سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی (سال نهم / شماره چهارم) زمستان ۱۳۹۷
نمایه شده در سایت: پایگاه استنادی علوم جهان اسلام، جهاد دانشگاهی، مگ ایران، نورمگز، سیویلیکا، Google Scholar
آدرس وب سایت : http://girs.iaubushehr.ac.ir

تعیین رویشگاه بالقوه گیاه دارویی آنغوزه (*Ferula assafoetida*) با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: منطقه چترود، کرمان)

امیر سعادت‌فر [۱*]، ایرج توسلیان [۱و۲]، سمیرا حسین جعفری [۳]

۱. استادیار گروه گیاهان دارویی، پژوهشکده فناوری تولیدات گیاهی، دانشگاه شهید باهنر کرمان
۲. استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان
۳. پژوهشگر پسادکتری، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد

چکیده

استفاده بهینهٔ اراضی نیازمند ارزیابی دقیق منابع بوم‌شناختی است. ازآنجایی‌که گیاهان دارویی شرایط اقلیمی و محیطی خاصی را می‌طلبند، لذا محققان و کارشناسان توجه ویژه‌ای به ارزیابی تناسب اراضی داشته و بر پایه مدل‌های بوم‌شناختی-کشاورزی، منابع محیطی را با روش‌های مناسب شناسایی، ارزیابی و به‌منظور اهداف خاصی قابلیت‌سنجی می‌نمایند. تحقیق حاضر به‌منظور بررسی تأثیر عوامل اقلیمی، توپوگرافی و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک بر رویشگاه گیاه دارویی آنغوزه در منطقه چترود استان کرمان و پهنه‌بندی نواحی مناسب و مستعد توسعه این گیاه با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) انجام شد. بدین منظور ابتدا نیازهای بوم‌شناختی گیاه آنغوزه با استفاده از منابع علمی تعیین و درجه‌بندی گردید. سپس با نمونه‌برداری خاک از سطح منطقه در ۱٤ نقطه، نقشه‌های موضوعی موردنیاز تهیه و طبقه‌بندی شد. پارامترهای بررسی‌شده شامل بارش، دما، ارتفاع، شن، سیلت، رس، آهک، اسیدیته، هدایت الکتریکی، پتاسیم، رطوبت اشباع، فسفر، ماده آلی، و نیتروژن می‌باشند. درنهایت با تلفیق و هم‌پوشانی نقشه‌های وزن‌دهی شده در محیط GIS، پهنه‌بندی رویشگاه گیاه آنغوزه استخراج گردید. نتایج نشان داد که گیاه آنغوزه در چهار پهنه (خیلی مناسب، مناسب، متوسط و ضعیف) ازنظر تناسب اراضی قرار گرفت. حدود ٤۸۲٦ هکتار (۱٦/۹ درصد) از منطقه چترود دارای تناسب بالایی جهت رویش گیاه آنغوزه می‌باشند که داشتن هدایت الکتریکی و اسیدیته پایین، ماده آلی بالا و ارتفاع ۱۹۰۰ تا ۲۵۰۰ متر از ویژگی‌های این منطقه است. حدوداً ٦۸۱۹/٦ هکتار (۲۳/۸ درصد) از مساحت اراضی منطقه به دلیل کمبود بارش، ارتفاع بالا و کمبود مواد آلی جهت رویش آنغوزه نامناسب ارزیابی شد.

مشخصات مقاله

پیشینه مقاله:
دریافت: ۲۵ اردیبهشت ۱۳۹۷
پذیرش: ۱۵ مهر ۱۳۹۷
دسترسی اینترنتی: ۳۰ بهمن ۱۳۹۷

واژه‌های کلیدی:
تناسب اراضی
رویشگاه آنغوزه
سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)
تحلیل سلسله مراتبی
کرمان

* پست الکترونیکی مسئول مکاتبات: saadatfar.amir@uk.ac.ir

مقدمه

در عصر حاضر محدودیت منابع و افزایش روزافزون جمعیت و درنتیجه افزایش تقاضا برای محصولات غذایی، ایجاب می‌کند که از منابع محدود به نحو بهینه استفاده شود (۱۳). قابلیت منابع طبیعی جهان جهت فراهم کردن نیازهای جمعیت رو به رشد، یک مسئله اساسی برای جامعه بین‌الملل است. مشکل اصلی فشار فزاینده بر منابع طبیعی است (٤). یکی از موضوعات مهم و اصلی جهان استفاده بهینه از اراضی برای تأمین نیازهای جمعیت در حال رشد است زیرا منابع اراضی محدود و تخریب شونده هستند (١٦). از طرف دیگر شاهد بهره‌برداری نامناسب از اراضی و آثار سوء ناشی از این بهره‌برداری‌ها هستیم. ازاین‌رو نیاز به یافتن شیوهای جدید در توسعه گیاهان مصرفی که بر مبنای حفاظت منابع طبیعی استوار بوده و درعین‌حال روش‌ها و دانش بوم‌شناختی نوین را نیز به خدمت بگیرد، ضروری است (۱۵). عامل افزایش محصول در کشورهای توسعه‌یافته، شناخت امکانات بالقوه اقلیمی و نیازهای آب و هوایی گیاهان و استفاده از این موضوع در جهت افزایش کارایی است. شناخت پارامترهای آب و هوایی و اثر آن‌ها بر روی گیاهان یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در افزایش عملکرد و به‌تبع آن بالا بردن تولید می‌باشد (١٤). مطالعه شرایط اقلیمی، ارتفاع، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و برخی از عوامل اقلیمی مؤثر بر رشد، در امکان‌سنجی تولید یک محصول در یک منطقه می‌توانند مفید واقع شوند (۲۱). استفاده غیرمنطقی انسان از سرزمین در بسیاری از نقاط دنیا که منجر به نابودی پتانسیل‌های طبیعی و منابع موجود در آن شده، دیگر جای هیچ شکی باقی نمی‌گذارد که نائل شدن به توسعه پایدار، مستلزم اجرای انواع طرح‌های توسعه و بهره‌برداری از منابع طبیعی کشور بر اساس توان بالقوه منابع و ظرفیت قابل‌تحمل محیط‌زیست است. تعیین توان بالقوه و تخصیص کاربری‌های متناسب با توان، روشی است که می‌تواند میان توان طبیعی محیط، نیاز جوامع و کاربری‌ها و فعالیت‌های انسان در فضا یک رابطه منطقی و یک سازگاری پایدار به وجود آورد. ارزیابی توان سرزمین ابزاری برای برنامه‌ریزی راهبردی استفاده از سرزمین است (٤). روش‌های مختلفی برای ارزیابی اراضی پیشنهادشده است. در سال ١٩٧٦، سازمان خواروبار جهانی ملل متحد (FAO) یک چهارچوب کلی به‌منظور طبقه‌بندی تناسب اراضی ارائه داد (۱۷). در سال‌های اخیر روش‌هایی بر اساس چهارچوب مذکور ارائه‌شده است که این روش‌ها همه از نوع کیفی می‌باشند و میزان تناسب اراضی برای یک نوع کاربری خاص، با مقایسه مشخصات اراضی و یا کیفیت اراضی با نیازهای آن کاربری مشخص می‌شود (٤). در حال حاضر، منطقی‌ترین راه برای انجام مطالعات محیط‌زیست در چارچوب برنامه‌ریزی منطقه‌ای، دخالت دادن جنبه‌های بوم‌شناختی در برنامه‌ریزی و سازمان‌دهی کاربری زمین است (۳).

هدف اصلی از تعیین قابلیت اراضی پیش‌بینی ظرفیت ذاتی واحدهای اراضی برای کاربری خاص در طی یک دوره طولانی و به شکلی است که هیچ تخریبی صورت نپذیرد. پهنه‌بندی بوم‌شناختی-کشاورزی می‌تواند به‌عنوان ابزاری برای ارزیابی، برنامه‌ریزی و مدیریت بهتر منابع اراضی مورد استفاده قرار گیرد (۱۸). هدف از پهنه‌بندی بوم‌شناختی-کشاورزی فراهم آوردن یک پایگاه جامع و کامل از ویژگی‌های منابع زمینی به‌منظور برنامه‌ریزی و سازمان‌دهی بهره‌برداری بهینه از آن‌ها از طریق تعیین ویژگی‌ها و مشخص نمودن پتانسیل موجود و محدودیت‌های اراضی است (۱۹). پیش‌بینی اولیه در مورد تناسب کشت گیاهان زراعی و دارویی از طریق انتخاب و برون‌یابی محدوده مناسب کشت آن‌ها برای طراحی و به‌کارگیری سیاست‌گذاری‌های کلان ضرورت دارد. توان زمین برای رویش انواع گیاهان با ارزیابی مؤلفه‌های مرتبط با اقلیم، خاک و توپوگرافی محیط و درک محدودیت‌های بیوفیزیکی رابطه دارد (۷ و ۸). ارزیابی تناسب زمین، ابزاری برای طراحی و پیش‌بینی الگوی بهینه استفاده و تخصیص زمین به کاربری‌های معین است.

قابلیت‌ها و پتانسیل‌های سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی (GIS) در تحلیل زمانی و مکانی داده‌های زمینی، در مطالعات مختلف به اثبات رسیده است. استفاده از این سامانه در تهیهٔ

نقشهٔ تناسب اراضی برای یک محصول خاص، می‌تواند الگوی توزیع مناسب آن محصول برای هر واحد نقشه را در واحدهای اراضی مشخص سازد (۲۲). ازآنجاکه تحلیل تناسب اراضی به استفاده از انواع مختلف داده و اطلاعات (خاک، اقلیم، کاربری زراعی، توپوگرافی و نظایر آن) نیاز دارد، GIS ابزار انعطاف‌پذیر و قدرتمندی برای پردازش داده‌های خام در اختیار قرار می‌دهد که با تلفیق انواع متنوع داده‌ها، اطلاعات خروجی آن نقشه‌های موضوعی ارزشمند هستند. سیستم اطلاعات جغرافیایی این امکان را فراهم می‌کند که از این نقشه‌های موضوعی در کنار مدل‌ها، نقشه‌های موضوعی جدید نظیر نقشه تناسب اراضی تهیه نمود (۱۰).

آنغوزه (*Ferula assa-foetida*) یکی از گونه‌های معروف کما است این گیاه از خانواده چتریان (*Appiaceae*) است که اهمیت دارویی، صنعتی، خوراکی و علوفه‌ای دارد (۱). در حالت طبیعی دوره رویشی این گیاه حدود ۲/۵ ماه است (۱۱). بسته به دمای محیط حدوداً از پانزدهم اسفند این گیاه سبز می‌شود و تحت تأثیر شرایط محیطی از اواسط اردیبهشت تا اوایل خردادماه برگ‌های آن شروع به زرد شدن می‌کند. درنهایت، این گیاه به سبب خشک شدن و وزش باد، از محل طوقه جدا و پراکنده می‌شود. سپس گیاه به رکود می‌رود، به‌طوری‌که بعدازاین مرحله محل پایه‌ها مشخص نمی‌شود. تکثیر گیاه آنغوزه تنها از طریق بذر انجام می‌شود (۲). در طب سنتی ایران از صمغ آنغوزه برای درمان بسیاری از بیماری‌های گوارشی استفاده می‌کنند (۱). بدین سبب ارزیابی اراضی جهت توسعه و احیای رویشگاه این گیاه از اهمیت زیادی برخوردار است.

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) اولین بار توسط توماس ال ساعتی در سال ۱۹۸۰ابداع گردید. این فرآیند یک نمایش گرافیکی از مسائل پیچیده واقعی است که در رأس آن هدف کلی مسئله و در سطوح بعدی معیارها و گزینه‌ها قرار دارند. در این الگو، عناصر هر سطح نسبت به عنصر مربوط به خود در سطح بالاتر به‌صورت زوجی مقایسه می‌شوند تا با تلفیق وزن آن‌ها، وزن نهایی هر گزینه مشخص شود. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی شامل چندین مرحله است: ایجاد درخت سلسله مراتبی، انجام مقایسات زوجی، محاسبه وزن اجزاء، گزینه‌ها و اندازه‌گیری شاخص سازگاری (۲۰ و ۲۲). در این روش، کارشناسان و افراد خبره قضاوت‌های مقایسه‌ای زوجی ساده‌ای را از طریق سلسله‌مراتب ایجادشده تا رسیدن به اولویت‌هایی برای تمامی گزینه‌ها انجام می‌دهند (۲٤).

باگات و همکاران (۱۵) در ایالت هیماچال هند با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی به پهنه‌بندی اراضی دارای پتانسیل کشت غلات (گندم، جو، ذرت و برنج) پرداختند. در این پژوهش مشخص کردند که نواحی واجد توانمندی کشت گندم معادل ٤۱۰ هزار هکتار، جو ۳۸٤ هزار هکتار، ذرت ۳۱ و برنج ۲۲ هزار هکتار می‌باشد. فرامزی و همکاران (۸) به تهیه نقشه ارزیابی تناسب کیفی اراضی برای کشت گیاه دارویی لوبیا در منطقه دماوند پرداختند و عمده‌ترین عامل محدودیت در منطقه را برای کشت گیاه لوبیا درصد کربنات کلسیم و سنگریزه ارزیابی کردند. کامکار و همکاران (۲۲) در بررسی امکان اجرای تناوب کلزا–سویا در استان گلستان با استفاده از GIS با تولید رستر لایه‌های اقلیمی (بارش و دما)، توپوگرافی (شیب و جهت شیب) و خاک (بافت، اسیدیته و هدایت الکتریکی) به تعیین نواحی مستعد کشت این دو گیاه پرداختند. آن‌ها صرفاً ۱۱/۸۲درصد از اراضی زراعی استان گلستان را در طبقه کاملاً مطلوب طبقه‌بندی کردند. کاظمی و همکاران (۱۱) در پهنه‌بندی کشاورزی- بوم‌شناختی کشت سویا در استان گلستان با استفاده از رتبه‌بندی لایه‌ها بر اساس محدودیت ساده و تعیین اوزان تأثیر با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی نشان دادند که به ترتیب ۲۷/۵۹ و ۲۷/۳۵ درصد از اراضی استان گلستان در پهنه‌های بسیار مستعد و مستعد قرار دارند.

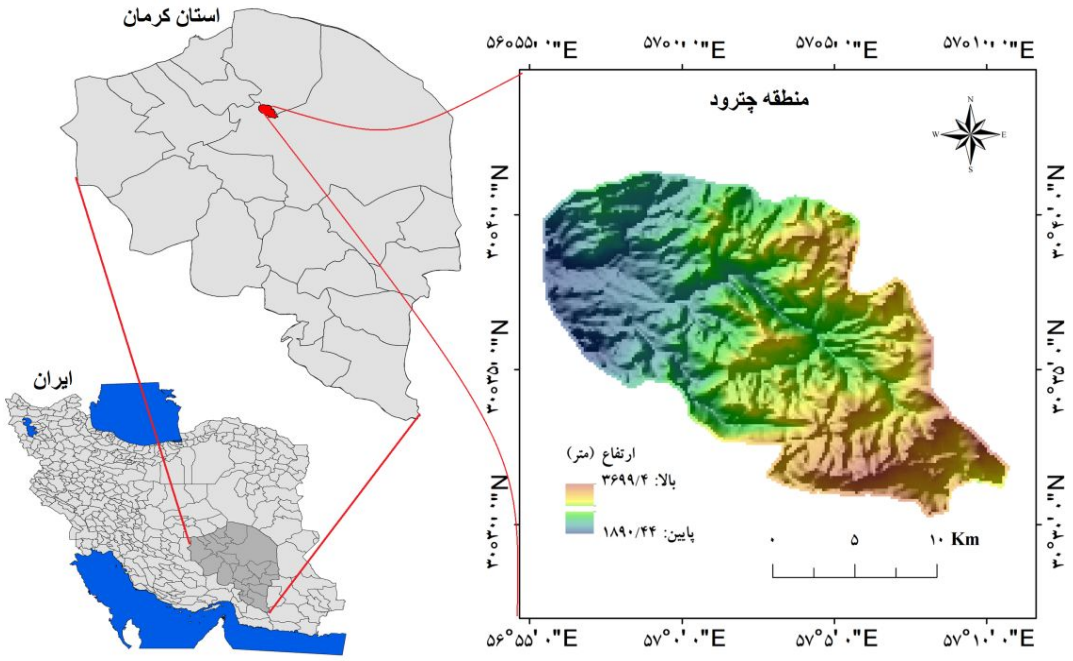
بیابانی و همکاران (۳) با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و روش تحلیل سلسله مراتبی به ارزیابی تناسب حوزه گرگان رود در استان گلستان جهت کشت گندم پرداختند. و نتیجه گرفتند ۷٤ درصد اراضی دیم حوزه گرگان رود ازنظر پارامتر اقلیمی و توپوگرافی مناسب کشت، ۲٦ درصد نسبتاً مناسب و کل اراضی آبی مناسب تولید می‌باشند.

همچنین پاکزاد و همکاران (۵) مکان‌یابی اراضی مستعد توسعه کاشت گونه‌ی کهور ایرانی را با استفاده از GIS و تحلیل سلسله مراتبی AHP در استان کرمان انجام دادند و منطقه موردمطالعه را به چهار قسمت اراضی با توان خوب، متوسط، ضعیف و فاقد توان رویشگاهی جهت کاشت گونه کهور ایرانی تقسیم‌بندی نمودند. صادقی‌نیا و همکاران (۷) رویشگاه بالقوه گاوزبان خارک‌دار را با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی و سیستم اطلاعات جغرافیایی در شهرستان دزفول مطالعه نمودند. و از کل منطقه موردمطالعه، ۳۱ درصد را رویشگاه خوب، ۳۸ درصد متوسط و ۷ درصد را ضعیف تا خیلی ضعیف جهت گسترش گیاه گاوزبان خارک‌دار برآورد نمودند. آنغوزه یک گونهٔ بومی ایران است و شرایط اقلیمی ایران بر ویژگی‌های اکومورفولوژیک و فیزیولوژیک این گیاه دارویی تأثیر می‌گذارد. لذا با توجه به اهمیت این گیاه دارویی در طب سنتی، الگوبرداری از طبیعت جهت کشت و اهلی سازی این گیاه و همچنین توسعه و گسترش رویشگاه آن امری ضروری است. با توجه به اینکه استان کرمان از پتانسیل بالایی جهت گسترش رویشگاه این گیاه برخوردار است و تاکنون گزارشی مبنی بر ارزیابی تناسب اراضی جهت گسترش رویشگاه این‌گونه نادر دارویی در رویشگاه‌های جنوبی کشور وجود ندارد، پژوهش حاضر باهدف ارزیابی تناسب اراضی جهت توسعه و احیاء رویشگاه گیاه دارویی آنغوزه در منطقه چترود در استان کرمان و شناخت مناطق مستعد استقرار و رویش آن انجام شد.

مواد و روش‌ها

منطقهٔ مورد مطالعه

رویشگاه چترود با مساحت ۲۸۶۱۳ هکتار از رویشگاه‌های مهم آنغوزه در استان کرمان است که در فاصله ۵۶ کیلومتری شمال شهر کرمان در طول جغرافیایی ′۵۵ °۵۶ تا ′۱۰ °۵۷ شرقی و عرض جغرافیایی ′۳۰ °۳۰ تا ′۴۰ °۳۰ شمالی واقع‌شده است (شکل ۱). متوسط ارتفاع ۲۷۹۰ متر از سطح دریا است. متوسط درجه حرارت ۱۴/۸ درجه سانتی‌گراد و متوسط بارندگی سالانه ۱۷۶ میلی‌متر است و طبق شاخص اقلیمی دومارتن در منطقه معتدل خشک واقع‌شده است (۱۲). خاک منطقه دارای بافت شنی‌لومی است.



شکل ۱. موقعیت منطقه موردمطالعه در کشور و استان کرمان

روش تحقیق

به‌منظور پهنه‌بندی نواحی مناسب و مستعد توسعه گیاه آنغوزه، ابتدا نیازهای بوم‌شناختی گیاه آنغوزه با استفاده از منابع علمی موجود تعیین و درجه‌بندی گردید. با نمونه‌برداری خاک از سطح منطقه در ١٤ نقطه، نقشه‌های موضوعی موردنیاز تهیه و طبقه‌بندی شد. پارامترهای بررسی‌شده شامل بارش، دما، ارتفاع، شن، سیلت، رس، آهک، اسیدیته، هدایت الکتریکی، پتاسیم، رطوبت اشباع، فسفر، ماده آلی، و نیتروژن می‌باشند. درنهایت با تلفیق و هم‌پوشانی نقشه‌های وزن‌دهی شده، نقشه نهایی رویشگاه گیاه آنغوزه تهیه گردید. با انجام عملیات میدانی در سال ١٣٩٧ حدود منطقه موردمطالعه مشخص و رویشگاه گیاه آنغوزه در منطقه چترود به‌عنوان منطقه مطالعاتی انتخاب گردید. به‌منظور برآورد متغیرهای هواشناسی برای کل سطح منطقه از داده‌های سال‌های ١٣٨٧-١٣٩٧ چهار ایستگاه هواشناسی شهر کرمان، شهداد، هجدک و زرند که نزدیک‌ترین ایستگاه‌ها به منطقه موردمطالعه بودند استفاده و برای تهیه لایه‌های رستری بارش و دما از روش میان‌یابی کریجینگ (Kiriging) در محیط نرم‌افزار ArcGIS®10.3 استفاده شد. با نمونه‌برداری خاک از سطح منطقه در ١٤ نقطه با پراکنش مناسب و انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه خصوصیات فیزیکو-شیمیایی خاک منطقه شامل بافت خاک، آهک، اسیدیته، هدایت الکتریکی، پتاسیم، رطوبت اشباع، فسفر، ماده آلی، و نیتروژن با روش‌های آزمایشگاهی اندازه‌گیری گردید. برای تهیه لایهٔ توپوگرافی ارتفاع از سطح دریا، از مدل رقومی ارتفاعی (DEM) در مقیاس ١:٢٥٠٠٠ استفاده شد. با تهیه بانک اطلاعاتی نقشه‌های موضوعی موردنیاز به روش میان‌یابی وزن‌دهی فاصله معکوس (IDW) تهیه گردید. طبقات تناسب اراضی برای هر پارامتر طبق جدول ١ تعیین گردید (٢ و ٦).

جدول١. طبقات کاربری اراضی جهت رویش آنغوزه و میزان مطلوب آن‌ها

طبقات کاربری اراضی	میزان مطلوبیت و امتیاز			
	خیلی خوب	خوب	متوسط	ضعیف
بارندگی (میلی‌متر)	٣٢٢-٤٥٠	٢٠٠-٣٢٢	١٤٠-٢٠٠	٠-١٤٠
دما (درجه سانتی‌گراد)	١١-٣٠	٧-١١	٠-٧	<٠ >٣٠
ارتفاع (متر)	٢٠٠٠-٣١٠٠	١٥٠٠-٢٠٠٠	١٠٠٠-١٥٠٠	<١٠٠٠ ٣١٠٠<
آهک (درصد)	١٧-٢٩	٥-١٧	٥	٠-٥
اسیدیته	٧/٩-٨/٣	٧/٧-٧/٩	٧/٥-٧/٧	<٧/٥ >٨/٥
هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنی بر متر)	٠-٠/٣٦	٠/٣٦-١/٣٣	١/٣٣ -٢/١	>٢/١
پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	٤٥٠-٥١٠	٤٠٠-٤٥٠	١٠٠-٤٠٠	٠-١٠٠
نیتروژن (درصد)	١٠-٢٠	٥-١٠	٠-٥	٠
رطوبت اشباع (درصد)	٣٠-٤٠	٢٠-٣٠	١٠-٢٠	<١٠
فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	١/٢٧-٣	١-١/٢٧	٠/٦٤-١	<١
ماده آلی (درصد)	٢-٣	١-٢	٠-١	٠
رس (درصد)	١٦-٢٤	١٠-١٦	٥-١٠	٠-٥
سیلت (درصد)	٢٦-٣٥	١٥-٢٦	١٠-١٥	٠-١٠
شن (درصد)	٤١-٦٥	٢٥-٤١	١٠-٢٥	٠-١٠

وزن پارامترها با مقایسه زوجی بین آن‌ها و استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی(AHP) تعیین گردید (۲۶). مقایسه زوجی بین پارامترها با توجه به قضاوت ۱۵ کارشناس به روش دلفی انجام و بر اساس آن میزان اهمیت و وزن هرکدام از گزینه‌ها و معیارها در محیط نرم‌افزار Expert Choices (EC2000) تعیین شد (۲۳). میزان اهمیت نسبی هر زوج نسبت با توجه به امتیازبندی جدول ۲ تعیین شد.

جدول۲. مقیاس ۹ امتیازی برای تعیین یا اولویت مقایسات زوجی (۹ و ۲۵)

امتیاز عددی	قضاوت شفاهی
۹	اهمیت مطلق
۷	اهمیت خیلی قوی
۵	اهمیت قوی
۳	اهمیت ضعیف
۱	اهمیت یکسان
۲، ٤، ٦ و ۸	ترجیحات بین فاصله‌های بالا

نسبت توافق (CR) با توجه به شاخص ناسازگاری (CI) و شاخص ناسازگاری ماتریس تصادفی (Inconsistency Index Of Random Matrix; IIR) از رابطه‌های (۱ و ۲) محاسبه گردید.

$$CI = \frac{\lambda - n}{n-1} \quad [۱]$$

$$CR = \frac{CI}{IIR} \quad [۲]$$

در این رابطه‌ها؛ CI شاخص ناسازگاری، λ بیشترین مقدار وزنی ماتریس مقایسه‌ای زوجی. شاخص ناسازگاری ماتریس تصادفی (IIR)، مقدار شاخص توافق برای ماتریس‌هایی با ابعاد مختلف و با مقادیر کاملاً تصادفی است، که مقادیر آن را در جدول ۳ ارائه‌شده است. چنانچه این نسبت CR<۰/۱ باشد، مقایسه‌های قابل‌قبول و وزن‌های محاسبه‌شده استخراج می‌گردند. درصورتی‌که نسبت توافق از CR≥۰/۱ باشد، آنگاه با اعمال تغییراتی در ماتریس مقایسه دوتایی برای حد قابل‌قبول تنظیم می‌گردد (۹، ۲۵ و ۲۶).

جدول۳. شاخص ناسازگاری برای ماتریس‌های تصادفی (۹)

n	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	۱۰
IIR	۰	۰	۰/۵۸	۰/۹	۱/۱۲	۱/۲٤	۱/۳۲	۱/٤۱	۱/٤٥	۱/٤۹

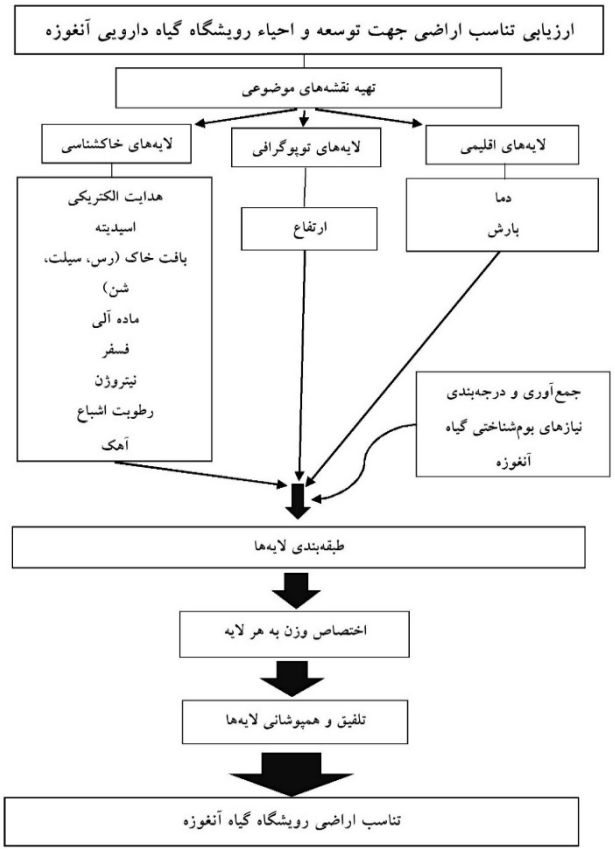
نیازهای بوم‌شناختی گیاه آنغوزه با استفاده از منابع علمی موجود تعیین و درجه‌بندی گردید. نقشه نهایی تناسب اراضی از هم‌پوشانی وزنی لایه‌ها به دست می‌آید بنابراین هر یک از لایه‌های تهیه‌شده بر اساس نیاز اکولوژیکی گیاه دارویی آنغوزه به کلاس‌های مناسب طبقه‌بندی و سپس نقشه طبقه‌بندی‌شده هر پارامتر در وزن آن ضرب و با جمع نقشه‌های وزن دهی شده هر پارامتر و جمع نقشه معیارهای وزن دهی شده، درنهایت درجه تناسب شایستگی اراضی با روش ترکیب خطی وزن‌دار (Weighted linear combination) استخراج گردید (رابطه ۳).

$$\text{تناسب شایستگی} = (w_1r_1+w_2r_2+\ldots+w_nr_n)/n \times 100 \quad [۳]$$

در این رابطه؛ W_n وزن و r_n رتبه هر معیار. طبقات امتیاز نقشه نهایی تناسب شایستگی جهت رویش گیاه آنغوزه در جدول ٤ ارائه‌شده است. در این جدول هر چه امتیاز شایستگی بیشتر باشد نشان‌دهنده پتانسیل بالای منطقه برای رویش این گیاه است.

جدول۴. امتیاز نهایی طبقات تناسب اراضی جهت رویش گیاه آنغوزه

تناسب اراضی	طبقات امتیاز
خیلی خوب	۸۰-۱۰۰
خوب	٦۰-۸۰
متوسط	٤۰-٦۰
ضعیف	۰-٤۰



شکل۲. نمودار جریانی مراحل انجام ارزیابی تناسب رویشگاه گیاه آنغوزه

نتایج

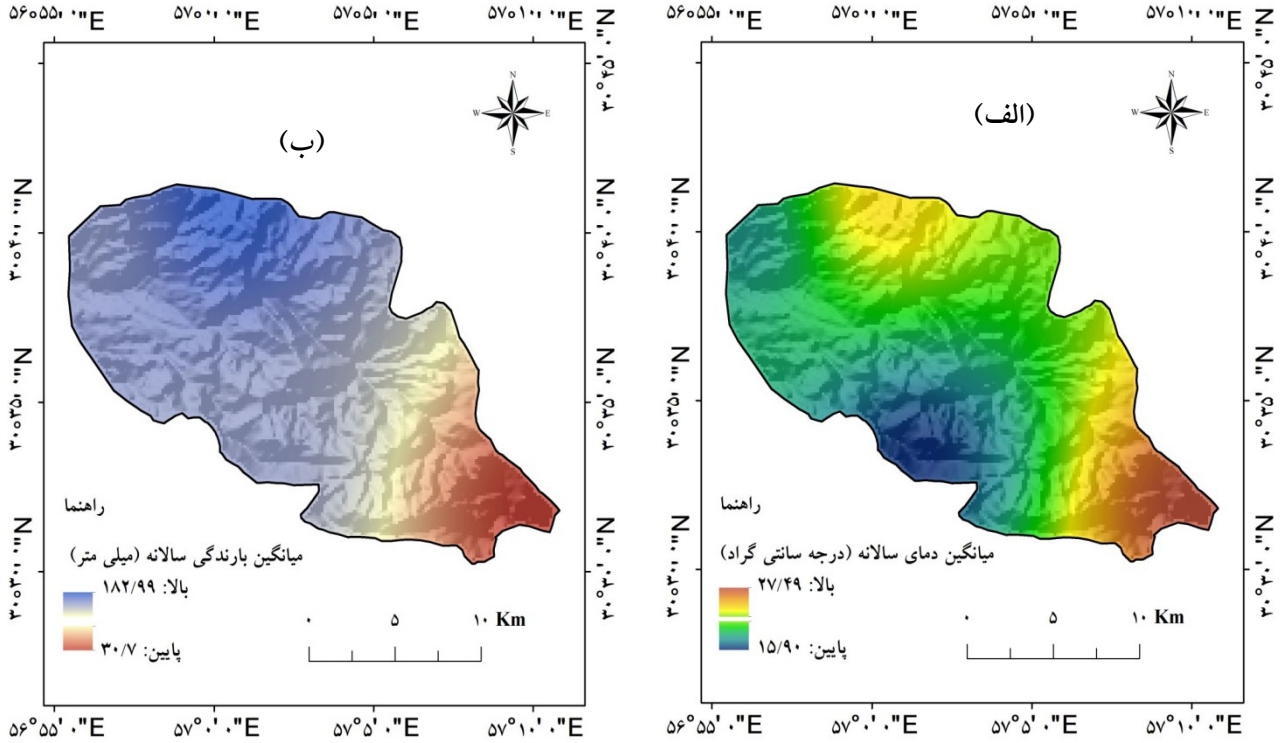
نتایج حاصل از مقایسات زوجی بین عوامل مؤثر بر رویش آنغوزه و نتایج حاصل از آزمایش‌های خاکشناسی نمونه‌های برداشت‌شده از منطقه مورد مطالعه نشان داد که از بین عوامل مؤثر بر رویش گیاه آنغوزه در منطقه مورد مطالعه، نقش عامل اقلیمی بارش با ضریب وزنی ۰/۳۷ بیشتر از سایر عوامل بوده و بعد از آن ماده آلی با ضریب وزنی ۰/۲۱ است. این نتایج با توجه به نرخ سازگاری قابل‌قبول (۰/۰٦۱) از آزمون تحلیل سلسله مراتبی به‌دست‌آمده است (جدول ۵).

جدول۵. نتایج مقادیر و وزن‌های محاسبه‌شده برای عوامل مؤثر بر تناسب اراضی در تحلیل سلسله مراتبی

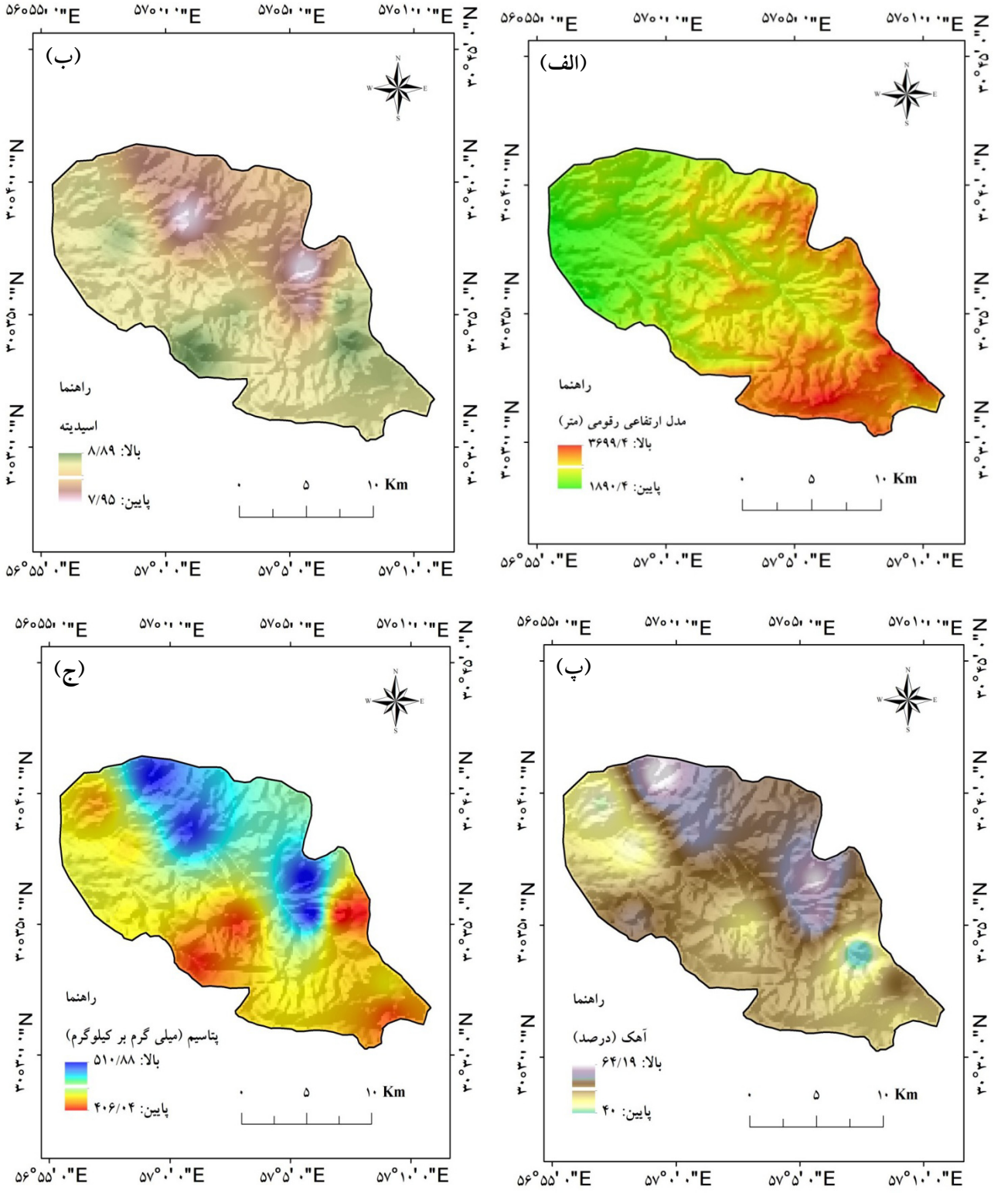
فاکتور		کلاس	مقدار عددی	اوزان محاسبه‌شده با تحلیل سلسله مراتبی (AHP)
		حداقل	۳۰/۷	
بارش (میلی‌متر)		میانگین	۱۰۶/۸	۰/۳۷
		حداکثر	۱۸۲/۹۹	
		حداقل	۲۷/۴۹	
دما (درجه سانتی‌گراد)		میانگین	۲۱/۶	۰/۱۳
		حداکثر	۱۵/۹	
		حداقل	۱۸۹۰/۴۴	
ارتفاع (متر)		میانگین	۲۷۹۰	۰/۱
		حداکثر	۳۶۹۹/۴	
		حداقل	۷/۹۵	
اسیدیته		میانگین	۸/۵۷	۰/۰۱
		حداکثر	۸/۹	
		حداقل	۰/۲۹	
هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)		میانگین	۰/۴	۰/۰۵
		حداکثر	۰/۵۱	
		حداقل	۴۰	
آهک (درصد)		میانگین	۵۳/۰۵	۰/۰۸
		حداکثر	۶۴/۲	
		حداقل	۴۰۶	
پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)		میانگین	۴۴۸/۶۶	۰/۰۳
		حداکثر	۵۱۰/۹	
		حداقل	۰/۷۹	
فسفر (درصد)		میانگین	۱/۲۶	۰/۰۴
		حداکثر	۱/۸۲	
		حداقل	۰/۸۹	
ماده آلی (درصد)		میانگین	۱/۲۵	۰/۲۱
		حداکثر	۱/۷۳	
		حداقل	۰/۰۷	
نیتروژن (درصد)		میانگین	۰/۱	۰/۰۹
		حداکثر	۰/۱۴	
		حداقل	۲۴	
رطوبت اشباع (درصد)		میانگین	۳۶/۴	۰/۱۱
		حداکثر	۴۶	
		حداقل	۱۵/۷	
	رس	میانگین	۳۰/۸	
		حداکثر	۵۰	
		حداقل	۱۶/۱۶	
بافت خاک (درصد)	سیلت	میانگین	۲۴/۳۸	۰/۰۸
		حداکثر	۳۲	
		حداقل	۱۸	
	شن	میانگین	۴۴/۷	
		حداکثر	۶۶/۴	
ضریب سازگاری				۰/۰۶۱

با استفاده از داده‌های اقلیمی ۱۰ ساله ایستگاه‌های هواشناسی اطراف منطقه موردمطالعه نقشه‌های بارش و دمای سالیانه منطقه چترود ترسیم گردید (شکل ۳).

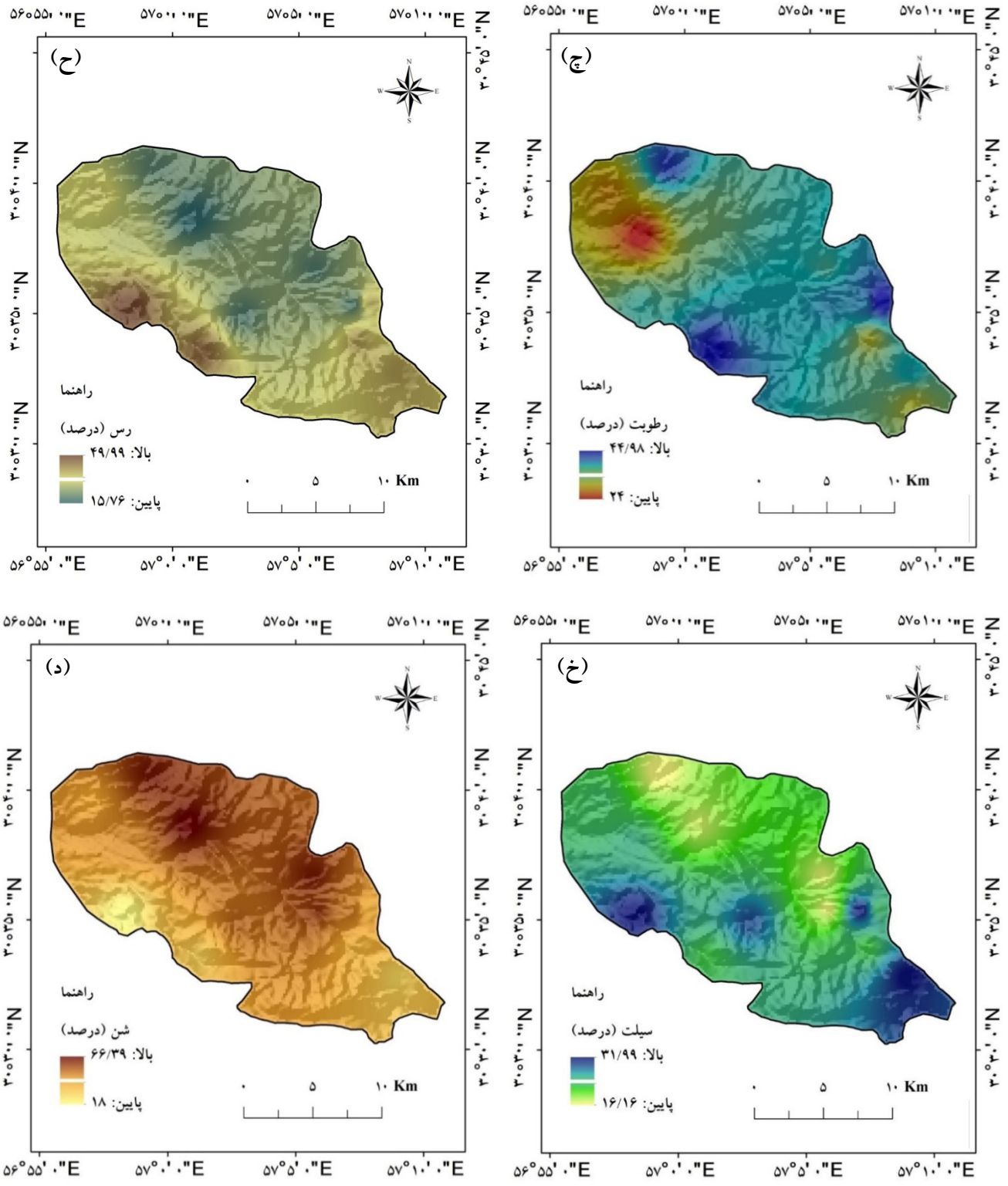
به‌منظور تهیه نقشه‌های خاک منطقه موردمطالعه از نتایج حاصل از آزمایش‌های خاکشناسی منطقه استفاده گردید. همچنین نقشه مدل رقومی ارتفاعی و نقشه‌های پارامترهای خاک منطقه در شکل ٤، ارائه‌شده است.



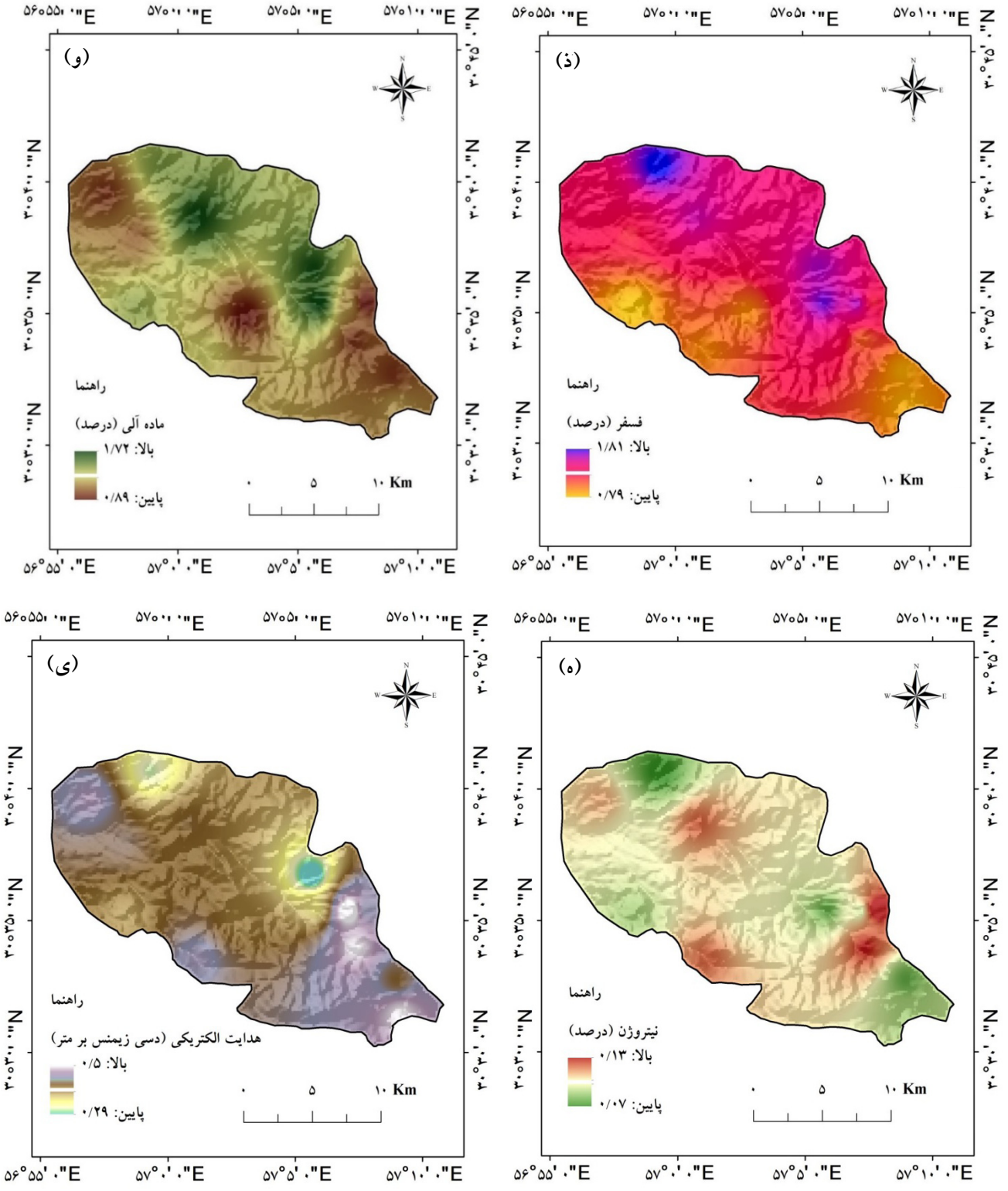
شکل۳. نقشه عوامل اقلیمی دما (الف) و بارش (ب) منطقه موردمطالعه



شکل۴. نقشه مدل رقومی ارتفاعی (الف)، اسیدیته (ب)، آهک (پ)، پتاسیم (ج)



ادامه شکل۴. نقشه رطوبت اشباع (چ) ، رس (ح)، سیلت (خ)، شن (د)



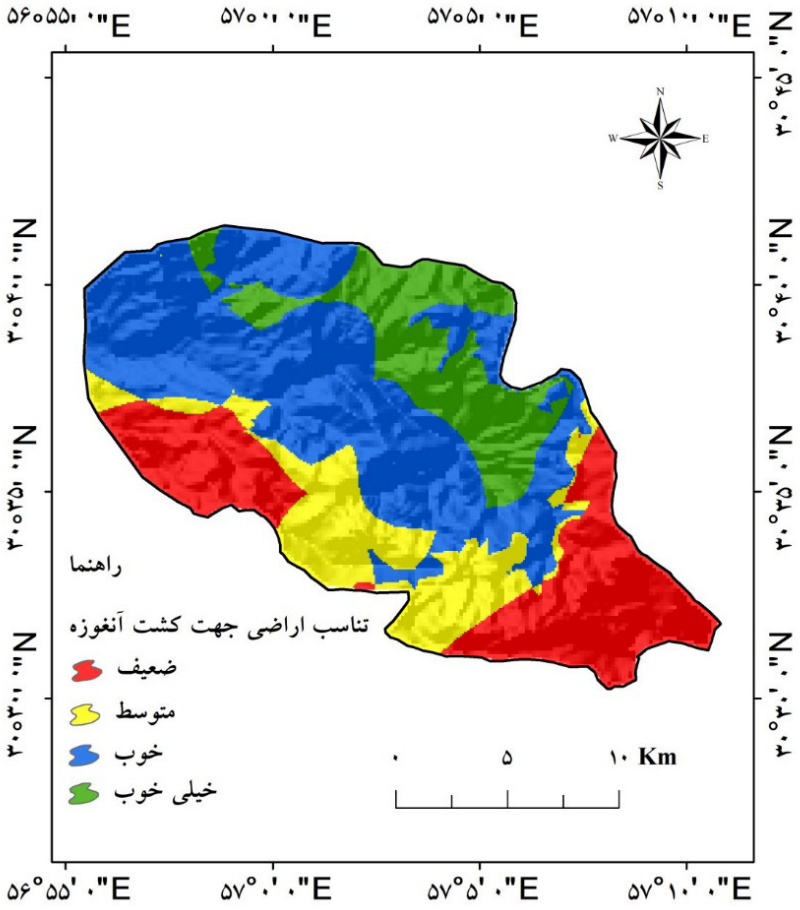
ادامه شکل۴. نقشه فسفر (ذ)، ماده آلی (و)، نیتروژن (ه)، هدایت الکتریکی (ی)

نتایج حاصل بررسی پارامترهای مطالعه شده جهت تناسب اراضی رویشگاه گیاه آنغوزه در منطقه چترود در جدول ٦ نشان داد که ٤٨٢٦/٢٢ هکتار از منطقه دارای پتانسیل بالایی جهت رویش آنغوزه می‌باشند که ١٦/٩ درصد از کل سطح موردمطالعه را شامل می‌شوند. درعین‌حال ٦٨١٩/٦٤ هکتار (٢٣/٨ درصد از کل مساحت) از این منطقه نیز به دلیل محدودیت‌های موجود جهت رویش این گیاه ضعیف می‌باشند. همچنین به ترتیب ٤٣/٢ (١٢٣٦٤/٦٢ هکتار) و ١٦/١ (٤٦٠٢/٧١ هکتار) درصد از اراضی منطقه دارای پتانسیل خوب و متوسط جهت رویش گیاه آنغوزه می‌باشند.

جدول۶. مساحت و درصد مساحت طبقات تناسب شایستگی پارامترهای مؤثر جهت رویش گیاه آنغوزه و میزان مطلوب آن‌ها

طبقات کاربری اراضی	خیلی خوب		خوب		متوسط		ضعیف	
	هکتار	درصد	هکتار	درصد	هکتار	درصد	هکتار	درصد
بارندگی (میلی‌متر)	٠	٠	٢٣١٥٥/٤	٨٠/٩٢	٢٤٩١/٥٥	٨/٧	٣١٨٣/٠٩	١١/١٢
دما (درجه سانتی‌گراد)	٨١٢٩/٨	٢٨/٤١	١٢٥٧٤/٤	٤٣/٩٤	٤٨٥٢/١٥	١٦/٩٥	٣٢٧٦/٣	١١/٤٥
ارتفاع (متر)	١٧٤٢٨/٥	٦٠/٩١	٤٩١٢/٠٦	١٧/١٦	٦٤٤٢/٥٤	٢٢/٥١	٠	٠
آهک (درصد)	١٤٧٥٣/٨	٥١/٥٦	٩٥١٩/٢١	٣٣/٢٦	٤٥٥٧/٠٦	١٥/٩٢	٠	٠
اسیدیته	٤٩٣	١/٧٢	١١٠٠/٣٧	٣/٣٤	٢٥٤٧٣/٣٦	٨٩	١٧٦٦/٠٤	٦/١٧
هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنی بر متر)	١٤٠١/٠٩	٤/٨٩	٧٧٥١/٨	٢٧/٠٩	١١١١٦/١	٣٨/٨٤	٨٥٦١/٣	٢٩/٩٢
پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	١٣٤٧/١٤	٤/٧	١٠٨١٣/٣	٣٧/٧٩	١١٩٩٣/١	٤١/٩١	٤٧٩٣/١	١٦/٧٥
نیتروژن (درصد)	٥٨٨٦/١	٢٠/٥٧	١٢١١٤/١	٤٢/٣٣	١٠٣١٦/١	٣٦	٥١٥/٩٥٨	١/٨
رطوبت اشباع (درصد)	٠	٠	٨٩٧٨/٢	٣١/٣٧	١٤٢٨٤/١	٤٩/٩٢	٥٥٦٦/٦٨	١٩/٤٥
فسفر (درصد)	٢٠٥٧٩/٤	٧١/٩٢	١٢٦١/٦٥	٤/٤	١٠٥٥/٠٦	٣/٦٨	٥٩٣٢/٤	٢٠/٧٣
ماده آلی (درصد)	٠	٠	١٨٣٢٤/١	٦٤/٠٤	١٠٠٣٢/٧	٣٥/٠٦	٤٧٢/٩٩٨	١/٦٥
رس (درصد)	١٢٤٨٨/٧	٤٣/٦٤	٩٩٢١/٧٧	٣٤/٦٧	٦٦٥/٨٨٤	٢/٣٢	٥٧٧٧/٠٥	٢٠/١٩
سیلت (درصد)	٦٧٢٥/٤	٢٣/٥	٥٣٢١/٢	١٨/٥٩	٩٠٠٦/٤٢	٣١/٤٧	٧٧٧٦/٥	٢٧/١٧
شن (درصد)	١٣٠٢٢/٢	٤٥/٥١	٨٦٥٧	٣٠/٢٥	٦١٨١/٦	٢١/٦	٩٦٩/٣٧٧	٣/٣٨

با تلفیق نقشه‌های وزن‌دهی شدهٔ اقلیمی، توپوگرافی و خاکشناسی، نقشه ارزیابی تناسب رویشگاه گیاه آنغوزه تهیه شد. منطقه چترود از نظر پتانسیل و داشتن شرایط اکولوژیکی مناسب جهت رویش گیاه آنغوزه به چهار کلاس؛ ضعیف، متوسط، خوب و خیلی خوب تقسیم‌شده است (شکل ٥).



شکل۵. نقشه تناسب اراضی منطقه چترود جهت رویش گیاه آنغوزه

بحث و نتیجه‌گیری

شناسایی استعداد و یا محدودیت‌هایی که عوامل اقلیمی، توپوگرافی و خاکی در منطقه موردمطالعه ایجاد کرده است، و به عبارتی پهنه‌بندی مکان‌های مناسب جهت گسترش و احیای رویشگاه گیاه آنغوزه در محیط GIS از اهداف این پژوهش بوده است. که از روش‌های درون‌یابی و هم‌پوشانی در محیط GIS و فرآیند سلسله مراتبی (AHP) استفاده شد. نتایج حاصل از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی نشان داد در منطقه چترود استان کرمان، بارش و ماده آلی خاک دو عامل مهم و محدودکننده محسوب می‌شوند. نتایج حاصل از مقایسات زوجی بین عوامل مؤثر بر رویش آنغوزه نشان دادند که بین عوامل اقلیمی و ادافیکی مؤثر، نقش عامل اقلیمی بارش و عامل خاکشناسی ماده آلی بیشتر از سایر عوامل می‌باشند. درمجموع تأثیر عوامل خاکشناسی با مجموع اوزان ۰/۷ بیشتر از عوامل اقلیمی و توپوگرافی (۰/٦) است. بنابراین مشخص گردید که عوامل ادافیکی نقش زیادی در گسترش گونه آنغوزه دارند ولی نقش عامل اقلیمی بارش بیشتر از دیگر موارد بوده و به‌نوعی می‌توان گفت با توجه به حداکثر بارندگی حدود ۱۸۳ میلی‌متر در سال در منطقه موردمطالعه، مکان‌هایی که میزان بارندگی حداکثر بوده تراکم رویش گونه گیاهی آنغوزه در این مناطق بیشتر از سایر اراضی است. همچنین میزان ماده آلی نیز در توسعه رویشگاه گیاه آنغوزه نقش زیادی داشته است به‌گونه‌ای که نتایج حاصل از مقایسات زوجی، بعد از بارندگی، دومین عامل تأثیرگذار بر گسترش این گیاه ماده آلی است. و مقایسه نقشه ماده آلی با نقشه ارزیابی تناسب رویشگاه گیاه آنغوزه مبین این موضوع بوده و نشان می‌دهد در مناطقی که مستعد رویش آنغوزه تشخیص داده‌شده است، میزان ماده آلی بیشتر از سایر

مناطق است که این با نتایج آبیار و همکاران (۱) هم‌خوانی دارد. فرامرزی و همکاران (۸)، نیز در بررسی و ارزیابی تناسب اراضی برای کشت گیاه دارویی لوبیا نتیجه گرفتند که عوامل محدودکننده در منطقه دماوند درصد کربنات کلسیم و سنگریزه می‌باشند. نتایج حاصل از پهنه‌بندی رویشگاه این گیاه در منطقه چترود نشان داد که آنغوزه در چهار پهنه (خیلی خوب، خوب، متوسط و ضعیف) ازنظر تناسب اراضی قرار می‌گیرد. حدوداً ۱۷ درصد (٤٨٢٦/٢٢ هکتار) از مساحت رویشگاه چترود دارای تناسب بالایی جهت رویش گیاه آنغوزه بودند. بارش مناسب، ماده آلی بالاتر از سایر مناطق، ارتفاع مناسب (۱۹۰۰ تا ۲۵۰۰ متر) و هدایت الکتریکی و اسیدیته در حد مطلوب ازجمله عواملی هستند که باعث قرار گرفتن این مناطق در این طبقه شدند. این مناطق مکان بسیار مناسبی برای تأمین نیازمندی‌های محیطی گیاه آنغوزه هستند. این مناطق عمدتاً در قسمت شمالی منطقه چترود قرار دارند. همچنین حدود ۲۳/۸ درصد (٦٨١٩/٦ هکتار) از کل رویشگاه چترود در قسمت جنوب و شرق منطقه، به دلیل کمبود بارش، ارتفاع زیاد و کمبود مواد آلی جهت رویش گیاه آنغوزه مناسب نمی‌باشند. بنابراین شناخت این محدودیت‌ها و اولویت‌بندی آن‌ها جهت مطابقت با محیط، به‌نحوی‌که بهترین بهره‌برداری از محیط صورت گیرد، از طریق مطالعه‌ی ارزیابی تناسب اراضی امکان-پذیر است. نتایج این تحقیق نشان داد که استان کرمان و منطقه چترود دارای قابلیت و تناسب مناسبی برای گسترش و احیای رویشگاه گیاه آنغوزه است. و می‌توان با در نظر گرفتن عوامل محدودکننده می‌توان با گسترش رویشگاه این گیاه دارویی، به بهره‌برداری از مراتع پرداخت. لذا پیشنهاد می‌شود از فناوری‌هایی مانند GIS به همراه روش‌های چند معیاره مانند AHP در جهت انجام دقیق مطالعات ارزیابی تناسب اراضی استفاده شود و جهت جلوگیری از کاهش منابع محیطی از گسترش و کاشت بی‌رویه گیاهانی مانند آنغوزه در مکان‌های نامناسب جلوگیری شود. همچنین با رفع محدودیت‌های خاک در مناطق دارای کمبود، درجه تناسب اراضی برای کشت این محصولات افزایش داده شود.

تشکر و قدردانی

این تحقیق با حمایت مالی پژوهشکده فناوری تولیدات گیاهی طبق قرارداد طرح به شماره ۱۰٦/۹۰۰/پ انجام‌شده است که بدین‌وسیله مراتب قدردانی و سپاسگزاری به عمل می آید.

منابع مورداستفاده

۱. آبیار، س.، ب. فاخری و ن. مهدی‌نژاد. ۱۳۹۵. مطالعه اکومورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاه دارویی آنغوزه (*Ferula assa-foetida*) در رویشگاه‌های جنوب‌غربی کشور. نشریه فیزیولوژی محیطی گیاهی، ۱۱(٤٤): ۵۵-٦۵.

۲. امیدبیگی، ر. و م. ر. پیرمرادی. ۱۳۸۵. بررسی تأثیرات قطر ریشه و دفعات تیغ‌زنی بر میزان شیره‌دهی گیاه دارویی-مرتعی آنغوزه. مجله منابع طبیعی ایران، ۵۹(۱): ۲٦۱-۲٦۹.

۳. بیابانی، ع.، س. آهن‌ساز، ب. کامکار و ا. رومانی. ۱۳۹٦. ارزیابی تناسب اراضی حوزه گرگان رود (استان گلستان) جهت کشت گندم با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS). مجله یافته‌های تحقیقاتی در بهبود تولیدات گیاهان زراعی، ۳(۱): ۱-۱۹.

٤. بیدادی، م. ج. ۱۳۹۱. ارزیابی تناسب اراضی جهت اجرای تناوب گندم- سویا در حوزه قره‌سو با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و سنجش‌ازدور. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۱۱۲ صفحه.

۵. پاکزاد، م. و ع. ر. اسلامی. ۱۳۹٦. مکان‌یابی اراضی مستعد جهت توسعه کاشت گونهٔ کهور ایرانی با استفاده از GIS (مطالعه موردی: حوزه آبخیز رحمت‌آباد استان کرمان). مجله سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۸(۲): ٤۸-٦۱.

٦. پیرمرادی، م. ر. ۱۳۹۰. ارزیابی خصوصیات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی، فیتوشیمیایی و ژنتیکی گیاه دارویی آنغوزه (*Ferula assa-foetida*) در استان کرمان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس. ۱٦۸ صفحه.

۷. صادقی‌نیا، م.، م. تازه، ز. جعفری و ک. کیانی. ۱۳۹۵. تعیین رویشگاه بالقوه گاوزبان خارک‌دار (*Anchusa strigosa*) با

استفاده از تحلیل سلسله مراتبی و سیستم اطلاعات جغرافیایی در شهرستان دزفول. مجله سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۷(٤): ۱۸-۳۰.

۸. فرامرزی، ا. دادگر، م. و ک. شیرمحمدی. ۱۳۸۸. تهیه نقشه ارزیابی کیفیت اراضی برای کشت گیاه دارویی لوبیا (*Phaseolus vulgaris*) در منطقه دماوند. فصلنامه شناخت و کاربرد گیاهان دارویی، ۲(۱): ۳۷-٤۲.

۹. قدسی پور، ح. ۱۳۹۵. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، انتشارت دانشگاه صنعتی امیرکبیر، چاپ یازدهم، ۲۲۲ صفحه.

۱۰. کاظمی پشت مساری، ح.، ز. طهماسبی سروستانی، ب. کامکار، ش. شتایی و س. صادقی. ۱۳۹۲. پهنه‌بندی زراعی-بوم‌شناختی اراضی کشاورزی استان گلستان جهت کشت کلزا با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و فرایند تجزیه‌وتحلیل سلسله مراتبی (AHP). مجله تولید گیاهان زراعی، ۵(۱): ۱۲۳-۱۳۹.

۱۱. کاظمی پشت مساری، ح.، ز. طهماسبی سروستانی، ب. کامکار، ش. شتایی و س. صادقی. ۱۳۹۲. ارزیابی روش‌های زمین‌آمار جهت تخمین و پهنه‌بندی عناصر غذایی پرمصرف اولیه در برخی اراضی کشاورزی استان گلستان. نشریه دانش آب و خاک، ۲۲(۱): ۲۰۱-۲۱۹.

۱۲. کامیابی، ح.، ن. جلالی کمالی و ح. کامیابی. ۱۳۹۲. اثر عملیات آبخیزداری بر خصوصیات هیدرولوژیکی حوزه (مطالعه موردی: حوزه پاسیب چترود). مجموعه مقالات ششمین همایش ملی آبخیزداری و مدیریت منابع آب و خاک. ۱۲ بهمن‌ماه. انجمن مهندسی آبیاری و آب ایران. کرمان. ۷ صفحه.

۱۳. کمالی، غ.، ع. صدقیانی پور، ع. و ع. صداقت کردار. ۱۳۸۷. بررسی پتانسیل اقلیمی کشت گندم دیم در استان آذربایجان شرقی، مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۲: ٤۸۳-٤٦۷.

۱٤. کمالی، غ.، ع. پ. ملائی و م. ب. بهیار. ۱۳۸۹. تهیه اطلس گندمیان استان زنجان با استفاده از داده‌های اقلیمی و GIS. نشریه آب و خاک، ۲٤: ۸۹٤-۹۰۷.

15. Bhagat R, Singh S, Sood C, Rana R, Kalia V, Pradhan S, Immerzeel W, Shrestha B. 2009. Land suitability analysis for cereal production in Himachal Pradesh (India) using Geographical Information System. Journal of the Indian Society of Remote Sensing, 37(2): 233-245.
16. Bhan S, Saha S, Pande L, Prasad J. 1997. Use of remote sensing and GIS technology in sustainable agricultural management and development. India Institıte of Remote Sensing, India. 248001.
17. FAO. 1976. A framework for land evaluation. Soils Bull, No. 32. FAO, Rome, Italy. 145 pp.
18. FAO. 2002. Global agro-ecological assessment foragriculture in the 21st century. Land and water digital media series, 21. FAO, Rome. 71 pp.
19. Fatehi M, Farifteh F, Fatehi-Hassanabad Z. 2004. Antispasmodic and hypotensive effects of Ferula asafoetida gum extract. Journal of Ethnopharmacology, 91(3): 321-324.
20. Foote KE, Lynch M. 1996. Geographic information systems as an integratingtechnology: context,concepts and definition. Austin, University of Texas. 342 pp.
21. Grassano N, Tedone L, Verdini L, De Mastro G. 2011. Evaluation of rapeseed cultivation suitability in Apulia with GIS-multicriteria analysis. Italian Journal of Agronomy, 6(2): 101-105.
22. Kamkar B, Dorri MA, da Silva JAT. 2014. Assessment of land suitability and the possibility and performance of a canola (*Brassica napus* L.)–soybean (*Glycine max* L.) rotation in four basins of Golestan province, Iran. The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science, 17(1): 95-104.
23. Malczewski J. 2006. GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature. International Journal of Geographical Information Science, 20(7): 703-726.
24. Raghavan S. 2007. Handbook of spices, seasonings, and flavorings. 3nd ed. CRC press. USA, 69-70.
25. Saaty TL. 1980. The analytical hierarchy process, planning, priority. Resource Allocation RWS Publications, USA. 320 pp.
26. Saaty RW. 1987. The analytic hierarchy process-what it is and how it is used. Mathematical Modelling, 9(3): 161-176.

RS & GIS for Natural Resources
(Vol. 9/ Issue 4) winter 2019
Indexed by ISC, SID, Magiran, Noormags, Civilica, Google Scholar
http://girs.iaubushehr.ac.ir

Determination potential habitats of *Ferula assafoetida* medicinal herb using analytical hierarchy process (AHP) and GIS (Case study: Chatrod region, Kerman)

A. Saadatfar [1*], I. Tavassolian [1,2], S. Hossein Jafari [3]

1. Assis. Prof. College of Medicinal Plant, Research and Technology Institute of Plant Production (RTIPP), Shahid Bahonar University of Kerman
2. Assis. Prof. College of Horticulture, Department of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman
3. Post-Doctoral Researcher, Department of Natural Resources and Desert Studies, Yazd University

ARTICLE INFO

Article history:
Received 15 May 2018
Accepted 7 October 2018
Available online 19 February 2019

Keywords:
Land suitability
Ferula assafoetida habitat
Geographical Information System (GIS)
Analytical hierarchy process (AHP)
Kerman

ABSTRACT

Sustainable land use pattern relies on a precise assessment of ecological resources. Medicinal plants demand special environmental conditions, therefore, researchers and experts have special attention to land suitability evaluation and appropriately discover and assess ecological resources and finally, make feasibility studies for specific aims applying agricultural and ecological models. The present study aimed to identify effective climatological, topographic, and physical-chemical properties of soil on the habitat of the *Ferula assafoetida* medicinal herb, and zoning of suitable areas for cropping of these crops by means of Geographical Information System (GIS) in the Chatrod region of Kerman province. In the first step, the ecological requirements of *Ferula assafoetida* identified for determining scientific resources and thus, classified to provide thematic maps. Thematic maps also prepared and categorized by sampling the soil from the surface area at 14 points. The examined parameters included precipitation, temperature, altitude, sand, silt, clay, lime, pH, electrical conductivity, potassium, saturation, phosphorus, organic matter, and nitrogen. Finally, by integrating and matching the weighted maps in GIS software, the zoning of the habitat of the *Ferula assafoetida* extracted. The results of the zoning showed that *Ferula assafoetida* was in four zones (very suitable, suitable, moderate and poor) in terms of land suitability. Approximately 4826 hectares (16.9%) of the Chatrod region had highly suitable for growing the *Ferula assafoetida* herb. It is because of the specific characteristics of this area, such as low electrical conductivity, low acidity, high organic matter, and the height of 1900 to 2500 meters was. However, approximately 6819.6 hectares (23.8%) of the area of land evaluated as unsuitable zones because of low rainfall, high altitude and organic matter to grow of *Ferula assafoetida*.

* Corresponding author e-mail address: saadatfar.amir@uk.ac.ir