ایران نشان داد که رویشگاه‌های آویشن ازنظر هدایت الکتریکی، رس، پتاسیم و سنگریزه اختلاف معنی‌داری دارند. همچنین روشندل (۱۳۹۱) نیز بافت و هدایت الکتریکی خاک جزء مؤثرترین متغیرها در پراکنش گونه-های آویشن در فارس دانست. به‌طور خلاصه می‌توان نتیجه گرفت دامنه‌های جنوبی با ارتفاع بالاتر از ۱۶۰۰ متر از سطح دریا و در میان صخره‌ها با بافت خاک لومی را رویشگاه اصلی گونه *Thymus eriocalyx* نامید. لذا با توجه به رشد مناسب این گیاه در منطقه موردمطالعه و بذردهی آن و نیز ارزش بالای اقتصادی و دارویی آن و از طرفی نامناسب بودن وضع معیشتی مردم منطقه و ناشناخته بودن ارزش بالای آویشن در بین مردم منطقه، تنظیم واجرای برنامه‌های ترویجی جهت شناساندن این گیاه به اهالی جهت کشت و تکثیر آن ضروری به نظر می‌رسد. گونه‌های *Thymus* در این رویشگاه‌ها در خاک‌هایی با بافت سبک تا متوسط با pH بین ۷/۳ تا ۷/۷ و EC ۱/۵ تا ds/m۲/۷ می‌رویند. تحقیق حاضر نشان داد گونه *Achillea millefolium* در خاک‌های لومی رسی، لومی شنی رسی و لومی شنی و رسی پراکنش دارد. روش ENFA نشان داد که مهم‌ترین عامل در تعیین مطلوبیت زیستگاه گونه بومادران، عامل ارتفاع، سیلت و رطوبت اشباع است که با نتایج تقی پور و همکاران (۱۳۸۴) و بهمنش (۱۳۸۷) مبنی بر تأثیر بافت خاک بر پراکنش این‌گونه مطابقت داشت. زارع چاهوکی (۱۳۸۵) نیز در تحقیق خود با کاربرد روش رگرسیون لجستیک در بررسی رابطه حضور گونه‌های گیاهی و عوامل محیطی در مراتع پشتکوه یزد بیان کرد خصوصیات خاک از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر استقرار و پراکنش پوشش گیاهی منطقه می‌باشند.

با توجه به ضریب کاپا به‌دست‌آمده درروش رگرسیون لجستیک و ENFA، میزان تطابق نقشه‌ها واقعی و پیش‌بینی برای آویشن خوب و برای بومادران درروش اول، خوب و درروش دوم عالی برآورد شد. به‌عنوان نتیجه‌گیری کلی باید ذکر نمود که علی‌رغم سهولت اجرای آنالیز ENFA و محاسبه مطلوبیت زیستگاه براساس اطلاعات حضور گونه (بدون نیاز به اطلاعاتی درباره نقاط عدم حضور گونه) و

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-09-14]

صرفه‌جویی قابل‌توجه در زمان و بودجه موردنیاز برای جمع‌آوری اطلاعات، نباید از یاد برد که استفاده ازاین روش نیازمند به وارد نمودن حجم بالایی از اطلاعات دقیق از متغیرهای محیطی به شکل لایه‌های رستری است. برای موفقیت بیشتر در زمینه پیش‌بینی توزیع گیاهان در عرصه‌های مختلف منابع-طبیعی، آزمون روش‌های مختلف مدل‌سازی پوشش گیاهی در مناطق مختلف آب‌وهوایی کشور بسیار اثرگذار بوده و می‌توان با شناخت شرایط ویژه هر روش، بهترین آن را برای کاهش هزینه، زمان و افزایش دقت انتخاب کرد؛ و همچنین داده‌های به‌دست‌آمده از شرایط هر رویشگاهی در کشور به‌صورت بانک اطلاعاتی ثبت گردد تا بتوان از آن در واسنجی مدل‌های پیش‌بینی استفاده کرد.

منابع

آقاعلیخوانی، م.، قوشچی، ف. ۱۳۸۴. بوم‌شناسی گیاهی کاربردی (ترجمه). انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین. ۲۱۷ صفحه.

بهمنش، ب. ۱۳۸۵. بررسی اثر برخی عوامل محیطی بر پراکنش گیاهان دارویی (مطالعه موردی: مراتع چهارباغ استان گلستان). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۹۶ صفحه.

بهمنش، ب.، حشمتی، غ.، باغانی، م.۱۳۸۷. تعیین تنوع گونه‌ای گیاهان دارویی مراتع کوهستانی چهارباغ استان گلستان. مجله مرتع، ۲(۲): ۱۵۰-۱۴۱.

پیری صحراگرد، ح.، زارع چاهوکی، م.ع.، آذرنیوند، ح. ۱۳۹۳. مدل‌سازی پراکنش گونه‌های گیاهی در مراتع غرب حوض سلطان استان قم با روش رگرسیون لجستیک. نشریه مرتع‌داری. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۱(۱): ۱۱۳-۹۴.

تقی پور، علی. ۱۳۸۴. اثر عوامل محیطی بر روی پراکنش گیاهان مرتعی مراتع هزارجریب بهشهر (مطالعه موردی: روستای سرخ گریوه). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

جمزاد، ز. ۱۳۷۳. آویشن. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، ۱۵ صفحه.

خلاصی اهوازی، ل.، زارع چاهوکی، م.ع.، آذرنیوند، ح.، سلطانی گرد فرامرزی، م. ۱۳۹۰. مدل‌سازی مطلوبیت رویشگاه Eurotia ceratoides (L.) C.A.M. با کاربرد روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی (ENFA) در مراتع شمال شرق سمنان، نشریه مرتع، ۵(۴): ۳۷۲-۳۶۲.

خلاصی اهوازی، ل.، زارع چاهوکی، م.ع.، حسینی، س.ز .۱۳۹۴. مدل‌سازی پراکنش جغرافیایی رویشگاه گونه‌های Artemisia aucheri و Artemisia sieberi براساس روش‌های مبتنی بر حضور (MaxEnt و ENFA). مجله تحقیقات منابع طبیعی تجدیدشونده، ۱۹: ۷۳-۵۷.

روشندل، ل. ۱۳۹۱. بررسی خصوصیات رویشگاه و پراکنش گونه‌های تیموس در ایران (فارس)، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-09-14]

زارع چاهوکی، م.ع.، جعفری، م.، آذرنیوند، ح.، مقدم، م. ر.، فرحپور، م.، شفیع‌زاده نصرآبادی، م. ۱۳۸۵. کاربرد روش رگرسیون لجستیک در بررسی رابطه حضور گونه‌های گیاهی با عوامل محیطی در مراتع پشت کوه استان یزد. مجله پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، ۷۶: ۱۴۳-۱۳۶.

زارع گاریزی، آ.، بردی شیخ، و.، سعدالدین، ا.، سلمان ماهینی، ع.ر. ۱۳۹۱. کاربرد روش رگرسیون لجستیک در مدل‌سازی الگوی مکانی احتمال تغییر پوشش گیاهی (مطالعه موردی: آبخیز چهل چای استان گلستان). فصلنامه علمی- پژوهشی فضای جغرافیایی دانشگاه آزاد واحد اهر، ۳۷: ۶۸-۵۵.

زرگری، ع. ۱۳۶۰. گیاهان دارویی. انتشارات دانشگاه تهران، جلد اول.

زرگری، ع. ۱۳۷۵. گیاهان دارویی. انتشارات دانشگاه تهران، جلد دوم

ساکی، م.، ترکش، م.، بصیری، م.، وهابی، م.ر. ۱۳۹۱. کاربرد مدل رگرسیون لجستیک درختی در تعیین رویشگاه بالقوه گونه گیاهی گون زرد Astragalus verus. اکولوژی کاربردی، ۱(۲): ۳۷-۲۷.

سالاردینی، ع.ا. ۱۳۹۱. حاصلخیزی خاک. انتشارات دانشگاه تهران. ۴۳۴ صفحه.

سنگونی، ح.، کریم‌زاده، ح. ر.، وهابی، م. ر.، ترکش اصفهانی، م. ۱۳۹۰. تعیین رویشگاه بالقوه گون سفید (Astragalus gossypinus Fischer) در منطقه غرب اصفهان با تحلیل عاملی آشیان اکولوژیک. مجله کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی، ۳(۲).

صفایی، م.، ترکش اصفهانی، م.، بصیری، م.، بشری، م. ۱۳۹۲. تهیه نقشه رویشگاه پتانسیل گونه Astragalus verrus Olivier با استفاده از روش رگرسیون لجستیک. فصلنامه علمی – پژوهشی خشک بوم، ۳(۱).

غلامی، ب. ۱۳۹۱. بررسی خصوصیات رویشگاه‌ها و پراکنش گونه‌های مختلف تیموس در ایران(خراسان). مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع.

فهیمی‌پور،ا.، زارع چاهوکی، م. ع.، طویلی، ع.، جعفری، م. ۱۳۸۹. بررسی عوامل محیطی مؤثر بر تغییرات تنوع گونه‌ای در مراتع طالقان میانی. نشریه پژوهش و سازندگی، ۸۷.

قنبری، م.، سوری، م.ک.، امیدبیگی، ر.، هداوندی میرزایی، ح. ۱۳۹۳. بررسی برخی خصوصیات بوم‌شناختی، ریختی و میزان اسانس بومادران هزاربرگ (Achillea millefolium L.) در منطقه آذربایجان شرقی، نشریه تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۳۰ (۵): ۶۹۲-۷۰۱.

کامرانی، ک. ۱۳۸۳. تأثیر عوامل اقتصادی و اجتماعی در مدیریت مراتع چهارباغ استان سمنان، شهرستان شاهرود. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

گروه احیاء و توسعه گیاهان دارویی و صنعتی دفتر امور منابع جنگلی . ۱۳۸۸. آویشن. مجموعه علمی ترویجی گیاهان دارویی- صنعتی سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور، ص۲۴.

مدرس گرجی، ه.، پیرباوقار، م.، قهرمانی، ل. ۱۳۹۲. مدل‌سازی پراکنش تیپ‌های جنگلی با استفاده ازرگرسیون لجستیک در جنگل‌های آرمرده بانه. فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۲۱(۴): ۶۴۲-۶۲۹.

مظفریان، و. ۱۳۷۵. فرهنگ‌نامه‌ای گیاهان ایران. انتشارات فرهنگ معاصر.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-09-14]

مقصودلونژاد، م. ۱۳۸۹. آنالیز کمی و کیفی توده ارس ناحیه چهارباغ با استفاده از GIS و آنالیز زمین. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

ملکی نجف‌آبادی، ع.، سفیانیان، ر.، راهداری، و. ۱۳۸۹. بررسی تغییرات بوم‌شناسی منظر در پناهگاه حیات‌وحش موته با استفاده از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی(GIS). نشره محیط‌زیست طبیعی(منابع طبیعی)، ۶۳(۴): ۳۸۷-۳۷۳.

Alemi, M. H., Azari, A. S., Nielson, D. R. ۱۹۸۰. Kriging and univariate modeling of a spatial correlate data. Soil Technology, ۱: ۱۳۳-۱۴۷.

Engler, R., Guisan, A., Rechsteiner, L. ۲۰۰۴. An improved approach for predicting the distribution of rare and endangered species from occurrence and pseudo-absence data. Journal of Applied Ecology, ۴۱: ۲۶۳-۲۷۴

Gibson, L. A., Wilson, B. A., Cahill, D. M., Hill, J. ۲۰۰۳. Modeling Habitat suitability of the swamp Antechinus (Antechinus minimus maritimus) in the costal heathlands of southern Victoria, Australia. International Journal of Biological Conservation, ۱۱۷: ۱۴۳-۱۵۰.

Guisan, A., Zimmermanm, N.E. ۲۰۰۰. Predictive habitat Distribution Models in Ecology. J. Ecological Modeling, ۱۴۷-۱۸۶.

Field, A. ۲۰۰۹. Discovering statistics using SPSS, ۳rd Edition, Sage Publications Ltd., London, ۸۲۱p.

Hegazy, A.K., Demerdash, M.A.EI., Hosni, H.A. ۱۹۹۸. Vegetation, species diversity, and floristic relations along an altitudinal gradient in sourth-west Saudi Arabia. Journal of Arid Environments, ۳۸: ۳-۱۳.

Hengel, T., Sierdsema, H., Radovi, A., Dilo, A. ۲۰۰۹. Spatial prediction of species distribution from occurrence-only records: combining point pattern analysis, ENFA and regression-kriging. Ecological Modeling, ۲۲۰: ۳۴۹۹-۳۵۱۱.

Hirzel, A.H., Hausser, J., Chessel, D., Perrin. N. ۲۰۰۲. Ecological Niche Factor Analysis: How to compute habitat-suitability maps without absence data?. Ecology, ۷۳ (۲۲): ۲۰۲۷-۲۰۳۶.

Hosmer, D.W., Lemeshow, S. ۲۰۰۰. Applied Llogistic Regression. Wiley, New York. ۳۰۷p.

Http:// hamshahrionline. Ir/ details/ ۸۴۰۲۴, ۲۰۰۹.

Jianbing, W., Boucher, A., Zhang, T. ۲۰۰۸. A SGEMS code for pattern simulation of continuous and categorical variables: FILTERSIM. computers & Geosciences, ۱۲: ۱۸۶۳-۱۸۷۶.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-09-14]

Jongman, R.H.G., Ter Break, C.J.F., Van Tongeren, O.F.R. ۱۹۸۷. Data Analysis in Community and Landscape Ecology. Cambridge university press, Wageningen. ۲۹۹p.

Zare Chahouki, M.A., Khalasi Ahvazi,L. ۲۰۱۲. Predicting potential distributions of Zygophyllum eurypterum by three modeling techniques (ENFA, ANN and logistic) in North East of Semnan, Iran. Range Mgmt. & Agroforestry, ۳۳ (۲): ۱۲۳-۱۲۸.

Muir, S. ۲۰۰۱. Managing Rangeland. In URL: http:// rangelands West. Org/ az/ Monitoring technical. Htmh.

Nicholls, A. O. ۱۹۸۹. How to make biological surveys go further with generalized linear models. Biol. Conserv, ۵۰: ۵۱–۷۵.

Pearce, J., Ferrier, S. ۲۰۰۰. An evaluation of alternative algorithms for fitting species distribution models using logistic regression. Ecological Modelling, ۱۲۸: ۱۲۷-۱۴۷.

Rushton, S.P., Ormerod, S.J., Kerby, G. ۲۰۰۴. New paradigms for modelling species distributions?. Journal of Applied Ecology, ۴۱(۲):۱۹۳-۲۰۰.

Stephenson, C., MacKenzie, M., Edwards, C., Travis, J. ۲۰۰۶. Modelling establishment probabilities of an exotic plant, Rhododendron ponticum, invading a heterogeneous, woodland landscape using logistic regression with spatial autocorrelation. Ecol. Model, ۱۹۳ (۳-۴):۷۴۷-۷۵۸.

Thomaes. A., Kervynb, T., Maes,D. ۲۰۰۸. Applying species distribution modelling for the conservation of the threatened Saproxylic Stag Beetle (Lucanus cervus). Biological Conservation. ۱۴۱: ۱۴۰۰-۱۴۱۰.

Trethowan, P., Robertson, D., Mcconnachiec, A.J. ۲۰۱۱. Ecological nich modelling of an imvasive alien plant and its potential biological control egents. South African journal of Botany, ۷۷: ۱۳۷-۱۴۶.

Wolmarans, R., Robertson, M.P., Van Rensburg, B.j. ۲۰۱۰. Predicting invasive alien plant distributions. How geographical bias in occurrence records influences model performance. Journal of Biogeography, ۳۷(۹): ۱۶۲۹-۱۸۳۴.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2025-09-14]