پیش‌بینی رویشگاه بالقوه گونه گیاهی *Stipa barbata* با استفاده از روش مدل‌سازی آنتروپی حداکثر (مطالعهٔ موردی: مراتع طالقان میانی)

محمدعلی زارع چاهوکی*[1]، محبوبه عباسی[2] و حسین آذرنیوند[1]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۷/۰۳ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۶/۱۱/۲۰

چکیده

این مطالعه با هدف تهیه مدل پیش‌بینی رویشگاه بالقوه گونه *Stipa barbata* با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و روش حداکثر آنتروپی و یافتن گرایش ترجیحی گونهٔ مورد نظر نسبت به عوامل محیطی انجام شده است. با توجه به هدف، اطلاعات حضور گونه به‌عنوان مکان‌های مناسب بالفعل برای رویش آن 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. برای تهیه نقشه عوامل توپوگرافی از مدل رقومی ارتفاع منطقه، جهت تهیه نقشه عوامل خاکی از تکنیک‌های زمین‌آمار در نرم‌افزارهای GS+ و GIS و برای مدلسازی پیش‌بینی رویشگاه گونه *S. barbata* از روش حداکثر آنتروپی (Maxent) استفاده شد. نتایج حاصل از ارزیابی تطابق مدل پیش‌بینی با واقعیت زمینی ضریب کاپای ۰/۸را نشان داد که در سطح بسیار خوب قرار دارد. با توجه به نتایج مدل، مهم‌ترین متغیرهای تأثیرگذار در ترجیح رویشگاه گونه مورد بررسی به‌ترتیب متغیرهای ارتفاع از سطح دریا، فسفر، سیلت، پتاسیم، ماده آلی و شیب می‌باشند. مدلسازی پراکنش بالقوه گونه *S. barbata* می‌تواند در مکان‌یابی مناطق مستعد جهت احیای رویشگاه‌های بالقوه این گونه کمک زیادی نماید.

واژه‌های کلیدی: آنتروپی حداکثر (Maxent)، *Stipa barbata*، زمین آمار، مراتع طالقان میانی.

[1]- استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

*: نویسنده مسئول: mazare@ut.ac.ir

[2]- دانش آموخته دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-15]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1397.12.1.4.8]

مقدمه

هر گونه گیاهی با توجه به خصوصیات منطقه رویش، نیازهای اکولوژیکی و دامنه بردباری با برخی از عامل‌های محیطی رویشگاه خود رابطه دارد. مدل‌های پیش‌بینی رویشگاه، تناسب رویشگاه را در ارتباط با عوامل مهم تأثیرگذار بر ترجیح گونه‌ها مشخص می‌کنند (۴۳). امروزه مدل‌های زیادی برای بررسی روابط میان گونه و رویشگاه به‌کار می‌روند. این مدل‌ها با استفاده از اطلاعات مربوط به نقاط حضور (یا همان پراکنش فعلی) گونه‌ها و متغیرهای رویشگاهی آن‌ها رویشگاه بالقوه گونه‌ها را مورد بررسی قرار می‌دهند. بیشتر اطلاعات در دسترس 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 (۴). لذا روش‌های مدل‌سازی که فقط از داده‌های حضور استفاده می‌کنند، ابزاری مناسب برای غلبه بر این مشکل می‌باشند (۱۱). مدل آنتروپی حداکثر (Maximum Entropy) یا Maxent یکی از الگوریتم‌های بسیار رایج مورد استفاده برای مدلسازی توزیع گونه‌هاست و از روش‌های فقط حضور برای مدل‌سازی توزیع گونه‌ها به حساب می‌آید. برنامه مدل Maxent در سال ۲۰۰۶ در دسترس قرار گرفت و بصورت وسیعی برای مدلسازی پراکنش گونه‌ای مورد استفاده قرار گرفت. از این مدل به منظورهای متفاوتی در مطالعات مختلف مانند درک رابطه بین حضور گونه‌های مختلف، تهیه نقشه پراکنش گونه‌ها، پیش‌بینی مکان‌های جدید حضور گونه استفاده شده است (۹). به‌دلیل ویژگی‌هایی مانند استفاده از داده‌های حضور و قابلیت پیش‌بینی بالای این مدل و همچنین بخاطر یادگیری ماشین[1] بودن آن (۹)، برای مدلسازی و همچنین بررسی عوامل تأثیرگذار بر روی پراکنش گونه *Stipa barbata* از آن استفاده شد. محققان در مطالعه‌ای در مراتع حوض سلطان استان قم به بررسی دامنه تحمل گونه‌های گیاهی نسبت به عوامل محیطی و پیش‌بینی پراکنش گونه‌های گیاهی با استفاده از مدل Maxent پرداختند و در نتایج خود روش Maxent را روشی مناسب در تهیه نقشه پیش‌بینی رویشگاه گونه‌های گیاهی دانستند (۴۵). در مطالعه‌ای با استفاده از دو مدل ماکسنت و گارپ به پیش‌بینی تهاجم گونه *Wedelia trilobata (L.) Hitchc* در منطقه بومی آن و سپس در سطح جهانی پرداخته شد. هر دو روش مدل‌سازی پیش‌بینی‌های قابل اعتمادی را از وسعت تهاجم این گونه در سطح جغرافیایی ارائه کردند ولی نتایج مدل ماکسنت محافظه کارانه‌تر بود (۲۷). پژوهشگران دیگری پراکنش دو گونهٔ *Artemisia sieberi* و *Artemisi aucheri* در مراتع پشت کوه در ایران را با استفاده از مدل Maxent مدل‌سازی کردند (۱۳). در تحقیقی دیگر پژوهشگران با استفاده از مدل Maxent پراکنش گیاه *Zostera marina* در مجمع الجزایر فنلاند را در منطقه ۵۰۰ Km^2 ساحل مدل‌سازی کردند (۷). در پژوهشی نیز محققان به ارزیابی عملکرد مدل‌های Maxent، شبکه عصبی مصنوعی و رگرسیون لجستیک در پیش‌بینی پراکنش مکانی گونه‌های گیاهی در مراتع حوض سلطان استان قم پرداختند و به این نتیجه رسیدند که مدل‌های Maxent و شبکه عصبی مصنوعی برای پیش‌بینی گونه‌هایی که آشیان اکولوژیکی گسترده‌ای دارند مناسب‌تر است (۲۵). گونه گیاهی استپی ریش‌دار یا *Stipa barbata* از خانواده گندمیان بوده که از نظر علوفه‌ای و نیز جلوگیری از فرسایش خاک و تثبیت آن حائز اهمیت می‌باشد. ریشه این گیاه به شدت منشعب و در عین حال دارای وضعیت متراکم در نزدیک یقه می‌باشد. تحقیقات متعددی نیز در مورد این گیاه توسط محققان انجام شده است (۲، ۸، ۳۰، ۳۴ و ۴۰). داشتن اطلاعات کافی از خصوصیات بوم‌شناختی و ترجیح رویشگاه آن، علاوه بر حفاظت از خاک و آب به حفظ، بقا و بهره‌برداری پایدار از این گونهٔ با ارزش کمک خواهد کرد. عباسی و زارع چاهوکی (۲۰۱۴)، در پژوهشی رویشگاه دو گونه *Agropyron intermedium* و *Stipa barbata* را در مراتع طالقان میانی در استان البرز با استفاده از روش شبکه عصبی مصنوعی مدلسازی کردند. زارع چاهوکی و همکاران (۲۰۱۴)، نیز در مطالعه‌ای در مراتع طالقان میانی مهمترین متغیرهای تأثیرگذار در رویشگاه دو گونهٔ *Agropyron intermedium* و *Stipa barbata* را با استفاده از روش رگرسیون لجستیک دوتایی مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که جهت رویشگاه (شمالی) و افزایش آهک خاک (تا ۲۷/۵ درصد) تأثیر مستقیم در ظهور و پراکنش این گونه دارد. گونهٔ *S. barbata* جزء گونه‌های اصلی مراتع

[1] - Machine learning

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-15]

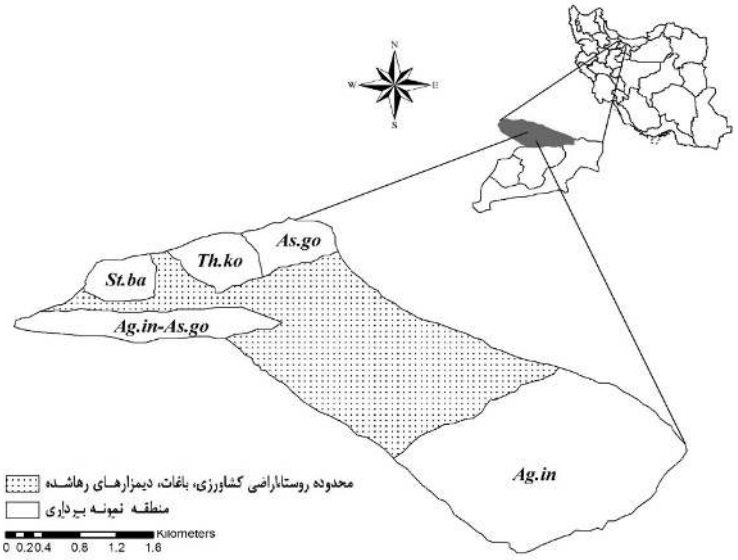
[DOR: 20.1001.1.20080891.1397.12.1.4.8]

طالقان میانی می‌باشد که هم به‌صورت گونه غالب و هم گونه همراه در این منطقه دیده می‌شود. با توجه به اهمیت و ارزش این گونه در تولید علوفه، حفاظت خاک (خصوصاً در مناطق شیبدار) و ... و از آنجایی که مدیریت و بهره‌برداری درست از مراتع، نیازمند تعیین عوامل مؤثر بر پراکنش گونه‌های اصلی می‌باشد. لازم است که شناخت کاملی نسبت به رویشگاه‌های بهینه این گونه با استفاده از روش‌های نوین و کارآمد داشت. این پژوهش با هدف تهیه مدل پیش‌بینی رویشگاه بالقوه گونهٔ *S. barbata* با استفاده از مدل Maxent انجام شده است که در عین حال علاوه بر یافتن عوامل مهم تأثیرگذار در استقرار و پراکنش این گونه، گرایش ترجیحی گونهٔ مورد نظر را نسبت به عوامل محیطی مشخص می‌کند.

مواد و روش‌ها

معرفی 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 یک دوره ده ساله در حدود ۵۰۰ میلی‌متر و اقلیم منطقه بر اساس روش آمبرژه ارتفاعات سرد (نیمه‌مرطوب سرد و مرطوب سرد) محاسبه شد. شکل (۱) موقعیت منطقه را در ایران و استان البرز نشان می‌دهد.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در ایران و استان البرز

با استفاده از بازدید صحرایی و موقعیت‌یابی مکانی و همچنین مدل رقومی ارتفاع (DEM) منطقه، به منظور بررسی رابطه بین پوشش گیاهی و عوامل محیطی و تهیه نقشه پیش‌بینی توزیع مکانی نقشه پوشش گیاهی منطقه در مقیاس ۱/۲۵۰۰۰ تهیه شد. بر این اساس در محدوده منطقه مطالعاتی پنج تیپ رویشی *Agropyron intermedium*، *Thymus kotschyanus*، *Stipa barbata*، *Stipa barbata* و *Agropyron intermedium – Astragalus gossypinus* تشخیص داده شد، که در این پنج تیپ گیاهی چهار گونه غالب بودند. بدین ترتیب رویشگاه چهار گونه در کل محدوده مورد مطالعه شناسایی گردید. سپس در منطقه معرف هر تیپ گیاهی اقدام به نمونه‌برداری از پوشش گیاهی شد. نمونه‌برداری به روش تصادفی-سیستماتیک از طریق پلات گذاری در امتداد سه ترانسکت ۱۵۰ متری انجام شد، به صورتی که در طول هر ترانسکت ۱۵ پلات با فاصلهٔ ۱۰ متری از یکدیگر قرار داده شد. سطح پلات‌ها به روش حداقل سطح و تعداد آن‌ها با توجه به وضعیت پوشش گیاهی منطقه با استفاده از روش آماری تعیین شد. در داخل پلات‌ها نوع

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-15]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1397.12.1.4.8]

گونه‌های موجود و درصد پوشش آن‌ها ثبت شد، در هر تیپ رویشی با توجه به تغییرات پوشش گیاهی و عوامل محیطی و به‌صورتی که نمونه‌برداری در کل منطقه یکنواخت باشد، در شش پلات از پلات‌های نمونه‌برداری پروفیل حفر شده و نمونه‌برداری از خاک در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر انجام شد. محققان بیان کردند که بیشترین فعالیت ریشه گیاهان مرتعی در عمق ۳۰-۰ سانتیمتری است (۶). موقعیت جغرافیایی نقاطی که گونه حضور داشت و موقعیت جغرافیایی نقاط (در پلات‌های نمونه‌برداری) نیز به‌وسیله سیستم موقعیت‌یاب جهانی (GPS) ثبت شد. برای ارائه نقشه پیش‌بینی رویشگاه لازم است که نقشه تمام متغیرهای ورودی مدل تهیه شود. نقشه‌های شیب، جهت و ارتفاع با استفاده از مدل رقومی ارتفاع منطقه تهیه شد. بعد از آنالیز خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های خاک (شامل بافت خاک، اسیدیته، هدایت الکتریکی، درصد ماده آلی، آهک، فسفر قابل جذب و پتاسیم، نیتروژن کل و وضعیت هدایت الکتریکی خاک) در آزمایشگاه، برای بررسی و تشریح ارتباط و ساختار فضایی متغیرهای خاک از تجزیه و تحلیل«تغییرنما یا واریوگرام» در نرم‌افزار GS+ نسخه ۹ استفاده شد. این روش به طور گسترده در آنالیز اکولوژیکی ناهمگنی خاک از طریق محاسبه نیمه واریانس‌ها به‌کار می‌رود (۱۲، ۳۷ و ۴۸). به منظور ارزیابی دقت روش‌های میان‌یابی (در زمین آمار) نیز از روش تقاطعی[۱] و سه پارامتر آماری میانگین خطای مطلق (MAE[۲])، میانگین انحراف خطا (MBE[۳]) و ریشه دوم میانگین مربع خطا (RMSE[۴]) استفاده شد. برای بعد از تعیین اجزای تغییرنما و یافتن بهترین روش دورنیابی، برای هر یک از خصوصیات خاک با استفاده از نقشه نقاط در نرم‌افزار Arc GIS 9.3 با اندازه پیکسل ۱۵ نقشهٔ خصوصیات خاک مورد نظر تهیه شد.

بعد از تکمیل اطلاعات با توجه به هدف تحقیق برای مدل‌سازی رویشگاه بالقوهٔ گونه‌های مورد بررسی از روش آنتروپی حداکثر استفاده شد. برای ورود به نرم افزار لایه‌های محیط زیستی باید به فرمت Ascii تنظیم شوند. نقاط حضور گونه‌های مورد بررسی نیز در فایل‌های Excel جداگانه با فرمت CSV تهیه شدند؛ سپس داده‌های حضور گونه و همچنین لایه‌های محیطی وارد نرم‌افزار MAXENT شدند. در این روش از ۷۰ ٪ نقاط حضور به صورت تصادفی برای داده‌های آموزشی و از ۳۰ ٪ باقی‌مانده برای ارزیابی نتایج مدل استفاده شد (۲۳). همچنین دو گزینه ساخت منحنی‌های پاسخ گونه به ویژگی‌های محیطی و آزمون جک نایف (Jakknife) جهت تعیین متغیرهای تأثیرگذار انتخاب شدند. برای ارزیابی میزان تطابق مدل‌های پیش‌بینی با واقعیت زمینی تیپ‌های گیاهی از شاخص کاپا در نرم‌افزار Idrisi Tiga 16 استفاده شده است. همچنین در خروجی نرم‌افزار Maxent مقدار AUC[۵] نیز که از روش‌های ارزیابی مدل‌های پیش‌بینی است ارائه می‌شود.

نتایج

دقت روش‌های درون‌یابی برای همهٔ متغیرهای خاک با روش تقاطعی بررسی شد؛ نتایج نشان داد که مقادیر واقعی و مقادیر پیش‌بینی شده در مورد بیشتر متغیرهای خاک با روش کریجینگ تطابق بیشتری دارند که به‌عنوان نمونه در جدول (۱) نتایج مربوط به سه متغیر آهک، رس و مادهٔآلی خاک ارائه شده است. در شرایطی که میانگین خطای مطلق (MAE)، میانگین انحراف خطا (MBE) و همچنین ریشه دوم میانگین مربع خطا (RMSE)، کم یا نزدیک به صفر باشد، نشان‌دهنده این است که روش استفاده شده واقعیت را خوب شبیه‌سازی می‌کند (۱۸). جدول (۲) اجزای مربوط به تغییرنمای متغیرهای خاکی اندازه‌گیری شده را نشان می‌دهد. در این جدول بهترین مدل تغییرنما که نرم‌افزار امکان بکارگیری آن را دارد و همچنین سه پارامتر اثر قطعه‌ای، دامنه تأثیر و آستانه در ایجاد نقشه درونیابی مناسب نقش اساسی دارند، آورده شده است. در شکل (۲) نیز به‌عنوان نمونه مدل تغییرنمای مربوط به متغیر آهک و نقشهٔ آهک خاک ارائه شده است. ملاحظه می‌شود که میزان آهک خاک در بخش جنوبی منطقه مورد مطالعه کمتر از بخش شمالی است که با توجه به شکل (۱) رویشگاه گونه *S. barbata* در بخش شمالی منطقه مورد

۱ Cross Validation
۲ Mean Absolute Error
۳- Mean Bias Error
۴- Root Mean Square Error
5- Area Under the Curve

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-15]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1397.12.1.4.8]

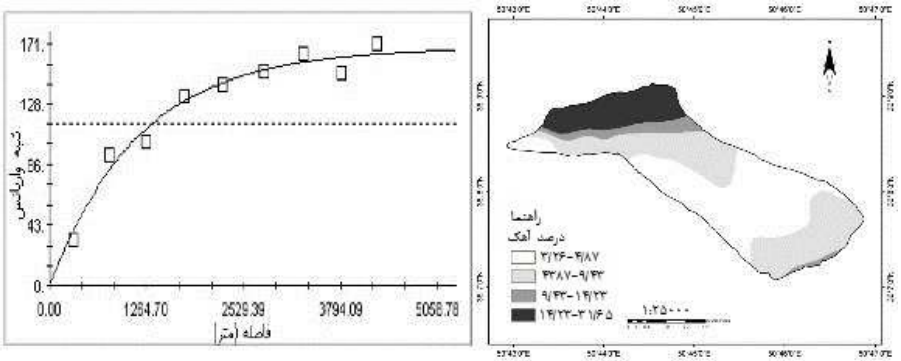
مطالعه قرار دارد که میزان آهک خاک این قسمت از منطقه بیشترین مقدار است.

جدول ۱- ارزیابی سه متغیر خاک با استفاده از روش‌های مختلف درونیابی به روش تقاطعی

ویژگی	خطا(%)	Block kriging	Point kriging	IDW[۶]	NDW[۷]
شن	MAE	۶/۵۷۱	۶/۵۷۶	۷/۷۹۷	۱۰/۸۸۳
	MBE	۰/۵۱۰	۰/۵۱۱	۱/۰۰۵	۱/۷۶۶
	RMSE	۷/۷۸۲	۷/۷۸۶	۹/۳۲۱	۱۳/۸۲۵
سیلت	MAE	۳/۹۱۱	۳/۹۱۴	۳/۹۴۶	۵/۶۹۳
	MBE	-۰/۱۴۶	-۰/۱۷۹	-۰/۱۸۲	-۰/۱۹۹
	RMSE	۴/۹۸۹	۴/۹۹۳	۵/۱۶۸	۷/۲۰۹
آهک	MAE	۳/۲۷۶	۳/۲۷۷	۵/۶۱۰	۹/۶۷۸
	MBE	۰/۲۷۴	۰/۲۷۶	۱/۴۹۱	۱/۱۷۱
	RMSE	۴/۲۹۵	۴/۲۹۶	۶/۸۶۳	۱۰/۴۶۵

جدول ۲- اجزای مربوط به تغییر نمای متغیرهای خاکی اندازه‌گیری شده در تحقیق

ردیف	خصوصیت	مدل تغییرنما	اثر قطعه‌ای (٪)	آستانه (٪)	دامنه تأثیر (m)	نسبت C/CO+C	ضریب همبستگی	فاصله گام (m)
۱	شن	کروی	۰/۱۰	۲۴۸/۳	۲۶۰۱	۱/۰۰	۰/۷۶۴	۰/۴۵
۲	سیلت	کروی	۰/۱۰	۶۲/۶	۱۹۹۲	۰/۹۹	۰/۵۳۶	۰/۵۵
۳	رس	کروی	۲۴/۵۰	۲۰۹/۲	۹۱۱۰	۰/۸۸	۰/۷۷۸	۰/۵۵
۴	آهک	نمایی	۱/۰	۱۶۹/۰	۱۱۹۰	۰/۹۹	۰/۹۶۹	۰/۵۵
۵	نیتروژن	کروی	۰/۰۰	۰/۰۰۲۱	۱۶۹۰	۱/۰۰	۰/۴۹۱	۰/۵۵
۶	ماده آلی	کروی	۰/۱۲	۱/۳۰۲	۲۹۹۹	۰/۹۰	۰/۷۶۱	۰/۳۵
۷	فسفر	کروی	۰/۱۱	۱۶/۶۸	۱۸۷۶	۰/۹۵	۰/۸۶۵	۰/۳۵
۸	اسیدیته	کروی	۰/۰۰۴	۰/۰۲۱۹	۱۷۷۰	۰/۸۱	۰/۷۷۸	۰/۳۵
۹	هدایت الکتریکی	کروی	۰/۰۰۰۱	۰/۱۰۷۲	۱۱۹۵	۰/۹۹	۰/۴۷۱	۰,۳۵
۱۰	پتاسیم	کروی	۰/۰۲	۰/۲۶	۹۱۱۰	۰/۸۸	۰/۶۵	۰/۵۵
۱۱	عمق	کروی	۰/۳	۳۴/۵۹	۱۰۰۲	۰/۹۱	۰/۵۵	۰/۵۵
۱۲	سنگریزه	نمایی	۱/۵	۰/۸۴	۱۱۹۱	۰/۹۸	۰/۴۴	۰/۴۵



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

شکل (۳)، نتایج حاصل از عملیات جک‌نایف را جهت تعیین اهمیت متغیرها در توزیع جغرافیایی گونه گیاهی مورد بررسی نشان می‌دهد. در روش جک‌نایف یک متغیر محیطی از مدل خارج می‌شود و مدل با استفاده از سایر متغیرها ادامه می‌یابد، همچنین مدل با متغیر کنار گذاشته شده به‌صورت مجزا اجرا می‌شود. به این ترتیب سهم هر یک

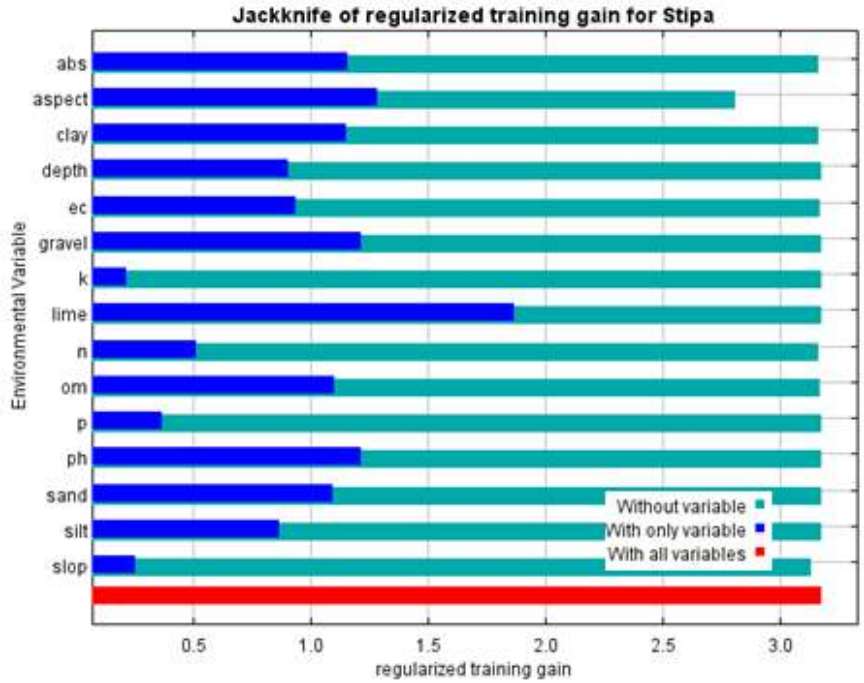
[6] Inverse Distance Weighting

[7]- Normal Distance Weighting

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-15]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1397.12.1.4.8]

از متغیرهای محیطی در کل مدل (شامل تمام متغیرها) محاسبه می‌شود (۱۳). بر مبنای نتایج به‌دست آمده از آزمون جک‌نایف پراکنش گونه *S. barbata* تحت تأثیر آهک، اسیدیته؛ ارتفاع و جهت دامنه قرار دارد؛ تأثیر متغیرهای ماده آلی، سنگریزه، شن و رس نیز در اولویت‌های بعدی قرار دارند. بنابراین متغیرهای ذکر شده مفیدترین اطلاعات را دارند و متغیرهای محیطی دیگر هنگامی که به‌صورت جداگانه در عملیات جک‌نایف اجرا می‌شوند تأثیر کمتری دارند.

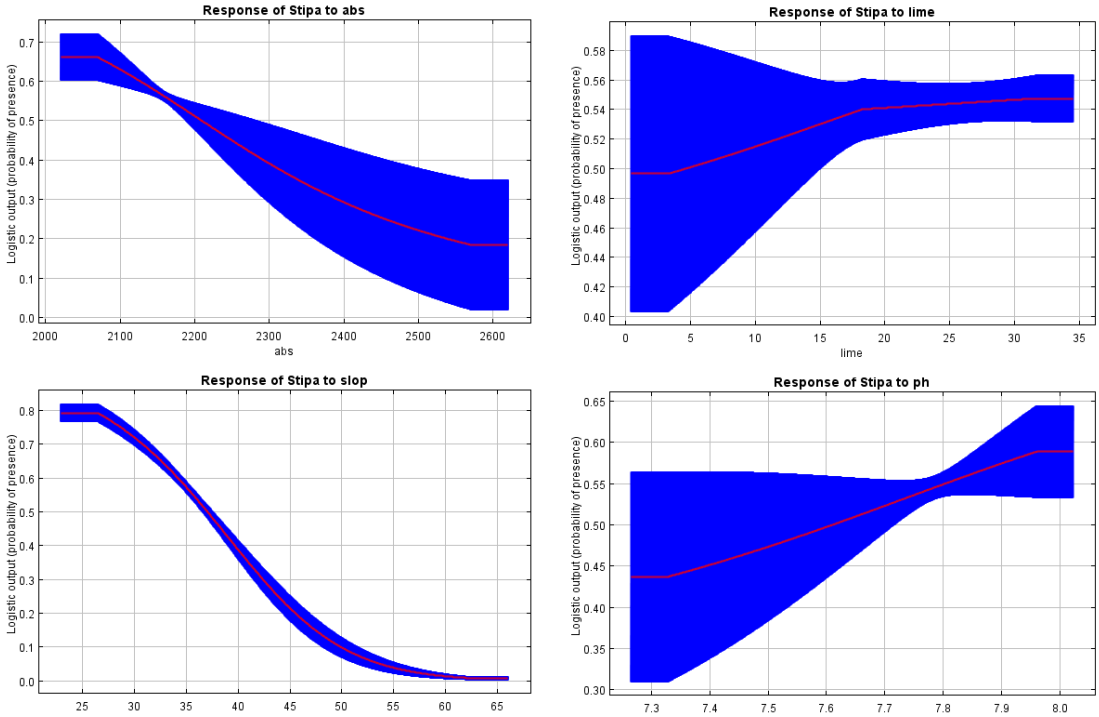


شکل ۳- اهمیت متغیرهای تأثیرگذار در حضور گونه *Stipa barbata* توسط آزمون جک‌نایف

شکل (۴)، مهم‌ترین منحنی‌های پاسخ حضور گونه گیاهی مورد مطالعه را نسبت به متغیرهای محیطی نشان می‌دهد سایه‌های آبی رنگ اطراف منحنی‌های پاسخ دامنه با حدود اطمینان را نشان می‌دهند. تحلیل منحنی‌های پاسخ مربوط به متغیرهای محیطی حاکی از آن است که با افزایش ارتفاع از سطح دریا تا ۲۶۰۰ متر احتمال حضور گونه *S. barbata* کاهش می‌یابد. در مورد متغیر آهک نیز با افزایش تدریجی آهک خاک از مقدار ۳ تا ۳۱ درصد، احتمال حضور گونه *S. barbata* افزایش می‌یابد حدود اطمینان برای منحنی پاسخ این متغیر بیانگر این مطلب است که در مقدار آهک۳ درصد خاک دامنه احتمال حضور گونه از ۴۰ تا ۶۰ درصد و در مقدار آهک۳۱درصد دامنه احتمال از ۵۰ تا ۶۰ درصد است؛ همچنین افزایش اسیدیته خاک تا مقدار ۷/۹ باعث افزایش احتمال حضور گونه *S. barbata* می‌شود با توجه به حدود اطمینان مربوط به منحنی پاسخ این گونه به اسیدیته، در اسیدیته ۷/۳ دامنه تغییرپذیری احتمال حضور گونه مذکور از ۳۰ تا ۵۶ درصد و در اسیدیته ۷/۹ از ۵۳ تا ۶۵ درصد می‌باشد. در مورد تأثیر متغیر شیب بر گونه *S. barbata*نیز با توجه به منحنی پاسخ گونه به متغیر شیب، هر چه شیب منطقه (از ۲۶ درصد تا ۶۰ درصد) افزایش یابد احتمال حضور گونه مذکور کاهش می‌یابد به‌طوری که تا شیب ۲۶ درصد احتمال حضور گونه ۸۰ درصد و در شیب ۶۰ به صفر درصد رسیده است.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-15]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1397.12.1.4.8]

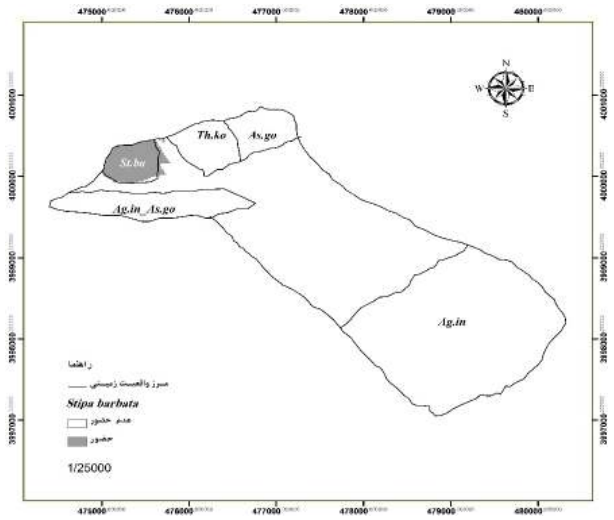


شکل ۴- مهم‌ترین منحنی‌های پاسخ گونه به متغیرهای محیطی

به‌منظور ارزیابی مدل پیش‌بینی حاصل، از روش تحلیل سطح زیر منحنی (Area Under the Curve) استفاده شد. دامنه AUC معیاری مستقل از حد آستانه می‌باشد و از مقدار ۰/۵ در مواردی که تمایزی بین حضورهای صحیح و عدم‌حضورهای صحیح وجود ندارد تا مقدار یک در مواقعی که تمایز بین حضور و عدم‌حضور عالی است متفاوت است. مقدار سطح زیرمنحنی نقشه پیش‌بینی رویشگاه گونه مورد بررسی ۰/۹۸ به دست آمد. ارزیابی مدل به‌دست آمده حاکی از آن است که دقت نقشه پیش‌بینی برای گونه مورد مطالعه بر اساس طبقه‌بندی سطح زیر منحنی Sweet (۱۹۸۸) در سطح خوب قرار دارد.

شکل (۵) نقشه پیش‌بینی رویشگاه گونه مورد بررسی را نشان می‌دهد. خروجی مدل آنتروپی حداکثر یک نقشه احتمالاتی پیوسته است برای تعیین حضور یا عدم‌حضور گونه‌های هدف باید یک مقدار آستانه بهینه برای حضور تنظیم شود. بعد از تعیین آستانه بهینه با استفاده از آزمون برابر حساسیت و اختصاصیت (Equal Test Sensitivity And Specificity)، نقشه پیوسته پیش‌بینی به نقشه حضور و عدم‌حضور (صفر و یک) تبدیل شد، بدین صورت که نقاط بزرگتر از حد آستانه بعنوان حضور و مناطق پایین تر از آن عدم‌حضور به‌شمار می روند.سپس میزان تطابق نقشه‌های پیش‌بینی با واقعیت زمینی با استفاده از ضریب کاپا در نرم‌افزار Idrisi Tiga 16 تعیین شد. مقادیر آستانه بهینه حضور و میزان تطابق نقشه پیش‌بینی به دست آمده از مدل آنتروپی حداکثر با واقعیت زمینی در رویشگاه گونه مورد بررسی به‌ترتیب ۰/۱ و ۰/۸۰ به‌دست آمد. بر اساس نتایج بدست آمده از ارزیابی صحت با ضریب کاپا نقشه پیش‌بینی حاصل برای رویشگاه گونه گیاهی *S. barbata* دارای توافق بسیار خوب با نقشه واقعیت زمینی در منطقه مورد مطالعه است.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-15]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1397.12.1.4.8]



شکل ۵- نقشه پیش‌بینی رویشگاه گونه *Stipa barbata*

بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش با استفاده از روش‌های زمین‌آمار و آمار مکانی، پراکنش مکانی خصوصیات خاک مورد بررسی قرار گرفت و از روش تقاطعی برای ارزیابی روش‌ها استفاده شد؛ برای حصول بهترین نتیجه و بیشترین دقت، خصوصیات خاک با چهار روش محاسبه و نتایج آن‌ها با هم مقایسه شد. بهترین نتیجه برای تهیه نقشه پراکنش مکانی خصوصیات خاک در استفاده از روش‌های کریجینگ بوده است. پژوهشگران دیگری نیز در مطالعات خود به این نتیجه رسیدند (۴۶ و ۴۷). با توجه به نتایج، در بررسی میزان توافق نقشه پیش‌بینی رویشگاه گونه *S. barbata* با واقعیت زمینی آن با استفاده از ضریب کاپا، کاپا برابر ۰/۸۰ به‌دست آمد که بر اساس طبقه‌بندی پژوهشگران (۲۰) در سطح بسیار خوب می‌باشد. محققان ضریب کاپا را معیار مناسبی برای محاسبه میزان نکویی پیش‌بینی دانستند (۱۹). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که متغیرهای محیطی به‌کار رفته در تشکیل مدل نهایی در این تحقیق، توانایی لازم را در پیش‌بینی توزیع بالقوه گونه مورد بررسی داشتند و نتایج قابل اطمینانی از مدل را ارائه کردند. همچنین ارزیابی عملکرد نرم‌افزار و صحت پیش‌بینی مدل با استفاده از آماره سطح زیر منحنی ۰/۹۸ به دست آمد که در سطح خوب قرار دارد. بر اساس نتایج مربوط به عملیات جک نایف و منحنی‌های پاسخ رویشگاه گونه *S. barbata* به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر متغیرهای آهک، جهت، ارتفاع و اسیدیته قرار دارد. در مورد تأثیر متغیرهای آهک و جهت بر رویشگاه این گونه زارع چاهوکی و همکاران (۲۰۱۳) در مراتع طالقان میانی به نتایج مشابهی رسیدند. نقش ارتفاع، آهک و اسیدیته خاک در پراکنش گونه‌های گیاهی در تحقیقات دیگری نیز تأیید شده است (۱۶، ۲۶ و ۴۴). آقاجانلو و قربانی (۲۰۱۳) نیز در پژوهشی که در مراتع کوهستانی شیلاند زنجان انجام دادند گزارش کردند که عامل اسیدیته از مهم‌ترین عوامل محیطی اثرگذار بر پراکنش گونه‌ها بوده است. افزایش اسیدیته خاک از ۷/۳ تا حدود ۸ باعث افزایش احتمال حضور گونه *S. barbata* می‌شود.

پژوهشگران بیان کردند این گیاه روی انواع خاک‌ها به‌استثنای خاک‌های شور و شن‌های روان پراکنده است (۵). مطالعات خاک‌شناسی نشان داد بافت خاک در رویشگاه این گونه از نوع سبک تا متوسط، لوم رسی و شنی و دارای سنگریزه است. نتایج بررسی‌های جعفری و همکاران (۲۰۰۶) نشان داد مهمترین عامل پراکنش گونه *S. barbata* بافت و هدایت الکتریکی خاک می‌باشد و حضور این گونه با کاهش درصد شن و هدایت الکتریکی رابطه مستقیم دارد. همچنین با توجه به منحنی‌های پاسخ، با افزایش شیب منطقه از ۲۶ درصد تا ۶۰ درصد افزایش یابد احتمال حضور گونه مذکور کاهش می‌یابد به‌طوری که گونه مذکور در شیب ۶۰ وجود ندارد (احتمال صفر درصد). با افزایش درصد شیب، عمق خاک و همچنین ارتفاع ذخیره سطحی آب کاهش می‌یابد و استقرار گیاه را با مشکل روبه رو می‌کند

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-15]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1397.12.1.4.8]

(۲۱ و ۲۸). با توجه به نتایج به‌دست آمده با افزایش ارتفاع از سطح دریا تا ۲۶۰۰ متر احتمال حضور گونه *S. barbata* کاهش می‌یابد. پارامتر ارتفاع از سطح دریا به‌طور مستقیم با تأثیر بر عوامل محیطی اقلیمی مثل میزان بارندگی و درجه حرارت بر پراکنش گونهٔ *S. barbata* در این منطقه تأثیر گذاشته است. بر این اساس تأثیر عوامل اقلیمی که در این مطالعه بکار نرفته است کاملاً مشهود است. ارتباط بین عوامل توپوگرافی و عوامل اقلیمی بارها توسط محققان تأیید شده است (۱۵، ۲۲، ۳۲ ، ۳۳، ۳۶، ۳۸ و ۳۹). اقلیم منطقهٔ طالقان بر اساس روش دومارتن فراسرد ارتفاعی است و دامنه شمالی همواره دمای کمتری نسبت به دامنه جنوبی دارد. جهت رویشگاه این گونه که در این منطقه رو به شمال است تأثیر منفی بر توزیع آن داشته است. در مطالعه‌ای که در مراتع هزارجریب بهشهر انجام شد نیز بیان شد که گونهٔ *S. barbata* بیشتر در جهت‌های جنوبی و غربی پراکنده شده است (۳۲)؛ مسلما دلیل آن هم دمای بیشتر جهت‌های جنوبی و غربی نسبت به دیگر جهت‌ها می‌باشد. در مطالعه‌ای که توسط فراهانی و همکاران (۲۰۰۸) صورت گرفت مشخص شد که این گیاه اصولاً به بوته‌زارهای استپی تعلق دارد و در ارتفاعات بالاتر از ۲۸۰۰ متر به‌صورت پراکنده رویش دارد. احسانی و همکاران (۲۰۱۳)، در پژوهشی 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. با توجه به اینکه در منطقه طالقان که منطقه‌ای کوهستانی و نیمه مرطوب است و با افزایش ارتفاع از سطح دریا دما کاهش می‌یابد، این نتیجه منطقی است. جهت دامنه نیز از عوامل جغرافیایی تأثیرگذار بر میزان آب در دسترس گیاه، دمای خاک و میزان نور دریافتی توسط گیاه می‌باشد. در نیمکره 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، این گونه 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 (۸). بر اساس تحقیقات پژوهشگران گونه *S. barbata* در مراتعی با اقلیم خشک آن‌چنان رویش دارد که گونه‌ای همچون *Agropyron cristatum* را به‌دلیل شدت خشکی نمی‌پذیرد (۱۰).

سانکاری (۱۹۷۹) این گیاه را به‌عنوان یکی از مهم‌ترین گندمیان علوفه‌ای مناسب جهت احیای مناطق خشک و مدیترانه‌ای معرفی کرده است. سیستم ریشه در این گونه نیز این گیاه را برای استقرار و تداوم حیات در مناطق خشک به کار می‌برد. همچنین درصد احتمال حضور این گونه با آهک نیز با افزایش تدریجی آهک خاک از مقدار ۳ تا ۳۱ درصد رابطه مستقیم دارد. نتایج پژوهش‌های دیگری که در منطقه طالقان میانی انجام شده است نیز این مطلب را تأیید می‌کند (۲۴ و ۳۷).

در یک مطالعه جامع در تاریخ مدل‌سازی از بین ۱۶ مدل بررسی شده مشخص شد که آنتروپی حداکثر از مدل‌های بسیار مؤثر برای پیش‌بینی پراکنش گونه‌هاست (۹). نتایج مطالعات دیگری نیز توان بالای مدل آنتروپی حداکثر را در پیش‌بینی پراکنش گونه‌ها تأیید می‌کند (۷، ۱۳، ۲۳، ۲۴). این پژوهش کارایی بالای روش حداکثر آنتروپی را در تعیین رویشگاه مطلوب گونه گیاهی *S. barbata* در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد. خلاصی اهوازی و همکاران (۲۰۱۵) بیان کردند که مدل آنتروپی حداکثر باید به‌عنوان جایگزین برای بعضی از مدل‌های توزیع گونه‌ای نظیر رگرسیون لجستیک و آنالیز تشخیص در عرصه مراتع در نظر گرفته شود. بنابراین پیشنهاد می‌شود از این روش در تعیین مطلوبیت رویشگاه گونه‌های با ارزش مرتعی در بقیه مناطق ایران نیز استفاده شود. همچنین با توجه به موارد مطرح شده در زمینه تأثیر اقلیم بر توزیع این گونه پیشنهاد می‌شود در مطالعات بعدی از پارامترهای اقلیمی نیز برای مدلسازی رویشگاه این گونه و گونه‌های دیگر استفاده شود تا احیا، و مدیریت درست و مناسب مراتع به‌کار گرفته شود.

گونه *S. barbata* با پوشش گسترده ریشه‌ای نیز علاوه بر ایجاد چسبندگی بین ذرات خاک با حفظ بقایای گیاهی بافت اسفنجی مناسبی جهت ذخیره رطوبت و نفوذ رطوبت به اعماق خاک ایجاد می‌نماید و علاوه بر ارزش دارویی- صنعتی باکمک به نفوذ تدریجی آب در خاک و تغذیه سفره‌های زیرزمینی، ایجاد میکروکلیماهای مطبوع و کمک به برقراری تعادل اقلیمی در اکوسیستم‌های مرتعی دارد.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-15]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1397.12.1.4.8]

وجود کرک‌های دائمی بر روی ریشه این گیاه سبب افزایش سطح جذب آب و مواد غذایی از خاک می‌شود. از طرفی وجود سلول‌های با دیواره ضخیم در منطقه پوستی (غشایی) بیرونی و یک مجموعه آندودرمی دو لایه با دیواره ضخیم در ریشه گیاهانی همچون گونه *S. barbata* از ساختار شعاعی ریشه‌ها حمایت می‌کند. این ویژگی علت ادامه حیات آن به هنگام خشکی یا کوبیده شدن خاک است (۳۵). نتایج حاصل از این مطالعه 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.

References

1. Abbasi, M & M.A. Zare Chahouki., 2014. Modeling of potential habitat for *Stipa barbata* and *Agropyron intermedium* species using artificial neural network model in rangeland of Central Taleghan, Iranian Journal of Renewable Natural Resources Researches, 2(16): 46-56. (In Persian)
2. 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).
3. Aghajanlou, F & A. Ghorbany., 2015. Survey some of affecting environmental factors on *Ferula gummosa* and *Ferula ovina* species distribution in alpine meadows Shyland Zanjan. Iranian Journal of Rangeland, 4: 407-419. (In Persian)
4. Anderson, R.P., D. Lew & A.T. Peterson, 2003. Evaluating predictive models of species distributions: criteria for selecting optimal models. J. Ecological Modelling, 162: 211–232.
5. Azarnivand, H & M.A. Zare Chahouki., 2008. Range Improvement. Tehran University Press. 354 P. (In Persian).
6. Bednarek, R., H. Dziadowiec., U. Pokojska & Z. Prusinkiewicz, 2005. Badania ekologiczno-gleboznawcze (Soil–Ecological Research). PWN, Warszawa.
7. Downie, A.L., Mv. Numers & Ch. Boström, 2013. Influence of model selection on the predicted distribution of the seagrass *Zostera marina*. J. Estuarine Coastal and Shelf Science, 8: 121-122.
8. Ehsani, A., H. Yeganeh & H. Barati, 2013. Investigation on the phenology of Stipa barbata in steppe and semi-steppe rangelandsof Iran. Iranian Journal of Range and Desert Reseach, 20 (3): 599-612. (In Persian)
9. Elith, J., C.H. Graham., R.P. Anderson., M. Dudik., S. Ferrier., A. Guisan., R.J. Hijmans., F. Huettmann., J.R. Leathwick., A.L.J. Lehmann., L.G. Lohmann., B.A. Loiselle., G. Manion., C. Moritz., M. Nakamura., Y. Nakazawa., J.M. Overton., T.A. Peterson., S.J. Phillips., K. Richardson., R. Scachetti-Pereira., R.E. Schapire., J. Soberon., S. Williams., M.S. Wisz & N.E. Zimmermann, 2006. Novel methods improve prediction of species distributions from occurrence data. J. Ecography, 29 (2): 129–151.
10. Farahani, E., A. Shahmoradi., S. Zarekia & F. Azhir, 2008. Autecology of *Stipa barbata* in Tehran Province. Iranian journal of Range and Desert Reseach, 15 (1): 86-94. (In Persian).
11. Graham, C.H., S. Ferrier., F. Huettman., C. Moritz & A.T. Peterson, 2004. New developments in museum-based informatics and applications in biodiversity analysis. J. Trends in Ecology and Evolution, 19(9): 497–503.
12. Hasani Pak, A.A., 1998. Geostatistical, Tehran University Press, Tehran, 180p (In Persian).
13. Hosseini. S.Z., M. Kappas., M.A. Zare Chahouki., G. Gerold., D. Erasni & A. Rafiei Emem, 2013. Modelling potential habitats for Artemisia sieberi and Artemisia aucheri in Poshtkouh area, central Iran using the maximum entropy model and Geostatistics. J. Ecological Informatics, 18: 61-68.
14. Jafari, M., M.A. Zare Chahouki., A. Tavili & A. Kohandel, 2005. Soil-vegetation relationships in rangelands of Qom province. Iranian Journal of Pajouhesh & Sazandegi, 73: 110-116. (In Persian)
15. Jafarian, Z., H.Arzani., M. Jafari., Gh. Zahedi & H. Azarnivand, 2012. Determination of relationships between dominant plant species with environmental factors and satellite data using logistic regression (case study: Rineh Rangeland, Mazandaran province). Iranian Journal of Range and Desert Research, 19 (3): 371-383. (In Persian)
16. Joneidy, H., A. Faraji & B. Gholinejad, 2015. Study of species measures Relationship of *Daphne mucronata* species and environmental factors in Kurdistan. Journal of Rangeland, 3: 292-303. (In Persian)
17. Khalasi Ahwazi, L., M.A. Zare Chahouki & S.Z.A. Hossein, 2015. Modeling geographic distribution of *Artemisia sieberi* and *Artemisia aucheri* using presence-only modelling methods (MAXENT & ENFA). Iranian Journal of Renewable Natural Resources Researches, 6(1): 56-74. (In Persian)

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-15]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1397.12.1.4.8]

18. Khosravi, Y & E. Abbasi., 2014. Spatial Analysis of environmental data using geostatistical. Zanjan Azarkolk Press, 282P.
19. Landis, J.R & G.G. Koch., 1977. The measurement of observer agreement for categorical data. J. Biometrics, 33: 159–174.
20. Monsserud, D.M & R. Leemans., 1992. Comparing Global Vegetation relationships in coastal desert plain of southern Sinai. J. Arid Environments, 55: 607-628.
21. Nateghinia, S., B. Mostafazadehfard & S.F. Mousavi, 2006. The effect of vegetation and slope on the runoff and surface storage in welded and fractured soils under sprinkler irrigation. Iranian Journal of Irrigation and Drainage, 2(2): 19-30. (In Persian)
22. Noohi S.N., M. Mesdaghi., & GH.A. Heshmati, 2000. The investigation of topographic factors on canopy cover and production of range plants in Jahan nama Gorgan. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources of Gorgan, 4: 27-34. (In Persian)
23. Phillips, S.J., R.P Anderson & R.E. Schapire, 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. J. Ecological Modelling, 190: 231–259.
24. Piry Sahragard, H & M.A. Zare Chahouki., 2015. An evaluation of predictive habitat models performance of plant species in Hoze soltan rangelands of Qom province. J. Ecological Modelling, 309–310: 64–71.
25. Piry sahragard, H., H. Azarnivand., M.A. Zare Chahouki., H. Arzani & S. Qumi, 2011. Study of Effective Environmental Factors on Distribution of Plant Communities in Middle Taleghan Basin. Iranian Journal of Range and Watershed Management, Iranian Journal of Natural Resources, 64(1): 1-12. (In Persian).
26. Piry sahragard, H., M.A. Zare Chahouki & H. Azarnivand, 2015. Using logistic regression in prepares habitat distribution maps of plant species (Case study: rangelands of Qom province Khjlstan). Iranian Journal of Rangeland, 3: 222-334. (In Persian)
27. Qin, Z., J.E. Zhang., A.D. Tommaso., R.L. Wang & R.S. Wu, 2015. Predicting invasions of Wedelia trilobata(L.) Hitchc with Maxent and GARP models. J. of Plant Research, 128:763–775.
28. Raouf, M., S.A.A. Sadrodini., A.H. Nazemi & S. Maroufi, 2009. Investigate the effect of land slope on the influence and some soil physical characteristics. Iranian Journal of Soil and Water Knowledge, 21(1): 57-68. (In Persian).
29. Sankary, M.N., 1979. Autecology of *Stipa barbata* Desf from the Syrian arid zone in comparison With several Mediterranean – type arid zone grass species. J. Arid Environments, 23: 251-262.
30. Shams, R., M. Shariati & M. Modaresi Hashemi, 2000. Study of some dormancy breaking treatments in five pronances of *Stipa barbata Desf*. Iranian Journal of Biology, 18 (1): 48-59. (In Persian)
31. Sweet, J.A., 1988. Measuring the accuracy of diagnostic systems. Journal of Science, 240: 1285-1293.
32. Taghipour A. & Sh. Rastgar, 2010. Role of physiography on vegetation cover using GIS (Case of Hezarjarib's Rangelands, Mazandaran province). Journal of Rangeland, 4: 168-177 .(In Persian)
33. Tarnian, F., M. Jafari., M.A. Zare Chahouki., R. Yazdanparast., H. Azarnivand & S. Kumar, 2017. Determine the most important factors affecting the distribution of the *Daphne mucronata* Royle species and modeling its potential habitats. Journal of Rangeland, 11(2): 179-193. (In Persian)
34. Tavili, A., 2008. Physiological Morphological and Anatomical Characteristic Changes Of *Stipa barbata* Under Water Deficiency Conditions, J. Environmental Research and Development, 2(3): 315-319.
35. Tavili, A., M. Jafari., H. Heidari Sharifabad & H. Arzani, 2000. Drought resistance studies on three range plant species. Iranian Journal of natural resource, 53(3): 227-237. (In Persian)
36. Villers-Ruiz L., I. Trejo-Vazquez & J. Lipez-Blanco, 2003. Dry vegetation in relation to the physical environment in the Baja California Peninsula, Mexico. Journal of Vegetation Science, 14: 517-524.
37. Virgilio, N.D., A. Monti & G. Venturi, 2007. Spatial variability of switchgrass (Panicum Virgatum L.) yield as relatead to soil parameters in a small field. J. Field Crops Research, 101: 232-239.
38. Zare Chahouki, A., M. Abasi & H. Azarnivand, 2014. Spatial distribution modeling for Agropyron intermedium and Stipa barbata species habitat using binary logistic regression (case study: rangeland of Taleghan miany). Journal of Plant Ecosystem Conservation, 2(4): 47-60. (In Persian)
39. Zare Chahouki, A. & M. Abasi, 2016. Habitat suitability modeling for Thymus kotschyanus Boiss. & Hohen. Using ecological-niche factor analysis (case study: rangeland of middle Taleghan. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 32 (4): 561-573. (In Persian)
40. Zare Chahouki, A & M. Abasi., 2017. Habitat suitability modeling Stipa barbata species using Ecological Niche Factor Analysis (case study: Taleghan Rangelands). Journal of natural ecosystem of Iran, 7(4): 26. 1-16
41. Zare Chahouki, M.A., M. Abbasi & H. Azarnivand, 2014. Spatial distribution modeling for *Agropyron intermedium* and *Stipa barbata* species habitat using binary logistic regression (case study: rangeland of Taleghan miany). Iranian Journal of Plant Ecosystem Conservation, 4: 47-60. (In Persian)

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-15]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1397.12.1.4.8]

42. Zare Chahouki, M.A., M. Abbasi & H. Azarnivand, 2015. Evaluation of logistic regression model in provides the spatial distribution map of plant species (Case Study: Taleghan Miany rangelands). Iranian Journal of Rangeland, 4: 320-332. (In Persian)
43. Zare Chahouki, M.A. & A. Zare Chahouki, 2010. Predicting the distribution of plants species using logistic regression (Case study: Garizat rangelands of Yazd province). J. Desert, (15): 151-158.
44. Zare Chahouki, M.A., A. Zarei & M. Jafari, 2011. Effective environmental factors on distribution of plant species (Case study: Donbalid rangelands of Taleghan), Iranian Journal of Watershed Management Research (Pajouhesh & Sazandegi), 94: 65-73. (In Persian).
45. Zare Chahouki, M.A., H. Piry Sahragard & Azarnivand, 2013. Habitat distribution modeling of some halophyte plant species using Maximum Entropy Method (Maxent) in Hoze Soltan rangelands Of Qum Province. Journal of Rangeland, 7(3): 212-221. (In Persian)
46. Zare Chahouki, M.A., L. khalasi Ahvazi., H. Azarnivand & A. Zare Chahouki, 2013. Examine the spatial distribution some of soil properties using spatial statistical methods in East Semnan rangeland. Iranian Journal of Range and Watershed, 66(3): 378-399. (In Persian)
47. Zare Chahouki, M.A., M. Zare Ernani., A. Zare Chahouki & L. Khalasi Ahvazi, 2010. Application of spatial statistical methods in predictive models of plant species habitat. Iranian Journal of Arid Biome Scientific and Research, 1(1): 13-23. (In Persian)
48. Zheng, J., M. He., X. Li., Y. Chen., X. Li & L. Liu, 2008. Effect of Salsola Passerine shrab patches on the micro scale heterogeneity of soil in amountain grassland, China. Journal of Arid Environments, 72: 150-161.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-15]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1397.12.1.4.8]