



مکان‌یابی اراضی مستعد جهت توسعه کاشت گونه کهور ایرانی با استفاده از GIS (مطالعه موردی: حوزه آبخیز رحمت‌آباد استان کرمان)

میعاد پاکزاد^{۱*}، علیرضا اسلامی^۲

۱. دانشجوی دکتری جنگلداری، دانشگاه گیلان

۲. دانشیار دانشکده علوم کشاورزی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

مشخصات مقاله

پیشینه مقاله:

دریافت: ۸ تیر ۱۳۹۵

پذیرش: ۲۹ فروردین ۱۳۹۶

دسترسی اینترنتی: ۱ شهریور ۱۳۹۶

واژه‌های کلیدی:

مکان‌یابی

توان رویشگاهی

ارزیابی چندمعیاره

کهور ایرانی

ریگان

چکیده

کهور ایرانی از گونه‌های بومی جنوب ایران و جزو گونه‌های سازگار این منطقه است. این گونه در گذشته گسترش گاه وسیع اما گسسته‌ای را شامل می‌شده است اما هم‌اکنون مناطق محدودی باقی‌مانده است. به منظور بررسی امکان توسعه کاشت کهور ایرانی در مناطق شرق استان کرمان این تحقیق در حوزه آبخیز رحمت‌آباد شهرستان ریگان به اجرا درآمد. هدف از انجام این پژوهش مکان‌یابی و تعیین مناطق مستعد توسعه گونه کهور ایرانی با توجه به نیازهای اکولوژیک و تطبیق آن با خصوصیات اکولوژیک منطقه مطالعه است. بدین منظور از روش ارزیابی چند معیاره (MCE) مبتنی بر تحلیل سلسله‌مراتبی استفاده گردید. طی این فرآیند شاخص‌های طبیعی تأثیرگذار و مورد نیاز گونه کهور ایرانی مشخص و پس از تعیین وزن هر شاخص به روش وزن‌دهی سلسله‌مراتبی (AHP)، نقشه نهایی توان رویشگاهی منطقه جهت توسعه کاشت کهور ایرانی تهیه شد. برای ادغام لایه‌ها از روش روی هم‌گذاری استفاده شد و اطلاعات تولید شده به کمک سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) تلفیق گردید. نتایج نشان داد که از کل مساحت ۳۷۲۸۶ هکتاری منطقه، ۳۴۲۳ هکتار دارای توان خوب، ۱۳۵۲۱ هکتار توان متوسط، ۱۷۳۴۳ هکتار توان ضعیف و ۲۹۹۹ هکتار فاقد توان رویشگاهی جهت کاشت گونه کهور ایرانی بوده است. با استفاده از نتایج پژوهش حاضر می‌توان مناطق مستعد حضور گونه کهور ایرانی را با استفاده روش MCE در محیط GIS تشخیص داد و در آینده برای کاشت این گونه در مکان‌های با توان رویشگاهی خوب برنامه‌ریزی کرد.

*miadpak@yahoo.com: پست الکترونیکی مسئول مکاتبات

گردآوری و آماده‌سازی داده‌ها، تهیه نقشه، تلفیق نقشه‌ها و تهیه نقشه‌های خروجی دانست (۹). ارزیابی چند معیاره (MCE) یکی از مناسب‌ترین روش‌ها برای طرح‌های مدیریت بخش منابع طبیعی، کشاورزی و منابع آبی، کاربری اراضی و زیست‌محیطی بشمار می‌آید. یکی از مفیدترین روش‌ها برای به دست آوردن وزن معیارها در تصمیم‌گیری چند معیاری روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) است (۱۸). تصمیم‌گیری چند معیاری یک ابزار تصمیم‌گیری است که برای مسائل پیچیده چند معیاری استفاده می‌شود و مسائل را از نظر کمی و کیفی مورد ارزیابی قرار می‌دهد (۲۳). فرآیند تحلیل سلسله مراتبی با استفاده از یک شبکه سیستمی، شاخص‌های مختلف و ضوابط و معیارهای چندگانه با ساختارهای چند سطحی اولویت‌دار برای رتبه‌بندی یا تعیین اهمیت گزینه‌های مختلف یک فرآیند تصمیم‌گیری پیچیده مورد استفاده قرار می‌گیرد (۲۵) و (۲۸). در پژوهش‌های بسیاری برای مکان‌یابی عرصه‌های مناسب جنگل‌کاری و کاربری‌های مختلف از ابزارهای تحلیل سلسله مراتبی استفاده شده است (۸). عالمی و همکاران (۱۰) به بررسی و مکان‌یابی مناطق قابل کشت و توسعه گونه سرخدار در استان گلستان با استفاده از GIS پرداختند. بدین منظور از روش MCE مبتنی بر تحلیل سلسله مراتبی استفاده شد. طی این فرایند شاخص‌های طبیعی مورد نیاز و تأثیرگذار در رشد گونه سرخدار (ارتفاع، شیب، جهت شیب، سنگ‌شناسی، رطوبت نسبی هوا، بارش، دما، تیپ خاک، پوشش گیاهی، تراکم تاج پوشش) در قالب ۱۰ شاخص تعیین و پس از مشخص شدن وزن آن‌ها، سرانجام نقشه نهایی مناسب کاشت گونه سرخدار تهیه گردید. همچنین زارع و همکاران (۷) توان روش‌نگار را به منظور تعیین گونه‌های مناسب جنگل‌کاری در دامنه‌های جنوبی البرز (حوزه آبخیز دره ویسه حصارک) با استفاده از GIS مورد ارزیابی قراردادند و با استفاده از روش ارزیابی چندمعیاره در محیط GIS از ۸ لایه اطلاعاتی شیب، جهت جغرافیایی، بارندگی، زمین‌شناسی، لایه‌های خاک، هیپسومتر، درجه حرارت و رودخانه استفاده کردند. اسلامی و کاویانی (۲۰) با استفاده از GIS به شناسایی مکان‌های

که‌پور درختی است متعلق به رده نهاندانگان، راسته Fabales، خانواده Fabaceae و جنس *Prosopis* که در ایران سه گونه بومی از جنس که‌پور شامل که‌پور ایرانی *Prosopis cineraria*، که‌پور درختچه‌ای *Prosopis koelziana* و که‌پورک یا جغجغه *Prosopis farcta* وجود دارد (۴). که‌پور ایرانی جزء درختان همیشه‌بهار محسوب می‌شود و جزء درختان با ارتفاع متوسط است که می‌تواند تا بیست متر نیز رشد کند. در نواحی‌ای که که‌پور ایرانی به‌طور طبیعی در آن‌ها انتشار یافته، حداکثر اختلاف درجه حرارت معرف اقلیم است. در این مناطق فصل تابستان بسیار گرم و زمستان، از آذر تا بهمن، سخت و خشک است (۱۷). برگ، میوه و سرشاخه‌های که‌پور ایرانی از منابع مهم تأمین علوفه دام‌های اهلی و وحشی، به‌ویژه در طول دوره‌های خشکی و خشک‌سالی است. قسمت گوشتی بین دانه‌ها در غلاف میوه که‌پور ایرانی مصرف خوراکی و دارویی دارد و برای بیماری برونشیت، آسم، لکه‌های پوستی، رماتیسم و عقرب‌زدگی استفاده می‌شود. گل‌ها به‌عنوان ماده مقوی و پاک‌کننده در معالجه نارسایی‌های پوستی و برای جلوگیری از سقط جنین استفاده می‌شود (۲۹). چوب که‌پور ایرانی برای مصارف نجاری و به شکل خمیر چوب در صنایع کاغذسازی استفاده می‌شود (۱). گونه که‌پور ایرانی یکی از سازگارترین گونه‌های موجود در مناطق بیابانی است، برای حفظ تنوع زیستی، جلوگیری از بیابان‌زایی و حفظ مناطق جنگلی مطالعه و توسعه این گونه با ارزش در اولویت است. از این رو با استفاده از مدل‌های فرآیند مکان‌یابی با سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) مناطق داری استعداد جهت توسعه این گونه را می‌توان بررسی کرد (۳). توانایی‌های GIS در ارتباط با پردازش هم‌زمان اطلاعات مکانی، تلفیق نقشه‌های مختلف و تولید نقشه به همراه اطلاعات جدید، سبب شده است تا از این سامانه در ارزیابی توان اکولوژیک برای کاربردهای مختلف استفاده شود (۱۳). فرآیند مکان‌یابی را می‌توان شامل مراحل شناخت، تهیه داده‌های مورد نیاز، تعیین فاکتورهای تأثیرگذار، شناخت دقیق از محدوده مطالعاتی،

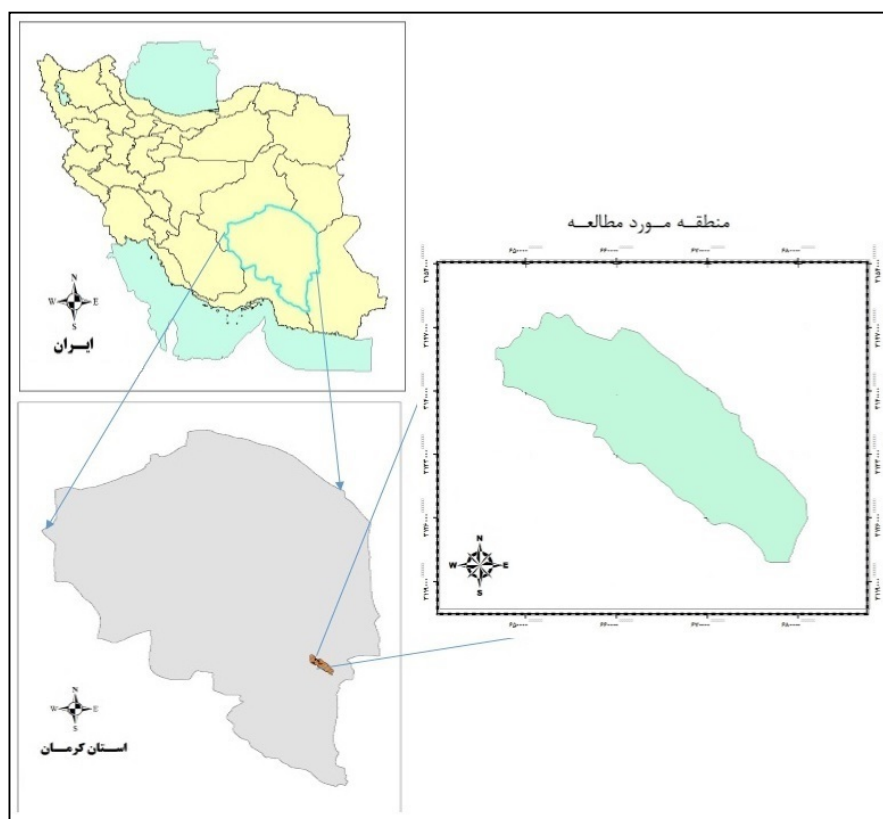
خصوصیات محیطی رویشگاه طبیعی این گونه اقدام به بررسی توان اکولوژیک منطقه برای توسعه و کاشت گونه کهور ایرانی در حوزه آبخیز رحمت‌آباد ریگان در شرق استان کرمان است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه حوزه آبخیز رحمت‌آباد ریگان در استان کرمان است. وسعت این منطقه ۳۷۲۸۶ هکتار و در مختصات جغرافیایی $28^{\circ} 12' 15''$ تا $28^{\circ} 27' 19''$ عرض شمالی و $58^{\circ} 29' 50''$ تا $58^{\circ} 50' 42''$ طول شرقی واقع شده است. حداقل ارتفاع منطقه مورد مطالعه ۹۷۲ متر و حداکثر ارتفاع آن ۲۵۴۱ متر است. منطقه بر اساس روش دومارتن دارای اقلیم خشک است (شکل ۱).

مناسب رویش گیاه گل‌گاوزبان ایرانی *Echium amoenum* *Fisch* پرداختند. الکاوی و همکاران (۱۹) برای تعیین زمین‌های مناسب کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک در مصر از MCE به همراه GIS استفاده کردند. اسلامی و همکاران (۲۲) با استفاده از GIS به بررسی پراکنش گونه سرخدار در جنگل‌های جنوبی دریای کاسپین (استان گیلان) پرداختند و با استفاده از روش آنالیز AHP، اختلاف‌های موجود در پراکنش جغرافیایی گونه‌های درختی را مقایسه کردند. اسماعیل (۲۴) بررسی توان منطقه جنگلی Peninsular مالزی را با روش ارزیابی تصمیم‌گیری چند شاخصه و با کمک GIS انجام داد. در این تحقیق معیارهای تأثیرگذار با وزن‌های متفاوت مورد استفاده قرار گرفت. در مکان‌یابی استخراج عوامل مهم محیطی و طبقه‌بندی آن به چند بخش تأثیرگذار، مستلزم شناخت دقیق اهمیت هر یک از عوامل است. هدف این تحقیق، استفاده از GIS و روش MCE، با استفاده از

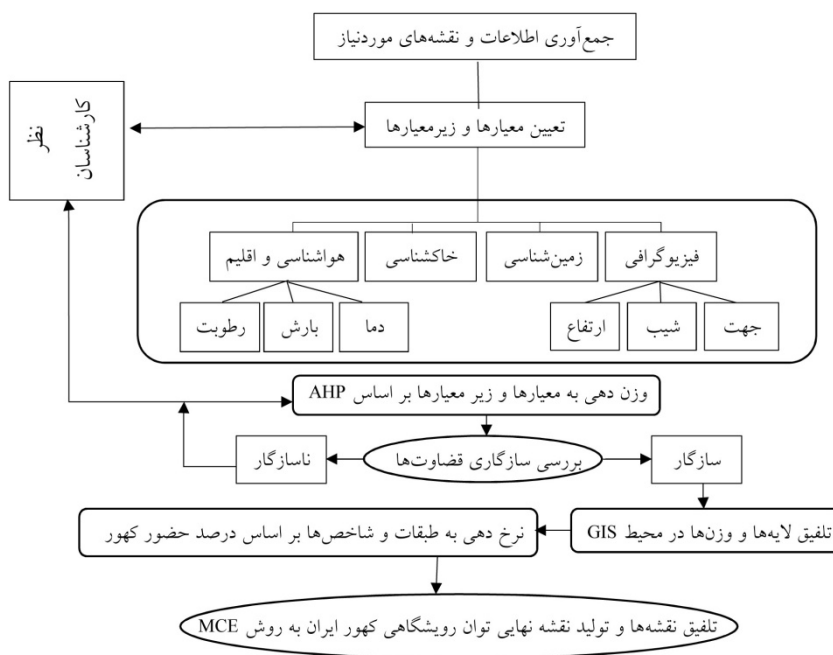


شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان کرمان

روش تحقیق

کرمان تهیه شد. نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه، طبق نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ سازمان زمین‌شناسی کشور سال ۱۳۸۳ تهیه شد. نقشه طبقات دما با استفاده از نقشه مدل رقومی ارتفاع و معادله گرادیان دما برای منطقه مورد مطالعه و محاسبه میزان دمای سالیانه تهیه شد. نقشه‌های بارش و رطوبت نسبی نیز با استفاده از آمار ایستگاه‌های هواشناسی استان و استفاده از روش درون‌یابی کریجینگ برای هر پیکسل تهیه شد. بر اساس تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاری و با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی معیارهای لازم و تأثیرگذار به اجزاء کوچک‌تر و سطوح مختلف تقسیم شد (۱۲). کلیه مراحل این تحقیق در شکل ۲ آورده شده است.

در این پژوهش ابتدا پایگاه اطلاعاتی داده و معیارهای اثرگذار در تعیین توان رویشگاهی کشور ایران در منطقه با توجه به هدف پژوهش و خصوصیات منطقه شناسایی و انتخاب شد. برای مکان‌یابی گونه‌های مناسب کاشت در منطقه مورد مطالعه نیاز به داده‌های پایه برای تولید نقشه‌های مورد نیاز جهت روی هم‌گذاری آن‌ها بوده که این اطلاعات پایه از سازمان‌های هواشناسی، زمین‌شناسی و اداره کل منابع طبیعی استان کرمان تهیه شد. برای تهیه لایه‌های اطلاعاتی ارتفاع، شیب و جهت جغرافیایی از مدل رقومی ارتفاع (DEM) استفاده شد. لایه‌های خاکشناسی و کاربری اراضی با استفاده از اطلاعات موجود در اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان



شکل ۲. نمودار مراحل تحقیق

نسبی است و برای اولویت‌دهی به معیارها است. سیستم نمره‌دهی در این روش بر اساس طیف ۹ تایی ساعتی صورت گرفت (۲۸). جهت جلوگیری از اعمال سلیقه و قضاوت‌های تصادفی از شاخص نرخ ناسازگاری استفاده شد (۱۴). روند ترجیحات سیستم نمره‌دهی در جدول ۱ نشان داده شده است.

در مرحله بعد پرسش‌نامه‌هایی جهت وزن دهی به هرکدام از معیارهای مورد بررسی، طراحی شد و در اختیار ۱۰ متخصص در زمینه جنگل‌شناسی و کارشناسان آشنا به منطقه رحمت‌آباد ریگان قرار گرفت. در این پژوهش از روش مقایسه زوجی به علت سهولت کاربرد، دقت زیاد و دارا بودن مبانی تئوری قوی استفاده شد (۱۱ و ۱۸). وزن‌دهی در این بخش

جدول ۱. سیستم نمره‌دهی در فرآیند سلسله مراتبی

مقدار عددی	ترجیحات (قضاوت شفاهی)
۹	کاملاً مرجح
۷	ترجیح خیلی قوی
۵	ترجیح قوی
۳	کمی مرجح
۱	ترجیح یکسان
۲,۴,۶,۸	ترجیحات بین فواصل

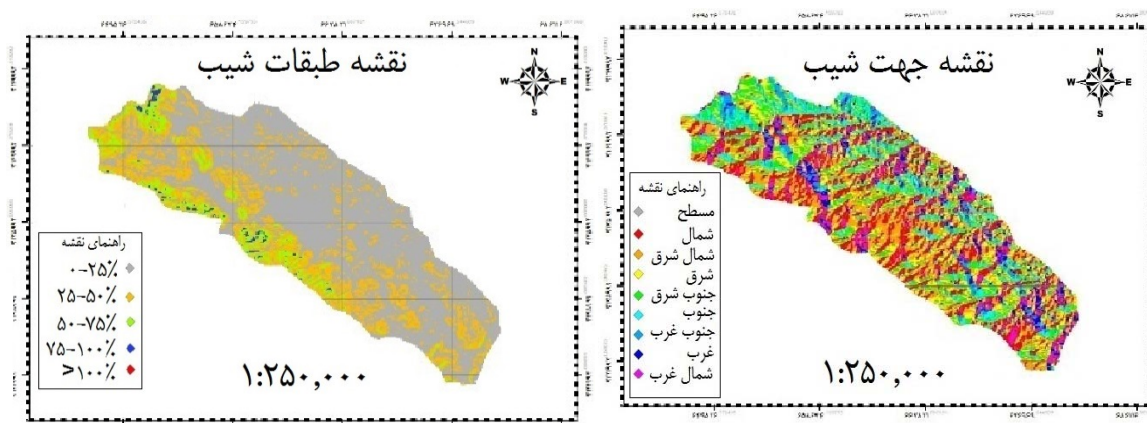
نتایج

نقشه لایه‌های اطلاعاتی پایه شامل؛ شیب منطقه در ۵ طبقه با بیشترین سطح در طبقه ۱ (شیب ۰-۲۵ درصد)، جهت جغرافیایی در ۹ طبقه با بیشترین سطح در طبقه ۳ (جهت شمال شرقی)، هیپسومتری در ۸ طبقه با بیشترین سطح در طبقه ۳ (۱۴۰۰-۱۲۰۰ متر از سطح دریا)، خاک‌شناسی در ۴ طبقه، زمین‌شناسی در ۹ واحد زمین‌شناسی، کاربری اراضی با ۲ کاربری، سطوح هم‌دما در ۶ طبقه با بیشترین سطح در طبقه ۵ (۲۲-۲۰,۵ درجه سانتی‌گراد)، سطوح هم‌باران در ۵ طبقه با بیشترین سطح در طبقه ۱ (۷۰-۶۰ میلی‌متر) و درصد رطوبت نسبی در ۵ طبقه در شکل ۳ آورده شده است.

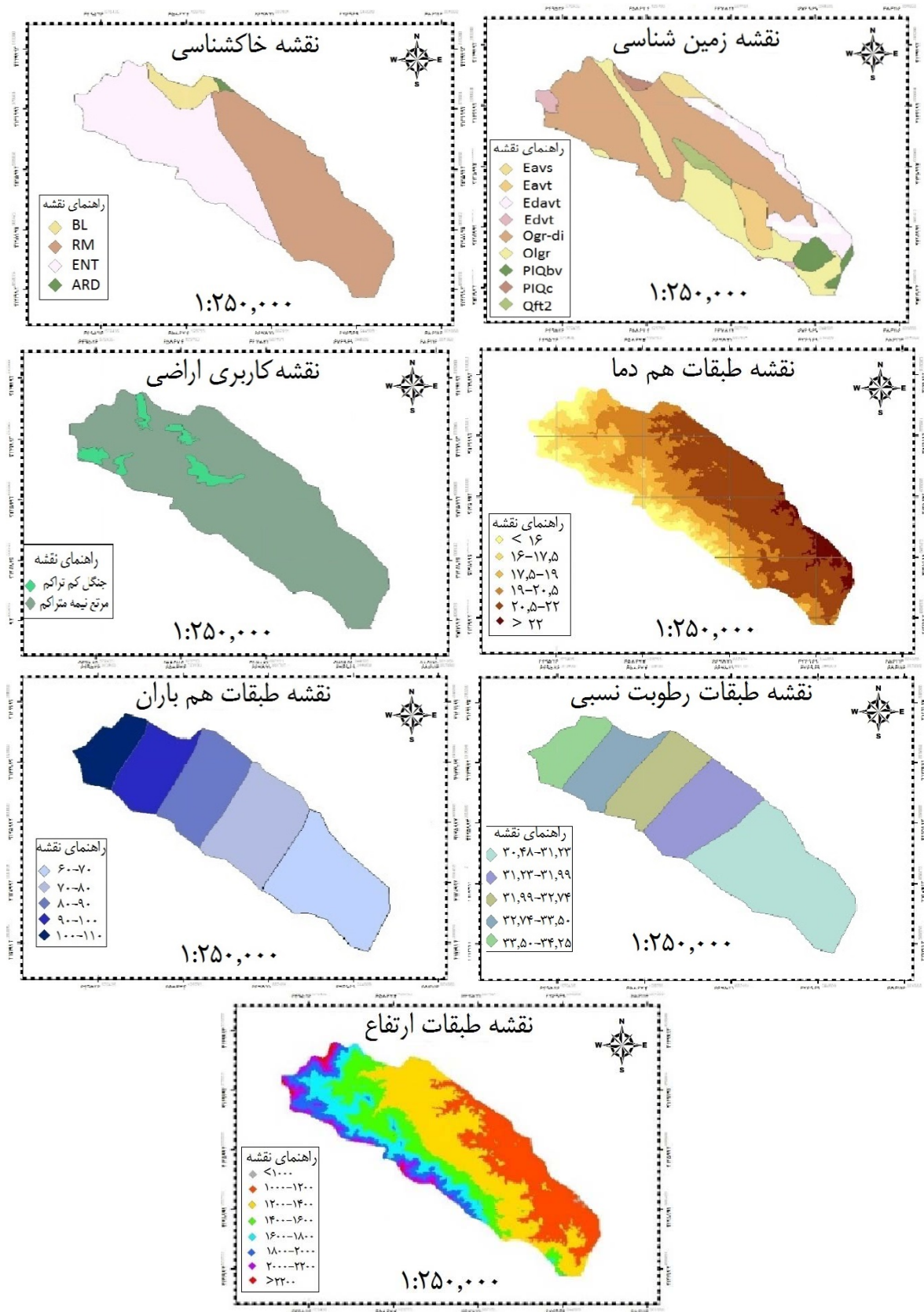
برای محاسبه وزن عوامل تأثیرگذار، نظر محققان و متخصصان حاصل از پرسش‌نامه‌ها در قالب مقایسات زوجی و روش سلسله‌مراتبی در محیط نرم‌افزار Expert Choice تعیین شد. در مقایسات زوجی میزان ناسازگاری کمتر از ۰/۱ مطلوب می‌باشد (۲۷). سرانجام وزن محاسبه‌شده هر یک از معیارها در لایه اطلاعاتی آن ضرب شد و با دیگر لایه‌ها جمع شد.

$$\text{Result: } W_1S_1 + W_2S_2 + \dots + W_iS_i \quad [1]$$

در این رابطه؛ W_i وزن هر لایه که با استفاده از تکنیک AHP محاسبه می‌گردد و S_i لایه‌های اطلاعاتی. ادغام لایه‌ها با استفاده از روی هم‌گذاری لایه‌ها در محیط GIS انجام شد و نقشه نهایی مناطق مستعد حضور گونه کهور ایرانی تعیین گردید.



شکل ۳. نقشه لایه‌های اطلاعاتی پایه



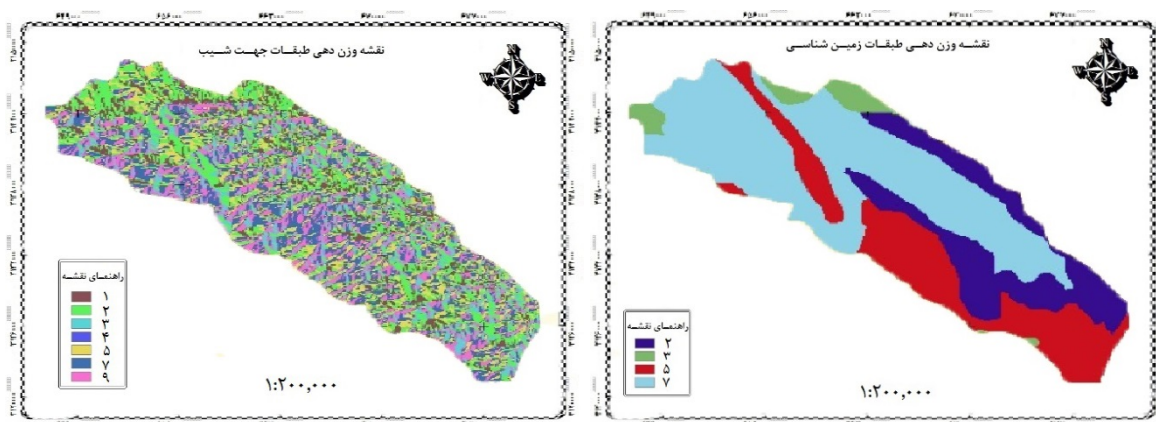
ادامه شکل ۳. نقشه لایه‌های اطلاعاتی پایه

مقدار اهمیت هر یک از عوامل بر روی نقشه نهایی از میانگین نظر کارشناسان در ارتباط با آن معیار مشخص شد. نتایج حاصل در جدول ۲ مشخص شده است. وزن طبقات بر اساس میانگین نظرات کارشناسان برای طبقات شیب ۰/۱۱۷، طبقات جهت شیب ۰/۱۰۶، طبقات ارتفاعی ۰/۱۳۹، طبقات خاکشناسی ۰/۱۱۹، طبقات زمین‌شناسی ۰/۰۹۳، طبقات کاربری اراضی ۰/۰۸۹، طبقات دما ۰/۱۲۶، طبقات بارندگی ۰/۰۹۰ و طبقات رطوبت ۰/۱۱۸ محاسبه شد. بدین ترتیب ارتفاع، مهم‌ترین پارامتر با وزن

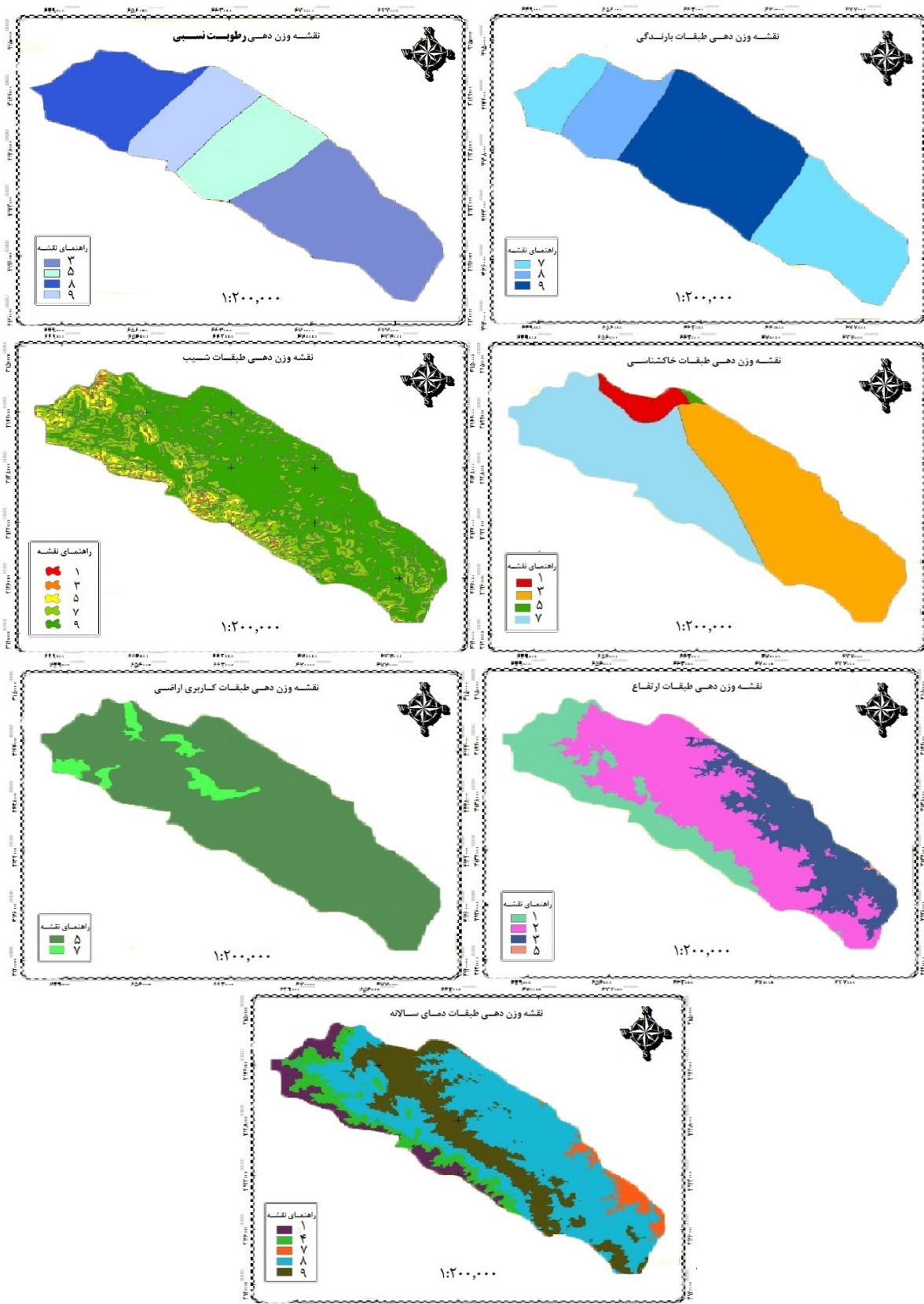
۰/۱۳۹ تعیین گردید. همچنین نرخ ناسازگاری به دست آمده برابر با $IR=0/054$ است که با توجه به اینکه نرخ ناسازگاری باید کمتر از ۰/۱ باشد، این تحقیق از سازگاری بالایی برخوردار است (جدول ۲). نتایج بدست آمده از وزن‌دهی به لایه‌های اطلاعاتی شامل شیب، جهت شیب، طبقات ارتفاعی، خاکشناسی، زمین‌شناسی، کاربری اراضی، دما، بارندگی و رطوبت نسبی هوا در شکل ۴ نشان داده شده است. نتایج حاصل از اعمال وزن‌ها در لایه طبقات نقشه‌ها در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۲. وزن دهی معیارهای مکان‌یابی رویشگاه کهور ایرانی به روش سلسله مراتبی

ردیف	کارشناس معیار	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	میانگین
۱	شیب	۰/۱۱۳	۰/۲۱۳	۰/۰۷۶	۰/۰۸۰	۰/۰۶۲	۰/۱۴۰	۰/۱۰۰	۰/۰۸۵	۰/۱۴۵	۰/۱۶۲	۰/۱۱۷
۲	جهت شیب	۰/۱۶۵	۰/۱۳۸	۰/۰۷۶	۰/۰۷۶	۰/۱۱۲	۰/۰۹۵	۰/۱۴۵	۰/۰۷۶	۰/۰۶۵	۰/۱۰۳	۰/۱۰۶
۳	ارتفاع	۰/۱۹۳	۰/۱۰۸	۰/۰۴۹	۰/۰۶۴	۰/۱۹۸	۰/۱۹۶	۰/۱۳۳	۰/۰۹۷	۰/۱۷۰	۰/۱۸۵	۰/۱۳۹
۴	خاک	۰/۰۵۷	۰/۰۵۴	۰/۱۹۶	۰/۲۵۱	۰/۱۳۷	۰/۰۶۳	۰/۱۱۲	۰/۱۳۴	۰/۰۸۴	۰/۱۰۶	۰/۱۱۹
۵	سنگ	۰/۰۸۴	۰/۰۴۸	۰/۱۲۴	۰/۱۲۲	۰/۰۹۳	۰/۰۷۷	۰/۱۱۰	۰/۱۰۵	۰/۰۴۹	۰/۱۱۹	۰/۰۹۳
۶	کاربری اراضی	۰/۰۳۰	۰/۱۱۱	۰/۱۹۷	۰/۱۳۱	۰/۰۲۱	۰/۱۰۷	۰/۰۶۶	۰/۰۹۰	۰/۰۵۶	۰/۰۸۹	۰/۰۸۹
۷	دما	۰/۱۱۱	۰/۱۱۲	۰/۰۷۸	۰/۰۷۹	۰/۲۷۲	۰/۱۰۷	۰/۱۴۰	۰/۲۱۵	۰/۱۰۸	۰/۰۴۱	۰/۱۲۶
۸	بارندگی	۰/۱۱۱	۰/۰۹۸	۰/۰۷۸	۰/۰۹۲	۰/۰۵۴	۰/۱۰۷	۰/۱۱۲	۰/۱۰۸	۰/۰۳۶	۰/۱۰۶	۰/۰۹۰
۹	رطوبت	۰/۱۳۶	۰/۱۱۸	۰/۱۲۶	۰/۱۰۵	۰/۰۴۱	۰/۱۰۸	۰/۰۸۲	۰/۰۹۰	۰/۲۸۷	۰/۰۸۹	۰/۱۱۸
	مجموع	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	
	نرخ ناسازگاری	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۰۷	۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۰۹	۰/۰۵۴



شکل ۴. وزن‌دهی به لایه‌های مختلف تأثیرگذار در مکان‌یابی



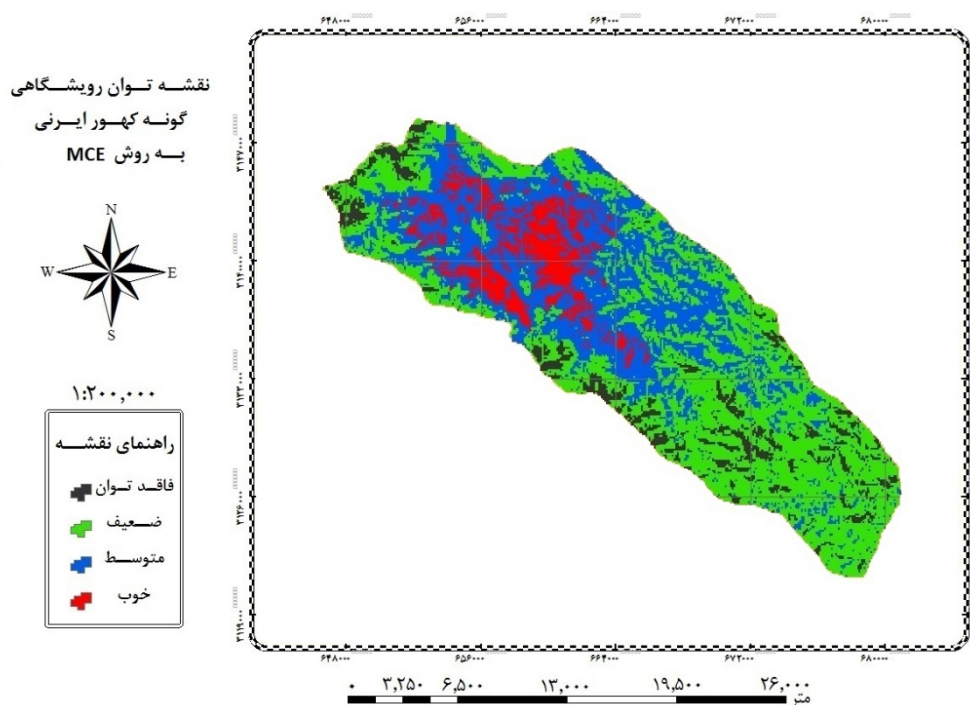
ادامه شکل ۴. وزن دهی به لایه‌های مختلف تأثیرگذار در مکان‌یابی

جدول ۳. نتایج وزن دهی به لایه‌های نقشه‌ها

نقشه‌ها ارزش طبقات	ارتفاع از سطح دریا (متر)	شیب (درصد)	جهت	زمین	خاک	رطوبت نسبی درصد	درجه سانتی‌گراد	بارندگی میلی‌متر	کاربری اراضی
بیشتری وزن	< ۱۰۰۰	۰-۲۵	شمال	Ogr-di	Ard	۳۱/۹۹ - ۳۲/۷۴	۱۹ - ۲۰/۵	۸۰-۹۰	جنگل کم تراکم
کمترین وزن	> ۱۶۰۰	> ۱۰۰	جنوب	Qft2	BL	۳۰/۴۸ - ۳۱/۲۳	< ۱۶	۶۰-۷۰	مرتع نیمه متراکم

حاصل ضرب نقشه‌های عوامل و بر اساس نقاط عطف منحنی فراوانی تجمعی پیکسل‌ها در ۴ کلاس طبقه‌بندی شد (شکل ۵).

برای ارزیابی مکان‌یابی مناطق مستعد به منظور استقرار گونه کهور ایرانی، وزن هر عامل در نرخ آن لایه ضرب شد و نقشه مکان‌های مستعد توسعه کهور ایرانی، از جمع



شکل ۵. نقشه طبقات مکان‌یابی گونه کهور ایرانی

نتایج حاصل از وزن دهی به روش AHP نشان داد که بیشترین وزن مربوط به عامل ارتفاع است که می‌تواند مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده برای مکان‌یابی کهور ایرانی به شمار آید. با انطباق نقشه حاصل از روش MCE با نقشه‌های شاخص‌های مورد استفاده در این پژوهش نشان داده شد که امکان حضور گونه کهور ایرانی در طبقه شیب ۰-۲۵ درصد دارای بالاترین مساحت و طبقه بالاتر از ۱۰۰ درصد داری کمترین امکان

نقشه نهایی = (نقشه درصد طبقات شیب $\times 0/117$) + (نقشه درصد طبقات جهت شیب $\times 0/106$) + (نقشه درصد طبقات ارتفاع $\times 0/139$) + (نقشه درصد طبقات خاک $\times 0/090$) + (نقشه درصد طبقات سنگ $\times 0/093$) + (نقشه درصد طبقات کاربری اراضی $\times 0/089$) + (نقشه درصد طبقات دما $\times 0/126$) + (نقشه درصد طبقات بارندگی $\times 0/09$) + (نقشه درصد طبقات رطوبت نسبی $\times 0/118$).

خوب و طبقه پایین‌تر از ۱۶ درجه سانتی‌گراد دارای بیشترین مساحت در طبقه توان ضعیف قرار دارد. نتایج انطباق نقشه حاصل از روش MCE با نقشه زمین‌شناسی نشان می‌دهد سازند Ogr-di دارای بالاترین سطح در توان خوب و سازند Eavs دارای کمترین امکان حضور در تمامی طبقات توان رویشگاهی است. نتایج بررسی انطباق نقشه خاک و نقشه کاربری با لایه نهایی توان رویشگاهی نشان داد گونه کهور ایرانی در این طبقات دارای پراکنش متفاوتی است.

نتایج بدست آمده نشان می‌دهد از مجموع ۳۷۲۸۶ هکتار بررسی شده در منطقه ۲۹۹۹ هکتار معادل ۸/۰۴ درصد فاقد توان، ۱۷۳۴۳ هکتار معادل ۴۶/۵۱ درصد دارای توان ضعیف، ۱۳۵۲۱ هکتار معادل ۳۶/۲۶ درصد دارای توان متوسط و ۳۴۲۳ هکتار از مساحت منطقه معادل ۹/۱۸ درصد دارای توان خوب است (جدول ۴).

حضور گونه کهور ایرانی است. همچنین از انطباق نقشه طبقات جهت شیب مشخص شد شمال دارای بیشترین مساحت از طبقه توان خوب و طبقه غرب دارای کمترین مساحت امکان حضور گونه کهور ایرانی است. در مورد طبقات ارتفاعی نیز، طبقه ۱۲۰۰-۱۰۰۰ متر دارای بالاترین مساحت توان خوب و طبقات ارتفاعی بالاتر از ۱۶۰۰ متر دارای کمترین مساحت است. همچنین نقشه رطوبت نسبی نشان می‌دهد طبقه ۳۲-۳۲/۷۵ دارای بالاترین مساحت در توان خوب و طبقه ۳۱/۲۳-۳۰/۴۸ دارای توان ضعیف برای امکان حضور گونه کهور ایرانی است. طبقات بارش ۸۰-۱۰۰ میلی‌متر دارای بالاترین امکان حضور گونه کهور ایرانی و طبقه بارش ۷۰-۶۰ میلی‌متر بیشترین مساحت از طبقه توان ضعیف رویشی این گونه را به خود اختصاص داد. همچنین طبقه دمایی ۱۹-۲۰/۵ دارای بالاترین امکان حضور گونه کهور ایرانی در طبقه توان

جدول ۴. توزیع فراوانی کلاس‌های مکان‌یابی گونه کهور ایرانی

ردیف	طبقه	مساحت (هکتار)	درصد مساحت
۱	فاقد توان	۲۹۹۹	۸/۰۴
۲	توان ضعیف	۱۷۳۴۳	۴۶/۵۱
۳	توان متوسط	۱۳۵۲۱	۳۶/۲۶
۴	توان خوب	۳۴۲۳	۹/۱۸

نمود. بدون شک عملیاتی را نمی‌توان یافت که از دقت و صحت کامل برخوردار باشد برخی خطاها سیستماتیک می‌باشند و کاربر نقشی در ایجاد آن‌ها ایفا نخواهد کرد. لیکن برخی خطاها نظیر انتخاب معیارها و وزن‌ها با دقت بیشتر از سوی کاربر تا حدی قابل رفع است (۶). از این‌رو برای رسیدن به توسعه و پایداری اکولوژیک نمی‌توان تنها یک معیار (شیب، جهت شیب، ارتفاع و غیره) را در نظر گرفت، بلکه با در نظر گرفتن چند معیار و انطباق خواص‌های اکولوژیک این گونه با شرایط محیطی می‌توان به توسعه و پایداری اکولوژیک این گونه دست یافت. نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که گونه کهور ایرانی نسبت به دامنه تغییرات شاخص‌های مختلف از

بحث و نتیجه‌گیری

گونه کهور ایرانی جزو گونه‌های سازگار جنوب ایران است. این گونه در گذشته گسترش‌گاه وسیع اما گسسته‌ای را شامل می‌شده است اما هم‌اکنون مناطق محدودی از آن باقی‌مانده است. به دلیل حمایت از این گونه با ارزش انجام بررسی‌های بیشتری از جنبه‌های پراکنش مکانی و امکان توسعه کاشت آن لازم است. برنامه‌ریزی به منظور توسعه کاشت گونه کهور ایرانی بدون توجه به معیارها و استانداردهای مطلوب جهت گسترش این گونه امکان‌پذیر نیست؛ بنابراین باید متناسب با شرایط طبیعی منطقه برای توسعه این گونه اقدام

خود حساسیت نشان می‌دهد و پراکنش آن با عامل‌های اکولوژیک به ویژه عوامل فیزیوگرافی و اقلیمی رابطه مستقیم دارد. توان منطقه جهت توسعه کاشت کهور ایرانی با روش ارزیابی چندمعیاره به دلیل مناسب بودن این روش در پهنه‌بندی و تهیه توان اکولوژیک محیط بدون آنکه واحد اکوسیستمی خارج از طبقه‌بندی قرار گیرد، بررسی شد. این روش مناسب مکان‌یابی مناطق برای توسعه خاص است. در این روش فاکتورهای مختلف مورد بررسی قرار گرفته و از طرفی همه فاکتورها با وزن مشابه نبوده و وزن آن‌ها با نرم‌افزار Expert choice تعیین گردید. تأثیر این وزن‌ها بر روی نتایج متفاوت بوده که باعث افزایش دقت تحقیق می‌گردد.

آناندا (۱۶)؛ در بررسی خود به این نکته اشاره می‌کند که فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در تصمیم‌گیری‌های چند شاخصه وزن اولویت‌های هر معیار را نشان می‌دهد که این مورد نمره هر بخش را مشخص می‌کند. همچنین بیان می‌کند که اظهارنظرهای عمومی یا فرآیندهای مشارکت گروه تصمیم‌گیرنده در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی برای کارایی بیشتر و دستیابی به الگوی شفاف‌تر بسیار مفید است. به علاوه تکنیک‌هایی مانند این فرآیند می‌تواند جنبه‌های مختلف و درصد بالایی از مشارکت تصمیم‌گیرندگان را ترکیب کنند. کیورشی و هریسون (۲۶)؛ نیز به این نتیجه رسید که فرآیند تحلیل سلسله مراتبی می‌تواند نظر افراد مختلف را وارد کند. همچنین اشاره شده که زمان‌بر بودن و وقت‌گیر بودن مصاحبه با گروه تصمیم‌گیرنده از معایب این روش است. تأثیر هر عامل بر روی نقشه نهایی با خلاصه نظرات کارشناسان در مورد وزن و اهمیت هر لایه اطلاعاتی تعیین می‌شود (۲۱). در تحقیق حاضر نیز این توانمندی‌ها در دستیابی به نتایج ما را یاری داده است. جوزی و مرادی مجد (۵)؛ مهم‌ترین عامل را برای کشت گونه‌های انار در منطقه بوالحسن استان خوزستان ارتفاع از سطح دریا معرفی کردند. همچنین در تحقیقی جهت معرفی گونه‌های گیاهی مناسب برای جنگل‌کاری در حوزه آبخیز دره وسیه با استفاده از ارزیابی چندمعیاره و به کمک GIS با استفاده از ۸ لایه اطلاعاتی شیب، جهت جغرافیایی، هیپسومتري،

بارندگی، درجه حرارت، لایه‌های خاک، زمین‌شناسی و رودخانه، زارع و همکاران (۷)؛ به این نتیجه رسیدند که لایه اطلاعاتی ارتفاع تأثیرگذارتر از بقیه لایه‌های اطلاعاتی است که در این پژوهش نیز با توجه به نتایج به دست آمده این عامل تأثیرگذارترین عامل شناخته شد. نتایج مکان‌یابی با استفاده از روش MCE نشان داد بیشترین مساحت از لحاظ عدم امکان حضور گونه کهور ایرانی مربوط به طبقات ارتفاعی بالاتر ۱۶۰۰ متر است. بررسی این نتایج با مطالعات امتحانی و همکاران (۲)؛ مبنی به عدم حضور کهور ایرانی در ارتفاع بالای ۱۶۰۰ متر مطابقت دارد.

نتایج این پژوهش نشان داد که نیازهای اکولوژیک گونه کهور ایرانی متفاوت و متمایز است و می‌توان با ترکیب لایه‌های مختلف به نتایج مناسب و قابل توجه رسید. این نتایج با یافته‌های پژوهشی برای مکان‌یابی مناطق مناسب برای جنگل‌کاری گونه در معرض خطر سرو *Cupressus sempervirens* با استفاده از GIS در جنگل‌های شمال ایران (۲۱)؛ و همچنین عالمی و همکاران (۱۵)؛ در تحقیقی برای بررسی توسعه قابلیت گونه در حال انقراض سرخدار در استان گلستان با استفاده از GIS و اسلامی و همکاران (۲۲)؛ در مورد مکان‌یابی گونه‌های در حال انقراض در غرب استان گیلان همخوانی دارد. بنابراین با استفاده از نتایج حاصل از پژوهش حاضر می‌توان مناطق مستعد حضور گونه کهور ایرانی را با استفاده از GIS و روش ارزیابی MCE تشخیص داد و در آینده برای کاشت این گونه در مکان‌های با توان خوب برنامه‌ریزی کرد.

منابع مورد استفاده

۱. امتحانی، م. ح. ۱۳۷۷. بررسی اکولوژیکی گونه‌های بومی درختی و درختچه‌ای خانواده لگومینوز در جنوب کشور. رساله دکتری رشته جنگلداری. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات. ۴۹۰ صفحه.
۲. امتحانی، م. ح.، ح. ر. عظیم‌زاده و م. ر. اختصاصی. ۱۳۸۷. وضعیت اکولوژیکی کهور ایرانی *Prosopis cineraria* و

۱۲. گودرزی، ل.، ع. آخوندعلی و ح. زارعی. ۱۳۹۲. تعیین مکان مناسب برای تغذیه مصنوعی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و روش تحلیل سلسله مراتبی (مطالعه موردی: دشت اشترینان). سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۵(۴): ۶۰-۴۷.
۱۳. مخدوم، م.، ا. درویش‌صفت، ه. جعفرزاده و ا. مخدوم. ۱۳۹۱. ارزیابی و برنامه‌ریزی محیط زیست با سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی GIS. چاپ هفتم، انتشارات دانشگاه تهران. ۳۰۴ صفحه.
۱۴. ولیخانی، ن.، ا. ح. چرخابی، م. خیرخواه زرکش و م. ج. سلطانی. ۱۳۹۰. کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی و تصمیم‌گیری چند معیاره MCDM در پهنه‌بندی درجه تناسب توسعه فیزیکی شهری (مطالعه موردی: شمال شهر کرج). سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۲(۲): ۱-۱۵.
15. Alami A, Eslami A, Hashemi SA. 2014. The Query of Suitable Areas for plantation and development of *Taxus baccata* L Species by Using GIS in Northern Iran. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 86(3): 1497-1505.
16. Ananda J. 2007. Implementing participatory decision making in forest planning. Environmental Management, 39(4): 534-544.
17. Brown K. 1992. Prosopis cineraria woodlands of Oman: past, present and future. CORD university of Durham. Proceeding of the Prosopis Symposium, held by CORD, University of Durham, UK, 27-31.
18. Chen Y-C, Lien H-P, Tzeng G-H. 2010. Measures and evaluation for environment watershed plans using a novel hybrid MCDM model. Expert Systems with Applications, 37(2): 926-938.
19. El-Kawy O, Ismail H, Rød J, Suliman A. 2010. A developed GIS-based land evaluation model for agricultural land suitability assessments in arid and semi arid regions. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 6(5): 589-599.
20. Eslami A, Kaviani B. 2011. The use of geographical information system (GIS) for the extension of *Echium amoenum* Fisch. et Mey., a medicinal plant, in the Northern part of Iran. Journal of Medicinal Plants Research, 5(10): 2107-2109.
- تأثیرات زیست‌محیطی آن در جنوب کشور. مجله محیط‌شناسی، ۳۴(۴۸): ۸۱-۸۸.
۳. پرهیزکار، ا. و ع. غفاری گیلاننده. ۱۳۸۵. سامانه اطلاعات جغرافیایی و تحلیل تصمیم چند معیاری. چاپ اول، انتشارات سمت. ۱۸۰ صفحه.
۴. ثابتی، ح. ۱۳۸۷. جنگل‌ها، درختان و درختچه‌های ایران. چاپ پنجم، انتشارات دانشگاه یزد. ۸۰۶ صفحه.
۵. جوزی، س. ع. و ن. مرادی مجد. ۱۳۹۱. ارزشیابی توان رویشگاه بوالحسن جهت کاشت انار (*Punica granatum*) به روش تصمیم‌گیری چندشاخصه. دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۲۲(۱): ۲۵-۴۱.
۶. چیت‌سازان، م.، ف. دهقانی، ف. راست‌منش و س. ی. میرزایی. ۱۳۹۲. مکانیابی محل دفن پسماندهای جامد شهری با استفاده از فن‌آوری‌های اطلاعات مکانی و منطق فازی - تحلیل سلسله مراتبی Fuzzy-AHP (مطالعه موردی: رامهرمز). سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۴(۱): ۳۹-۵۵.
۷. زارع، ر.، س. بابایی کفاکی و ا. متاجی. ۱۳۹۰. ارزیابی توان رویشگاه به‌منظور تعیین گونه‌های مناسب جنگل کاری در دامنه‌های جنوبی البرز با استفاده از GIS (مطالعه موردی حوزه آبخیز دره وسیه). مجله تحقیقات منابع طبیعی تجدیدشونده، ۲(۱): ۵۵-۶۷.
۸. زمانی، ص.، م. پیرباوقار، ن. شعبانپان و ه. غضنفری. ۱۳۹۳. ارزیابی قابلیت اراضی برای توسعه جنگلکاری (مطالعه موردی: شهر سنندج). فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۲۲(۱): ۱-۱۲.
۹. سلمان ماهینی، ع. و ح. کامیاب. ۱۳۸۷. سنجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی کاربردی با نرم‌افزار ایدریسی. انتشارات مهر مهدیس. ۵۸۲ صفحه.
۱۰. عالمی، ا.، ع. اسلامی و ش. شتایی. ۱۳۹۲. بررسی پتانسیل توسعه گونه در حال انقراض سرخدار در استان گلستان با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (پژوهش موردی: ذخیره‌گاه پونه‌آرام استان گلستان). فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۲۱(۴): ۶۷۸-۶۸۹.
۱۱. قدسی‌پور، ح. ۱۳۸۷. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی. انتشارات امیرکبیر تهران. ۲۱۵ صفحه.

21. Eslami A, Malekmohamadi S, Falahchi M. 2015. The query of suitable areas for reafforestation of *Cupressus sempervirens* var. *Horizontalis* endangered species by using GIS in Northern forest of Iran. *Journal of Soil and Nature*, 8(1): 14-18.
22. Eslami A, Roshani M, Kaviani B, Taleghani M. 2010. The species query on the verge of extinction in southern forests of Caspian Sea. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science*, 7(4): 440-446.
23. Gül A, Gezer A, Kane B. 2006. Multi-criteria analysis for locating new urban forests: An example from Isparta, Turkey. *Urban Forestry & Urban Greening*, 5(2): 57-71.
24. Ismail MH. 2009. Developing policy for suitable harvest zone using multi criteria evaluation and GIS-based decision support system. *International Journal of Economics and Finance*, 1(2): 105 -117.
25. Lee JT, Bailey N, Thompson S. 2002. Using geographical information systems to identify and target sites for creation and restoration of native woodlands: a case study of the Chiltern Hills, UK. *Journal of Environmental Management*, 64(1): 25-34.
26. Qureshi ME, Harrison SR. 2003. Application of the analytic hierarchy process to riparian revegetation policy options. *Small-Scale Forestry*, 2(3): 441-458.
27. Saaty TL. 1959. *Mathematical Methods of Operations Research*, Dover Publications, New York. 480 pp.
28. Saaty TL. 1980. *The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resources allocation*. New York: McGraw. 437 pp.
29. Toky O, Arya S, Bisht R, Dutton R, Powell M, Ridley R. 1992. Ecological perspectives of *Prosopis cineraria* (L.) Druce in arid and semi-arid India. In: Dutton, R.W., ed., *Prosopis species, Aspects of their value, research and development*, FAO, Rome: 301-309.



Site selection of suitable land for plantation development of *Prosopis cineraria* species using GIS (Case study: Rahmatabad watershed, Kerman province)

M. Pakzad ^{1*}, A. Eslami ²

1. PhD. Student of Forestry, University of Guilan

2. Assoc. Prof. College of Agricultural Science, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran

ARTICLE INFO

Article history:

Received 28 June 2016

Accepted 18 April 2017

Available online 23 August 2017

Keywords:

Site selection

Habitat capability

Multi-criteria evaluation

Prosopis cineraria

Rigan

ABSTRACT

Prosopis cineraria is a native species in the south of Iran and it include of compatible species in this area. This species contains has been a wide distribution but discrete in the past, but it's limited regions in now. This research done in investigating possibility of plantation development for Mesquite (*Prosopis cineraria*) in Rahmatabad watershed of Rigan county, the East Kerman province. The aim of this study was to site location and identify suitable land for development and implementation of the ecological requirements of the species, according to the ecological characteristics of the study area in the East of the province. For this purpose, the method of multi-criteria evaluation has been based on Analytical Hierarchy Process. During this process were identified the natural characteristics and specific requirements of Mesquite and then calculate the weight of each characteristic by weighted analytic hierarchy process (AHP), the final map of the habitat area was prepared for the development of Mesquite trees. The results showed that the total area of 37286 ha, about 3423 ha of the land where good capability, 13521 ha the average capability, 17343 ha low capability and 2999 ha for the plantation of Mesquite has without capability. Using the results of this study can recognized prone areas of Mesquite using the MCE method in GIS and for the plantation of this species in places with good habitat can be planned in the future.

* Corresponding author e-mail address: miadpak@yahoo.com