Archive of SID

مدل‌سازی مطلوبیت رویشگاه گونهٔ *Stipa barbata* با استفاده از روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی (ENFA) (مطالعه موردی: مراتع طالقان میانی)

محمدعلی زارع چاهوکی[۱*]، محبوبه عباسی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۷-۲-۹۵ تاریخ پذیرش ۸-۱۲-۹۵

چکیده

این پژوهش به‌منظور تعیین مطلوبیت رویشگاه گونهٔ *S. barbata* با استفاده از روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی در مراتع طالقان میانی انجام شده است. گونهٔ *S. barbata* از گندمیان مرغوب و با ارزش مرتعی است که اهمیت زیادی در حفاظت خاک و تولید علوفه دام‌ها دارد. به‌منظور مدل‌سازی مطلوبیت رویشگاه این گونه، از نقاط حضور گونه و لایه‌های اطلاعاتی متغیرهای خاکی از جمله درصد سنگریزه، اسیدیته، هدایت الکتریکی، درصد آهک، مادهٔآلی، نیتروژن، پتاسیم، فسفر، عمق خاک، درصد شن، رس و سیلت و نقشه متغیرهای توپوگرافی منطقه (شیب، جهت و ارتفاع) به‌عنوان متغیرهای مؤثر بر حضور گونه استفاده شد. صحت مدل با استفاده از شاخص بویس مقدار ۸۷/۵٪ به‌دست آمد که نشان دهنده دقت بالای نتایج مدل است و ضریب کاپای به‌دست آمده از بررسی میزان تطابق نقشهٔ پیش‌بینی با واقعیت زمینی نیز (k=۰/۶۴) به‌دست آمد. نتایج حاصل از بررسی‌ها نشان می‌دهد که در انتخاب رویشگاه گونه *S. barbata* در منطقه مورد مطالعه متغیرهای محیطی ارتفاع، جهت شمالی، هدایت الکتریکی و پتاسیم تأثیر منفی و متغیرهای عمق، آهک، ماده‌آلی و اسیدیته تأثیر مثبت داشته‌اند و مهمترین عوامل در مطلوبیت رویشگاه این گونه بوده‌اند. با توجه به مقادیر حاشیه‌گرایی (۱/۶۴)، تخصص‌گرایی (۸/۳۹۹) و تحمل‌پذیری کل (۰/۱۱۹) به‌دست آمده از مدل، می‌توان نتیجه گرفت که گونه مورد مطالعه نسبت به شرایط خاصی از متغیرهای محیطی تخصص پیدا کرده است و دامنه خاصی از متغیرهای محیطی را در محدوده منطقه مورد مطالعه تحمل می‌کند.

کلمات کلیدی: تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی (ENFA)، *Stipa barbata*، مراتع طالقان.

[۱]. استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، نویسنده مسئول (Mazare@ut.ac.ir)
[۲]. دانش آموخته دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

عمده‌ترین بخش از عرصه‌های گسترده کشور ایران را اکوسیستم‌های مرتعی شامل می‌شوند. برای مدیریت صحیح این اکوسیستم‌ها، داشتن شناخت و اطلاعات کافی از اجزاء تشکیل‌دهنده آن و چگونگی تعامل بین این اجزاء ضروری است. اصلی‌ترین جزء در اکوسیستم‌های مرتع را گونه‌های گیاهی شامل می‌شوند. بوم‌شناسان گیاهی بر این باورند که عوامل محیطی در مطلوبیت رویشگاه گونه‌های گیاهی در مراتع تأثیر به‌سزایی دارند، بدین معنی که تعیین کننده خصوصیات رویشگاهی هر گونه می‌باشند. تعیین مطلوبیت رویشگاه یکی از ارکان اصلی مدیریت و حفاظت گونه‌های گیاهی به‌شمار می‌رود. رویشگاه مطلوب تأثیر به‌سزایی در بقا و زادآوری گونه‌ها دارد. در این میان مشکل بودجه و زمان برای بررسی رویشگاه‌ها در مقیاس گسترده (برای مثال در مقیاس یک استان) اجرای بسیاری از بررسی‌ها را دشوار و در مواردی غیر ممکن می‌کند. علاوه بر این، اطلاعات در دسترس، بیشتر داده‌های مربوط به حضور گونه‌ها بوده و داده‌های عدم حضور به ندرت در دسترس هستند. حتی اگر این داده‌ها در دسترس باشند، مقادیر آنها با شک و تردید همراه است (۲). لذا روش‌های مدل‌سازی که فقط از داده‌های حضور استفاده می‌کنند، ابزاری مناسب برای غلبه بر این مشکل می‌باشند (۸).

از روش‌های مدل‌سازی که فقط از داده‌های حضور استفاده می‌کنند می‌توان به تجزیه و تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی (ENFA) اشاره کرد که توسط هیرزل از سال ۱۹۹۸ برای تهیهٔ نقشه مطلوبیت رویشگاه ارائه شده است و در نرم‌افزار Biomapper اجرا می‌شود (۱۰). پژوهشگران زیادی به‌دلیل صرفه‌جویی در زمان و هزینه بررسی‌ها، در تحقیقات خود این روش را مورد استفاده قرار داده‌اند (۷، ۲۲، ۲۳، ۲۷، ۲۸، ۳۰، ۳۲). در روش ENFA با استفاده از داده‌های حضور گونه و عوامل رویشگاهی، مطلوبیت رویشگاه گونه‌ها تعیین می‌شود. این روش از نظر ماهیت عملکرد مشابه آنالیز تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) می‌باشد و متغیرهای محیطی که در پراکنش گونه تأثیرگذار هستند به تعداد کمی فاکتورهای متعامد و غیرهمبسته تبدیل می‌شوند. این روش علاوه بر محاسبه مطلوبیت رویشگاه، عوامل بوم‌شناختی مهمی نظیر تخصص‌گرایی (Specialization)، حاشیه‌گرایی (Marginality) و تحمل‌پذیری (Tolerance)را نیز محاسبه می‌کند که هر کدام از نظر بوم‌شناختی معانی ویژه‌ای دارند (۹، ۱۱، ۱۲). در پژوهشی که توسط استروب و ماتینز[1]، (۲۰۰۸) انجام شد به پیش‌بینی روند پراکنش گونه مهاجم *Psittacula krameri* در شمال بلژیک با رویکرد آشیان بوم‌شناختی پرداخته شد نتایج حاصله نشان داد که این گونه تمایل بالایی به اشغال زیستگاه‌های نسبتاً نادر در سطح منطقه دارد و بسیاری از مناطق مطلوب برای گونه‌های بومی توسط این گونه اشغال شده و یا در آینده‌ای

[1] Strubbe & Matthysen

www.SID.ir

Archive of SID

نزدیک اشغال خواهند شد. زارع چاهوکی و عباسی (۲۰۱۶) در پژوهشی در مراتع طالقان رویشگاه مطلوب گونه آویشن کوهی *Thymus kotschyanus* را با استفاده از این روش مدل‌سازی کردند. نتایج نشان داد که رویشگاه مطلوب این گونه در ارتفاع بیش از ۲۰۰۰ متر از سطح دریا و در دامنه‌های شمالی و شرقی قرار دارد(۳۰). سونگلین[1] و همکاران (۲۰۰۷)، در مطالعه‌ای از روش ENFA برای تهیه نقشهٔ مطلوبیت رویشگاه شاه بلوط *(Cryphonectria parasitica)* استفاده کردند نتایج نشان داد که رویشگاه مطلوب گونه به‌شدت تحت تأثیر شکل سازند زمین‌شناسی، شیب زیاد و ارتفاع قرار دارد(۲۶). خلاصی اهوازی و همکاران (۲۰۱۲)، در پژوهشی با استفاده از روش ENFA رویشگاه بالقوه گونه گیاهی *Eurotia ceratoides (L.) C.A.M.* را در مراتع شمال شرق سمنان مدل-سازی کردند. نتایج نشان داد که گونه اروشیا در مناطقی با اسیدیته ۸-۷/۸، هدایت الکتریکی ۰/۲۶-۰/۱۷ دسی‌زیمنس بر متر، بافت خاک سیلتی شنی و ارتفاع از سطح دریا ۲۲۰۰-۱۶۰۰ متر پراکنده شده است(۱۷). سنگوئی و همکاران (۲۰۱۲)، رویشگاه بالقوه گونه گیاهی گون سفید *Astragalus gossypinus Fischer* را در منطقه غرب اصفهان با استفاده از روش ENFA مدل-سازی کردند. نتایج نشان داد که متغیرهای درصد سنگریزه، مقدار پتاسیم، رطوبت اشباع، هدایت الکتریکی و بارندگی سالانه مهم‌ترین عوامل در انتخاب رویشگاه گون سفید در منطقه مورد مطالعه بوده است(۲۳). از گونه‌های گیاهی مراتع ایران گونه *Stipa barbata* می‌باشد که از نظر تغذیه دام‌های مرتعی در مناطق خشک و نیمه خشک حائز اهمیت است. این گونه از گندمیان پرپشت، با ریشه‌های محکم، برگ‌های باریک و تا حدی خشن است و از آخرین گندمیانی است که در سطوح گسترده در مناطق استپی، نیمه استپی وکوهستانی وجود دارد (۳). به‌منظور فراهم آوردن اطلاعات و شناخت در مورد خصوصیات رویشگاهی گونهٔ *Stipa barbata*و چگونگی عمل و رفتار این گونه گیاهی در اکوسیستم‌های مرتعی و مطابق با آن شناخت رویشگاه‌های دارای ویژگی‌های بالقوه جهت استقرار و پراکنش این گونه در عملیات اصلاحی مراتع، مدل مطلوبیت رویشگاه این گونه با استفاده از روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی تهیه شد تا اطلاعات و نتایج حاصل از تحقیق در مراتع دارای شرایط بالقوه، جهت حفظ و بهره‌برداری اصولی دام از این گونه گیاهی به‌کارگرفته شود. در عین حال، به بازگشت دوباره برخی مراتع تخریب یافته و در حال تخریب که زمینهٔ پرورش گونهٔ مذکور را دارند به شرایط کلیماکس کمک شود و بدین ترتیب بتوان در جهت مدیریت صحیح و استفاده علمی و اقتصادی رویشگاه‌های مرتعی مرتبط با آن گام برداشت. با توجه به مطالب بیان شده، این مطالعه با اهداف تهیه نقشه مطلوبیت رویشگاه گونه *Stipa barbata* و عوامل مؤثر بر

[1]. Songlin

www.SID.ir

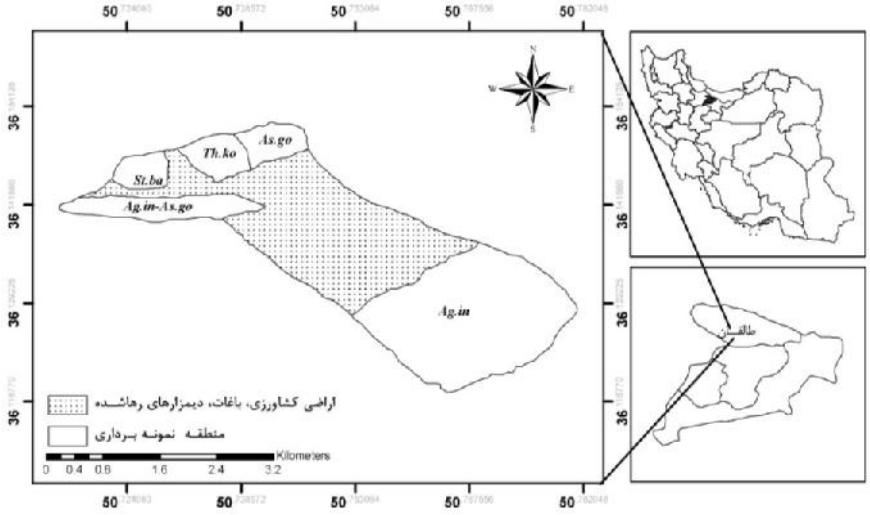
Archive of SID

مطلوبیت رویشگاه آن، تعیین جایگاه گونه *Stipa barbata* در گستره آشیان بوم‌شناختی مربوطه و بررسی امکان بکارگیری فن ENFA در امر مدیریت گونه‌های گیاهی ایران انجام شده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد بررسی در حوزه آبخیز طالقان (شمال غربی استان البرز) در بخش میانی حوزه با وسعت ۳۷۹۷۷/۱۲ هکتار و با موقعیت جغرافیایی "۴۳ '۳۶ °۵۰ تا "۲۰ '۵۳ °۵۰ طول شرقی و "۱۹ '۵ °۳۶ تا "۱۹ '۱۹ °۳۶ عرض شمالی واقع شده است. حداکثر ارتفاع منطقه از سطح دریا ۳۰۰۰ متر و حداقل آن ۱۸۰۰متر است. متوسط بارندگی منطقه در حدود ۵۰۰ میلی‌متر و اقلیم منطقه بر اساس روش آمبرژه ارتفاعات سرد (نیمه‌مرطوب سرد و مرطوب سرد)، بر اساس روش دومارتن فراسرد ارتفاعی (مدیترانه‌ای، نیمه‌مرطوب، مرطوب، خیلی‌مرطوب) و به روش گوسن سرد محاسبه شد. شکل (۱) موقعیت منطقه را در ایران و استان البرز نشان می‌دهد.



شکل ۱- موقعیت منطقه در ایران و استان البرز

روش تحقیق

به‌منظور بررسی تأثیر عوامل خاکی و توپوگرافی بر ترجیح رویشگاه گونه استیپا ابتدا با استفاده از نقشه پوشش گیاهی منطقه تیپ‌های گیاهی منطقه مورد مطالعه مشخص شدند. در محدوده منطقه مطالعاتی پنج تیپ رویشی آگروپایرون، آویشن، گون، استیپا و تیپ آگروپایرون-گون *(Ag.in، Th.ko، As.go ، St.ba* و *Ag.in-As.go)* تشخیص داده شد. سپس در منطقه معرف هر تیپ گیاهی اقدام به نمونه‌برداری از پوشش گیاهی شد .در مجموع پنج تیپ گیاهی و چهار رویشگاه در کل محدوده مورد مطالعه شناسایی و بررسی شد. با توجه به وضعیت پوشش گیاهی منطقه با استفاده از روش آماری در هر تیپ، ۴۵ پلات یک متر مربعی در امتداد سه ترانسکت ۱۵۰ متری در طول مهمترین گرادیان محیطی

www.SID.ir

Archive of SID

مستقر شد و در طول هر ترانسکت ۱۵ پلات با فاصلهٔ ۱۰ متری از یکدیگر مستقر شد.

در هر تیپ رویشی با توجه به تغییرات پوشش گیاهی و عوامل محیطی و به‌صورتی که نمونه‌برداری در کل منطقه همگن باشد، در ۶ پلات از پلات‌های نمونه‌برداری پروفیل حفر شده و نمونه‌برداری از خاک در عمق حدود ۳۰-۰ سانتی‌متر انجام شد. موقعیت جغرافیایی نقاط نمونه‌برداری نیز بوسیله سیستم موقعیت‌یاب جهانی [۱] ثبت شد. در مرحله بعد نمونه‌های خاک به آزمایشگاه منتقل شد و خصوصیات خاک شامل بافت خاک، اسیدیته، هدایت الکتریکی، درصد ماده آلی، آهک، فسفر قابل جذب و پتاسیم و ازت کل خاک اندازه‌گیری شد. برای تهیه نقشه مطلوبیت رویشگاه لازم است که نقشهٔ هر یک از عوامل مذکور تهیه شود. نقشه‌های شیب، جهت و ارتفاع با استفاده از مدل رقومی ارتفاع[۲] منطقه تهیه شد. برای توصیف تغییرات مکانی هر ویژگی خاک و تهیه نقشه هر متغیر خاک از روش‌های زمین‌آمار استفاده شد. در این تحقیق برای بررسی و تشریح ارتباط و ساختار فضایی از تجزیه و تحلیل«تغییر نما یا واریوگرام» در نرم‌افزار GS^+ نسخه ۹ استفاده شد. این روش به طور گسترده در آنالیز اکولوژیکی ناهمگنی خاک از طریق محاسبه نیمه واریانس‌ها بکار می‌رود (۲۹ و ۳۱). در نهایت اقدام به تهیه نقشه‌های مربوط به فاکتورهای مختلف خاک‌شناسی با استفاده از روش‌های میانیابی گردید. برای هریک از فاکتورهای فوق روش میان‌یابی که دارای بالاترین دقت و کم‌ترین مقدار خطای محاسباتی بود، انتخاب گردید. سه معیار مجذور میانگین مربعات خطای تخمین (RMSE)، میانگین انحراف خطا (MBE)، میانگین قدر مطلق خطا (MAE) تعیین کننده صحت نقشه‌های تولید شده است. روشی دارای بالاترین میزان دقت است که مقدار MBE آن به مقدار ایده‌آل صفر نزدیک باشد همچنین نقشه تهیه شده با روشی که کم‌ترین میزان MAE و RMSE را دارد، دارای دقت بالاتری خواهد بود (۱۴). بعد از تکمیل اطلاعات با توجه به هدف تحقیق برای مدل‌سازی پراکنش مکانی گونه‌های مورد بررسی از روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی در نرم افزار Biomapper 4 استفاده شد. لایه‌های وارد شونده به آنالیز تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی (ENFA) شامل لایه‌های مربوط به حضور گونه که به صورت یک نقشه بولی آماده شدند و لایه‌های مربوط به متغیرهای مستقل رویشگاهی بوده‌اند که تمامی لایه‌های ورودی به شکل لایه‌های رستری بوده‌اند.

مراحل اجرای این مدل که در نرم‌افزار Biomapper به اجرا در آمد به ترتیب شامل، ماسک کردن لایه‌های اطلاعاتی[۳]، بررسی وضعیت نرمال بودن لایه‌ها، بررسی میزان همبستگی لایه‌ها (در مدل ENFA متغیرهایی

[1] Global Positioning System
[2] Digital elevation model

[۳] ماسک کردن به معنی دادن ارزش صفر به سلول‌های فاقد اطلاعات (Background) در خارج از محدوده مورد مطالعه است.

www.SID.ir

Archive of SID

که همبستگی بالاتر از ۸۵ درصد با هم دارند با یک وزن وارد مدل می‌شوند (۱۹) به همین دلیل اگر بین دو متغیر همبستگی بیش از ۰/۸۵ باشد، یکی از دو متغیر باید از تجزیه و تحلیل حذف گردد (۱۳). بررسی وضعیت لایه‌های اطلاعاتی، اجرای ماتریس کواریانس، اجرای آنالیز تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی و تهیه نقشهٔ مطلوبیت رویشگاه بوده است. ارزیابی صحت مدل توسط آزمون اعتبار سنجی متقابل[1] و با استفاده از شاخص بویس پیوسته[2] انجام گرفت. لازم به‌ذکر است که متغیرهای بافت خاک (رس و شن و سیلت) و همچنین دو لایه از نقشه‌های بولی شده جهت با یکدیگر همبستگی بالای ۰/۸ داشتند (جهت جغرافیایی متغیر کیفی می‌باشد بنابراین ابتدا نقشه جهات جغرافیایی منطقه بصورت نقشه‌های بولینی-صفر و یک- آماده و سپس وارد مدل شدند) لذا قبل از آنالیز ENFA حذف شدند. به منظور تطبیق نقشهٔ رویشگاه بالقوه گونهٔ مورد بررسی با نقشه واقعی پوشش گیاهی و تعیین میزان دقت آن نیز از آماره کاپا در نرم‌افزار Idrisi نسخه ۱۶ استفاده شد.

نتایج

جدول (۱) اجزای مربوط به به تغییرنمای متغیر-های خاکی اندازه‌گیری شده در تحقیق را نشان می‌دهد. بدلیل اینکه منطقه مورد مطالعه کوهستانی بوده است، شرایط توپو گرافی منطقه باعث شده مقادیر مربوط به اجزای واریوگرام مثل دامنه تأثیر تا حدی متفاوت از حالت معمول بدست آمد. در جدول (۲) نیز میزان دقت چهار روش میانیابی کریجینگ نقطه‌ای، کریجینگ بلوکی، IDW[3] و NDW[4] برای تهیه نقشه‌های متغیرهای خاک ارائه شده است. در کریجینگ نقطه‌ای یک نقطه مجهول براساس نقاط معلوم واقع در محدوده جستجو ارزیابی می‌شود. در کریجینگ بلوکی ابعاد ریز بلوک‌ها در ارزیابی مورد توجه قرار می‌گیرد و در کیفیت تخمین تأثیر می‌گذارد. در شکل ۲ به‌عنوان نمونه مدل تغییرنمای خط برازش داده شده بر مدل تغییرنمای تجربی برای متغیر آهک و نقشه آهک خاک در منطقه نمونه‌برداری آمده است. با توجه به جدول (۲) مقادیر واقعی و مقادیر پیش‌بینی شده در ارزیابی‌های صورت گرفته در مورد متغیرهای سیلت، شن، آهک و عمق خاک با استفاده از کریجینگ بلوکی، متغیرهای رس، فسفر، نیتروژن، پتاسیم و اسیدیته با استفاده از کریجینگ نقطه‌ای و متغیر ماده آلی و سنگریزه با استفاده از روش میانگین متحرک وزندار ناریب تطابق بیشتری دارند.

ماتریس امتیازات مربوط به گونه *S. barbata* در جدول ۳، ارائه شده است اولین ستون از این ماتریس فاکتور حاشیه‌گزینی است. سایر ستون‌ها برابر با فاکتورهای تخصص‌گرایی است. ردیف‌ها در این ماتریس شامل میزان اهمیت زیست محیطی در ساخت فاکتورها هستند.

[1] Cross-validation
[2] The continuous Boyce index
[3] Inverse Distance Weighting
[4] Normal Distance Weighting

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- اجزای مربوط به تغییر نمای متغیرهای خاکی اندازه‌گیری شده در تحقیق

ردیف	خصوصیت	مدل تغییرنما	اثر قطعه‌ای (درصد)	آستانه (درصد)	دامنه تأثیر (متر)	نسبت C/CO+C	ضریب همبستگی
۱	شن	کروی	۰/۱۰	۲۴۸/۳	۲۶۰۱	۱/۰۰	۰/۷۶۴
۲	سیلت	کروی	۰/۱۰	۶۲/۶	۱۹۹۲	۰/۹۹	۰/۵۳۶
۳	رس	کروی	۲۴/۵۰	۲۰۹/۲	۹۱۱۰	۰/۸۸	۰/۷۷۸
۴	آهک	نمایی	۱/۰	۱۶۹/۰	۱۱۹۰	۰/۹۹	۰/۹۶۹
۵	نیتروژن	کروی	۰/۰۰	۰/۰۰۲۱	۱۶۹۰	۱/۰۰	۰/۴۹۱
۶	ماده آلی	کروی	۰/۱۲	۱/۳۰۲	۲۹۹۹	۰/۹۰	۰/۷۶۱
۷	فسفر	کروی	۰/۱۱	۱۶/۶۸	۱۸۷۶	۰/۹۵	۰/۸۶۵
۸	اسیدیته	کروی	۰/۰۰۴	۰/۰۲۱۹	۱۷۷۰	۰/۸۱	۰/۷۷۸
۹	هدایت الکتریکی	کروی	۰/۰۰۰۱	۰/۱۰۷۲	۱۱۹۵	۰/۹۹	۰/۴۷۱
۱۰	پتاسیم	کروی	۰/۰۲	۰/۲۶	۹۱۱۰	۰/۸۸	۰/۶۵
۱۱	عمق	کروی	۰/۳	۳۴/۵۹	۱۰۰۲	۰/۹۱	۰/۵۵
۱۲	سنگریزه	نمایی	۱/۵	۰/۸۴	۱۱۹۱	۰/۹۸	۰/۴۴

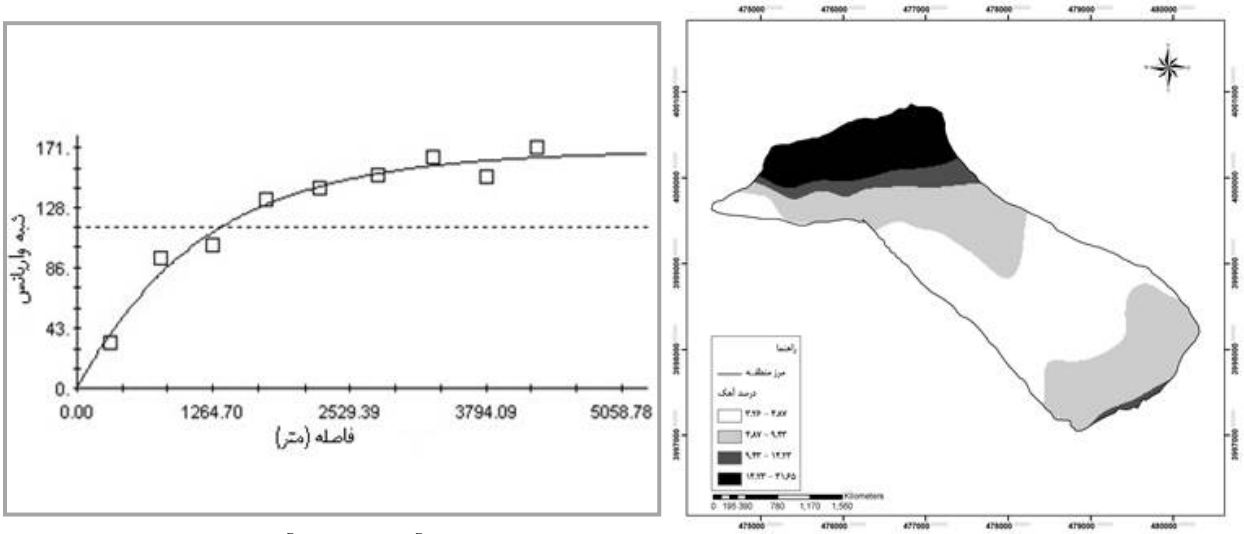
جدول ۲- ارزیابی متغیرهای خاک با استفاده از روش‌های مختلف زمین‌آمار به روش تقاطعی

ویژگی	خطا (%)	روش میان‌یابی			
		Block kriging	Point kriging	IDW	NDW
شن	MAE	۶/۵۷۱۹۴۴	۶/۵۷۶۳۸۹	۷/۷۹۷۵	۱۰/۸۸۳۶۱
	MBE	۰/۵۱۰۲۷۸	۰/۵۱۱۳۸۹	۱/۰۰۵۲۷۸	۱/۷۶۶۳۸۹
	RMSE	۷/۷۸۲۴۷۳	۷/۷۸۶۵۱۵	۹/۳۲۱۹۶۶	۱۳/۸۲۵۹۱
سیلت	MAE	۳/۹۱۱۱	۳/۹۱۴۷۲۲	۳/۹۴۶۹۴۴	۵/۶۹۳۳۳
	MBE	-۰/۱۴۶۶۷	-۰/۱۷۹۱۷	-۰/۱۸۲۲۲	-۰/۱۹۹۷۲۲
	RMSE	۴/۹۸۹۹۲۷	۴/۹۹۳۰۵۹	۵/۱۶۸۶۶۵	۷/۲۰۹۱۲۲
رس	MAE	۴/۹۱	۴/۹۰۸۸۹	۵/۵۹۰۸۳۳	۸/۰۲۱۶۶۷
	MBE	-۰/۱۲۵۵۶	-۰/۱۲۶۶۷	-۱/۱۸۷۵	-۱/۷۳۲۷۸
	RMSE	۶/۱۲۵۳۲۳	۶/۱۲۴۲۴۱	۷/۱۰۲۷۳۷	۹/۶۱۲۰۱۱
آهک	MAE	۳/۲۷۶۶۷	۳/۲۷۷۲۲	۵/۶۱۰۵۵۶	۹/۶۷۸۳۳
	MBE	۰/۲۷۴۴۴	۰/۲۷۶۱۱	۱/۴۹۱۶۶۷	۱/۱۷۱۶۶۷
	RMSE	۴/۲۹۵۲۷۷	۴/۲۹۶۵	۶/۸۶۳۸۰۶	۱۰/۴۶۵۹
نیتروژن	MAE	۰/۰۲۷۵	۰/۰۲۷۵	۰/۰۲۲۷۷۸	۰/۰۳۴۱۶۷
	MBE	-۰/۰۰۲۳	-۰/۰۰۲۵	-۰/۰۰۷۲۲	-۰/۰۱۲۵
	RMSE	۰/۰۳۱۰۴۷	۰/۰۳۱۰۴۷	۰/۰۲۸۲۸۴	۰/۰۴۲۳۲۸
ماده آلی	MAE	۰/۶	۰/۶	۰/۵۹۷۲۲	۰/۷۴۳۳
	MBE	-۰/۰۲۳۸۹	-۰/۲۴۴۴	-۰/۱۳۷۲۲	-۰/۱۷۶۶۷
	RMSE	۰/۷۳۰۱۱	۰/۷۳۰۳۰۱	۰/۷۱۷۷۵۹	۰/۸۹۳۵۰۱
فسفر	MAE	۲/۰۲۸۰۵۶	۱/۹۷۱۹۴۴	۲/۰۲۹۴۴۴	۳/۱۰۱۹۴۴
	MBE	-۰/۰۷۵۸۳	-۰/۰۷۵۵۶	-۰/۵۴۹۱۷	-۱/۰۸۰۲۸
	RMSE	۰/۷۶۵۳۵	۲/۷۶۶۵۲۳	۲/۷۰۴۷۹۴	۳/۷۵۲۱۵۲

www.SID.ir

Archive of SID

اسیدیته	MAE	۰/۰۹۰۵۵۶	۰/۰۹۰۲۷۸	۰/۰۸۸۰۵۶	۰/۱۱۷۲۲۲
	MBE	۰/۰۰۷۲۲۲	۰/۰۰۶۹۴۴	۰/۰۲۶۹۴۴	۰/۰۴۵۵۵۶
	RMSE	۰/۱۰۸۳۷۲	۰/۱۰۸۱۲۸	۰/۱۱۲۴۱	۰/۱۴۵۸۸۸
هدایت الکتریکی	MAE	۰/۰۳۰۵۵۶	۰/۰۳۰۲۷۸	۰/۰۲۸۸۸۹	۰/۰۳۳۰۵۶
	MBE	-۰/۰۰۱۶۷	-۰/۰۰۱۹۴	-۰/۰۰۶۶۷	-۰/۰۰۹۱۷
	RMSE	۰/۰۴	۰/۰۳۹۸۹۶	۰/۰۳۸۲۹۷	۰/۰۴۲۷۲
پتاسیم	MAE	۰/۱۸۱۶۵۴	۰/۱۸۱۶۵	۰/۱۸۸۲۸۶	۰/۲۱۳۱۸
	MBE	-۰/۰۰۵۱۸	-۰/۰۰۵۱۹	-۰/۴۶۵۲	-۰/۰۹۹۲
	RMSE	۰/۲۷۴۴۱۷	۰/۲۷۴۴۲۱	۰/۲۵۸۷۵۹	۰/۳۰۱۸۷
عمق	MAE	۲/۵۷۱۶۶۷	۲/۵۷۴۷۲۲	۳/۵۳۳۳۳	۵/۱۴۹۴۴۴
	MBE	۰/۰۷	۰/۰۷۵۲۷۸	۰/۵۷۹۴۴۴	۰/۶۳۲۲۲۲
	RMSE	۳/۶۴۵۲۲۵	۳/۶۴۸۷۷۳	۴/۲۱۸۹۱۱	۶/۳۲۱۵۰۷
سنگریزه	MAE	۵/۹۲۴۷۲۲	۵/۹۲۷۵	۵/۷۸۱۶۶۷	۷/۳۷۷۲۲۲
	MBE	-۰/۶۲۱۹۴	-۰/۶۲۵۸۳	-۱/۰۹	-۱/۸۰۲۲۲
	RMSE	۷/۳۳۳۲۵۱	۷/۳۳۸۸۲۶	۷/۱۷۳۹۹۳	۹/۰۶۹۲۴۵



شکل ۲- مدل تغییرنمای خط برازش داده شده بر مدل تغییرنمای تجربی برای متغیر آهک و نقشه آهک خاک در منطقه نمونه‌برداری

مقادیر مثبت در این ماتریس نشان‌دهنده این است که گونه مورد نظر رویشگاه‌هایی را ترجیح می‌دهد که دارای مقادیر بیشتری از متغیر مربوطه نسبت به میانگین کل این متغیر در سطح منطقه است و بر عکس مقادیر منفی نشان‌دهنده این است که گونه مورد نظر مقادیر کمتری از متغیر مربوطه را نسبت به میانگین کل این متغیر در سطح منطقه ترجیح می‌دهد (۱۲). آنالیز ENFA با محاسبه ۳ عامل اول ۰/۹۴ درصد واریانس منطقه را در مورد گونه *S. barbata* نشان داد. ستون اول این ماتریس ۱۰۰٪ حاشیه‌گرایی و ۷۸٪ تخصص‌گرایی و ستون‌های بعدی به ترتیب ۱۰٪، ۶٪ و ۲٪ تخصص‌گرایی را نشان می‌دهند. جدول (۴)

www.SID.ir

Archive of SID

پارامترهای آشیان بوم‌شناختی و مقدار شاخص بویس الگوریتم مدل‌سازی ارائه شده است. در این مدل برای تهیه نقشه پیش‌بینی گونه امکان به‌کارگیری الگوریتم‌های متفاوتی فراهم شده است؛ الگوریتم میانه[1]: بیشترین احتمال توزیع در میانگین پراکنش گونه در هر فاکتور است و اینکه این پراکنش‌ها متقارن‌اند. الگوریتم میانگین هندسی[2]: هیچ پیش‌فرضی در مورد الگوی پراکنش گونه مورد مطالعه ندارد. ولی هر چه نقاط مشاهده گونه در محیط متراکم‌تر باشد، احتمال توزیع بالاتری خواهد داشت.

الگوریتم میانگین هارمونیک[3]: این الگوریتم شبیه میانگین هندسی است با این تفاوت که وزن بالایی به هر مشاهده گونه می‌دهد و لذا ممکن است در زمانی که اندازه نمونه کوچک باشد، نتایج خوبی ارایه کند. الگوریتم حداقل فاصله[4]: این الگوریتم نیز شبیه الگوریتم میانگین هندسی است، ولی حداقل فاصله را در نظر می‌گیرد (۲۷). مقدار شاخص بویس پیوسته بین ۱ و ۱- متغیر است. مقادیر مثبت نشاندهنده آن است که پیش‌بینی‌های مدل همسو با توزیع داد های حضور است .مقادیر نزدیک به صفر نشان‌دهنده آن است که پیش‌بینی‌های مدل متفاوت از یک مدل تصادفی نمی‌باشد و مقادیر منفی نشان‌دهنده مدل نامناسب می‌باشد.

برای تعیین حد رویشگاه مطلوب و نامطلوب و همچنین طبقه‌بندی طبقات مطلوبیت رویشگاه، از نمودار Fi استفاده شد. با توجه به تغییرات شیب نمودار Fi حد رویشگاه مطلوب و نامطلوب تعیین شد. همچنین به منظور ارزیابی صحت مدل در کنار شاخص بویس پیوسته، نمودار Fi به دقت بررسی شد و برای بهبود شاخص بویس پیوسته موارد زیر در آن مورد توجه قرار گرفت.

واریانس: می‌بایست در سر تاسر منحنی مقدار قابل پذیرشی باشد و در مقادیر بالای مدل افزایش چشمگیری را نشان ندهد.

شکل صحیح نمودار Fi: روند کلی نمودار باید یک روند صعودی باشد، اندازه پنجره را برای Moving window می‌بایست تا حد ممکن کوچک انتخاب کرد تا نمودار بازه بیشتری از صفر تا ۱۰۰ را در بر گیرد.

ماکزیمم نمودار Fi: تا حد ممکن این مقدار بهتر است که بزرگ باشد اما این مقدار به عواملی از قبیل: عرض آشیان بوم‌شناختی گونه، شرایط منطقه مورد مطالعه، مقیاس مطالعه و متغیرهای محیطی بستگی دارد (۱۴).

1. Median
2. Distance geometric mean
3. Distance harmonic mean
1. Minimum distance

www.SID.ir

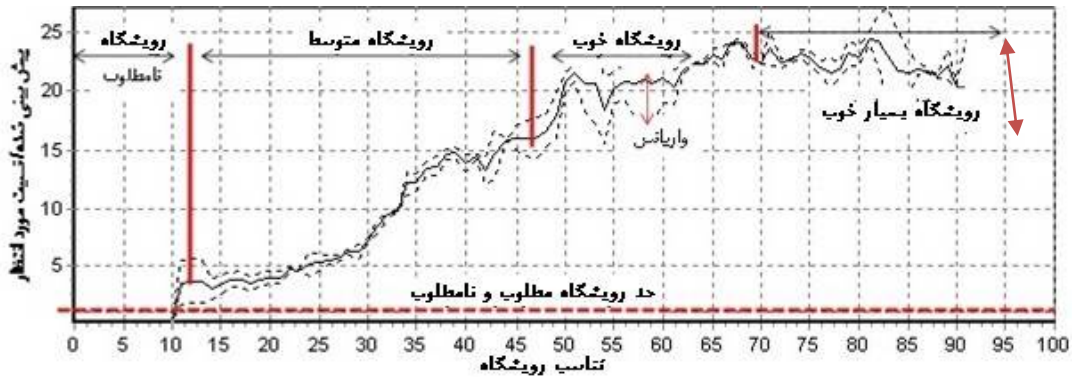
Archive of SID

جدول ۳- ماتریس امتیازات آنالیز ENFA

متغیرهای رویشگاهی	عامل اول	عامل دوم	عامل سوم
	۱۰۰٪ حاشیه گرایی ۷۸٪ تخصص‌گرایی	۱۰٪ تخصص‌گرایی	۶٪ تخصص‌گرایی
ارتفاع	-۰/۳۲۳	-۰/۳۶۶	-۰/۵۰۹
عمق	۰/۱۴۷	-۰/۲۲۸	-۰/۱۹۹
هدایت الکتریکی	-۰/۴۳۱	-۰/۱۱۵	۰/۱۱۵
سنگریزه	۰/۱۲۲	۰/۲۷۳	-۰/۱۸۵
پتاسیم	-۰/۲۳۸	۰/۰۱۱	-۰/۰۸۳
آهک	۰/۵۳۲	-۰/۷۵۱	-۰/۱۶۸
نیتروژن	-۰/۱۵۳	-۰/۰۶۶	-۰/۶۵
ماده آلی	۰/۳۲۴	-۰/۰۵۲	۰/۰۸۷
فسفر	۰/۰۰۹	-۰/۱۹۱	-۰/۳۱۷
اسیدیته	۰/۴۱۶	۰/۳۴۲	-۰/۲۴۸
جهت جنوبی	-۰/۰۲۴	-۰/۰۲۲	۰/۰۹۱
جهت شرقی	-۰/۰۷۵	-۰/۰۲۶	۰/۰۸۵
جهت غربی	-۰/۰۹۳	۰/۰۲۷	۰/۰۱۲
جهت شمال شرق	-۰/۰۲۵	۰/۰۲۶	۰/۰۴۳
جهت شمالی	-۰/۱۲۲	۰/۰۰۴	۰/۰۳۸
شیب	۰/۰۴۱	۰	-۰/۰۹

جدول ۴- پارامترهای آشیان بوم‌شناختی و مقدار شاخص بویس الگوریتم مدل‌سازی

گونه / رویشگاه	حاشیه‌گزینی کل	تخصص‌گرایی کل	تحمل‌پذیری کل	شاخص بویس	الگوریتم مدل‌سازی
Stipa barbata	۱/۶۴۹	۸/۳۹۹	۰/۱۱۹	۰/۸۷۵±۰/۰۰۹۵۶	میانگین هارمونیک

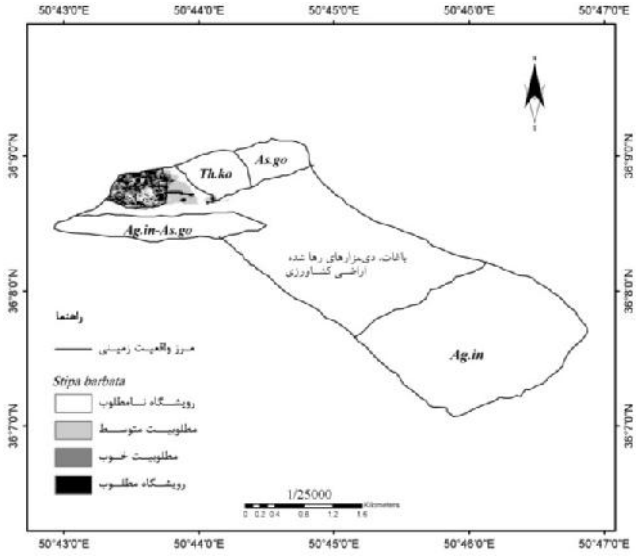


شکل ۳- نمودار Fi در ارزیابی صحت مدل ENFA

میزان تطابق نقشهٔ پیش‌بینی رویشگاه مورد بررسی با واقعیت زمینی با استفاده از ضریب کاپا ۰/۶۴ به‌دست آمد که مطابق با طبقه‌بندی محققان (۱۸) در سطح خوب می‌باشد. برای طبقه‌بندی نقشه مطلوبیت رویشگاه با توجه به نمودار Fi تعداد طبقه‌ها و فراوانی آنها تعیین شد این طبقه‌بندی بر اساس شیب نمودار Fi انجام گرفت.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۴- نقشهٔ مطلوبیت رویشگاه گونهٔ *S. barbata* (بر روی نقشه واقعی پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه)

بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج، میزان تطابق نقشه پیش‌بینی تولید شده با نقشه واقعی رویشگاه گونهٔ *S. barbata* مقدار ۰/۶۴ به‌دست آمد بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که متغییرهای محیطی به کار رفته در این تحقیق توانایی لازم را در تعیین مطلوبیت رویشگاه گونه داشته‌اند. همچنین شاخص بویس برای مدل اجرا شده در این مطالعه برابر ۸۷/۵٪ به‌دست آمد که نشان‌دهنده دقت بالا و قابل قبول نتایج این مطالعه است. مهمترین خروجی تجزیه و تحلیل عاملی آشیان اکولوژیکی ماتریس امتیازات است ستون اول این ماتریس که منعکس‌کننده ۱۰۰٪ حاشیه‌گرایی و ۸۷٪ تخصص‌گرایی گونه مورد مطالعه است، نشان می‌دهد که متغیرهای محیطی ارتفاع، هدایت الکتریکی، پتاسیم، عمق، آهک، ماده‌آلی و اسیدیته مهم‌ترین عوامل در انتخاب رویشگاه گونه *S. barbata* در منطقه مورد مطالعه می‌باشند.

نمایه حاشیه‌گرایی به معنای فاصله بوم‌شناختی بین میانگین پراکنش گونه *S. barbata* در هر متغیر محیطی تا میانگین همان متغیر در سطح کل منطقه مورد مطالعه است (۱۳). مقادیر مثبت این نمایه نشان می‌دهد که گونه *S. barbata* مقادیر بیشتری از متغیر مربوطه را نسبت به میانگین کل آن متغیر در سطح منطقه ترجیح می‌دهد. این عامل برای گونه *S. barbata* در منطقه ۱/۶۴ محاسبه شد. 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 مقدار زیاد آن نشان می‌دهد که گونه مورد مطالعه نسبت به شرایط خاصی از متغیرهای محیطی تخصص پیدا کرده

www.SID.ir

Archive of SID

است. این مقدار در مورد گونه *S. barbata* در منطقه مورد مطالعه برابر با ۸/۳۹۹ به دست آمد. با توجه به مقدار تحمل‌پذیری کل که برای این گونه ۰/۱۱۹ به دست آمد. می‌توان نتیجه گرفت که گونه *S. barbata* بردباری بوم‌شناختی محدودی نسبت به شرایط منطقه مورد مطالعه را دارد و در این منطقه تخصصی عمل کرده است و دامنه خاصی از متغیرهای محیطی را در محدوده منطقه مورد مطالعه تحمل می‌کند. متوسط ارتفاع رویشگاه این گونه در این منطقه ۲۳۷۵ متر است. با توجه به نتایج عوامل ارتفاع و جهت شمالی در حضور این گونه تأثیر منفی داشته‌اند؛ با افزایش ارتفاع از سطح دریا درجه حرارت کاهش می‌یابد، اقلیم منطقهٔ طالقان بر اساس روش دومارتن فراسرد ارتفاعی است که این امر خود مزید برعلت است؛ در تحقیقاتی مشخص شد که گونه مورد نظر در هر منطقه‌ای که قرار گرفته باشد برای اینکه مرحله رشد رویشی و سایر مراحل فنولوژی در آن اتفاق بیفتد و به پایان برسد باید به اندازه کافی انرژی گرمایی دریافت کند (۱ و ۵). در مطالعاتی مشخص شد که این گیاه اصولاً به بوته‌زارهای استپی تعلق دارد و در ارتفاعات بالاتر از ۲۸۰۰ متر به‌صورت پراکنده رویش دارد (۶ و ۲۱). در مورد جهت دامنه نیز از عوامل جغرافیایی تأثیرگذار بر میزان آب در دسترس گیاه، دمای خاک و میزان نور دریافتی توسط گیاه می‌باشد در نیمکرهٔ شمالی زمین دامنه‌های جنوبی همواره گرمتر از دامنه‌های شمالی است زیرا دامنه‌های شمالی نور و به‌تبع آن انرژی گرمایی کمتری از دامنه‌های جنوبی دریافت می‌کنند. محققان با مطالعه بر روی فنولوژی گونه *S. barbata* بیان کردند این گونه زمانی رشد رویشی خود را شروع می کند که شرایط آب و هوایی به‌خصوص درجه حرارت هوا مناسب باشد (۵) و در مراتعی با اقلیم خشک آن‌چنان رویش دارد که گونه‌ای همچون *Agropyron cristatum* را به‌دلیل شدت خشکی نمی‌پذیرد (۶). سنکاری (۱۹۷۹) از این گیاه به‌عنوان یکی از مهمترین گندمیان علوفه‌ای مناسب جهت احیای مناطق خشک و مدیترانه‌ای یاد کرده است. مطالعات خاکشناسی نشان داد بافت خاک در رویشگاه این گونه از نوع سبک تا متوسط، لوم رسی و شنی و دارای سنگریزه است(۲۴). پژوهشگران بیان کردند این گیاه روی انواع خاک‌ها به‌استثنای خاک‌های شور و شن‌های روان پراکنده است (۳). همچنین میزان اسیدیته خاک بین ۷/۹-۷/۵، ماده‌آلی بین ۱/۸-۰/۸۴درصد و میزان هدایت الکتریکی از ۰/۲ دسی‌زیمنس بر متر تا ۲۹/. دسی زیمنس بر متر متغیر است. تأثیر مثبت مادهٔآلی خاک می‌تواند در نقش اساسی که در تأمین کربن خاک و انرژی میکروارگانیسم‌های هتروتروف دارد باشد (۲۵). عامل هدایت الکتریکی تأثیر منفی بر مطلوبیت رویشگاه گونه *S. barbata* داشته است. این نتیجه همسو با نتایج بررسی-های جعفری و همکاران (۲۰۰۵) می‌باشد که نشان داد مهمترین عامل پراکنش گونه *S. barbata* بافت و هدایت‌الکتریکی خاک می‌باشد

www.SID.ir

Archive of SID

و حضور این گونه با کاهش درصد شن و هدایت الکتریکی رابطه مستقیم دارد(۱۶). با توجه به ماتریس امتیازات این بررسی، افزایش عمق و آهک خاک تأثیر مثبت بر مطلوبیت رویشگاه گونه *S. barbata* داشته است؛ همچنین برخی محققان، بیان داشتند که بیشترین فعالیت ریشه گیاهان مرتعی در عمق ۳۰-۰ سانتیمتری است (۴). فاکتور آهک در برخی موارد رابطه مستقیم و در برخی موارد رابطه معکوس با گیاهان دارد. علت آن این است که وجود مقادیر مناسب آهک باعث بوجود آمدن ساختمان مناسب و ایجاد تعدیل در اسیدیته خاک و به دنبال آن جذب مواد غذایی می‌شود. ولی اگر مقدار آن بیش از حد افزایش یابد با ایجاد سخت لایه، افزایش میزان اسیدیته و املاح در محدوده ریشه مشکلاتی را برای گیاهان بوجود می‌آورد. نتایج بررسی‌های دیگری در مورد رویشگاه گونهٔ *Stipagrostis plumosa* نشان داد حضور این گونه با کاهش هدایت الکتریکی و درصد شن و افزایش آهک خاک رابطه مستقیم دارد در عین حال رابطه آن با میزان آهک قوی‌تر است (۱۶).

تشخیص متغیرهای اصلی تأثیرگذار و بررسی ارتباط آنها با گونه‌ها ی گیاهی در طبیعت دارای پیچیدگی خاصی بوده و به‌سادگی امکان‌پذیر نمی‌باشد. جمع‌بندی نتایج بدست آمده از این تحقیق که در اقلیم نیمه‌مرطوب انجام شده است نشان می‌دهد که روش ENFA یک روش مناسب در تهیه نقشه مطلوبیت رویشگاه گونه‌های گیاهی بوده و به‌دلیل اینکه فقط از داده‌های حضور برای مدل‌سازی استفاده می‌کند، بسیاری از پیچیدگی‌های مربوط به روش‌هایی که از داده‌های حضور و عدم حضور استفاده می‌کنند، را ندارد. مطابق با نتایج، مدل تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی عوامل محیطی نقش مهمی را در ترجیح رویشگاه گونهٔ *S. barbata* ایفا می‌کند. به‌طورکلی هر گونه گیاهی با توجه به خصوصیات منطقه رویش، نیازهای اکولوژیکی و دامنه بردباری با برخی از عامل‌های محیطی رابطه دارد، بنابراین نتایج به‌دست آمده در هر منطقه قابل تعمیم به مناطقی با شرایط مشابه است. نتایج حاصل از این روش اطلاعات کلیدی در مورد دامنه تحمل گونهٔ *S. barbata* نسبت به متغیرهای محیطی تأثیرگذار فراهم آورد، که این موضوع می‌تواند در اتخاذ تصمیمات صحیح مدیریتی به کمک مدیران آمده و در انجام اقدامات اصلاحی مناسب و در نهایت حفظ و نگهداری منابع مفید باشد و شرایط را جهت بهره‌برداری پایدار از این منابع فراهم آورد.

References

1. Abdollahi, J., H. Naderi., M.R. Mirjalili, & M.S, Tabatabaeezadeh, 2011. Effects of some environmental factors on growth characteristics of *stipa barbata* species in steppe rangelands of Nodoushan –Yazd. Iranian Journal of Range and Desert Reseach 20(1): 130-144. (In Persian).

www.SID.ir

Archive of SID

2. Anderson, R.P., D. Lew, & A.T. Peterson, 2003. Evaluating predictive models of species distributions: criteria for selecting optimal models. Journal of Ecological Modelling 162: 211–232.
3. Azarnivand, H. & M.A. Zare Chahouki, 2008. Range Improvement. Tehran University Press. 354 P. (In Persian).
4. Bednarek, R., H. Dziadowiec, U. Pokojska, & Z. Prusinkiewicz, 2005. Badania ekologiczno-gleboznawcze (Soil–Ecological Research). PWN, Warszawa.
5. Ehsani, A., H. Yeganeh, & H. Barati, 2013. Investigation on the phenology of *Stipa barbata* in steppe and semi-steppe rangelands of Iran. Iranian Journal of Range and Desert Reseach 20 (3): 599-612(In Persian).
6. Farahani, E., A. Shahmoradi, S. Zarekia, & F. Azhir, 2008. Autecology of *Stipa barbata* in Tehran Province. Iranian Journal of Range and Desert Research 15(1): 86-94(In Persian).
7. Farashi, A., M. Kaboli, & M. Karami, 2013. A preliminary survey on raccoon (Procyon lotor (Linnaeus, 1758)). Status as new invasive species in Iran (Case study: Lavandevil wildlife refuge). Journal of Taxonomy and Biosystematics 3(7): 11-14.
8. Graham, C.H., S. Ferrier, F. Huettman, C. Moritz, & A.T. Peterson, 2004. New developments in museum-based informatics and applications in biodiversity analysis. Journal of Trends in Ecology & Evolution 19 (9): 497–503.
9. Guisan, A. & W. Thuiller, 2005. Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. Journal of Ecology letters 8 (9): 993-1009.
10. Guisan, A. & N. Zimmermann, 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. Journal of Ecological modeling 135: 147-186.
11. Hirzel, A.H. & A. Guisan, 2002. Which is the optimal sampling strategy for habitat suitability modeling? Journal of Ecological modeling 157: 331-341.
12. Hirzel, A.H., J. Hausser, D. Chessel, & N. Perrin, 2002. Ecological Niche Factor Analysis: How to compute habitat-suitability maps without absence data. Journal of Ecology 73(22): 2027-2036.
13. Hirzel, A.H., V. Helfer, & F. Metral, 2001. Assessing habitat-suitability models with a virtual species. Journal of Ecological Modelling 145: 111–121.
14. Hirzel, A.H., L.G. Laya, V. Helfera, C. Randina, & A. Guisana, 2006. Evaluating the ability of habitat suitability models to predict species presences. Journal of Ecological Modelling 199: 142-152.
15. Hirzel, A.H., V. Helfer, & F. Metral, 2001. Assessing habitat-suitability models with a virtual species. Journal of Ecological Modelling, 145: 111-121
16. Jafari, M., M.A. Zare Chahouki., A. Tavili., A. Kohandel., 2005. Soil-vegetation relationships in rangelands of Qom province. Journal of Pajouhesh & Sazandegi 73: 110-116(In Persian).
17. Khalsi Ahvazi, L., M.A. Zare Chahouki, H. Azarnivand, & M. Soltani Gerdefaramarzi, 2012. Habitat suitability modelling of *Eurotia ceratoides* (L.) C.A.M. in north east of

www.SID.ir

Archive of SID

Seaman, using ecological niche factor analysis. Journal of rangeland 5 (20): 372-362(In Persian).

18. Monsserud, D.M. & R. Leemans, 1992. Comparing Global Vegetation relationships in coastal desert plain of southern Sinai. Journal of Arid Environments 55: 607-628.
19. Neeti, N., T. Vaclavik & M. Niphadkar, 2007. Potential distribution of Japanese knot weed in Massachusets. ESRI Annual user Conference.
20. Phillips, S.J., R.P. Anderson., R.E. Schapire, 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Journal of Ecological Modelling 190: 231–259.
21. Richinger, K.H., 1970. Flora Iranica. 70: 391-392.
22. Safei, M. & M. Tarkesh Esfehani, 2011. Medicinal plant habitat protection *Ferula ovina Boiss* using potential habitat modeling (model Proposed ecological niche factor analysis). Journal of Plant Ecosystem Conservation 1(1): 105-121.
23. Sangoony, H., H.R. Karimzadeh, M.R. Vahabi, & M. Tarkesh esfahani, 2011. Determining the potential habitat *of Astragalus gossypinus* Fischer in west region of Isfahan, using Ecological Niche Factor Analysis. Iranian Journal of Applied RS & GIS Techniques in Natural Resource Science 3(2): 1-13.
24. Sankary, M.N. 1979. Autecology of *Stipa barbata* Desf from the Syrian arid zone in comparison with several Mediterranean–type arid zone grass species. Journal of Arid Environments 23: 251-262.
25. Sheikh-Hosseini, A.R. & F. Nourbakhsh, F. 2007. The effect of soil and plant residues on net nitrogen mineralization. Iranian Journal of Pajouhesh & Sazandegi 75: 127-133(In Persian).
26. Songlin F, J. Schibig, & Vance, M. 2007. Spatial habitat modeling of American chestnut at Mammoth Cave National Park. Journal of Forest Ecology and Management, 252: 201–207.
27. Strubbe, D. & E. Matthysen, 2008. Predicting the potential distribution of invasive ringnecked parakeets *Psittacula krameri* in northern Belgium using an ecological niche modelling approach. Biological Invasions Online, Available at http://www.springerlink.com/content/nnw78qq86kx0j671/fulltext.pdf. Accessed 1 May 2008.
28. Trail, L.W. & R.C. Bigalke, 2006. A presence habitat suitability model for large grazing African ungulates and its utility for wildlife management. Journal of Ecology, 45: 347-354.
29. Virgilio, N.D., A. Monti, & G, Venturi, 2007. Spatial variability of switch grass (*Panicum Virgatum L.)* yield as relatead to soil parameters in a small field. Journal of Field Crops Research 101: 232-239.
30. Zare Chahouki, M.A. & M. Abasi, 2016. Habitat suitability modeling for *Thymus kotschyanus Boiss*. Using ecological-niche factor analysis (case study: rangeland of middle Taleghan). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 32 (4): 561-573(In Persian).

www.SID.ir

Archive of SID

31. Zheng, J., M. He, X. Li, Y. Chen, X. Li, & L. Liu, 2008. Effect of *Salsola Passerine* shrub patches on the micro scale heterogeneity of soil in mountain grassland, China. Journal of Arid Environments 72: 150-161.

32. Zimmermann, F., V. Lukarevsky S., Beruchashvili, G., Breitenmoser, W. & Breitenmoser, U. 2007. Mapping the vision-potential living space for the leopard in the Caucasus, Cat News, Journal of Special Issue, 2: 28-33.

www.SID.ir