



دانشگاه گنبد کاووس

نشریه "حفاظت زیست بوم گیاهان"

دوره ششم، شماره سیزدهم

<http://pec.gonbad.ac.ir>

مدل سازی پراکنش گیاهان دارویی *Achillea* و *Thymus kotschyanus* Boiss

millefolium با روش تحلیل آشیان بوم‌شناختی و رگرسیون لجستیک

بهاره بهمنش^{۱*}، عصمت طبسی^۲، اکبر فخیره^۳، لیلا خلاصی اهوازی^۴

^۱ استادیار، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس

^۲ دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مرتع‌داری، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه

گنبد کاووس

^۳ استادیار، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس

^۴ مربی، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱/۲۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۸/۷

چکیده

شناخت عواملی که بر استقرار و پراکنش گیاهان دارویی تأثیرگذارند به منظور 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 به منظور مدل‌سازی پراکنش مهم‌ترین گیاهان دارویی منطقه چهارباغ استان گلستان صورت گرفت. پس از بازدید عرصه مورد مطالعه 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 ۰-۳۰ 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 لجستیک استفاده شد. ابتدا نقشه عوامل محیطی مؤثر بر پراکنش پوشش گیاهی، شامل نقشه عوامل فیزیوگرافی با استفاده از مدل راقومی ارتفاع و نقشه خصوصیات خاک با استفاده از روش‌های میانابایی (روش کریجینگ، میانگین متحرک وزن‌دار ناریب و میانگین متحرک وزن‌دار نرمال) تهیه شد. دو گونه *Achillea millefolium* و *Thymus kotchyanus* Boiss به‌عنوان مهم‌ترین گونه‌های دارویی منطقه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. 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 لجستیک، حضور گونه آویشن با ارتفاع دارای رابطه مستقیم و با هدایت

*نویسنده مسئول: behmanesh@gonbad.ac.ir

الکتریکی رابطه عکس داشت. گونه بومادران نیز با ارتفاع رابطه عکس و با درصد رطوبت اشباع رابطه مستقیم نشان داد. به منظور تطابق نقشه‌های تهیه شده با نقشه واقعی پوشش گیاهی از ضریب کاپا استفاده شد. در روش رگرسیون لوجستیک ضریب کاپا برای گونه آویشن ۰/۵۷ و بومادران ۰/۶۳ محاسبه شد. در صورتیکه در روش ENFA ضریب کاپای محاسبه شده برای گونه آویشن ۰/۶۷ و بومادران ۰/۷۵ به دست آمده 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 به وسیله 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؛ به طوری که بسیاری از گیاهان دارویی به دلیل بهره‌برداری غیرمجاز در معرض انقراض قرار گرفته‌اند. 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). از جمله روش‌های مورد استفاده در مدل‌سازی پراکنش، می‌توان به مدل‌های ENFA و رگرسیونی اشاره کرد. تجزیه و تحلیل به کار برده شده در روش تجزیه و تحلیل 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 طراحی شده در نرم‌افزار BIOMAPPER است. این نرم‌افزار بر پایه سامانه اطلاعات جغرافیایی و نرم‌افزارهای آماری برای تهیه مدل‌های مطلوبیت زیستگاه و نقشه‌های مربوطه بر اساس تجزیه و تحلیل 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. در نهایت مطلوب‌ترین وضعیت را در نظر

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 قرار دادند. 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 (۲۰۱۰) نیز به پیش‌بینی توزیع گونه‌های مهاجم مرتعی با استفاده از مدل آشیان بوم‌شناختی و تنها با داده‌های حضور پرداختند. تری‌توان و همکاران (۲۰۱۱) et al. (Trethowan) با استفاده از مدل آشیان اکولوژیک رویشگاه گونه *Campuloclinium macrocephalum* را موردبررسی قرار دادند. سنگونی و همکاران (۱۳۹۰) با استفاده از روش ENFA در منطقه غرب اصفهان رویشگاه بالقوه گونه *Astragalus gossypinus* را موردبررسی قرار دادند. 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 صحت‌سنجی این مدل از نمایه Boyce استفاده کردند و میزان صحت مدل در این آزمون ۸۲/۵ درصد تعیین گردید. پیری صحراگرد و همکاران (۱۳۹۳) در تحقیقی که در مراتع غرب استان قم به روش رگرسیون لجستیک انجام دادند به این نتیجه رسیدند که بر اساس مدل‌های حاصل، عوامل هدایت الکتریکی، بافت خاک، اسیدیته، مقدار گچ، آب در دسترس، مقدار سنگریزه و آهک بیشترین نقش را در پراکنش جوامع گیاهی مورد مطالعه 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.

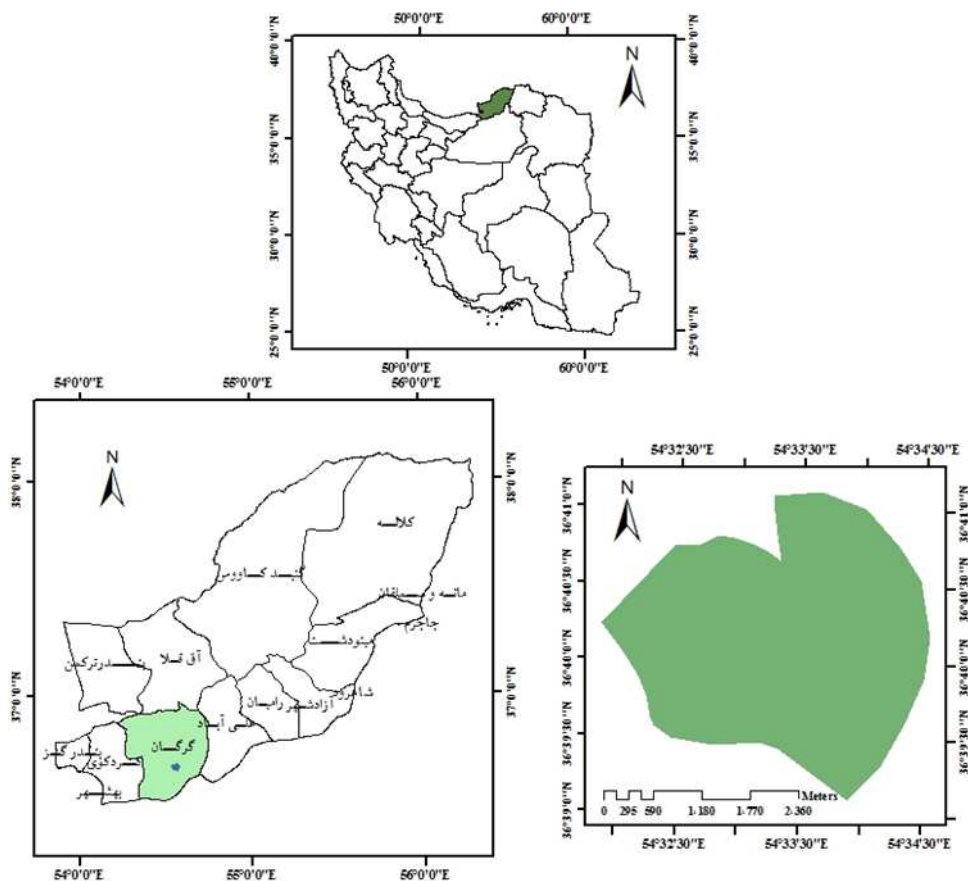
با توجه به اهمیت گیاهان دارویی به لحاظ درمانی و اقتصادی در کنار اهداف حفاظتی و تنوع گونه‌ای، بررسی رویشگاه این گیاهان و نیازهای اکولوژیکی آن‌ها ضرورت دارد که به شناخت روابط بین متغیرهای محیطی و شناسایی متغیرهای اثرگذار بر پراکنش پوشش مهم‌ترین گیاهان دارویی منطقه مورد مطالعه، منجر خواهد شد. از طرف دیگر،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

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 تجزیه و تحلیل عاملی آشیان اکولوژیک و روش رگرسیون لجستیک انجام شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در جنوب استان گلستان در محدوده جغرافیایی 40° و $60'$ شمالی و 28° و $40'$ شرقی تا 40° و $50'$ شمالی و 27° و $45'$ شرقی واقع می‌باشد (شکل ۱). وسعت منطقه مورد مطالعه 12000 هکتار برآورد شد. بیشترین ارتفاع منطقه مورد بررسی 2327 متر و کمترین ارتفاع 2208 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 $6/5$ - درجه سانتی‌گراد و متوسط بارندگی سالانه 305 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 (مقصودلونزاد، 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 پوشش دارند. 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 گندمی‌ها عمدتاً برای دام خوش‌خوراک بوده و در فصل چرا، مورد چرای شدید دام قرار می‌گیرند (بهمنش، ۱۳۸۵).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه نمونه برداری

جمع آوری اطلاعات

به منظور 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، نمونه برداری به روش تصادفی-سیستماتیک انجام گرفت. اندازه پلات‌های نمونه برداری با توجه به نوع و پراکنش گونه‌های گیاهی به روش 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.

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 انجام گرفته بر روی گیاهان دارویی مهم در منطقه مورد مطالعه (بهمنش، ۱۳۸۵)، دو گونه مهم دارویی با فرم رویشی علفی چندساله و بوته‌ای به ترتیب بومادران (*Achillea millefolium*) و آویشن (*Thymus kotchyanus*) به منظور انجام این تحقیق انتخاب شدند.

به منظور 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 نمونه برداری شده ثبت شد. نمونه‌های خاک پس از خشک شدن به آزمایشگاه منتقل و با استفاده از الک دو میلی متری، الک شدند. از آنجا که پارامترهای بافت خاک، هدایت الکتریکی، درصد ماده آلی، میزان اسیدیته، درصد ازت و رطوبت اشباع از پارامترهای مهم فیزیکی و شیمیایی خاک به شمار 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 به وسیله هدایت سنج الکتریکی اندازه‌گیری شدند. برای تعیین کربن آلی 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 به دست آمده تعیین شد (سالاردینی ۱۳۹۱).

تجزیه تحلیل اطلاعات

سه روش کریجینگ، میانگین متحرک وزن دار ناریب، میانگین متحرک وزن دار نرمال جهت میان یابی خصوصیات خاک در منطقه مورد مطالعه اجرا شد. به منظور ارزیابی روش‌های میان‌یابی از روش ارزیابی متقابل و دو پارامتر آماری MAE و MBE استفاده شده است. در شرایطی که MAE و MBE برابر صفر و یا نزدیک به صفر باشند، نشان‌دهنده این است که روش استفاده شده واقعیت را به خوبی شبیه‌سازی می‌کند. ابتدا برای تهیه لایه‌های عوامل محیطی و اجرای دو مدل رگرسیون لوجستیک و تجزیه و تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی، از روش کریجینگ در نرم‌افزار GS+(ver.۵.۱) و نرم‌افزار ArcMap استفاده شد و در نهایت نقشه‌های پیش‌بینی مکانی پارامترهای شن، سیلت، رس، نیتروژن، کربن اسیدیته، شوری و رطوبت اشباع تهیه شد. همچنین نقشه‌های 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 تولید شده می باشد. روشی دارای بالاترین میزان دقت است که مقدار MBE آن به مقدار ایده‌آل صفر نزدیک باشد.

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

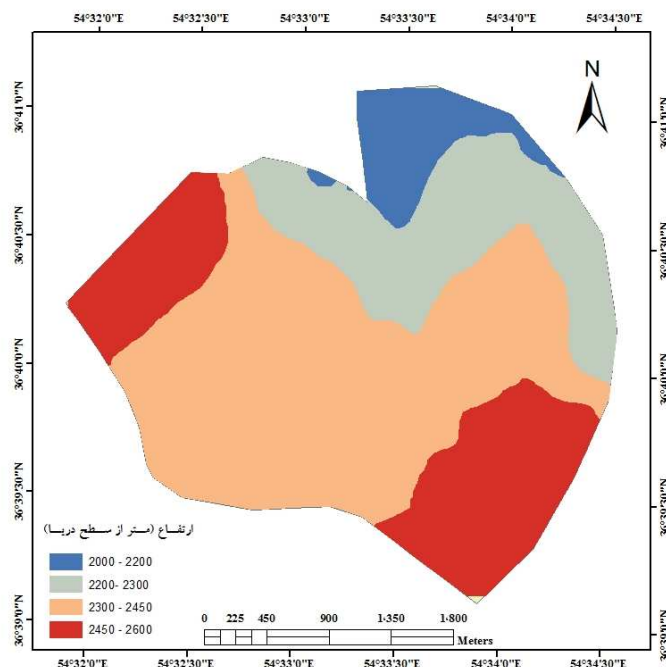
پس از ورود اطلاعات اکو جغرافیایی به نرم افزار BIOMAPPER، در مرحله اول، این اطلاعات برای اطمینان از نرمال بودن و یکنواخت بودن توزیع مورد آزمون قرار گرفتند؛ زیرا روش تحلیل عاملی آشیان اکولوژیک تا حد زیادی به نرمال بودن داده‌های اولیه نیازمند است و عدم رعایت این اصل باعث بروز خطا در نتایج نهایی و کاهش دقت و صحت مدل می‌شود. در گام بعدی، همبستگی میان این متغیرها به وسیله نرم افزار BIOMAPPER آزمون شد، زیرا این نرم افزار 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 تحمل پذیری گونه نیز علاوه بر محاسبه مطلوبیت رویشگاه در روش ENFA محاسبه شد که به ترتیب نشان دهنده وسعت میدان بوم‌شناختی گونه مورد نظر نسبت به متغیرهای مستقل زیست محیطی، میزان تمایل گونه به زندگی در زیستگاه‌های حاشیه‌ای و محدوده قابل تحمل گونه نسبت به متغیرهای مستقل زیست محیطی 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 لجستیک بر مبنای حضور و عدم حضور گونه‌هاست بدین منظور پس از تهیه رابطه‌های رگرسیونی در نرم افزار SPSS و اعمال این رابطه‌ها بر لایه‌های محیطی در نرم افزار ArcMap نقشه‌های پیش‌بینی رویشگاه گونه‌های مورد مطالعه تهیه شد. در نهایت صحت مدل با استفاده از ضریب کاپا در نرم افزار 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 این گونه‌های تهیه شد. نقشه متغیر ارتفاع (شکل ۲)، با استفاده از مدل رقومی ارتفاع با تفکیک پذیری ۱۰ متر تهیه شد.



شکل ۲- نقشه طبقه‌بندی ارتفاع در منطقه مورد مطالعه

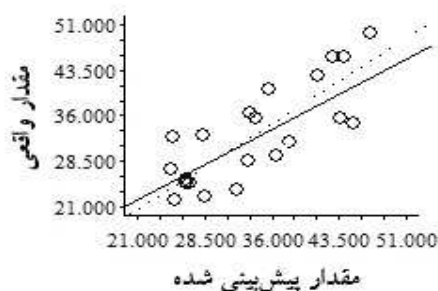
تهیه نقشه خصوصیات خاک

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

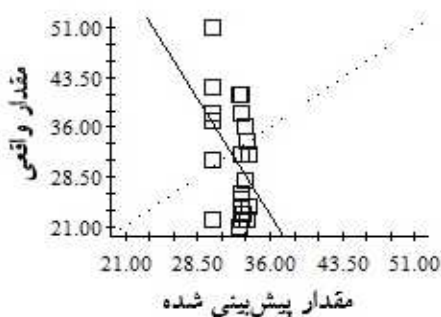
جدول ۱- ارزیابی روش‌های مختلف زمین‌آمار متغیرهای خاک به‌وسیله روش ارزیابی متقابل

میانگین متحرک وزن‌دار نرمال	میانگین متحرک وزن‌دار نااریب	کریجینگ	MAE	MBE	خصوصیات خاک
۱/۱۵	۰/۲۵	۰/۱۲	MAE		
۱/۳	۰/۰۵	۰/۰۱۳	MBE		درصد شن
۱/۱	۰/۵۷۲	۰/۲۶۵	MAE		درصد سیلت
-۱/۲	۰/۳۲۷	۰/۰۷	MBE		
۰/۵۲	۰/۳۲	۰/۲۷	MAE		درصد رس
۰/۲۷	۰/۱	۰/۰۶	MBE		
۰/۴۳	۰/۱۸	۰/۲۲	MAE		هدایت الکتریکی (ds/m)
۰/۱۸	۰/۰۵	۰/۱۲	MBE		
۰/۰۷	۰/۰۲	۰/۰۶۷	MAE		اسیدیته (۱:۲)
۰/۰۰۵	۰/۰۰۸	۰/۰۰۴	MBE		
۰/۱۳	۰/۱۲	۰/۰۵۵	MAE		درصد کربن آلی
۰/۰۱۷	۰/۰۱۶	۰/۰۰۳	MBE		
۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۲۸	MAE		درصد نیتروژن
۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰۸	MBE		
۰/۸۸	۰/۴۲	۰/۲۷	MAE		درصد رطوبت
۰/۷	۰/۱۸	۰/۰۷	MBE		اشباع

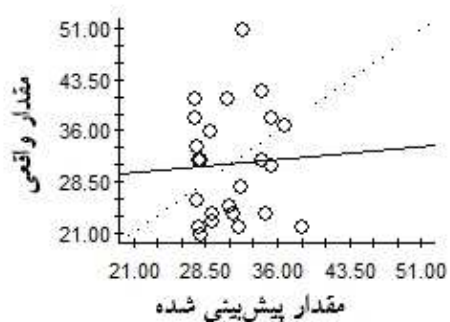
منحنی‌های مربوط به برآورد متغیرهای خاک بررسی شده با استفاده از روش کریجینگ، میانگین متحرک وزن دار ناریب و میانگین متحرک وزن دار نرمال تهیه شد که نمونه‌ای از آن برای متغیر درصد شن در شکل‌های ۳، ۴ و ۵ نمایش داده شد. نتایج نشان داد که مقادیر واقعی و مقادیر پیش‌بینی شده در ارزیابی‌های صورت گرفته در متغیر درصد شن با استفاده از روش کریجینگ تطابق بیشتری نسبت به ارزیابی روش‌های دیگر در منطقه مورد مطالعه دارد.



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



شکل ۴- ارزیابی متقابل متغیر شن با استفاده از روش میانگین متحرک وزن دار ناریب



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 داده شده است.

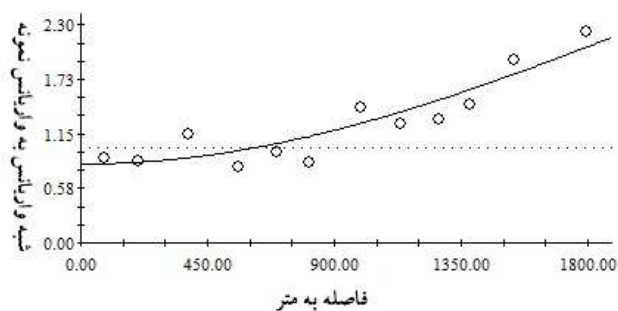
نقشه‌های پراکنش خصوصیات خاک براساس روش کریجینگ و میانگین متحرک وزن‌دار در محیط GIS تهیه شدند که در شکل-های ۷ تا ۱۴ نشان داده شدند.

جدول ۲- اجزای مربوط به نیمه‌تغییرنمای خصوصیات خاک ارزیابی‌شده

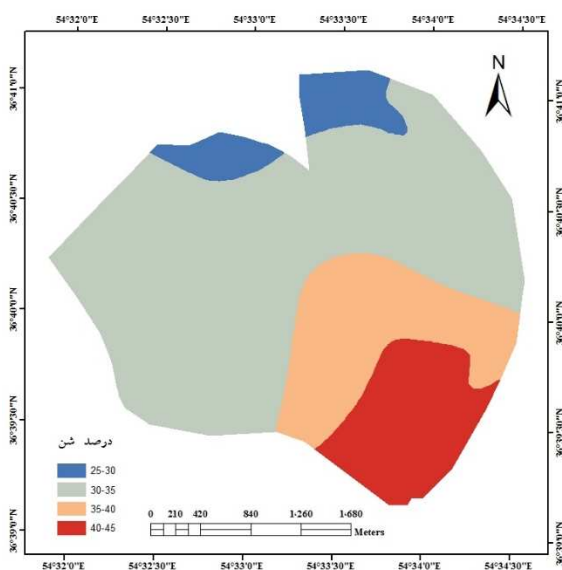
ردیف	خصوصیات خاک	مدل تغییر نما	اثر قطعه‌ای	استانه	شعاع تأثیر	فاصله گام	ضریب همبستگی
۱	شن	گاسن	۰/۸	۴/۷۱	۲۹۰۴	۱۸۰۰	۰/۶۸
۲	سیلت	گاسن	۰/۷	۱/۷۴	۲۵۲۳/۵	۱۵۰۰	۰/۸۷
۳	رس	گاسن	۰/۸	۲/۰۵	۱۷۰۴	۱۵۰۳	۰/۵۴
۴	هدایت الکتریکی (ds/m)	تجربی	۰/۵	۱/۶۰	۶۱۱۰	۲۹۹۵	۰/۹۶
۵	اسیدیته	گاسن	۰/۵	۱/۷۲	۶۱۱۰	۲۵۵۰	۰/۹۳
۶	کربن آلی	گاسن	۰/۵	۰/۴۸	۷۱۱۰	۳۰۱۰	۰/۷۵
۷	نیترژن	گاسن	۰/۸	۰/۰۰۰۵۷	۶۰۹۰	۲۵۷۰	۰/۸۶
۸	رطوبت اشباع	تجربی	۰/۵	۱۸/۴۹	۶۱۱۰	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. نیم‌تغییرنمای درصد شن در شکل ۶ نشان داده شد.

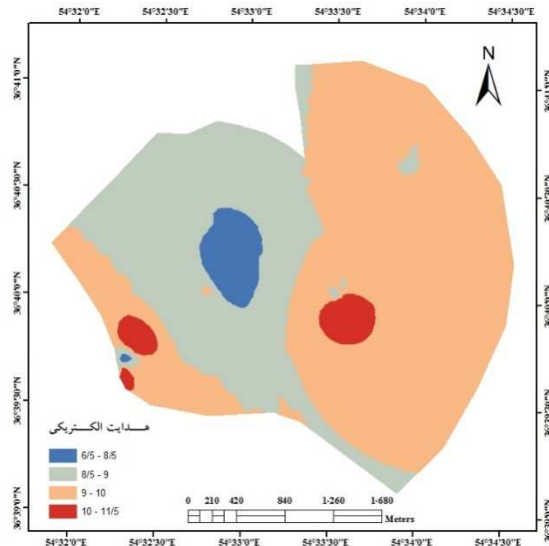
نیمه واریوگرام متغیر شن



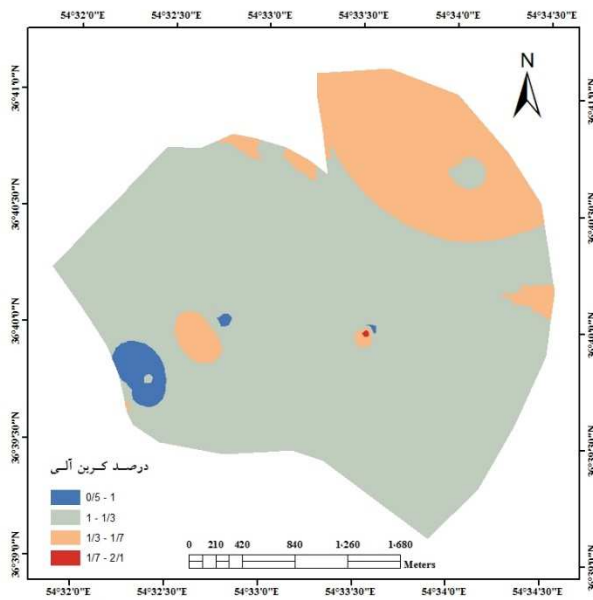
شکل ۶- نیم‌تغیرنمای درصد شن به‌وسیله مدل گاسن



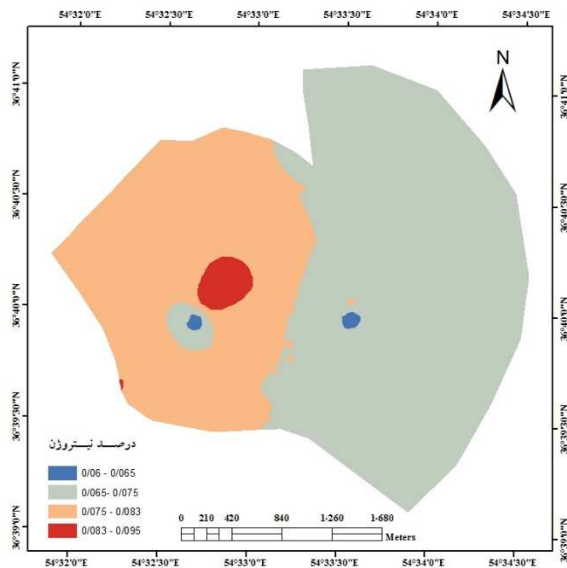
شکل ۷- نقشه توزیع درصد شن با استفاده از روش کریجینگ



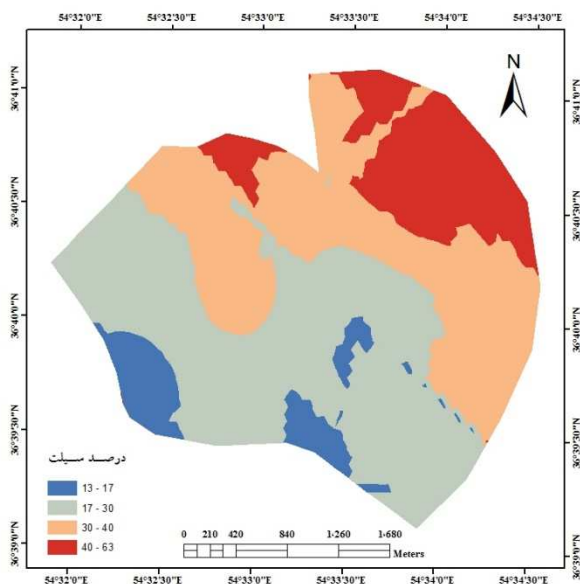
شکل ۸- نقشه توزیع هدایت الکتریکی با استفاده از روش میانگین متحرک وزن دار ناریب



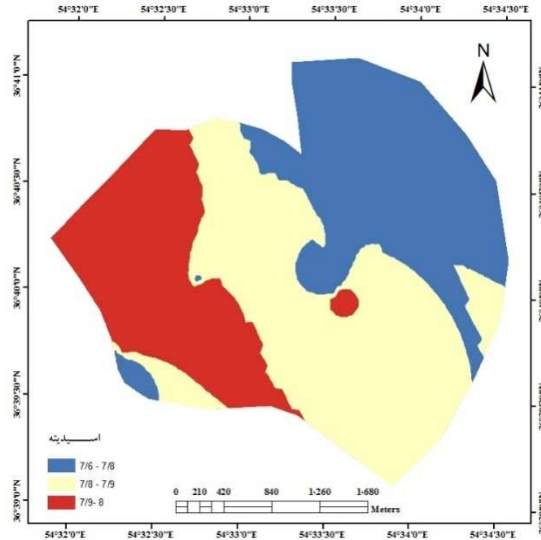
شکل ۹- نقشه توزیع کربن آلی با استفاده از روش کریجینگ



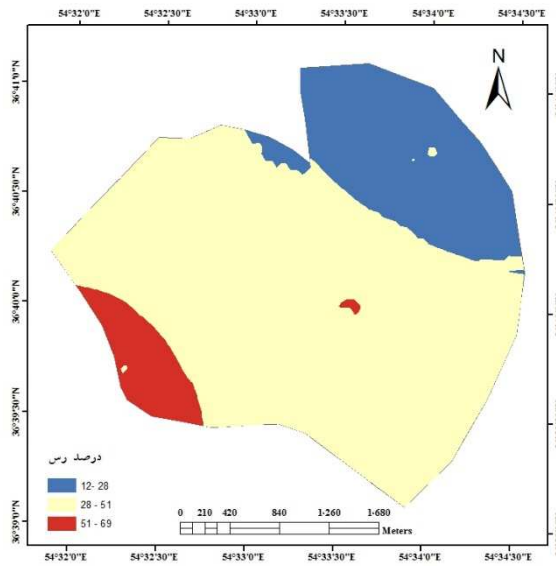
شکل ۱۰- نقشه توزیع درصد نیتروژن با استفاده از روش کریجینگ



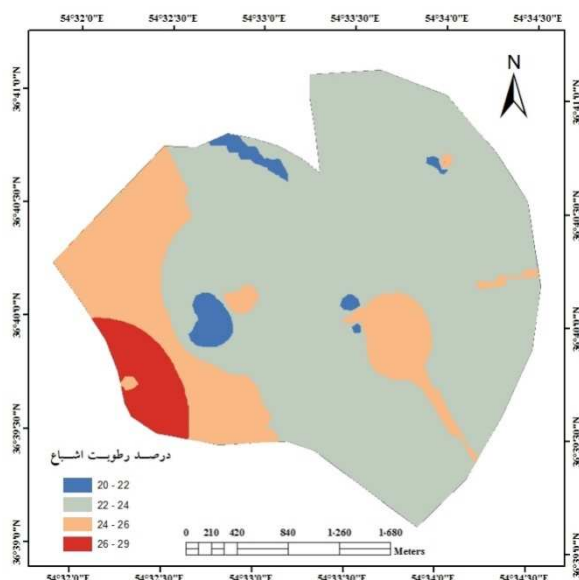
شکل ۱۱- نقشه توزیع درصد سیلت با استفاده از روش کریجینگ



شکل ۱۲- نقشه توزیع اسیدیت با استفاده از روش کریجینگ



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



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

نتایج بررسی رابطه بین پوشش گیاهی 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 از دلایل افزایش خطای استاندارد برآورد ضرایب رگرسیونی و در نتیجه کاهش کارایی مدل بوده و ممکن است، منجر به پیش‌بینی‌هایی 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 در نتیجه متغیرهای مستقل دارای هم‌خطی 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 مورد بررسی 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 آماری KMO^3 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 می‌شود، یعنی بین متغیرها همبستگی معنی‌دار وجود دارد.

جدول ۳- نتایج آزمون بارتلت و کولموگروف اسمیرنوف

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

نتایج استفاده از این روش در معادله‌های ۱ تا ۳ ارائه شده است. با توجه به رابطه ۱ حضور گونه *Thymus Kotschyanus 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 پایین دست، نمود پیدا می کند در نتیجه با ارتفاع نسبت عکس و با درصد رطوبت اشباع نسبت مستقیم دارد.

با توجه به اینکه مقدار Sig در تمام رابطه‌های به دست آمده بالاتر از ۰/۰۵ می باشد، پس رابطه لوجستیک تطابق خوبی به داده‌ها داشته و معنی دار است.

رابطه ۱

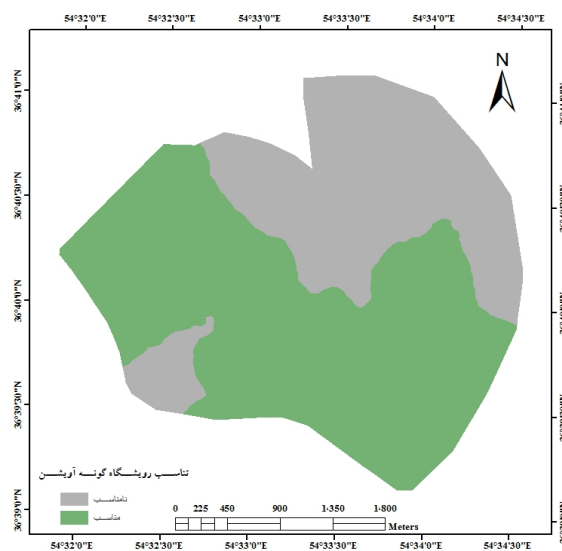
$$P_{(T.Kotschyanus)} = \frac{\text{Exp}(5.293\text{elevation} - 10.32EC)}{1 + (5.293\text{elevation} - 10.32EC)}$$

رابطه ۲

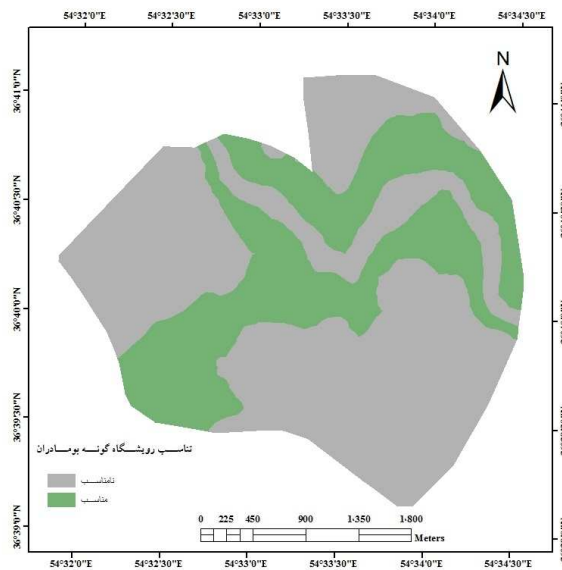
$$P(A.millefolium) = \frac{\text{Exp}(3.238A.W - 0.187\text{elevation})}{1 + (3.238A.W - 0.187\text{elevation})}$$

برای مدل سازی رویشگاه تک تک 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., طبقه بندی نقشه تنها به منظور سهولت درک مطلب صورت می گیرد بر طبق نظر ایشان درصد احتمال بالای ۵۰ جزئی مناطق مناسب و مطلوب هستند.

در این بخش مدل های مذکور با استفاده از لایه های اطلاعاتی مورد نظر در سیستم GIS اعمال شد و نقشه پیش بینی هر یک از گونه های گیاهی رویشگاه ها تهیه شد که در شکل های ۱۵ تا ۱۶ نشان داده شده است.



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



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

و همچنین علاوه بر نقشه پیش‌بینی، نقشه واقعی پوشش گیاهی 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 داده شده 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	<i>T. Kotschyanus</i>	۰/۵۷	خوب
۲	<i>A. millefolium</i>	۰/۶۳	خوب

مدل تحلیل آشیان بوم‌شناختی (ENFA)

آنالیز انجام‌شده در تجزیه و تحلیل عامل آشیان بوم‌شناختی مشابه آنالیز تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، به محاسبه عواملی می‌پردازد که توضیح دهنده بخش عمده‌ای از تاثیر متغیرهای مستقل، محیط‌زیست گونه است، اولین ستون معرف ویژگی حاشیه‌ای بودن گونه مورد مطالعه است و نشان می‌دهد که حد بهینه گونه مورد مطالعه تا چه حد در فاصله از حد میانگین زیستگاه مورد مطالعه قرار دارد. عوامل بعدی نیز شامل عوامل تحمل‌پذیری یا به عبارتی تخصصی بودن گونه هستند. جدول ۵ نشان می‌دهد که مهم‌ترین عامل در تعیین مطلوبیت زیستگاه گونه آویشن عامل ارتفاع از سطح دریا و همچنین بافت است.

جدول ۵- ماتریس امتیازات تحلیل عاملی انجام شده گونه *T.Kostschyanus*

متغیرهای محیطی	حاشیه گزینی	تخصص گرایی ۱	تخصص گرایی ۲
ارتفاع	۰/۳۴۸	۰/۲۴۴۷	۰/۱۰۱۲
شیب	۰/۱۳۴	۰/۰۸۵	۰/۰۳۴
جهت	-۰/۰۴۸	۰/۰۹۲۲	۰/۰۳۳۵
درصد شن	۰/۳۱۵	۰/۲۶۴	۰/۱۱۷
درصد سیلت	۰/۱۰۴	-۰/۸۷۱	۰/۰۲۷۸
درصد رس	-۰/۰۴۵۲	-۰/۰۲۸۵	-۰/۰۸۴۱
هدایت الکتریکی (ds/m)	۰/۲۲۳۵	۰/۰۸۲۸	-۰/۱۵۸۳
اسیدیته (۱:۲)	۰/۱۲۶۴	-۰/۰۸۲۳	۰/۰۴۵
درصد کربن آلی	۰/۰۴۲۴	۰/۰۶۴۴	-۰/۰۴۲
درصد نیتروژن	-۰/۱۰۳	-۰/۰۹۳	-۰/۰۸۲
درصد رطوبت اشباع	۰/۱۸۳	۰/۱۰۹	۰/۰۶۶۸

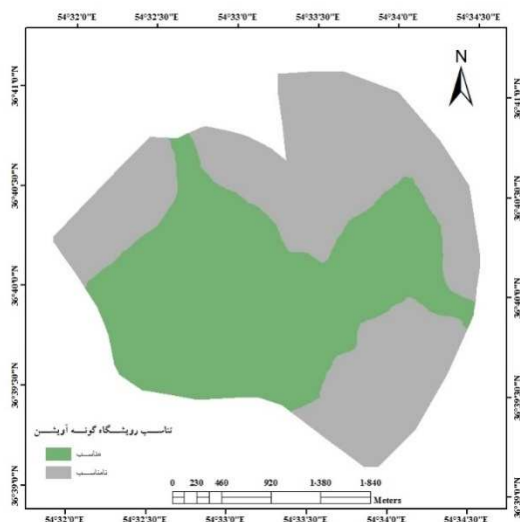
جدول ۶ نشان می‌دهد که مهم‌ترین عامل در تعیین مطلوبیت زیستگاه گونه بومادران عامل ارتفاع، سیلت و رطوبت اشباع است.

جدول ۶- ماتریس امتیازات تحلیل عاملی انجام شده گونه *A.millefolium*

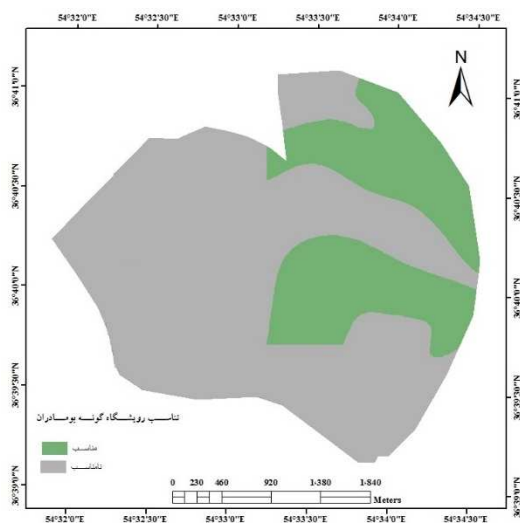
متغیرهای محیطی	حاشیه گزینی	تخصص گرای ۱	تخصص گرای ۲
ارتفاع	-۰/۲۵۸	-۰/۱۷۳	۰/۱۰۱۲
شیب	۰/۰۴۷	۰/۰۶۲۱	۰/۰۷۳۱
جهت	۰/۰۰۳۴	۰/۰۶۱	۰/۰۵۲۱
درصد شن	-۰/۱۱۰۸	-۰/۰۹۱	۰/۰۰۵۸
درصد سیلت	۰/۲۴۵۰	۰/۱۹۱۰	۰/۰۲۷۸
درصد رس	۰/۱۳۲۳	۰/۱۰۲۸	۰/۰۷۲۳
هدایت الکتریکی (ds/m)	۰/۰۲۳۵	۰/۰۰۰۳	۰/۰۴۱
اسیدیته (۱:۲)	۰/۰۲۶۴	۰/۱۸۱	-۰/۱۸۶۲
درصد کربن 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 به دست آمده در نرم افزار Biomapper از روش میانگین هندسی استفاده شد. در نهایت با انجام آنالیزهای آماری مورد تناسب رویشگاه به صورت یک فایل رستری که حاوی مقادیر ۰ تا ۱۰۰ بود، تهیه شد. صحت مدل با استفاده از شاخص Boyce ارزیابی شد که میزان صحت مدل در این آزمون برابر با ۸۵، ۷۹ و ۸۲ درصد تعیین شد که نشان دهنده دقت بالا و قابل قبول 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 اضافه شده و از ارتفاع کاسته می‌شود که این‌ها دلایل مهمی در کاهش شرایط رویش گونه‌های آویشن به عنوان 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.



شکل ۱۷- نقشه تناسب رویشگاه گونه *T. Kotschyanus* با مدل ENFA



شکل ۱۸- نقشه تناسب رویشگاه گونه *A. millefolium* با مدل ENFA

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

جدول ۸- تعیین توافقی 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	<i>T. Kotschyanus</i>	۰/۶۷	خوب
۲	<i>A. millefolium</i>	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 مورد استفاده مردم منطقه شامل بومادران و آویشن انتخاب شدند.

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

حاشیه‌گرایی به معنای فاصله بوم‌شناختی بین میانگین پراکنش هر دو گونه دارویی در هر متغیر محیطی با میانگین همان متغیر در سطح کل منطقه مورد مطالعه 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 مورد استفاده خود در محیط نشان می‌دهد. این مقدار عکس میزان تحمل‌پذیری گونه است و مقادیر کم آن نشان می‌دهد که گونه مورد مطالعه 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

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 به واسطه وجود صخره محسوس تر 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 مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند این گیاه در ارتفاع ۱۰۲۶ تا ۲۵۵۷ متر از سطح دریا رویش دارد. حجازی و همکاران (Hejazi et al., ۱۹۹۸) در مطالعه‌ای به این نتیجه رسیدند که اثر متقابل عوامل محیطی مختلف بر حسب ارتفاع، منجر به تغییر تیپ زیستگاه‌ها و جوامع گیاهی مختلف شده است. به علت 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 نقشه رویشگاه تهیه شده این نتایج تأیید شد که افزایش املاح گچ در مناطق پست و پایین دست، به تدریج باعث کاهش گونه آویشن در سطح جوامع گیاهی خواهد شد. در واقع املاح گچ خاک به دلیل ایجاد یک میکروکلیمای خشک و ایجاد محدودیت در جذب آب و مواد غذایی گیاه به عنوان یک عامل محدودکننده برای استقرار پوشش گیاهی به غیر از گیاهان گچ دوست عمل می‌کند (Stephenson et al., ۲۰۰۶). بافت خاک نیز به دلیل تأثیر در میزان آب و عناصر در دسترس گیاهان و نیز تهویه و عمق ریشه -دوانی گیاه در پراکنش 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 این که با افزایش ارتفاع از سطح دریا، میزان بارندگی افزایش یافته و درجه حرارت کاهش می‌یابد، از این رو، میزان تولید و تراکم گیاه افزایش می‌یابد. بررسی‌های مربوط به خاک در رویشگاه‌های مختلف نشان داد که اسیدیته و ماده آلی تأثیری در تعیین رویشگاه‌های مختلف ندارد، در حالی که 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 مورد مطالعه ۸/۱ می‌باشد و همچنین در اکثر خاک‌هایی که گونه آویشن در آن حضور داشت، میزان اسیدیته تا حدودی افزایش می‌یابد و به میزان ۸/۱ تمایل می‌یابد. از لحاظ آماری نتایج حاصل از بررسی اسیدیته خاک در طبقات سه گانه (کمتر از ۱۶۰۰، ۱۶۰۰-۱۸۰۰، ۱۸۰۰ متر به بالا) در دامنه شمالی و جنوبی نشان می‌دهد که اختلاف در سطح پنج درصد معنی دار نمی‌باشد. همچنین بررسی اسیدیته خاک در دو جهت شمال و جنوب در حالت کلی

نیز نتایج حاکی از عدم اختلاف معنی دار مابین دو جهت مورد مطالعه می باشد که نتایج به دست آمده با تحقیقات غلامی (۱۳۹۱) هم راستا نمی باشد. مطالعات نشان داد که حداقل میزان نیتروژن خاک ۰/۱۴ و حداکثر میزان آن در منطقه مورد مطالعه ۰/۵۱ می باشد که در این دامنه تغییرات گونه آویشن استقرار یافته است. خاک محل استقرار گونه آویشن به واسطه صخره های بودن دارای میزان نیتروژن کمتری بود. نتایج حاصل از آنالیز بافت خاک نشان داد که گونه آویشن اکثراً در خاک های لومی با درصد تقریباً متناسبی از سه فاکتور اصلی تشکیل دهنده بافت خاک مناسب این گونه خاک لومی می باشد. اما بافت های متنوعی مانند شن رسی لومی، رسی لومی، شنی لومی با درصد های متفاوتی از رس، سیلت و شن در منطقه مورد مطالعه مشاهده گردیدند. غلامی (۱۳۹۱) نیز در بررسی خصوصیات رویشگاه ها و پراکنش گونه های مختلف جنس تیموس در ایران نشان داد که رویشگاه های آویشن از نظر هدایت الکتریکی، رس، پتاسیم و سنگریزه اختلاف معنی داری دارند. همچنین روشندل (۱۳۹۱) نیز بافت و هدایت الکتریکی خاک جزء مؤثرترین متغیرها در پراکنش گونه های آویشن در فارس دانست. به طور خلاصه می توان نتیجه گرفت دامنه های جنوبی با ارتفاع بالاتر از ۱۶۰۰ متر از سطح دریا و در میان صخره ها با بافت خاک لومی را رویشگاه اصلی گونه *Thymus eriocalyx* نامید. لذا با توجه به رشد مناسب این گیاه در منطقه مورد مطالعه 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 و اجرای برنامه های ترویجی جهت شناساندن این گیاه به اهالی جهت کشت و تکثیر آن ضروری به نظر می رسد. گونه های *Thymus* در این رویشگاه ها در خاک هایی با بافت سبک تا متوسط با pH بین ۷/۳ تا ۷/۷ و EC ۱/۵ تا ۲/۷ ds/m می رویند. تحقیق حاضر نشان داد گونه *Achillea millefolium* در خاک های لومی رسی، لومی شنی رسی و لومی شنی رسی پراکنش دارد. روش ENFA نشان داد که مهم ترین عامل در تعیین مطلوبیت زیستگاه گونه بومادران، عامل ارتفاع، سیلت و رطوبت اشباع است که با نتایج تقی پور و همکاران (۱۳۸۴) و بهممنش (۱۳۸۷) مبنی بر تأثیر بافت خاک بر پراکنش این گونه مطابقت داشت. زارع چاهوکی (۱۳۸۵) نیز در تحقیق خود با کاربرد روش رگرسیون لجستیک در بررسی رابطه حضور گونه های گیاهی و عوامل محیطی در مراتع پشتکوه یزد بیان کرد خصوصیات خاک از مهم ترین عوامل مؤثر بر استقرار و پراکنش پوشش گیاهی منطقه می باشد.

با توجه به ضریب کاپا به دست آمده در روش رگرسیون لجستیک و ENFA، میزان تطابق نقشه ها واقعی و پیش بینی برای آویشن خوب و برای بومادران در روش اول، خوب و در روش دوم عالی برآورد شد. به عنوان نتیجه گیری کلی باید ذکر نمود که علی رغم سهولت اجرای آنالیز ENFA و محاسبه مطلوبیت زیستگاه بر اساس اطلاعات حضور گونه (بدون نیاز به اطلاعاتی درباره نقاط عدم حضور گونه) و

صرفه‌جویی قابل‌توجه در زمان و بودجه موردنیاز برای جمع‌آوری اطلاعات، نباید از یاد برد که استفاده از این 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 گونه‌های گیاهان دارویی مراتع کوهستانی چهارباغ استان گلستان. مجله مرتع، ۲(۲): ۱۵۰-۱۴۱.
- پیری صحراگرد، ح.، زارع چاهوکی، م.ع.، آذرینوند، 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 سرخ‌گریوه). 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.، آذرینوند، 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): ۳۶۲-۳۷۲.
- 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.

- زارع چاهوکی، م.ع.، جعفری، م.، آذرنبوند، 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.
- ساک، 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).
- سفایی، 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.، امیدبگی، 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، ص ۲۴.
- مدرس گرچی، ه.، پیرباوقار، م.، قهرمانی، ل. ۱۳۹۲. مدل‌سازی پراکنش تیپ‌های جنگلی با استفاده از رگرسیون لجستیک در جنگل‌های آرمده بانه. فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۲۱(۴): ۶۴۲-۶۲۹.
- مظفریان، و. ۱۳۷۵. فرهنگ‌نامه‌ای گیاهان ایران. انتشارات فرهنگ معاصر.

مقصودلونژاد، م. ۱۳۸۹. آنالیز کمی و کیفی توده ارس ناحیه چهارباغ با استفاده از GIS و آنالیز زمین. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
ملکی نجف‌آبادی، ع.، سفیانیان، ر.، راهداری، و. ۱۳۸۹. بررسی تغییرات بوم‌شناسی منظر در پناهگاه حیات وحش موته با استفاده از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS). نشره محیط‌زیست طبیعی (منابع طبیعی)، ۶۳ (۴): ۳۷۳-۳۸۷.

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., Zimmermann, 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 south-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 Logistic 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.

- 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 Saproxyllic Stag Beetle (*Lucanus cervus*). Biological Conservation. ۱۴۱: ۱۴۰۰-۱۴۱۰.
- Trethowan, P., Robertson, D., Mcconnachie, A.J. ۲۰۱۱. Ecological nich modelling of an invasive alien plant and its potential biological control agents. 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.