Journal of Agroecology
Homepage: https://agry.um.ac.ir/

CC BY

Research Article
Vol. 14, No. 4, Winter 2023, p. 617-632

Zoning of areas susceptible to cultivation of twenty medicinal plant species in Qom province using analytic hierarchy process model (AHP)

Mohammad Mahdi Fattahi[1], Rasool Mahdavi[2*], Marzieh Rezaei[3] and Yahya Esmaeilpour[3]

Received: 04-10-2020
Revised: 27-06-2021
Accepted: 26-07-2021
Available Online: 26-07-2021

How to cite this article:
Fattahi, M.M., Mahdavi, R., Rezaei, M., and Esmaeilpour, Y., 2023. Effect of irrigation and plant density on yield and growth indices of purple coneflower (*Echinacea purpurea* (L.) Monch). Journal of Agroecology 14(4): 617-632.
DOI: 10.22067/agry.2021.20319.0

Introduction

The increasing use of medicinal plants and their products has highlighted the role of these plants in the global economic cycle. As its increasing consumption is not only allocated to developing countries, but also is one of the important health factors in developed countries. The aim of this study was to zoning areas prone to cultivation of medicinal plant species and using the Analytic Hierarchy Process (AHP) model in Qom province.

Materials and Methods

For this study, by screening the criteria and options, 9 criteria were selected, include: (Elevation, Slope, Absolute maximum annual temperature, Absolute minimum annual temperature, Soil texture, Depth of soil, EC water, Access to water resources and Land use) and 7 options include: *Thymus vulgaris, Lavandula angustifolia, Maticaria chamomilla, Melissa officinalis, Aloysia citrodora, Foeniculum vulgare and Rosmarinus officinalis*. Using AHP model, the weight of each criterion was determined by pairwise comparison between them based on questionnaire information with a mismatch rate of 0.01 and using Expert Choice software. According to the weight assigned to each of the nine layers in the weighting stage in the AHP model, in the ArcGIS software environment in each of the layers, applied through the Weighted overlay algorithm and also for Operation Assurance The Raster Calculator algorithm was used to overlap the layers and the zoning map of Qom province in terms of areas prone to cultivation of medicinal plants was prepared for each of the 7 species of medicinal plants. The final map was classified into four categories or constraint classes, including: No constraints, low to medium constraints, medium to high constraints and high constraints.

Results and Discussion

Water shortage crisis is a threat; but by changing the cultivation pattern, it can be turned into an opportunity. Due to the hot and dry climate in the region, the cultivation of medicinal plants in areas such as Qom where the environmental and climatic conditions are stressful, can be much more suitable than the cultivation of cropsfrom an economic point of view. It is also cost-effective and has more added value. On the other hand, lack of complete knowledge about the various aspects of planting, holding and harvesting of medicinal plants from a scientific and

1-Ph.D. graduate, Department of Natural Resources Engineering, Faculty of Agricultural and Natural Resources Engineering, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran.
2-Associate professor, Department of Natural Resources Engineering, Faculty of Agricultural and Natural Resources Engineering, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran.
3-Assistant Professor, Department of Natural Resources Engineering, Faculty of Agricultural and Natural Resources Engineering, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran.
(*- Corresponding author's Email: ra_mahdavi2000@hormozgan.ac.ir)

technical point of view and the lack of a stable and reliable market for selling herbal medicinal products and continuous interaction between producers and consumers are some of the problems in this sector. The results showed that among the zoning criteria, the highest weight belonged to the EC water criterion with 30.3% and the lowest weight belonged to the land slope criterion with 3%. Is. According to the results obtained from the weighting of zoning criteria, in which more than half of the weight of 9 criteria belong to 2 criteria related to water, namely EC water with 30.3% and access to water resources with 23.3%. Percentage can be attributed to the importance and special position of water (both qualitatively and quantitatively) for the cultivation of medicinal plant species in the region in question, namely Qom province, where the predominant climate is arid and desert areas. After the production of zoning maps, it was found that in total, for areas susceptible to cultivation of 7 studied medicinal plant species, on average: 8.66% of the area in the first floor (without restrictions), 6.38 Percent is located in the 2nd floor (low to medium limit), 12.71% is in the 3rd floor (medium to high limit) and 71.97% is in the 4th floor (high limit).

Conclusion

The results showed that among the zoning criteria for areas susceptible to cultivation of medicinal plant species in Qom province, the highest weight belonged to the EC water criterion with 30.3% and the lowest weight belonged to the land slope criterion with 3%. After generating the zoning maps, it was found that in total, for areas susceptible to cultivation of 7 studied medicinal plant species, on average: 8.66% of the area in the first floor (without restrictions), 6.38 Percent is located in the 2nd floor (low to medium limit), 12.71% is in the 3rd floor (medium to high limit) and 71.97% is in the 4th floor (high limit).

Keywords: Couple comparison, Incompatibility rate, Medicinal Plants, Multi-criteria decision making.

نشریه بوم شناسی کشاورزی
Homepage: https://agry.um.ac.ir/

مقاله پژوهشی

پهنه‌بندی مناطق مستعد کشت گیاهان دارویی در استان قم با استفاده از مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

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

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۷/۱۳
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۰۴/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۰۴

فتاحی، م.م.، مهدوی، ر.، رضایی، م.، و اسماعیل‌پور، ی.، ۱۴۰۱. پهنه‌بندی مناطق مستعد کشت گیاهان دارویی در استان قم با استفاده از مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP). بوم‌شناسی کشاورزی ۱۴(۴): ۶۳۲-۶۱۷.

چکیده

رویکرد روز افزون استفاده از گیاهان دارویی و فرآورده‌های حاصل از آن، نقش این گیاهان را در چرخه اقتصاد جهانی پررنگ‌تر کرده است. به‌طوری‌که مصرف رو به تزاید آن تنها اختصاص به کشورهای در حال توسعه نداشته، بلکه یکی از عوامل مهم بهداشتی کشورهای پیشرفته نیز محسوب می‌گردد. این تحقیق با هدف پهنه‌بندی مناطق مستعد کشت گونه‌های گیاهی دارویی و با استفاده از مدل تصمیم‌گیری چند معیاره تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در استان قم انجام گردید. به‌همین منظور، با غربالگری معیارها و گزینه‌ها، نه معیار شامل: ارتفاع از سطح دریا، شیب زمین، دمای حداکثر مطلق سالانه، دمای حداقل مطلق سالانه، بافت خاک، عمق خاک، EC آب، دسترسی به منابع آب و کاربری اراضی و هفت گزینه شامل: آویشن باغی، اسطوخودوس، بابونه آلمانی، بادرنجبویه، به‌لیمو، رازیانه و رزماری با نظرسنجی از خبرگان آشنا با گیاهان دارویی، انتخاب شد. با استفاده از مدل AHP، وزن هرکدام از معیارها با مقایسه زوجی بین آن‌ها بر اساس اطلاعات پرسش‌نامه‌ای و با نرخ ناسازگاری ۰/۰۱ و با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice تعیین گردید. با توجه به وزن نسبی که به هرکدام از لایه‌های نه‌گانه در مرحله وزن‌دهی در مدل AHP تعلق گرفت، در محیط نرم‌افزار ArcGis در هر یک از لایه‌ها، اعمال گردیده و از طریق الگوریتم Weighted overlay در جهت هم‌پوشانی کردن لایه‌ها استفاده گردید و نقشه پهنه‌بندی استان قم به لحاظ نواحی مستعد کشت گیاهان دارویی برای هریک از هفت گونه گیاهی دارویی مورد نظر، تهیه شد. نقشه نهایی در چهار طبقه یا کلاس محدودیت، شامل: بدون محدودیت، محدودیت کم تا متوسط، محدودیت متوسط تا زیاد و محدودیت زیاد، طبقه‌بندی گردید. نتایج نشان داد که در میان معیارهای پهنه‌بندی مناطق مستعد کشت گونه‌های گیاهی دارویی در استان قم، بیشترین وزن نسبی متعلق به معیار EC آب با ۳۰/۳ درصد و کمترین وزن نسبی مربوط به معیار شیب زمین با سه درصد بوده است. پس از تولید نقشه‌های پهنه‌بندی هم، مشخص شد که در مجموع، برای مناطق مستعد کشت هفت گونه گیاهی دارویی مورد مطالعه، به‌طور میانگین: ۸/۶۶ درصد مساحت استان در طبقه یک (بدون محدودیت)، ۶/۳۸ درصد در طبقه دو (محدودیت کم تا متوسط)، ۱۲/۷۱ درصد در طبقه سه (محدودیت متوسط تا زیاد) و ۷۱/۹۷ درصد در طبقه چهار (محدودیت زیاد) واقع شده است.

واژه‌های کلیدی: تصمیم‌گیری چند معیاره، مقایسه زوجی، نرخ ناسازگاری

۱- دانش آموخته دکتری منابع طبیعی گرایش بیابان‌زدایی، گروه مهندسی منابع طبیعی، دانشکده مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندر عباس، ایران.
۲- دانشیار، گروه مهندسی منابع طبیعی، دانشکده مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندر عباس، ایران.
۳- استادیار، گروه مهندسی منابع طبیعی، دانشکده مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندر عباس، ایران.
(*- نویسنده مسئول: Email: ra_mahdavi2000@ hormozgan.ac.ir)

DOI: 10.22067/agry.2021.20319.0

مقدمه

ارزش دارویی، تقاضای بازار و سطح فرآوری از مهم‌ترین شاخص‌های سنجش اقتصادی یک گیاه دارویی می‌باشد. خوشبختانه با روی آوردن دنیا، به‌خصوص کشورهای پیشرفته به استفاده از فرآورده‌های گیاهی و مصرف روز افزون آن در جهان، چه در صنعت داروسازی و چه در صنایع غذایی و آرایشی- بهداشتی و با توجه به تنوع آب و هوایی کشور و امکان رویش اکثر گیاهان در آن، فرصتی طلایی نصیب کشورمان گشته است تا از آن به بهترین نحو ممکن استفاده نموده و حضور خود را در بازارهای جهانی بیش از بیش افزایش دهیم (Kashfi Bonab, 2010).

استان قم با دارا بودن تنوع نسبی در شرایط اقلیمی و اکولوژیکی، دارای تنوع 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 جمع‌آوری و شناسایی گردیده است (Abdolmohammadi, 2003). اغلب گیاهان دارویی در شرایط آب و هوایی استان قابل‌کشت هستند، امّا به دلایل تجاری و اقتصادی، گیاهان کشت شده بیشتر شامل نعناع فلفلی[1]، نعناع[2]، شوید[3]، به لیمو[4]، بابونه[5]، زیره سبز[6]، بیدمشک[7]، گل محمدی[8] و زعفران[9] می باشند (Vaziri, 2019).

بر اساس آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۹۶(جلد دوم)، سطح زیر کشت گیاهان دارویی (فضای باز) به‌جز زعفران و گل محمدی، در استان قم ۴۹/۸ هکتار با تولید ۳۶/۸ تن و میانگین عملکرد ۷۳۹ کیلوگرم در هکتار بوده است (Ebadzadeh et al., 2018). همچنین بر اساس 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., 2017).

مطالعه پیشینه تحقیق نشان می‌دهد که در دهه‌های اخیر تحقیقات متعددی در زمینه تعیین الگوی کشت و پهنه‌بندی مناطق مستعد کشت گیاهان با استفاده از مدل‌های تصمیم گیری چند معیاره مانند مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP[10]) و تهیه نقشه‌های مربوطه در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS[11]) در خارج و داخل کشور انجام شده است که به چند مورد از آن‌ها اشاره می‌شود:

با استفاده از ارزیابی چند معیاره فضایی، سامانه اطلاعات جغرافیایی، سنجش از دور و نیز مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP) به تدوین الگوی کشت مناسب برای منطقه سیل‌خیز بوگرا در بنگلادش پرداختند. در این مطالعه، گیاهان زراعی شاخص در منطقه از جمله گندم[12]، برنج[13]، خردل[14] و سیب‌زمینی[15] در الگوهای کشت پیشنهادی انتخاب شدند. نتایج نشان داد که منطقه مورد نظر تناسب متوسط تا بالایی برای تولید گیاهان زراعی انتخاب شده دارد(Rahman & Saha., 2008).

بررسی جامعی در استان Henan چین جهت کشت تنباکو بر پایه سامانه اطلاعات جغرافیایی انجام دادند. آن‌ها در این تحقیق از ۱۷ شاخص مرتبط با اقلیم، خاک و شکل زمین استفاده کردند. وزن این شاخص‌ها از پرسش‌نامه‌های مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP) به‌دست آمد. نتایج نشان داد که ۲۲/۵۲ درصد از اراضی این استان واقع در غرب و جنوب دارای تناسب مطلوب برای کشت تنباکو است(Chen et al., 2010).

ضمن مکان‌یابی محل مناسب کشت کلزای پاییزه بر اساس پتانسیل‌های 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(Beigbabayi & Azadi Mobaraki., 2012).

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. بر اساس نقشه پهنه‌بندی نهایی ۴/۹۰ درصد اراضی این استان‌ها

1 - *Mentha piperita*
2- *Mentha*
3- *Anethum graveolens*
4- *Aloysia citrodora*
5- *Matricaria chamomilla*
6- *Cuminum cyminum* L.
7 *Salix aegyptiaca*
8- *Rosa damascena*
9- *Crocus sativus*

10 - Analytical Hierarchy process
11 - Geographic Information System
12- *Triticum avestivum*
13- *Oryza sativa*
14- *Alba sinapis*
15- *Solanum tuberosum*

بسیار مناسب، ۱۶/۷۴ درصد مناسب، ۴۷/۹۸ درصد متوسط و ۳۰/۳۸ درصد نامناسب برای کشت پاییزه چغندرقند می‌باشند(Javaheri et al., 2016).

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 شمال شرقی استان الگوی کشت نخود و جو با شرایط منطقه انطباق بیشتری دارد. همچنین کشت محصولات بهاره و تابستانه در مناطق بسیار مستعد جنوب، جنوب غربی به‌صورت دیم با آبیاری تکمیلی نیز امکان‌پذیر است(Kazemi et al., 2016).

بیان داشت که یکی از راهکارهای مناسب برای افزایش بهره‌وری در بخش کشاورزی، اصلاح الگوی کشت محصولات با توجه به پارامترهای مختلف است و در تحقیقش ابتدا با استفاده از معیارهای اقتصادی، نیاز آبی و دوره رشد محصولات، در مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره TOPSIS، محصولات بهینه انتخاب کرد. 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(Vafaeinejad., 2016).

نتایج به‌دست‌آمده از تحقیق مزبور نشان داد که با استفاده از مدل‌های استفاده شده و قابلیت‌های GIS، می‌توان به الگوی کشت مناسب دست یافت. در تحقیق حاضر، سعی شده است که با استفاده از مدل AHP و تهیه و تلفیق نقشه‌های مربوطه در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) مستعدترین مناطق استان قم برای کشت ۷ گونه گیاهی دارویی، شامل: آویشن باغی[1]، اسطوخودوس[2]، بابونه آلمانی، بادرنجبویه[3]، به‌لیمو، رازیانه[4] و رزماری[5]، شناسایی و معرفی گردند.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

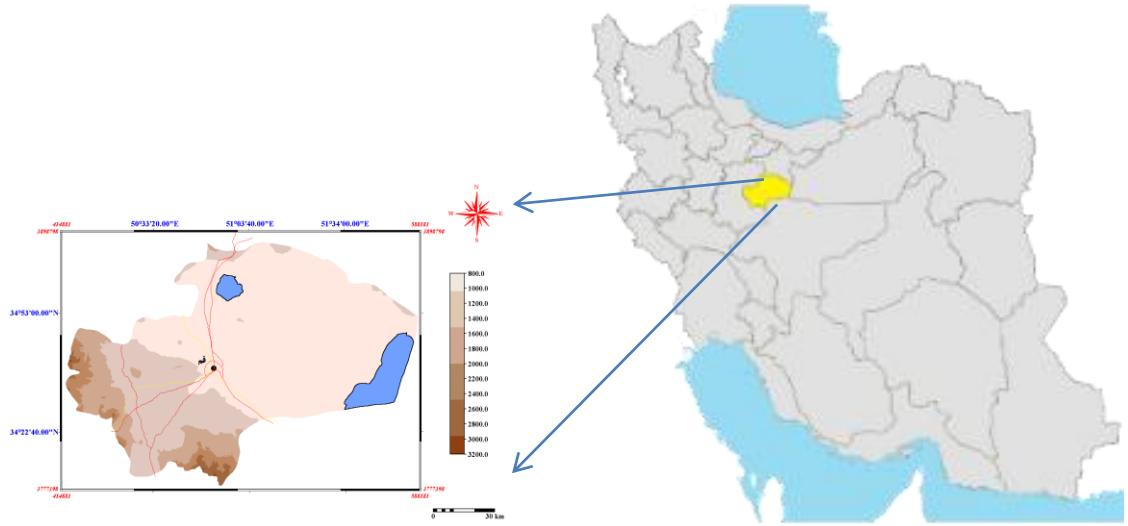
استان قم با وسعتی معادل ۱۱۲۳۸ کیلومترمربع، حدود ۰/۶۸ درصد از مساحت کل کشور را در بر گرفته و در فواصل جغرافیایی ´۰۳ °۵۰ تا ´۰۰ °۵۲ طول شرقی و ´۰۶ °۳۴ تا ´۱۳ °۳۵ عرض شمالی قرار دارد که ۷۷۱/۴۶۵ کیلومترمربع از مساحت آن به مراتع، اختصاص دارد. ۸۱۲۵ کیلومترمربع از مساحت استان در نواحی دشتی و ۳۲۸۵ کیلومترمربع در نواحی کوهستانی قرار گرفته است. ارتفاع از سطح دریا از حداقل حدود ۷۰۰ متر در دریاچه نمک و دریاچه حوض سلطان تا حداکثر ۳۳۳۰ متر در ارتفاعات متغیر است. میانگین دمای سالانه استان معادل 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 (خشکی پسند) و هالوفیت (نمک دوست) مانند تاغ[6]، گز[7]، خارشتر[8]، خارزرد[9]، اشنان[10]، شور[11]، بومادران[12]، اسفند[13]، فرفیون[14] و... قادرند به حیات خود ادامه دهند. اگرچه، گونه‌هایی نظیر درمنه دشتی[15]، کلاه میرحسن[16]، گون[17]، اسکنبیل[18] و... هم در این مناطق، قدرت رویشی دارند. امّا 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 خیلی محدود انجام می‌گیرد (Fattahi , 2008).

روش پژوهش

برای انجام این پژوهش، ابتدا ساختار سلسله مراتبی مسئله طراحی گردید که در آن، هدف، معیارها و گزینه‌های پهنه‌بندی مناطق مستعد کشت گیاهان دارویی به‌منظور اولویت‌بندی آن‌ها مشخص شد.

1- *Thymus Vulgaris*
2 - *Lavandula angustifolia*
3 - *Melissa officinalis*
4- *Foeniculum vulgare*
5- *Rosmarinus officinalis* L.

6- *Haloxylon* spp
7- *Tamarix*
8- *Alhagi*
9- *Picnomon*
10 *Seidlitzia rosmarinus*
11- *Salsola soda*
12- *Achillea millefolium*
13- *Peganum harmala*
14- *Euphorbia*
15- *Artemisia sieberi*
16- *Acantholimon*
17- *Astragalus*
18- *Calligonum*



شکل ۱- موقعیت استان قم درکشور
Fig. 1- Location of Qom province in the country

ابتدا از بین معیارها و گزینه‌های متعدد و متنوع و اولویت‌دار پهنه-بندی مناطق مستعد کشت گیاهان دارویی شامل ۳۰ معیار و ۳۰ گزینه، باتوجه به شرایط اکولوژیکی منطقه مورد بررسی و با نظرسنجی از تعدادی از متخصصین و خبرگان آشنا با گیاهان دارویی، غربال‌گری (اولویت‌بندی مقدماتی) معیارها و گزینه‌هایی که دارای اهمیت و تأثیرگذاری بیشتری در این خصوص بود، انجام شد که در نهایت، نه معیار شامل: ارتفاع از سطح دریا، شیب زمین، دمای حداکثر مطلق سالانه، دمای حداقل مطلق سالانه، بافت خاک، عمق خاک، EC آب، دسترسی به منابع آب و کاربری اراضی و هفت گزینه شامل: آویشن باغی، اسطوخودوس، بابونه آلمانی، بادرنجبویه، به‌لیمو، رازیانه و رزماری با نظرسنجی از خبرگان آشنا با گیاهان دارویی، انتخاب شد. مدل تحلیل سلسله مراتبی یا AHP یکی از کارآمدترین تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است که اولین بار توسط توماس ال ساعتی[1] درسال ۱۹۸۰ مطرح شد. این مدل بر اساس مقایسه زوجی بنا نهاده شده است و امکان بررسی سناریوهای مختلف را به مدیران و برنامه-ریزان می‌دهد (Ghodsipour, 2016). وزن هرکدام از معیارها به‌روش AHP و با مقایسه زوجی بین آن‌ها بر اساس اطلاعات پرسش‌نامه‌ای تکمیل شده توسط ۳۱ خبره و متخصص گیاهان دارویی با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice تعیین شد. این مرحله شامل موارد زیر بود:

۱- وزن‌دهی به معیارهای پهنه‌بندی به‌روش AHP

۱-۱- تعیین معیارها و گزینه‌های پهنه‌بندی

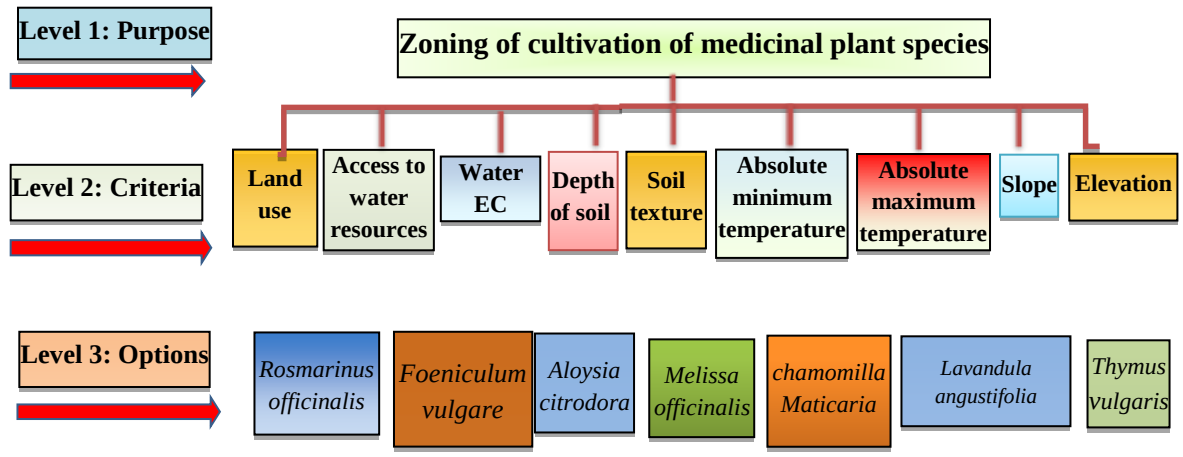
در این مرحله، با استفاده از مدل AHP، ابتدا ساختار سلسله مراتبی مسئله طراحی گردید که در آن، هدف، معیارها و گزینه‌های پهنه‌بندی کشت گیاهان دارویی مشخص شد. برای تعیین معیارها و گزینه‌ها باتوجه به اینکه عوامل و معیارهای متعدد و زیادی از جنبه‌های اکولوژیکی در پهنه‌بندی کشت گیاهان دارویی نقش دارند، با استفاده از نظر تعدادی از متخصصین و خبرگان گیاهان دارویی، در نهایت نه معیار و هفت گزینه (گونه‌های گیاهی دارویی) که دارای اهمیت و تأثیرگذاری بیشتری در این خصوص بود، انتخاب گردید (شکل ۲).

۱-۲- تهیه پرسش‌نامه خبرگان و مقایسه زوجی معیارها

به‌منظور وزن‌دهی معیارهای پهنه‌بندی کشت گونه‌های گیاهی دارویی استان قم بر اساس مدل AHP، پرسش‌نامه خبرگان با نظرسنجی از ۳۱ خبره و آشنا با گیاهان دارویی (شامل تعدادی از اعضای هیأت علمی و پژوهشگران دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی، کارشناسان و متخصصان گیاهان دارویی در جهاد کشاورزی و منابع طبیعی و کشاورزان پیشرو در زمینه کشت گیاهان دارویی) با مقایسه زوجی هریک از نه معیار شامل: ارتفاع از سطح دریا، شیب زمین، دمای حداکثر مطلق سالانه، دمای حداقل مطلق سالانه، بافت خاک، عمق خاک، EC آب، دسترسی به منابع آب و کاربری اراضی، طراحی، توزیع و تکمیل شد و اطلاعات آن وارد نرم‌افزار Expert choice

1-Tomas L. Saati

گردید.



شکل ۲- مراحل پهنه‌بندی کشت گونه‌های گیاهی دارویی شاخص استان قم به بر اساس مدل AHP

Fig. 2- Zoning stages of cultivation of medicinal plant species of Qom province by AHP model

۱-۳- تعیین نرخ ناسازگاری

برای جدول مقایسات زوجی معیارهای پهنه‌بندی کشت گونه‌های گیاهی دارویی، نرخ ناسازگاری با استفاده از نرم‌افزار Expert choice محاسبه گردید.

۲- تهیه لایه‌های رقومی معیارهای نه‌گانه و کلاسه‌بندی آن‌ها

پس از وزن‌دهی معیارهای پهنه‌بندی کشت گونه‌های گیاهی دارویی، نقشه‌های تولید شده در مقیاس پایه ۱:۵۰۰۰۰ از هرکدام از معیارها شامل: ارتفاع از سطح دریا (متر)، شیب زمین (درصد)، دمای حداکثر مطلق سالانه (سانتی‌گراد)، دمای حداقل مطلق سالانه (سانتی‌گراد)، بافت خاک، عمق خاک، EC آب (میکروموهس بر سانتی‌متر)، دسترسی به منابع آب و کاربری اراضی، کلاسه‌بندی و نقشه‌سازی گردیدند.

۳- پهنه‌بندی مناطق مستعد کشت به تفکیک گونه‌های گیاهی دارویی

با توجه به وزنی که به هرکدام از لایه‌های نه‌گانه در مرحله وزن-دهی در مدل AHP و در نرم‌افزار Expert Choice تعلق گرفت، در این مرحله در محیط نرم‌افزار ArcGIS در هر یک از لایه‌ها اعمال گردیده و از طریق الگوریتم Weighted overlay و همچنین برای اطمینان عملیات از الگوریتم Raster Calculator در جهت هم‌پوشانی کردن لایه‌ها استفاده گردید و نقشه پهنه‌بندی استان قم به لحاظ نواحی مستعد کشت گیاهان دارویی برای هریک از هفت گونه گیاهی دارویی مورد نظر، تهیه شد. نقشه نهایی در چهار طبقه یا کلاس محدودیت، شامل: ۱- بدون محدودیت ۲- محدودیت کم تا متوسط ۳- محدودیت متوسط تا زیاد ۴- محدودیت زیاد، طبقه‌بندی گردید.

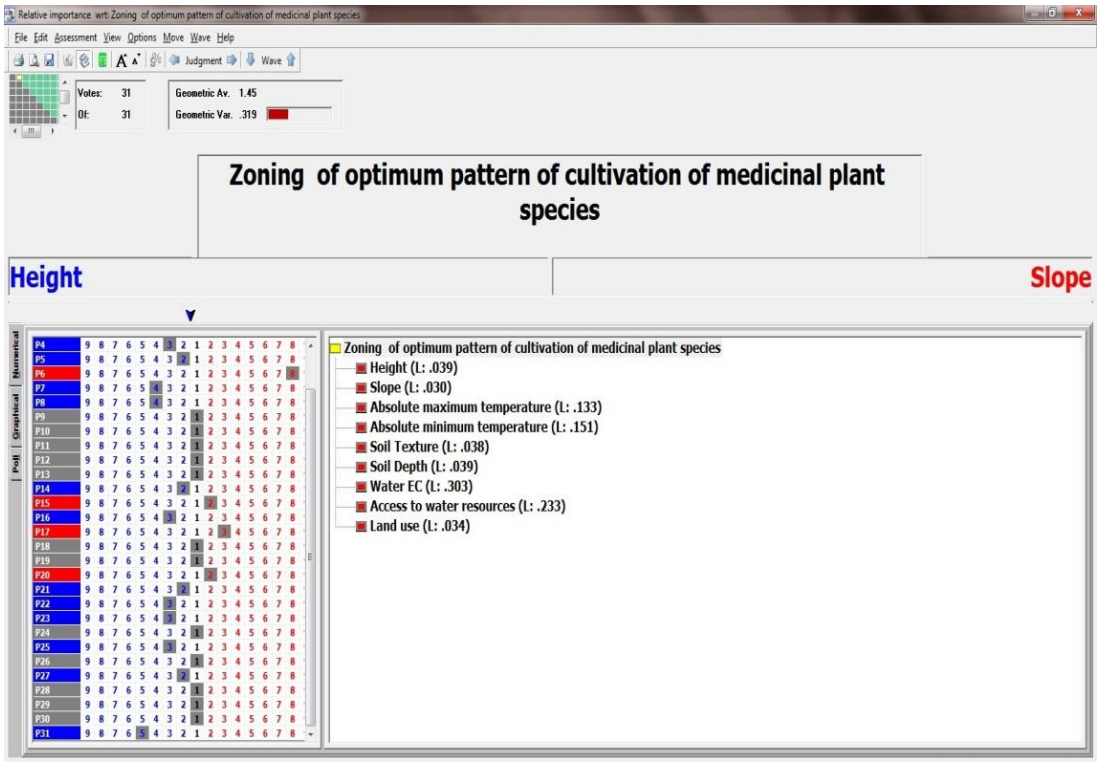
نتایج و بحث

نتایج به‌دست آمده از این تحقیق به شرح زیر می‌باشد:

۱- ۱- وزن‌دهی معیارهای پهنه‌بندی کشت گونه‌های گیاهی دارویی بر اساس مدل AHP

۱- ۱- ۱- طراحی، توزیع و تکمیل پرسش‌نامه خبرگان

بر اساس پرسش‌نامه خبرگان، با مقایسه زوجی هریک از نه معیار مورد مطالعه، ۳۶ مقایسه زوجی انجام شد و اطلاعات آن وارد نرم‌افزار Expert choice گردید (شکل ۳). ماتریس مقایسه زوجی معیارهای مزبور در جدول ۱ آمده است.



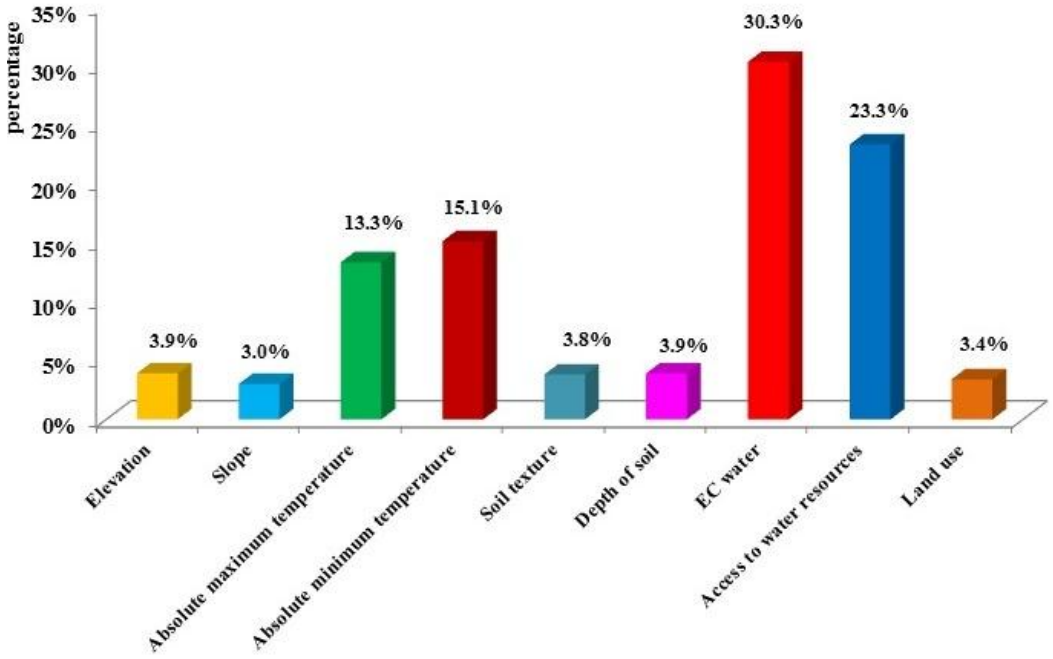
شکل ۳- نمونه‌ای از مقایسه زوجی معیارهای پهنه‌بندی کشت گیاهان دارویی بر اساس مدل AHP در نرم‌فزار Expert choice

Fig. 3- Sample of a pairwise comparison of zoning criteria for cultivation of medicinal plants based on AHP model in Expert choice software

جدول ۱- ماتریس مقایسه زوجی معیارهای پهنه‌بندی کشت گیاهان دارویی بر اساس مدل AHP

Table 1- Matrix of pairwise comparison of zoning criteria for cultivation of medicinal plants based on AHP model

	کاربری اراضی Land use	دسترسی به منابع آب Access to water resources	آب EC Water EC	عمق خاک Soil depth	بافت خاک Soil texture	دمای حداقل مطلق سالانه Absolute minimum temperature	دمای حداکثر مطلق سالانه Absolute maximum temperature	شیب زمین Slope	ارتفاع از سطح دریا Height
ارتفاع از سطح دری Height ا	1.167	6.618	6.963	1.030	1.031	4.419	3.086	1.448	
شیب زمین Slope	1.167	7.063	7.538	1.461	1.393	5.434	4.687		
دمای حداکثر مطلق سالانه Absolute maximum temperature	4.512	2.404	2.759	4.193	4.311	1.135			
دمای حداقل مطلق سالانه Absolute minimum temperature	4.764	1.934	2.559	4.464	4.256				
بافت خاک Soil texture	1.096	5.992	6.716	1.011					
عمق خاک Soil depth	1.345	6.154	6.333						
آب EC Water EC	6.948	2.014							
دسترسی به منابع آب Access to water resources	5.547								
کاربری اراضی Land use									



شکل ٤- درصد وزن نسبی معیارهای پهنه‌بندی کشت گیاهان دارویی در استان قم بر اساس مدل AHP

Fig. 4- Relative weight percentage of zoning criteria for cultivation of medicinal plants in Qom province based on AHP model

وزن‌دهی معیارهای پهنه‌بندی کشت گونه‌های گیاهی دارویی

نتایج وزن‌دهی معیارهای پهنه‌بندی کشت گونه‌های گیاهی دارویی منطقه مورد مطالعه به‌روش AHP نشان داد که در میان نه معیار مورد بررسی، بیشترین وزن نسبی متعلق به معیار EC آب با ۳۰/۳ درصد و پس از آن معیار دسترسی به منابع آب با ۲۳/۳ درصد و کمترین وزن نسبی مربوط به معیار شیب زمین با ۳/۰ درصد می‌باشد (شکل۴). در مقایسات زوجی معیارهای پهنه‌بندی کشت گونه‌های گیاهی دارویی، نرخ ناسازگاری ۰/۰۱ به‌دست آمد.

پهنه‌بندی مناطق مستعد کشت گونه‌های گیاهی دارویی

مساحت (هکتار) و درصد مساحت مناطق مستعد کشت هفت گونه گیاهی دارویی مورد مطالعه در جدول ۲ و شکل‌های ۵ تا ۱۲ آمده است.

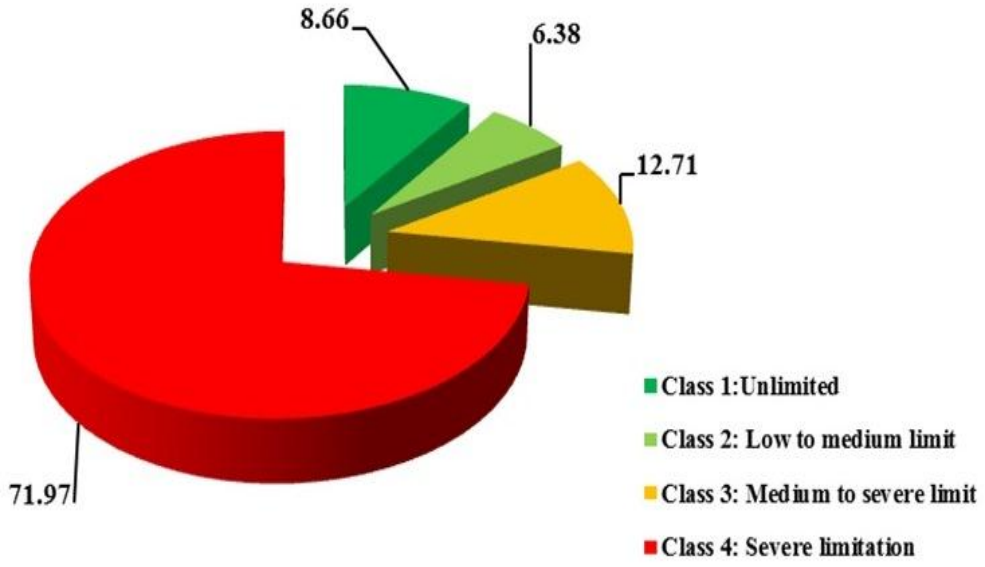
نقشه‌های پهنه‌بندی مناطق مستعد کشت به تفکیک گونه‌های گیاهی دارویی

آویشن باغی: نتایج نشان داد که ۷۰/۷۴ درصد مساحت استان قم برای کشت گیاه دارویی آویشن باغی نامناسب می‌باشد و تنها ۱۰/۴۱ درصد سطح آن برای این منظور مناسب است و مابقی سطح منطقه مورد مطالعه دارای محدودیت کم تا متوسط و یا متوسط تا زیاد است (شکل ۶).

اسطوخدوس: برای کشت اسطوخودوس ۷۰/۷۴ درصد مساحت استان قم نامناسب می‌باشد و تنها ۱۰/۵۳ درصد سطح آن برای این منظور مناسب است و مابقی سطح منطقه مورد مطالعه دارای محدودیت کم تا متوسط و یا متوسط تا زیاد است (شکل ۷).

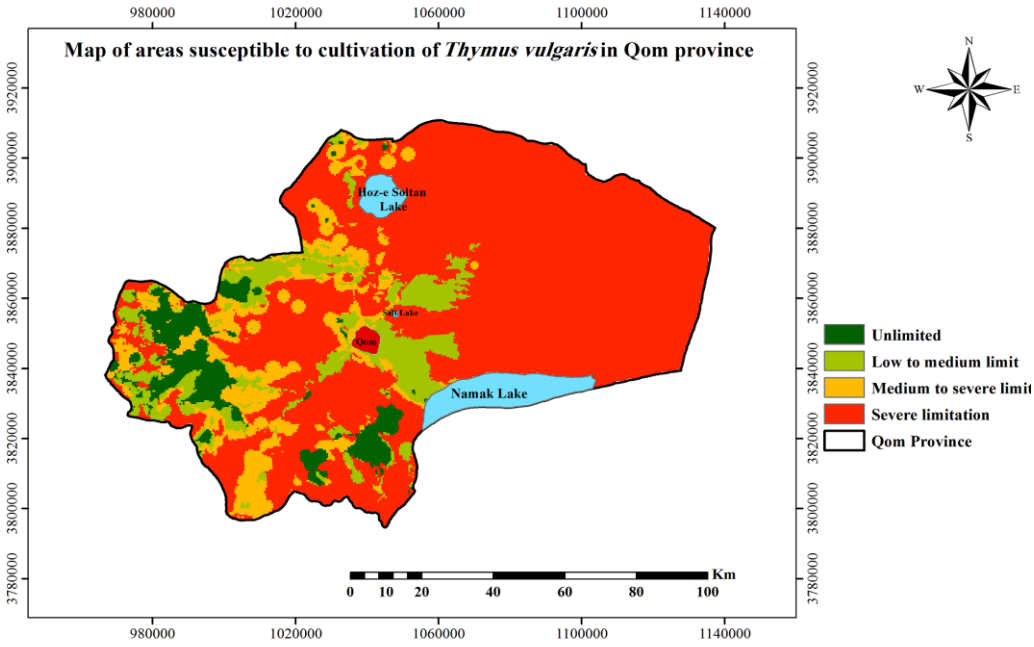
بابونه: ۷۰/۵۴ درصد مساحت استان قم برای کشت بابونه نامناسب است و تنها ۱۰/۷۳ درصد سطح آن برای این منظور مناسب است و مابقی سطح منطقه مورد مطالعه دارای محدودیت کم تا متوسط و یا متوسط تا زیاد می‌باشد (شکل ۸).

بادرنجبویه: برای کشت بادرنجبویه ۶۶/۰۳ درصد مساحت استان قم نامناسب است و تنها ۱۰/۴۴ درصد سطح آن برای این منظور مناسب است و مابقی سطح منطقه مورد مطالعه دارای محدودیت کم تا متوسط و یا متوسط تا زیاد می‌باشد (شکل ۹).



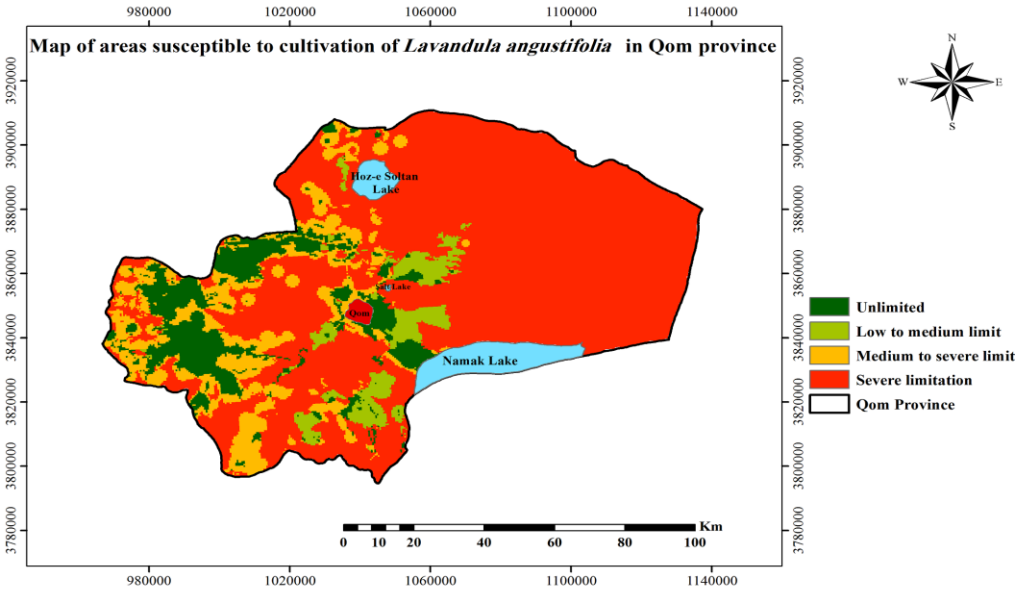
شکل ۵- میانگین درصد مساحت مناطق مستعد کشت ۷ گونه گیاهی دارویی مورد مطالعه در استان قم

Fig. 5- Average percentage of area susceptible to cultivation of 7 medicinal plant species studied in Qom province



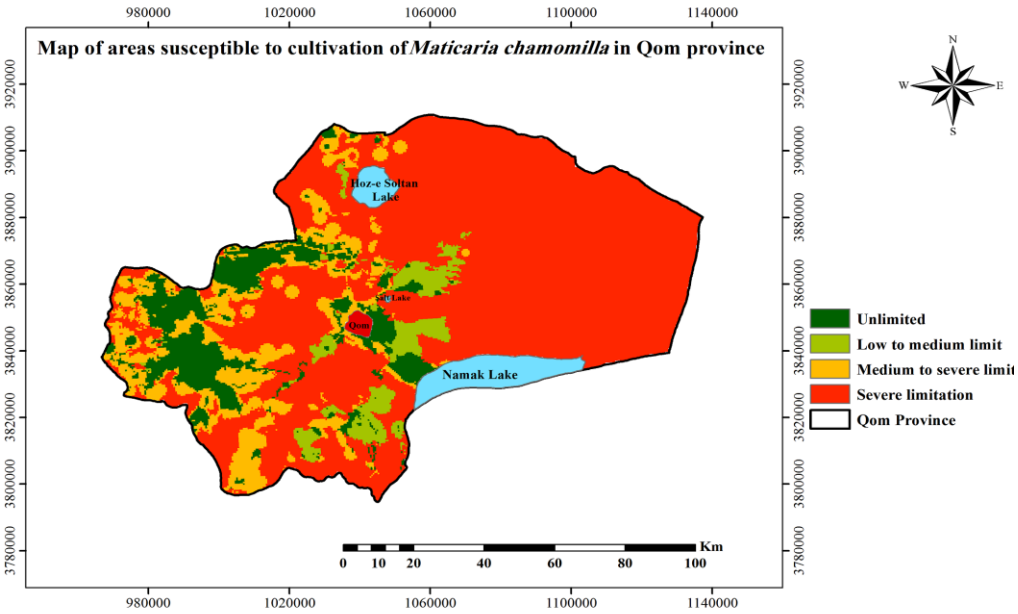
شکل ٦- نقشه مناطق مستعد کشت گیاه دارویی آویشن باغی

Fig. 6- Map of areas susceptible to cultivation of *Thymus vulgaris*



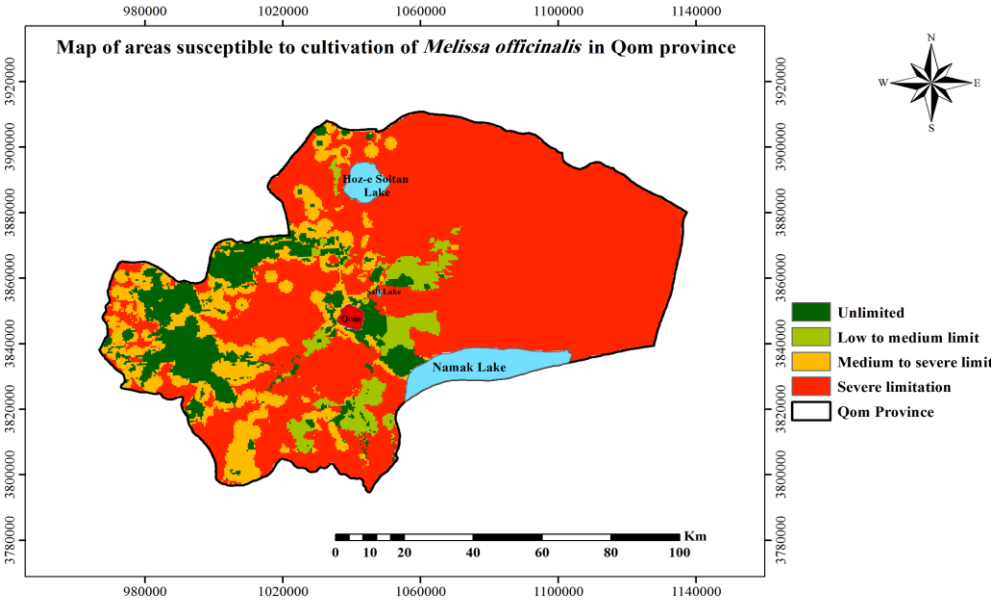
شکل ۷ – نقشه مناطق مستعد کشت گیاه دارویی اسطوخودوس

Fig. 7- Map of areas susceptible to cultivation of *Lavandula angustifolia*



شکل ۸– نقشه مناطق مستعد کشت گیاه دارویی بابونه

Fig. 8- Map of areas susceptible to cultivation of *Matricaria chamomila* L.

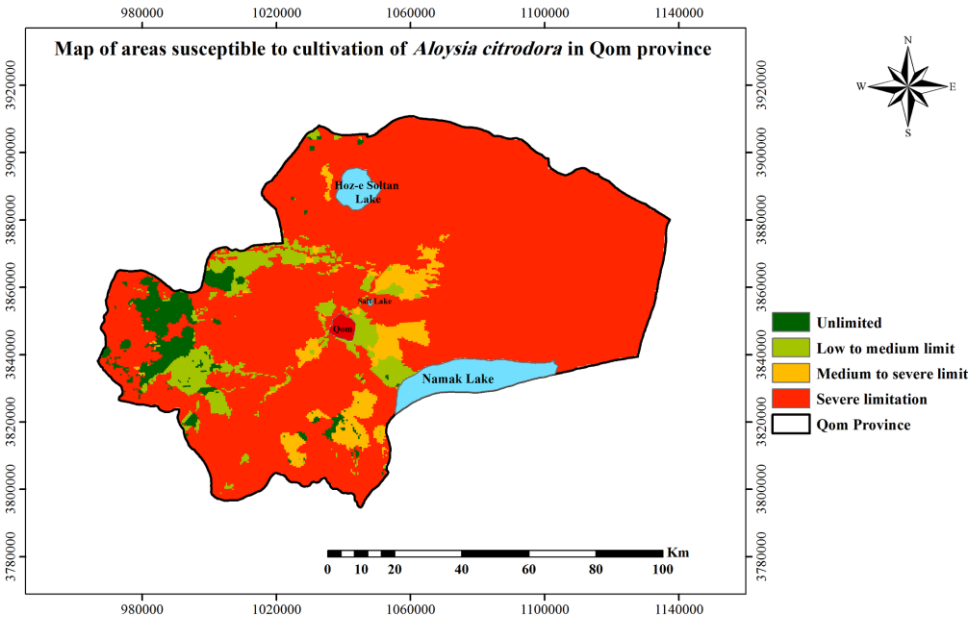


شکل ۹- نمودار و نقشه مناطق مستعد کشت گیاه دارویی بادرنجبویه

Fig. 9- Map of areas susceptible to cultivation of *Melissa officinalis* L.

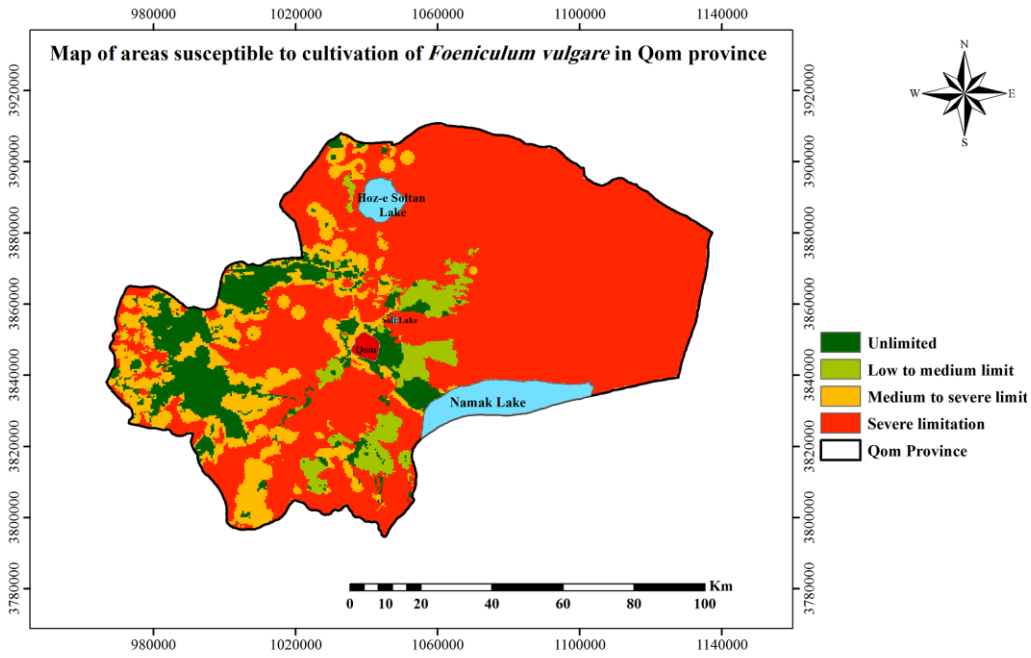
به‌لیمو: ۸۴/۲۶ درصد مساحت استان قم برای کشت به‌لیمو نامناسب است و تنها ۳/۹۹ درصد سطح آن برای این منظور مناسب است و مابقی سطح منطقه مورد مطالعه دارای محدودیت کم تا متوسط و یا متوسط تا زیاد می‌باشد (شکل ۱۰).

رازیانه: برای کشت رازیانه ۷۰/۷۴ درصد مساحت استان قم نامناسب است و تنها ۱۰/۵۳ درصد سطح آن برای این منظور مناسب است و مابقی سطح منطقه مورد مطالعه دارای محدودیت کم تا متوسط و یا متوسط تا زیاد می‌باشد (شکل ۱۱).



شکل ۱۰- نقشه مناطق مستعد کشت گیاه دارویی به‌لیمو

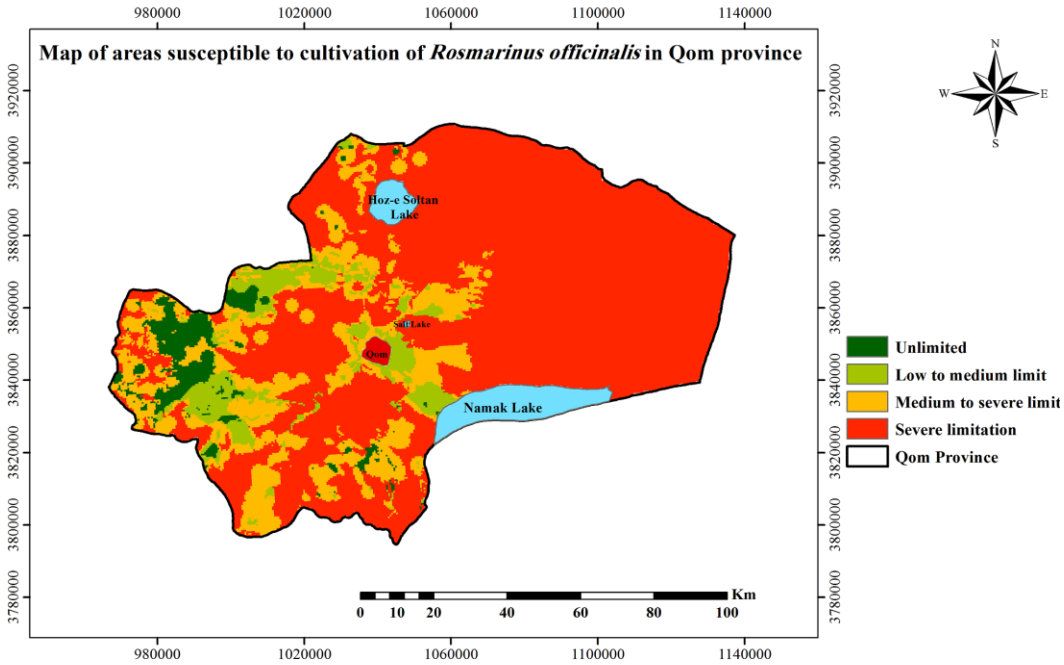
Fig. 10- Map of areas susceptible to cultivation of *Aloysia citrodora*



شکل ۱۱- نقشه مناطق مستعد کشت گیاه دارویی رازیانه

Fig. 11- Map of areas susceptible to cultivation of *Foeniculum vulgar* Miller

رزماری: ۷۰/۷۴ درصد مساحت استان قم برای کشت رزماری نامناسب است و تنها ۳/۹۹ درصد سطح آن برای این منظور مناسب است و مابقی سطح منطقه مورد مطالعه دارای محدودیت کم تا متوسط و یا متوسط تا زیاد می‌باشد (شکل ۱۲).



شکل ۱۲- نقشه مناطق مستعد کشت گیاه دارویی رزماری

Fig. 12- Map of areas susceptible to cultivation of *Rosmarinus officinalis* L.

نتایج استفاده از مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در پهنه‌بندی کشت تعدادی از گونه‌های گیاهی دارویی استان قم که بر اساس پرسش‌نامه خبرگان و با مقایسه زوجی نه معیار مورد بررسی شامل: ارتفاع از سطح دریا، شیب زمین، دمای حداکثر مطلق سالانه، دمای حداقل مطلق سالانه، بافت خاک، عمق خاک، EC آب، دسترسی به منابع آب و کاربری اراضی، انجام گرفت، نرخ ناسازگاری ۰/۰۱ به‌دست آمد که مقدار قابل قبول آن بر اساس نظر Saati ۰/۱ می‌باشد (Ghodsipour, 2016).

در وزن‌دهی به معیارهای مزبور، بیشترین وزن نسبی متعلق به معیار EC آب با ۳۰/۳ درصد و پس از آن معیار دسترسی به منابع آب با ۲۳/۳ درصد و کمترین وزن نسبی مربوط به معیار شیب زمین با ۳/۰ درصد بود. باتوجه به نتایج به‌دست آمده از وزن‌دهی معیارهای پهنه‌بندی که در آن بیش از نیمی از وزن نسبی معیارها متعلق به دو معیار مربوط به آب یعنی EC آب و دسترسی به منابع آب بوده است، می‌توان به اهمیت و جایگاه ویژه آب (هم از جنبه کیفی و هم از جنبه کمّی) برای کشت گونه‌های گیاهی دارویی در منطقه مورد نظر یعنی استان قم که اقلیم غالب آن‌را مناطق خشک و بیابانی تشکیل می‌دهد، پی برد.

از طرفی، 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 افت 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 به‌سمت استفاده از گیاهان کم‌آب‌خواه مانند گیاهان دارویی در بخش کشاورزی است. بحران کم آبی، یک تهدید به شمار می‌رود، امّا با تغییر الگوی کشت و استفاده از گیاهان کم‌آب‌خواه، 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 تنش‌زا می‌باشد، می‌تواند بسیار مناسب‌تر از کشت گیاهان زراعی باشد، ضمن اینکه از نظر اقتصادی، مقرون به صرفه و دارای ارزش افزوده بیشتری نیز می‌باشد.

لذا در این تحقیق، شناخت مناطق مستعد کشت گیاهان دارویی در منطقه مورد مطالعه با پهنه‌بندی کشت هفت گونه گیاهی دارویی انجام شد که در مجموع، نمودارها و نقشه‌های پهنه‌بندی نشان داد که برای مناطق مستعد کشت گیاهان مذکور، بیشترین طبقه یا کلاس بین چهار طبقه محدودیت، طبقه چهار (محدودیت زیاد) با حداقل ۶۶/۰۳ و حداکثر ۸۴/۲۶ درصد مساحت و کمترین طبقه مربوط به طبقه یک (بدون محدودیت) با حداقل ۳/۹۹ و حداکثر ۱۰/۷۳ درصد مساحت بوده است (شکل ۵).

در میان هفت گونه گیاهی دارویی مورد مطالعه، مناطق مستعد کشت برای ۵ گونه آویشن باغی، اسطوخودوس، بابونه آلمانی، بادرنجبویه و رازیانه تقریباً شرایط مشابه و نزدیک به‌همی دارند، یعنی به‌طور متوسط ۱۰/۵۳ درصد در طبقه یا کلاس بدون محدودیت برای کشت قرار گرفتند (جدول ۲ و شکل‌های ۶، ۷، ۸ ، ۹ و ۱۱)، امّا گونه‌های بهلیمو و رزماری از این نظر متفاوت بوده و کمتر مستعد کشت بوده یعنی تنها ۳/۹۹ درصد مناسب کشت در استان هستند (جدول ۲ و شکل‌های ۱۰ و ۱۲).

همچنین نتایج تحقیق حاضر نشان داد که بیشترین محدودیت‌ها برای کشت گیاهان دارویی در بخش‌های شمالی و شرقی استان است که دارای شرایط سخت اکولوژیکی از جمله کمبود شدید منابع آبی و کیفیت پایین آن، خشکی هوا، درجه حرارت بالا و میزان بارندگی کمتر می‌باشد و هر جا از منطقه که شرایط اکولوژیکی به‌ویژه از نظر دسترسی به منابع آب و کیفیت آب مناسب بوده است (مانند بخش‌های غربی و جنوبی استان)، محدودیت کمتری داشته است و برای کشت گونه‌های گیاهی دارویی، مناسب‌تر بوده است.

نتیجه‌گیری

نتایج وزن‌دهی معیارهای پهنه‌بندی کشت هفت گونه گیاهی دارویی مورد مطالعه در استان قم به‌روش AHP نشان داد که در میان نه معیار مورد بررسی شامل: ارتفاع از سطح دریا، شیب زمین، دمای حداکثر مطلق سالانه، دمای حداقل مطلق سالانه، بافت خاک، عمق خاک، EC آب، دسترسی به منابع آب و کاربری اراضی، بیشترین وزن نسبی متعلق به معیار EC آب با ۳۰/۳ درصد و پس از آن معیار دسترسی به منابع آب با ۲۳/۳ درصد و کمترین وزن نسبی مربوط به

معیار شیب زمین با ۳/۰ درصد و پس از آن معیار کاربری اراضی با ۳/۴ درصد بوده است. همچنین در مقایسه‌های زوجی معیارهای پهنه-بندی کشت گونه‌های گیاهی دارویی، نرخ ناسازگاری ۰/۰۱ به‌دست آمد. پس از تولید نقشه‌های پهنه‌بندی هم، مشخص شد که در مجموع، برای مناطق مستعد کشت گونه گیاهی دارویی مورد مطالعه، به‌طور میانگین: ۸/۶۶ درصد مساحت استان در طبقه یک (بدون محدودیت)، ۶/۳۸ درصد در طبقه دو (محدودیت کم تا متوسط)، ۱۲/۷۱ درصد در طبقه سه (محدودیت متوسط تا زیاد) و ۷۱/۹۷ درصد در طبقه چهار (محدودیت زیاد) واقع شده است. در میان هفت گونه گیاهی دارویی مورد مطالعه هم، مناطق مستعد کشت برای پنج گونه آویشن باغی، اسطوخودوس، بابونه آلمانی، بادرنجبویه و رازیانه تقریباً شرایط مشابه و نزدیک به‌همی دارند، یعنی به‌طور متوسط ۱۰/۵۳ درصد در طبقه یا کلاس بدون محدودیت برای کشت قرار گرفتند، امّا گونه‌های به‌لیمو و رزماری از این نظر متفاوت بوده و کمتر مستعد کشت بوده یعنی تنها ۳/۹۹ درصد مناسب کشت در استان هستند.

Refrences

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.

Aczel, J., and Saaty, T.L., 1983. Procedures for synthesizing ratio judgements. Journal of Mathematical Psychology 27: 93-102. https://doi.org/10.1016/0022-2496(83)90028-7

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.

Ahmadi, K., Ebzadzadeh, 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. (In Persian)

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. DOI:10.1061/(ASCE)0733-9496(2008)134:3(257).

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 Researches, 3(5): 2307-2317.

Chen, H., Liu, G., Yang, Y., Ye X.F., and Shi, Z., 2010. Comprehensive evalution of tobacco ecological suitability Henan province based on GIS. Agricuture Science in China 9(4): 583-592. https://doi.org/10.1016/S1671-2927(09)60132-2.

Deanpanah, G., 2014. Survey of rural development level with TOPSIS technique (Case study: Aslanduz-Parsabad section). Journal of Geography and Planning 18(50): 175-188. https://doi.org/ 10.22059/jhgr.2017.61037

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. DOI:10.1016/j.eja.2013.04.008.

Ebzadzadeh, H.R., Ahmadi, K., Mohammadnia, A., Shahriar, Abbasataghani, R., Abbasi, M., and Yari, S., 2018. Agricultural census of 2016, volume 2, Ministry of Agricultural Jihad, Deputy of planning and economics. Information Technology Center and Communications. http://amar.maj.ir/Portal/File/ShowFile.aspx?ID=d6a3d890-3510-4bf1-b0ee-1377027834c1. (Persian)

Fattahi, M.M., 2008. Characteristics of Qom Province, Geographically, Natural and Historically. Zemzemeh Zendegi Publications, 400 p. (In Persian)

Ghodsipour, S.H., 2016. Hierarchical Analysis Process (AHP). Amirkabir University of Technology Publications, 222 p. (In Persian)

Gill, M.K., Kaheil, Y.H., Khalil, McKee, M., and Bastidas, L., 2006. Multiobjective particle swarm optimization for parameter estimation in hydrology. Water Resources Research 42. https://doi.org/10.1029/2005WR004528.

Javaheri, M.A., Ramrodi, M., Azgharpour, M.R., Dehmardeh, Mghaemi, A., 2016. Agroclimatic zonation for evaluating autumn sugar beet sowing feasibility in Khorasan Razavi and Khorasan-e-Jonobi provinces. Journal of Sugar Beet 31(1): 17-31. (In Persian with English Summary)

Kashfi Bonab, A.R., 2010. Comparative economic advantage of cultivation and trade of medicinal plants in Iran and its value in world markets. Journal of Business Studies 8(44): 67-78. (In Persian with English Summary)

Kazemi, H., Tahmasebi Sarvestani, Z., Kamkar, B., Shattai, S., 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. https://doi.org/10.1016/S0377-2217(03)00020-1.

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. https://doi.org/10.1080/14498596.2008.9635156.

Saaty, T.L., 1980. The analytical hierarchical process: Planning, priority setting resource allocation, NewYork. Mc Graw- Hill.

Saaty, T.L., and Vargas, L.G., 2001. Models, Methods, Concepts, and Applications of the Analytic Hierarchy Process. Kluwer Academic, 160 p.

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. (In Persian with English Summary)

Shih, H.S., Shyur, H.J., and Lee, E.S., 2007. An extension of TOPSIS for group decision making. Mathematical and Computer Modelling 45: 801-813. https://doi.org/10.1016/j.mcm.2006.03.023.

Srdjevici, B., 2004. An Object multi-criteria evaluation of water management scenarios. Water Resources Management: An International Journal, Published for the European Water Resources Association (EWRA), Springer;European Water Resources Association (EWRA), vol. 18(1), 35-54. DOI: 10.1023/B:WARM.0000015348.88832.52.

Tavari, M., Sukhkian, M.A., and Mirnejad, S.A., 2008. Identifying and prioritizing factors affecting human resource productivity using MADM techniques (Case study: One of the jeans garments manufacturing companies in Yazd province). Industrial Management (Management Knowledge) 1(1): 71-88. (In Persian with English Summary)

Vafaeinejad, A., 2016. Cropping Pattern Optimization by Using of TOPSIS and Genetic Algorithm Based on the Capabilities of GIS. Journal of Ecohydrology 3(1): 69-82. (In Persian with English Summary). https://doi.org/10.22059/ije.2016.59191

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. (In Persian with English Summary)

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. DOI:10.1016/j.eswa.2006.07.003

Wang, Y., Chen, Y., and Peng, S., 2011. A GIS framework for changing cropping pattern under different climate conditions and irrigation availability scenarios. Water Resources Management. 3090-25: 3073. https://doi.org/10.1007/s11269-011-9846-6

Zarei, H., Fathi, M.R., Karimi Zarchi, M., and Azizollahil, S., 2011. The application of Fuzzy TOPSIS approach to personnel selection for Padir Company: Iran. Journal of Management Research 3(2). : https://doi.org/10.5296/jmr.v3i2.663

Zavadskas, E.K., Vilutiene, T., Turskis, Z., and Tamosaitiene, J., 2010. Contractor selection for construction works by applying SAW-G and TOPSIS Grey techniques, Journal of Business Economics and Management 11: 34-55. doi: 10.3846 / jbem. 2010.03.