



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

امیر سعادت فر^{۱*}، ایرج توسلیان^۲، 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

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

چکیده

استفاده بهینه اراضی نیازمند ارزیابی دقیق منابع بوم‌شناختی است. از آنجایی که گیاهان دارویی شرایط اقلیمی و محیطی خاصی را می‌طلبد، 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 به منظور اهداف خاصی قابلیت‌سنجی می‌نمایند. تحقیق حاضر به منظور 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 ۱۴ نقطه، نقشه‌های موضوعی مورد نیاز تهیه و طبقه‌بندی شد. پارامترهای بررسی‌شده شامل بارش، دما، ارتفاع، شن، سیلت، رس، آهنک، اسیدیته، هدایت الکتریکی، پتاسیم، رطوبت اشباع، فسفر، ماده آلی، و نیتروژن می‌باشند. در نهایت 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) از نظر تناسب اراضی قرار گرفت. حدود ۴۸۲۶ هکتار (۱۶/۹ 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 ۶۸۱۹/۶ هکتار (۲۳/۸ درصد) از مساحت اراضی منطقه به دلیل کمبود بارش، ارتفاع بالا و کمبود مواد آلی جهت رویش آنغوزه نامناسب ارزیابی شد.

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

مقدمه

در عصر حاضر محدودیت منابع و افزایش روزافزون جمعیت و در نتیجه 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 (۴). 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 (۱۶). از طرف دیگر شاهد بهره‌برداری نامناسب از اراضی و آثار سوء ناشی از این بهره‌برداری‌ها هستیم. از این رو نیاز به یافتن شیوه‌های جدید در توسعه گیاهان مصرفی که بر مبنای حفاظت منابع طبیعی استوار بوده و در عین حال 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 به تبع آن بالا بردن تولید می‌باشد (۱۴). 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 می‌تواند 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 ظرفیت قابل تحمل 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 (۴). روش‌های مختلفی برای ارزیابی اراضی پیشنهاد شده است. در سال ۱۹۷۶، سازمان خواروبار جهانی ملل متحد (FAO) یک چهارچوب کلی به منظور طبقه‌بندی تناسب اراضی ارائه داد (۱۷). در سال‌های اخیر روش‌هایی بر اساس چهارچوب مذکور ارائه شده 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 (۴). در حال حاضر، منطقی‌ترین راه برای انجام مطالعات محیط‌زیست در چهارچوب برنامه‌ریزی منطقه‌ای، دخالت دادن جنبه‌های بوم‌شناختی در برنامه‌ریزی 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 به منظور 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 سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) در تحلیل زمانی و مکانی داده‌های زمینی، در مطالعات مختلف به اثبات رسیده است. استفاده از این سامانه در تهیه

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 (۲۴).

باغات و همکاران (۱۵) در ایالت هیمچال 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 ۴۱۰ هزار هکتار، جو ۳۸۴ 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 ۱۱/۸۲ درصد 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 ۷۴ درصد اراضی دیم حوزه گرگان رود از نظر پارامتر اقلیمی و توپوگرافی مناسب کشت، ۲۶ درصد نسبتاً مناسب و کل اراضی آبی مناسب تولید می‌باشند.

نقشه تناسب اراضی برای یک محصول خاص، می‌تواند الگوی توزیع مناسب آن محصول برای هر واحد نقشه را در واحدهای اراضی مشخص سازد (۲۲). از آنجاکه 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 assafoetida*) یکی از گونه‌های معروف کما است این گیاه از خانواده چتریان (*Apiaceae*) 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. در نهایت، این گیاه به سبب خشک شدن و وزش باد، از محل طوقه جدا و پراکنده می‌شود. سپس گیاه به رکود می‌رود، به طوری که بعد از این 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 ۱۹۸۰بداع 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 به صورت زوجی مقایسه می‌شوند تا با تلفیق وزن آن‌ها، وزن نهایی هر گزینه مشخص شود. فرآیند

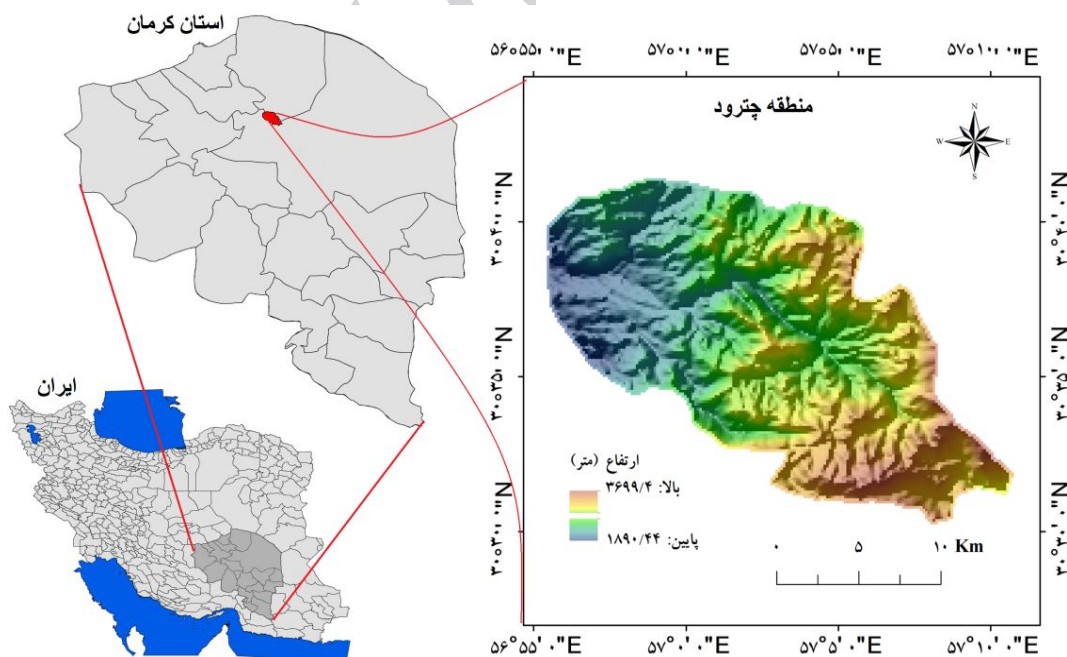
ارزیابی تناسب اراضی جهت گسترش رویشگاه این گونه نادر دارویی در رویشگاه‌های جنوبی کشور وجود ندارد، پژوهش حاضر باهدف ارزیابی تناسب اراضی جهت توسعه و احیاء رویشگاه گیاه دارویی آنغوزه در منطقه چترود در استان کرمان و شناخت مناطق مستعد استقرار و رویش آن انجام شد.

مواد و روش‌ها

منطقه 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 واقع شده 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 واقع شده است (۱۲). خاک منطقه دارای بافت شن‌لومی است.

همچنین پاکزاد و همکاران (۵) مکان‌یابی اراضی مستعد توسعه کاشت گونه‌ی کهور ایرانی را با استفاده از GIS و تحلیل سلسله‌مراتبی AHP در استان کرمان انجام دادند و منطقه مورد مطالعه 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 سلسله‌مراتبی و سیستم اطلاعات جغرافیایی در شهرستان دزفول مطالعه نمودند. و از کل منطقه مورد مطالعه، 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 گونه 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



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه در کشور و استان کرمان

روش تحقیق

هواشناسی شهر کرمان، شهداد، هجدک و زرنده که نزدیک‌ترین ایستگاه‌ها به منطقه مورد مطالعه 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 ۱۴ نقطه با پراکنش مناسب و انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه خصوصیات فیزیکی-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 لایه توپوگرافی ارتفاع از سطح دریا، از مدل رقومی ارتفاعی (DEM) در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ استفاده شد. با تهیه بانک اطلاعاتی نقشه‌های موضوعی مورد نیاز به روش میان‌یابی وزن‌دهی معکوس (IDW) تهیه گردید. طبقات تناسب اراضی برای هر پارامتر طبق جدول ۱ تعیین گردید (۲ و ۶).

به منظور 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 ۱۴ نقطه، نقشه‌های موضوعی مورد نیاز تهیه و طبقه‌بندی شد. پارامترهای بررسی شده شامل بارش، دما، ارتفاع، شن، سیلت، رس، آهک، اسیدیته، هدایت الکتریکی، پتاسیم، رطوبت اشباع، فسفر، ماده آلی، و نیتروژن می‌باشند. در نهایت با تلفیق و هم‌پوشانی نقشه‌های وزن‌دهی شده، نقشه نهایی رویشگاه گیاه آنغوزه تهیه گردید. با انجام عملیات میدانی در سال ۱۳۹۷ حدود منطقه مورد مطالعه مشخص و رویشگاه گیاه آنغوزه در منطقه چترود به عنوان منطقه مطالعاتی انتخاب گردید. به منظور برآورد متغیرهای هواشناسی برای کل سطح منطقه از داده‌های سال‌های ۱۳۸۷-۱۳۹۷ چهار ایستگاه

جدول ۱. طبقات کاربری اراضی جهت رویش آنغوزه و میزان مطلوب آن‌ها

طبقات کاربری اراضی	میزان مطلوبیت و امتیاز		
	خیلی خوب	خوب	متوسط
بارندگی (میلی متر)	۳۲۲-۴۵۰	۲۰۰-۳۲۲	۱۴۰-۲۰۰
دما (درجه سانتی‌گراد)	۱۱-۳۰	۷-۱۱	۰-۷
ارتفاع (متر)	۲۰۰-۳۱۰	۱۵۰-۲۰۰	۱۰۰-۱۵۰
آهک (درصد)	۱۷-۲۹	۵-۱۷	۵
اسیدیته	۷/۹-۸/۳	۷/۷-۷/۹	۷/۵-۷/۷
هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنی بر متر)	۰-۰/۳۶	۰/۳۶-۱/۳۳	۱/۳۳-۲/۱
پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۴۵۰-۵۱۰	۴۰۰-۴۵۰	۱۰۰-۴۰۰
نیتروژن (درصد)	۱۰-۲۰	۵-۱۰	۰-۵
رطوبت اشباع (درصد)	۳۰-۴۰	۲۰-۳۰	۱۰-۲۰
فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۱/۲۷-۳	۱-۱/۲۷	۰/۶۴-۱
ماده آلی (درصد)	۲-۳	۱-۲	۰-۱
رس (درصد)	۱۶-۲۴	۱۰-۱۶	۵-۱۰
سیلت (درصد)	۲۶-۳۵	۱۵-۲۶	۱۰-۱۵
شن (درصد)	۴۱-۶۵	۲۵-۴۱	۱۰-۲۵

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.

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

جدول ۲. 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، ۴، ۶، ۸	ترجیحات بین فاصله‌های بالا

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 ارائه شده است. چنانچه این نسبت $CR < 0.1$ باشد، مقایسه‌های قابل قبول و وزن‌های محاسبه شده استخراج می‌گردند. در صورتی که نسبت توافق از $CR \geq 0.1$ باشد، آنگاه با اعمال تغییراتی در ماتریس مقایسه دوتایی برای حد قابل قبول تنظیم می‌گردد (۹، ۲۵ و ۲۶).

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.

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

$$CR = \frac{CI}{IIR} \quad [2]$$

در این رابطه‌ها؛ CI شاخص ناسازگاری، λ بیشترین مقدار

جدول ۳. شاخص ناسازگاری برای ماتریس‌های تصادفی (۹)

n	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
IIR	۰	۰	۰/۵۸	۰/۹	۱/۱۲	۱/۲۴	۱/۳۲	۱/۴۱	۱/۴۵	۱/۴۹

شده هر پارامتر و جمع نقشه معیارهای وزن دهی شده، در نهایت درجه تناسب شایستگی اراضی با روش ترکیب خطی وزن دار (Weighted linear combination) استخراج گردید (رابطه ۳).

$$[3] \quad \text{تناسب شایستگی} = (w_1r_1 + w_2r_2 + \dots + w_n r_n) / n \times 100$$

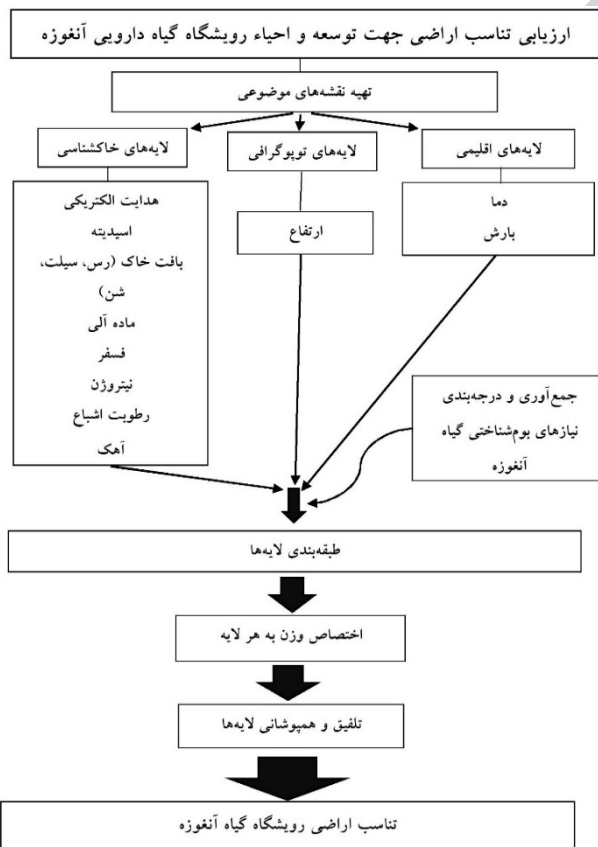
نیازهای بوم‌شناختی گیاه آنگوزه با استفاده از منابع علمی موجود تعیین و درجه‌بندی گردید. نقشه نهایی تناسب اراضی از هم‌پوشانی وزنی لایه‌ها به دست می‌آید بنابراین هر یک از لایه‌های تهیه شده بر اساس نیاز اکولوژیکی گیاه دارویی آنگوزه به کلاس‌های مناسب طبقه‌بندی و سپس نقشه طبقه‌بندی شده هر پارامتر در وزن آن ضرب و با جمع نقشه‌های وزن دهی

بیشتر باشد نشان‌دهنده پتانسیل بالای منطقه برای رویش این گیاه است.

در این رابطه؛ W_n وزن و I_n رتبه هر معیار. طبقات امتیاز نقشه نهایی تناسب شایستگی جهت رویش گیاه آنغوزه در جدول ۴ ارائه شده است. در این جدول هر چه امتیاز شایستگی

جدول ۴. امتیاز نهایی طبقات تناسب اراضی جهت رویش گیاه آنغوزه

طبقات امتیاز	تناسب اراضی
۸۰-۱۰۰	خیلی خوب
۶۰-۸۰	خوب
۴۰-۶۰	متوسط
۰-۴۰	ضعیف



شکل ۲. نمودار جریان‌ی مراحل انجام ارزیابی تناسب رویشگاه گیاه آنغوزه

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 قابل قبول (۰/۰۶۱) از آزمون تحلیل سلسله مراتبی به دست آمده است (جدول ۵).

نتایج

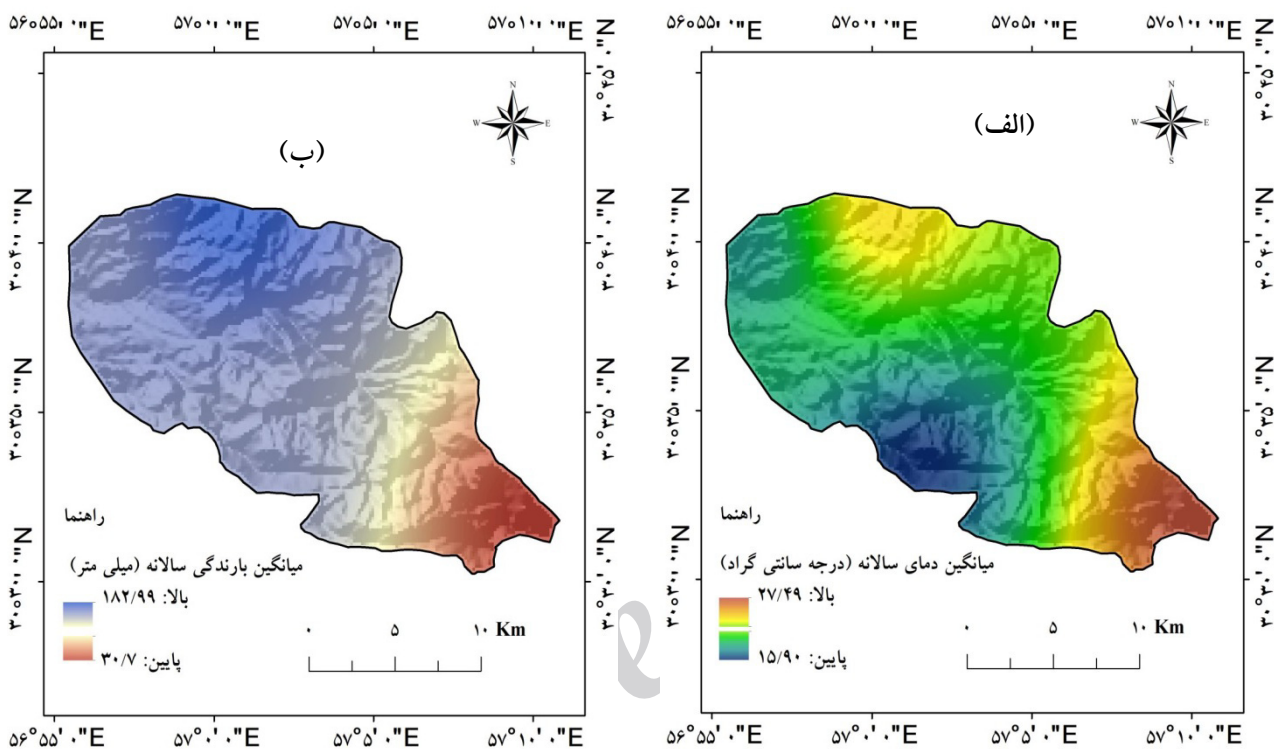
نتایج حاصل از مقایسات زوجی بین عوامل مؤثر بر رویش آنغوزه و نتایج حاصل از آزمایش‌های خاکشناسی نمونه‌های برداشت شده از منطقه مورد مطالعه نشان داد که از بین عوامل مؤثر بر رویش گیاه آنغوزه در منطقه مورد مطالعه،

جدول ۵. نتایج مقادیر و وزن‌های محاسبه‌شده برای عوامل مؤثر بر تناسب اراضی در تحلیل سلسله مراتبی

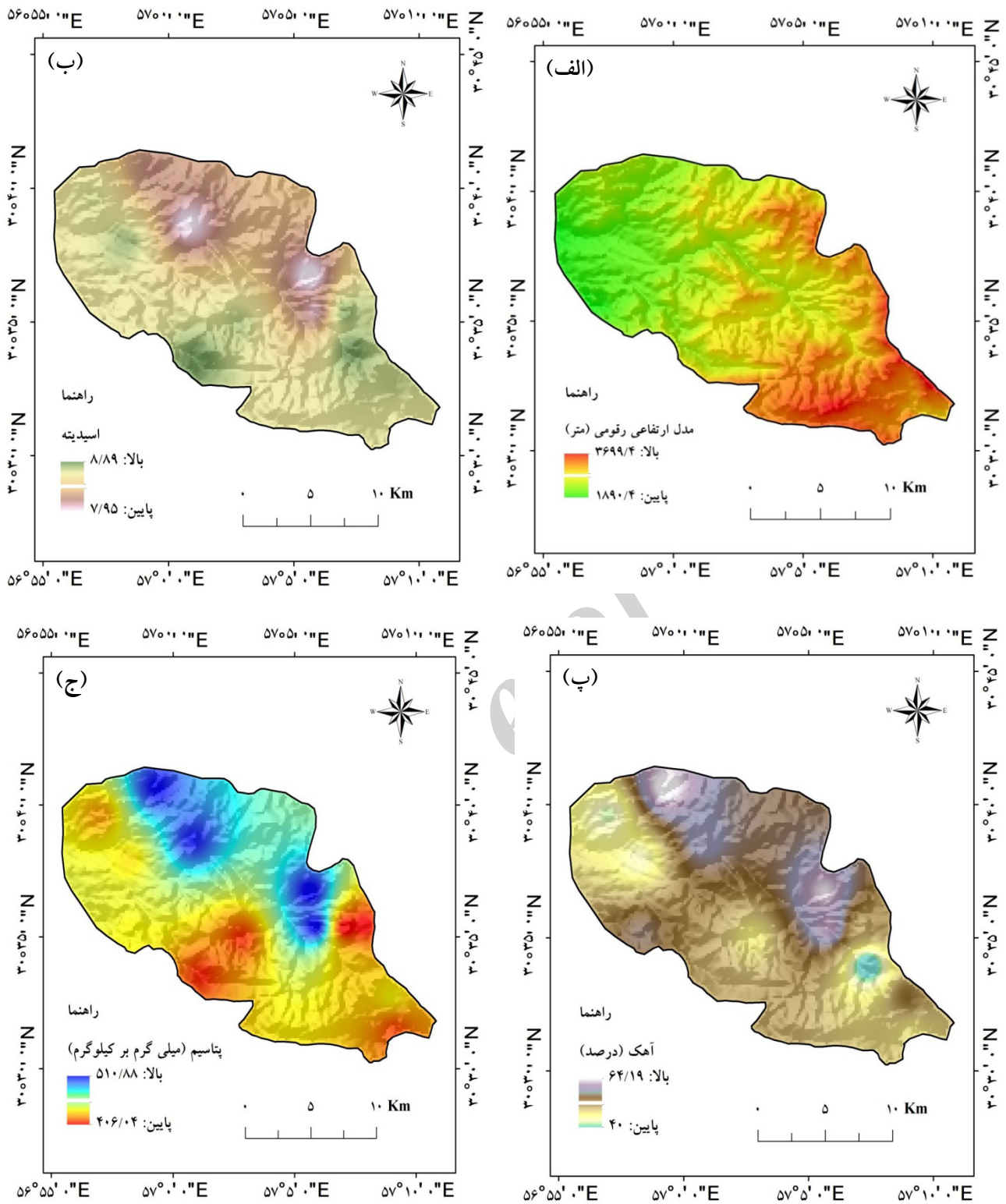
فاکتور	کلاس	مقدار عددی	اوزان محاسبه‌شده با تحلیل سلسله مراتبی (AHP)
بارش (میلی‌متر)	حداقل	۳۰/۷	۰/۳۷
	میانگین	۱۰۶/۸	
	حداکثر	۱۸۲/۹۹	
دما (درجه سانتی‌گراد)	حداقل	۲۷/۴۹	۰/۱۳
	میانگین	۲۱/۶	
	حداکثر	۱۵/۹	
ارتفاع (متر)	حداقل	۱۸۹۰/۴۴	۰/۱
	میانگین	۲۷۹۰	
	حداکثر	۳۶۹۹/۴	
اسیدپته	حداقل	۷/۹۵	۰/۰۱
	میانگین	۸/۵۷	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

حاصل از آزمایش‌های خاکشناسی منطقه استفاده گردید. همچنین نقشه مدل رقومی ارتفاعی و نقشه‌های پارامترهای خاک منطقه در شکل ۴، ارائه شده است.

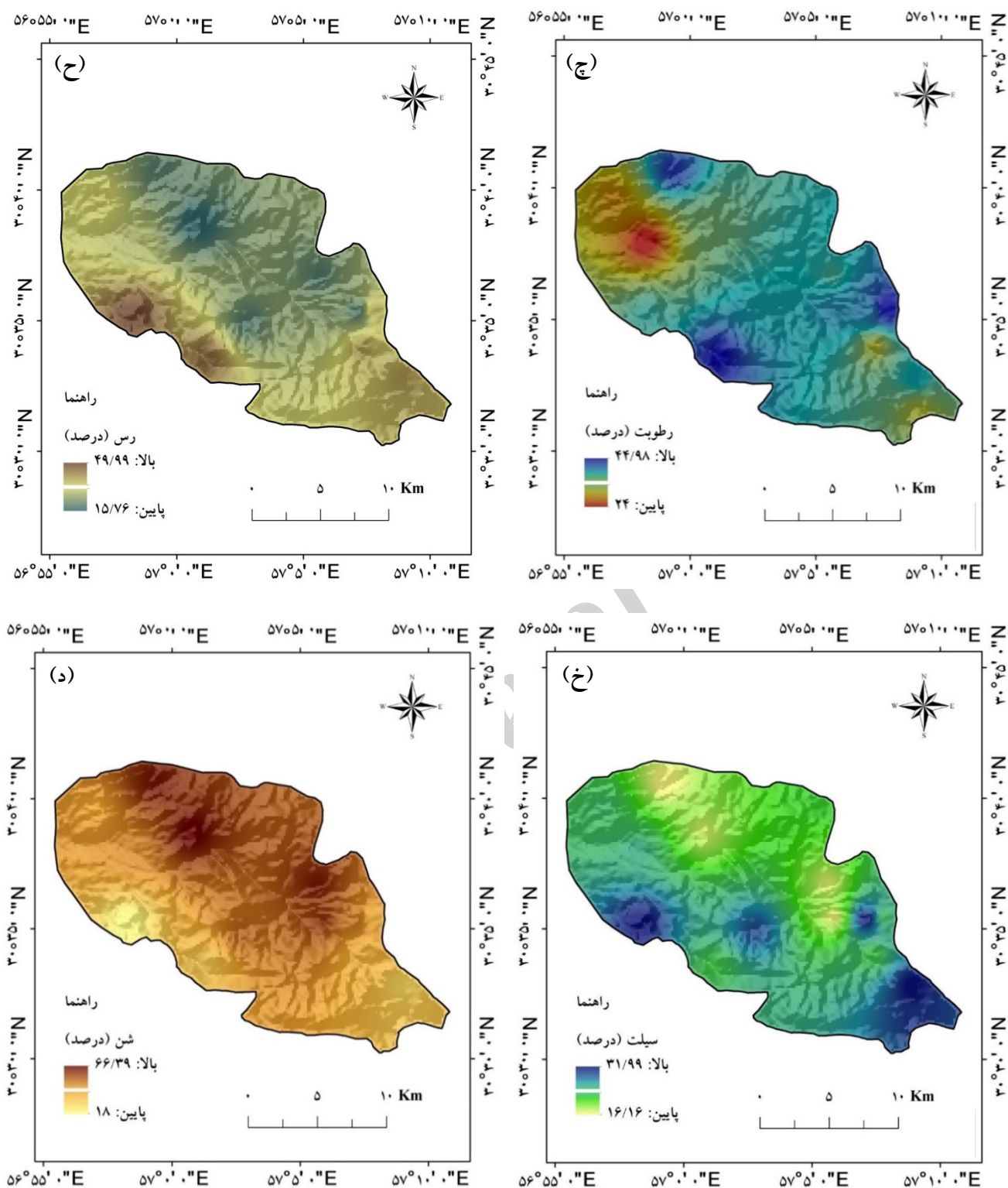
با استفاده از داده‌های اقلیمی ۱۰ ساله ایستگاه‌های هواشناسی اطراف منطقه مورد مطالعه نقشه‌های بارش و دمای سالیانه منطقه چترود ترسیم گردید (شکل ۳). به منظور تهیه نقشه‌های خاک منطقه مورد مطالعه از نتایج



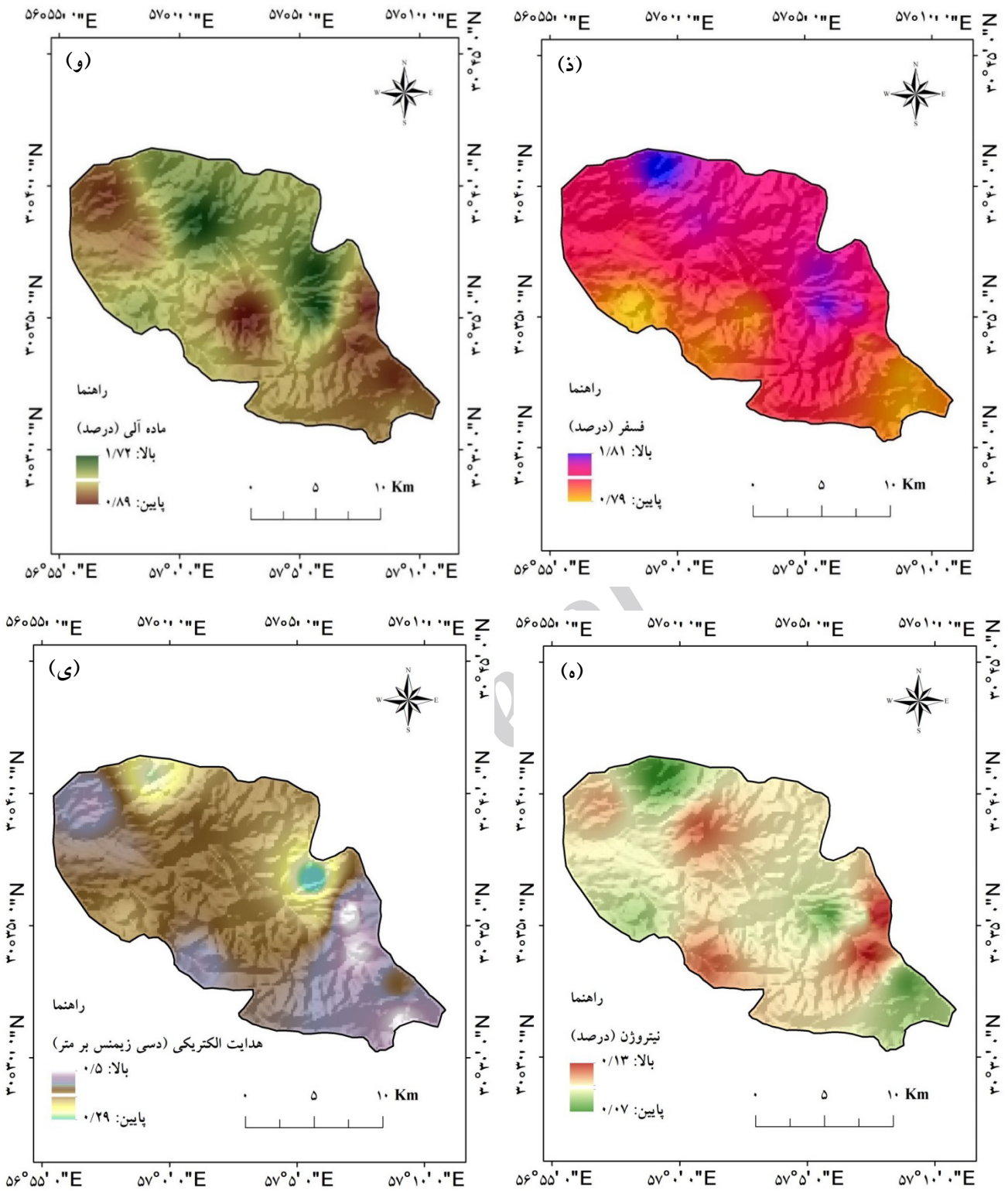
شکل ۳. نقشه عوامل اقلیمی دما (الف) و بارش (ب) منطقه مورد مطالعه



شکل ۴. نقشه مدل ارتفاعی (الف)، اسیدیته (ب)، آهک (ب)، پتاسیم (ج)



ادامه شکل ۴. نقشه رطوبت اشباع (ج)، رس (ح)، سیلت (خ)، شن (د)



ادامه شکل ۴. نقشه فسفر (ذ)، ماده آلی (و)، نیتروژن (ه)، هدایت الکتریکی (ی)

(۲۳/۸ درصد از کل مساحت) از این منطقه نیز به دلیل محدودیت‌های موجود جهت رویش این گیاه ضعیف می‌باشند. همچنین به ترتیب ۴۳/۲ (۱۲۳۶۴/۶۲ هکتار) و ۱۶/۱ (۴۶۰۲/۷۱ هکتار) درصد از اراضی منطقه دارای پتانسیل خوب و متوسط جهت رویش گیاه آنغوزه می‌باشند.

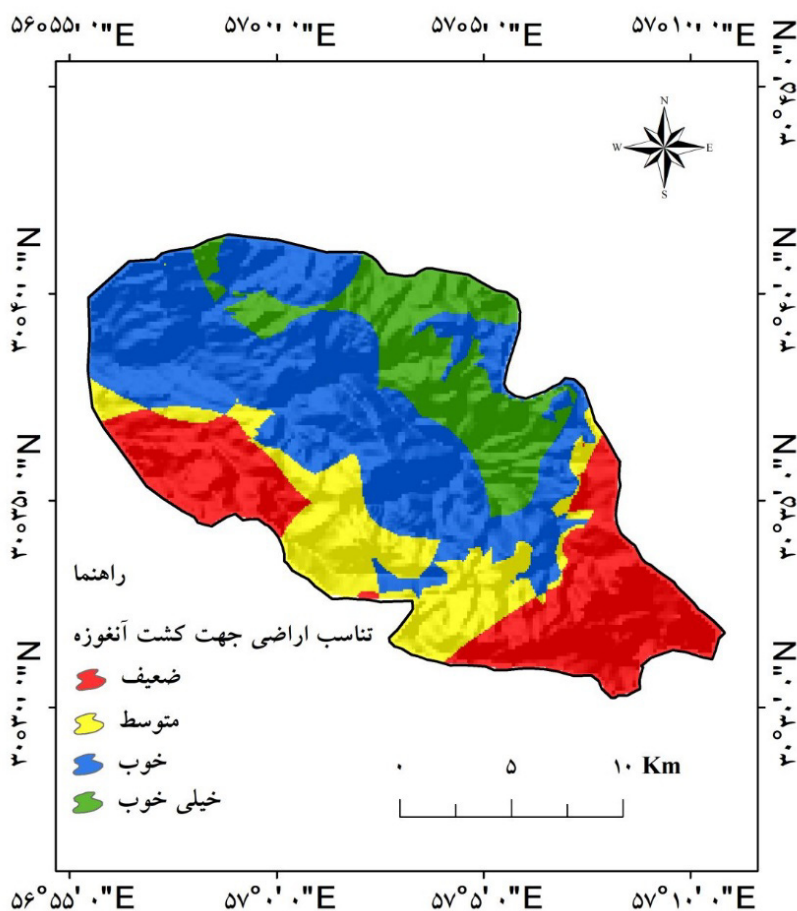
نتایج حاصل بررسی پارامترهای مطالعه شده جهت تناسب اراضی رویشگاه گیاه آنغوزه در منطقه چترود در جدول ۶ نشان داد که ۴۸۲۶/۲۲ هکتار از منطقه دارای پتانسیل بالایی جهت رویش آنغوزه می‌باشند که ۱۶/۹ درصد از کل سطح مورد مطالعه را شامل می‌شوند. درعین حال ۶۸۱۹/۶۴ هکتار

جدول ۶. مساحت و درصد مساحت طبقات تناسب شایستگی پارامترهای مؤثر جهت رویش گیاه آنغوزه و میزان مطلوب آن‌ها

ضعیف		متوسط		خوب		خیلی خوب		طبقات کاربری اراضی
هکتار	درصد	هکتار	درصد	هکتار	درصد	هکتار	درصد	
۱۱/۱۲	۳۱۸۳/۰۹	۸۷	۲۴۹۱/۵۵	۸۰/۹۲	۲۳۱۵۵/۴	۰	۰	بارندگی (میلی‌متر)
۱۱/۴۵	۳۲۷۶/۳	۱۶/۹۵	۴۸۵۲/۱۵	۴۳/۹۴	۱۲۵۷۴/۴	۲۸/۴۱	۸۱۲۹/۸	دما (درجه سانتی‌گراد)
۰	۰	۲۲/۵۱	۶۴۴۲/۵۴	۱۷/۱۶	۴۹۱۲/۰۶	۶۰/۹۱	۱۷۴۲۸/۵	ارتفاع (متر)
۰	۰	۱۵/۹۲	۴۵۵۷/۰۶	۳۳/۲۶	۹۵۱۹/۲۱	۵۱/۵۶	۱۴۷۵۳/۸	آهک (درصد)
۶/۱۷	۱۷۶۶/۰۴	۸۹	۲۵۴۷۳/۳۶	۳/۳۴	۱۱۰۰/۳۷	۱/۷۲	۴۹۳	اسیدیته
۲۹/۹۲	۸۵۶۱/۳	۳۸/۸۴	۱۱۱۱۶/۱	۲۷/۰۹	۷۷۵۱/۸	۴/۸۹	۱۴۰۱/۰۹	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنی بر متر)
۱۶/۷۵	۴۷۹۳/۱	۴۱/۹۱	۱۱۹۹۳/۱	۳۷/۷۹	۱۰۸۱۳/۳	۴/۷	۱۳۴۷/۱۴	پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)
۱/۸	۵۱۵/۹۵۸	۳۶	۱۰۳۱۶/۱	۴۲/۳۳	۱۲۱۱۴/۱	۲۰/۵۷	۵۸۸۶/۱	نیتروژن (درصد)
۱۹/۴۵	۵۵۶۶/۶۸	۴۹/۹۲	۱۴۲۸۴/۱	۳۱/۳۷	۸۹۷۸/۲	۰	۰	رطوبت اشیاع (درصد)
۲۰/۷۳	۵۹۳۲/۴	۳/۶۸	۱۰۵۵/۰۶	۴/۴	۱۲۶۱/۶۵	۷۱/۹۲	۲۰۵۷۹/۴	فسفر (درصد)
۱/۶۵	۴۷۲/۹۹۸	۳۵/۰۶	۱۰۰۳۲/۷	۶۴/۰۴	۱۸۳۲۴/۱	۰	۰	ماده آلی (درصد)
۲۰/۱۹	۵۷۷۷/۰۵	۲/۳۲	۶۶۵/۸۸۴	۳۴/۶۷	۹۹۲۱/۷۷	۴۳/۶۴	۱۲۴۸۸/۷	رس (درصد)
۲۷/۱۷	۷۷۶/۵	۳۱/۴۷	۹۰۰۶/۴۴	۱۸/۵۹	۵۳۲۱/۲	۲۳/۵	۶۷۲۵/۴	سیلت (درصد)
۳/۳۸	۹۶۹/۳۷۷	۲۱/۶	۶۱۸۱/۶	۳۰/۲۵	۸۶۵۷	۴۵/۵۱	۱۳۰۲۲/۲	شن (درصد)

مناسب جهت رویش گیاه آنغوزه به چهار کلاس؛ ضعیف، متوسط، خوب و خیلی خوب تقسیم شده است (شکل ۵).

با تلفیق نقشه‌های وزن‌دهی شده اقلیمی، توپوگرافی و خاکشناسی، نقشه ارزیابی تناسب رویشگاه گیاه آنغوزه تهیه شد. منطقه چترود از نظر پتانسیل و داشتن شرایط اکولوژیکی



شکل ۵. نقشه تناسب اراضی منطقه چترود جهت رویش گیاه آنغوزه

بحث و نتیجه گیری

شناسایی استعداد و یا محدودیت‌هایی که عوامل اقلیمی، توپوگرافی و خاکی در منطقه مورد مطالعه 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. در مجموع تأثیر عوامل

خاکشناسی با مجموع اوزان $0/7$ بیشتر از عوامل اقلیمی و توپوگرافی ($0/6$) 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 به نوعی می‌توان گفت با توجه به حداکثر بارندگی حدود 183 میلی‌متر در سال در منطقه مورد مطالعه، 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 به گونه‌ای 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 داده شده است، میزان ماده آلی بیشتر از سایر

تشکر و قدردانی

این تحقیق با حمایت مالی پژوهشکده فناوری تولیدات گیاهی طبق قرارداد طرح به شماره ۱۰۶/۹۰۰ پ انجام شده است که بدین وسیله مراتب قدردانی و سپاسگزاری به عمل می آید.

منابع مورد استفاده

۱. آبیاری، س.، ب. فاخری و ن. مهدی‌نژاد. ۱۳۹۵. مطالعه اکومورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاه دارویی آنغوزه (*Ferula assa-foetida*) در رویشگاه‌های جنوب غربی کشور. نشریه فیزیولوژی محیطی گیاهی، ۱۱(۴۴): ۵۵-۶۵.
۲. امیدبیگی، ر. و م. ر. پیرمرادی. ۱۳۸۵. بررسی تأثیرات قطر ریشه و دفعات تیغ‌زنی بر میزان شیردهی گیاه دارویی-مرتعی آنغوزه. مجله منابع طبیعی ایران، ۵۹(۱): ۲۶۱-۲۶۹.
۳. بیابانی، ع.، س. آهن‌ساز، ب. کامکار و ا. رومانی. ۱۳۹۶. 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.
۴. 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. ۱۳۹۶. مکان‌یابی اراضی مستعد جهت توسعه کاشت گونه کهور ایرانی با استفاده از GIS (مطالعه موردی: حوزه آبخیز رحمت‌آباد استان کرمان). مجله سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۸(۲): ۴۸-۶۱.
۶. 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. ۱۶۸ صفحه.
۷. صادقی‌نیا، م.، م. تازه، ز. جعفری و ک. کیانی. ۱۳۹۵. تعیین رویشگاه بالقوه گاوزبان خارک‌دار (*Anchusa strigosa*) با

مناطق است که این با نتایج آبیاری 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) از نظر تناسب اراضی قرار می‌گیرد. حدوداً ۱۷ درصد (۴۸۲۶/۲۲ 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 از جمله 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 (۶۸۱۹/۶ 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، به‌نحوی که بهترین بهره‌برداری از محیط صورت گیرد، از طریق مطالعه‌ی ارزیابی تناسب اراضی امکان‌پذیر 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.

- نشریه آب و خاک، ۲۴: ۸۹۴-۹۰۷.
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 Institute 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 for agriculture 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 integrating technology: 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*. 3rd 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.
- استفاده از تحلیل سلسله مراتبی و سیستم اطلاعات جغرافیایی در شهرستان دزفول. *مجله سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی*، ۷(۴): 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): ۳۷-۴۲.
 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 سروسستانی، ب. کامکار، ش. شتابی و س. صادقی. ۱۳۹۲. پهنه‌بندی زراعی-بوم‌شناختی اراضی کشاورزی استان گلستان جهت کشت کلزا با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و فرایند تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی (AHP). *مجله تولید گیاهان زراعی*، ۵(۱): ۱۲۳-۱۳۹.
 ۱۱. کاظمی پشت مساری، ح.، ز. طهماسبی سروسستانی، ب. کامکار، ش. شتابی 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: ۴۶۷-۴۸۳.
 ۱۴. کمالی، غ.، ع. پ. ملائی و م. ب. بهیار. ۱۳۸۹. تهیه اطلس گندمیان استان زنجان با استفاده از داده‌های اقلیمی و GIS.



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 Jafari³

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