Archive of SID

مقاله پژوهشی

نشریه علمی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران | شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ijmapr.2021.342346.2749

جلد ۳۶، شماره ۶، صفحه ۸۹۷-۸۸۵ (۱۳۹۹) | شناسه دیجیتال (DOR): 98.1000/1735-0905.1399.36.885.104.6.1578.4

تعیین الگوی بهینه کشت گیاهان دارویی با استفاده از مدل ترکیبی AHP-TOPSIS (مطالعه موردی: استان قم)

محمدمهدی فتاحی[۱]، رسول مهدوی[۲*]، مرضیه رضایی[۳] و یحیی اسماعیل‌پور[۳]

۱- دانشجوی دکترای منابع طبیعی، گرایش بیابان‌زدایی، گروه مهندسی منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران

۲*- نویسنده مسئول، دانشیار، گروه مهندسی منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران

پست الکترونیک: ra_mahdavi2000@yahoo.com

۳- استادیار، گروه مهندسی منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۹۸ | تاریخ اصلاح نهایی: شهریور ۱۳۹۹ | تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹۹

چکیده

این تحقیق با هدف تعیین الگوی بهینه کشت گونه‌های گیاهی دارویی با استفاده از مدل ترکیبی فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و شباهت به گزینه ایده‌آل (TOPSIS) در استان قم انجام گردید. ابتدا از بین معیارهای متعدد و متنوع و اولویت‌دار تعیین الگوی بهینه کشت گیاهان دارویی، باتوجه به شرایط اکولوژیکی و اقتصادی منطقه مورد بررسی و با نظرسنجی از تعدادی متخصص آشنا با گیاهان دارویی، غربالگری معیارها و گزینه‌هایی که دارای اهمیت و تأثیرگذاری بیشتری در این خصوص بود، انجام شد. در نهایت، ۶ معیار شامل آستانه تنش گرمایی، آستانه تنش سرمایی، بافت خاک، EC آب، نیاز آبی و مسائل اقتصادی و ۱۰ گزینه شامل آویشن باغی، بابونه آلمانی، زرشک معمولی، زعفران ایرانی، زیره سبز، کاسنی، کنجد، گل‌گاوزبان ایرانی، گل‌محمدی و نعناع معمولی انتخاب شدند. در مدل AHP، وزن هر کدام از معیارها با مقایسه زوجی بین آنها، با نرخ ناسازگاری ۰/۰۲ و با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice تعیین گردید و سپس از تکنیک TOPSIS استفاده شد. نتایج نشان داد که در میان معیارهای تعیین الگوی بهینه کشت گیاهان دارویی در استان قم، بیشترین و کمترین وزن به ترتیب متعلق به معیارهای مسائل اقتصادی (فایده به هزینه) و بافت خاک بود. همچنین، در میان گزینه‌ها، زعفران ایرانی بهترین گزینه بود و گل‌محمدی، زیره سبز و گل‌گاوزبان در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. این تحقیق نشان داد که مدل ترکیبی AHP-TOPSIS می‌تواند در بررسی و اولویت‌بندی گزینه‌های مربوط به تعیین الگوی بهینه کشت گیاهان دارویی مورد استفاده قرار گیرد و از نقاط قوت هر دو مدل مذکور استفاده کرده و نقاط ضعف آن‌ها را پوشش دهد.

واژه‌های کلیدی: TOPSIS، تحلیل سلسله مراتبی، رتبه‌بندی، قم، گیاهان دارویی.

مقدمه

رویکرد روزافزون استفاده از گیاهان دارویی و فرآورده‌های حاصل از آن، نقش این گیاهان را در چرخه اقتصاد جهانی پررنگ‌تر کرده است. به‌طوری‌که مصرف روبه تزاید آن تنها اختصاص به کشورهای در حال توسعه نداشته، بلکه یکی از

www.SID.ir

Archive of SID

فاکتورهای مهم بهداشتی کشوری پیشرفته نیز محسوب می‌گردد (Shokrollahzadeh, 2013). استان قم با دارا بودن تنوع فراوان در شرایط اقلیمی و اکولوژیکی، دارای تنوع زیادی در گونه‌های گیاهی بوده که درصد قابل ملاحظه‌ای از آن را گونه‌های دارویی و اسانس‌دار تشکیل می‌دهند. از بین ۸۰۰ گونه جمع‌آوری شده در سطح استان، تعداد ۲۴۷ گونه گیاه دارویی اعم از جنگلی، مرتعی و باغی از سطح استان جمع‌آوری و شناسایی گردیده است (Abdolmohammadi, 2003). مطالعات گوناگونی با هدف تعیین الگوی بهینه کشت در خارج و داخل کشور انجام شده است، ازجمله Dury و همکاران (۲۰۱۳)، Aghajani و همکاران (۲۰۱۳)، Gill و همکاران (۲۰۰۶)، Baltar و Fontance (۲۰۰۸) که در ادامه به برخی دیگر از این مطالعات اشاره مختصری می‌کنیم. Rahman و Saha (۲۰۰۸)، با استفاده از ارزیابی چند معیاره فضایی، سامانه اطلاعات جغرافیایی، سنجش از دور و نیز فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) به تدوین الگوی کشت مناسب برای منطقه سیل‌خیز بوگرا در بنگلادش پرداختند. در این مطالعه، گیاهان زراعی شاخص در منطقه ازجمله گندم، برنج، خردل و سیب‌زمینی در الگوهای کشت پیشنهادی انتخاب شدند. نتایج نشان داد که منطقه مورد نظر تناسب متوسط تا بالایی برای تولید گیاهان زراعی انتخاب شده دارد. Chen و همکاران (۲۰۱۰)، بررسی جامعی در استان Henan چین برای کشت تنباکو بر پایه سامانه اطلاعات جغرافیایی انجام دادند. آنان در این تحقیق از ۱۷ شاخص مرتبط با اقلیم، خاک و شکل زمین استفاده کردند. وزن این شاخص‌ها از پرسشنامه‌های فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) بدست آمد. نتایج نشان داد که ۲۲/۵۲٪ از اراضی این استان واقع در غرب و جنوب دارای تناسب مطلوب برای کشت تنباکو است. Beigbabayi و Azadi Mobaraki (۲۰۱۲)، ضمن مکان‌یابی محل مناسب کشت کلزای پاییزه براساس توانمندی‌های اقلیمی با روش AHP در محیط GIS، چهار پهنه (دارای محدودیت زیاد، محدودیت متوسط، محدودیت کم و بدون محدودیت) را در استان اردبیل شناسایی نمودند. Javaheri و همکاران (۲۰۱۶)، در تحقیقی با هدف پهنه‌بندی اقلیمی کشت پاییزه چغندرقند در استان‌های خراسان رضوی و جنوبی نشان دادند که در بسیاری از مناطق مورد مطالعه، امکان بهاره شدن بوته‌های چغندرقند وجود دارد. براساس نقشه پهنه‌بندی نهایی ۴/۹۰٪ اراضی این استان‌ها بسیار مناسب، ۱۶/۷۴٪ مناسب، ۴۷/۹۸٪ متوسط و ۳۰/۳۸٪ نامناسب برای کشت پاییزه چغندرقند می‌باشند. Kazemi و همکاران (۲۰۱۶)، هم به‌منظور تدوین الگوی کشت مناسب در اراضی کشاورزی استان گلستان از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده نمودند. نتایج نشان داد در اراضی شمال و شمال‌شرقی استان الگوی کشت نخود و جو با شرایط منطقه انطباق بیشتری دارد. همچنین کشت محصولات بهاره و تابستانه در مناطق بسیار مستعد جنوب و جنوب‌غربی به‌صورت دیم با آبیاری تکمیلی نیز امکان‌پذیر است. Vafaeinejad (۲۰۱۶) بیان می‌کند که یکی از راهکارهای مناسب برای افزایش بهره‌وری در بخش کشاورزی، اصلاح الگوی کشت محصولات با توجه به پارامترهای مختلف است و در تحقیق خود ابتدا با استفاده از معیارهای اقتصادی، نیاز آبی و دوره رشد محصولات، در مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره TOPSIS، محصولات بهینه انتخاب می‌نماید. همچنین با ترکیب این نتایج با پارامترهای میزان آب موجود و زمان مشترک دوره رشد محصولات، با استفاده از الگوریتم ژنتیک، مساحت بهینه کشت تخصیص داده شده به هر محصول را مشخص نمود. نتایج بدست‌آمده از این تحقیق نشان می‌دهد که با استفاده از مدل‌های استفاده شده و قابلیت‌های GIS، می‌توان به الگوی کشت مناسب دست یافت. مدل هیبریدی فرایند تحلیل سلسله مراتبی و شباهت به گزینه ایده‌آل اصلاح شده (MTAHP) از نقاط قوت دو مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و شباهت به گزینه ایده‌آل اصلاح شده (M-TOPSIS) استفاده کرده و نقاط ضعف آنها را پوشش می‌دهد. به این ترتیب که برای بدست آوردن وزن‌های نسبی، مقایسه‌های زوجی AHP بکار گرفته شده و همچنین بررسی میزان سازگاری با استفاده از مدل AHP انجام می‌شود و در نهایت رتبه‌بندی راهبردها از طریق مدل M-TOPSIS انجام می‌گردد (Shabestari & Banihabib, 2015). هدف از انجام این تحقیق، تعیین الگوی بهینه کشت و معرفی مناسب‌ترین انواع

www.SID.ir

Archive of SID

گونه‌های گیاهی دارویی (از جنبه‌های اکولوژیکی و اقتصادی) برای کشت در استان قم و تغییر الگوی کشت از محصولات کشاورزی پرمصرف در زمینه آب و کم‌بازده مانند گندم و جو در استان قم به کشت گونه‌های گیاهی دارویی بوده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

استان قم با وسعتی برابر ۱۱۲۳۸ کیلومترمربع، حدود ۰/۶۸٪ از مساحت کل کشور را دربرگرفته که ۷۷۱/۴۶۵ کیلومترمربع از مساحت آن به مراتع اختصاص دارد. ۸۱۲۵ کیلومترمربع از مساحت استان در نواحی دشتی و ۳۲۸۵ کیلومترمربع در نواحی کوهستانی قرار گرفته است. میانگین دمای سالانه استان برابر ۱۸ درجه سانتی‌گراد و متوسط بارندگی سالیانه آن نیز در حدود ۱۴۵ میلی‌متر است. به‌دلیل شوری آب و خاک مناطق مرکزی و شرقی، فقط گیاهان خودرو طبیعی گزوروفیت (خشکی‌پسند) و هالوفیت (نمک‌دوست) مانند خارشتر، خارزرد، گون، شیرین‌بیان، بومادران، گز، نی و ... قادرند به حیات خود ادامه دهند. ازجمله در کویر قم، فقط گیاهانی مانند خارشتر، درمنه دشتی، اسکنبیل و ... قدرت رویشی دارند. اما در نواحی غرب و جنوب استان به‌دلیل شرایط مساعد آب و هوایی، پوشش گیاهی از نوع استپ کوهستانی است و در نقاطی که خاک غنی‌تر و شیب ملایم‌تر است، به‌دلیل باران نسبتاً کافی (بالای ۲۵۰ میلی‌متر) کشت گیاهان دارویی نیز به‌طور محدود انجام می‌شود (Fattahi, 2008). اغلب گیاهان دارویی در شرایط آب و هوایی استان قابل کشت هستند، اما به دلایل تجاری و اقتصادی، گیاهان کشت‌شده بیشتر شامل: نعناع فلفلی، نعناع، شوید، به‌لیمو، بابونه، زیره سبز، بیدمشک، گل‌محمدی و زعفران می‌باشند (Vaziri, 2019). براساس آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۹۶ (جلد دوم)، سطح زیر کشت گیاهان دارویی (فضای باز) بجز زعفران و گل‌محمدی، در استان قم ۴۹/۸ هکتار با تولید ۳۶/۸ تن و میانگین عملکرد ۷۳۹ کیلوگرم در هکتار بوده است و سطح زیر کشت گل‌محمدی ۱۸۶ هکتار و دارای تولید ۷۷ تن و میانگین عملکرد ۵۹۶/۹ کیلوگرم در هکتار و زعفران با ۱۸/۱ هکتار دارای تولید ۰/۰۳ تن و میانگین عملکرد ۱/۹ کیلوگرم در هکتار بوده است (Ebadzadeh *et al.*, 2018). همچنین براساس آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۹۶ (جلد سوم)، سطح زیر کشت گیاهان دارویی (گلخانه‌ای) در استان قم ۰/۳ هکتار با تولید ۳۰ تن و میانگین عملکرد ۱۰۰ تن در هکتار بوده است (Ahmadi *et al.*, 2018).

روش پژوهش

برای انجام این پژوهش، ابتدا ساختار سلسله مراتبی مسئله طراحی گردید که در آن هدف، معیارها و گزینه‌های تعیین الگوی بهینه کشت گیاهان دارویی به‌منظور اولویت‌بندی آنها مشخص شد. ابتدا از بین معیارها و گزینه‌های متعدد و متنوع و اولویت‌دار تعیین الگوی بهینه کشت گیاهان دارویی شامل ۳۰ معیار و ۳۰ گزینه، باتوجه به شرایط اکولوژیکی و اقتصادی منطقه مورد بررسی و با نظرسنجی از تعدادی از متخصصان و خبرگان آشنا با گیاهان دارویی (۳۱ خبره و در قالب دو پرسشنامه)، غربالگری (اولویت‌بندی مقدماتی) معیارها و گزینه‌هایی که دارای اهمیت و تأثیرگذاری بیشتری در این مورد بود، انجام شد که در نهایت ۶ معیار شامل: آستانه تنش گرمایی، آستانه تنش سرمایی، بافت خاک، EC آب، نیاز آبی و مسائل اقتصادی و ۱۰ گزینه شامل: آویشن باغی، بابونه آلمانی، زرشک معمولی، زعفران ایرانی، زیره سبز، کاسنی، کنجد، گل‌گاوزبان ایرانی، گل‌محمدی و نعناع معمولی انتخاب گردید. فرایند تحلیل سلسله مراتبی یا AHP یکی از کارآمدترین تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است که اولین بار توسط Saaty (۱۹۸۰) مطرح شد. این تکنیک براساس مقایسه زوجی بنا نهاده شده است و امکان بررسی سناریوهای مختلف را به مدیران و برنامه‌ریزان می‌دهد (Ghodsipour, 2016). وزن هر یک از معیارها به روش AHP و با مقایسه زوجی بین آنها براساس اطلاعات پرسشنامه‌ای تکمیل شده توسط ۳۱ خبره و متخصص گیاهان دارویی با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice تعیین شد. سپس از تکنیک TOPSIS یا روش

www.SID.ir

Archive of SID

اولویت‌بندی ترجیحی که اساس آن تشابه به پاسخ‌های ایده‌آل است و در سال ۱۹۸۱ به‌وسیله Hwang و Yoon ارائه شده است (Opricovic & Tzeng, 2004؛ Hwang & Yoon, 1981؛ Wang & Chang, 2007)، برای اولویت‌بندی گزینه‌ها استفاده شد که برای این منظور، علاوه‌بر وزن معیارهای بدست آمده به روش AHP، پرسشنامه‌ای برای جمع‌آوری داده‌های ماتریس تصمیم‌گیری طراحی گردید و توسط خبرگان و متخصصان گیاهان دارویی تکمیل شد. در نهایت با وارد نمودن وزن معیارها و نظرات خبرگان در نرم‌افزار BT TOPSIS Solver، داده‌های ماتریس تصمیم‌گیری تشکیل شد و گزینه‌ها مطابق روش TOPSIS اولویت‌بندی شدند (شکل ۱).



شکل ۱- مراحل تعیین الگوی کشت گیاهان دارویی شاخص استان قم با استفاده از روش ترکیبی **AHP** و **TOPSIS**

نتایج

با توجه به اینکه در این تحقیق از مدل ترکیبی فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و شباهت به گزینه ایده‌آل (TOPSIS) برای رتبه‌بندی الگوی بهینه کشت گیاهان دارویی استفاده گردید، نتایج آن در دو مرحله ارائه می‌گردد که در مرحله اول، تعیین وزن نسبی معیارهای کشت گیاهان دارویی و براساس فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) با مقایسه‌های زوجی آنها با طراحی پرسشنامه و تکمیل آن با استفاده از

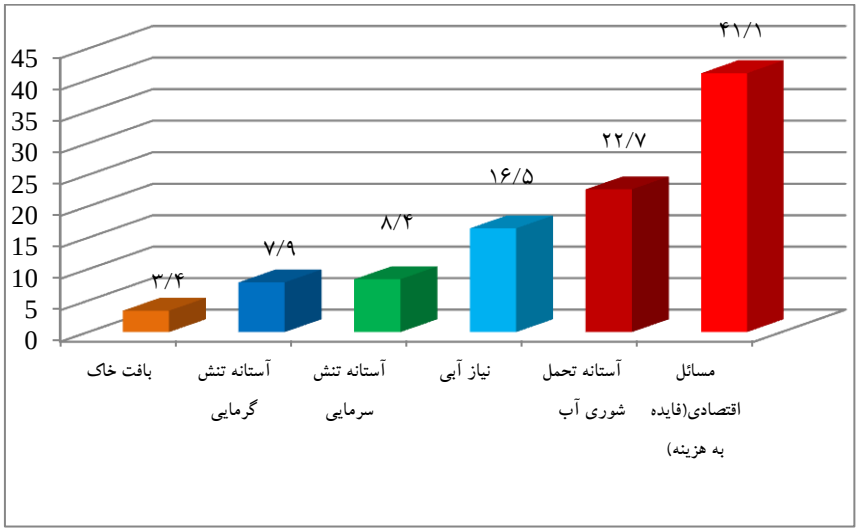
www.SID.ir

Archive of SID

نظرات ۳۱ خبره و متخصص در زمینه گیاهان دارویی و همچنین بررسی میزان سازگاری در محیط نرم‌افزار Expert Choice انجام گردید و در مرحله دوم، براساس مدل شباهت به گزینه ایده‌آل (TOPSIS) با استفاده از وزن نسبی معیارها که در مرحله اول بدست آمد و همچنین تکمیل پرسشنامه دیگری توسط خبرگان و متخصصان گیاهان دارویی و تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری در محیط نرم‌افزار BT Topsis Solver، رتبه‌بندی گزینه‌ها (گونه‌های گیاهی دارویی) انجام شد که نتایج آن را در ادامه مشاهده خواهید کرد.

نتایج حاصل از مرحله اول (مدل AHP)

نتایج این مرحله نشان داد که در میان معیارهای تعیین الگوی بهینه کشت گیاهان دارویی در استان قم، بیشترین وزن متعلق به معیار "مسائل اقتصادی (فایده به هزینه) " و کمترین وزن مربوط به معیار "بافت خاک" می‌باشد (شکل ۲).



شکل ۲- درصد وزن معیارها براساس روش AHP

نتایج حاصل از مرحله دوم (مدل TOPSIS)

گام اول: میانگین نظر خبرگان

در گام اول مدل TOPSIS، از مقیاس امتیازدهی ۹ درجه‌ای براساس نظر کارشناسی (Saaty & Vargas, 2001) استفاده گردید (جدول ۱) و سپس از میانگین نظر خبرگان استفاده شد (جدول ۲).

جدول ۱- مقیاس امتیازدهی ۹ درجه‌ای براساس نظر کارشناسی (Saaty & Vargas, 2001)

ارزش	وضعیت مقایسه i نسبت به j	توضیح
۱	ترجیح یکسان	شاخص i نسبت به j اهمیت برابر دارد و یا ارجحیتی نسبت به هم ندارند.
۳	کمی مرجح	گزینه یا شاخص i نسبت به j کمی مهمتر است.
۵	خیلی مرجح	گزینه یا شاخص i نسبت به j مهمتر است.
۷	خیلی زیاد مرجح	گزینه i دارای ارجحیت خیلی بیشتری از j است.
۹	کاملاً مرجح	گزینه i از j مطلقاً مهمتر و قابل مقایسه با j نیست.
۲، ۴، ۶	بینابین	ارزش‌های بینابین را نشان می‌دهد. مثلا ۸، بیانگر اهمیتی زیادتر از ۷ و پایین‌تر از ۹ برای i است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- میانگین نظر خبرگان با استفاده از مدل TOPSIS

ماتریس	آستانه تحمل تنش سرمایی	آستانه تحمل تنش گرمایی	بافت خاک	آستانه تحمل شوری آب	نیاز آبی	مسائل اقتصادی
آویشن باغی	۵/۲	۲/۸	۳/۶	۵/۳	۵/۵	۴/۹
بابونه آلمانی	۴/۷	۴/۳	۴	۴	۴/۳	۴/۳
زرشک	۶/۷	۵/۴	۵/۶	۳/۵	۳/۵	۶/۵
زعفران	۶/۷	۵/۸	۶/۲	۴/۳	۳/۳	۸/۴
زیره سبز	۵/۱	۵/۴	۶	۳	۳/۵	۶/۸
کاسنی	۳/۷	۵	۴/۹	۴/۶	۵/۱	۳/۹
کنجد	۱/۲	۷/۹	۵/۹	۴/۹	۴/۸	۶/۹
گل‌گاوزبان	۷/۱	۳/۷	۵/۸	۴/۹	۵/۳	۸/۳
گل‌محمدی	۶/۳	۵	۶/۴	۴/۳	۴/۲	۷/۹
نعناع	۳/۸	۴/۲	۳/۸	۵/۴	۶/۱	۴/۲
نوع معیار	مثبت	مثبت	مثبت	منفی	منفی	مثبت
وزن معیار	۰/۰۸۴	۰/۰۷۹	۰/۰۳۴	۰/۲۲۷	۰/۱۶۵	۰/۴۱۱

در این ماتریس، شاخصی که دارای مطلوبیت مثبت است، شاخص سود و شاخصی که دارای مطلوبیت منفی است، شاخص هزینه می‌باشد.

گام دوم: نرمال‌سازی یا بی‌مقیاس کردن ماتریس

در این گام، مقیاس‌های موجود در ماتریس تصمیم، بدون مقیاس گردید. به این ترتیب که هر یک از مقادیر بر اندازه بردار مربوط به همان شاخص تقسیم شد (جدول ۳).

گام سوم: وزن‌دهی به ماتریس نرمال شده

در گام سوم، وزن‌دهی به ماتریس نرمال شده انجام گردید (جدول ۴).

ماتریس تصمیم در واقع پارامتری است و لازم است کمّی شود، به این منظور تصمیم‌گیرنده برای هر شاخص وزنی را معین می‌کند، مجموعه وزن‌ها در ماتریس نرمالایز شده ضرب می‌شود.

گام چهارم: تعیین راه حل ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی

در گام چهارم، راه حل ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی تعیین شد (جدول ۵).

دو گزینه مجازی ایجاد شده در واقع بدترین و بهترین راه حل هستند.

گام پنجم: تعیین اندازه فاصله از راه حل ایده‌آل مثبت و منفی

در گام پنجم هم، اندازه فاصله از راه حل ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی تعیین گردید (جدول ۶).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- نرمال‌سازی یا بی‌مقیاس کردن ماتریس در مدل TOPSIS

ماتریس	آستانه تحمل تنش سرمایی	آستانه تحمل تنش گرمایی	بافت خاک	آستانه تحمل شوری آب	نیاز آبی	مسائل اقتصادی
آویشن باغی	۰/۳۰۸۲	۰/۱۷۳	۰/۲۱۴۱	۰/۳۷۴۱	۰/۳۷۴۱	۰/۲۴۱
بابونه آلمانی	۰/۲۷۸۶	۰/۲۶۵۶	۰/۲۳۷۹	۰/۲۸۲۴	۰/۲۹۲۵	۰/۲۱۱۵
زرشک	۰/۳۹۷۲	۰/۳۳۳۶	۰/۳۳۳۱	۰/۲۴۷۱	۰/۲۳۸۱	۰/۳۱۹۷
زعفران	۰/۳۹۷۲	۰/۳۵۸۳	۰/۳۶۸۸	۰/۳۰۳۶	۰/۲۲۴۵	۰/۴۱۳۲
زیره سبز	۰/۳۰۲۳	۰/۳۳۳۶	۰/۳۵۶۹	۰/۲۱۱۸	۰/۲۳۸۱	۰/۳۳۴۵
کاسنی	۰/۲۱۹۳	۰/۳۰۸۹	۰/۲۹۱۵	۰/۳۲۴۷	۰/۳۴۶۹	۰/۱۹۱۸
کنجد	۰/۰۷۱۱	۰/۴۸۸	۰/۳۵۱	۰/۳۴۵۹	۰/۳۲۶۵	۰/۳۳۹۴
گل‌گاوزبان	۰/۴۲۰۹	۰/۲۲۸۶	۰/۳۴۵	۰/۳۴۵۹	۰/۳۶۰۵	۰/۴۰۸۳
گل‌محمدی	۰/۳۷۳۴	۰/۳۰۸۹	۰/۳۸۰۷	۰/۳۰۳۶	۰/۲۸۵۷	۰/۳۸۸۶
نعناع	۰/۲۲۵۳	۰/۲۵۹۵	۰/۲۲۶	۰/۳۸۱۲	۰/۴۱۴۹	۰/۲۰۶۶

جدول ۴- وزن‌دهی به ماتریس نرمال شده در مدل TOPSIS

ماتریس وزین	آستانه تحمل تنش سرمایی	آستانه تحمل تنش گرمایی	بافت خاک	آستانه تحمل شوری آب	نیاز آبی	مسائل اقتصادی
آویشن باغی	۰/۰۲۵۹	۰/۰۱۳۷	۰/۰۰۷۳	۰/۰۸۴۹	۰/۰۶۱۷	۰/۰۹۹۱
بابونه آلمانی	۰/۰۲۳۴	۰/۰۲۱	/۰۰۸۱	۰/۰۶۴۱	۰/۰۴۸۳	۰/۰۸۶۹
زرشک	۰/۰۳۳۴	۰/۰۲۶۴	۰/۰۱۱۳	۰/۰۵۶۱	۰/۰۳۹۳	۰/۱۳۱۴
زعفران	۰/۰۳۳۴	۰۲۳	۰/۰۱۲۵	۰/۰۶۸۹	۰/۰۳۷	۰/۱۶۹۸
زیره سبز	۰/۰۲۵۴	۰/۰۲۶۴	۰/۰۱۲۱	۰/۰۴۸۱	۰/۰۳۹۳	۰/۱۳۷۵
کاسنی	۰/۰۱۸۴	۰/۰۲۴۴	۰/۰۰۹۹	۰/۰۷۳۷	۰/۰۵۷۲	۰/۰۷۸۸
کنجد	۰/۰۰۶	۰/۰۳۸۶	۰/۰۱۱۹	۰/۰۷۸۵	۰/۰۵۳۹	۰/۱۳۹۵
گل‌گاوزبان	۰/۰۳۵۴	۰/۰۱۸۱	۰/۰۱۱۷	۰/۰۷۸۵	۰/۰۵۹۵	۰/۱۶۷۸
گل‌محمدی	۰/۰۳۱۴	۰/۰۲۴۴	۰/۰۱۲۹	۰/۰۶۸۹	۰/۰۴۷۱	۰/۱۵۹۷
نعناع	۰/۰۱۸۹	۰/۰۲۰۵	۰/۰۰۷۷	۰/۰۸۶۵	۰/۰۶۸۵	۰/۰۸۴۹

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- راه حل ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی در مدل TOPSIS

راه حل بهینه	آستانه تحمل تنش سرمایی	آستانه تحمل تنش گرمایی	بافت خاک	آستانه تحمل شوری آب	نیاز آبی	مسائل اقتصادی
+	۰/۰۳۵۴	۰/۰۳۸۶	۰/۰۱۲۹	۰/۰۴۸۱	۰/۰۳۷	۰/۱۶۹۸
-	۰/۰۰۶	۰/۰۱۳۷	۰/۰۰۷۳	۰/۰۸۶۵	۰/۰۶۸۵	۰/۰۷۸۸

فاصله بین هر گزینه را از روش اقلیدسی می‌سنجیم. یعنی فاصله گزینه‌ها را از گزینه‌های ایده‌آل مثبت و منفی بدست می‌آوریم.

گام ششم: محاسبه نزدیکی به راه حل ایده‌آل مثبت و منفی و همچنین رتبه‌بندی گزینه‌ها

رتبه‌بندی گزینه‌ها براساس نزدیکی به راه حل ایده‌آل مثبت و منفی در شکل ۳ نشان داده شده‌است.

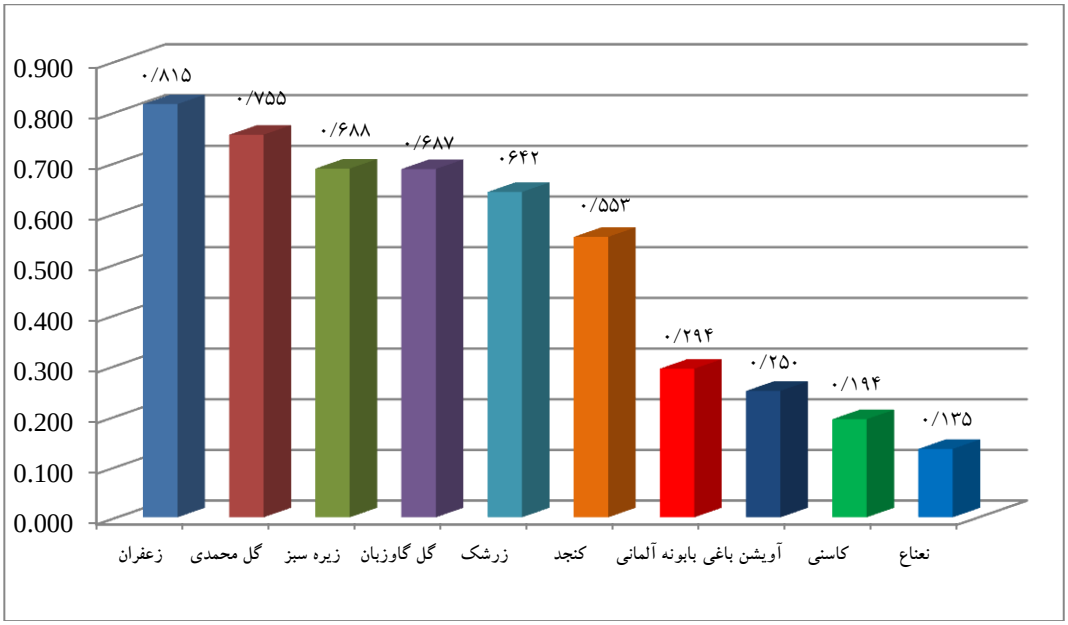
در شکل‌های ۴ تا ۷، نمودار و نقشه مناطق مستعد کشت گیاهان دارویی در استان قم به ترتیب برای گونه‌های زعفران، گل‌محمدی، زیره سبز و گل گاوزبان آورده شده است.

جدول ۶- اندازه فاصله از راه حل ایده‌آل مثبت و منفی در مدل TOPSIS

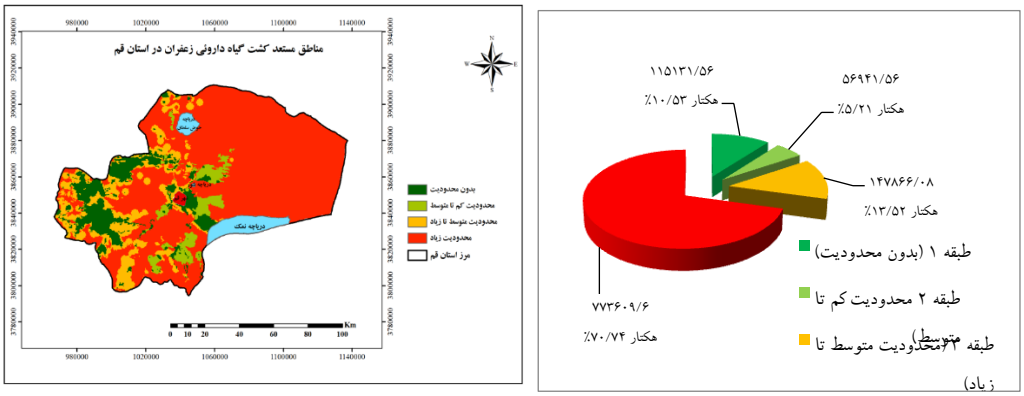
اندازه فاصله	مثبت	منفی
آویشن باغی	۰/۰۸۷۸	۰/۰۲۹۲
بابونه آلمانی	۰/۰۸۷۹	۰/۰۳۶۵
زرشک	۰/۰۴۱۲	۰/۰۷۴
زعفران	۰/۰۲۳۳	۰/۱۰۲۸
زیره سبز	۰/۰۳۶۱	۰/۰۷۹۶
کاسنی	۰/۰۹۹۲	۰/۰۲۳۸
کنجد	۰/۰۵۴۷	۰/۰۶۷۸
گل گاوزبان	۰/۰۴۳۱	۰/۰۹۴۷
گل‌محمدی	۰/۰۲۹۲	۰/۰۹
نعناع	۰/۱۰۱۵	۰/۰۱۵۹

www.SID.ir

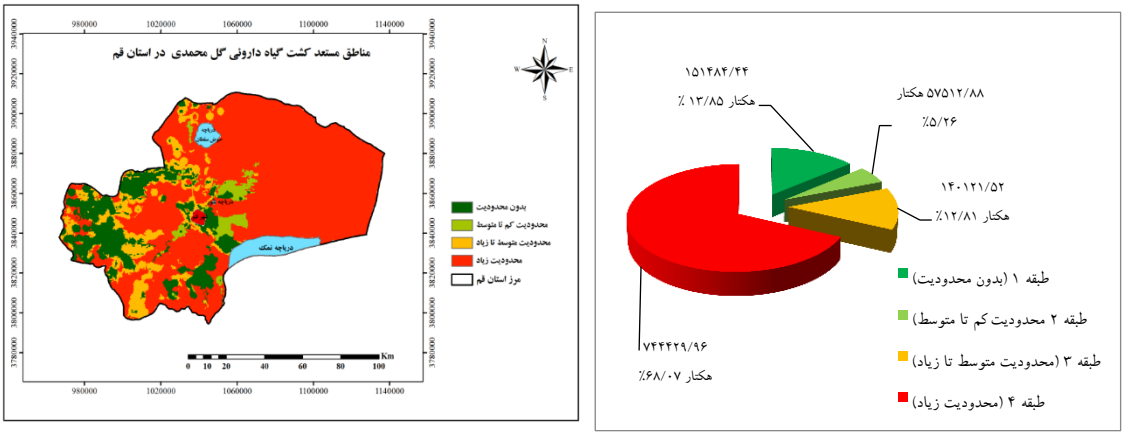
Archive of SID



شکل ۳- رتبه‌بندی گزینه‌ها به روش TOPSIS براساس نزدیکی به راه حل ایده‌آل مثبت و منفی



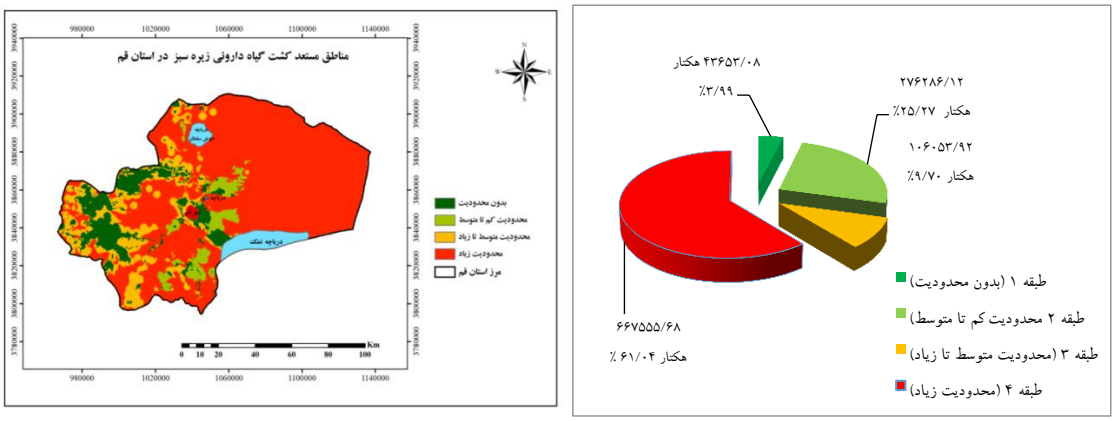
شکل ۴- نمودار و نقشه مناطق مستعد کشت گیاه دارویی زعفران در استان قم



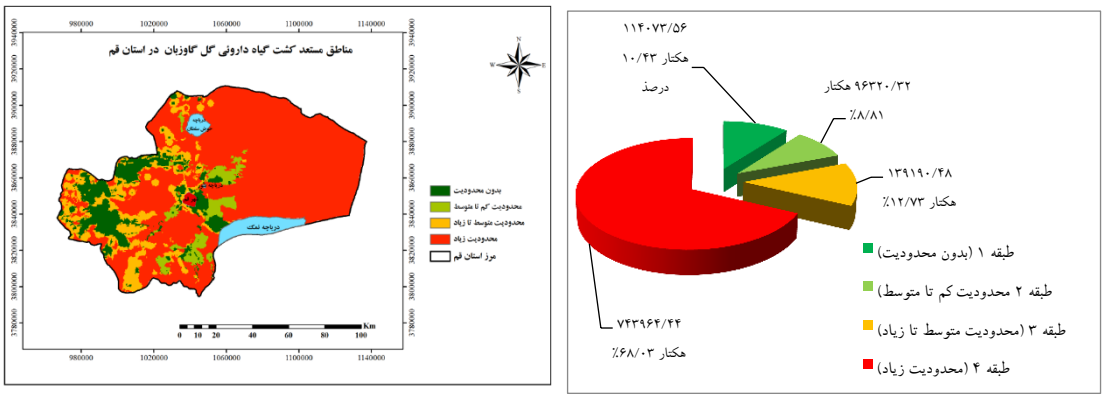
شکل ۵- نمودار و نقشه مناطق مستعد کشت گیاه دارویی گل‌محمدی در استان قم

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۶- نمودار و نقشه مناطق مستعد کشت گیاه دارویی زیره سبز در استان قم



شکل ۷- نمودار و نقشه مناطق مستعد کشت گیاه دارویی گل گاوزبان در استان قم

بحث

در سال‌های اخیر، برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی از طریق چاه‌های غیرمجاز و فاقد پروانه و اضافه برداشت از چاه‌های مجاز و همچنین محدودیت منابع آب و تداوم دوره‌های خشکسالی، موجب اُفت شدید آب‌های زیرزمینی و کاهش کیفیت آب و خاک منطقه شده است. در صورت تداوم برداشت بیش از حد از سفره‌های آب زیرزمینی به‌منظور ادامه شیوه کشاورزی کنونی، امکان جایگزینی و تغذیه سفره‌ها وجود نداشته و حتی اگر میزان نزولات جوی نیز افزایش یابد، امکان بازیابی و برگشت سفره‌های آب زیرزمینی وجود نخواهد داشت و لزوماً عبور از بحران کم آبی نیازمند تغییر الگوی کشت و شیوه آبیاری در بخش کشاورزی است. بحران کم آبی، یک تهدید به‌شمار می‌رود؛ اما با تغییر الگوی کشت، می‌توان آن را به یک فرصت تبدیل کرد. با توجه به آب و هوای گرم و خشک در منطقه، کشت گیاهان دارویی در مناطقی مثل قم که شرایط محیطی و اقلیمی آن استرس‌زا می‌باشد، می‌تواند بسیار مناسب‌تر از کشت گیاهان زراعی باشد، ضمن اینکه از نظر اقتصادی مقرون به صرفه و دارای ارزش افزوده بیشتری نیز می‌باشد. از سویی نداشتن شناخت کامل نسبت به جنبه‌های مختلف کاشت، داشت و برداشت گیاهان دارویی از نظر علمی و فنی و عدم وجود بازار با ثبات و قابل اطمینان برای فروش محصولات دارویی گیاهی و تعامل مستمر میان تولیدکنندگان و مصرف کنندگان، از مشکلات این بخش می‌باشد. بنابراین به نظر می‌رسد توسعه کشت گیاهان دارویی، راه‌حل مناسبی برای رفع مشکل اقتصادی و بیکاری

www.SID.ir

Archive of SID

در راستای اجرای اقتصاد مقاومتی است. به‌طوری که با توجه به محدودیت‌های اقلیمی، آبی و خاکی، باید هرچه بیشتر به سمت توسعه و گسترش کشت گیاهان دارویی در استان قم گام برداریم. در مطالعات آمایش و استعدادسنجی، باید ظرفیت‌ها و توانمندی‌های استان در زمینه تولید و فرآوری گیاهان دارویی مشخص شود. به‌هرحال تغییر الگوی کشت در منطقه، کار بسیار سختی است که زحمات و تلاش‌های زیادی را در جهت فرهنگ‌سازی می‌طلبد. از سویی توسعه کشت گیاهان دارویی باید بر سه محور تولید، فرآوری و بازاریابی متمرکز باشد. ازاین‌رو به نظر می‌رسد با توجه به ظرفیت‌های شناخته شده در استان قم در زمینه گیاهان دارویی در بخش مدیریت منابع استانی، حرکت به سمت تولید و فرآوری گیاهان دارویی بسیار کند انجام شده است، به‌طوری که می‌توان گفت در زمینه فرآوری گیاهان دارویی، قم در ابتدای راه است.

این تحقیق در راستای نیل به این هدف یعنی تعیین الگوی بهینه کشت و معرفی مناسب‌ترین انواع گونه‌های گیاهی دارویی (از جنبه‌های اکولوژیکی و اقتصادی) برای کشت در استان قم و تغییر الگوی کشت از محصولات کشاورزی پرمصرف در زمینه آب و کم‌بازده مانند گندم، جو و پنبه در استان قم به کشت گونه‌های گیاهی دارویی، از مدل ترکیبی فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و شباهت به گزینه ایده‌آل (TOPSIS) برای رتبه‌بندی الگوی بهینه کشت گیاهان دارویی استفاده گردید. از بین ۳۰ معیار متعدد و متنوع و اولویت‌دار تعیین الگوی بهینه کشت گیاهان دارویی باتوجه به شرایط اکولوژیکی و اقتصادی منطقه مورد بررسی و با نظرسنجی از تعدادی از متخصصان و خبرگان آشنا با گیاهان دارویی و با توجه به محدودیت‌های نرم‌افزار Expert Choice، درنهایت ۶ معیار شامل: آستانه تنش گرمایی، آستانه تنش سرمایی، بافت خاک، EC آب، نیاز آبی و مسائل اقتصادی انتخاب گردید و نتایج نشان داد که معیار "مسائل اقتصادی (فایده به هزینه)" با ۴۱/۱٪ دارای بیشترین وزن و ارزش بود و این موضوع نشان داد که بعد اقتصادی و نگاه به بازار فروش در کشت گیاهان دارویی هم از اهمیت و جایگاه بالایی برخوردار است و تولیدکنندگان این محصولات همانند سایر محصولات کشاورزی، باید قبل از کشت، برآوردی از میزان هزینه‌ها و درآمد و وضعیت بازار فروش گونه‌های گیاهی دارویی داشته باشند. در میان سایر معیارها هم، آستانه تحمل گیاه به شوری آب (با ۲۲/۷٪) و نیاز آبی (با ۱۶/۵٪) دارای بیشترین وزن و ارزش بودند که اهمیت و جایگاه آب را به‌ویژه در مناطق خشکی مانند استان قم در تعیین الگوی بهینه کشت گیاهان دارویی نشان می‌دهد. از میان گزینه‌های تعیین الگوی بهینه کشت گونه‌های گیاهی دارویی (۳۰ گونه) در استان قم درنهایت ۱۰ گونه شامل: آویشن باغی، بابونه آلمانی، زرشک معمولی، زعفران، زیره سبز، کاسنی، کنجد، گل‌گاوزبان ایرانی، گل‌محمدی و نعناع معمولی انتخاب شد که در نهایت به‌ترتیب چهار گونه شامل: زعفران ایرانی (با ۰/۸۱۵ امتیاز)، گل‌محمدی (با ۰/۷۵۵ امتیاز)، زیره سبز (با ۰/۶۸۸ امتیاز) و گل گاوزبان با ۰/۶۸۷ امتیاز)، به‌عنوان گزینه‌های مناسب برای الگوی بهینه کشت گونه‌های گیاهی دارویی در استان قم مشخص شدند. همچنین نتایج این مطالعه نشان داد که مدل ترکیبی فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و شباهت به گزینه ایده‌آل (TOPSIS) می‌تواند در بررسی و اولویت‌بندی گزینه‌های مربوط به تعیین الگوی بهینه کشت گیاهان دارویی مورد استفاده قرار گیرد و از نقاط قوت دو مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و شباهت به گزینه ایده‌آل (TOPSIS) استفاده کرده و نقاط ضعف آنها را پوشش دهد (Shabestari & Banihabib, 2015).

منابع مورد استفاده

- Abdolmohammadi, M.H., 2003. Collection and identification of medicinal plants in Qom province. Final Report of Research Plan, Agricultural Reserches, Education and Extension Organization Publications.
- Aghajani, A., Bidabadi, F.S., Joolaei, R. and Keramatzadeh, A., 2013. Managing cropping patterns Agricultural crops of Iran. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 5: 596-611.

www.SID.ir

Archive of SID

feasibility in Khorasan Razavi and Khorasan-e-Jonobi Provinces. Journal of Sugar Beet, 31(1): 17-31.
- Kazemi, H., Tahmasebi Sarvestani, Z., Kamkar, B., Shattai, Sh. and Sadeghi, S., 2016. Development of optimal cropping pattern for Golestan province using geographic information system (GIS). Journal of Watershed Management Research, 29(1): 88-106.
- Opricovic, S. and Tzeng, G.H., 2004. Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. European Journal of Operational Research, 156: 445-455.
- Rahman, R. and Saha, S., 2008. Remote sensing, spatial multi criteria evaluation (SMCE) and analytical Hierarchy process (AHP) in optimal cropping pattern planning for a food prone area. Journal of Spatial Science, 53(2): 161-177.
- Saaty, T.L., 1980. The Analytical Hierarchical Process: Planning, Priority Setting Resource Allocation. NewYork. Mc Graw-Hill, 287p.
- Saaty, T.L. and Vargas, L.G., 2001. Models, Methods, Concepts, and Applications of the Analytic Hierarchy Process. Kluwer Academic, 160p.
- Shabestari, M.H. and Banihabib, M.E., 2015. Ranking of agricultural water demand management strategies in arid areas using AHP and M-TOPSIS hybrid model. Journal of Water in Agriculture, 29(1): 101-115.
- Shokrollahzadeh, M.R., 2013. Economic study of medicinal plants in Iran and the world, comprehensive. Journal of Agriculture and Green Space, 15(3): 32-41.
- Vafaeinejad, A., 2016. Optimization of crop pattern using TOPSIS method and genetic algorithm based on GIS capabilities (Case study: Plain lands, Isfahan province). Journal of Ecohydrology, 3(1): 69-82.
- Vaziri, A., 2019. Identification and traditional uses of some medicinal plants in Jafarabad section of Qom province. Journal of Qom University of Medical Sciences, 12(3): 87-95.
- Wang, T.C. and Chang, T.H., 2007. Application of TOPSIS in evaluating initial training aircraft under a fuzzy environment. Expert Systems with Applications, 33(4): 870-880.
- Ahmadi, K., Ebadzadeh, H.R., Hatami, F., Hosseinpour, R. and Abdeshah, H., 2018. Agricultural census of 2016 (Volume 3). Ministry of Agricultural Jihad, Deputy of Planning and Economics, Information Technology Center and Communications.
- Baltar, A.M. and Fontance, D.G., 2008. Use of multiobjective particle swarm optimization in water resources management. Journal of Water Resources Planning and Management, 134: 257-265.
- Beigbabayi, B. and Azadi Mobaraki, M., 2012. Uzing AHP modeling and GIS to evaluate the suitability of autumn Canola in Ardabil province. Annals of Biological Research, 3(5): 2307-2317.
- Chen, H.S., Liu, G., Yang, Y., Ye, X.F. and Shi, Z., 2010. Comprehensive evaluation of tobacco ecological suitability Henan province based on GIS. Agricuture Science in China, 9(4): 583-592.
- Dury, J., Garcia, F., Reynaud, A. and Bergez, J.E., 2013. Cropping-plan decision-making on irrigated crop farms: A spatio-temporal analysis. European Journal of Agronomy, 50: 1-10.
- Ebadzadeh, H.R., Ahmadi, K., Mohammadnia, A., Shahriar, Abbasataghani, R., Abbasi, M. and Yari, Sh., 2018. Agricultural Census of 2016 (Vol. 2). Ministry of Agricultural Jihad, Deputy of Planning and Economics, Information Technology Center and Communications.
- Fattahi, M.M., 2008. Characteristics of Qom Province, Geographically, Natural and Historically. Zemzemeh Zndegi Publications, 400p.
- Ghodsipour, S.H., 2016. Hierarchical Analysis Process (AHP). Amirkabir University of Technology Publications, 222p.
- Gill, M.K., Kaheil, Y.H., Khalil, A., McKee, M. and Bastidas, L., 2006. Multiobjective particle swarm optimization for parameter estimation in hydrology. Water Resources Research, 42(7): 1-14.
- Hwang, C.L. and Yoon, K., 1981. Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications, Springer-Verlag, Berlin, Germany, 114p.
- Javaheri, M.A., Ramrodi, M., Azgharpour, M.R., Dehmardeh, M. and Ghaemi, A., 2016. Agroclimatic zonation for evaluating autumn sugar beet sowing

www.SID.ir

Archive of SID

Determination of optimal cultivation pattern of medicinal plants using AHP-TOPSIS hybrid model (Case study: Qom province)

M.M. Fattahi[1], R. Mahdavi[2*], M. Rezaei[3] and Y. Esmaeilpour[3]

1-Ph.D. student, Faculty of Agriculture Engeering and Natural resource, Hormozgan University, Bandar Abbas, Iran
2*- Corresponding author, Faculty of Agriculture Engeering and Natural resource, Hormozgan University, Bandar Abbas, Iran E-mail: ra_mahdavi2000@yahoo.com
3- Faculty of Agriculture Engeering and Natural resource, Hormozgan University, Bandar Abbas, Iran

Received: March 2020 Revised: September 2020 Accepted: September 2020

Abstract

This study aimed at determining the optimal cultivation pattern of medicinal plant species using hybrid model of AHP-TOPSIS (Analytic Hierarchy Process-Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution) in Qom province. First, among the various, diverse and priority criteria for determining the optimal cultivation pattern of medicinal plants, according to the ecological and economic conditions of the study area and with a survey of a number of experts familiar with medicinal plants, screening of criteria and options that were more important and effective in this regard, was done. Finally, six criteria including heat stress threshold, cold stress threshold, soil texture, water EC, water needs, and economic issues and 10 options including *Thymus vulgaris*, *Matricaria chamomilla*, *Berberis vulgaris*, *Crocus sativus*, *Cuminum cyminum*, *Cichorium intybus*, *Sesamum indicum*, *Echium amoenum*, *Rosa damascena*, and *Mentha spicata* were selected. At first, the weight of each criterion was determined by the paired comparisons with an incompatibility rate of 0.02 using the AHP model and Expert Choice software. Then the TOPSIS technique was used. The results showed that among the criteria for determining the optimal cultivation pattern of medicinal plants in Qom province, the highest and lowest weight belonged to the economic issues (cost-benefit) and the soil texture criteria, respectively. Also, *C. sativus* was the best among the options, and *R. damascena*, *C. cyminum*, and *E. amoenum* were placed in the next ranks. This study showed that the hybrid model of AHP-TOPSIS can be used to evaluate and prioritize the options for determining the optimal cultivation pattern of medicinal plants and use the strengths of both models and cover their weaknesses.

Keywords: TOPSIS, analytical hierarchy process, ranking, Qom, medicinal plants.

www.SID.ir