دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "حفاظت زیست بوم گیاهان"
دوره دهم، شماره بیستم
http://pec.gonbad.ac.ir

علمی-پژوهشی

مکان‌یابی کشت گیاه عجوه (*Aellenia subaphylla* C.A.Mey.) در مراتع قشلاقی استان گلستان

وحید آرانیان [۱]، حمید نیک‌نهاد قرماخر [۲*]، چوقی بایرام کمکی [۳]، حسین کاظمی [۴]

[۱] دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد مرتعداری، دانشکده مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان

[۲] دانشیار گروه مدیریت مرتع، دانشکده مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان

[۳] استادیار گروه مدیریت مناطق بیابانی، دانشکده مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان

[۴] دانشیار گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۳/۱۳

چکیده

هدف از مکان‌یابی کشت گیاهان مرتعی پیش‌بینی قابلیت‌ها و محدودیت‌های مراتع برای کاشت گیاهان مرتعی است. گونه گیاهی عجوه (*Allenia subaphylla*) مقاوم به خشکی و شوری است و در مراتع قشلاقی علوفه قابل‌توجهی تولید می‌کند. در این تحقیق برای مکان‌یابی مناطق مناسب کشت این گونه گیاهی در مراتع قشلاقی استان گلستان در سال ۱۳۹۷ از سامانه اطلاعات جغرافیایی به دو روش منطق کلاسیک و منطق فازی استفاده شد. بدین منظور ابتدا اطلاعات و لایه‌های موردنیاز از محدوده مورد مطالعه جمع‌آوری و نقشه‌های مورد نیاز تهیه شد. سپس با توجه به نیازهای بوم‌شناختی عجوه لایه‌های موردنظر برای روش منطق کلاسیک در دو کلاس مناسب و نامناسب و برای روش فازی در چهار کلاس کاملاً مناسب، مناسب، نسبتاً مناسب و نامناسب طبقه‌بندی شد. آنگاه با روی‌هم‌گذاری و تلفیق لایه‌های طبقه‌بندی‌شده نقشه‌های خروجی با دو روش منطق کلاسیک و فازی به‌دست آمد. نتایج مکان‌یابی عجوه با روش منطق کلاسیک بیانگر آن است که ۴۷/۵ درصد از مراتع قشلاقی استان گلستان برای کشت عجوه مناسب و ۵۲/۵ درصد نامناسب است، حال آنکه روش منطق فازی نشانگر آن است که ۱۵/۸ درصد از مراتع مورد مطالعه برای کشت عجوه کاملاً مناسب، ۱۳/۸ درصد مناسب، ۲۶/۲ درصد نسبتاً مناسب و ۴۴/۲ درصد نامناسب است. نتایج نشان داد که شوری بالا، اسیدیته خاک

*نویسنده مسئول: niknahad@gau.ac.ir

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-19]

و شرایط دمایی از عوامل محدودکننده کشت عجوه در مراتع قشلاقی تخریب‌شده استان گلستان هستند. مضاف برآن، روش منطق فازی در مقایسه با روش منطق کلاسیک نتایج بهتر و دقیق‌تری در اختیار ما می‌گذارد و لذا برای مکان‌یابی مناطق مناسب کشت گونه‌های مرتعی توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: **اصلاح مرتع، منطق کلاسیک، منطق فازی، سامانه اطلاعات جغرافیایی**

مقدمه

ایران دارای سطحی بالغ بر ۱۶۴ میلیون هکتار عرصه منابع‌طبیعی تجدیدشونده است که حدود ۵۴ درصد آن مرتع است (مصداقی، ۱۳۷۷). مراتع کشور در بسیاری از نقاط براثر بهره‌برداری‌های بی‌رویه و غیراصولی تخریب‌شده‌اند و نیازمند اصلاح و احیاء هستند (آذرنیوند و همکاران، ۱۳۸۶).

مکان‌یابی فعالیتی است که امکان انتخاب مکان مناسب برای کاشت یک گیاه خاص را فراهم می‌آورد (سلمان ماهینی، ۱۳۸۷).

منطق کلاسیک (بولین) یکی از ساده‌ترین و شناخته‌شده‌ترین مدل‌های GIS است که برای مکان‌یابی مناطق مناسب کشت گونه‌ها از آن استفاده می‌شود (Bhowmick et al., 2014) و در آن وزن همه محدودیت‌ها یکسان درنظر گرفته می‌شود و با یکدیگر جمع و یا در هم ضرب می‌شوند و معمولاً برای تفکیک مناطقی که دارای مجموعه‌ای از شرایط و ویژگی‌های موردنظر باشند، کاربرد دارد. منطق کلاسیک بر مبنای اعداد ۱ و ۰ و لزوم درستی در مورد وجود یا نبود هر پدیده مورد بررسی در فرآیند مکان‌یابی است. یعنی نقشه‌های استانداردشده‌ای که در آن‌ها مناطق به دو گروه مطلوب و نامطلوب تقسیم می‌شوند (کاظمی، ۱۳۹۲). در منطق فازی به‌جای دو حالت گزاره "درست یا غلط" یا "صفر یا یک " منطق کلاسیک (بولین)، ارزش عضویت در یک مجموعه برای هر عضو حالتی خاکستری بین صفرتا یک است. به‌عبارت‌دیگر، در منطق دوتایی کلاسیک ارزش تعلق یک عضو به یک مجموعه دارای دو عضو صفر و یک است؛ درحالی‌که در نظریه مجموعه فازی ارزش عضویت بی‌نهایت و درواقع ارزشی پیوسته بین صفر تا یک را دارا است (Glöckner, 2006). کاربرد منطق بولین در عین کارایی در انعکاس نتایج گویا از عوامل موثر در مکان‌یابی صحیح، ممکن است برخی موارد حایز اهمیت را به دلیل ارائه نتایج در قالب دو گزینه صفر و یک نشان ندهد (یوسفی و همکاران، ۱۴۰۰)؛ لذا در تحقیق حاضر ارزیابی شاخص‌ها از طریق منطق فازی نیز انجام شد و نتایج آن با نتایج حاصل از منطق بولین مقایسه گردید.

مطالعه تعیین زیستگاه بالقوه سه گونه بومی *Quercus persica*، *Pistacia atlantica*، *Amygdalous scoparia* در منطقه سیاه‌کوه شهرستان ایلام با استفاده از روش منطق کلاسیک (Mahdavi et al., 2017) نشان داد که از کل مساحت منطقه موردمطالعه، ۴۱/۴۱ درصد

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-19]

برای گونه *Q.persica*، ۳۶/۶۹ درصد برای *P.atlantica* و ۱۹/۷۸ درصد برای گونه *A. scoparia* مناسب است. مطالعه مکان‌یابی اراضی مناسب برای کشت جولخت (*Hordeum vulgare*) بر اساس منطق کلاسیک (کاظمی، ۱۳۹۲)، نشانگر آن است که سطح وسیعی از اراضی شهرستان گرگان برای تولید جولخت مناسب است.

مطالعه مکان‌های مستعد کشت *Haloxylon ammodendron* بر اساس عوامل خاکی و با استفاده از روش تصمیم‌گیری فازی (Matinkhah et al., 2016) نشان داد که روش تصمیم‌گیری فازی ابزاری قدرتمند برای پیش‌بینی مناطق مناسب کشت این‌گونه و سایر گونه‌ها است. نتایج اعلمی و همکاران (Alami et al., 2014) در خصوص مکان‌یابی کشت گونه *Taxus baccata* با استفاده از روش‌های ارزیابی چندمتغیره و منطق کلاسیک با استفاده از ۱۰ پارامتر مختلف نشانگر آن است که در روش منطق کلاسیک ۶۲۱۸ هکتار از کل منطقه مورد مطالعه (۳۰۵۵۴ هکتار) مناسب و ۲۴۳۳۶ هکتار از منطقه برای کشت این‌گونه نامناسب تخمین زده شد؛ و در روش ارزیابی چندمتغیره، ۲۴۸۲ هکتار از کل منطقه مناسب و ۶۱۸۱ هکتار از منطقه برای کشت گونه *T. baccata* نامناسب برآورد شد ونتیجه‌گیری گردید که برای تعیین مناطق مناسب کشت گونه *T. baccata*، روش ارزیابی چند متغیره مناسب‌تر است. مکان‌یابی توسعه گیاه دارویی کاکوتی با استفاده از روش ANP Fuzzy در حوزه آبخیز سبلان استان اردبیل نشانگر آن است که معیارهای ارتفاع، دما، عمق خاک و درصد شیب مهم‌ترین معیارهای موثر برای کشت و توسعه این گیاه در منطقه مورد مطالعه است (علی‌خواه اصل و همکاران، ۱۴۰۰). نتایج عباسی و همکاران (۱۴۰۰) در خصوص مطلوبیت رویشگاه *Astragalus gossypinus* در طالقان میانی نشانگر آن است که این گونه گیاهی با افزایش ارتفاع و عمق و ماده آلی خاک گرایش به پراکندگی بیشتری دارد. مدل‌سازی پراکندگی مکانی گونه دارویی *Vaccinium arctostaphylos* با روش رگرسیون لجستیک در مراتع شهرستان نمین نشان داد که پراکندگی این گونه گیاهی با درصد شیب، درصد سیلت، بافت خاک و میزان فسفر قابل تبادل خاک رابطه مستقیم دارد (عزیزی کله سر و همکاران، ۱۴۰۰). استفاده از روش‌های داده‌محور در مراتع پشتکوه استان یزد نشانگر آن است که هدایت الکتریکی و اسیدیته خاک دارای بیشترین تاثیر در پراکندگی گونه *Artemisia sieberi* Besser هستند (پیری صحراگرد و زارع چاهوکی، ۱۴۰۰). مکان‌یابی اجرای عملیات بوته‌کاری با استفاده از مدل تحلیل سلسله مراتبی فازی در حوضه آبخیز مراوه‌تپه استان گلستان نشانگر آن است که معیارهای اقلیم (زیر معیار متوسط بارندگی سالانه) و خاک‌شناسی (زیر معیار شوری) مهمترین عوامل اکولوژیک موثر بر بوته‌کاری در آن منطقه هستند (کیخا و همکاران، ۱۳۹۹). مدل‌سازی مطلوبیت رویشگاه *Astragalus podolobus* در مراتع قشلاقی استان گلستان بیانگر آن است که دما و بارش مهمترین عوامل پراکندگی این گونه گیاهی هستند (Azimi et al.,

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-19]

2021). امکان‌سنجی کاشت یونجه یکساله در شهرستان آق‌قلا در استان گلستان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و روش تصمیم‌گیری چندمعیاره نشانگر آن است که میزان بارش اندک، EC بالا (در حدود ۳۰ دسی‌زیمنس برمتر)، محتوای پایین ماده آلی، کلسیم و پتاسیم در دسترس موجود در خاک از عوامل محدودکننده کشت یونجه یکساله در شهرستان آق‌قلا در استان گلستان هستند (نصراللهی و همکاران، ۱۳۹۴).

مراتع قشلاقی استان گلستان تحت تأثیر عوامل معیشتی، مدیریتی، اجتماعی و اقتصادی و حقوقی و قانونی در معرض تخریب قرار دارند (شهرکی و بارانی، ۱۳۹۱). این مراتع در اثر بهره‌برداری غیراصولی و فشار زیاد چرای دام به‌شدت تخریب شده‌اند و برای بازیابی توان مرتع نیازمند مرتع‌کاری هستند (کیخا و همکاران، ۱۳۹۹).

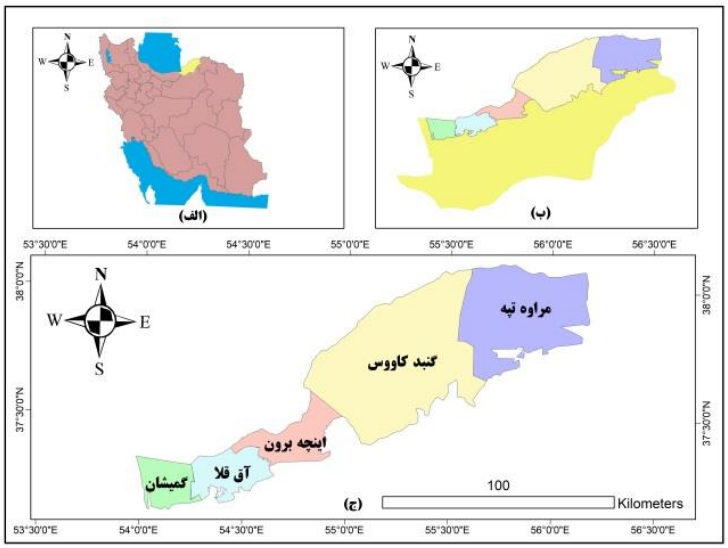
گیاه عجوه (*Allenia subaphylla*) از جنس Aellenia و خانواده Chenopodiaceae است. گونه بوته‌ای چندساله، خوش‌خوراک با ۲۰/۶۰ ٪ پروتئین خام در مرحله گلدهی، مقاوم به شوری و خشکی و تولید علوفه زیاد است که در مراتع قشلاقی، مراتع میان‌بند و حاشیه کویرهای داخلی منطقه ایران و تورانی دیده می‌شود. زمان گلدهی آن اواخر بهار و تابستان و زمان رسیدن میوه آن پاییز است (اسدی، ۱۳۸۰؛ قربانیان و همکاران، ۱۳۹۵؛ مظفری و همکاران، ۱۳۸۶). عجوه، گستره وسیعی از خاک‌های مناطق خشک را تحمل می‌کند. و به‌صورت گونه همراه با تاغ، اشنان، قیچ، درمنه، انواع گون و انواع سالسولا دیده می‌شود. رشد سالانه و سرسبزی این گونه در مقایسه با سایر گونه ها بیشتر است و به نظر می‌رسد در مواقع کاهش بارش و وقوع خشکسالی توان تولید بیشتری نسبت به سایر گونه‌ها دارد (قربانیان و همکاران، ۱۳۹۵). این گونه گیاهی، در برابر تغییرات عوامل اکولوژیکی مقاوم است؛ به‌طوری‌که اراضی شور و کم بازده کشاورزی برای استقرار این‌گونه و ایجاد چراگاه‌های موقت و یا دائمی مناسب است (قربانیان و همکاران، ۱۳۹۵). باتوجه به خصوصیات فوق الذکر، این گونه گیاهی قابلیت استفاده وسیع در برنامه‌های اصلاح و احیای مراتع تخریب‌شده منطقه ایران و تورانی را دارا است. نظر به توانایی سامانه اطلاعات جغرافیایی در مکان‌یابی مناطق مناسب کشت گونه‌های مختلف گیاهی، مکان‌یابی مناطق مستعد کشت گونه گیاهی عجوه می‌تواند در موفقیت پروژه‌های اصلاح و احیای مراتع قشلاقی استان گلستان نقش به‌سزایی ایفا نماید.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-19]

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

مراتع قشلاقی استان گلستان در محدوده طول جغرافیایی°۵۴ و ′۴ تا °۵۵ و ′۵۲ شرقی و عرض جغرافیایی °۳۷ و ′۱۰ تا °۳۷ و ′۴۶ شمالی قرارگرفته است و مساحت آن در حدود ۶۷۷۰کیلومترمربع است. این مراتع از شمال به مرز ترکمنستان، از غرب به دریای خزر، از شرق به مرز استان خراسان‌شمالی و از جنوب به جاده بندرترکمن-آق‌قلا-گنبدکاووس-کلاله- مراوه‌تپه محدود می‌شود و همه‌ساله از اوایل آذرماه لغایت اواخر اسفندماه مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد. مراتع قشلاقی استان گلستان را می‌توان به ۵ بخش (گمیشان، آق قلا، اینچه برون، گنبدکاووس و مراوه‌تپه) تقسیم نمود (شکل ۱) که در اقلیم (نیمه خشک تا نیمه بیابانی)، توپوگرافی (صاف و ۱۸- متر از سطح دریا در گمیشان تا تپه ماهور و ۶۲۰ متر بالاتر از سطح دریا در مراوه‌تپه)، خصوصیات خاک (شور در غرب تا غیرشور در شرق) و سطح سفره آب زیرزمینی (خیلی نزدیک به سطح زمین در غرب تا چند صد متر پایین تر از سطح زمین در شرق منطقه مورد مطالعه) و گونه‌های غالب (جدول ۱) با یکدیگر متفاوت هستند (Niknahad-Gharmakher et al., 2017).



شکل ۱- موقعیت مراتع قشلاقی استان گلستان

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-19]

جمع‌آوری داده‌ها و تهیه لایه‌ها

اطلاعات و داده‌های خاک (بافت خاک، هدایت الکتریکی و اسیدیته) از کتابچه طرح‌های مرتع‌داری کل مراتع قشلاقی استان گلستان (۶۷۵۶ کیلومتر مربع) استخراج شد و به‌منظور صحت‌سنجی اطلاعات مندرج در کتابچه‌های فوق‌الذکر، ۴۰ نمونه از خاک سطحی (۰-۲۰ سانتی‌متر) مناطق کلید سامان‌های عرفی مختلف به صورت کاملاً تصادفی جمع‌آوری شد، بافت آنها به روش هیدرومتری، اسیدیته خاک در گل اشباع و با استفاده از pH متر و هدایت الکتریکی خاک در عصاره گل اشباع و با استفاده از EC متر به‌دست آمد. پس از تبدیل واحدها و آماده‌سازی داده‌ها، ابتدا نرمال بودن داده‌ها بررسی شد و بعد در محیط نرم‌افزار Arc GIS نسخه ۱۰/۵ نقشه رستری آن‌ها تهیه شد. نقشه شیب از روی مدل رقومی ارتفاع (DEM) تهیه شده از ALOS[1] در محیط ArcMap تهیه شد. به‌منظور تهیه نقشه رقومی دمای سالیانه و میزان بارندگی سالیانه از آمار و اطلاعات ایستگاه‌های هواشناسی موجود در استان گلستان در یک دوره آماری از سال ۱۹۷۹ تا سال ۲۰۱۶ و نرم‌افزار ArcMap استفاده شد. دوره‌های آماری به‌کار گرفته شده پایه زمانی مشترک داشتند و در چند مورد از روش همبستگی برای تکمیل آمار استفاده گردید. تمامی لایه‌های موردنظر با اندازه سلول ۱۰۰متر در ۱۰۰متر تهیه شدند.

[1] Advanced Land Observing Satellite

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-19]

جدول ۱ - مشخصات مناطق مختلف مراتع قشلاقی استان گلستان

منطقه	گونه غالب	نام گونه‌های همراه	وسعت (km^2)	میانگین دمای سالیانه (C°)	میانگین بارندگی سالیانه (mm)
گمیشان	*Halocnemum strobilaceum - Aleuropus lagopoides*	*Halostachys caspica / Puccenlla distans / Salsola turcamanica*	۴۲۳	۱۸/۲	۴۱۸
آق‌قلا	*Artemisisa sieberi – Poa bulbosa / Halucnemum strobilaseum – Aleuropus litoralis*	*Puccenlla distans / Hordeum marinum / Salsola sp. / Tamarix rassimia / Plantago sp.*	۵۵۲	۱۷	۳۴۳
گنبدکاووس	*Poa bulbosa*	*Hordeum sp. / Artemisia sieberi / Andropogon ischaemum / Medicago sp.*	۳۲۴۸	۱۷/۳	۲۹۰
اینچه‌برون	*Halocnemum strobilaseum*	*Aeluropus lagopoides / Plantago sp./ Salsola sp.*	۶۱۵	۱۷	۳۰۴
مراوه‌تپه	*Poa bulbosa*	*Cynodon dactylon / Bromus tectorum / Medicago sp./ Artemisia / Festuca ovina sieberi*	۱۹۱۸	۱۷/۷	۳۵۰

منابع: سلامی و همکاران (۱۳۹۵)، عبدی و همکاران (۱۳۹۲)، کم و همکاران (۱۳۹۳)، مصطفوی‌زاده و همکاران (۱۳۹۲)، فلاحتگر و همکاران (۱۳۸۹)، حسینی و همکاران (۱۳۹۳).

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-19]

تعیین نیازهای اکولوژیک عجوه

برای تعیین میانگین دما و بارش سالیانه مورد نیاز عجوه از اطلاعات و آمار هواشناسی رویشگاه‌های این گیاه استفاده شد؛ برای تعیین بافت خاک و دامنه تحمل گیاه به اسیدیته، نمونه‌های خاک از محل رویش این گیاه در مناطق مختلف ایران (سبزوار، سمنان، تربت‌جام و بیرجند) از عمق ۲۰-۰ و ۵۰-۲۰ سانتی‌متر از پای بوته‌ها و بین بوته‌ها به تعداد ۲۷ نمونه جمع‌آوری شد و میزان اسیدیته (pH) حاک اندازه‌گیری و بافت آن تعیین شد. دامنه تحمل بذر این گونه گیاهی به شوری خاک در آزمایشگاه از طریق اعمال تنش شوری با استفاده از کلرید سدیم (۰، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ دسی زیمنس بر متر) بررسی گردید (Saberi et al., 2017)؛ با توجه به رویشگاه‌های عجوه (مراتع قشلاقی و میان‌بند)، حداکثر شیب مجاز برای پروژه‌های مرتعکاری (۲۰ درصد) سقف شیب مجاز برای کشت این گیاه درنظر گرفته شد (آذرنیوند و زارع چاهوکی، ۱۳۹۱).

نحوه مکان‌یابی مراتع قشلاقی استان گلستان جهت کشت عجوه با روش منطق کلاسیک

پس از تعیین نیازهای بوم‌شناختی عجوه (آذرنیوند و زارع چاهوکی، ۱۳۹۱؛ افتخاری و اسدی، ۱۳۸۰؛ آذرنیوند و همکاران، ۱۳۸۸؛ ملافیابی و همکاران، ۱۳۹۲, هدایتی‌زاده و همکاران، ۱۳۸۷؛ Gintzburger et al., 2003) و درجه‌بندی آن‌ها در دوطبقه مناسب و نامناسب (جدول۲)، لایه‌های اطلاعاتی موردنیاز (میانگین دمای سالیانه، میانگین بارش سالیانه، شیب، بافت خاک، شوری خاک و اسیدیته خاک) در محیط ArcMap تهیه شد. سپس، طبقه‌بندی هر لایه بر اساس منطق کلاسیک و طبق جدول نیازهای محیطی عجوه در محیط ArcMap در دوطبقه مناسب (ارزش۱) و نامناسب (ارزش صفر) صورت گرفت. آنگاه تلفیق لایه‌ها انجام شد و مدل اجرا گردید.

نحوه مکان‌یابی مراتع قشلاقی استان گلستان برای کشت عجوه با روش فازی

در منطق کلاسیک ارزش تعلق یک عضو به یک مجموعه دارای دو عضو صفر و یک است؛ درحالی‌که در نظریه مجموعه فازی ارزش عضویت بی‌نهایت و درواقع ارزشی پیوسته بین صفر تا یک را دارا است. بنابراین، این واقعیت باعث می‌شود منطق فازی نزدیک به تفکر انسان باشد. اعضا در مجموعه، علاوه بر عضو بودن یا نبودن، می‌توانند بین دو حالت نیز ارزش عضویت تعریف شده، داشته باشند (Glöckner, 2006). پس از تعیین نیازهای اکولوژیک عجوه، درجه عضویت فازی (بین صفرتا یک) تعیین و سپس در نرم‌افزار اکسل فرمول و نمودار فازی آن به دست آمد. سپس در محیط ArcMap فرمول فازی برای هر لایه اجرا شد و لایه‌های فازی شامل میانگین دما و بارش سالیانه، شیب، بافت، شوری و اسیدیته خاک تولید شد. درنهایت روی‌هم‌گذاری و تلفیق لایه‌ها انجام شد و پس از آن نقشه‌های نهایی در چهار

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-19]

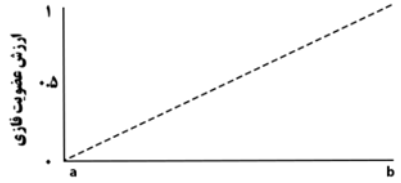
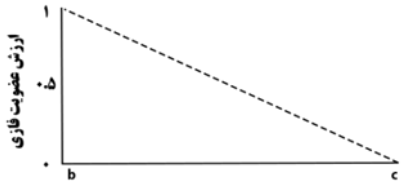
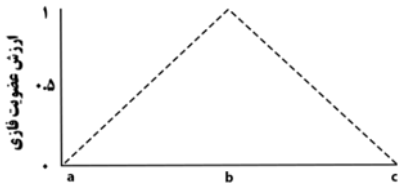
کلاس نامناسب، نسبتاً مناسب، مناسب و کاملاً مناسب به‌دست آمد. جدول (۳) شکل تابع عضویت فازی لایه‌های به‌کاررفته در مکان‌یابی کشت گونه عجوه را در مراتع قشلاقی استان گلستان نشان می‌دهد. در نهایت تحلیل داده‌های خروجی با روش FreeViz انجام شد. روش FreeViz، یک الگوریتم ریاضی و روش بهینه‌سازی است که تأثیرگذارترین نمونه‌ها را از کلاس‌های مختلف جدا می‌کند و آنها را ارائه می‌دهد. در یک گراف تنها، تجسم حاصل از FreeViz می‌تواند یک دید کلی از طبقه‌بندی موضوع مورد مطالعه را نشان دهد، روابط جداپذیری بین کلاس‌ها و عارضه‌ها براساس عوامل موثر را نشان می‌دهد، تعاملات خصوصیات عارضه‌ها را کشف می‌کند و اطلاعات مربوط به شباهت‌های درون کلاس‌ها را ارائه می‌دهد (Demsar et al., 2007).

جدول۲- درجه‌بندی عوامل محیطی بر اساس منطق کلاسیک برای کشت عجوه

عامل محیطی	درجه مناسب	درجه نامناسب
میانگین بارش سالیانه (میلی‌متر)	۱۹۰ – ۹۰ و ۱۹۰ <	۹۰ >
میانگین دمای سالیانه (میلی‌متر)	۱۸ - ۱۴	۱۴ > و > ۱۸
شوری (دسی‌زیمنس بر متر)	۱۸ - ۰	۱۸ >
اسیدیته	۸/۵ - ۷	۸/۵ >
بافت خاک	تمامی کلاس‌ها	-
شیب (درصد)	۲۰ - ۰	۲۰ >

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-19]

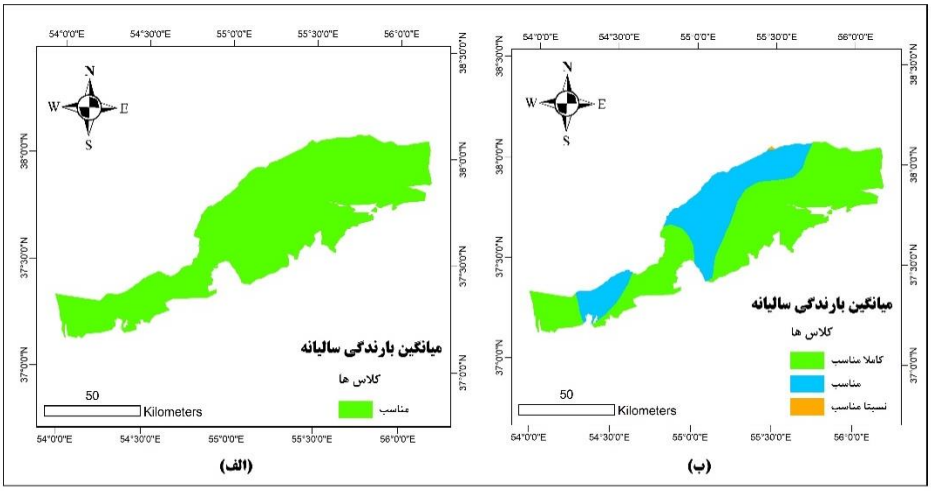
جدول ۳- شکل تابع عضویت فازی لایه‌های به‌کاررفته در مکان‌یابی

عوامل محیطی	نوع تابع مثلثی	فرمول	شکل
بارش	خطی افزایشی	$x \le a \rightarrow 0$ $a < x \le b \rightarrow \frac{(x-a)}{(b-a)}$ $x > b \rightarrow 1$	
هدایت الکتریکی شیب	خطی کاهشی	$x \le b \rightarrow 1$ $b < x \le c \rightarrow \frac{(c-x)}{(c-b)}$ $x > c \rightarrow 0$	
دما اسیدیته بافت خاک	مثلثی	$x \le a \rightarrow 0$ $a < x \le b \rightarrow \frac{(x-a)}{(b-a)}$ $b < x \le c \rightarrow \frac{(c-x)}{(c-b)}$ $x > c \rightarrow 0$	

نتایج

نتایج (شکل ۲)، نشانگر آن است که در صورت استفاده از منطق کلاسیک برای مکان‌یابی کشت عجوه، تمامی مراتع قشلاقی مورد مطالعه از نظر میانگین بارش سالانه در طبقه "مناسب" قرار می‌گیرند، اما درصورت استفاده از منطق فازی، مراتع مورد مطالعه عمدتاً در طبقه‌های "کاملاً مناسب" (۴۵۰۹ کیلومتر مربع) و "مناسب" (۲۲۵۷ کیلومتر مربع) قرار می‌گیرند (جدول‌های ۳ و ۴).

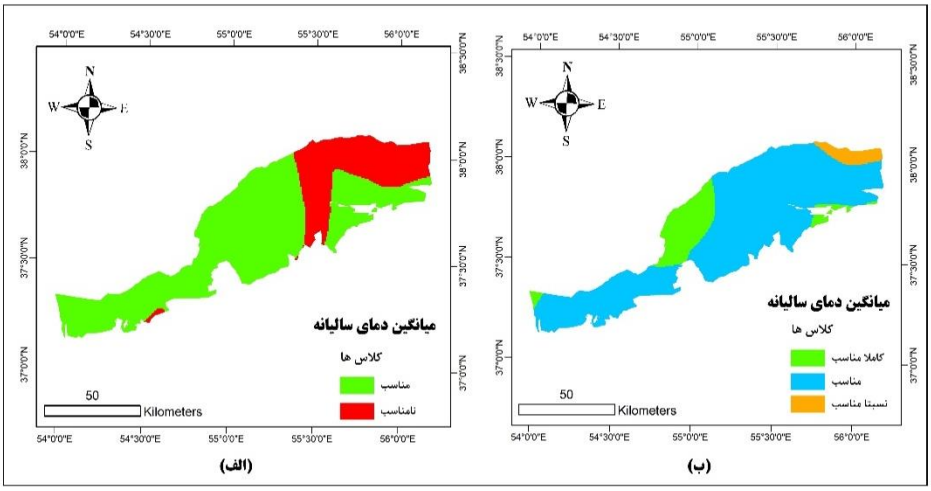
[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-19]



شکل ۲- طبقه‌بندی مراتع مناسب کشت عجوه بر اساس میانگین بارش سالانه (الف: منطق کلاسیک، ب: منطق فازی)

نتایج (شکل۳) نشانگر آن است که در مکان‌یابی اراضی مناسب کاشت عجوه در مراتع قشلاقی استان گلستان با استفاده از منطق کلاسیک و میانگین دمای سالیانه، ۴۹۱۵کیلومتر مربع در طبقه مناسب و ۱۸۵۸ کیلومتر مربع در طبقه نامناسب قرار می‌گیرند. حال آنکه کاربرد منطق فازی این مراتع را در سه طبقه کاملاً مناسب (۹۶۹ km۲)، مناسب (۵۵۵۳ km۲) و نسبتاً مناسب (۲۵۱ km۲) قرار می‌دهد (جدول های ۴ و ۵).

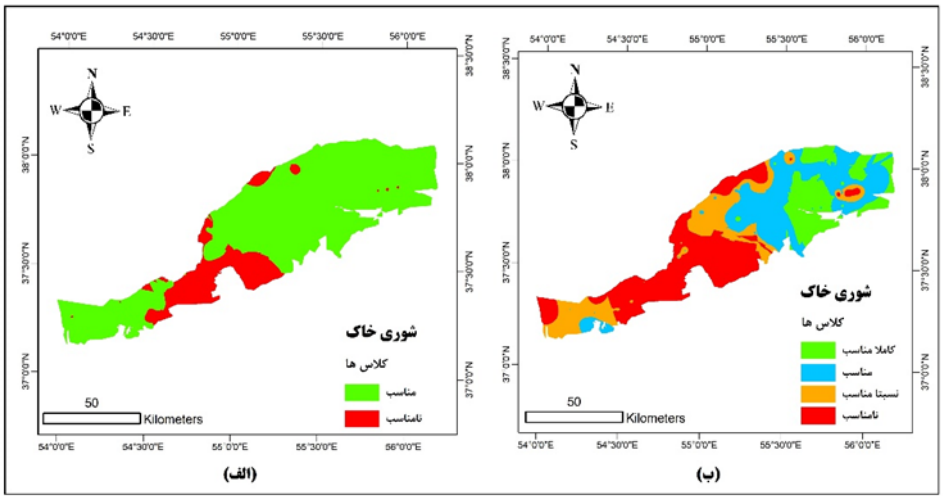
[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-19]



شکل ۳ - طبقه‌بندی مراتع مناسب کشت عجوه بر اساس میانگین دمای سالانه (الف: منطق کلاسیک، ب: منطق فازی)

نتایج (شکل ۴) بیانگر آن است که براساس منطق کلاسیک، ۱۱۲۴کیلومتر مربع از منطقه مورد مطالعه (عمدتاً مراتع منطقه اینچه‌برون و بخش‌هایی از مراتع گنبدکاووس) از نظر شوری خاک برای کشت عجوه مناسب نیستند (جدول ۳). طبقه‌بندی مراتع مورد مطالعه با استفاده از منطق فازی منجر به تفکیک ۴ رده نامناسب (۲۲۵۴ km۲)، نسبتاً مناسب (۱۳۳۲ km۲)، مناسب (۲۰۱۲ km۲) و کاملاً مناسب (۱۱۷۵ km۲) گردید (جدول ۴). براین اساس، شوری خاک در مراتع گمیشان، آق‌قلا، اینچه‌برون و بخش‌های غربی مراتع گنبدکاووس برای کشت عجوه محدودیت‌زا است.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-19]

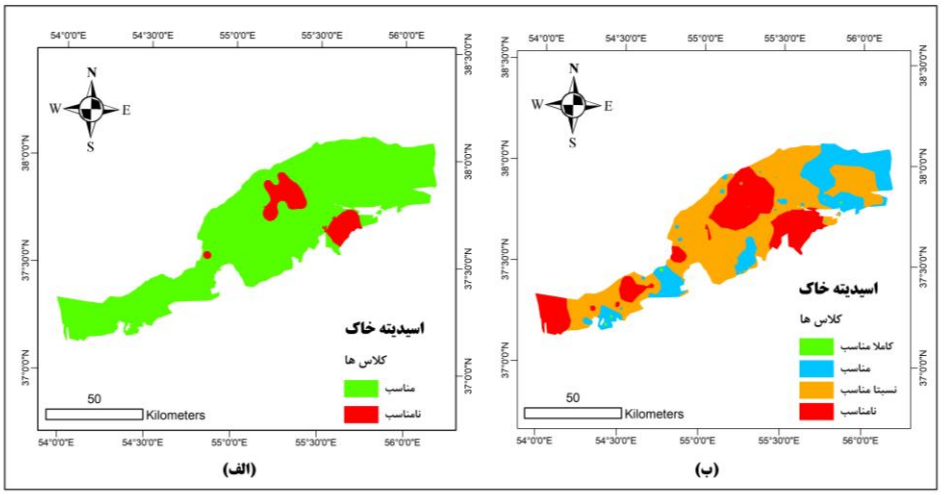


شکل۴- طبقه‌بندی مراتع مناسب کشت عجوه بر اساس میانگین شوری خاک (الف: منطق کلاسیک، ب: منطق فازی)

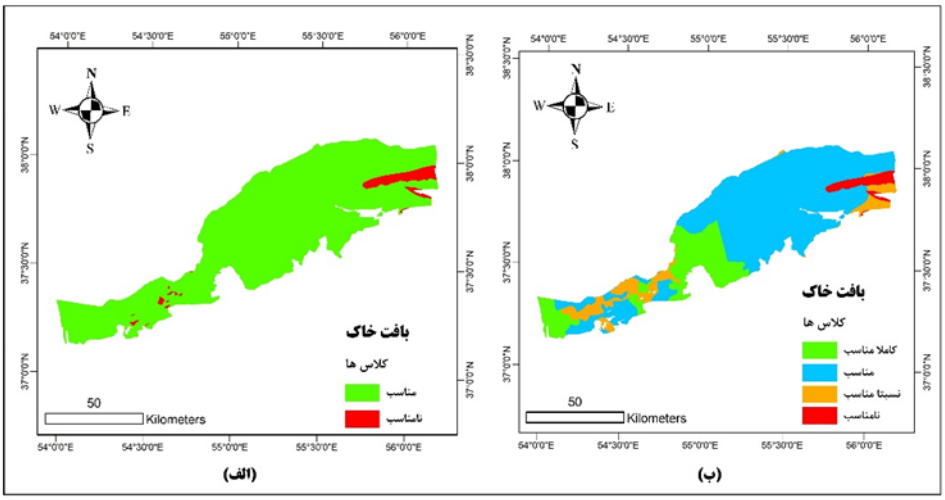
نتایج (شکل ۵) نشانگر آن است که درصورت استفاده از منطق کلاسیک برای مکان‌یابی کشت عجوه در مراتع قشلاقی استان گلستان، قسمت اعظم این مراتع (۶۲۴۲ km۲) از نظر اسیدیته خاک مناسب طبقه‌بندی می‌شوند (جدول ۴). طبقه‌بندی مراتع قشلاقی استان گلستان با استفاده از منطق فازی منجر به تفکیک ۴ رده نامناسب (۱۷۶۹ km۲)، نسبتاً مناسب (۳۵۵۳ km۲)، مناسب (۱۴۳۹ km۲) و کاملاً مناسب (۱۱ km۲) گردید (جدول ۵).

باتوجه به نتایج به‌دست آمده (شکل ۶)، تنها بخش‌های کوچکی از مراتع قشلاقی مورد مطالعه (۲ ۲۴۹km) در صورت استفاده از منطق کلاسیک و با درنظر گرفتن بافت خاک در طبقه" نامناسب "قرار می‌گیرند (جدول ۴)، حال آنکه این مراتع در صورت استفاده از منطق فازی در ۴ طبقه نامناسب (۲ ۲۳۲km)، نسبتاً مناسب (۶۴۶ km۲)، مناسب (۴۶۰۳ km۲) و کاملاً مناسب (۱۲۹۲ km۲) طبقه‌بندی می‌شوند (جدول ۵).

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-19]



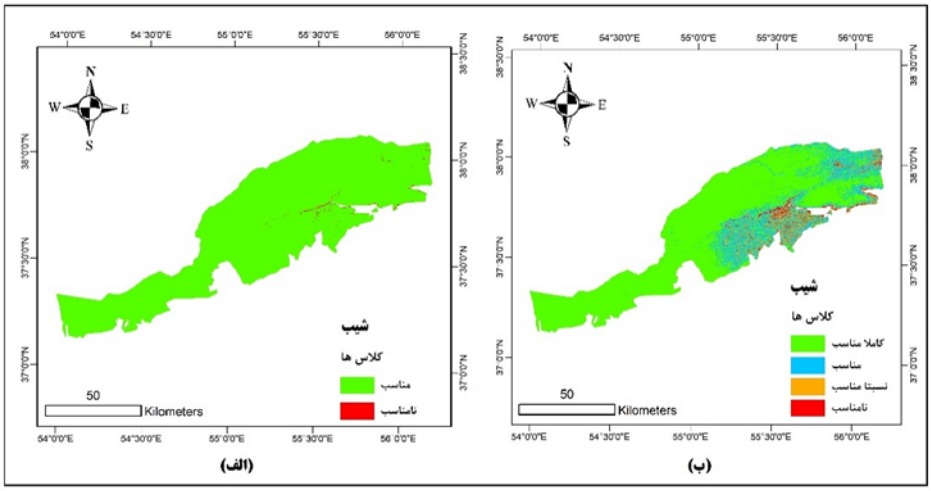
شکل ۵- طبقه‌بندی مراتع مناسب کشت عجوه بر اساس میانگین اسیدیته خاک (الف: منطق کلاسیک، ب: منطق فازی)



شکل ۶- طبقه‌بندی مراتع مناسب کشت عجوه بر اساس بافت خاک (الف: منطق کلاسیک، ب: منطق فازی)

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-19]

عامل شیب در مراتع قشلاقی استان گلستان درصورت استفاده از منطق کلاسیک برای کاشت عجوه محدودیت‌زا نیست، اما در صورت استفاده از منطق فازی، بخش‌های تپه‌ماهوری مراتع گنبدکاووس و مراوه‌تپه را در طبقات مختلف تناسب کشت قرار می دهد (شکل ۷).



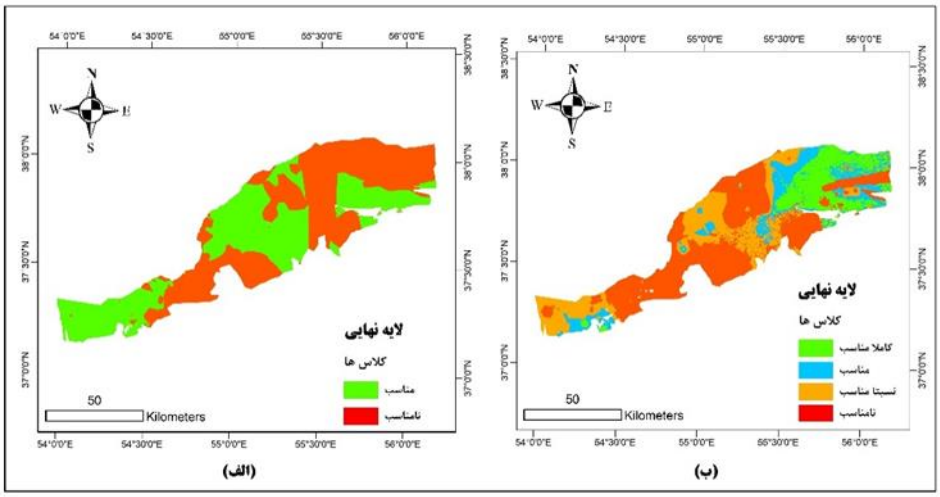
شکل ۷- طبقه‌بندی مراتع مناسب کشت عجوه بر اساس شیب اراضی (الف: منطق کلاسیک، ب: منطق فازی)

جدول۴- مساحت مناطق مناسب و نامناسب ازنظر عوامل محیطی برای کشت عجوه با منطق کلاسیک

عامل محیطی	پهنه نامناسب (km2)	پهنه مناسب (km2)
بارش (میلی‌متر)	-	۶۷۷۳
دما (سانتی‌گراد)	۱۸۵۸	۴۹۱۵
شوری (دسی‌زیمنس بر متر)	۱۱۲۴	۵۶۴۹
اسیدیته (pH)	۵۳۱	۶۲۴۲
بافت خاک	۲۴۹	۶۵۲۴
شیب (درصد)	۲۴	۶۷۴۹
لایه نهایی	۳۵۵۴	۳۲۱۹

با توجه به نتایج به‌دست آمده (شکل ۸) در صورت کاربرد منطق کلاسیک به‌منظور مکان‌یابی مراتع مناسب کشت گونه گیاهی عجوه در مراتع قشلاقی استان گلستان بیش از نیمی از مراتع قشلاقی مورد مطالعه (۳۵۵۴ km۲) برای کشت این گونه گیاهی نامناسب طبقه‌بندی می‌گردد (جدول ۴).

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-19]



شکل ۸- خروجی مکان‌یابی مراتع مطالعه شده برای کشت عجوه (الف: منطق کلاسیک ب: منطق فازی)

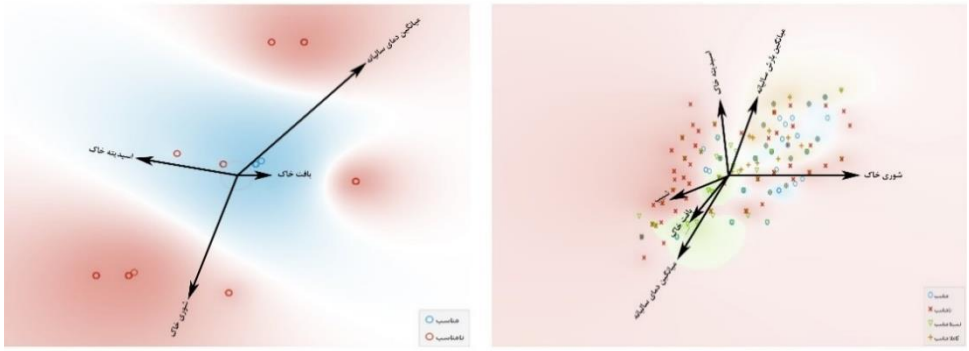
نتایج به‌دست‌آمده از FreeViz (شکل۹) نشان داد که در مکان‌یابی مناطق مستعد کشت عجوه با روش منطق کلاسیک مهم‌ترین عوامل به ترتیب میانگین دمای سالیانه، شوری خاک و اسیدیته خاک است که طول بردار آنها نسبت به بقیه عوامل بیشتر است.

کاربرد منطق فازی اراضی مناسب کشت عجوه را در ۴ طبقه نامناسب (۲۹۹۵ km۲)، نسبتاً مناسب (۱۷۶۱ km۲)، مناسب (۹۴۱ km۲) و کاملاً مناسب (۱۰۷۶ km۲) قرار می‌دهد (جدول ۵). در روش منطق فازی مهم‌ترین عوامل در مکان‌یابی مناطق مستعد کشت عجوه میانگین بارش سالیانه، شوری خاک و میانگین دمای سالیانه تشخیص داده شد و مشخص گردید که در این روش بافت خاک و میانگین دمای سالیانه دارای اثری مشابه، ولی با تأثیرگذاری متفاوت در به دست آمدن نقشه نهایی است (شکل ۹).

جدول ۵- مساحت مناطق مناسب و نامناسب ازنظر عوامل محیطی برای کشت عجوه با منطق فازی

عامل محیطی	نامناسب (km2)	نسبتاً مناسب (km2)	مناسب (km2)	کاملاً مناسب (km2)
بارش (میلی‌متر)	-	۷	۲۲۵۷	۴۵۰۹
دما (سانتی‌گراد)	-	۲۵۱	۵۵۵۳	۹۶۹
شوری (دسی‌زیمنس بر متر)	۲۲۵۴	۱۳۳۲	۲۰۱۲	۱۱۷۵
اسیدیته (pH)	۱۷۶۹	۳۵۵۳	۱۴۳۹	۱۱
بافت خاک	۲۳۲	۶۴۶	۴۶۰۳	۱۲۹۲
شیب (درصد)	۱۱۶	۳۵۷	۱۱۶۴	۵۱۳۵
لایه نهایی	۲۹۹۵	۱۷۶۱	۹۴۱	۱۰۷۶

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-19]



شکل ۹- تحلیل FreeViz در مکان‌یابی کشت عجوه (الف: منطق کلاسیک ب: منطق فازی)

بحث و نتیجه‌گیری

بررسی قابلیت اراضی منطقه مورد مطالعه با استفاده از آن بیانگر آن است که ۴۷/۵۳٪ اراضی برای کاشت عجوه مناسب و ۵۲/۴۷٪ نیز نامناسب هستند. نتایج به‌دست‌آمده از منطق فازی نشانگر آن است که تنها ۱۵/۸۹٪ از اراضی منطقه مورد مطالعه کاملاً مناسب کاشت عجوه هستند و ۱۳/۸۹٪ مناسب، ۲۶٪ نسبتاً مناسب و ۴۴/۲۲٪ نامناسب هستند.

شوری و اسیدیته خاک از عوامل خاکی به همراه دمای‌هوا و بارش‌سالیانه از عوامل اقلیمی مهم‌ترین عوامل محدودیت‌زا در کشت عجوه شناسایی شدند. شوری و اسیدیته خاک برای کشت یونجه یک‌ساله، بافت خاک برای کشت جولخت و شوری خاک و بارش ناکافی برای لی‌فارمینگ در بخش‌هایی از منطقه مورد مطالعه محدودکننده هستند (نصراللهی و همکاران، ۱۳۹۴؛ کاظمی، ۱۳۹۲؛ Nasrollahi et al., 2017). در کشت هرگونه گیاهی در عملیات اصلاح مراتع، توجه به شرایط اقلیمی و ادافیکی ضروری و حائز اهمیت است (اشرف‌زاده و همکاران، ۱۳۹۵). مالکی و همکاران (Maleki et al., 2017) عوامل اقلیمی و خاکی را موثرترین عوامل در موفقیت کشت *Crocus sativus*. ذکر نموده‌اند. عوامل شیب و بافت‌خاک کمترین تاثیر را در مکان‌یابی کشت عجوه داشتند؛ این گونه گیاهی در بافت‌های مختلف خاک توانایی استقرار را دارد، در نتیجه باعث شده که در منطقه مورد مطالعه از نظر بافت‌خاک محدودیت چندانی وجود نداشته باشد. باتوجه به این‌که حداکثر شیب مجاز برای پروژه‌های مرتعکاری ۲۰ درصد است (آذرنیوند و زارع چاهوکی، ۱۳۹۱)، فقط بخش‌هایی در شرق و جنوب شرق مراتع قشلاقی استان گلستان برای کشت این گونه گیاهی نامناسب تشخیص داده شد.

با استفاده از منطق کلاسیک می‌توان محدوده‌های وسیع را مورد ارزیابی قرار داد، اما به دلیل ارایه نتایج در قالب دو گزینه صفر و یک، عوامل محیطی به‌طور غیرمنعطفی درجه‌بندی می‌شوند (یوسفی و

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-19]

همکاران، ۱۴۰۰). منطق فازی در درجه‌بندی عوامل محیطی دارای انعطاف است، مضاف بر عضویت یا عدم عضویت، دارای عضویت جزیی نیز هست و لذا تکمیل و تعمیق درک اهمیت شاخص‌ها و ارزیابی آنها از طریق این منطق بهتر صورت می‌پذیرد (Gadallah, 2018). بهره‌گیری از روش فازی این امکان را فراهم می‌سازد که بتوان با ارزش‌دهی معیارهای مورد بررسی، امکان گزینش بهترین رویشگاه‌های مناسب را برای استقرار گونه‌های مرتعی مناسب با شرایط اکولوژیک منطقه پیشنهاد داد. توسعه روش‌های تصمیم‌گیری چندمتغیره در فرایند ارزیابی قابلیت اراضی برای کاشت یک گونه گیاهی بسیار سودمند است. به‌طوری‌که همزمان هر تعداد شاخص و معیار کمی و کیفی لازم در فرایند ارزیابی را می‌توان استفاده نمود و محیط بسیار انعطاف‌پذیری برای برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیران فراهم نمود (معتمدی و همکاران، ۱۳۹۹). نتایج به دست آمده در خصوص مزیت استفاده از منطق فازی نسبت به منطق کلاسیک در تحقیق حاضر، با نتایج خالدی و همکاران (۱۳۸۷) ، مالکی و همکاران (۲۰۱۷) و گادالاه (Gadaallah, 2018) هم‌سو است. خروجی حاصل از کاربرد منطق فازی نشانگر آن است که مرزهای ترسیم‌شده بین کلاس‌های مختلف و طبقه‌بندی انجام‌شده حاصل از کاربرد منطق فازی با روند تغییرات اکولوژیک و فیزیوگرافی مراتع قشلاقی استان گلستان همپوشانی بهتری دارد و لذا کاربرد آن بهتر از کاربرد منطق کلاسیک ارزیابی می‌گردد. شایان ذکر است که نتایج حاصل از روش منطق فازی همیشه دقیق‌تر از نتایج حاصل روش منطق کلاسیک نیست. مثلاً تعیین توان اکولوژیکی مرتعداری با استفاده از منطق فازی و منطق بولین براساس دستورالعمل پیشنهادی دفتر استعدادیابی و بهره‌برداری از اراضی سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری نشانگر همخوانی و همبستگی بین نقشه‌های به‌دست-آمده از دو روش است و تفاوت معنی‌داری بین آنها مشاهده نمی‌گردد (معتمدی و همکاران، ۱۳۹۹).

با درنظر گرفتن عدم وجود رویشگاه طبیعی عجوه در مراتع قشلاقی استان گلستان، امکان ارزیابی کمی و مقایسه تطبیقی مکان‌یابی انجام شده توسط دو مدل مورد استفاده در تحقیق حاضر با واقعیت زمینی مقدور نیست؛ لذا با توجه به محدودیت و عدم قطعیت موجود در نتایج مدل‌ها، کشت آزمایشی محدود عجوه در کرت‌های تحقیقاتی و پایش و ارزیابی میزان اسقرار آن ضروری است.

باتوجه به عدم قطعیت موجود در عوامل موثر بر رشد گونه‌های گیاهی، پیشنهاد می‌گردد در تحقیقات مکان‌یابی گونه‌های گیاهی برای اصلاح و احیای مراتع از روش منطق فازی استفاده گردد. این مطالعه در سطح کل مراتع قشلاقی استان انجام‌شده است. پیشنهاد می‌شود که مطالعه تکمیلی و در مقیاس کوچک‌تر با ارزیابی عوامل محیطی بیشتر صورت گیرد. استفاده از اصلاح‌کننده‌های خاک برای کاهش شوری و قلیایی بودن خاک و کاربرد اکوکاور (Niknahad-Gharmakher and Ahmadi-Beni, 2019) در پای بوته‌های کشت شده برای کاهش اثر دمای بالا و نیز، کاهش تبخیر آب از پای

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-19]

بوته‌ها توصیه می‌شود. آموزش و ترویج کاشت عجوه در منطقه مورد مطالعه همراه با سایر گونه‌های متداول در منطقه مورد توجه قرار گیرد (Niknahad-Gharmakher et al., 2015).

منابع

آذرنیوند، ح.، جنیدی، ح.، زارع چاهوکی، م.ع.، جعفری، م.، نیک.، ش. ۱۳۸۸. بررسی اثر چرای دام بر ترسیب کربن ذخیره ازت در مراتع با گونه درمنه دشتی در استان سمنان. مجله علمی پژوهشی مرتع، ۳ (۴): ۵۹۰-۶۱۰.

آذرنیوند، ح.، زارع چاهوکی، م.ع. ۱۳۹۱. اصلاح مراتع. انتشارات دانشگاه تهران، ۳۵۴صفحه.

آذرنیوند، ح.، نامجویان، ر.، ارزانی، ح.، جعفری، م.، زارع چاهوکی، م. ۱۳۸۶. مکانیابی برنامه‌های اصلاح و احیا مراتع با استفاده از GIS و مقایسه آن با پروژه‌های پیشنهادی در طرح‌های مرتعداری منطقه لار. مجله علمی پژوهشی مرتع، ۱ (۲): ۱۶۹-۱۵۹.

اسدی، م. ۱۳۸۰، فلور ایران-شماره۳۸-تیره اسفناج، انتشارات موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع.

اشرف‌زاده، م.، نیک‌نهاد قرماخر، ح.، احمدی، ف.، جعفری، س. ۱۳۹۵. ارزیابی توان اکولوژیکی مراتع منطقه بلوچی لار برای توسعه طرح مرتعداری. فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان، ۲۳ (۳): ۶۴۴-۶۳۶.

افتخاری، ط.، اسدی، م. ۱۳۸۰. شناسایی و معرفی گیاهان گچ دوست غرب سمنان. نشریه بیابان، ۶ (۲): ۸۷-۱۱۵.

پیری صحراگرد، ح.، زارع چاهوکی، م.ع. ۱۴۰۰. پیشبینی پراکنش رویشگاه بالقوه گونه *Artemisia sieberi* Besser با استفاده از روش‌های داده‌محور در مراتع پشتکوه استان یزد. نشریه حفاظت زیست‌بوم گیاهان، ۹ (۱۹): ۲۷۹-۲۶۱.

خالدی، ش.، محمدی، ا.، کرمی، م. ۱۳۸۷. مکان‌یابی اقلیمی کشت سیب در شهرستان سمیرم با استفاده از مدل های سلسله مراتبی(AHP) ، بولین و انواع روش های مدل فازی در محیط GIS. نشریه علوم جغرافیایی، ۸ (۱۱): ۷۲-۵۵.

سلمان ماهینی، ع.، کامیاب، ح. ۱۳۸۷. سنجش از دور و سامانه های اطلاعات جغرافیایی کاربردی با نرم‌افزار ایدریسی، انتشارات مهر مهدیس، ۵۸۲ صفحه.

شهرکی، م.ر.، بارانی، ح. ۱۳۹۱. بررسی و رتبه بندی عوامل موثر بر تخریب مراتع استان گلستان. نشریه حفاظت بهره‌برداری از منابع طبیعی، ۳: ۵۹-۷۸.

عباسی، م.، باقری، ح.، عباسی، ا.، زارع چاهوکی، م. ع. ۱۴۰۰. تعیین مطلوبیت رویشگاه گونه *Astragalus gossypinus fisch* با استفاده از مدل ENFA در مراتع طالقان میانی. نشریه علمی مرتع، ۱۵ (۳): ۴۳۴- ۴۴۷.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-19]

عزیزی کله‌سر، م.، معمری، م.، قربانی، ا.، خلاصی اهوازی، ل.، فتحی، م.، صمدی خانقاه، س. ۱۴۰۰. مدلسازی پراکنش مکانی رویشگاه دارویی قره‌قات (*Vaccinium arctostaphylos* L.) با روش رگرسیون لجستیک در مراتع شهرستان نمین-اردبیل. نشریه علمی مرتع، ۱۵ (۳): ۵۳۳-۵۲۲.

علی‌خواه اصل، م.، معمری، م.، ناصری، د.، مفتاحی، ش. ۱۴۰۰. مکان‌یابی توسعه گیاه دارویی کاکوتی (*Ziziphora tenuior*) با استفاده از روش ANP Fuzzy در حوزه آبخیز سبلان استان اردبیل. نشریه علمی مرتع، ۱۵ (۱): ۱۶۷-۱۵۶.

قربانیان، د.، زندی اصفهان، ا.، امیرجان، م. ۱۳۹۵. بررسی و تعیین کیفیت علوفه عجوه طی سه مرحله رویشی در مراتع قشلاقی استان سمنان. فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۲۳ (۱): ۱۷۷- ۱۸۷.

کاظمی، ح. ۱۳۹۲، پهنه‌بندی زراعی-بوم شناختی اراضی کشاورزی شهرستان گرگان جهت کشت جو لخت براساس منطق بولین. نشریه تولید گیاهان زراعی، ۶ (۴): ۱۸۵-۱۶۵.

کیخا، ا.، فخیره، ا.، روحانی، ح.، بهمنش، ب. ۱۳۹۹. مکان‌یابی اجرای عملیات بوته‌کاری با استفاده از مدل تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP) (مطالعه موردی: حوزه آبخیز مراوه‌تپه، استان گلستان). نشریه حفاظت زیست‌بوم گیاهان، ۸ (۱۶): ۳۹-۱۹.

مصداقی، م. ۱۳۷۷. مرتعداری در ایران، انتشارات آستان قدس، ۲۵۹ صفحه.

مظفری، م.، شرفیه، ح.، مداح، ا.، محمدی، ا.، نبوی فرد، ح. ۱۳۸۶. گزارش نهایی طرح ارزیابی مراتع استان سمنان، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، ۱۱۰صفحه.

معتمدی، ج.، همسایه خواه، س.، سوری، م. ۱۳۹۹. تعیین توان اکولوژیکی مرتعداری با استفاده از منطق فازی و منطق بولین بر اساس دستورالعمل پیشنهادی دفتر استعدادیابی و بهره‌برداری از اراضی سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری. نشریه مرتع، ۱۴ (۴): ۵۸۰-۵۶۷.

ملافیابی، ع.، خرم دل، س.، سیاهمرگویی، آ.، شوریده، ه. ۱۳۹۲. تاثیر تراکم بوته و کود نیتروژن بر عملکرد و خصوصیات کیفی گل همیشه بهار در شرایط آب و هوایی تربت‌جام. نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی، ۲۰ (۴): ۵۸۰-۵۶۷.

نصراللهی، ن.، کاظمی، ح.، کامکار، ب. ۱۳۹۴. امکان‌سنجی کشت یونجه یکساله در شهرستان آق‌قلا با استفاده از GIS. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، ۷ (۳): ۴۱۱-۳۹۷.

هدایتی‌زاده، ر.، فرزادمهر، ج.، دیانتی، ق.، حسینعلی زاده، م. ۱۳۸۷. ارزیابی شایستگی مراتع غرب بیرجند برای چرای شتر. مجله علمی پژوهشی مرتع، ۲ (۴): ۴۰۱-۳۸۵.

یوسفی، م.، اسماعیل‌پور، ی.، جنیدی جعفری، ح.، محمدی کنگرانی، ح.، صالحی، س. ۱۴۰۰. کاربرد روش‌های فازی و بولین در اولویت‌بندی شاخص‌های ارزیابی پایداری مراتع عشایری (مطالعه موردی: مراتع میانبند رباط سروستان، استان فارس)، نشریه حفاظت زیست‌بوم گیاهان، ۹ (۱۹): ۳۳-۱۹.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-19]

Alami, A., Eslami, A., Hashemi, S. 2014. The Query of Suitable Areas for plantation and development of Taxus baccata L Species by Using GIS in Northern Iran. Annals of the Brazilian Academy of Sciences, 86(3): 1497-1505.

Azimi, M., Riyazinia, V., Amiri, M., Campetella, G. 2021. Habitat suitability modeling for Astragalus podolobus (Boiss. & Hohen) using frequency ratio. Environmental Resources Research, 9(2): 277-290.

Bhowmick, P., Mukhopadhyay, S., Sivakumar, V. 2014. A review on GIS based Fuzzy and Boolean logic modelling approach to identify the suitable sites for Artificial Recharge of Groundwater. Scholars Journal of Engineering and Technology (SJET), 2(3): 316-319.

Demsar, J., Leban, G., Zupan, B. 2007. FreeViz An intelligent multivariate visualization approach to explorative analysis of biomedical data. Journal of Biomedical Informatics, 40(6): 661–671.

Gadallah, A.M. 2018. Crops Plantation Planning Respecting Climate Changes: Fuzzy-Based Approach. Indian Journal of Science and Technology, 11(25): 1-13.

Gintzburger, G., Toderich, K.N., Mardonov, B.K., Mahmudov, M.M. 2003. Rangelands of the arid and semiarid zones in Uzbekistan. CIRAD-ICARDA, 432p.

Glöckner, I., 2006. Fuzzy quantifiers: A computational theory. 1st ed. Springer.

Mahdavi, A., Ghasemi, M., Jafarzade, A. 2017. Determination of suitable areas for reforestation and afforestation with indigenous species. Caspian Journal of Environmental Sciences, 15(1): 29-46.

Maleki, F., Kazemi, H., Siahmarguee, A., Kamkar, B. 2017. Development of a land use suitability model for saffron (*Crocus sativus* L.) cultivation by multi-criteria evaluation and spatial analysis. Ecological Engineering, 106: 140-153.

Matinkhah, H., Taabe, M., Raoofi, M., Matinkhah, M. 2016. Site selection for Haloxylon ammodendron plantation based on soil factors. Arid Land Research and Management, 30(3): 1-16.

Nasrollahi, N., Kazemi, H., Kamkar, B. 2017. Feasibility of ley-farming system performance in a semi-arid region using spatial analysis. Ecological Indicators, 72: 239-248.

Niknahad-Gharmakher, H., Ahmadi-Beni, M. 2019. Investigation on the Effects of Eco-cover on Unwanted Plant Control, Vetiver Grass Growth and Soil Properties. Journal of Plant Ecosystem Conservation, 6(13): 141-154.

Niknahad-Gharmakher, H., Mohammadi Gonbadi, A., Komaki, Ch.B., Honardoust, F. 2015. Determination of Suitable Lands for Sowing Alkaligrass *Puccinellia distans* (Case Study: Agh-Ghala Rangelands, Golestan Province, Iran). Rangeland Science, 5(1):1-8.

Niknahad-Gharmakher, H., Sheidai-Karkaj, E., Jafari, I, 2017. Effects of exclosure on soil properties in winter rangelands in Golestan Province, Iran. Rangeland Science, 7(1): 55-66.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-19]

Saberi, M., Niknahad-Gharmakher., H., Heshmati. GH., Barani, H., Shahriari, A. 2017. Effects of Different Drought and Salinity Levels on Seed Germination of *Citrullus colocynthis*. Ecopersia, 5(3): 1903-1917.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-19]