سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی (سال هفتم / شماره چهارم) زمستان ۱۳۹۵
نمایه شده در سایت: پایگاه استنادی علوم جهان اسلام، جهاد دانشگاهی، مگ ایران، نورمگز
آدرس وب سایت : http://girs.iaubushehr.ac.ir

مدلسازی رویشگاه بالقوه گون سفید با استفاده از روش‌های تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی و رگرسیون لجستیک (مطالعه موردی: مراتع ییلاقی بلدهٔ نور)

فرهاد برنا[۱]، رضا تمرتاش[۲*]، محمدرضا طاطیان[۲]، وحید غلامی[۳]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۲. استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۳. استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان

چکیده

تحقیق حاضر با هدف مدلسازی و تهیهٔ نقشهٔ پیش‌بینی گونهٔ گون سفید *Astragalus gossypinus* با استفاده از روش رگرسیون لجستیک و تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی در مراتع ییلاقی منطقه بلدهٔ نور استان مازندران انجام شد. برای دستیابی به این هدف نقشهٔ متغیرهای محیطی به در محیط ArcGIS®9.3 در اندازه سلولی ۱۰×۱۰ تهیه گردید. ۸۰ سایت به عنوان مکان‌های حضور و غیاب گونه با روش نمونه‌برداری طبقه بندی – تصادفی ثبت گردید. در هر سایت اطلاعات مربوط به حضور و غیاب گونه و متغیرهای محیطی ثبت و ارتباط بین پراکنش گونه و عوامل محیطی با استفاده از دو روش رگرسیون لجستیک و تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی تعیین و نقشهٔ پیش‌بینی پراکنش گونهٔ گون سفید تهیه گردید. نتایج حاصل از مدل رگرسیون لجستیک نشان داد که ارتفاع، اسیدیته خاک، کربن آلی خاک و دما در مرطوب‌ترین و خشک‌ترین فصل عوامل مهم تأثیرگذار بر پراکنش این گونه می‌باشد. بر اساس نتایج این مدل تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی، متغیرهای جهت جغرافیایی، میزان شن و مواد خنثی شده خاک، بارندگی در فصل بارش و دما در سردترین فصل به عنوان متغیرهای محیطی تأثیرگذار مورد استفاده قرار گرفتند. مقادیر شاخص‌های کاپا و سطح زیرمنحنی پلات‌های ROC به ترتیب برابر ۰/۴۲ و ۰/۷۸ برای مدل رگرسیون لجستیک و ۰/۸۴ و ۰/۹۲ برای مدل تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی می‌باشد که دلالت بر دقت بالاتر مدل پروفیلی نسبت به مدل متمایزکنندهٔ گروهی در منطقه مورد مطالعه می‌باشد.

مشخصات مقاله

پیشینه مقاله:
دریافت: ۱۷ بهمن ۱۳۹۴
پذیرش: ۱۵ مهر ۱۳۹۵
دسترسی اینترنتی: ۲۳ بهمن ۱۳۹۵

واژه‌های کلیدی:
گون سفید
رگرسیون لجستیک
تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی
سامانه اطلاعات جغرافیایی
مراتع ییلاقی
بلده نور

* پست الکترونیکی مسئول مکاتبات: reza_tamartash@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

بهره‌برداری بدون در نظر گرفتن قابلیت‌های محیطی در عرصه‌های منابع طبیعی یکی از مشکلات کشورهای درحال‌توسعه ازجمله ایران می‌باشد که موجب از بین رفتن آب، خاک و گیاه می‌شود (۲ و ۲۷). بررسی ارتباط بین گونه‌های گیاهی و عوامل محیطی همواره از موضوع‌های اساسی در اکولوژی گیاهی بوده است (۱۵). در این پژوهش گونه گیاهی گون سفید (*Astragalus gossypinus*) گیاهی بوته‌ای، بالشتکی، خارپشتی، لمیده در سطح خاک، با انشعابات باز، به ارتفاع ۱۰ تا ۳۰ و به قطر پوشش تاجی ۲۰ تا ۵۰ سانتی‌متر، سفید یا نقره‌ای‌رنگ، پشمالو، پوشیده از کرک‌های سفید متراکم است که بهترین نوع کتیرای موجود در دنیا از آن استحصال می‌شود (۱۶). با بهره‌گیری از روش‌های آماری و سامانه اطلاعات جغرافیایی GIS روابط پیچیدهٔ بین پراکنش جوامع گیاهی و متغیرهای محیطی تأثیرگذار قابل‌اندازه‌گیری می‌باشد (۱۲). تعیین رابطه بین حضور گونه و شرایط محیطی نشان‌دهنده هسته مدل‌سازی پیش‌بینی جغرافیایی در اکولوژی است (۶، ۳۳ و ۳۵). به‌طورکلی مدل، رفتار یک پدیده را در دنیای واقعی با استفاده از چندین عامل ارائه می‌کند. مدلی که با کم‌ترین تعداد عامل، منطقی‌ترین نتیجه را ارائه نماید بهتر است (٤).

مدل رگرسیون لجستیک ازجمله مدل‌های متمایزکننده گروهی می‌باشد که نیازمند داده‌های حضور و عدم حضور گونه هستند و بر مبنای همبستگی و ارتباط با متغیرهای محیطی و در مقابل مدل تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی که جزء مدل‌های پروفیلی هستند بر اساس داده‌های فقط حضور گونه تولید می‌شوند (۲۰). پیرس و فریر (٤٤) طی مطالعه‌ای بیان کردند که مدل‌های آماری برای پیش‌بینی احتمال وقوع و یا توزیع گونه‌ها در برنامه‌ریزی و مدیریت حیات‌وحش نقش مهمی را ایفا می‌کنند. همچنین به اهمیت رگرسیون لجستیک در عملکرد پیش‌بینی مدل زیستگاه گونه پرداختند. لاسوئر و همکاران (٤١) و یانگ و همکاران (۵۲) بیان کرند که رگرسیون لجستیک به‌خوبی می‌تواند احتمال حضور گونه را پیش‌بینی کند و سطح زیر منحنی پلات‌های ROC (Receiver Operating Characteristic) می‌تواند تا حد زیادی در درست و نادرست بودن پیش‌بینی زیستگاه گونه کمک کنند. فاطمی طلب و همکاران (٢٤) نیز از ضریب کاپا برای مقایسه روش‌های طبقه‌بندی شبکه عصبی مصنوعی و حداکثر احتمال برای برآورد سطح پوشش جنگل‌های رودسر استفاده کردند. سنگونی و همکاران (١٦)، در مطالعه‌ای در غرب اصفهان بر روی گونه‌گون سفید با واردکردن لایه‌های اطلاعاتی در مدل ENFA و با اعمال آنالیزهای آماری در نرم‌افزار بیومتر، نقشه رویشگاه بالقوه این‌گونه را تعیین کردند. صفایی و ترکش اصفهانی (٢٢) و وال و همکاران (٤٩) نشان دادند که روش ENFA با اعمال و انتخاب عوامل زیست‌محیطی، می‌تواند یک ابزار امیدوارکننده برای پیش‌بینی مناسب زیستگاه گونه موردنظر در برنامه‌های حفاظت باشد. مینگیانگ و همکاران (٤٣) برای کنترل خسارات ناشی از گونه مهاجم *Dreissena polymorpha* در آمریکا شمالی، از چهار روش مدل‌سازی رگرسیون لجستیک (LR)، طبقه‌بندی و رگرسیون درختی (CART)، الگوریتم ژنتیک برای تنظیم پیش‌بینی (GARP) و روش آنتروپی حداکثر (MAXENT) برای تولید توزیع پتانسیل بالقوه گونه استفاده کردند که نتایج نشان‌دهنده برتری مدل MAXMENT نسبت به بقیه مدل‌ها می‌باشد. راپرچت و همکاران (٤٦) بامطالعه‌ای بر روی گیاه ارس (*Juniperus oxycedrus*) در مراکش به این نتیجه رسیدند که مدل ENFA در توزیع جغرافیایی گونه ارس از کیفیت مناسبی برخوردار می‌باشد. مطالعه حاضر باهدف تهیهٔ نقشهٔ پیش‌بینی رویشگاه گونه‌گون سفید در مقیاس کلان می‌پردازد همچنین به مقایسه دو روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی و رگرسیون لجستیک برای تهیه نقشه پراکنش گونه می‌پردازد.

مواد و روش‌ها

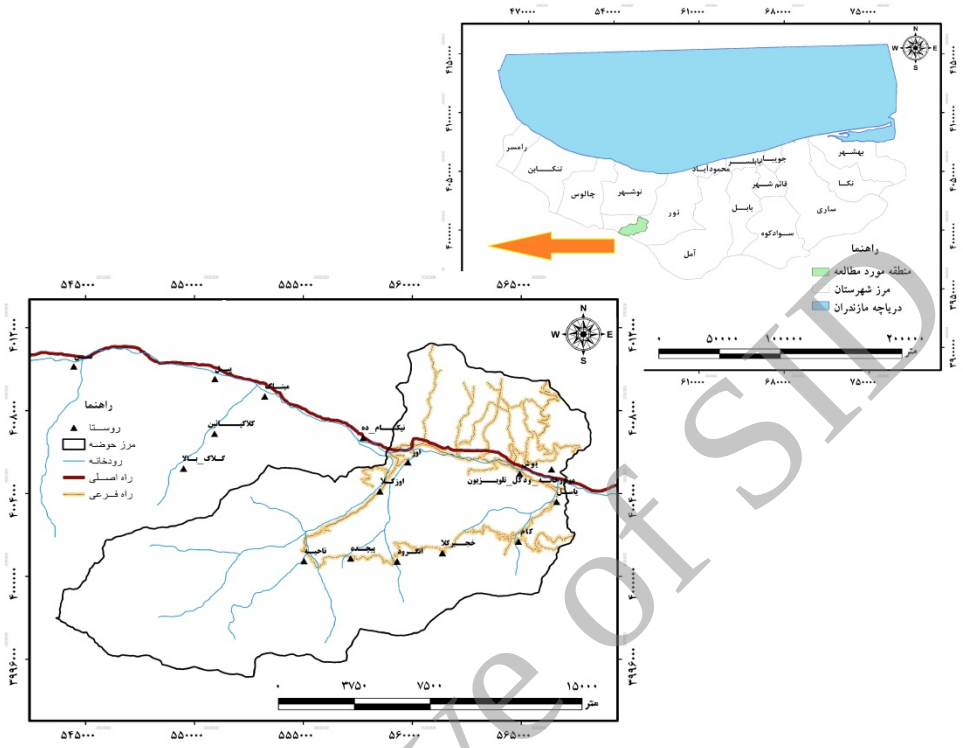
منطقه مورد مطالعه

مراتع ییلاقی بلده با مساحت حدود ۲۰۰۰۰ هکتار در استان مازندران، شهرستان نور بین ′۲۹ و °۵۱ تا ′٤۵ °۵۱ طول

Archive of SID

www.SID.ir

شرقی و ′۳۶°۰۵ تا ′۱٤ °۳٦ عرض شمالی واقع شده است (شکل ۱). حداکثر ارتفاع منطقه ٤۱۹۲ متر و حداقل آن ۲۱۱٤ متر می‌باشد. میانگین دمای سالیانه هوا بین ۷ تا ۲۳ درجه سانتی‌گراد، میزان بارندگی سالانه به‌طور متوسط ۳۰۸ میلی‌متر می‌باشد. ازنظر طبقه‌بندی اقلیم بر اساس روش آمبرژه نوع اقلیم نیمه مرطوب سرد است.



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان مازندران

روش تحقیق

در این پژوهش ابتدا با پیمایش زمینی تیپ رویش گون سفید در منطقه شناسایی و محدوده آن به کمک عوارض طبیعی مشخص شد. در تیپ گون سفید با استفاده از روش طبقه‌بندی– تصادفی تعداد ۸۰ سایت (٤۰ سایت حضور و ٤۰ سایت عدم حضور) انتخاب و حضور و عدم حضور گونه ثبت شد. به‌منظور پیش‌بینی رویشگاه گون سفید در منطقه بلده نیاز به تولید نقشه‌های پایه محیطی است، لذا نقشه‌ی مدل ارتفاعی رقومی (DEM) تهیه گردید و نقشه‌های شیب و جهت جغرافیایی با استفاده از نقشه DEM برای منطقه موردمطالعه تهیه و به‌عنوان متغیرهای فیزیوگرافی مورداستفاده قرار گرفتند. پس از تهیه نقشه اقلیم و متغیرهای خاک اقدام به انجام مطالعات آزمایشگاهی خاک از طریق انتخاب مناطق نمونه گردید. نقشهٔ رقومی ۲۹ متغیر محیطی شامل متغیرهای فیزیوگرافی (شیب، جهت و ارتفاع)، خاک (شن، سیلت، رس، اسیدیته، هدایت الکتریکی، مواد خنثی‌شده، کربن آلی، رطوبت اشباع، نسبت جذب سدیم) و اقلیم (دمای میانگین سالانه، دمای حداکثر در گرم‌ترین ماه، دمای حداقل در سردترین فصل، دمای متوسط در مرطوب‌ترین فصل، دمای متوسط در خشک‌ترین فصل، دمای متوسط در گرم‌ترین فصل، دمای متوسط در سردترین فصل، بارش میانگین سالانه، بارش در مرطوب‌ترین فصل، بارش در خشک‌ترین فصل، بارش در گرم ترین ماه، بارش در سردترین ماه، بارش در گرم‌ترین فصل، بارش در سردترین فصل، میانگین رطوبت نسبی سالانه، میانگین رطوبت نسبی فصل بهار، میانگین رطوبت نسبی فصل تابستان) در محیط ArcGIS®9.3 با اندازه پیکسل ۱۰×۱۰ متر

Archive of SID

www.SID.ir

تولید شد. به‌منظور تعیین رویشگاه بالقوه گون سفید از مدل رگرسیون لجستیک و مدل تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی استفاده شد. مدل رگرسیون لجستیک با استفاده از رابطه ۱ تعیین گردید.

$$P=1/1+e^{-z},\ z = B_0+B_1.X_1+\ldots+B_n.X_n \qquad [۱]$$

که در این رابطه؛ Z متغیر وابسته یعنی همان معادله چند متغیرهٔ خطی به‌دست‌آمده از رگرسیون لجستیک است، $X_{i(i=1\ldots n)}$ متغیرهای مستقل (یعنی عوامل مختلف خاکی، اقلیمی، توپوگرافی)، B_i ضرایب تعیین‌شده برای مدل توسط رگرسیون، e عدد نپرین، P احتمال وقوع یا عدم وقوع (از صفر برای عدم وقوع تا یک برای وقوع) است. به کمک تابع احتمالاتی لینک با رگرسیون لجستیک احتمالاتی از ۰ تا ۱ حاصل می‌شود که مقدار صفر، احتمال صفر در صد وقوع و مقدار ۱ احتمال صد در صد وقوع است (۸).

روش تجزیه‌وتحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی در محیط نرم‌افزار Biomapper اجرا گردید. خروجی‌های آنالیز شامل ماتریس همبستگی (Corrolation matrix)، ماتریس امتیازی (Score matrix)، ماتریس کوواریانس و مقادیر ویژه (Eigen value) است که مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت. مقادیر ویژه باید بزرگ‌تر از صفر باشد و شامل مقادیر منفی و خیلی بزرگ نباشد. در غیر این صورت نشان می‌دهد که برخی لایه‌ها دارای همبستگی زیادی است که در این حالت حذف لایه انجام می‌شود (۳۶ و ۳۷).

پس از تهیهٔ نقشه شایستگی رویشگاه برای ارزیابی مدل از الگوریتم (میانه (lgorithm Median)، میانگین هندسی فاصله‌ها (Distance geometric mean algorithm)، میانگین هارمونیک فاصله‌ها (Distance harmonic mean algorithm) و حداقل سطح (Minimum distance algorithm) از شاخص بویس، استفاده گردید. براین اساس هر چه میزان شاخص بویس بیش‌تر و انحراف معیار کم‌تر باشد نشان‌دهندهٔ این است که الگوریتم یا مدل مناسب‌تر می‌باشد، شاخص بویس بین مقادیر ۱- تا ۱+ تغییر می‌کند (۳۶).

برای ارزشیابی و اعتبار سنجی نقشه‌های پیش‌بینی رویشگاه حاصل از دو روش ذکرشده، با استفاده از ۳۲ داده مستقل، از ضرایب آماری کاپا (Kappa) و سطح زیر منحنی ROC اعتبارسنجی مدل انجام پذیرفت.

نتایج

رگرسیون لجستیک

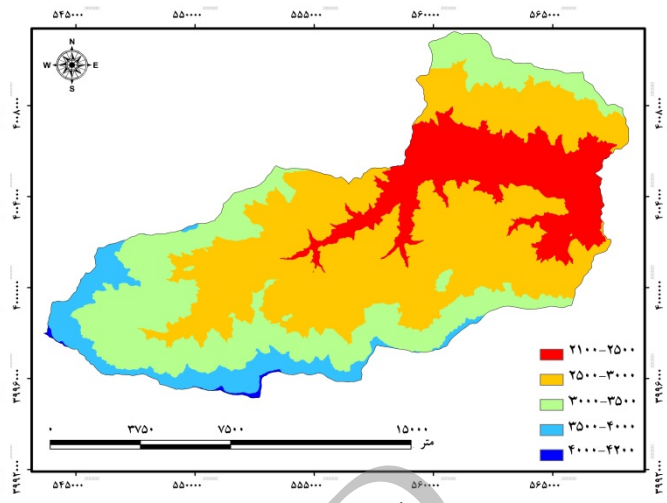
در این تحقیق نقشه‌های متغیرهای محیطی (فیزیوگرافی، خاک و اقلیم) تهیه و وارد مدل گردید. نتایج مدل رگرسیون لجستیک نشان داد که متغیرهای ارتفاع، اسیدیته، کربن آلی، دمای متوسط در مرطوب‌ترین فصل و دمای متوسط در خشک‌ترین فصل از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشند که در شکل ۲ تا ٦ نشان داده شده‌اند. مقادیر پیش‌بینی‌شده از نقشه‌های متغیرهای محیطی استخراج شد و متغیرهای محیطی در مدل رگرسیون لجستیک به‌عنوان متغیرهای مستقل و حضور و عدم حضور گونه به‌عنوان متغیر وابسته وارد شدند. جهت برازش مدل روش عقب‌گرد استفاده شد، به‌این‌ترتیب که با ورود هر متغیر مدل تخمین زده می‌شود و تغییر در لگاریتم بررسی می‌شود تا مشخص شود متغیر در مدل باقی بماند یا حذف شود. سپس متغیرهایی که رابطه منطقی برقرار نمی‌کنند ($P\geq ۰/۰۵$) از روند محاسبات حذف شدند و مهم‌ترین آن‌ها از بین ۲۹ متغیر انتخاب شد و بهترین مدل برای تعیین احتمال حضور گونه‌گون سفید در منطقه در رابطه ۲ ارائه گردید.

در این رابطه؛ ارتفاع (DEM)، اسیدیته (pH)، کربن آلی (OC)، دمای متوسط در مرطوب‌ترین فصل (T.wet.q) و دمای متوسط در خشک‌ترین فصل (T.D.Q) است.

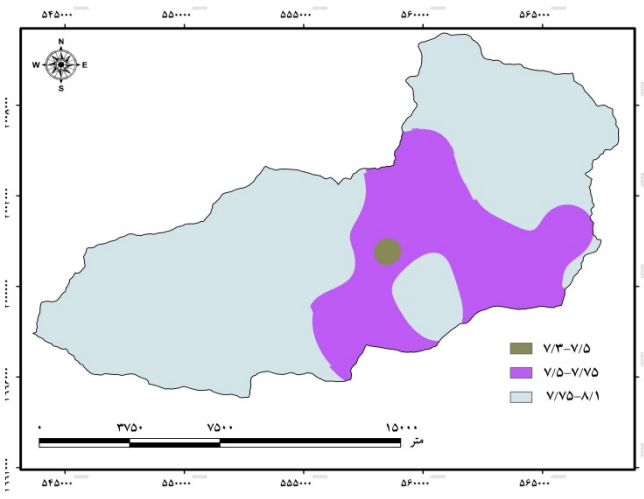
$$P\,(As.go)=1/1+e^{-\,(4566.017+0.823\times[DEM]+4.714\times[pH]+2.573\times[OC]-271.597\times[T.Wet.q]-24.784\times\,[T.D.Q])} \qquad [۲]$$

Archive of SID

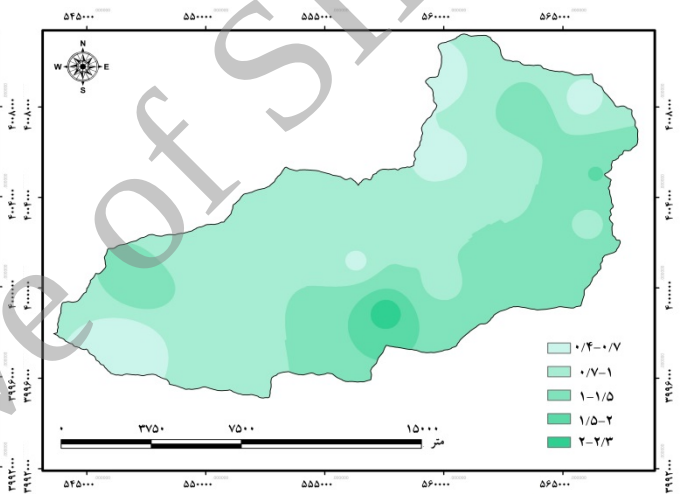
www.SID.ir



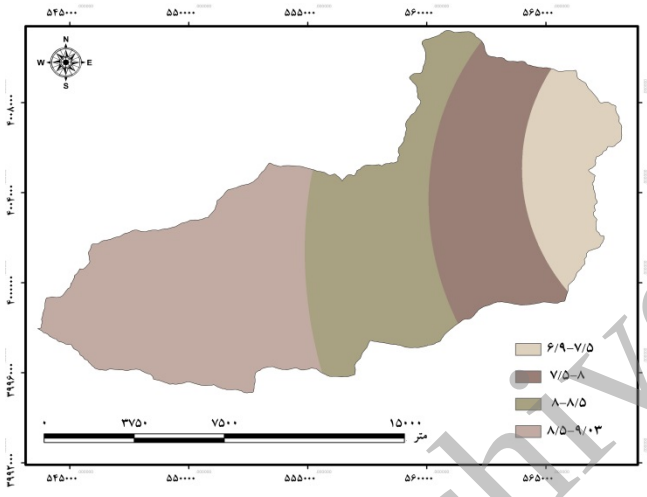
شکل۲. نقشه ارتفاع



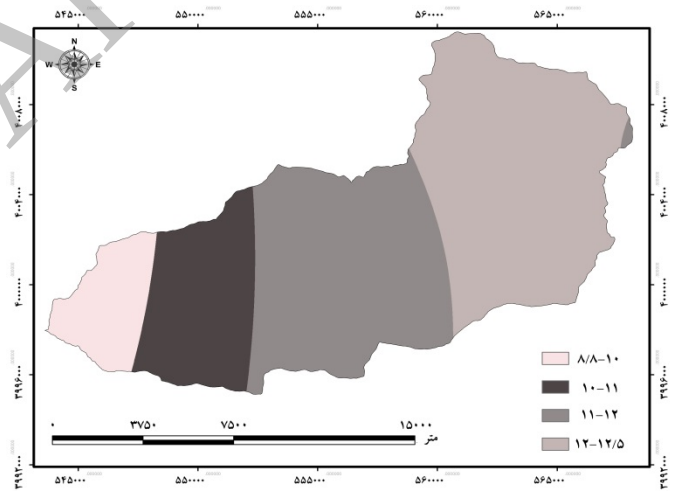
شکل۳. نقشه اسیدیته خاک



شکل۴. نقشه کربن آلی خاک



شکل۵. نقشه دمای متوسط در مرطوب‌ترین فصل

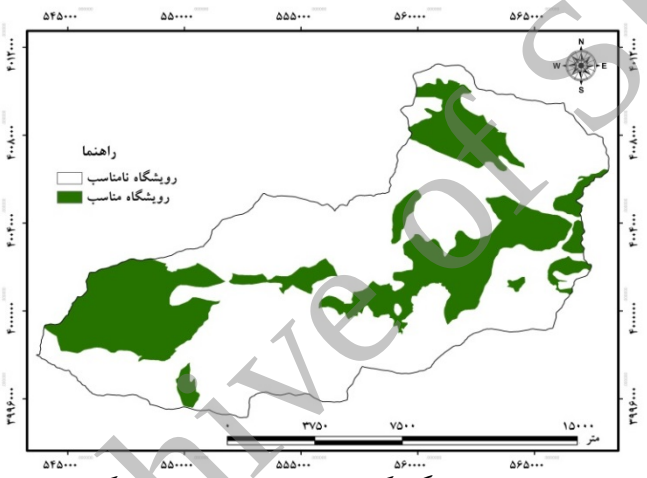


شکل۶. نقشه دمای متوسط در خشک‌ترین فصل

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج حاصل از کای دو مدل برابر با ۲٤/۳۳ بوده که در سطح ۵ درصد معنی‌دار است. بنابراین متغیرهای مستقل بر متغیر وابسته تأثیر داشته و نشان‌دهنده برازش مناسبی است. در رگرسیون لجستیک ضرایب همبستگی کوکس و اسنل ۰/۲٦ و ناگلکراک ۰/۳۵ به دست آمد. علاوه بر موارد ذکرشده فوق، یک ستاده دوبعدی برای طبقه‌بندی ذکرشده که مقادیر واقعی و پیش‌بینی‌شده را نشان می‌دهد و بر اساس این ستاده مشخص می‌شود که چقدر پیش‌بینی مدل درست است. این ستاده، برای ۸۰ نقطه ثبت‌شده موردنظر، تعداد ۱۹ مورد خطای طبقه‌بندی وجود دارد (۸ مورد از نقاط که حضور گونه در آن وجود داشت را عدم حضور و ۱۱ مورد از نقاطی که گونه در آن وجود نداشت را به‌عنوان نقاط حضور معرفی کرده است.) بر اساس این ستاده حساسیت این مدل در تعیین نقاط عدم حضور ۸۰ درصد و در تعیین نقاط حضور ۷۲/۵ درصد بوده و به‌طورکلی ۷٦/۳ درصد نقاط را به‌درستی طبقه‌بندی گردید. برای طبقه‌بندی مقدار متغیر وابسته پیش‌بینی‌شده با Cutvalue=۰/۵ مقایسه و بر اساس آن طبقه‌بندی انجام گردید. رابطهٔ ۲ در نرم‌افزار ArcGIS®9.3 تعریف و نقشهٔ رویشگاه بالقوهٔ گون سفید تولید گردید و در دو کلاس رویشگاه نامناسب و رویشگاه مناسب طبقه‌بندی گردید (شکل ۷).



شکل۷. نقشه پیش‌بینی رویشگاه گون سفید با استفاده از مدل رگرسیون لجستیک

تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی

در استفاده از مدل تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی نقشه‌های جهت، بارندگی در مرطوب‌ترین فصل، درصد شن، متوسط دما و مواد خنثی‌شده در سردترین فصل وارد مدل شده که در شکل ۸ تا ۱۲ نشان داده‌شده است. با انجام آنالیز ENFA خروجی‌های مختلفی به دست آمد که ماتریس همبستگی به‌عنوان اولین خروجی مستخرج شده است که پس از حذف متغیرهای دارای همبستگی، ماتریس نهایی در جدول ۱ ارائه گردید.

جدول۱. ماتریس همبستگی پارامترهای جهت، بارندگی در مرطوب‌ترین فصل، درصد شن، متوسط دما و مواد خنثی‌شده

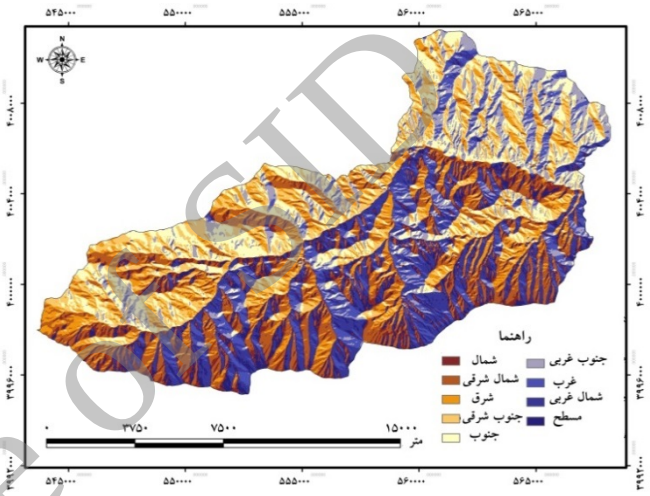
	بارندگی در مرطوب‌ترین فصل	شن	متوسط دما در سردترین فصل	مواد خنثی‌شده
جهت	۰/۲٦	۰/٦۷	۰/٦٤	۰/٦۹
بارندگی در مرطوب‌ترین فصل	۱	۰/۳٦	۰/۰۹	۰/۲۳
شن		۱	۰/۸٦	۰/۷۹
متوسط دما در سردترین فصل			۱	۰/۷۸

Archive of SID

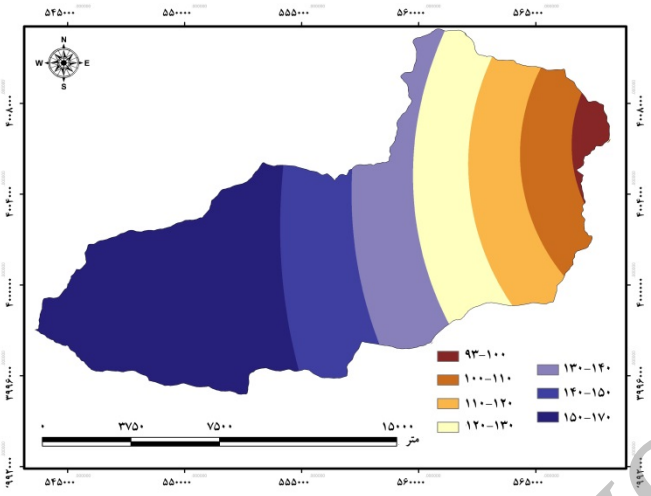
www.SID.ir

از بین ۲۹ عامل محیطی واردشده به نرم‌افزار تنها بر روی ۵ متغیر محیطی امکان روش ENFA وجود داشت. سایر متغیرها پس از انجام ماتریس همبستگی و انجام PCA به دلیل اهمیت کمی که داشتند، حذف شدند. که متغیرهای جهت جغرافیایی، شن و مواد خنثی‌شده خاک، بارندگی در مرطوب‌ترین فصل و متوسط دما در سردترین فصل به‌عنوان متغیرهای محیطی مورداستفاده قرار گرفتند.

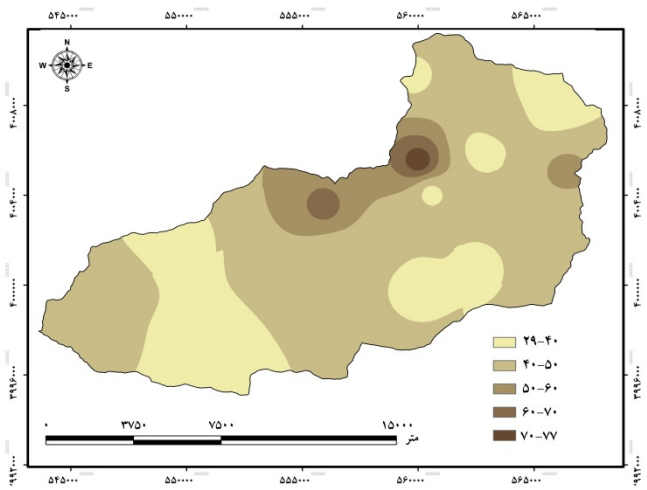
ماتریس امتیازی (جدول ۲) حاصل از روش ENFA نشان داد که مهم‌ترین عوامل در تعیین مطلوبیت زیستگاه *A. gossypinus* به ترتیب شامل متوسط دما در سردترین فصل و جهت می‌باشد، همچنین درصد شن و مواد خنثی‌شده خاک از اهمیت نسبتاً بالایی برخوردار است. اما بارندگی در مرطوب‌ترین فصل اهمیت کم‌تری دارد.



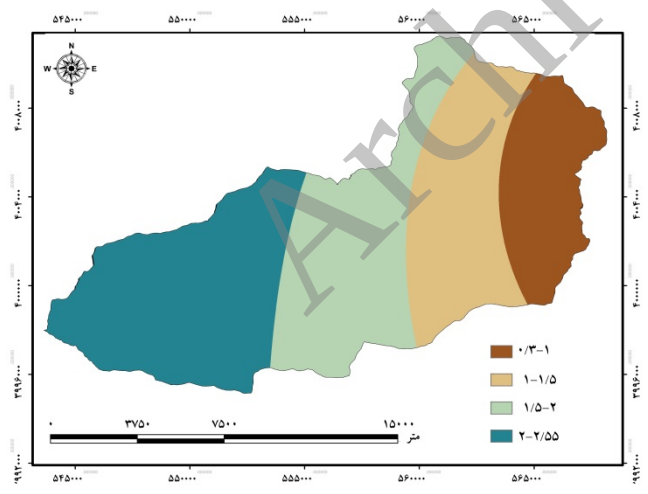
شکل۸ نقشه جهت



شکل۹. نقشه بارندگی در مرطوب‌ترین فصل



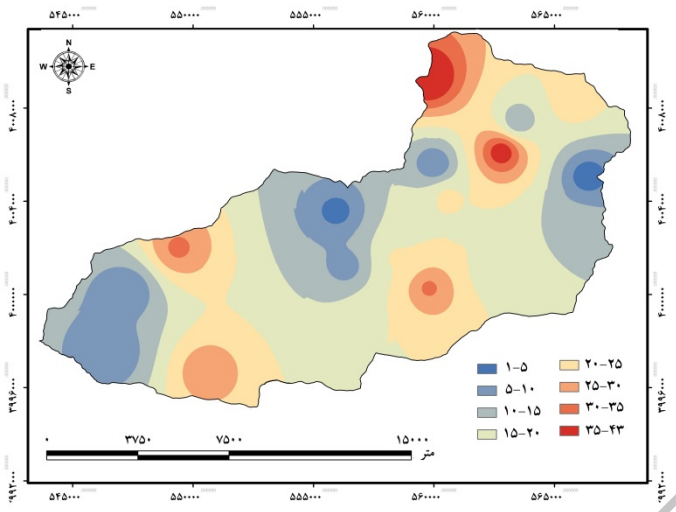
شکل۱۰. نقشه درصد شن خاک



شکل۱۱. نقشه متوسط دما در سردترین فصل

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۱۲. نقشه مواد خنثی‌شده خاک

جدول۲. ماتریس امتیازی متغیرهای مستقل محیطی

ردیف	حاشیه گرایی	۱	۲	۳	٤
جهت	۰/٥٤	۰/۰٥	−۰/۳۸	۰/۰٦	۰/٦۲
بارندگی در مرطوب‌ترین فصل	۰/۰۹	۰/۰۹	−۰/۳۸	−۰/۳۲	−۰/۳٤
شن	۰/٤۲	۰/۷۳	۰/۳۱	۰/۷٥	۰/۰۱
متوسط دما در سردترین فصل	۰/٥۷	−۰/٦۷	−۰/۳۲	−۰/۱٦	−۰/٦۷
مواد خنثی‌شده	۰/٤۲	۰/۰۷	۰/۷۱	−۰/٥٤	۰/۱۷

خروجی بعدی که سهم هر یک از متغیرهای محیطی را در توزیع جغرافیایی گونهٔ مطالعاتی نشان می‌دهد عامل اول آنالیز ENFA ۱۰۰ درصد حاشیه گرایی و ۸۷ درصد تخصص گرایی را نشان می‌دهد. عامل دوم ٦ درصد، عامل سوم ٤ درصد، عامل چهارم ۲ و عامل پنجم ۱ درصد تخصص گرایی گونه را در منطقه نمایش می‌دهد. مقادیر مثبت حاشیه گرایی (ستون اول) بیانگر تمایل به رویش گونه در حدی بالاتر از میانگین آن عامل است (جدول ۳).

جدول۳. ماتریس امتیازات به‌دست‌آمده از تحلیل عاملی آشیان اکولوژیک (ENFA)

عوامل محیطی	عامل اول	عامل دوم	عامل سوم	عامل چهارم	عامل پنجم
تخصص گرایی (٪)	۸۷	٦	٤	۲	۱
متوسط دما در سردترین فصل	۰/٥۷	−۰/٦۷	−۰/۳۲	−۰/۱۷	−۰/٦۸
جهت	۰/٥٥	۰/۰٦	−۰/۳۸	۰/۰٦	۰/٦۳
شن	۰/٤۳	۰/۷۳	۰/۳۱	۰/۷٥	۰/۰۱
مواد خنثی‌شده	۰/٤۲	۰/۰۸	۰/۷۱	−۰/٥٤	۰/۱۷
بارندگی در مرطوب‌ترین فصل	۰/۱	۰/۱	−۰/۳۸	−۰/۳۳	−۰/۳٤

ترکیب‌های مختلفی از متغیرهای محیط زیستی برای تولید مدل مطلوبیت زیستگاه گون سفید به کار گرفته شد تا بهترین مجموعه از متغیرها انتخاب شود. ملاک انتخاب بهترین متغیرها، سهم مدل ایجادشده با آن‌ها (مدل نهایی) در توجیه

Archive of SID

www.SID.ir

حاشیه گرایی و تخصص گرایی گونه و اعتبار مدل بود. برای مدل نهایی، با استفاده از مدل چوب شکسته، می‌توان تعداد عاملی را که بیش‌ترین نقش در توضیح تخصص گرایی گونه دارند را مشخص کرد. نمایه حاشیه گرایی (جدول ٤) به معنای فاصله بوم‌شناختی بین میانگین پراکنش گون سفید در هر متغیر محیطی تا میانگین همان متغیر در سطح کل منطقه موردمطالعه است. اعداد محاسبه شده توسط نرم‌افزار Biomapper در جدول ٤ نشان دهنده ویژگی‌های مدل انتخاب‌شده (الگوریتم هارمونیک) است. مقدار به‌دست‌آمده برای حاشیه گرایی گون سفید در این منطقه ۱ می‌باشد. میزان تخصص گرایی گونه ۲/٤٤ و تحمل گونه ۰/٤ محاسبه گردید.

جدول۴. نتایج تحلیل عاملی آشیان اکولوژیکی گون سفید

حاشیه گرایی	تخصص گرایی	تحمل‌پذیری
۱/۰۰	۲/٤٤	۰/٤

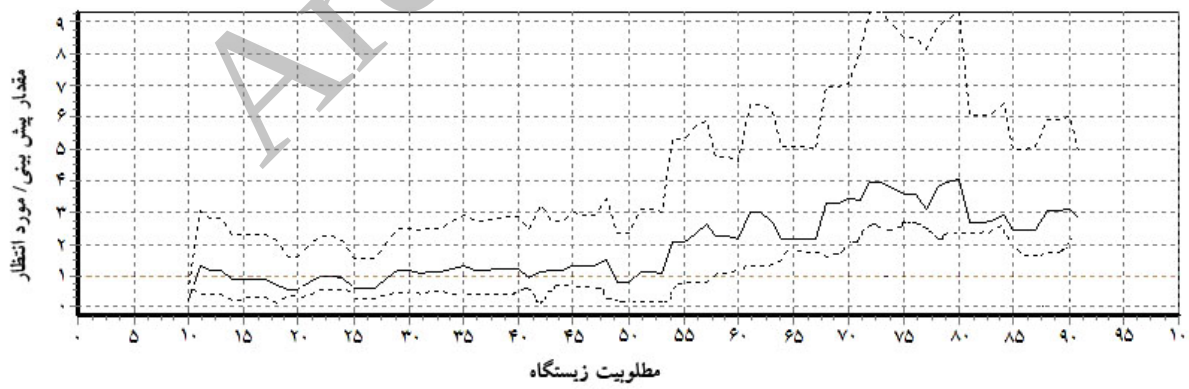
با استفاده از شاخص بویس الگوریتم مناسب برای تهیه نقشه مطلوبیت انتخاب گردید. براین اساس هر چه میزان شاخص بویس (Boyce) بیشتر و انحراف معیار (SD) کم‌تر باشد نشان‌دهنده آن است که الگوریتم انتخاب‌شده مناسب‌تر است. در این مطالعه، با مقایسه مقادیر شاخص بویس چهار الگوریتم مورداستفاده در نرم‌افزار برای تولید نقشهٔ رویشگاه بالقوه، الگوریتم میانگین هارمونیک انتخاب شد (جدول ۵).

جدول ۵. ارزیابی مدل‌های تولیدشده بر اساس شاخص بویس در الگوریتم‌های مختلف

الگوریتم	Boyce Index ± SD
الگوریتم میانه	۰/۱۳۳±۰/٤٥٤۱
الگوریتم میانگین هندسی	۰/۰۲۳۲±۰/٤۰٥٦
الگوریتم میانگین هارمونیک	۰/۱۹٤±۰/۳٥۸۳
الگوریتم حداقل فاصله	-۰/٦۹۳±۰/۰۸۰٦۳

در نمودار خطی حاصل از به‌کارگیری شاخص Boyce، محور عمودی (Fi) نشان‌دهنده نسبت مقدار عددی پیش‌بینی‌شده برای هر کلاس (i)، به مقدار مورد انتظار است (رابطهٔ ۳). بنابراین، هر چه میزان Fi بیشتر باشد نشان‌دهنده یک مدل خوب است (۳٤). با توجه به نمودار، در جائی‌که Fi<1 باشد زیستگاه نامطلوب و در مواردی که Fi>1 به سمت اعداد بالاتر سیر می‌کند، مطلوبیت زیستگاه نیز افزایش می‌یابد (شکل ۱۳).

$$Fi = Oi / Ei \qquad [۳]$$



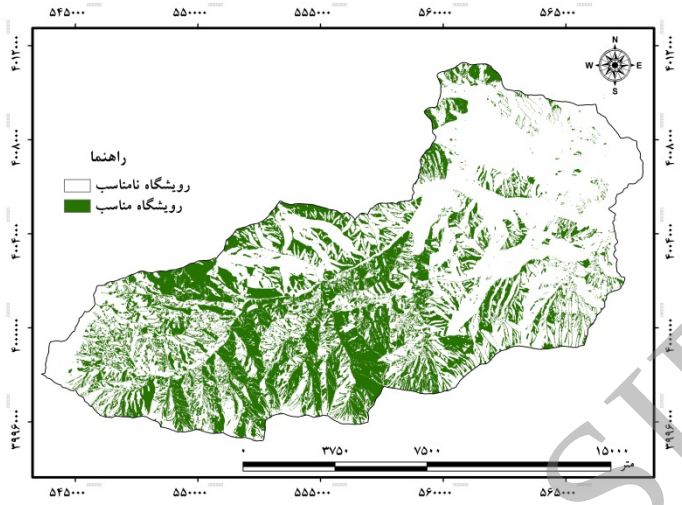
شکل۱۳. نمودار فراوانی تنظیم‌شده بر اساس سطح مبتنی بر الگوریتم هارمونیک

با بررسی نمودار فراوانی تنظیم‌شده بر اساس سطح مبتنی بر الگوریتم میانگین هارمونیک (شکل ۱۳) و تعیین محدوده‌ای از مطلوبیت زیستگاه که در آن نسبت پیش‌بینی‌شده به مورد انتظار کم‌تر و یا برابر با ۱ است، آستانه مطلوبیت زیستگاه ۵۷٪

Archive of SID

www.SID.ir

تعیین شد. با استفاده از آستانه مطلوبیت به‌دست‌آمده، نقشه مطلوبیت زیستگاه گون سفید در دودسته زیستگاه مطلوب و نامطلوب طبقه‌بندی گردید (شکل ١٤).



شکل۱۴. نقشه پیش‌بینی رویشگاه گون سفید با استفاده از مدل تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی

ارزیابی و اعتبار سنجی مدل‌های LR و ENFA

ارزشیابی صحت مدل تولیدشده از ۳۲ داده مستقل از مدل و با استفاده از ضریب آماری کاپا و سطح زیر منحنی پلات‌های ROC انجام گردید. مقادیر شاخص‌ها به ترتیب برابر ۰/٤۲ و ۰/۷۸ برای مدل رگرسیون لجستیک می‌باشد. که با توجه به طبقه‌بندی ضرایب کاپا توسط لندیس و کخ (٤۲) و سطح زیر منحنی AUC توسط سوییت (٤۷) مدل رگرسیون لجستیک از دقت خوب و قابل قبولی برخوردار است. همچنین نتایج ارزیابی شاخص‌های کاپا و ROC به ترتیب مقادیر ۰/۸٤ و ۰/۹۲ برای مدل تحلیل عاملی آشیان اکولوژیک را نشان می‌دهد که با توجه به طبقه‌بندی ضرایب کاپا توسط لندیس و کخ (٤۲) و سطح زیر منحنی AUC توسط سوییت (٤۷) مدل تحلیل عاملی آشیان اکولوژیک از دقت عالی و خوب برخوردار است. با توجه به آماره به‌دست‌آمده از شاخص بویس برای نقشهٔ تولیدشده به‌وسیله الگوریتم میانگین هارمونیک برابر ۰/۷٦ است که نشان‌دهندهٔ صحت خوب مدل تحلیل عاملی آشیان اکولوژیک می‌باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

نیازهای رویشگاهی مشابه گیاهان موجب می‌شود که گروهی از گونه‌های گیاهی با سرشت بوم‌شناسی تقریباً یکسان در کنار یکدیگر قرار گیرند و محیط نسبتاً یکسانی را برای خود فراهم آورند. بنابراین برخی عوامل بوم‌شناختی در هر گروه گیاهی با ترکیب فلورستیک خاص وجود دارند که موجب می‌شود بتوان آن را از دیگر گروه‌ها متمایز کرد (۱۷ و ۳۰). در این خصوص زارع چاهوکی و همکاران (١٤) و جعفریان و همکاران (۸) بیان کردند که داشتن اطلاعات کافی از ویژگی‌های محیطی رویشگاه هرگونهٔ گیاهی نقش بسزایی در پیشنهاد گونه‌های سازگار با شرایط محیط در مناطق مشابه دارد. همچنین شناخت عوامل محیطی مؤثر بر استقرار و پراکنش پوشش گیاهی، می‌تواند در مورد آشنایی با سازگاری گونه‌های بومی و به‌کارگیری آن‌ها در فرآیند اصلاح و احیا مراتع کارآمد باشد. کشور ایران خاستگاه اصلی و یکی از مراکز مهم تنوع گونه‌های گون در دنیا است. در منطقه موردمطالعه این‌گونه دارای پتانسیل رویشگاهی مناسبی بوده و پراکنش مناسبی است. گونه‌گون سفید ازجمله گونه‌های باارزش می‌باشد چون

Archive of SID

www.SID.ir

علاوه بر نقشی که در حفاظت خاک در مقابل فرسایش ایفا می‌کند، به خاطر وجود صمغ کتیرا دارای ارزش صنعتی و دارویی نیز می‌باشد در همین ارتباط سنگونی و همکاران (١٦) و اسدیان و همکاران (١) بیان می‌کنند که بهترین نوع کتیرای موجود در دنیا از *A. gossypinus* استحصال می‌شود. که این امر بررسی ارتباط بین عوامل محیطی و زیستی با پوشش گیاهی برای حفاظت ازاین‌گونه در منطقه موردمطالعه را ضروری‌تر می‌سازد.

روش رگرسیون لجستیک به‌عنوان یکی از روش‌های رایج مدل‌سازی پراکنش گونه‌های گیاهی دارای ویژگی‌های منحصربه‌فردی است که این روش را برای مدل‌سازی پراکنش گونه‌ها مناسب می‌سازد. در این روش متغیرهای غیر معنی‌دار با روش گام‌به‌گام از مدل حذف می‌شوند. علاوه براین درروش رگرسیون لجستیک همانند ضریب همبستگی در رگرسیون خطی، ضرایبی وجود دارد که مقدار این ضرایب می‌تواند برخلاف رگرسیون خطی به نسبت کم باشد، اما این امر از ارزش مدل کم نمی‌کند (٦ و ٨). ضریب نبین محاسبه‌شده در رگرسیون لجستیک، هرچند نشان‌دهنده مناسب بودن مدل است، اما اطلاعات صحیحی راجع به مقدار پراکندگی داده‌ها نمی‌دهد (٣٩). در رگرسیون لجستیک مقدار R با توجه به آماره Negelkerke R square تعیین می‌شود، بدین‌صورت که اگر مقدار آن بین ٠/٢ تا ٠/٤ باشد بیانگر برازش خوب مدل است (٥١). که با نتایج حاصل از تحقیق حاضر مطابقت دارد. همچنین پیری صحراگرد و همکاران (٦) و زارع چاهوکی و همکاران (١٣) بیان می‌کنند که شکل تابع مربوط به رگرسیون لجستیک، به‌صورت منحنی سیگموئیدی است؛ با توجه به غیرخطی بودن رابطهٔ بین گونه‌ها با عوامل محیطی، استفاده از این مدل برای این نوع پژوهش مناسب است. نتایج این مدل نشان می‌دهد که از بین ویژگی‌های خاک، اقلیم و توپوگرافی موردبررسی متغیرهای ارتفاع از سطح دریا (DEM)، اسیدیته (pH)، کربن آلی (OC)، متوسط دما در مرطوب‌ترین فصل (T.wet.q) و متوسط دما در خشک‌ترین فصل (T.D.Q) بر استقرار و پراکنش گونه‌ی *A. gossypinus* در منطقه مورد مطالعه تأثیرگذارند. ارتفاع از سطح دریا در بین عوامل فیزیوگرافی موردبررسی ارتباط معنی‌داری را با گونه‌گون سفید در منطقه موردمطالعه برقرار کرد و نشان می‌دهد حضور گونه در ارتفاعات بالاتر افزایش می‌یابد. تقی‌پور و همکاران (٧) نیز طی مطالعاتی که در مراتع ییلاقی هزارجریب بهشهر انجام دادند بین گون سفید و ارتفاع همبستگی مثبت در سطح ١٪ را نشان دادند که با نتایج این مطالعه مطابقت دارد. کلن (٤٠)، آقایی و همکاران (٣) و حیدری و همکاران (٩) و حیدری و همکاران (١٠) ارتفاع از سطح آب‌های آزاد را به‌عنوان یکی از عوامل مؤثر در تفکیک جوامع گیاهی مطرح می‌کنند.

نتایج این تحقیق نشان‌دهنده وجود رابطه معنی‌دار گونه با کربن آلی خاک است که با مطالعات پیئر و همکاران (٤٥) هم‌خوانی دارد. در مطالعات انجام‌شده به نقش مادهٔ آلی بر خصوصیات خاک از قبیل بهبود ساختمان خاک، افزایش تخلخل خاک، کاهش وزن مخصوص ظاهری، افزایش نفوذپذیری و افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک اشاره شد (١٣ و ١٨). ساکی و همکاران (١٥) بیان نموده‌اند که مواد آلی از ازت غنی هستند و به دلیل داشتن صفات جذب سطحی در حد قابل‌توجهی در نگه‌داری عناصر تبادلی و در اختیار گذاشتن عناصر نقش مهمی ایفا می‌کنند. شیخ حسینی و نوربخش (١٩) به نقش مادهٔ آلی در تأمین کربن خاک و انرژی میکروارگانیسم‌های خاک اشاره کردند، بنابراین مادهٔ آلی می‌تواند در توزیع گونه‌های مؤثر باشد. گویلی و وهابی (٢٩) بیشترین مقدار ماده‌ی آلی را در گونه‌گون گزی (*Astragalus adscendens*) مشاهده کرد که دلیل آن را زیاد بودن مقدار لاشبرگ و بقایای گیاهی موجود در سطح خاک که منبع اصلی تولید هوموس خاک در این تیپ‌های گیاهی است، مطرح کردند که نتایج این تحقیق را در مورد کربن آلی توجیه می‌کند. همچنین اضافه نمودند که اکثر گونه‌های گیاهی موجود در این‌گونه تیپ‌های گیاهی از گونه‌های خشبی، خاردار و غیر خوش‌خوراک می‌باشند و دام ازاین‌گونه‌ها کم‌تر چرا می‌کند. هرسال قسمت‌های خشک‌شده این گیاهان و هم‌چنین گیاهان خوشخوراکی که در بین این بوته‌ها مستقرشده‌اند در دسترس

Archive of SID

www.SID.ir

دام قرار نمی‌گیرند و چرا نمی‌شوند. در این حالت، در سطح خاک مقادیر لاشبرگ و بقایای گیاهی افزایش‌یافته و شرایط برای افزایش کربن آلی خاک محیا می‌شود.

اسیدیته خاک نیز تأثیر معنی‌داری بر حضور و پراکنش گونه‌ی گیاهی موردبررسی دارد. pH به‌طور مستقیم رشد گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. مهم‌ترین نقش اسیدیته خاک کنترل حلالیت عناصر غذایی در خاک است. مطالعات جانیسوا (۳۸)، ویرتانن و همکاران (۵۰) و شکرالهی و همکاران (۱۸) نتایج مشابهی را نشان می‌دهند. فتاحی و همکاران (۲۵) بیان داشتند که pH موجب افزایش H^+ و K^+ می‌شود که این امر در انتقال فعال مواد غذایی از خاک به ریشه و رشد و نمو گون نقش مهمی را ایفا می‌کند.

متوسط دما در مرطوب‌ترین و خشک‌ترین فصل از دیگر عوامل تأثیرگذار در تعیین پیش‌بینی رویشگاه گون سفید در منطقه موردمطالعه است. البته دو عامل اقلیمی به دلیل ضرایب منفی موجب کاهش حضور گونه در منطقه می‌گردند. صفایی و همکاران (۲۰) طی مطالعاتی که بر روی گونه‌گون زرد (*Astragalus verus*) انجام دادند بیان کردند که انتقال مواد غذایی در یک سیستم با جریان رطوبت همراه است. درواقع شرط اصلی چرخه مواد بین گیاهان و خاک، وجود رطوبت کافی است. دما نیز وقتی مؤثر است که رطوبت برای رشد گیاه کافی باشد. هم‌چنین جوانه زدن بذر با دما در ارتباط است (۲۰). به‌طورکلی، عامل دمای هوا با تأثیر بر میزان فتوسنتز تعیین‌کننده طول دوره رشد و در آخر میزان تولید گیاه خواهد بود (۲۳). افزایش بیش‌ازحد دما نیز سبب اختلال در غذا سازی می‌گردد و فتوسنتز گیاه را کاهش می‌دهد. از طرفی ضمن بالا بردن تبخیر از سطح خاک و گیاه، میزان آب قابل‌دسترس گیاه را کاهش داده و اثر منفی بر تولید خواهد گذاشت (۳۲).

نتایج این مدل نشان می‌دهد که از بین عوامل بررسی‌شده، متوسط دما در سردترین فصل، جهت، شن، مواد خنثی‌شده خاک و بارندگی در مرطوب‌ترین فصل از اهمیت بالاتری نسبت به سایر عوامل برخوردار است. که متوسط دما در سردترین فصل به‌عنوان تأثیرگذارترین عامل محیطی بر رویشگاه گون سفید می‌باشد. نتایج صفایی و همکاران (۲۱) نشان‌دهنده تأثیر پایین عوامل اقلیمی بر پراکنش گونه *Astragallus verus* در منطقه فریدون‌شهر اصفهان می‌باشد و دلیل این امر را نیز وسعت منطقه بیان داشتند که با نتایج ما مغایرت دارد و با توجه به کوهستانی بودن منطقه و اختلاف ارتفاع منطقه مورد مطالعاتی (بین حدوداً ۲۰۰۰ تا ٤۰۰۰ متر ارتفاع از سطح دریا) قابل توجیه است. قلی‌نژاد و همکاران (۲۸) نیز بیان داشتند که با افزایش ارتفاع و کاهش درجهٔ حرارت پوشش گیاهی تنک می‌شود و گونه‌های بالشتکی و خاردار بیش‌تر می‌شود. جهت جغرافیایی در دومین درجه اهمیت پراکنش گون سفید در منطقه معرفی گردید، که مطالعات بسیاری مؤید تأثیر جهت جغرافیایی بر پراکنش پوشش گیاهی می‌باشد (۷ و ۲۵). دو خصوصیت درصد شن و مواد خنثی‌شده خاک به‌عنوان سومین و چهارمین فاکتور تأثیرگذار پراکنش پوشش گیاهی است. پوربابایی و همکاران (۵) درصد شن را در پراکنش گونه‌های مرتعی مؤثر دانست. محسن‌نژاد و همکاران (۳۱) در تحقیقات خود اعلام کردند بافت سبک خاک که مقدار شن بیش‌تری در اختیار دارد در تفکیک جوامع در مراتع نقش مهمی دارد. تأثیرپذیری بافت خاک بر پراکنش گیاهان به علت تأثیر بر میزان رطوبت خاک است. تغییرات بافت خاک از دیگر عواملی است که علاوه بر تأثیر در جذب مواد غذایی و تهویه، بر میزان رطوبت قابل‌دسترس گیاهان نیز مؤثر است و در پراکنش پوشش گیاهی نقش مهمی دارد. مقدار آهک از املاحی می‌باشد که دارای حلالیت کم در آب است و درصورتی‌که به‌صورت محلول درآید تولید یک قلیای قوی می‌کند و رشد گیاهانی را که به pH اسیدی نیاز دارند، با محدودیت مواجه می‌کند. ازاین‌رو آهک به‌جز برای گیاهان آهک‌دوست یک عامل بازدارنده رشد است و قابلیت استفاده از عناصر ریزمغذی مانند روی و منگز را برای گیاهان کاهش می‌دهد (۲٦ و ۲۷). بارندگی در مرطوب‌ترین فصل سال دارای اطلاعات کم‌تری نسبت به بقیه فاکتورها باقی‌مانده در مدل می‌باشد. سنگونی و همکاران (۱٦) بیان کردند که مقدار بارندگی در اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک

Archive of SID

www.SID.ir

برای حیات همه گونه‌های گیاهی و جانوری فاکتور بسیار مهمی است.

به‌طورکلی هرگونهٔ گیاهی با توجه به ویژگی‌های منطقه رویش، نیازهای بوم‌شناختی و دامنهٔ بردباری با بعضی از ویژگی‌های محیطی رابطه دارد (۲۳). بنابراین نتایج به‌دست‌آمده در هر منطقه تنها قابل‌تعمیم به مناطق مشابه است. خواجه‌الدین و یگانه (۱۱) معتقدند که عوامل مختلف بوم‌شناختی در شکل‌گیری، توسعه و پایداری جوامع گیاهی تأثیر بسزایی دارند. در این میان پستی‌وبلندی و عامل‌های اقلیمی به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم بیش‌ترین اثر را بر پوشش گیاهی دارند. که نتایج حاصل از مدل ENFA را توجیه می‌کند.

مقادیر حاشیه گرایی، تخصص گرایی و تحمل‌پذیری در این مطالعه به ترتیب ۱/۰۰، ۲/٤٤ و ۰/٤ محاسبه شد. ازآنجاکه مقدار کم (نزدیک به صفر) فاکتور حاشیه گرایی نشان‌دهنده مرکزگرایی و مقادیر نزدیک به ۱ نیز حاشیه گزینی گونه مربوطه در محدوده منابع مورداستفاده خود را نشان می‌دهد، لذا میزان محاسبه‌شده برای گونه نشان‌دهنده این است که گون سفید تمایل زیادی به زندگی در زیستگاه‌های بسیار حاشیه‌ای و خاص دارد. میزان تخصص گرایی بالاتر از ۱ نیز نشان‌دهنده آن است که گونه به دامنه محدودی از شرایط محیط زیستی منطقه وابسته است و در استفاده از منابع زیستگاه تخصصی عمل می‌کند. میزان کم شاخص تحمل‌پذیری گونه نشان می‌دهد که گونه تا حدی یک‌گونه تخصص گرا در محدوده‌ی رویشگاهی خود می‌باشد تحمل‌پذیری گونه ازنظر اکولوژیکی به این شکل تعریف می‌شود که هرچه یک‌گونه با شرایط خاص یک محیط تطبیق پیدا کند و در آن شرایط تخصصی عمل کند، نسبت به تغییر شرایط محیطی تحمل کم‌تری خواهد داشت. مطالعات سنگونی و همکاران (١٦) نیز مؤید همین موضوع است.

نتایج ارزیابی صحت مدل‌ها نشان می‌دهد که مدل تحلیل عاملی آشیان اکولوژیک با مقادیر ضریب کاپا و سطح زیر منحنی پلات‌های ROC به ترتیب برابر ۰/۸٤ و ۰/۹۲، نسبت به مدل رگرسیون لجستیک با مقادیر شاخص‌های کاپا و ROC به ترتیب برابر با ۰/٤۲ و ۰/۷۸ از صحت بالاتری برخوردار است. مطالعه صفایی و همکاران (۲۱) بر روی گون زرد در منطقه فریدون‌شهر اصفهان با استفاده از مدل تحلیل عاملی آشیان اکولوژیک و همچنین مطالعه صفایی و همکاران (۲۰) بر روی گونه مذکور و منطقه مشابه با استفاده از مدل رگرسیون لجستیک نتایجی شبیه به نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد. با توجه به اینکه مدل ENFA فقط از داده‌های حضور و مدل رگرسیون لجستیک از داده‌های حضور و عدم حضور برای پیش‌بینی رویشگاه استفاده می‌کند، ممکن است عدم حضور گونه در منطقه‌ای بنا به هر دلیلی به‌اشتباه صورت پذیرد به این صورت که گونه مثلاً به‌وسیله آتش‌سوزی یا بوته کنی و یا ... در هنگام نمونه‌برداری به‌عنوان داده عدم حضور به ثبت رسیده باشد. همچنین ترکش و جتشک (٤٨)، بیان کردند که مدل‌های پروفیلی نسبت به مدل‌های متمایزکننده گروهی عملکرد بهتری را در مقیاس محلی نشان می‌دهد.

منابع مورد استفاده

۱. اسدیان، ق.، ن. کلاهچی و م. ر. صادقی‌منش. ۱۳۸۹. کاربرد مدل‌های رگرسیونی برای تخمین میزان استحصال کتیرا در گون سفید (*Astragalus gossypinus*). پژوهش‌های آبخیزداری (پژوهش و سازندگی)، ۸٦: ۲-۷.

۲. آریاپور، ع.، م. حدیدی، ف. امیری و ع. ح. پیرانوند. ۱۳۹٤. تعیین مدل شایستگی تولید علوفه در مراتع سراب سفید بروجرد با استفاده از سیستم سامانه اطلاعات جغرافیایی. سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ٦(۱): ٤۷-٦۰.

۳. آقایی، ر.، س. الوانی‌نژاد، ر. بصیری و ر. ذوالفقاری. ۱۳۹۱. رابطهٔ بین گروه‌های اکولوژیک گیاهی با عوامل محیطی (مطالعهٔ موردی: رویشگاه وزگ در جنوب شرق یاسوج). اکولوژی کاربردی، ۱(۲): ۵۳-٦۳.

٤. آل‌شیخ، ع. ا.، م. ج. سلطانی و ح. هلالی. ۱۳۸۱. کاربرد GIS در مکان‌یابی عرصه‌های پخش سیلاب. تحقیقات جغرافیایی، ۱۷(٤): ۲۲-۳۸.

۵. پوربابایی، ح.، و. رحیمی و م. ن. عادل. ۱۳۹٤. اثر عوامل

Archive of SID

www.SID.ir

محیطی بر پراکنش گیاهان مرتعی در منطقه دیواندره کردستان. بوم‌شناسی کاربردی، ٤(١١): ٢٧-٣٨.

٦. پیری صحراگرد، ح.، م. ح. زارع چاهوکی و ح. آذرنیوند. ١٣٩٣. مدل‌سازی پراکنش گونه‌های گیاهی در مراتع غرب حوض سلطان استان قم با روش رگرسیون لوجستیک. نشریه مرتعداری، ١(١): ٩٤-١١٣.

٧. تقی‌پور، ع.، م. مصداقی، غ. حشمتی و ش. رستگار. ١٣٨٧. اثر عوامل محیطی بر پراکنش گونه‌های مرتعی در منطقه هزار جریب بهشهر (مطالعهٔ موردی: مراتع سرخ گریوه). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ١٥(٤): ١٩٥-٢٠٥.

٨. جعفریان، ز.، ح. ارزانی، م. جعفری، ق. زاهدی و ح. آذرنیوند. ١٣٩١. تهیهٔ نقشهٔ پیش‌بینی مکانی گونه‌های گیاهی با استفاده از رگرسیون لجستیک (مطالعهٔ موردی: مراتع رینه، کوه دماوند). پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، ٤٤(١): ١-١٨.

٩. حیدری، م.، ح. پوربابایی و س. عطار روشن. ١٣٩٠. وضعیت زادآوری طبیعی بلوط ایرانی در بین گروه‌های بوم‌شناختی در ناحیه رویشی کردو- زاگرس. مجله زیست‌شناسی، ٢٤(٤): ٥٧٨-٥٩٢.

١٠. حیدری، م.، ع. مهدوی و س. عطار روشن. ١٣٨٨. شناخت رابطه برخی از عوامل فیزیوگرافی و فیزیکی -شیمیایی خاک با گروه های بوم‌شناختی گیاهی در منطقه حفاظت شده مله گون ایلام. فصلنامه علمی - پژوهشی جنگل و صنوبر ایران، ١٧(١): ١٤٩-١٦٠.

١١. خواجه‌الدین، س. ج. و ح. یگانه. ١٣٨٩. بررسی رابطهٔ گونه‌های گیاهی منطقهٔ شکار ممنوع کرکس با عوامل پستی و بلندی و اقلیم. مجلهٔ علمی پژوهشی مرتع، ٤(٣): ٣٨٠ -٣٩١.

١٢. رحمتی، ز.، م. ترکش اصفهانی، س. پورمنافی و م. ر. وهابی. ١٣٩٤. تعیین رویشگاه گیاهی کما (*Ferula ovina*) با استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی در منطقه فریدونشهر اصفهان. بوم‌شناسی کاربردی، ٤(١١): ٤١-٥٢.

١٣. زارع چاهوکی، م. ع.، م. یوسفی، م. زارع ارنانی و ا. زارع چاهوکی. ١٣٨٨. بررسی عوامل موثر بر حضور گونه *Rheum ribes* تهیه نقشه پیش‌بینی رویشگاه آن (مطالعهٔ موردی: مراتع چاه ترش استان یزد). پژوهش‌های آبخیزداری، ٨٥: ٧٢-٧٩.

١٤. زارع چاهوکی، م. ع.، م. جعفری، ح. آذرنیوند، م. مقدم و م. فرحپور. ١٣٨٦. کاربرد روش رگرسیون لجستیک در بررسی رابطه بین حضور گونه‌های گیاهی با عوامل محیطی در مراتع پشتکوه استان یزد. پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، ٧٦: ١٣٦-١٤٣.

١٥. ساکی، م.، م. ترکش، م. بصیری و م. ح. وهابی. ١٣٩١. کاربرد مدل رگرسیون لجستیک درختی در تعیین رویشگاه بالقوه گونه گیاهی گون زرد. اکولوژی کاربردی، ١(٢): ٢٧-٣٧.

١٦. سنگونی، ح.، ح. ر. کریم‌زاده، م. ر. وهابی و م. ترکش اصفهانی. ١٣٩١. تعیین رویشگاه گون سفید (*Astragalus gossypinus*) در منطقه غرب اصفهان با تحلیل عامل آشیان اکولوژیک. سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ٣(٢): ١-١٣.

١٧. شکراللهی، ش.، ح. ر. مرادی و ق. ع. دیانتی تیلکی. ١٣٩١. بررسی اثر ویژگی‌های خاک و عوامل فیزیوگرافی بر پوشش گیاهی (مطالعه موردی: بخشی از مراتع ییلاقی پلور). فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ١٩(٤): ٦٥٥-٦٦٨.

١٨. شکراللهی، ش.، ح. ر. مرادی، و ق. ع. دیانتی تیلکی. ١٣٩٣. معرفی فراسنجه‌های اکولوژیکی شاخص در رویشگاه‌های چندگونه مرتعی در مراتع کوهستانی پلور، استان مازندران. بوم‌شناسی کاربردی، ٣(٧): ٦٩-٨٠.

١٩. شیخ حسینی، ا. ر. و ف. نوربخش. ١٣٨٦. تأثیر نوع خاک و بقایای گیاهی بر شدت معدنی شدن خالص نیتروژن. مجله پژوهش و سازندگی، ١٢٧: ٧٥-١٣٣.

٢٠. صفایی، م.، م. ترکش، م. بصیری و ح. بشری. ١٣٩٢. تهیه نقشه رویشگاه پتانسیل گونه *Astragalus verus* با استفاده از روش رگرسیون لجستیک. دو فصلنامه علمی- پژوهشی خشک بوم، ٣(١): ٤٢-٥٤.

٢١. صفایی، م.، م. ترکش، م. بصیری و ح. بشری. ١٣٩٢. مدل‌سازی رویشگاه بالقوه‌ی گونه گون زرد (*Astragalus verus*) با استفاده از روش تحلیل عامل آشیان اکولوژیک. مجله علمی پژوهشی مرتع، ٧(١): ٤٠-٥١.

٢٢. صفایی، م. و م. ترکش اصفهانی. ١٣٩٢. حفاظت رویشگاه گیاه دارویی *Ferula ovina* با استفاده از روش مدل‌سازی رویشگاه پتانسیل (مدل پیشنهادی: تحلیل عاملی آشیان اکولوژیک). نشریه حفاظت زیست بوم گیاهی، ١(١): ١٠٥-١٢١.

٢٣. عبداللهی، ج. و ح. نادری. ١٣٩١. بررسی اثر متغیرهای

Archive of SID

www.SID.ir

توپوگرافی و خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک بر نحوه عملکرد پارمترهای مؤثر بر رشد *Artemisia sieberi* در مراتع استپی ندوشن یزد. پژوهش‌های آبخیزداری (پژوهش و سازندگی)، ۹۷: ۵۲-۶۲.

۲۴. فاطمی‌طلب، س. ر.، م. معدنی‌پور کرمانشاهی و س. آ. هاشمی. ۱۳۹۴. برآورد تغییرات سطح پوشش جنگل‌های رودسر با استفاده از روش‌های طبقه‌بندی شبکه عصبی مصنوعی و حداکثر احتمال. سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۶(۲): ۳۳-۴۴.

۲۵. فتاحی، ب.، س. آقابیگی امین، ع. ایلدرمی، م. ملکی و ج. حسنی. ۱۳۸۸. بررسی برخی عوامل محیطی موثر بر رویشگاه گون سفید (*Astragalus gossypinus*) در مراتع کوهستانی زاگرس (مطالعه موردی: مراتع گله بر استان همدان). مجله علمی پژوهشی مرتع، ۲۱۶:۲۰۳-۲۱۶.

۲۶. فرج‌اللهی، ا.، م. ح. زارع چاهوکی، ر. پاری، ب. قلی‌نژاد، ح. امام قلی و ی. قاسمی آریان. ۱۳۹۲. تعیین مهمترین عوامل خاکی و توپوگرافی موثر در تنوع گونه‌ای (مطالعه موردی: مراتع منطقه حفاظت شده بیجار). نشریه پژوهش‌های آبخیزداری (پژوهش و سازندگی)، ۱۰۱: ۴۸-۵۸.

۲۷. فهیمی‌پور، ا.، م.ع. زارع چاهوکی و ع. طویلی. ۱۳۸۹. بررسی ارتباط برخی گونه‌های شاخص مرتعی با عوامل محیطی (مطالعه موردی: بخشی از مراتع طالقان میانی). مجله علمی پژوهشی مرتع، ۴(۱): ۲۳-۳۲.

۲۸. قلی‌نژاد، ب.، م. جعفری، م.ع. زارع چاهوکی، ح. آذرنیوند و ح. پوربابایی. ۱۳۹۳. بررسی اثر عوامل محیطی و مدیریتی بر گسترش تیپ‌های گیاهی (مطالعه موردی: مراتع سارال استان کردستان). نشریه مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران، ۶۷(۲): ۲۷۹-۲۸۸.

۲۹. گویلی کیلانه، ا. و م. ر. وهابی. ۱۳۹۱. تأثیر برخی از خصوصیات خاک بر پراکنش پوشش گیاهی مراتع زاگرس مرکزی ایران. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی (علوم آب و خاک)، ۱۶(۵۹): ۲۴۵-۲۵۸.

۳۰. متاجی، ا. و ق. زاهدی امیری. ۱۳۸۵. ارتباط بین گروه‌های اکولوژیک گیاهی و شرایط ادافیک رویشگاه (پژوهش موردی: جنگل خیرودکنار نوشهر). مجله منابع طبیعی ایران، ۵۹(۴): ۴۵۳-۴۶۳.

۳۱. محسن‌نژاد اندواری، م.، م. شکری، س. ح. زالی و ز. جعفریان. ۱۳۸۹. بررسی اثر ویژگی‌های خاک و عوامل فیزیوگرافی بر توزیع جوامع گیاهی (مطالعهٔ موردی: مراتع ییلاقی بهرستاق هراز). مرتع، ۴(۲): ۲۶۲-۲۷۵.

۳۲. مقدم، م. ر. ۱۳۹۳. مرتع و مرتعداری. انتشارات دانشگاه تهران. ۴۸۴ صفحه.

۳۳. ناصری حصار، ن.، م. ع. زارع چاهوکی و س. صبوری‌راد. ۱۳۹۳. معرفی روش آنتروپی حداکثر به عنوان ابزاری برای مدلسازی پیش‌بینی رویشگاه گونه‌های گیاهی مناطق بیابانی (مطالعهٔ موردی: مراتع اشتهارد). دومین همایش ملی بیابان با رویکرد مدیریت مناطق خشک و کویری، دانشگاه سمنان. ۲۰ الی ۲۱ آبان ماه.

34. Boyce MS, Vernier PR, Nielsen SE, Schmiegelow FK. 2002. Evaluating resource selection functions. Ecological modelling, 157(2): 281-300.
35. Gelviz-Gelvez SM, Pavón NP, Illoldi-Rangel P, Ballesteros-Barrera C. 2015. Ecological niche modeling under climate change to select shrubs for ecological restoration in Central Mexico. Ecological Engineering, 74: 302-309.
36. Hirzel AH, Hausser J, Chessel D, Perrin N. 2002. Ecological-niche factor analysis: how to compute habitat-suitability maps without absence data? Ecology, 83(7): 2027-2036.
37. Hirzel AH, Helfer V, Metral F. 2001. Assessing habitat-suitability models with a virtual species. Ecological modelling, 145(2): 111-121.
38. JANIŠOVÁ M. 2005. Vegetation-environment relationships in dry calcareous grassland. Ekológia (Bratislava), 24(1): 25-44.
39. Kim Ludeke AK, Maggio RC, Reid LM. 1990. An analysis of anthropogenic deforestation using logistic regression and GIS. Journal of Environmental Management, 31(3): 247-259.
40. Klein JC. 1991. La vegetation altitudinale du massif de | Alborz central (Iran), essai synthese al echelle des regions Irano- Touraienne et Euro-Siberienne. Ph.D. Thesis, University de Paris- Sud, Center d Orsy. 110pp.
41. Lassueur T, Joost S, Randin CF. 2006. Very high resolution digital elevation models: Do they improve models of plant species distribution? Ecological Modelling, 198(1): 139-153.
42. Landis JR, Koch GG. 1977. The measurement of observer agreement for categorical data. Biometrics, 33(1): 159-174.
43. Mingyang L, Yunwei J, Kumar S, Stohlgren TJ. 2008. Modeling potential habitats for alien species Dreissena polymorpha in Continental USA. Acta Ecologica Sinica, 28(9): 4253-4258.
44. Pearce J, Ferrier S. 2000. Evaluating the predictive

Archive of SID

www.SID.ir

performance of habitat models developed using logistic regression. Ecological Modelling, 133(3): 225-245.
45. Peer T, Gruber JP, Millinger A, Hussain F. 2007. Phytosociology, structure and diversity of the steppe vegetation in the mountains of Northern Pakistan. Phytocoenologia, 37(1): 1-65
46. Rupprecht F, Oldeland J, Finckh M. 2011. Modelling potential distribution of the threatened tree species Juniperus oxycedrus: how to evaluate the predictions of different modelling approaches? Journal of Vegetation Science, 22(4): 647-659.
47. Swets JA. 1988. Measuring the accuracy of diagnostic systems. Science, 240(4857):1285.
48. Tarkesh M, Jetschke G. 2012. Comparison of six correlative models in predictive vegetation mapping on a local scale. Environmental and Ecological Statistics, 19(3): 437-457.
49. Valle M, Borja Á, Chust G, Galparsoro I, Garmendia JM. 2011. Modelling suitable estuarine habitats for Zostera noltii, using ecological niche factor analysis and bathymetric LiDAR. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 94(2): 144-154.
50. Virtanen R, Oksanen J, Oksanen L, Razzhivin VY. 2006. Broad-scale vegetation-environment relationships in Eurasian high-latitude areas. Journal of Vegetation Science, 17(4): 519-528.
51. Wilson K, Newton A, Echeverria C, Weston C, Burgman M. 2005. A vulnerability analysis of the temperate forests of south central Chile. Biological Conservation, 122(1): 9-21.
52. Yang X, Skidmore AK, Melick DR, Zhou Z, Xu J. 2006. Mapping non-wood forest product (*matsutake mushrooms*) using logistic regression and a GIS expert system. Ecological Modelling, 198(1): 208-218.

Archive of SID

www.SID.ir

RS & GIS for Natural Resources
(Vol. 7/ Issue 4) winter 2017
Indexed by ISC, SID, Magiran and Noormags
http://girs.iaubushehr.ac.ir

Habitat potential modeling of *Astragalus gossypinus* using ecological niche factor analysis and logistic regression (Case study: summer rangelands of Baladeh, Nour)

F. Borna [1], R. Tamrtash [2*], M. R. Tatian [2], V. Gholami [3]

1. MSc. Student of Rangeland Management, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
2. Assis. Prof. College of Natural Resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
3. Assis. Prof. College of Natural Resources, University of Guilan

ARTICLE INFO

Article history:
Received 6 February 2016
Accepted 6 October 2016
Available online 11 February 2017

Keywords:
Astragalus gossypinus
Logistic regression (LR)
Ecological niche factor analysis (ENFA)
Geographic information system (GIS)
Summer rangelands
Baladeh- Nour

ABSTRACT

This study has been done with the purpose of modeling and prediction of the habitat *Astragalus gossypinus* map using Logistic regression (LR) and Ecological niche factor analysis (ENFA) in summer rangelands of Baladeh, Nour in Mazandaran province. To achieve this objective, environmental map variables were prepared with the help of ArcGIS®9.3 techniques in cell size of 10 × 10. Also, 80 site as well as the presence or absence of species was recorded by sampling classified-random. For each sampling site was recorded information about the presence or absence of species and environmental variables, and the relationship between species distribution and environmental factors was determined by using logistic regression and ecological niche factor analysis, and forecast maps the distribution of the *Astragalus gossypinus* was produced in the study area. According to LR results, Elevation, pH, organic carbon, average temperature of the wet season and average temperature during the dry season were the most important environmental factors influencing the distribution of the species. According to this model, variable aspect, sand Percent, TNV of soil, precipitation in the wet season and average temperature during the coldest season were used as influential environmental variables. Evaluate the correctness statistical models were performed by using the kappa coefficient and ROC area under the curve plots. Value indices, respectively 0.42 and 0.78 for the logistic regression model and 0.84 and 0.92 for the ecological niche factor analysis, which represents that profile model shows higher accuracy than the discrimination group models in the study area.

Archive of SID

* Corresponding author e-mail address: reza_tamartash@yahoo.com

www.SID.ir