دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "حفاظت زیست بوم گیاهان"
دوره دوم، شماره چهارم، بهار و تابستان ۹۳
http://pec.gonbad.ac.ir

مدل‌سازی پراکنش مکانی رویشگاه‌های *Agropyron intermedium* و *Stipa barbata* با روش رگرسیون لوجستیک (مطالعه موردی: مراتع طالقان میانی)

*محمدعلی زارع چاهوکی[۱]، محبوبه عباسی[۲]، حسین آذرنیوند[۱]
[۱]دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، [۲]دانش‌آموخته دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران،
تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۲۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۳/۲۲

چکیده

هدف از این مطالعه، ارائه مدل پیش‌بینی پراکنش مکانی رویشگاه بالقوه دو گونه گیاهی *Agropyron intermedium* (Host) Barkworth & D.R. DeweyShow AllShow Tabs و *Stipa barbata* Desf. در مراتع طالقان میانی با وسعت ۳۷۹۷۷/۱۲ هکتار است. با توجه به هدف پژوهش، اطلاعات حضور و عدم حضور گونه‌های مذکور و عوامل محیطی رویشگاه از قبیل اقلیم، خاک، پستی و بلندی و زمین‌شناسی جمع‌آوری شد. نمونه‌برداری در تیپ‌های گیاهی به روش تصادفی-سیستماتیک از طریق پلات‌گذاری در امتداد سه ترانسکت ۱۵۰ متری انجام شد. سطح پلات‌ها با توجه به نوع گونه‌های موجود به روش حداقل سطح و تعداد آن‌ها با توجه به روش آماری ۱۵ پلات در امتداد هر ترانسکت تعیین گردید. در ابتدا و انتهای هر ترانسکت یک پروفیل حفر و تا عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک، برداشت شد. خصوصیات خاک شامل سنگریزه، بافت، آهک، ماده آلی، اسیدیته، هدایت‌الکتریکی و املاح محلول (فسفر، نیتروژن، پتاسیم) اندازه‌گیری گردید. برای تجزیه و تحلیل اطلاعات و ارائه نقشه پیش‌بینی از روش‌های زمین‌آمار و رگرسیون لجستیک استفاده شد. نتایج نشان داد که در ظهور و پراکنش گونه *S. barbata* جهت رویشگاه این گونه (شمالی) و افزایش آهک خاک (تا ۲۷/۵ درصد) رابطه مستقیم دارند؛ همچنین در استقرار و توزیع گونه *A. intermedium* افزایش ارتفاع (تا ۲۵۵۰ متر) بیشترین تأثیر را داشته است. ارزیابی میزان تطابق مدل پیش‌بینی با نقشه واقعی تیپ‌های گیاهی با استفاده از شاخص کاپا نشان داد که مدل رگرسیون لوجستیک قادر به پیش‌بینی رویشگاه هر دو گونه در سطح بسیار خوب بوده است. با این تفاوت که در مورد گونه *A. intermedium* ضریب کاپا (k=۰/۸۳) اندکی بالاتر از گونه *S. barbata* (k=۰/۷۹) بوده است.

واژه‌های کلیدی: **رگرسیون لوجستیک، رویشگاه بالقوه، مراتع طالقان، *Stipa barbata* *Agropyron intermedium***

*نویسنده مسئول: mazare@ut.ac.ir

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-06-25]

مقدمه

در یک اکوسیستم مرتعی بین پوشش گیاهی و عوامل محیطی، روابط ناگسستنی وجود دارد. گیاهان، مجموعه‌ای از شرایط محیطی نظیر آب و هوا، پستی و بلندی و متغیرهای خاکی را منعکس می‌کنند (Ellenberg, 1992). با بررسی هر چه دقیق‌تر این روابط در هر رویشگاه می‌توان به شرایط بهینه بوم-شناختی برای پوشش گیاهی آن منطقه پی برد. برای بررسی روابط بین گونه‌های گیاهی و عوامل محیطی از روش‌های آماری مختلفی مانند رگرسیون و رسته‌بندی استفاده می‌شود که انتخاب هر یک از این روش‌ها به هدف از تحقیق و نوع داده‌ها بستگی دارد. در روش‌های طبقه‌بندی و رسته‌بندی، رابطه بین همه گونه‌های گیاهی و عوامل محیطی، همزمان تجزیه و تحلیل می‌شود. در حالی که در روش‌های رگرسیونی رابطه هر گونه گیاهی به تفکیک بررسی و به صورت یک مدل ارائه می‌شود (Zare Chahouki *et al.*, 2009). در بوم‌شناسی گیاهی از مدل‌های رگرسیونی به منظور تخمین مقادیر بهینه، تعیین دامنه اکولوژیک گونه‌های گیاهی و پیش‌بینی عکس‌العمل گونه‌ها (وفور، حضور و عدم حضور) به عوامل محیطی استفاده می‌شود (Jongman *et al.*, 1987). رگرسیون لوجستیک است از آن مدل‌های اماری است که امکان برقراری یک ارتباط رگرسیونی چند متغیره را بین یک متغیر وابسته و چندین متغیر مستقل فراهم می‌کند. این روش، یکی از روش‌های آنالیز چند متغیره برای پیش‌بینی حضور و عدم حضور یک پدیده (مثل یک گونه گیاهی) بر اساس یکسری متغیرهای پیش‌بینی کننده است (Carter *et al*., 2006). بساگ Besag (1975)، این روش را پیشنهاد کرد و پژوهشگران مختلفی برای مدل‌سازی رویشگاه گونه‌های گیاهی از آن استفاده کردند (Zare Chahouki, 2006; Jafarian *et al.*, 2012; Khalasi Ahwazi, 2010; Prentic & Zhao, 1990; Huffer & Wu, 1997). جعفریان و همکاران (Jafarian *et al.*, 2008) در پژوهشی با کاربرد روش رگرسیون لوجستیک برای تعیین ارتباط بین پراکنش گونه‌های مرتعی غالب و عوامل محیطی در مراتع رینهٔ مازندران بیان کردند که این روش برای تعیین ارتباط بین پراکنش گونه‌ای و عوامل محیطی موفق بوده است. زارع چاهوکی و همکاران (Zare Chahouk *et al.*, 2009)، در مراتع چاه ترش استان یزد، برای بررسی رابطه بین حضور گونه گیاهی *Rheum ribes* با عوامل محیطی، از مدل رگرسیون لوجستیک استفاده کردند. نتایج نشان داد که از بین عوامل محیطی، خصوصیات خاک بیشترین نقش را در حضور گونهٔ *R. ribes* دارد. به‌طوری‌که حضور این گونه با درصد رس رابطه معکوس و با درصد ماده آلی رابطه مستقیم دارد. آن‌ها بیان کردند که در این روش به استفاده از دیگر اطلاعات پوشش گیاهی نظیر درصد تاج پوشش، تراکم و فراوانی که به شدت تحت تاثیر روش نمونه‌گیری، اندازه پلات و نوسانات بارندگی قرار می‌گیرد، نیازی نیست و می‌توان در صورت داشتن عوامل محیطی احتمال حضور گونه‌های گیاهی مورد مطالعه را تعیین کرد. ساکی و همکاران (Saki *et al.*, 2012)، کاربرد مدل رگرسیون لوجستیک درختی را در تعیین رویشگاه بالقوهٔ گونهٔ گیاهی گون زرد *Astragalus verus* در مراتع

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-06-25]

فریدونشهر اصفهان بررسی کردند. نتایج ارزیابی مدل با استفاده از مجموعه داده‌های مستقل، ضریب کاپای ۰/۷۸ را نشان داد که بیانگر توان بالای مدل رگرسیون لوجستیک درختی در تولید نقشه پراکنش گونه *A.verus* در مقیاس محلی است. در این پژوهش بیان شد که استفاده از داده‌های حضور و غیاب برای مدل‌سازی از مزیت‌های روش رگرسیون لوجستیک است که برخلاف سایر فاکتورهای گیاهی تراکم، تاج پوشش و تولید اندازه‌گیری آن بسیار ساده است. گونهٔ *Agropyron intermedium* از گندمیان مرغوب و با ارزش با فصل رشد سرد و فرم بیولوژیک چمنی است که اهمیت زیادی در حفاظت خاک و تولید علوفه دام‌ها دارد. از مزایای این گیاه می‌توان به تولید بذر زیاد، قدرت زیاد جوانه زدن، استقرار سریع و آسان و نیز رشد سریع بهاره اشاره کرد (Azarnivand & Zare Chahouki, 2008). گونهٔ *Stipa barbata* نیز 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 (Azarnivand & Zare Chahouki, 2008).

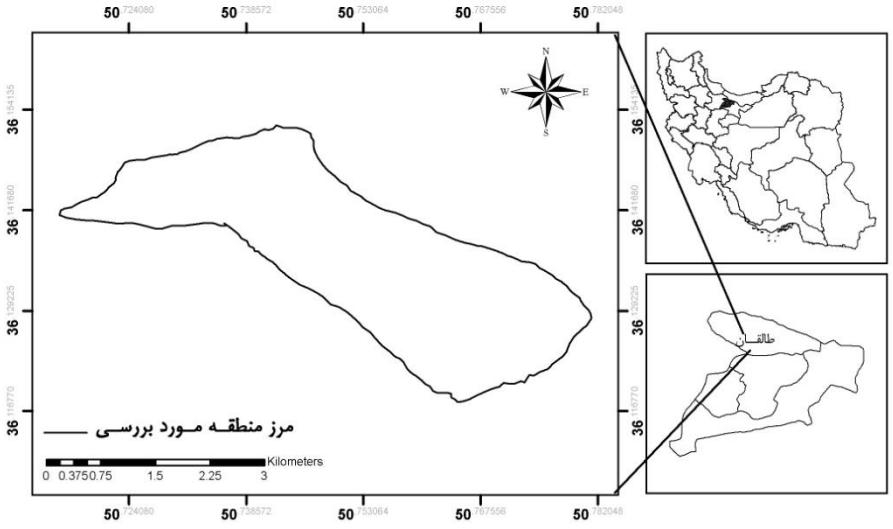
این دو گونه از مهمترین گیاهان علوفه‌ای مناسب برای دام‌های کشور به شمار می‌آیند. با وجود گسترش زیاد این دو گونه در مناطق استپی و نیمه استپی کشور، تاکنون پژوهش‌های کاملی بر روی رویشگاه‌های بالقوهٔ آن‌ها انجام نشده است. بنابراین، لازم است که برای پرورش و به کارگیری این دو گونهٔ مهم مرتعی، با توجه به خوشخوراکی مطلوب و تولید علوفهٔ بالای آن‌ها و اهمیت آن‌ها در حفاظت خاک و مدیریت مرتع، با استفاده از روش نوین و کارامد، شناخت کاملی نسبت به رویشگاه‌های بهینه آن‌ها داشت. با توجه به موارد بیان شده، هدف از این مطالعه تهیه نقشه رویشگاه بالقوه دو گونهٔ *A. intermedium* و *S. barbata* در مراتع طالقان میانی با استفاده از روش رگرسیون لوجستیک دوتایی است. از این روش علاوه بر تهیه نقشه‌های پتانسیل پراکنش پوشش گیاهی می‌توان برای معرفی گونه‌های مناسب در برنامه‌های اصلاحی مرتع نظیر بذرکاری، بوته‌کاری، تعیین مناطقی با پتانسیل رویش گونه‌های با ارزش دارویی-صنعتی و یا تعیین مناطق با گونه‌های نادر و در حال انقراض استفاده کرد.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقهٔ مورد مطالعه: منطقهٔ مورد مطالعه 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. بر اساس اطلاعات هواشناسی ایستگاه‌های مربوط در یک دوره ۳۰ ساله، بارندگی از ۴۶۴ میلی‌متر در زیدشت تا ۷۶۹ میلی‌متر در دیزان در سال متغیر است و متوسط بارندگی منطقه در حدود ۵۰۰ میلی‌متر است. اقلیم منطقه نیز براساس روش آمبرژه ارتفاعی

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-06-25]

سرد (نیمه‌مرطوب سرد و مرطوب سرد) و بر پایه روش دومارتن فراسرد ارتفاعی است. شکل (۱) موقعیت منطقه را در ایران و استان البرز نشان می‌دهد.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در البرز و کشور

روش پژوهش: به‌منظور بررسی رابطه بین پوشش گیاهی و عوامل محیطی و تهیه نقشه پیش‌بینی توزیع مکانی، نقشه پوشش گیاهی منطقه در مقیاس ۱/۲۵۰۰۰ (برمبنای روش فلورستیک) تهیه شد. بر این اساس در محدوده منطقهٔ مطالعاتی پنج تیپ رویشی *Thymus kotschyanus*،*Agropyron intermedium*، *Astragalus gossypinus*، *Stipa barbata* و*Agropyron intermedium- Astragalus gossypinus* تشخیص داده شد. برای نمونه‌برداری از پوشش گیاهی در هر تیپ رویشی، سه ترانسکت ۱۵۰ متری مستقر و در هر ترانسکت ۱۵ پلات با فواصل ۱۰ متر از هم مستقر شد. اندازهٔ پلات‌ها با توجه به روش حداقل سطح و تعداد آن‌ها با روش آماری تعیین شد. در هر تیپ رویشی با توجه به تغییرات پوشش گیاهی و عوامل محیطی به‌صورتی که در کل تیپ رویشی همگن باشد، در شش پلات از پلات‌های نمونه‌برداری، پروفیل حفر شده، سپس از خاک در عمق حدود ۳۰-۰ سانتی‌متر نمونه‌برداری شد. موقعیت جغرافیایی نقاط نمونه‌برداری نیز به وسیله سیستم موقعیت یاب جهانی[1] (GPS) ثبت شد و با روی هم‌گذاری نقشه نقطه‌ای این نقاط و نقشه‌های شیب و جهت و ارتفاع، داده‌های فیزیوگرافی مربوط به

1. Global Positioning System

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-06-25]

نقاط نمونه‌برداری نیز به دست آمد. در آزمایشگاه، نمونه‌های خاک از الک دو میلی‌متری عبور داده شد و بعد از آن بر روی ذرات کوچک‌تر از دو میلی‌متر آزمایش فیزیکی تعیین ذرات نسبی خاک شامل رس، سیلت و ماسه به روش هیدرومتری بایکاس[1] برای تعیین بافت خاک انجام شد. در بررسی‌های تجزیه شیمیایی خاک، میزان اسیدیته خاک در گل اشباع با pH متر، درصد کربن آلی به روش والکی و بلاک، آهک به روش کلسیمتری، فسفر قابل جذب به روش اولسون، ازت کل به روش کجدال و وضعیت شوری خاک، هدایت‌الکتریکی در عصاره گل اشباع با هدایت‌سنج الکتریکی اندازه‌گیری شد. در این مطالعه، داده های حضور و عدم حضور گونه‌های گیاهی، متغیر وابسته هستندکه به‌ترتیب با کد ۱ و ۰ نشان داده می شوند و داده‌های مربوط به عوامل محیطی، متغیرهای مستقل می‌باشند. بعد از جمع‌آوری اطلاعات، برای بررسی رابطه بین حضور گونه‌های گیاهی و عوامل محیطی از روش رگرسیون لوجستیک دوتایی استفاده شد. ابتدا، هم‌خطی بین متغیرها بررسی شد. برای انجام رگرسیون لوجستیک جفت متغیرهای دارای همبستگی بالای $r>0,7$ و یا VIF[2] بیشتر از ۵ به دلیل وجود هم‌خطی بین واریانس‌ها باید حذف شوند. روش رگرسیون لوجستیک دوتایی بر روی داده‌های منطقه در نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۸ اجرا شد و برای آزمون مدل‌های به دست آمده نیز از آماره هوسمر و لمشاو (Hosmer & Lemshow, 1989) استفاده شد. معادله رگرسیون لوجستیک در حالت کلی به صورت زیر است:

$$Y = \frac{Exp(b_0 + b_1x_1 + ... + b_nx_n)}{1 + Exp(b_0 + b_1x_1 + ... + b_nx_n)}$$

در این معادله Y احتمال رخداد گونه مورد نظر و (b_1، b_2 و ... و b_n) ضرایب مدل رگرسیون و xها متغیرهای پیش‌بینی‌کننده (متغیرهای مستقل محیطی) می‌باشند.

بعد از تعیین عوامل مهم تأثیرگذار و ارتباط آن‌ها با پوشش گیاهی برای تهیه نقشه پیش‌بینی رویشگاه لازم است تا نقشه آن عوامل تهیه شود. در این تحقیق برای بررسی و تشریح ارتباط و ساختار فضایی از تجزیه و تحلیل«تغییر نما یا واریوگرام[3]» در نرم‌افزار GS^+ نسخه ۹ استفاده شد. تغییرنما، کمیتی برداری است که درجه همبستگی مکانی و شباهت بین نقاط اندازه‌گیری شده را بر حسب مربع تفاضل مقدار دو نقطه، با توجه به جهت و فاصله آن‌ها نشان می‌دهد (Hasani Pak, 1998). این روش به‌طور گسترده در آنالیز اکولوژیکی ناهمگنی خاک از طریق محاسبه نیمه واریانس‌ها به کار می‌رود

1. Baykas
2. Variance Inflation Factor
3. Variogram

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-06-25]

(Virgilio). به منظور ارزیابی روش‌های میان‌یابی از روش تقاطعی و سه پارامتر آماری MAE[1]، MBE[2] و RMSE[3] استفاده شد. سپس با استفاده از روش درون‌یابی کریجینگ نقشهٔ‌ویژگی‌های خاک در نرم‌افزار نرم‌افزار Arc GIS نسخه ۱۰ تهیه شد. لایه‌های فیزیوگرافی (شیب و جهت) نیز با استفاده از مدل رقومی ارتفاع[4] منطقه تهیه شد. پس از تهیهٔ نقشه‌های عوامل محیطی مؤثر در حضور گونه‌ها، با اعمال رابطه‌های رگرسیون لوجستیک بر روی لایه‌های عوامل محیطی در نرم‌افزار Arc GIS نقشه‌های پیش‌بینی رویشگاه تهیه شد. برای ارزیابی میزان تطابق مدل‌های پیش‌بینی با نقشه‌های واقعی از آمارهٔ کاپا در نرم‌افزار IDRISI استفاده گردید.

نتایج

جدول ۱ بیانگر نتایج مطالعات خاکشناسی و مقایسه خصوصیات خاک در تیپ‌های گیاهی منطقه مورد مطالعه است. نتایج این جدول نشان می‌دهد که به جز درصد سنگریزه، اکثر ویژگی‌های خاک به ویژه آهک، مادهٔ آلی، نیتروژن و فسفر در تیپ‌های منطقه مورد بررسی با هم تفاوت معنی‌دار دارند.

جدول ۱- نتایج مطالعات خاک‌شناسی و مقایسه خصوصیات خاک در تیپ‌های گیاهی منطقه مورد مطالعه

تیپ گیاهی	سنگریزه (درصد)	اسیدیته	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس برمتر)	سیلت (درصد)	شن (درصد)	رس (درصد)
Ag.in	۳۲/۲۵	۷/۴۵	۰/۳	۳۳/۲۷	۲۹/۵۳	۳۷/۲
Th.ko	۲۷/۰۵	۷/۸۲	۰/۲۳	۳۴/۶	۴۶/۵۳	۱۸/۸۷
As.go	۳۰/۳	۷/۷۸	۰/۲۶	۳۱/۹۳	۳۸/۸۷	۳۰/۸۷
St.ba	۳۵/۲۶	۷/۷۸	۰/۲۴	۳۰/۲۷	۴۴/۲	۲۵/۵۳
Ag.in_As.go	۳۹/۱	۷/۷۷	۰/۲۷	۲۸/۲۷	۴۲/۸۷	۲۸/۸۷
آماره F	۰/۴۷ ns	۱۶/۲۵**	۶/۴۴**	۱/۸۶*	۵/۰۹**	۸/۷۷**

1. Mean absolute Error
2. Mean Bias Error
3. Root Mean Squar Error
4. Digital elevation model

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-06-25]

ادامه جدول ۱- مقایسه خصوصیات خاک در تیپ‌های گیاهی منطقه مورد مطالعه

تیپ گیاهی	ماده آلی (درصد)	آهک (درصد)	نیتروژن (درصد)	فسفر (میلی‌گرم برکیلوگرم خاک)	پتاسیم (گرم بر کیلوگرم خاک)	ارتفاع (متر)
Ag.in	۲/۴۷	۴/۰۳	۰/۱۴	۱۱/۶۸	۰/۸۳۶	۲۵۴۳
Th.ko	۰/۸۹	۲۱/۶۶	۰/۰۶	۳/۸۶	۰/۲۳۵	۲۰۸۱
As.go	۱/۰۶	۲۴/۶۵	۰/۰۷	۲/۷۶	۰/۳۰۳	۲۰۸۶
St.ba	۱/۴۲	۲۷/۵۰	۰/۱۱	۹/۰۸	۰/۶۰۶	۲۱۶۹
Ag.in_As.go	۲/۰۹	۵/۵۹	۰/۱۳	۸/۷۶	۰/۵۱۴	۲۳۷۵
آماره F	۶/۵۲**	۵۶/۹۷**	۱۳/۱۹**	۱۳/۰۵۷**	۵/۴۹**	۳۰۰/۵۳**

* و ** در سطح ۵٪ و ۱٪ معنی‌دار و ns: عدم تفاوت معنی‌دار

برای همهٔ ویژگی‌های خاک ساختار مکانی داده‌ها بررسی شد و مدل نیم‌تغییرنمای (واریوگرام) آن‌ها تحلیل گردید. اجزای مربوط به تغییرنمای متغیر آهک خاک در جدول ۲ ارائه شده است. با توجه به جدول ۳ که نتایج مربوط به مقایسه دقت روش‌های مختلف زمین‌آمار با استفاده از روش اعتبارسنجی متقابل را برای متغیر آهک خاک نشان می‌دهد، روش کریجینگ بلوکی بهترین روش درون‌یابی برای تهیه نقشهٔ آهک خاک دراین منطقه خاک می‌باشد. در شکل ۲ نیز به‌عنوان نمونه مدل تغییرنمای مربوط به متغیر آهک و نقشه آهک خاک ارائه شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود میزان آهک خاک در بخش جنوبی منطقه مورد مطالعه، کمتر از بخش شمالی است که با توجه به شکل (۱) رویشگاه گونهٔ *A. intermedium* در این قسمت از منطقه قرار دارد.

جدول ۲- اجزای مربوط به تغییرنمای (واریوگرام) متغیر آهک خاک برای تولید نقشه

ردیف	خصوصیت	مدل تغییرنما	اثر قطعه‌ای (درصد)	آستانه (درصد)	دامنه‌تأثیر (متر)	نسبت C/CO+C	ضریب همبستگی	فاصله‌گام (متر)
۱	آهک	نمایی	۱/۰	۱۶۹/۰	۱۱۹۰	۰/۹۹	۰/۹۶۹	۰/۵۵

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-06-25]

جدول ۳- مقایسه دقت روش‌های مختلف زمین آمار با استفاده از روش اعتبارسنجی متقابل برای متغیر آهک خاک

ویژگی	خطا (درصد)	روش			
		Block kriging	Point kriging	IDW [1]	NDW [2]
آهک	MAE	۳/۲۸	۳/۲۸	۵/۶۱	۹/۶۸
	MBE	۰/۲۸	۰/۲۸	۱/۴۹	۱/۱۷
	RMSE	۴/۲۹	۴/۲۹	۶/۸۷	۱۰/۴۷

با توجه به اینکه هم‌خطی چندگانه یکی از دلایل افزایش خطای استاندارد برآورد ضرایب رگرسیونی و در نتیجه، کاهش کارایی مدل است و ممکن است به پیش‌بینی‌هایی خارج از دامنهٔ مورد انتظار منجر شود، این موضوع، پیش از انجام دادنِ تجزیهٔ رگرسیون بررسی شد. نتایج نشان داد مقدار عامل تورم واریانس برای همهٔ متغیرهای مستقل کمتر از ۵ است، پس بین متغیرهای مستقل هم‌خطی چندگانه وجود ندارد. نتایج روش رگرسیون لوجستیک در رابطه‌های ۱ و ۲ ارائه شده است. با توجه به رابطه ۱، حضور گونه *A. intermedium* با ارتفاع از سطح دریا نسبت مستقیم دارد و نیز با توجه به رابطه ۲ می‌توان بیان کرد که پراکنش گونهٔ *S. barbata* با متغیر آهک خاک رابطهٔ مثبت و با جهت رویشگاه (شمالی) رابطه منفی داشته است. بنابراین، از بین ویژگی‌های محیطی منطقه، خصوصیات مربوط به توپوگرافی از مهمترین عوامل مؤثر در استقرار و پراکنش گونه‌های مورد بررسی است.

رابطه ۱
$$P(Ag.in) = \frac{Exp(0.244abs - 558.9)}{1 + Exp(0.244abs - 558.9)}$$

رابطه ۲
$$P(St.ba) = \frac{Exp(0.260\lim - 1.486aspect - 5.186)}{1 + Exp(0.260\lim - 1.486aspect - 5.186)}$$

در رابطه‌های بالا abs، lime و aspect به‌ترتیب عوامل محیطی ارتفاع از سطح دریا، آهک خاک و جهت رویشگاه‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد. آمارهٔ هوسمر و لمشاو (HL) برای تطابق تعداد موارد مشاهده شده و پیش‌بینی شده به کار می‌رود. با توجه به جدول ۴، بالا بودن مقدار HL نشان‌دهنده تطابق بیشتر است؛ همچنین با توجه به اینکه در رابطه‌های به‌دست آمده، مقدار sig بالاتر از ۰/۰۵ می‌باشد؛ در نتیجه رابطه لوجستیک تطابق خوبی به داده‌ها داشته و معنی‌دار است.

1. Inverse Distance Weighting
2. Normal Distance Weighting

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-06-25]

جدول ۴- آماره‌های مربوط به رگرسیون لوجستیک برای پیش‌بینی حضور گونه‌های گیاهی

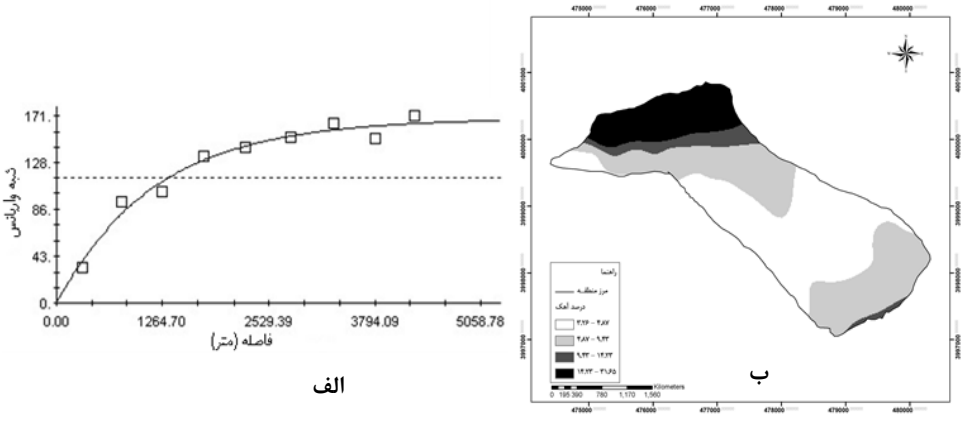
گونه گیاهی	متغیر	ضریب رگرسیون	Sig	R^2	HL^{**}
Ag.in	ارتفاع	۰/۲۲۴	۰/۰۹۶	۱	۱
St.ba	آهک	۰/۲۶۰	۰/۰۲۸	۰/۸۷۹	۰/۹۶۹
	جهت	−۱/۴۸۶	۰/۰۸۹		

** در سطح یک درصد معنی‌دار

در شکل ۳ نقشه‌های پیش‌بینی رویشگاه گونه‌های *A. intermedium* و *S. barbata* آورده شده است. در شکل مذکور علاوه بر نقشهٔ پیش‌بینی، نقشهٔ واقعی پوشش گیاهی نیز برای مقایسه نشان داده شده است. در جدول ۵ نیز نتایج محاسبه با ضریب کاپا آمده است. از این شاخص در اغلب پژوهش‌های مدل‌سازی پیش‌بینی گونه‌های گیاهی استفاده شده است (Miller & Franklin, 2002; Miller, 2005). پژوهشگران، دامنهٔ توافق برای آمارهٔ کاپا را به صورت یک جدول تنظیم کرده‌اند که در آن برای مقادیر کاپا، ۹سطح پیش‌بینی تعریف شده است (Monserud & Leemans, 1992). میزان تطابق نقشه پیش‌بینی به‌دست آمده با روش رگرسیون لوجستیک با واقعیت زمینی در مورد دو گونه *A. intermedium* و *S. barbata* در سطح بسیار خوب برآورد می‌شود. ملاحظه می‌شود که مقدار این ضریب برای گونهٔ *A. Intermedium* اندکی بالاتر از گونهٔ *S. barbata* است.

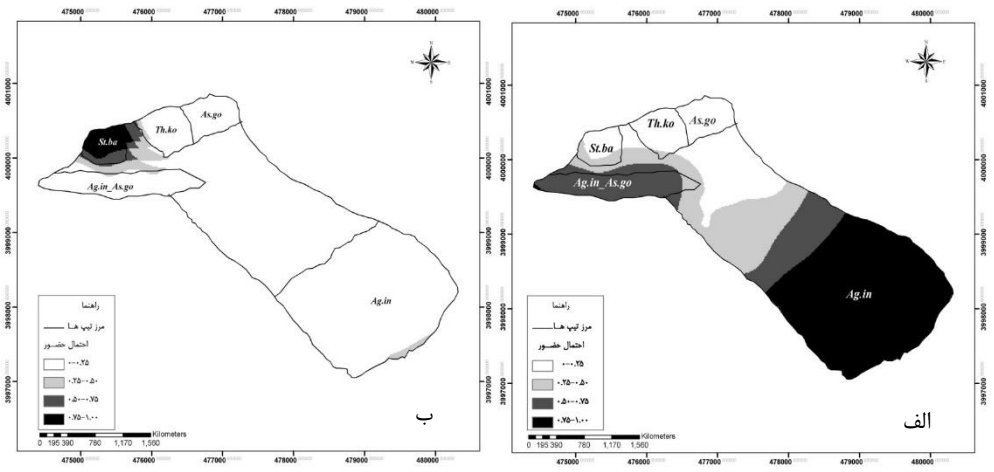
جدول ۵- تعیین توافق بین نقشه‌های پیش‌بینی و واقعی با استفاده از شاخص کاپا

گونه گیاهی	ضریب کاپا	توافق بین مقادیر پیش‌بینی و واقعی
A. intermedium	۰/۸۳	بسیار خوب
S. barbata	۰/۷۹	بسیار خوب



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

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-06-25]



شکل ۳- نقشه پیش‌بینی رویشگاه گونه‌های گیاهی،
الف: *Agropyron intermedium* و ب: *Stipa barbata*

بحث و نتیجه‌گیری

بررسی نتایج روش رگرسیون لوجستیک نشان داد که مهمترین عامل محیطی اثرگذار بر پراکنش گونهٔ *A. intermedium* ارتفاع از سطح دریا بوده است. با توجه به کوهستانی بودن منطقه مورد مطالعه، می‌توان گفت که عامل ارتفاع از سطح دریا به طور مستقیم با تأثیر بر عوامل محیطی دیگر مثل میزان بارندگی و درجه حرارت و به طور غیر مستقیم از طریق تأثیر بر تشکیل خاک بر پراکنش گونهٔ *A. intermedium* در منطقه تأثیر گذاشته است. پژوهشگرانی دیگر، ارتباط بین عوامل توپوگرافی و اقلیمی با پوشش گیاهی را تأیید کرده‌اند (Villers-Ruiz *et al.*, 2003; Noohi *et al.*, 2000). نتایج حاصل از بررسی‌های میدانی، آزمایشگاه خاک، نقشه‌های عوامل محیطی و نقشه‌های پیش‌بینی ایجاد شده نیز نشان می‌دهد مناطقی که مدل پراکنش این گونه را پیش‌بینی کرده است، از نظر فیزیوگرافی، بیشترین میزان ارتفاع (۲۵۴۳ متر) و کمترین مقدار آهک (۳/۲۶) را نسبت به سایر رویشگاه‌ها دارد. نتایج پژوهش‌های دیگری که در منطقهٔ طالقان میانی انجام شده است این مطلب را تأیید می‌کند (Piry Sahragard *et al.*, 2011; Zare Chahouki *et al.*, 2011) نتایج مطالعات خاک‌شناسی نشان می‌دهد که بافت خاک در رویشگاه این گونه از سنگین و نوع لوم رسی است. محققان بیان کردند که این گیاه خاک‌های نیمه‌عمیق، عمیق، بافت متوسط، بدون شوری و قلیایی را می‌پسندد و در خاک‌هایی که درصد رس بیشتری دارند، از فراوانی بیشتری برخوردار است (Azarnivand & Zare Chahouki, 2008). در پژوهشی در مراتع دنبلید طالقان بیان شد که رویشگاه گونهٔ *A. intermedium* با شیب رابطه همبستگی

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-06-25]

معنی‌دار دارد و در خاک‌هایی با شیب بالا و آهک و اسیدیته اندک احتمال حضور این گونه افزایش می‌یابد (Zare Chahouki *et al.*, 2011). همچنین در پژوهشی که در مراتع ییلاقی پلور انجام شد، مشخص گردید که ارتفاع از سطح دریا از مهمترین عوامل محیطی مؤثر در تفکیک رویشگاه‌های گونهٔ *Agropyron cristatum* نیز بوده است (Shokrollahi *et al.*, 2011). براساس نتایج روش رگرسیون لوجستیک، افزایش آهک خاک تأثیر مستقیم بر توزیع رویشگاه گونهٔ *S. barbata* دارد. آهک از نمک‌هایی است که دارای حلالیت کم در آب است و زمانی که به صورت محلول درآید، تولید قلیای قوی می‌کند و رشد گیاهانی را که به pH اسیدی نیاز دارند، با مشکل مواجه می‌کند. البته برخی از گیاهان با میزان زیاد این ماده در خاک سازگار شده و در خاک‌هایی با میزان آهک بالا نیز استقرار می‌یابند که در این تحقیق در مورد گونه *S. barbata* این مطلب صدق می‌کند. جعفری و همکاران (Jafari *et al.*, 2006) در پژوهشی در مراتع استان قم بیان کردند که حضور گونهٔ *Stipagrostis plumosa* با افزایش درصد آهک خاک رابطهٔ مستقیم دارد. در تحقیقی مشخص شد که عوامل خاکی در استقرار و پراکنش گونهٔ *S. barbata* نقش پر رنگ‌تری از عوامل اقلیمی دارند (Abdollahi *et al.*, 2011) و این گونه در دامنه‌ها و شیب‌های مناطقی خشک کوهستانی کشور بیشتر دیده می‌شود (Farahani *et al.*, 2008). به‌طوری‌که از این گیاه به‌عنوان یکی از مهمترین گندمیان علوفه‌ای مناسب برای احیای مناطق خشک و مدیترانه‌ای یاد شده است (Sankary, 1979). با توجه به رابطه رگرسیون لوجستیک، جهت رویشگاه این گونه که رو به شمال است تأثیر منفی بر توزیع این گونه داشته است. دلیل این امر را می‌توان اقلیم منطقهٔ طالقان دانست که بر اساس روش دومارتن فراسرد ارتفاعی است و دامنه شمالی همواره دمای کمتری نسبت به دامنه جنوبی دارد. بررسی‌هایی که پژوهشگران روی فنولوژی این گیاه در مناطق مختلف انجام دادند، نشان می‌دهد 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 اندازه کافی انرژی گرمایی دریافت کند (Ehsani *et al.*, 2013). در مطالعه‌ای که در مراتع هزارجریب بهشهر انجام شد، معلوم شد که گونهٔ *S. barbata* بیشتر در جهت‌های جنوبی و غربی پراکنده شده است (Taghipour & Rastgar, 2010). در مطالعه‌ای از بین متغیرهای خاکی، افزایش سیلت خاک در رشد و گسترش گونه استیپا نقش مؤثری داشت (Abdollahi *et al.*, 2011).

با وجود اینکه ضریب کاپای به دست آمده از مقایسه نقشه پیش‌بینی رویشگاه گونهٔ *S. barbata* با واقعیت زمینی، رویشگاه این گونه را در سطح خوب پیش‌بینی کرده است، ولی مقدار آن نسبت به رویشگاه گونهٔ *A. Intermedium* اندکی کمتر است. از دلایل این امر می‌توان بیان کرد که گونهٔ *S. barbata* نسبت به گونهٔ *A. Intermedium* دامنه بوم‌شناختی وسیع‌تری دارد، بنابراین کارایی مدل برای تشخیص حضور این گونه در سطح منطقه پایین‌تر است. زیرا مدل‌های پیش‌بینی رویشگاه برای

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-06-25]

گونـه‌هـایی کـه دارای دامنـهٔ بوم‌شـــنـاختی محـدودی هســـتنـد، تطـابق بهتری بـا واقعیـت دارنـد (Zare Chahouki *et al.*, 2009). پژوهشـــگران دیگری نیز با بررســـی دو روش CCA و رگرســـیون لوجســـتیک برای مدل‌ســـازی پیش‌بینی رویشـــگاه گونه‌های گیاهی به چنین نتیجه‌ای دســـت یافتند (Zare Chahouki, 2006; Khalasi ahvazi, 2010; Guisan *et al.*, 1999). همچنین پژوهشـــگرانی عملکرد دو روش رگرسـیون لوجستیک و Maxent را مقایسه کردند و به این نتیجه رسیدند که عملکرد هر کدام از این روش‌ها برای گونه‌های با شـرایط رویشگاهی مختلف متفاوت است (Rota *et al.*, 2011). دو گونهٔ *A. intermedium* و *S. barbata* از گراس‌های چندسـاله بوده که به خاطر استقرار آسان، قدرت رقابت بالا، تولید علوفه، حفاظت خاک و برای اصـلاح و احیاء مراتع از اهمیت زیادی برخوردارند. تلاش برای مدل سـازی پراکنش مکانی دو گونه مورد بررسـی بر اسـاس ویژگی‌های اکولوژیک آن‌ها می‌تواند گـامی مثبت در حفاظت و احیای این گونه‌های گیاهی باشـــد که نقش مهمی را در تولید علوفه دام و حفاظت خاک ایفا می‌کنند. به عنوان نمونه، در نتایج حاصل از این مطالعه مشخص شد که افزایش ارتفاع از سـطح دریا، تأثیر زیادی روی پوشش گونهٔ *A. intermedium* دارد. با توجه به اینکه با افزایش ارتفاع از سـطح دریا، میزان بارندگی افزایش یافته و درجه حرارت کاهش می‌یابد، میزان تولید و تراکم گیاه نیز افزایش می‌یابد. با تکیه به نتایج این مدل‌سازی می‌توان رویشگاه‌های دارای پراکنش فعلی یا قابل پژوهش برای کشـت گونهٔ *A. intermedium* به صورت بالقوه را شناسایی کرد تا با هدف ازدیاد در محیط طبیعی، گونهٔ *A. intermedium* به این مناطق انتقال یابد. صـــفائی و همکاران (Safaei *et al.*, 2013) نیز در پژوهشـی با تهیهٔ نقشـهٔ‌پراکنش بالقوهٔ گونهٔ‌گون زرد (*Astragalus verus Olivier*) با اسـتفاده از مدل رگرسـیون لوجسـتیک بیان کردند که مدل‌سازی پراکنش بالقوهٔ گونه‌های گیاهی می‌تواند در مکان‌یابی مناطق مستعد جهت احیای رویشگاه‌های بالقوهٔ گونه‌های مهم کمک شایانی نماید.

منابع

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

Azarnivand H., Zare Chahouki M.A. 2008. Range Improvement. Tehran University Press. 354 P. (In Persian).

Besag J. 1975. Statistical analysis of non-lattice data. The Statistician, 24: 179-195.

Ehsani, A., Yeganeh, H., Barati, H. 2013. Investigation on the phenology of *Stipa barbata* in steppe and semi-steppe rangelands of Iran. Iranian Journal of Range and Desert Research, 20 (3): 599-612. (In Persian).

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-06-25]

Carter G.M., Stolen E.D., Breininger D.R. 2006. A rapid approach to modeling species-habitate relationships. Journal of Biological conservation, 127: 237-244.

Ellenberg H., Weber H.E., Dull R. 1992. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Verlag Erich Goltze KG, 262.

Farahani E., Shahmoradi A., Zarekia S., Azhir F. 2008. Autecology of *Stipa barbata* in Tehran Province. Journal of Range and Desert Research, 15 (1): 86-94. (In Persian).

Hasani pak A.A. 1998. Geostatistical, Tehran University Press, 180P. (In Persian).

Jafari M., Zare Chahouki M.A., Tavili A., Kohandel A. 2006. Soil-vegetation relationships in rangelands of Qom province. Journal of Watershed Management Research (Pajouhesh & Sazandegi), 73: 110-116. (In Persian).

Jafarian Z., Arzani H., Jafari M., Zahedi G.H., Azarnivand H. 2008. 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).

Jafarian, Z. 2012. Spatial modeling of rangeland plant using ecological indicators and satellite data. Ph.D. thesis, Department of Natural Resources, Tehran University, 220 pp. (In Persian).

Jongman R.H.G., Break C.J.F., Tongeren O.F.R. 1987. Data Analysis in Community and Landscape Ecology. Cambridge University Press, Wageningen, 299 p.

Khalasi Ahwazi L. 2010. Habitat distribution modeling (case study: Semnan, North East). MSc Thesis, Department Natural Resources, Tehran University, 150p. (In Persian).

Miller J., Franklin J. 2002. Modeling the distribution of four vegetation alliances using generalized linear models and classification trees with spatial dependence. Journal of Ecological Modelling. 157 (2-3): 227-247.

Miller J. 2005. Incorporating Spatial Dependence in Predictive Vegetation Models: Residual Interpolation Methods, The Professional Geographer. 57(2): 169 184.

Monsserud D.M., Leemans R. 1992. Comparing Global Vegetation relationships in coastal desert plain of southern Sinai. Journal of Arid Environments. 55: 607-628.

Noohi S.N., Mesdaghi M., Heshmati GH.A. 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)

Piry Sahragard H., Azarnivand H., Zare Chahouki M.A., Arzani H., Qumi S. 2011. Study of effective environmental factors on distribution of plant communities in middle Taleghan basin. Journal of Range and Watershed Management, Iranian Journal of Natural Resources. 64 (1):1-12. (In Persian).

Safaei M., Tarkesh M., Basiri M., Bashari H. 2013. Determining the potential habitat of *Astragalus verus* Olivier using the geostatistical and logistic regression

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-06-25]

methods. Journal of Arid Biome Scientific and Research. 3 (1):43-54. (In Persian).

Saki M., Tarkesh M., Basiri M., Vahabi M. 2012. The use of logistic regression tree model in determine Habitat Potential of *Astragalus verus species*. Journal of Applied Ecology, 1 (2): 27-37. (In Persian).

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.

Shokrollahi SH., Moradi H.R., Dianati Tilaki Gh.A. 2011. A survey of some environmental factors affecting on distribution of *Agropyron cristatum* (Case study: Polur Summer rangelands, Mazandaran province). Journal of Watershed Management Research (Pajouhesh & Sazandegi). 97: 111-119. (In Persian).

Taghipour A., Rastgar Sh. 2010. Role of physiography on vegetation cover using GIS (Case of Hezarjarib's Rangelands, Mazandaran province). Journal of Rangeland, 4: 168-177. (In Persian).

Villers-Ruiz L., Trejo-Vazquez I., Lipez-Blanco J. 2003. Dry vegetation in relation to the physical environment in the Baja California Peninsula, Mexico. Journal of Vegetation Science. 14: 517-524.

Virgilio N.D., Monti A., Venturi G. 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.

Wu H., Huffer F.W. 1997. Modeling the distribution of plant species using the autologistic regression model. Journal of Ecological Statistics. 4: 49-64.

Zare Chahouki, M.A. 2006. Modelling the spatial distribution of plant species in arid and semi-arid rangelands. PhD Thesis, Faculty of Natural Resources, University of Tehran. 180 p. (In Persian).

Zare Chahouki M.A., Zarei A., Jafari M. 2011. Effective environmental factors on distribution of plant species (Case study: Donbalid rangelands of Taleghan), Journal of Watershed Management Research (Pajouhesh & Sazandegi). 94: 65-73. (In Persian).

Zare Chahouki M.A., Zarei A., Jafari M. 2011. Effective environmental factors on distribution of plant species (Case study: Donbalid rangelands of Taleghan), Journal of Watershed Management Research (Pajouhesh & Sazandegi). 94: 65-73. (In Persian).

Zare Chahouki M.A., Yousefi M., Zare Arani M., Zare Chahoki A. 2009. Effective factors on presence on *Rheum ribes* and preparing the predicted map of it's (Case study: Chah-torosh Rangelands of Yazd province). Journal of Watershed Management Research (Pajouhesh & Sazandegi). 85: 72-79. (In Persian).

Zhao L.P., Prentice R.L. 1990. Correlated binary regression using a quadratic exponential model. Journal of Biometric. 77: 642-648.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-06-25]