



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 پذیرش: ۱۴۰۱/۰۳/۱۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۱۹

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 روی هم‌گذاری و تلفیق لایه‌های طبقه‌بندی‌شده نقشه‌های خروجی با دو روش منطق کلاسیک و فازی به دست 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

و شرایط دمایی از عوامل محدودکننده کشت عجوه در مراتع قشلاقی تخریب‌شده استان گلستان هستند. مضاف بر آن، 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 منابع طبیعی تجدیدشونده است که حدود ۵۴ درصد آن مرتع است (مصادقی، ۱۳۷۷). مراتع کشور در بسیاری از نقاط بر اثر 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 در نظر 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 استاندارد شده‌ای که در آن‌ها مناطق به دو گروه مطلوب و نامطلوب تقسیم می‌شوند (کاظمی، ۱۳۹۲). در منطق فازی به جای دو حالت گزاره "درست یا غلط" یا "صفر یا یک" منطق کلاسیک (بولین)، ارزش عضویت در یک مجموعه برای هر عضو حالتی خاکستری بین صفر تا یک است. به عبارت دیگر، در منطق دوتایی کلاسیک ارزش تعلق یک عضو به یک مجموعه دارای دو عضو صفر و یک است؛ در حالی که در نظریه مجموعه فازی ارزش عضویت بی‌نهایت و در واقع 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 *Pistacia*، *Quercus persica* و *Amygdalous scoparia atlantica* در منطقه سیاه‌کوه شهرستان ایلام با استفاده از روش منطق کلاسیک (Mahdavi et al., 2017) نشان داد که از کل مساحت منطقه مورد مطالعه، ۴۱/۴۱ درصد

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 علمی 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 و نتیجه‌گیری 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.,

۲۰۲۱). 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).

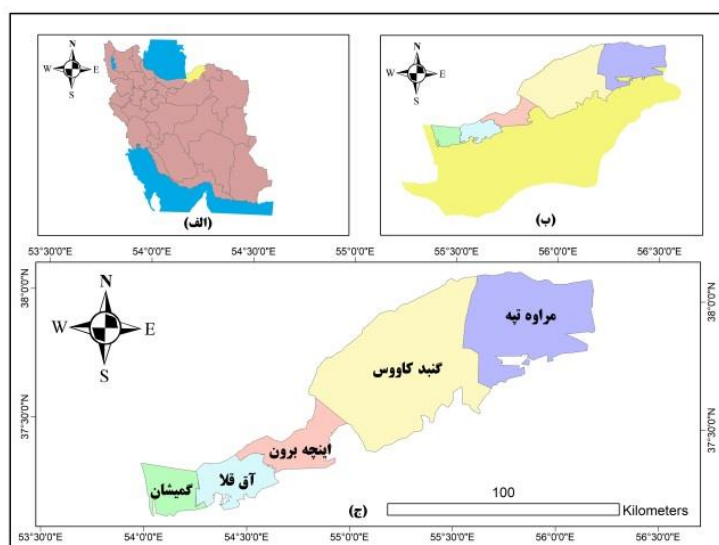
مراعات قشلاقی استان گلستان تحت تأثیر عوامل معیشتی، مدیریتی، اجتماعی و اقتصادی و حقوقی و قانونی در معرض تخریب قرار دارند (شهرکی و بارانی، ۱۳۹۱). این مراعات در اثر بهره‌برداری غیراصولی و فشار زیاد چرای دام به شدت تخریب شده‌اند و برای بازیابی توان مرتع نیازمند مرتع‌کاری هستند (کیخا و همکاران، ۱۳۹۹).

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 مراعات قشلاقی، مراعات 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 گونه‌ها 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 کم‌بازده کشاورزی برای استقرار این گونه و ایجاد چراگاه‌های موقت و یا دائمی مناسب است (قربانیان و همکاران، ۱۳۹۵). با توجه به خصوصیات فوق‌الذکر، این گونه گیاهی قابلیت استفاده وسیع در برنامه‌های اصلاح و احیای مراعات 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 مراعات قشلاقی استان گلستان نقش به‌سزایی ایفا نماید.

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 قرار گرفته است و مساحت آن در حدود ۶۷۷۰ کیلومتر مربع است. این مراتع از شمال به مرز ترکمنستان، از غرب به دریای خزر، از شرق به مرز استان خراسان شمالی و از جنوب به جاده بندر ترکمن-آق‌قلا-گنبد کاووس-کلاله-مراوه تپه محدود می‌شود و همه‌ساله از اوایل آذرماه لغایت اواخر اسفندماه مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد. مراتع قشلاقی استان گلستان را می‌توان به ۵ بخش (گمیشان، آق‌قلا، اینچه برون، گنبد کاووس و مراوه تپه) 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 مراوه تپه)، 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

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^۱ 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 ۱۰۰ متر در ۱۰۰ متر تهیه شدند.

^۱ Advanced Land Observing Satellite

جدول ۱ - مشخصات مناطق مختلف مراتع قشلاقی استان گلستان

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

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).

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 ۰-۲۰ و ۲۰-۵۰ سانتی‌متر از پای بوته‌ها و بین بوته‌ها به تعداد ۲۷ نمونه جمع‌آوری شد و میزان اسیدیته (pH) خاک 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 (مراعات قشلاقی و میان‌بند)، حداکثر شیب مجاز برای پروژه‌های مرتعکاری (۲۰ درصد) سقف شیب مجاز برای کشت این گیاه در نظر گرفته شد (آذرنیوند و زارع چاهوکی، ۱۳۹۱).

نحوه مکان‌یابی مراعات 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؛ ملافیایی و همکاران، ۱۳۹۲، هدایتی‌زاده و همکاران، ۱۳۸۷؛ Gintzburger et al., 2003) و درجه‌بندی آن‌ها در دوطبقه مناسب و نامناسب (جدول ۲)، 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 (ارزش ۱) و نامناسب (ارزش صفر) صورت گرفت. آنگاه تلفیق لایه‌ها انجام شد و مدل اجرا گردید.

نحوه مکان‌یابی مراعات 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 صفر تا 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 روی هم‌گذاری و تلفیق لایه‌ها انجام شد و پس از آن نقشه‌های نهایی در چهار

کلاس نامناسب، نسبتاً مناسب، مناسب و کاملاً مناسب به دست 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).

جدول ۲- درجه‌بندی عوامل محیطی بر اساس منطق کلاسیک برای کشت عجوه

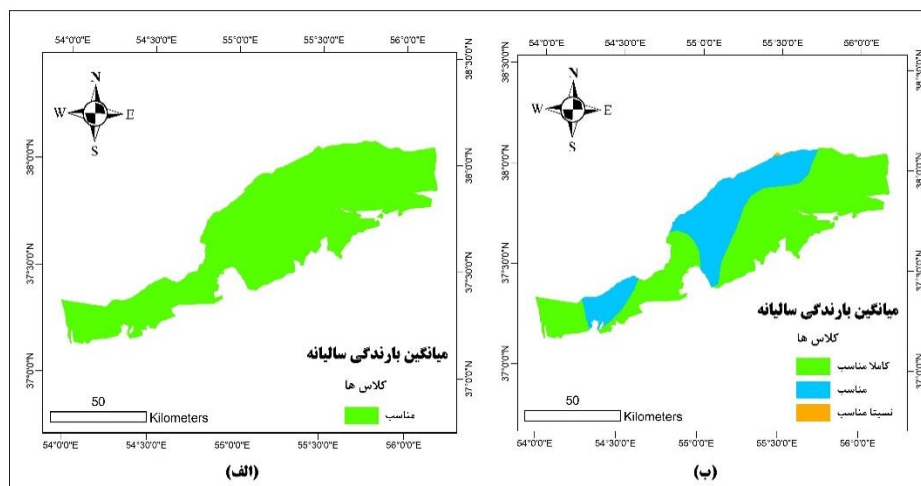
درجه نامناسب	درجه مناسب	عامل محیطی
< ۹۰	۱۹۰ - ۹۰ و > ۱۹۰	میانگین بارش سالیانه (میلی‌متر)
۱۴ < و > ۱۸	۱۴ - ۱۸	میانگین دمای سالیانه (میلی‌متر)
> ۱۸	۰ - ۱۸	شوری (دسی‌زیمنس بر متر)
> ۸/۵	۷ - ۸/۵	اسیدیته
-	تمامی کلاس‌ها	بافت خاک
> ۲۰	۰ - ۲۰	شیب (درصد)

جدول ۳- شکل تابع عضویت فازی لایه‌های به‌کاررفته در مکان‌یابی

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

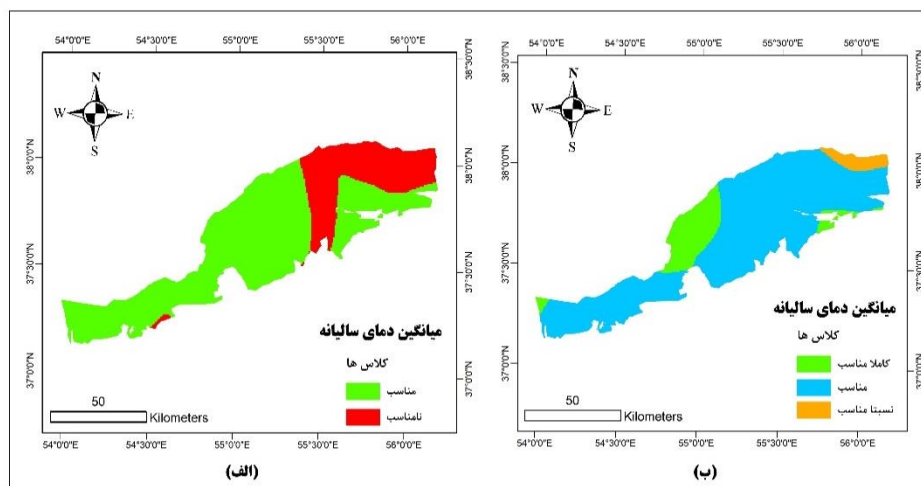
نتایج

نتایج (شکل ۲)، نشانگر آن است که در صورت استفاده از منطق کلاسیک برای مکان‌یابی کشت عجو، تمامی مراتع قشلاقی مورد مطالعه از نظر میانگین بارش سالانه در طبقه "مناسب" قرار می‌گیرند، اما در صورت 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).



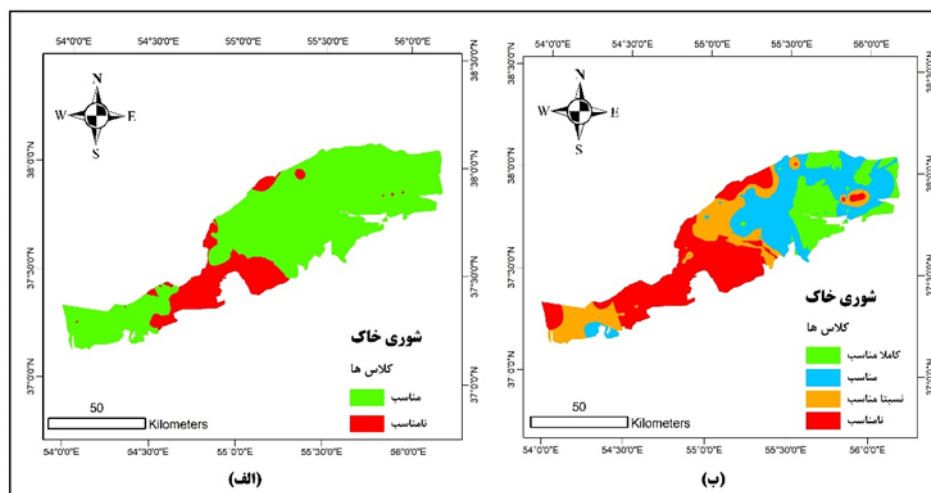
شکل ۲- طبقه‌بندی مراتع مناسب کشت عجوه بر اساس میانگین بارش سالانه (الف: منطق کلاسیک، ب: منطق فازی)

نتایج (شکل ۳) نشانگر آن است که در مکان‌یابی اراضی مناسب کاشت عجوه در مراتع قشلاقی استان گلستان با استفاده از منطق کلاسیک و میانگین دمای سالانه، ۴۹۱۵ کیلومتر 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 km^۲)، مناسب (۵۵۵۳ km^۲) و نسبتاً مناسب (۲۵۱ km^۲) قرار می‌دهد (جدول های ۴ و ۵).



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

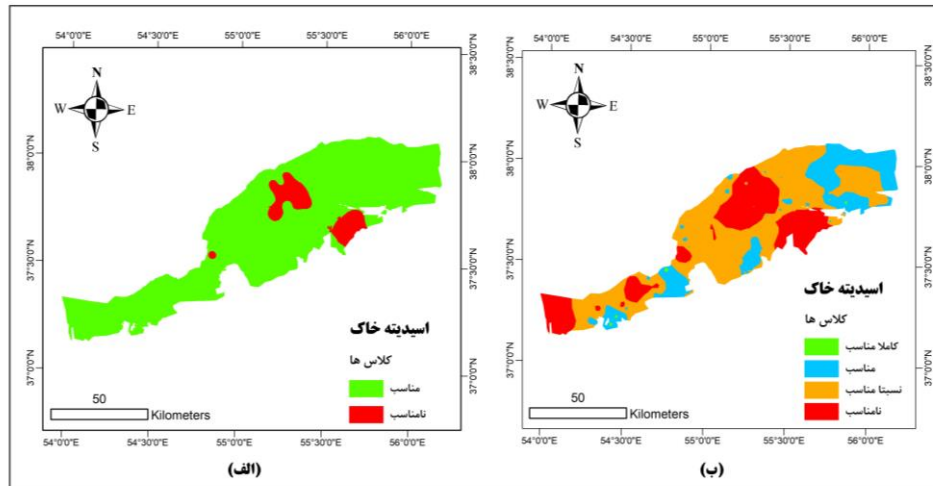
نتایج (شکل ۴) بیانگر آن است که براساس منطق کلاسیک، ۱۱۲۴ کیلومتر مربع از منطقه مورد مطالعه عمدتاً مراتع منطقه اینچه‌برون و بخش‌هایی از مراتع گنبدکاوس) از نظر شوری خاک برای کشت عجوه مناسب نیستند (جدول ۳). طبقه‌بندی مراتع مورد مطالعه با استفاده از منطق فازی منجر به تفکیک ۴ رده نامناسب (۲۲۵۴ km^۲)، نسبتاً مناسب (۱۳۳۲ km^۲)، مناسب (۲۰۱۲ km^۲) و کاملاً مناسب (۱۱۷۵ km^۲) گردید (جدول ۴). براین اساس، شوری خاک در مراتع گمیشان، آق‌قلا، اینچه‌برون و بخش‌های غربی مراتع گنبدکاوس برای کشت عجوه محدودیت‌زا است.



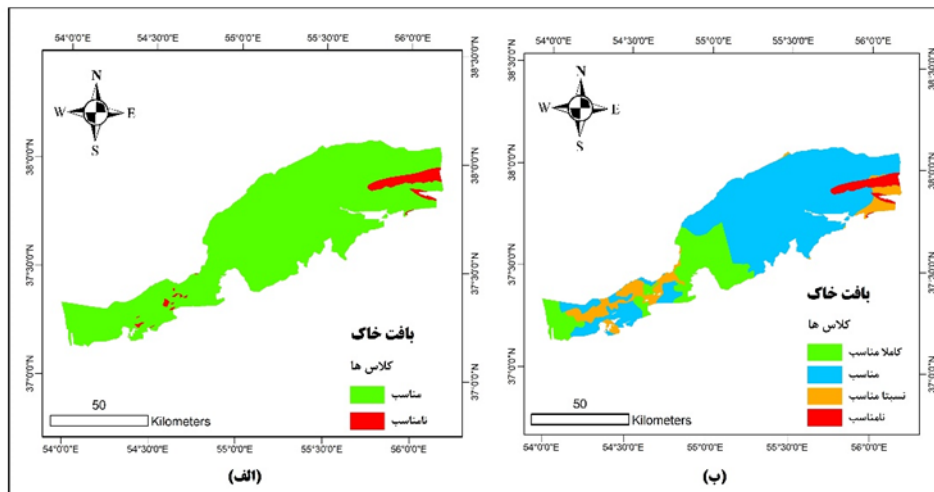
شکل ۴- طبقه‌بندی مراتع مناسب کشت عجوّه بر اساس میانگین شوری خاک (الف: منطق کلاسیک، ب: منطق فازی)

نتایج (شکل ۵) نشانگر آن است که در صورت استفاده از منطق کلاسیک برای مکان‌یابی کشت عجوّه در مراتع قشلاقی استان گلستان، قسمت اعظم این مراتع (۶۲۴۲ km^۲) 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 km^۲)، نسبتاً مناسب (۳۵۵۳ km^۲)، مناسب (۱۴۳۹ km^۲) و کاملاً مناسب (۱۱ km^۲) گردید (جدول ۵).

باتوجه به نتایج به‌دست آمده (شکل ۶)، تنها بخش‌های کوچکی از مراتع قشلاقی مورد مطالعه (۲ km^۲) در صورت استفاده از منطق کلاسیک و با در نظر 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 km^۲)، نسبتاً مناسب (۶۴۶ km^۲)، مناسب (۴۶۰۳ km^۲) و کاملاً مناسب (۱۲۹۲ km^۲) طبقه‌بندی می‌شوند (جدول ۵).

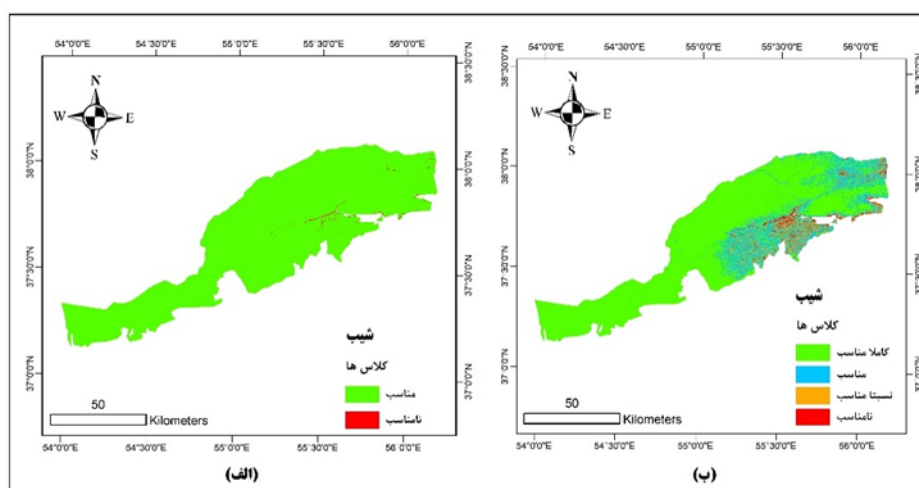


شکل ۵- طبقه‌بندی مراتع مناسب کشت عجوّه بر اساس میانگین اسیدیته خاک (الف: منطق کلاسیک، ب: منطق فازی)



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

عامل شیب در مراتع قشلاقی استان گلستان در صورت 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 می‌دهد (شکل ۷).

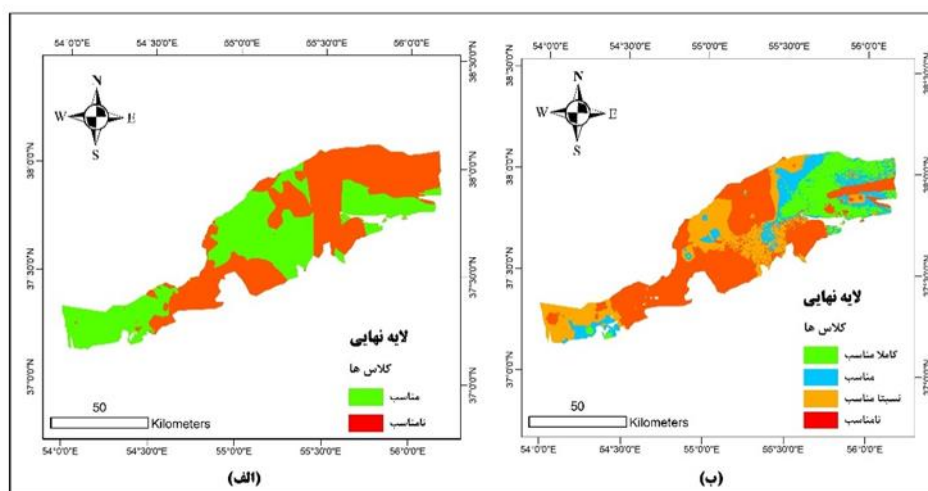


شکل ۷- طبقه‌بندی مراتع مناسب کشت عجوه بر اساس شیب اراضی (الف: منطق کلاسیک، ب: منطق فازی)

جدول ۴- مساحت مناطق مناسب و نامناسب از نظر عوامل محیطی برای کاشت عجوه با منطق کلاسیک

عامل محیطی	پهنه نامناسب (km ²)	پهنه مناسب (km ²)
بارش (میلی‌متر)	-	۶۷۷۳
دما (سنتی‌گراد)	۱۸۵۸	۴۹۱۵
شوری (دسی‌زیمنس بر متر)	۱۱۲۴	۵۶۴۹
اسیدیته (pH)	۵۳۱	۶۲۴۲
یافت 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 km²) برای کشت این گونه گیاهی نامناسب طبقه‌بندی می‌گردد (جدول ۴).



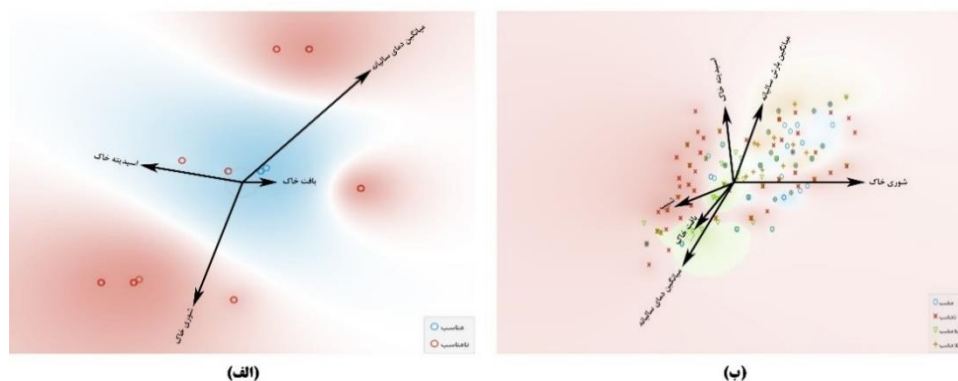
شکل ۸- خروجی مکان‌یابی مراتع مطالعه شده برای کشت عجوه (الف: منطق کلاسیک ب: منطق فازی)

نتایج به‌دست‌آمده از FreeViz (شکل ۹) 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 (2995 km^2)، نسبتاً مناسب (1761 km^2)، مناسب (941 km^2) و کاملاً مناسب (1076 km^2) 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 از نظر عوامل محیطی برای کشت عجوه با منطق فازی

عامل محیطی	نامناسب (km^2)	نسبتاً مناسب (km^2)	مناسب (km^2)	کاملاً مناسب (km^2)
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



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 اسیدپتة خاک از عوامل خاکی به همراه دمای هوا و بارش‌سالیانه از عوامل اقلیمی مهم‌ترین عوامل محدودیت‌زا در کشت عجوه شناسایی شدند. شوری و اسیدپتة 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 ادا فیزیکی 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 بافت خاک 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 بافت خاک محدودیت چندانی وجود نداشته باشد. با توجه 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

همکاران، ۱۴۰۰). منطق فازی در درجه‌بندی عوامل محیطی دارای انعطاف است، مضاف بر عضویت یا عدم عضویت، دارای عضویت جزئی 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، امکان‌پذیرترین روشگاه‌های 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. به طوری که 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 (معمدی 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 گادالا (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 استعدادی و بهره‌برداری از اراضی سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری نشانگر همخوانی و همبستگی بین نقشه‌های به‌دست‌آمده از دو روش است و تفاوت معنی‌داری بین آنها مشاهده نمی‌گردد (معمدی و همکاران، ۱۳۹۹).

با در نظر 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 استقرار آن ضروری است.

با توجه 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 انجام شده 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, 2019) در پای بوته‌های کشت شده برای کاهش اثر دمای بالا و نیز، کاهش تبخیر آب از پای

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): ۶۱۰-۵۹۰.
- آذرنیوند، ح.، زارع چاهوکی، م.ع. ۱۳۹۱. اصلاح مراتع. انتشارات دانشگاه تهران، ۳۵۴ صفحه.
- 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-شماره ۳۸-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): ۲۶۱-۲۷۹.
- خالدی، ش.، محمدی، ا.، کرمی، م. ۱۳۸۷. مکان‌یابی اقلیمی کشت سیب در شهرستان سمیرم با استفاده از مدل‌های سلسله‌مراتبی (AHP)، بولین و انواع روش‌های مدل‌سازی در محیط GIS. نشریه علوم جغرافیایی، ۸ (۱۱): ۷۲-۵۵.
- سلمان ماهینی، ع.، کامیاب، ح. ۱۳۸۷. سنجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی کاربردی با نرم‌افزار ایدریسی، انتشارات مهر مهدیس، ۵۸۲ صفحه.
- شهرکی، م.، بارانی، ح. ۱۳۹۱. بررسی و رتبه‌بندی عوامل موثر بر تخریب مراتع استان گلستان. نشریه حفاظت بهره‌برداری از منابع طبیعی، ۳: ۷۸-۵۹.
- 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.

- عزیزی کله سر، م.، معمری، م.، قربانی، ا.، خلاصی اهواری، ل.، فتحی، م.، صمدی خانقاه، س. ۱۴۰۰. مدلسازی پراکنش مکانی رویشگاه دارویی قره قات (*Vaccinium arctostaphylos* L.) با روش رگرسیون لجستیک در مراتع شهرستان نمین-اردبیل. نشریه علمی مرتع، ۱۵ (۳): ۵۲۲-۵۳۳.
- علی خواه اصل، م.، معمری، م.، ناصر، د.، مفتاحی، ش. ۱۴۰۰. مکان یابی 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 روشی در مراتع قشلاقی استان سمنان. فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۲۳ (۱): ۱۷۷-۱۸۷.
- کاظمی، ح. ۱۳۹۲. پهنه بندی زراعی-بوم شناختی اراضی کشاورزی شهرستان گرگان جهت کشت جو لخت براساس منطق بولین. نشریه تولید گیاهان زراعی، ۶ (۴): ۱۸۵-۱۶۵.
- کیخا، ا.، فخریه، ا.، روحانی، ح.، بهمنش، ب. ۱۳۹۹. مکان یابی اجرای عملیات بوته کاری با استفاده از مدل تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP) (مطالعه موردی: حوزه آبخیز مراوه تپه، استان گلستان). نشریه حفاظت زیست بوم گیاهان، ۸ (۱۶): ۳۹-۱۹.
- مصدیقی، 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 جنگل ها و مراتع کشور، ۱۱۰ صفحه.
- معمدنی، 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 بهره برداری از اراضی سازمان جنگل ها، مراتع و آبخیزداری. نشریه مرتع، ۱۴ (۴): ۵۸۰-۵۶۷.
- ملاقیایی، 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 تربت جام. نشریه پژوهش های تولید گیاهی، ۲۰ (۴): ۵۸۰-۵۶۷.
- نصراللهی، ن.، کاظمی، ح.، کامکار، ب. ۱۳۹۴. امکان سنجی کشت یونجه یکساله در شهرستان آق قلا با استفاده از GIS. نشریه بوم شناسی کشاورزی، ۷ (۳): ۴۱۱-۳۹۷.
- هدایتی زاده، ر.، فرزاد مهر، 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.، اسماعیل پور، ی.، جنیدی جعفری، ح.، محمدی کنگرانی، ح.، صالحی، س. ۱۴۰۰. کاربرد روش های فازی و بولین در اولویت بندی شاخص های ارزیابی پایداری مراتع عشایری (مطالعه موردی: مراتع میانبند رباط سروستان، استان فارس). نشریه حفاظت زیست بوم گیاهان، ۹ (۱۹): ۳۳-۱۹.

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., Raofi, 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 enclosure on soil properties in winter rangelands in Golestan Province, Iran. *Rangeland Science*, 7(1): 55-66.

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.