

مکان‌یابی حوزه آبخیز لیگوان استان اردبیل برای توسعه گیاه دارویی شیرین‌بیان (*Glycyrrhiza glabra*) با

روش ANP Fuzzy

مرضیه علی‌خواه اصل^{۱*}، مهدی معمری^۲، داریوش ناصری^۳ و شهریار مفتاحی^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۱/۲۰ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۹/۰۲/۰۵

چکیده

ارزش بارز اقتصادی و درمانی، تقاضای بازار و سطح فراوری بالای گیاهان دارویی باعث شده است تا کشت این گیاهان در دنیا روزبه‌روز افزایش یابد. شیرین‌بیان یکی از گیاهان دارویی بومی ایران است که در صنایع غذایی، دارویی و دخانیات کاربرد دارد. از این‌رو، هدف اصلی این تحقیق، مکان‌یابی کشت شیرین‌بیان در حوزه آبخیز لیگوان با استفاده از روش ANP Fuzzy است. در این راستا ۱۱ معیار در قالب خوشه‌های اقلیم، خاک، فیزیوگرافی و اقتصادی-اجتماعی با استفاده از روش تحلیل شبکه‌ای و استفاده از نظر کارشناسان خبره در محیط نرم‌افزار Super Decision وزن‌دهی شده و برای هم‌مقیاس‌سازی معیارها نیز از روش فازی‌سازی در مقیاس ۰-۲۵۵ در محیط نرم‌افزار Idrisi استفاده شد. در این بین، نقشه کاربری اراضی حوزه با استفاده از تصاویر ماهواره لندست و با روش ماشین بردار پشتیبان تهیه شد. در نهایت با استفاده از روش ترکیب خطی وزنی، لایه‌های موردنظر با اعمال وزن مربوطه روی هم‌گذاری شده و نقشه تناسب کشت و توسعه این گیاه تهیه شد. نتایج نشان داد که به‌ترتیب معیارهای ارتفاع، شیب، عمق و حاصلخیزی خاک مهم‌ترین معیارهای مؤثر در کشت و توسعه این گیاه در منطقه می‌باشند و ۱۹۳۶/۸۵ هکتار (۲۶/۹۶ درصد) دارای پتانسیل زیاد یا خیلی زیاد برای کشت و توسعه گیاه دارویی شیرین‌بیان می‌باشد و با تغییر الگوی کشت از زراعت دیم به شیرین‌بیان، می‌توان سود اقتصادی بیشتری را متصور بود.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی چند معیاره، سامانه اطلاعات جغرافیایی، گیاه دارویی، فرایند تحلیل شبکه‌ای.

^۱ - استادیار، گروه منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

* نویسنده مسئول: alikhahasl@pnu.ac.ir

^۲ - دانشیار گروه علوم گیاهی و گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی و عضو پژوهشکده مدیریت آب، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

^۳ - گروه محیط‌زیست، واحد اردبیل، دانشگاه آزاد اسلامی، اردبیل، ایران.

^۴ - کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی در برنامه‌ریزی محیطی، اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری اردبیل، اردبیل، ایران.

مقدمه

برآورد ارزش اقتصادی زیست‌بوم‌های مرتعی، نیازمند توجه به استفاده چندمنظوره از مراتع به‌ویژه گیاهان دارویی است (۱۹). فراورده‌های فرعی مرتع از جمله گیاهان دارویی به‌عنوان یک درآمد مکمل و نیز یک منبع غذایی، نقش مهم و سهم آشکاری در رفاه و زندگی روزمره مردم محلی دارند (۲۹). این گیاهان از جمله گیاهان مهم اقتصادی در هر منطقه‌ای محسوب می‌شوند که همواره به عنوان منبع اصلی مواد مؤثره در تولید بسیاری از داروها مورد استفاده قرار می‌گیرند (۵). شیرین‌بیان با نام علمی *Glycyrrhiza glabra* گیاهی علفی، چندساله و متعلق به تیره پروانه‌آسا است (۱۷). این گیاه بومی نواحی مدیترانه، جنوب روسیه و آسیا بوده، اما امروزه در سراسر اروپا، خاورمیانه و آسیا کشت می‌شود (۷). شیرین‌بیان یکی از مهم‌ترین گیاهان دارویی و صنعتی است که مواد مؤثره آن به شکل‌های مختلفی مورد استفاده قرار می‌گیرد. ایران یکی از کشورهای صادرکننده شیرین‌بیان محسوب می‌شود، به‌طوری‌که صادرات شیره و عصاره آن طی سال‌های ۱۳۸۰ تا هشت‌ماهه اول سال ۱۳۸۷، ۳۵/۴ هزار تن به ارزش اقتصادی ۹۲/۳ میلیون دلار بوده است (۲). در حال حاضر بیشترین صادرات ریشه شیرین‌بیان در کشور، از استان فارس به کشور آلمان است (۴). 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 قابل تحمل محیط‌زیست است (۲۵). در حال حاضر، منطقی‌ترین راه برای انجام مطالعات محیط‌زیست در چارچوب برنامه‌ریزی منطقه‌ای، دخالت دادن جنبه‌های بوم‌شناختی در برنامه‌ریزی و سازمان‌دهی کاربری زمین است (۶). 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 (۲۶). در سال‌های اخیر استفاده از روش‌های ارزیابی چندمعیاره، گسترش

فراوانی داشته و در این میان روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و تحلیل شبکه‌ای (ANP) بیش‌تر مورد توجه قرار گرفته است (۲۲). با توجه به محدودیت روش AHP که ارتباط بین عناصر تصمیم را سلسله مراتبی و یک‌طرفه فرض می‌کند، روش ANP چارچوب مناسبی را برای تحلیل مسائل مختلف به‌صورت در نظر گرفتن وابستگی‌های متقابل بین عناصر تصمیم‌گیری، فراهم می‌سازد (۳۰). بنابراین روش ANP به‌عنوان روش مناسب‌تری در مطالعات تصمیم‌گیری‌های چندمنظوره و برای حل مسائل پیچیده تصمیم‌گیری مطرح شده است. معیارهای مورد استفاده در یک فرایند ارزیابی، دارای واحدها و مقیاس‌های عددی متفاوتی هستند، از این‌رو، ترکیب آن‌ها بدون استانداردسازی همه معیارها غیرممکن است. از سوی دیگر، روش فازی یکی از روش‌های پرکاربرد در استانداردسازی فاکتورها، به‌ویژه در مطالعات منابع طبیعی که با عدم قطعیت روبرو هستند، است (۱۸). برای استانداردسازی فاکتورها، به روش فازی، تعیین حدود و توابع فازی (S شکل کاهشی یا افزایشی، I شکل کاهشی یا افزایشی، دوزنقه‌ای و تعریف‌شده توسط کاربر) ضروری است که با توجه به نقش هر فاکتور در ارزیابی و بر اساس مرور منابع و نظر کارشناسان و خبرگان تعیین می‌شوند (۸ و ۱۱). در ارتباط با مکان‌یابی کشت و توسعه گیاهان دارویی مطالعاتی در داخل و خارج از کشور به انجام رسیده است. مقامی مقیم و همکاران (۲۰۱۹) به پهنه‌بندی آگروکلیمای کشت زعفران در استان خراسان شمالی با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی پرداختند و نتایج ایشان نشان داد که ۱۷/۹ درصد از سطح استان خراسان شمالی شامل دشت‌های جاجرم، گرمه، گراتی، اسفراین، صفی‌آباد و بخش‌های از شهرستان‌های شیروان و فاروج با توجه به ویژگی‌های اقلیمی و زمینی مستعد کشت زعفران است. صادقی و همکاران (۲۰۱۹) به بررسی سازگاری اقلیمی مناطق برای کشت گیاه گل محمدی با استفاده از روش تحلیل شبکه‌ای در استان اصفهان پرداختند و نتایج آنها نشان داد سه عامل بارش سالیانه، ارتفاع و دمای میانگین سالانه، بیشترین تأثیر و پارامتر شیب کمترین تأثیر را بر کمیت و کیفیت گیاه گل محمدی داشتند. شجاعی (۲۰۱۸) مکان‌یابی مناطق مستعد کشت گیاه گون کتیرایی در شهرستان جاجرم استان خراسان شمالی را با روش AHP

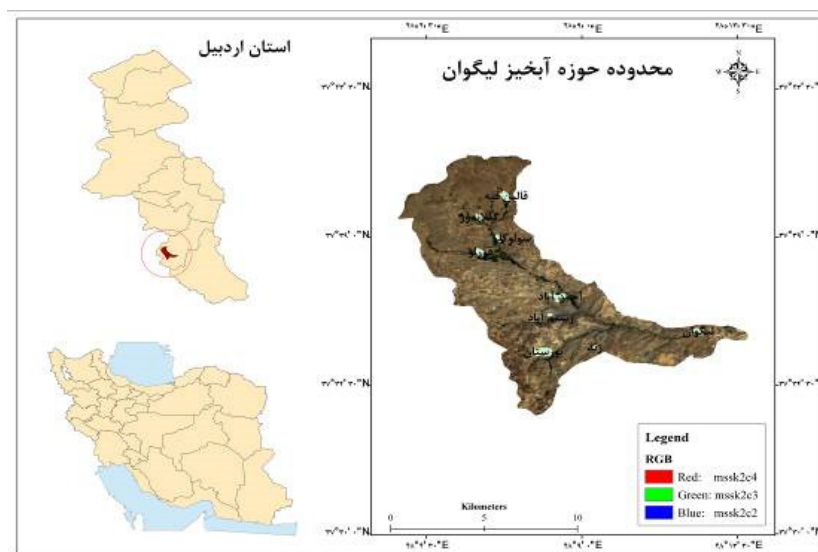
می‌باشد، اما کمتر مورد توجه قرار گرفته است. با شناسایی مکان‌های مناسب برای کشت و توسعه این گیاه در این حوضه می‌توان با افزایش سطح تولید، ضمن ایجاد فرصت‌های شغلی، از فشار وارد بر منابع طبیعی (مراتع و جنگل‌ها) و میزان مهاجرت در این منطقه کاست و با صادرات آن، زمینه رشد اقتصادی را فراهم نمود. از این رو هدف اصلی این تحقیق، شناسایی مناطق مستعد کشت و توسعه گیاه شیرین بیان با استفاده از روش ترکیبی فازی و تحلیل شبکه‌ای و در نظر گرفتن نیازهای اکولوژیک آن در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

حوضه آبخیز لیگوان با مساحت ۷۱۷۹ هکتار در شهرستان کوثر از استان اردبیل و در بین طول جغرافیایی $37^{\circ} 33'$ تا $48^{\circ} 3'$ شرقی و عرض جغرافیایی $37^{\circ} 42'$ تا $37^{\circ} 42'$ شمالی قرار دارد (شکل ۱). ارتفاع منطقه از ۱۱۶۰ تا ۲۳۰۰ متر متغیر است. میانگین سالانه بارش نیز از ۲۶۰ تا ۴۷۰ میلی‌متر، متوسط دمای سالانه ۸/۲ درجه سانتیگراد و نوع اقلیم منطقه در سیستم دوماترین مدیترانه‌ای می‌باشد (۲۰).

مورد بررسی قرار داد و نتیجه گرفت که سه عامل ارتفاع، دما و بارش بیشترین وزن را به خود اختصاص داده‌اند و از بین مؤلفه‌های مختلف نیز، ارتفاع بالای ۱۸۰۰ متری در این شهرستان، بر اساس اهمیت نسبی، مناسب‌ترین منطقه برای کشت این گیاه پیشنهاد شد. عباسی خالکی و همکاران (۲۰۱۹) به کاربرد روش تحلیل شبکه‌ای در احیای دیمزارهای کم بازده و رها شده با مرتع‌کاری در حوضه آبخیز بالخلی چای اردبیل پرداختند و نتیجه گرفتند که می‌توان از این روش در تعیین مناسب‌ترین اراضی دیم مستعد احیا و علوفه کاری و بازگشت این اراضی به مرتع استفاده نمود تا موفقیت پروژه‌های تبدیل دیم زار بیشتر گردد. مرور پیشینه تحقیق نشان می‌دهد که در مورد گیاه شیرین بیان تاکنون مطالعاتی در زمینه پهنه‌بندی تناسب اراضی صورت نگرفته است و از طرف دیگر، در مورد سایر گیاهان دارویی نیز بیشتر از روش تحلیل سلسله مراتبی برای مکان‌یابی کشت و توسعه استفاده شده و روش تحلیل شبکه‌ای ANP، کمتر مورد استفاده قرار گرفته است. همچنین روش هم‌مقیاس‌سازی فازی نیز تاکنون در این زمینه استفاده نشده است. شیرین بیان یکی از گیاهان دارویی بومی حوضه آبخیز لیگوان در شهرستان کوثر استان اردبیل می‌باشد که به دلیل عدم اطلاعات کافی از ارزش اقتصادی آن، کمتر مورد توجه قرار گرفته است. در حالیکه این گیاه، قابلیت کشت در اراضی زراعی دیم و دیمزارهای کم‌بازده را نیز دارا



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان و کشور

روش تحقیق

به‌منظور پهنه‌بندی کشت و توسعه گیاه شیرین‌بیان در منطقه مورد مطالعه، از ۴ معیار اصلی شامل توپوگرافی، اقلیم، خاک و کاربری اراضی و همچنین ۱۱ زیر معیار شامل ارتفاع، شیب، دمای متوسط، بارش، تعداد روزهای یخبندان، عمق خاک، بافت خاک، گروه هیدرولوژیک خاک، حاصلخیزی خاک، فرسایش خاک و کاربری اراضی استفاده شد (جدول ۱). معیارها با استفاده از نظرات کارشناسی و همچنین مرور مطالعات مرتبط (۳، ۱۰، ۱۲، ۱۵ و ۲۸) با شیرین‌بیان تعیین شدند. لایه‌های ارتفاع و شیب با استفاده از لایه توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ منطقه و لایه‌های اقلیمی و خاک به فرمت رقومی از اداره کل منابع طبیعی استان اردبیل تهیه شد. به منظور تهیه نقشه‌های خاک نسبت به حفر ۱۶ پروفیل در اجزاء واحدهای اراضی مختلف اقدام و بررسی‌های پروفیلی صورت گرفته است. تعداد ۳۰ نمونه خاک از پروفیل‌های شاهد از ۹ اجزاء واحدهای اراضی نمونه برداری شده و به آزمایشگاه خاکشناسی اکینجی اردبیل ارسال شده است.

به‌منظور تهیه نقشه کاربری اراضی حوضه، از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸ منطقه استفاده شد. تصویر بدون ابر، مربوط به تاریخ تیرماه سال ۱۳۹۸ شمسی بود که از تارنمای مرکز تحقیقات زمین‌شناسی آمریکا بارگیری شد. تصویر بعد از دریافت، از نظر صحت هندسی با میزان خطای RMS موجود در فراداده یا متادیتای^۱ تصویر کنترل شد که میزان ۴/۵ متر بود. در ادامه، تصحیح رادیومتریک با استفاده از دستور Radiometric Calibration و تصحیح اتمسفری نیز با استفاده از دستور Flaash Atomospheric Correction و استفاده از متادیتای تصاویر در محیط نرم‌افزار Envi 5.3 انجام پذیرفت. نمونه‌های تعلیمی به تعداد کافی با پراکنش مناسب با استفاده از برداشت‌های زمینی با کاربرد GPS، استفاده از تصاویر گوگل ارث (بیشتر برای مناطق غیرقابل دسترسی) و تفسیر بصری، در نظر گرفته شد. به‌منظور ورود به فرایند طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای، از تصاویر تمامی باندها به‌جز باند پانکروماتیک و باند سیروز (لندست ۸) استفاده شد. همچنین از شاخص‌های NDVI و SAVI به‌عنوان باندهای مصنوعی برای افزایش دقت طبقه‌بندی و

از لایه شیب برای تفکیک بهتر اراضی مرتعی از زراعت دیم استفاده شد. به‌منظور طبقه‌بندی و تهیه نقشه کاربری اراضی نیز از روش طبقه‌بندی نظارت‌شده ماشین بردار پشتیبان استفاده شد که جزو روش‌های طبقه‌بندی نظارت‌شده است. دقت طبقه‌بندی با شاخص‌های کاپا و صحت کلی ارزیابی شد و نقشه کاربری با دقت قابل قبول تهیه شد. از طرف دیگر، با توجه به نقش متفاوت هر یک از معیارها در کشت و توسعه گیاه شیرین‌بیان، وزن‌دهی به معیارها با روش تحلیل شبکه‌ای انجام شد. برای این منظور، در محیط نرم‌افزار Super Decision با نسخه ۲،۰،۸ پنج خوشه شامل هدف، فیزیوگرافی، خاک، اقلیم و کاربری اراضی ایجاد شد. سپس در هر خوشه، معیارهای مورد استفاده وارد شد. در ادامه، ارتباط مستقیم بین خوشه هدف با خوشه‌های دیگر برقرار شد و با توجه به ماهیت روش تحلیل شبکه‌ای، ارتباط متقابل بین عناصر داخل یک خوشه یا خوشه‌های دیگر نیز تعریف شد. در مرحله بعد، با در نظرگیری میزان نرخ ناسازگاری (کمتر از مقدار ۰/۱) در قضاوت‌ها (۲۴) و مقایسات زوجی (جدول ۲)، ضریب اهمیت هر یک از معیارها به دست آمد. در مرحله آخر، ماتریس حد تهیه و وزن هر یک از معیارها محاسبه شد. به‌منظور هم‌مقیاس‌سازی معیارها نیز از روش فازی استفاده شد. درجه‌ی عضویت فازی بین ۰ تا ۱ یا ۰ تا ۲۵۵ متغیر بوده و نشان دهنده‌ی افزایش پیوسته از عدم عضویت تا عضویت کامل است. البته مقیاس ۰-۲۵۵ مناسب‌تر است، زیرا مدل ارزیابی چند معیاره برای این سطوح بهینه‌شده است. توابع عضویت مجموعه‌های فازی عبارت‌اند از توابع S شکل، J شکل، خطی و توابع تعریف‌شده توسط کاربر. هر یک از توابع یاد شده ممکن است افزایشی، کاهشی یا متقارن باشند (۲۳). برای فازی‌سازی، از توابع S شکل برای لایه‌های پیوسته (ارتفاع، شیب، دما، بارش، فاصله از رودخانه) و تعریف‌شده توسط کاربر برای لایه‌های گسسته (کاربری و فاکتورهای خاک) استفاده شد (جدول ۳). در مرحله آخر با استفاده از روش ترکیب خطی وزنی، لایه‌های فازی‌شده (شکل ۲) با اندازه سلول ۳۰ متر، در وزن معیار متناظر ضرب‌شده و نقشه پتانسیل کشت شیرین‌بیان در این حوضه به‌دست آمد. به‌منظور نمایش طبقات پتانسیل نیز از فرایند

¹- Metadata

طبقه‌بندی با در قالب پنج کلاس پتانسیل خیلی زیاد، زیاد، متوسط، کم و خیلی کم استفاده شد.

جدول ۱: معیارهای مورد استفاده در مکانیابی گیاه شیرین بیان

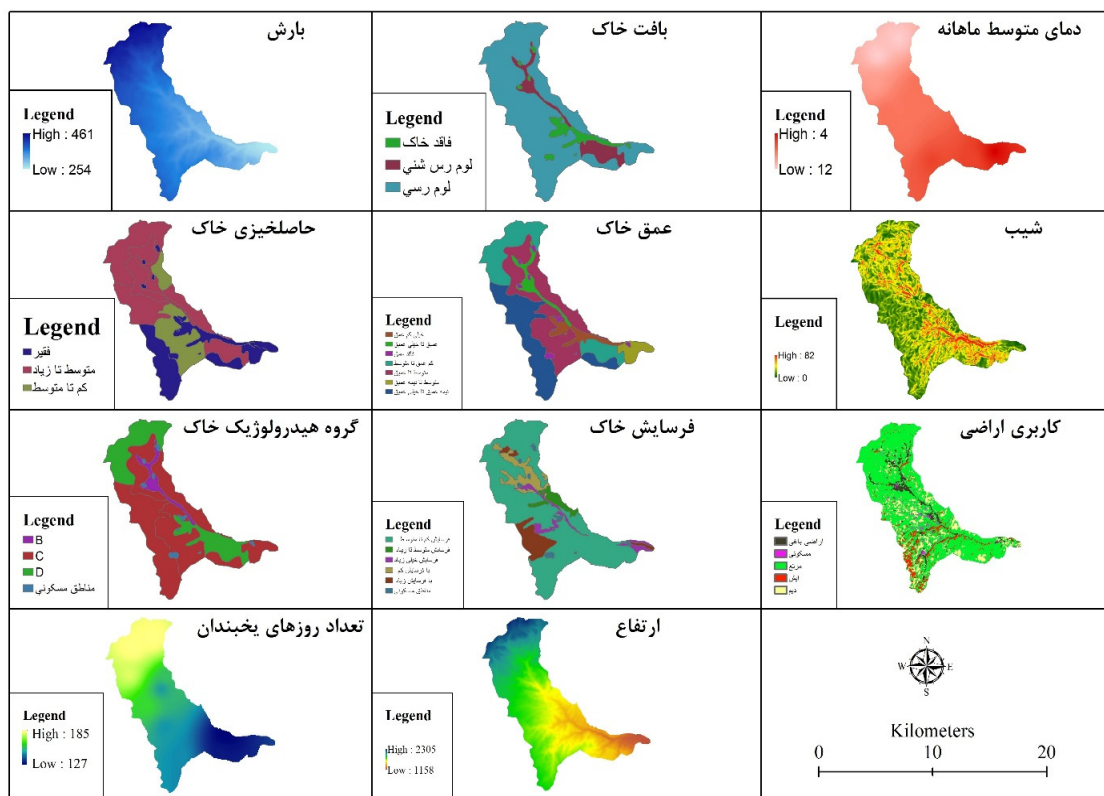
معیار	منبع	رنج بهینه
ارتفاع	(طوبلی و ذاکری، ۲۰۱۲)، (محرابی، ۲۰۱۴)	مناطق کم ارتفاع کوهستانی
شیب	(محرابی، ۲۰۱۴)	شیب کمتر از ۱۲ درصد
بارش	(اسماعیلی و همکاران، ۲۰۱۹)، (محرابی، ۲۰۱۴)	۳۰۰ تا ۶۰۰ میلی‌متر
میانگین دما	(عمویی، ۲۰۰۹)	۲۰ تا ۲۵ درجه سانتیگراد
تعداد روزهای یخبندان	(محرابی، ۲۰۱۴)	مناطق با تعداد روزهای یخبندان کم
فرسایش خاک	(عمویی، ۲۰۰۹)	مناطق با فرسایش کم
بافت خاک	(محرابی، ۲۰۱۴) و (عمویی، ۲۰۰۹)	سبک شنی
عمق خاک	(عمویی، ۲۰۰۹)	خاک‌های با عمق زیاد
گروه هیدرولوژیک خاک	(محرابی، ۲۰۱۴)	A, B
حاصلخیزی خاک	(عمویی، ۲۰۰۹)، (خان احمدی و همکاران، ۲۰۱۳)، (طوبلی و ذاکری، ۲۰۱۲)	خاک‌های با حاصلخیزی زیاد
کاربری اراضی	-	کاربری‌های با تحول یافتگی خاک بیشتر

جدول ۲: مقادیر ترجیحات برای مقایسه های زوجی

مقدار عددی	ترجیحات (قضاوت شفاهی)
۹	کاملاً" مرجح یا کاملاً" مهم تر و یا کاملاً" مطلوب تر (Extremely Preferred)
۷	ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت خیلی قوی (Very Strongly Preferred)
۵	ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت قوی (Strongly Preferred)
۳	کمی مرجح یا کمی مهم تر یا کمی مطلوب تر (Moderately Preferred)
۱	ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت یکسان (Equally Preferred)
۰.۲، ۰.۴، ۰.۶، ۰.۸	ترجیحات بین فواصل فوق

جدول ۳: فاکتورها و توابع فازی مورد استفاده برای استانداردسازی، در ارزیابی توسعه کشت شیرین بیان

ردیف	خوشه	معیار	تابع فازی	a	b	c	d
۱	فیزیوگرافی	ارتفاع (متر)	S شکل کاهنده	-	-	۱۱۵۸	۲۰۰۰
		شیب (/°)	S شکل کاهنده	-	-	۱۲	۲۰
۲	اقلیم	بارش (میلی‌متر)	S شکل افزایشنده	۲۵۴	۴۰۰	-	-
		میانگین دما (سانتی‌گراد)	S شکل افزایشنده	۴	۱۲	-	-
		تعداد روزهای یخبندان	S شکل کاهنده	-	-	۱۲۷	۱۸۵
		فرسایش خاک	گسسته	۲۵۵	کم تا متوسط	متوسط تا زیاد	زیاد یا خیلی زیاد
۳	خاک	بافت خاک	گسسته	۲۵۵	لوم رسی	لوم رسی شنی	فاقد بافت
		عمق خاک	گسسته	۲۵۵	عمیق یا خیلی عمیق	کم عمیق تا متوسط	فاقد عمیق یا عمیق خیلی کم
						۱۷۰	۸۵
						۱۷۰	۸۵
	گروه هیدرولوژیک خاک	گسسته	B	۲۵۵	متوسط تا زیاد	C	D
						۱۲۷	۰
						۱۷۰	۸۵
		حاصلخیزی	گسسته	۲۵۵	زیاد	متوسط تا زیاد	کم تا متوسط فقیر
۴	اقتصادی- اجتماعی	کاربری اراضی	گسسته	۲۵۵	زراعت دیم یا آیش	مرتع	اراضی باغی
						۱۷۰	۸۵



شکل ۲: نقشه معیارهای بی‌مقیاس شده با روش فازی

نتایج

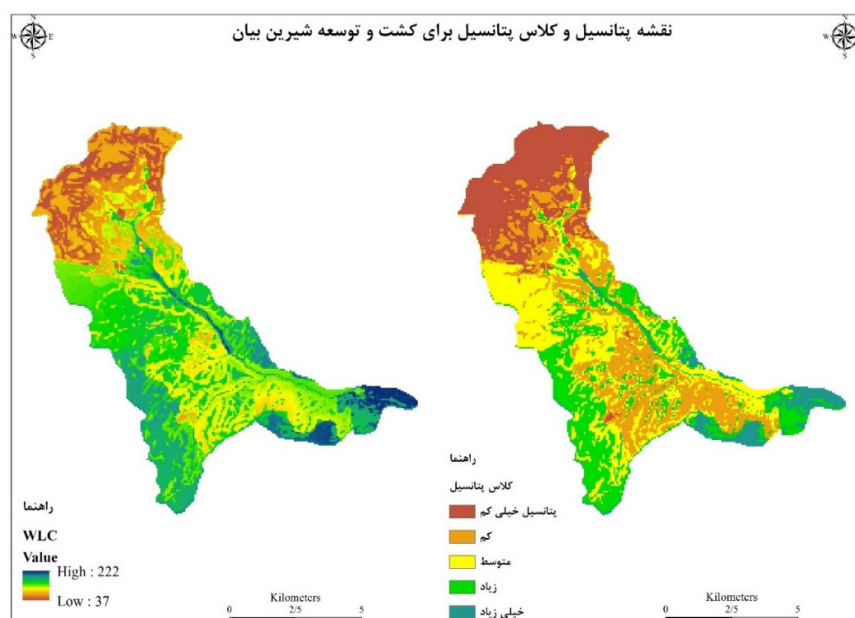
نقشه کاربری اراضی تهیه‌شده برای منطقه، با روش ماشین بردار پشتیبان، دارای دقت کاپا برابر ۰/۹۱۶ و صحت کلی ۹۵/۴۰ درصد بود که با دقت قابل قبول، وارد فرایند ارزیابی شد. نتایج وزن‌دهی به معیارها در جدول (۴) نشان می‌دهد که به ترتیب معیارهای ارتفاع، شیب، عمق خاک، حاصلخیزی خاک، تعداد روزهای یخبندان، دما، فرسایش، کاربری اراضی، بارش، بافت خاک و گروه هیدرولوژیک خاک مهم‌ترین فاکتورها برای کشت و توسعه گیاه شیرین بیان در منطقه مورد مطالعه است. خروجی روش روی هم‌گذاری ترکیب خطی وزنی (شکل ۳) نشان داد که در مقیاس ۰-۲۵۵ این منطقه دارای ارزش ۳۷-۲۲۲ برای کشت و توسعه گونه شیرین بیان می‌باشد که مقادیر کمتر، دارای تناسب کمتر و مقادیر بیشتر، دارای تناسب بیشتر برای کشت و توسعه این گونه می‌باشد. بر این اساس، قسمت‌های جنوب شرقی منطقه که در خروجی حوزه واقع شده است و

همچنین قسمت‌هایی از جنوب، قسمت‌هایی از شرق و قسمت‌هایی از غرب منطقه مورد مطالعه، مناسب‌ترین مکان‌ها برای کشت و توسعه این گونه در منطقه می‌باشد. بیشتر قسمت‌های مرکزی این حوزه دارای تناسب متوسط و تمام قسمت‌های شمالی منطقه دارای تناسب کم یا خیلی کم برای کشت و توسعه این گونه دارویی هستند. جدول (۵) مساحت طبقات تناسب برای کشت و توسعه گیاه دارویی شیرین بیان را نشان می‌دهد. بر این اساس، ۳۹۷/۹۱ هکتار (۵/۵۳ درصد) از منطقه دارای پتانسیل خیلی زیاد و ۱۵۳۸/۹۴ هکتار (۲۱/۴۳ درصد) دارای پتانسیل زیاد برای کشت و توسعه گیاه دارویی شیرین بیان می‌باشد. همچنین ۱۹۴۲/۰۶ هکتار (۲۷/۰۶ درصد) دارای پتانسیل متوسط، ۱۷۹۴/۲۷ هکتار (۲۴/۹۹ درصد) پتانسیل کم و ۱۵۰۵/۹۸ هکتار (۲۰/۹۸ درصد) نیز پتانسیل خیلی کم برای کشت و توسعه گیاه دارویی شیرین بیان را شامل می‌شود.

جدول ۴: وزن معیارها بر اساس روش تحلیل شبکه‌ای (نرخ ناسازگاری کمتر از ۰/۱)

ردیف	معیار	وزن
۱	تعداد روزهای یخبندان	۰/۱۲۳
۲	بارش	۰/۰۲۹
۳	دما	۰/۱۱۸
۴	کاربری اراضی	۰/۰۴۶
۵	ارتفاع	۰/۱۶۳
۶	شیب	۰/۱۵۶
۷	عمق خاک	۰/۱۳۷
۸	فرسایش خاک	۰/۰۵۶
۹	حاصلخیزی خاک	۰/۱۱۹
۱۰	گروه هیدرولوژیک خاک	۰/۰۲۳
۱۱	بافت خاک	۰/۰۳۶

نرخ ناسازگاری=۰/۰۵



شکل ۳: نقشه پتانسیل و کلاس پتانسیل برای کشت و توسعه شیرین بیان

جدول ۵: مساحت کلاس تناسب برای کشت و توسعه گیاه دارویی شیرین بیان

ردیف	کلاس پتانسیل	مساحت (هکتار)	درصد از منطقه
۱	پتانسیل خیلی زیاد	۳۹۷/۹۱	۵/۵۳
۲	پتانسیل زیاد	۱۵۳۸/۹۴	۲۱/۴۳
۳	پتانسیل متوسط	۱۹۴۲/۰۶	۲۷/۰۶
۴	پتانسیل کم	۱۷۹۴/۲۷	۲۴/۹۹
۵	پتانسیل خیلی کم	۱۵۰۵/۹۸	۲۰/۹۸

بحث و نتیجه‌گیری

عوامل متعددی، در مکان‌یابی مناطق مناسب برای کشت و توسعه گیاه دارویی شیرین‌بیان نقش دارند که بدون استفاده از فن‌آوری اطلاعات بخصوص سامانه اطلاعات جغرافیایی برای تحلیل حجم وسیعی از داده‌ها عملاً امکان شناسایی مناطق مناسب برای کشت و توسعه گیاهان دارویی وجود ندارد. علاوه بر آن، شناسایی عوامل مؤثر و دخیل در پهنه‌بندی تناسب کشت بخصوص در ارتباط با گیاهان دارویی که مطالعات اندکی بر روی آن‌ها صورت گرفته است، امری پیچیده است که در این خصوص استفاده از پائل دلفی می‌تواند سبب شناسایی بهتر عوامل مؤثر در فرایند ارزیابی تناسب برای گیاه دارویی مدنظر شود. در این تحقیق، از تعداد ۱۵ نفر کارشناس خبره آشنا به نیاز اکولوژیک گیاه دارویی شیرین‌بیان نظرخواهی شد و معیارهای اقلیمی، خاک و توپوگرافی در کنار کاربری فعلی اراضی (در مجموع ۱۱ معیار) برای ارزیابی تناسب منطقه انتخاب شد. علومی و حسیبی (۲۰۱۱) عوامل اقلیمی و خاک را از مهم‌ترین معیارهای مؤثر در رشد اسید گلیسیریزید در ریشه‌های شیرین‌بیان عنوان کردند. همچنین ژانگ و همکاران (۲۰۱۱) نیز نشان دادند که تغییرات جغرافیایی سبب تغییر در محتویات گلیسیریزین در گیاه شیرین‌بیان می‌شود. در مرحله بعد، لازم بود تا وزن و اهمیت هر یک از این معیارها برای هدف تحقیق مشخص شود. روش تحلیل شبکه‌ای به دلیل دقت بالا نسبت به روش تحلیل سلسله مراتبی (۳۰)، برای وزن دهی به معیارها در این تحقیق انتخاب شد که مشابه تحقیق صادقی و همکاران (۲۰۱۹) و مغایر با روش مورد استفاده برای وزن دهی به معیارها در تحقیقات محرابی (۲۰۱۴)، سعادت‌فر و همکاران (۲۰۱۹)، مقامی مقیم و همکاران (۲۰۱۹) و شجاعی (۲۰۱۸) می‌باشد که از روش تحلیل سلسله مراتبی برای وزن دهی به معیارها در مکان‌یابی کشت گیاهان دارویی استفاده کردند. نتایج وزن دهی نشان داد که معیار ارتفاع با توجه به مقایسات زوجی و تأثیر مستقیم بر معیارهای شیب، بارش، دما، عمق و حاصلخیزی خاک به‌عنوان مهم‌ترین معیار مؤثر در مکان‌یابی کشت و توسعه گیاه شیرین‌بیان انتخاب شد. سپس، عامل شیب به دلیل تأثیر مستقیم در میزان فرسایش، قدرت حفظ آب خاک، عمق و حاصلخیزی

خاک به‌عنوان دومین عامل مهم شناخته شد. با توجه به اینکه گیاه شیرین‌بیان دارای ریشه‌های طویل در طول فرایند رشد می‌باشد و نیاز به خاک‌های با عمق زیاد دارد (۳)، عامل عمق خاک سومین عامل مهم برای کشت و توسعه این گیاه در منطقه در نظر گرفته شد. همچنین این گیاه برای رشد خود نیاز به خاک‌های حاصلخیز دارد (۳) و بنابراین این معیار نیز جزو مهم‌ترین معیارها برای مکان‌یابی کشت گیاه دارویی شیرین‌بیان است. بر اساس نتایج این تحقیق در بین معیارهای خاک، عمق و حاصلخیزی خاک از اهمیت بیشتری نسبت به دیگر معیارهای خاک برخوردار شد که مشابه تحقیق محرابی (۲۰۱۴) است. برخلاف تحقیقات مشابه انجام‌شده در زمینه مکان‌یابی مناطق مناسب برای گیاهان دارویی که عموماً از روش تحلیل سلسله مراتبی برای وزن دهی به زیرمعیارها استفاده شده است، در این تحقیق از روش فازی برای هم‌مقیاس‌سازی معیارها استفاده شد که با استفاده از توابع فازی‌سازی (برای معیارهای پیوسته) و یا به‌صورت دستی (برای معیارهای گسسته) انجام شد. معیار ارتفاع با تابع S شکل کاهشی فازی شد که مناطق با ارتفاع کمتر به‌عنوان مناطق مناسب‌تر برای کشت و توسعه گیاه دارویی شیرین‌بیان شناخته شدند. طولی و ذاکری (۲۰۱۲) نیز بیان داشتند که مناطق کم ارتفاع کوهستانی برای رشد شیرین‌بیان مناسب‌تر است. در تحقیق محرابی (۲۰۱۴) نیز مناطق با ارتفاع کمتر به‌عنوان مناطق مناسب‌تر برای کشت شیرین‌بیان شناخته شدند. برای فازی‌سازی لایه شیب نیز مناطق با شیب کمتر از ۱۲ درصد به‌عنوان مناسب‌ترین مناطق انتخاب شد و مناطق با شیب بیشتر از ۲۰ درصد نیز به‌عنوان مناطق فاقد تناسب تعیین شد. محرابی (۲۰۱۴) نیز شیب کمتر از ۱۲ درصد را مناسب‌ترین مکان برای کشت شیرین‌بیان ذکر نموده است. همچنین مواد و عناصر غذایی کافی نقش عمده‌ای در افزایش عملکرد ریشه و مقدار مواد مؤثره گیاه شیرین‌بیان دارد (۱۲) به همین دلیل خاک‌های با حاصلخیزی زیاد در روش فازی از ارزش بیشتری برخوردار شدند. از عوامل اقلیمی، دمای متوسط، بارش و تعداد روزهای یخبندان در فرایند ارزیابی تناسب در این تحقیق استفاده شد که بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیوشیمیایی این گیاه تأثیر دارد و مهم است که این معیارها برای کشت گیاه دارویی شیرین‌بیان

در نظر گرفته شود کریکر^۱ و همکاران (۲۰۱۳) نیز به نقش پارامترهای اقلیمی تاکید داشته و نشان دادند که تغییرات دما و بارش سبب تغییر در میزان قند در ریشه این گیاه می‌شود. عامل دما بر فرایند فتوسنتز تأثیر گذاشته و بر تجزیه شیمیایی مواد و سنتز مواد غذایی در این گیاه تأثیر دارد و با افزایش دما عملکرد این گیاه نیز بیشتر می‌شود. به همین دلیل از تابع فازی افزایشی برای فازی سازی معیار دمای متوسط استفاده شد. همچنین این گیاه نورپسند بوده در طول فرایند رشد خود به نور کافی نیاز دارد (۱۲) و بنابراین برای فازی سازی معیار تعداد روزهای یخبندان از تابع فازی سازی کاهشی استفاده شد. برای فازی سازی معیار بارش نیز از تابع فازی سازی افزایشی استفاده شد و با افزایش بارش میزان تناسب منطقه نیز افزایش یافت و مناطق با میزان بارش بیشتر از ۴۰۰ میلی‌متر به‌عنوان مناسب‌ترین مناطق شناخته شدند. (خان احمدی و همکاران، ۲۰۱۳) بیان کردند که این گیاه در مرحله گلدهی نیاز به آب کافی دارد. اسماعیلی و همکاران (۲۰۱۹) محدوده پراکنش این گیاه را مناطق با میزان بارش ۳۰۰ تا ۶۰۰ میلی‌متر عنوان کردند. عمویی (۲۰۰۹) نیز بیان کرد در مناطق با بارش بیشتر از ۴۰۰ میلی‌متر می‌توان این گیاه را به‌صورت دیم کشت نمود. عامل فرسایش خاک به دلیل تأثیر بر عمق خاک و هدر رفت آن به‌عنوان یکی از لایه‌های خاک در نظر گرفته شد و مناطق با فرسایش بیشتر به دلیل هدر دادن بیشتر خاک دارای ارزش فازی کمتری شدند. همچنین مناطق با گروه هیدرولوژیک خاک B به دلیل امکان نفوذپذیری بیشتر ریشه‌های شیرین‌بیان، نسبت به گروه هیدرولوژیک خاک C و D از ارزش فازی بیشتری برخوردار شدند. محرابی (۲۰۱۴) نیز خاک با گروه هیدرولوژیک B را خاک مناسب برای رشد این گیاه عنوان کرده است. از نظر بافت خاک نیز بافت خاک لوم رسی به دلیل قدرت بیشتر در حفظ آب و مواد مغذی نسبت به خاک با بافت لوم رسی شنی از ارزش فازی بیشتری برخوردار شد. همچنین در بین کلاس‌های کاربری اراضی نیز اراضی زراعت دیم یا آیش به دلیل عملیات خاک‌ورزی و هوادهی خاک و

حاصلخیزی بیشتر نسبت به اراضی مرتعی از ارزش فازی بیشتری برخوردار شدند. بر اساس نتایج، ۱۹۳۶ هکتار (۲۶/۹۶ درصد) از منطقه دارای پتانسیل زیاد یا خیلی زیاد برای کشت و توسعه شیرین‌بیان است که در قسمت جنوبی و خروجی حوضه، قسمت‌هایی از غرب و قسمت‌هایی از شرق منطقه قرار گرفته است. این مناطق دارای حاصلخیزی متوسط تا زیاد، گروه هیدرولوژیک خاک B و یا C، عمق خاک عمیق، بافت خاک لوم رسی، میزان فرسایش کم، دمای متوسط ماهانه ۱۰ تا ۱۲ درجه سانتی‌گراد، شیب کمتر از ۱۲ درصد، ارتفاع کمتر از ۱۷۰۰ متر، بارش ۲۵۴ تا ۳۸۰ میلی‌متر، دمای متوسط ۱۵ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد و تعداد روزهای یخبندان کمتر از ۱۵۰ روز در سال و کاربری عمدتاً زراعت دیم می‌باشد. بر اساس نتایج، شمال حوضه آبخیز مورد مطالعه، فاقد تناسب برای کشت و توسعه گیاه شیرین‌بیان است که عمده دلیل آن، ارتفاع بیشتر از ۲۰۰۰ متر، برودت هوا، تعداد روزهای یخبندان بیشتر، شیب زیاد و عمق کم خاک با حاصلخیزی کمتر است. در قسمت‌های مرکزی حوضه نیز وجود شیب زیاد و عمق کم خاک در کنار حاصلخیزی کم سبب کاهش تناسب برای کشت و توسعه گیاه دارویی شیرین‌بیان شده است.

به‌طور کلی نتایج نشان داد که این منطقه پتانسیل لازم برای توسعه و کشت این گیاه را دارد و با توجه به اینکه شیرین‌بیان جزو گیاهان دارویی بومی این منطقه نیز می‌باشد، در صورت توسعه کشت این گیاه می‌توان رونق اقتصادی بهتری را متصور بود. این منطقه در شرایط فعلی عمدتاً تحت زراعت دیم قرار دارد و تغییر الگوی کشت نیازمند برگزاری کلاس‌های توجیهی و آموزشی از سوی نهادهای اداری مربوطه از قبیل جهاد کشاورزی و منابع طبیعی می‌باشد.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از کلیه افرادی که در طول فرایند این تحقیق با ارائه اطلاعات رقومی و یا تکمیل نظرات کارشناسی ما را در تکمیل این پژوهش یاری فرمودند، تشکر و قدردانی می‌کنیم.

¹- Kriker

References

1. Abbasi Khalaki, M., A. Ghorbani & F. Dadjou, 2019. Using a network analysis process in the restore of low yielding and abounded dry farming lands with range planting (Case study: Balekhli Chay watershed). RS & GIS for Natural Resources, 10(2): 102-120. (In Persian)
2. Ahmadi Hosseini, M., M. Kazem Souri, N. Farhadi & R. Omid Beige, 2014. Evaluation of morphological diversity and amount of dry root extract in different ecotypes of *Glycyrrhiza glabra* L. in 5 province of Iran. Rangeland, 8(1): 1-12. (In Persian)
3. Amuyi, A., 2009. Agriculture of medicinal and aromatic plants. Jahad Keshavarzi institute of Applied Science Education, Tehran, 139-144. (In Persian)
4. Anonymous., 2006. Cultivation, production and yield of medicinal plant in Iran in 2006. Iran Medicinal Plant Office, Pp.9.
5. Bahmani, M., D. Rahimi, A. Sadeghipour & D. Kartoulinezhad, 2016. Effects of priming of different concentrations of potassium nitrate salt on germination and vigor indices of *Capparis spinosa* medicinal plant seed. Rangeland, 10(2): 180-190. (In Persian)
6. Biabani, A., S. Ahansaz., B. Kamkar & A. Roomani, 2017. Assessment of land suitability for wheat cultivation in Gorganrood watershed using GIS. Research achievement for improvement crop production, 3(1): 1-19. (In Persian)
7. Blumenthal, M., A. Goldberg & J. Brinckmann, 2000. Herbal medicine, expanded commission monographs. 1st Edition, Integrative Medicine Communications, USA, 5-233.
8. Chan, F. & N. Kumar., 2007. Global supplier development considering risk factors using Fuzzy AHP. European journal of operational research, 95(3): 649-655.
9. Douglas, J.A., M.H. Douglas, D.R. Lauren, R.J. Martin, B. Deo, J. M. Follett & D.J. Jensen, 2004. Effect of plant density and depth of harvest on the production and quality of licorice (*Glycyrrhiza glabra*) root harvested over 3 years. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 32: 363-373.
10. Esmaeili, H., A.Karami, J. Hadian & M.J. Saharkhiz, 2019. Variation in the phytochemical contents and antioxidant activity of *Glycyrrhiza glabra* populations collected in Iran. Industrial Crops & Products, 137:248-259.
11. Hamzeh, S., M. Mokarram & S.K. Alavipanah, 2014. Combination of Fuzzy and AHP methods to assess land suitability for barley, Case Study of semi-arid lands in the southwest of Iran. Desert, 19(2): 173-181. (In Persian)
12. Khan Ahmadi, M., H. Naghdi Abadi, Sh. Akhoundzadeh, F. Khalighi Sigaroudi, A. Mehr Afarin, S. Shahriari & R. Haji Aghayi, 2013. A review on *Glycyrrhiza glabra* L. Journal of Medicinal Plants, 12 (2): 1-12. (In Persian)
13. Kriker, S., A. Yahia & S. Nebbache, 2013. Effect of climate on some morphological and chemical characteristics of the plant *Glycyrrhiza glabra* L. in two arid regions of southern Algeria. Egyptian Academic Journal of Biological Sciences, 4(2):1-9.
14. Maghamimoghim, A., S.M. Hosseini Seddigh, R. Asadi & S. Khani Tamalieh, 2019. Saffron cultivation agroecoclimate zoning in North Khorasan Province: An approach to change the pattern of cultivation. Geography and Development, 17(56): 119-138. (In Persian)
15. Mehrabi, P., 2014. Land capability evaluation for cultivation *Glycyrrhiza glabra* in Araak town. M. Sc. thesis in Agroecology, Department of Agriculture and Plant Breeding, Agriculture College, Birjand University. (In Persian)
16. Mirmohammadsadeghi, S.M., E. Alipoori & A. Alipor, 2019. Investigation of Climatic Adaptation of Regions for *Rosa Damascena* Cultivation Using Network Analysis Method (Case Study: Isfahan Province). Journal of Environment and Water Engineering, 5(3): 264-275. (In Persian)
17. Molyneux, F. 1975. Licorice production and processing. Food Technology Australia, 27(6): 231-234.
18. Mosadeghi, R., J. Warnken, R. Tomlinson & H. Mirfenderesk, 2015. Comparison of AHP-Fuzzy and AHP in spatial multi criteria decision making model for urban land-use planning. Computer, environment and urban systems, 49: 54-65.
19. Motamedi, J., N. Ahmadzadeh, A. Alijanpour & A. Sheidaye Karkaj, 2019. Ecological and morphological characteristics of *Verbascum speciosum* Schrader medicinal plant in Sahand mountainous rangeland. Rangeland, 13(1): 76-89. (In Persian)
20. Natural resources department of Ardabil province, 2020. Detailed executive studies of Ligvan watershed in Kowsar town.
21. Oloumi, H. & N. Hassibi., 2011. Study the correlation between some climate parameters and the content of phenolic compounds in roots of *Glycyrrhiza glabra*. Journal of Medicinal Plants Research, 5: 6011-6016.

22. Rahdari, V., A. Soffianian, S. Pormanafi & S. Maleki, 2019. Assessment of land forestry capability sing multi criteria evaluation and fuzzy analytical hierarchy process method. Iranian Journal of Forest and Range Protection Research, 17(1): 26-39. (In Persian)
23. Rayisi, M., A. Safianian & A. Ghoddosi, 2014. Site selecting for industrial establishment in Isfahan region using Weighted Linear Combination in GIS. Journal of environmental science and technology, 16(4): 87-96.
24. Saaty, T.L., 1980. The Analytic Hierarchy Process. McGraw Hill, New York.
25. Saadat Far, A., I. Tavasolian & S. Hossein Jafari, 2019. Determination potential habitats of *Ferula assafoetida* medicinal herb using analytical hierarchy process (AHP) and GIS (Case study: Chatrod region, Kerman). RS & GIS for Natural Resources, 9(4): 139-154. (In Persian)
26. Sadeghinia, M., M. Tazeh, Z. Jafari & K. Kiani, 2016, Determine potential habitat of *Anchusa strigosa* using analytical hierarchy process and GIS in Dezfool town. RS & GIS for Natural Resources, 7(4): 18-30. (In Persian)
27. Shojaei S., H. Alipur, A.Hatefi. N. Hashemi Nasab & H. Khosravi, 2018. Locating *Astragalus hypsogeton* Bunge appropriate site using AHP and GIS. Spatial Information Research, 26(2): 223-231.
28. Tavili, A. & R. Zakeri., 2012. A Comparison of the Economic Value of dry lands and extracted Licorice (Case Study: Razo jaraglan area in northern Khorasan). 5th National Conference on Range and Rangeland of Iran, Boroujerd. (In Persian)
29. Yari, R., Gh. Heshmati & H. Rafiee, 2019. Identification and Determination of Potential of Industrial and Edible Medicinal Plant in Chaharbagh Rural pastures in Golestan Province. Rangeland, 13(3): 350-367. (In Persian)
30. Zare, R., S. Babaei Khafaki & A. Metaji, 2011. Suggestion the Appropriate Species for Afforestation in South Hillside of Alborz Mountain by Using GIS (Case Study: Dareh Vesieh Watershed). Journal of Renewable Natural Resources Researchs, 2(1): 56-67. (In Persian)
31. Zhang, J.T., B. Xu & M. Li, 2011. Relationships between the bioactive compound content and environmental variables in *Glycyrrhiza uralensis* populations in different habitats of North China. International Journal of Experimental Botany, 80: 161-166.