

بررسی سازگاری اقلیمی مناطق برای کشت گیاه گل محمدی با استفاده از روش تحلیل شبکه‌ای (مطالعه موردی: استان اصفهان)
سید امید میرمحمدصادقی، احسان علی پوری و عباس علیپور

دوره ۵، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۸، صفحات ۲۶۴ – ۲۷۵

Vol. 5(3), Autumn 2019, 264 – 275

DOI: 10.22034/jewe.2019.191420.1324

Investigation of Climatic Adaptation of Regions for
Rosa Damascena Cultivation Using Network
Analysis Method (Case Study: Isfahan Province)

MirMohammadSadeghi S. M., Alipoori E. and
Alipor A.



www.jewe.ir

OPEN ACCESS

ارجاع به این مقاله: میرمحمدصادقی س.ا.، علی پوری ا. و علیپور ا. (۱۳۹۸). بررسی سازگاری اقلیمی مناطق برای کشت گیاه گل محمدی با استفاده از روش تحلیل شبکه‌ای (مطالعه موردی: استان اصفهان). مجله محیط زیست و مهندسی آب، دوره ۵، شماره ۳، صفحات: ۲۶۴-۲۷۵.

Citing this paper: MirMohammadSadeghi S. M., Alipoori E. and Alipor A. (2019). Investigation of Climatic Adaptation of Regions for *Rosa Damascena* Cultivation Using Network Analysis Method (Case Study: Isfahan Province). J. Environ. Water Eng., 5(3), 264-275. DOI: 10.22034/jewe.2019.191420.1324.

بررسی سازگاری اقلیمی مناطق برای کشت گیاه گل محمدی با استفاده از روش تحلیل شبکه‌ای (مطالعه موردی: استان اصفهان)

سید امید میرمحمدصادقی^{۱*}، احسان علی پوری^۲ و عباس علیپور^۳

^۱ کارشناسی ارشد، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
^۲ دانشجوی دکتری، گروه برنامه‌ریزی شهری، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
^۳ استادیار، گروه جغرافیای سیاسی، دانشکده جغرافیا و علوم انسانی، دانشگاه جامع امام حسین، تهران، ایران
 *نویسنده مسئول: osadeghi10@gmail.com

مقاله اصلی

تاریخ پذیرش: [۱۳۹۸/۰۷/۰۹]

تاریخ بازنگری: [۱۳۹۸/۰۶/۲۸]

تاریخ دریافت: [۱۳۹۸/۰۴/۰۳]

چکیده

توسعه پایدار کشاورزی مستلزم شناخت و توسعه روش‌های علمی است که نقش مؤثری در بهینه‌سازی مصرف آب، اشتغال و درآمدزایی، سلامت جامعه و صادرات غیرنفتی داشته باشند. ارزش بارز اقتصادی و درمانی، تقاضای بازار و سطح فرآوری بالای گیاهان دارویی باعث شده است تا کشت این گیاهان در دنیا روزبه‌روز افزایش یابد. با توجه به شرایط اقلیمی و جغرافیایی ایران، توسعه کشت این گیاهان به‌ویژه در نواحی خشک و نیمه‌خشک اهمیت دوچندانی پیدا کرده است. در پژوهش حاضر به‌منظور مکان‌یابی مناطق مستعد کشت گیاه گل محمدی به‌عنوان یکی از گیاهان دارویی ارزشمند، معیارهای اقلیمی، توپوگرافی و اجتماعی-اقتصادی به‌عنوان معیارهای مؤثر در کشت گیاه مذکور انتخاب و به کمک فرآیند تحلیل شبکه‌ای وزن‌دهی شد. سپس از سامانه اطلاعات جغرافیایی برای رقوم‌سازی و تلفیق لایه‌ها استفاده شد. پس از تشکیل پایگاه اطلاعات فضایی منطقه، اطلاعات توصیفی نقشه‌ها به آن‌ها اضافه شد. هم‌پوشانی وزنی در محیط GIS صورت گرفت و در نهایت پهنه‌بندی مناطق مستعد کشت گل محمدی انجام شد. نتایج 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. همچنین بر اساس نقشه پهنه‌بندی، نواحی شمال، مرکز و نواحی غربی استان به ترتیب با ۳۸، ۱۵٫۶ و ۱۱٪، بیش‌ترین مناطق مستعد کشت این گیاه را در خود جای داده‌اند.

واژه‌های کلیدی: پهنه‌بندی؛ تحلیل شبکه‌ای؛ سامانه اطلاعات جغرافیایی؛ گل محمدی.

۱- مقدمه

توسعه پایدار کشاورزی مستلزم شناخت و توسعه روش‌های علمی است که نقش مهم و مؤثری در بهینه‌سازی مصرف آب، اشتغال و درآمدزایی، سلامت جامعه و صادرات غیرنفتی داشته باشند (Tosan et al. 2015). به عبارتی دیگر باید با توجه به تنوع اقلیمی و شرایط محیطی هر منطقه محصولاتی برای کشت انتخاب شود. اهمیت این موضوع سبب شده است تا محققان و متخصصان علوم محیطی توجه ویژه‌ای به آمایش سرزمین و محیط‌زیست داشته باشند. در این زمینه منابع بوم‌شناسی زمین را با روش‌های مناسب مورد شناسایی قرار داده و راه‌حل‌های بهتری ارائه نمایند (Ashrafi et al. 2013).

ارزش بارز اقتصادی و درمانی، تقاضای بازار و سطح فرآوری بالای گیاهان دارویی^۱ باعث شده است تا کشت و کار این گیاهان در سراسر دنیا روزبه‌روز افزایش یابد (Piri et al. 2018). از سوی دیگر مصرف کم آب و مقاومت به تنش خشکی متوسط تا زیاد، این گیاهان را به‌عنوان جایگزین برای کشت گیاهان پرمصرف معرفی کرده است که می‌توانند در شرایط کمبود آب کنونی در کشور ایران، به‌عنوان یک راه‌حل پایدار و پربازده استفاده شوند (Tosan et al. 2015). از آنجایی که تأثیر عوامل آب و هوایی بر کشاورزی از سایر فعالیت‌ها بیشتر است، شناخت روابط بین متغیرهای اقلیمی و عملکرد گیاهان دارویی، اهمیت و ارزش اقتصادی بالایی دارد. همچنین توسعه کشت گیاهان دارویی علاوه بر خودکفایی در تولید مواد اولیه دارویی و پزشکی، می‌تواند نقش مهمی در راستای توسعه پایدار ایفا کرده و کاهش مهاجرت روستائیان به شهرها را در پی داشته باشد (Ashrafi et al. 2013). گل محمدی از مهم‌ترین گیاهان معطر گونه‌های گل رز در دنیا و از مشهورترین گیاهان در تاریخ باغبانی است و دارای تنوع ژنتیکی بالایی در ایران بوده و از جنبه‌های زینتی، دارویی و صادراتی دارای اهمیت می‌باشد. گل، ارزشمندترین بخش قابل مصرف این گیاه می‌باشد که فرآورده‌های آن به صورت‌های مختلف از قبیل گلاب،

مربا و گل خشک در غذای انسان مصرف می‌شود و از عطرمایه گل محمدی در صنایع عطرسازی و آرایشی استفاده می‌گردد (Nemati Lafmajani et al. 2012). به دلیل حاصلخیز بودن خاک ایران، بهترین نوع گل محمدی و گلاب در ایران تولید می‌شود. سطح زیر کشت گل محمدی در کشور در سال ۱۳۸۹ معادل ۱۴۴۹.۵ ha بوده است که این رقم در سال ۱۳۹۶ به ۲۸۲۶.۴ ha رسیده است. (Razmjoo et al. 2016).

تاکنون مطالعات گسترده‌ای روی مکان‌یابی مناطق مستعد گیاهان دارویی در کشور و خارج از کشور به کمک روش‌های تصمیم‌گیری چند متغیره صورت گرفته است. در مطالعات پیشین روش مورداستفاده روش تحلیل سلسله مراتبی^۲ بوده است و از فرآیند تحلیل شبکه‌ای^۳ در مکان‌یابی گیاهان دارویی در پژوهش‌های بسیار اندکی استفاده شده است. از سویی دیگر یکی از محدودیت‌های جدی روش تحلیل سلسله مراتبی این است که وابستگی‌های متقابل بین عناصر تصمیم، یعنی وابستگی معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌ها را در نظر نمی‌گیرد و ارتباط بین عناصر تصمیم را سلسله مراتبی و یک‌طرفه فرض می‌کند. این فرض ممکن است در برخی از موارد صادق نباشد و در چنین شرایطی نتیجه این روش ممکن است موجب برعکس شدن رتبه‌ها^۴ شود. علاوه بر این در هیچ‌یک از پژوهش‌های پیشین، پهنه‌های مناسب کشت گیاه گل محمدی به کمک روش‌های مکان‌یابی، مورد توجه قرار نگرفته‌اند. از پژوهش‌هایی که در این زمینه صورت گرفته است می‌توان به پژوهش (Alavizadeh et al. 2013) اشاره کرد که نواحی مستعد کشت گیاه زعفران را در دشت کاشمر امکان‌سنجی نمودند. شرایط اقلیمی و محیطی تولید زعفران شامل سطوح ارتفاعی، شیب، بارش، دما، تبخیر- تعرق، یخبندان، ساعات آفتابی، تیپ اراضی و درنهایت نیاز آبی گیاه به روش AHP وزن دهی و رتبه‌بندی شدند و نقشه مناطق مستعد برای کشت گیاه زعفران در دشت مورد مطالعه تهیه شد. بر همین اساس

³ - Analytical Network Process, ANP

⁴ - Rank Reversal

¹ - Medical Plants

² - Analytical Hierarchy Process, AHP

Shojaei et al. (2018) مکان‌یابی مناطق مستعد کشت گیاه کنیرا^۲ در شهرستان جاجرم استان خراسان شمالی مورد بررسی قرار دادند. در این میان شش شاخص مؤثر جهت، شیب، ارتفاع، دما، بارش و بافت خاک بر اساس نظرات متخصصین و پژوهشگران انتخاب شده‌اند و با استفاده از روش AHP وزن دهی شده و اهمیت نسبی هر یک از عوامل مشخص شده است. نقشه پراکندگی مناطق مستعد کشت این گیاه دارویی نشان داده است مناطق شمالی این شهرستان نسبت به سایر مناطق اولویت دارند. سه عامل ارتفاع، دما و بارش بیشترین وزن را به خود اختصاص داده‌اند و از بین مؤلفه‌های مختلف نیز، ارتفاع بالای ۱۸۰۰ m در این شهرستان، بر اساس اهمیت نسبی، مناسب‌ترین منطقه برای کشت این گیاه پیشنهاد شده است.

Asgari et al. (2018) به کمک روش تلفیقی ANP-DEMATEL مناطق مناسب برای کشت گیاهان دارویی آویشن کوهی^۳، شقایق صحرایی^۴، سنگ^۵ و گل راعی^۶ را در راستای مدیریت مراتع شهرستان نهبوند مورد بررسی قرار دادند. معیارهای این پژوهش شامل حفاظت خاک، فشار چرای دام، اثر دارویی یا غذایی گیاه و قابلیت استفاده از صنعت زنبورداری در منطقه مورد مطالعه بوده است. همبستگی روابط بین معیارها از طریق مدل DEMATEL و وزن نهایی هر گیاه با توجه به معیارها بر اساس روش ANP تعیین شده است. بر اساس وزن‌های نهایی به کمک روش تلفیقی، مناسب‌ترین گیاه برای منطقه مورد مطالعه با توجه به معیارهای مورد بررسی، آویشن کوهی و گل راعی بوده است. در همین راستا با توجه به خلأ استفاده از فرآیند تحلیل شبکه‌ای در مکان‌یابی مناطق مستعد کشت گیاهان دارویی و همچنین اهمیت گیاه گل محمدی در استان اصفهان، در پژوهش حاضر با استفاده از معیارهای اقلیمی، توپوگرافی و اجتماعی-اقتصادی، اقدام به مکان‌یابی مناطق مستعد کشت گل محمدی در استان اصفهان شده است.

معیار دما، بیشترین و معیار شیب کمترین وزن را به خود اختصاص داده است. این موضوع بیانگر آن است که دما مهم‌ترین عامل محدودکننده کشت این گیاه است.

Ashrafi et al. (2013) توان اکولوژیکی و پهنه‌بندی کشت عناب^۱ در استان خراسان جنوبی را مورد بررسی قرار دادند. در این پژوهش از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری کشور و همچنین از تصاویر ماهواره ASTER با دقت ارتفاعی ۱۵ m استفاده شده است. نقشه رقومی منطقه تهیه و با استفاده از توابع تحلیلی موجود در نرم‌افزار ArcGIS، نقشه مناطق مستعد برای کشت این گیاه تهیه شد. با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی، اهمیت نسبی پارامترهای مؤثر بر رشد گیاه عناب تعیین و با هم‌پوشانی این نقشه‌ها، نقشه پتانسیل کشت عناب در استان خراسان جنوبی به دست آمده است. نتایج نشان داده است از کل مساحت استان خراسان جنوبی، حدود ۲۰٪ آن معادل ۱۸۸۰۰ km² دارای قابلیت مناسب و بسیار مناسب برای کشت این گیاه است.

Razmjoo et al. (2016) پهنه‌بندی مناطق مستعد جهت کشت گل محمدی را در ایستگاه تولید بذر گیاهان دارویی و صنعتی سراب استان آذربایجان شرقی مورد بررسی قرار دادند. نمونه‌برداری از خاک در دو مرحله به منظور مکان‌یابی و بررسی دقت و صحت نقشه‌ها انجام گرفته است. بر اساس نتایج به دست آمده از این پژوهش هیچ محدودیتی از نظر مقدار ماده آلی برای کشت گل محمدی در منطقه مورد مطالعه وجود ندارد. همچنین سطح وسیعی از منطقه دارای محدودیت ناشی از pH، فسفر قابل جذب، رس و کربنات کلسیم می‌باشند که به غیر از مقدار رس خاک بقیه پارامترها قابل اصلاح هستند. همچنین قابلیت هدایت الکتریکی و ظرفیت تبادل کاتیونی در بخشی از اراضی منطقه مورد مطالعه به عنوان عامل محدودکننده تشخیص داده شده‌اند که نیاز به اصلاح دارد.

⁴ - *Malabaila secacul*

⁵ - *Tragopogon graminifolius*

⁶ - *Hypericum perforatum*

¹ - *Ziziphusjzubamill*

² - *Astragalus hypsogeton Bunge*

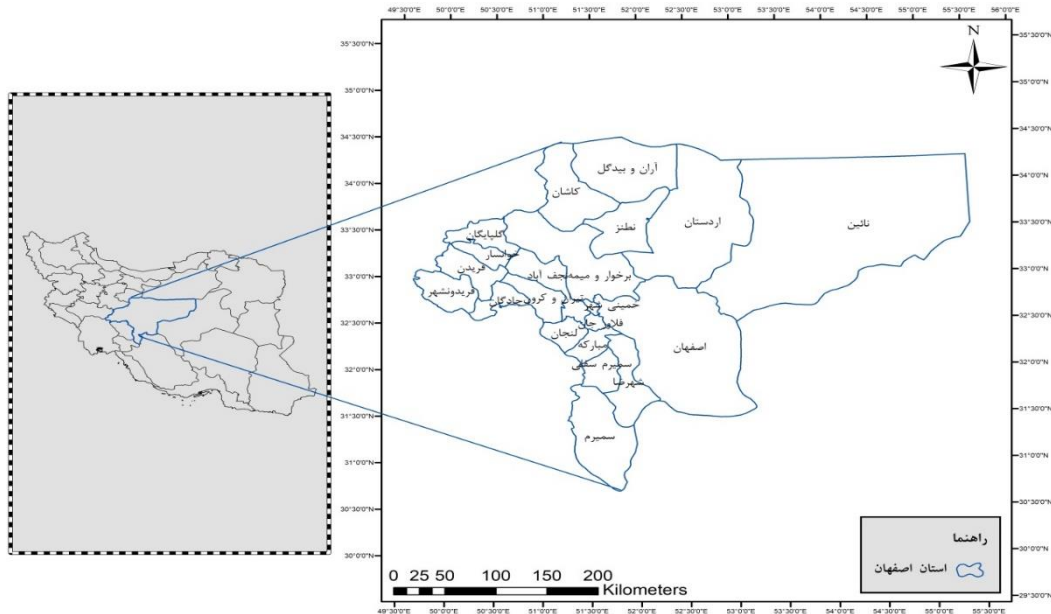
³ - *Thymus kotschyanus*

قم و سمنان، از جنوب به استان‌های فارس و کهگیلویه و بویراحمد، از مشرق به استان یزد و از غرب به استان‌های لرستان و چهارمحال و بختیاری محدود می‌شود. شکل (۱)، موقعیت استان اصفهان و شهرستان‌های آن را به تفکیک نشان داده است.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

استان اصفهان با مساحت 107045 km^2 بین 30° و 42° تا 34° و 27° عرض شمالی و 49° و 38° تا 55° و 32° طول شرقی در بخش مرکزی ایران واقع شده است. استان اصفهان از شمال به استان‌های مرکزی،



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی استان اصفهان و شهرستان‌های آن

Fig. 1 Geographical location of Isfahan Province and its Towns

نظر گرفتن وابستگی‌های متقابل بین عناصر را فراهم آورده است. گام‌های روش ANP عبارت‌اند از (Saaty (1980):

- ساختن نمودار شبکه‌ای پژوهش: در این گام باید مسئله را به سطوح معیار و در صورت وجود زیرمعیار و گزینه تقسیم کرد و روابط بین آن‌ها را تعیین نمود.
- تشکیل ماتریس مقایسات زوجی: در این مرحله عناصر هر سطح نسبت به سایر عناصر مربوط خود در سطح بالاتر به صورت زوجی مقایسه شده و ماتریس‌های مقایسات زوجی تشکیل می‌شوند. در این مرحله میان معیارهای اصلی و همچنین زیرمعیارها از طریق پرسش‌نامه طراحی شده، مقایسه صورت گرفته و نتایج بر مبنای طیف نه درجه‌ای ساعتی وارد بردار اهمیت داخلی^۲ می‌شوند.

۲-۲- فرآیند تحلیل شبکه‌ای

فرآیند تحلیل شبکه‌ای یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیار است که توسط (Saaty (1980) پیشنهاد شد و سپس توسط (Saaty (1990) توسعه داده شد. تفاوت بین یک ساختار سلسله مراتبی و ساختار شبکه‌ای در این است که فرآیند تحلیل شبکه‌ای هر موضوع و مسئله‌ای را به مثابه شبکه‌ای از معیارها، زیرمعیارها و گزینه که با یکدیگر در خوشه‌هایی^۱ جمع شده‌اند، در نظر می‌گیرد. تمامی عناصر در یک شبکه می‌توانند به هر شکل دارای ارتباط با یکدیگر باشند؛ بنابراین ANP را می‌توان متشکل از دو قسمت دانست: سلسله‌مراتب کنترلی و ارتباط شبکه‌ای. سلسله‌مراتب کنترلی ارتباط بین هدف، معیارها و زیرمعیارها را شامل شده و ارتباط شبکه‌ای وابستگی بین عناصر و خوشه‌ها را شامل می‌شود. این قابلیت ANP امکان در

² - Local Priority Vector

¹ -Cluster

در نتیجه ماتریس جدیدی به دست می‌آید که جمع هریک از ستون‌های آن برابر یک خواهد بود.

• ایجاد سوپر ماتریس حدی

در این مرحله، سوپر ماتریس وزنی، به توان حدی می‌رسد تا عناصر ماتریس همگرا شده و مقادیر سطرهای آن باهم برابر شوند. بر اساس ماتریس به دست آمده، بردار وزن عمومی مشخص می‌شود. ماتریسی که در نتیجه به توان رسیدن ماتریس وزنی به دست می‌آید، ماتریسی حدی است که مقادیر هر سطر آن باهم برابر است.

۲-۳- معیارهای تصمیم‌گیری

با توجه به تنوع و تعدد پارامترهای تأثیرگذار بر کشت گیاهان دارویی، معیارهای تصمیم‌گیری در سه گروه اصلی عوامل اقلیمی (بارش، درجه حرارت، ساعت آفتابی، تبخیر سالیانه)، توپوگرافی (ارتفاع و شیب) و عوامل اقتصادی-اجتماعی (نزدیکی به بازار فروش گیاهان دارویی و جمعیت) طبقه‌بندی شده‌اند. معیارها و زیرمعیارها در این بخش بر اساس بررسی منابع و پژوهش‌های پیشین همسو با الگوهای توسعه اقتصادی و اجتماعی و برنامه‌ریزی‌های مربوط به کاربری اراضی هر منطقه حاصل شده‌اند تا با در نظر گرفتن توان اکولوژیکی اراضی کشاورزی، موجب گسترش و توسعه کشاورزی پایدار در تمامی شهرستان‌های استان اصفهان شوند. بر همین اساس شکل (۲) فرآیند انتخاب مناسب‌ترین مناطق برای کشت گیاهان دارویی در استان اصفهان را نشان داده است.

اطلاعات مربوط به پارامترهای اقلیمی هر شهرستان از طریق ۱۵ ایستگاه سینوپتیک و ۲۱ ایستگاه تبخیرسنجی از سازمان هواشناسی و شرکت آب منطقه‌ای استان اصفهان جمع‌آوری شده است. مبنای انتخاب ایستگاه‌ها طول دوره آماری، موقعیت ایستگاه نسبت به شهرستان و سهولت دسترسی به اطلاعات بوده است. اطلاعات جمعیتی هر شهرستان بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۵ از مرکز آمار ایران و همچنین اطلاعات مربوط به مراکز مجاز فروش گیاهان دارویی در هر شهرستان، از طریق واحدهای مختلف شهرداری

• در این قسمت بردار اهمیت داخلی محاسبه می‌شود که نشان‌گر اهمیت نسبی عناصر یا خوشه‌ها است که از طریق رابطه زیر به دست آمده می‌آید.

$$A_w = \lambda_{\max} W \quad (1)$$

• که در آن λ_{\max} بزرگ‌ترین مقدار ویژه ماتریس مقایسه دودویی معیارها A است. همچنین بردار W با استفاده از رابطه زیر نرمال می‌شود:

$$\alpha = \sum_{i=1}^n W_i \quad (2)$$

• نتیجه آن W واحد است. به عبارتی جمع هر ستون در ماتریس برابر ۱ می‌شود؛ که برای تعیین میزان سازگاری مقایسه‌ها از نرخ سازگاری^۱ وزن معیارها استفاده می‌شود.

• محاسبه نرخ ناسازگاری: این شاخص مطابق رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (3)$$

n عبارت است از تعداد گزینه‌های موجود در مسئله و W بردار ویژه یا ضریب اهمیت است.

• تشکیل سوپر ماتریس اولیه

عناصر ANP با یکدیگر در تعامل قرار دارند. این عناصر می‌توانند واحد تصمیم‌گیرنده، معیارها، زیرمعیارها، نتایج حاصل، گزینه‌ها و هر چیز دیگری باشند. وزن نسبی هر ماتریس بر اساس مقایسات زوجی محاسبه می‌شود و وزن‌های حاصل در سوپر ماتریس وارد می‌شوند که رابطه متقابل بین عناصر سیستم را نشان می‌دهند.

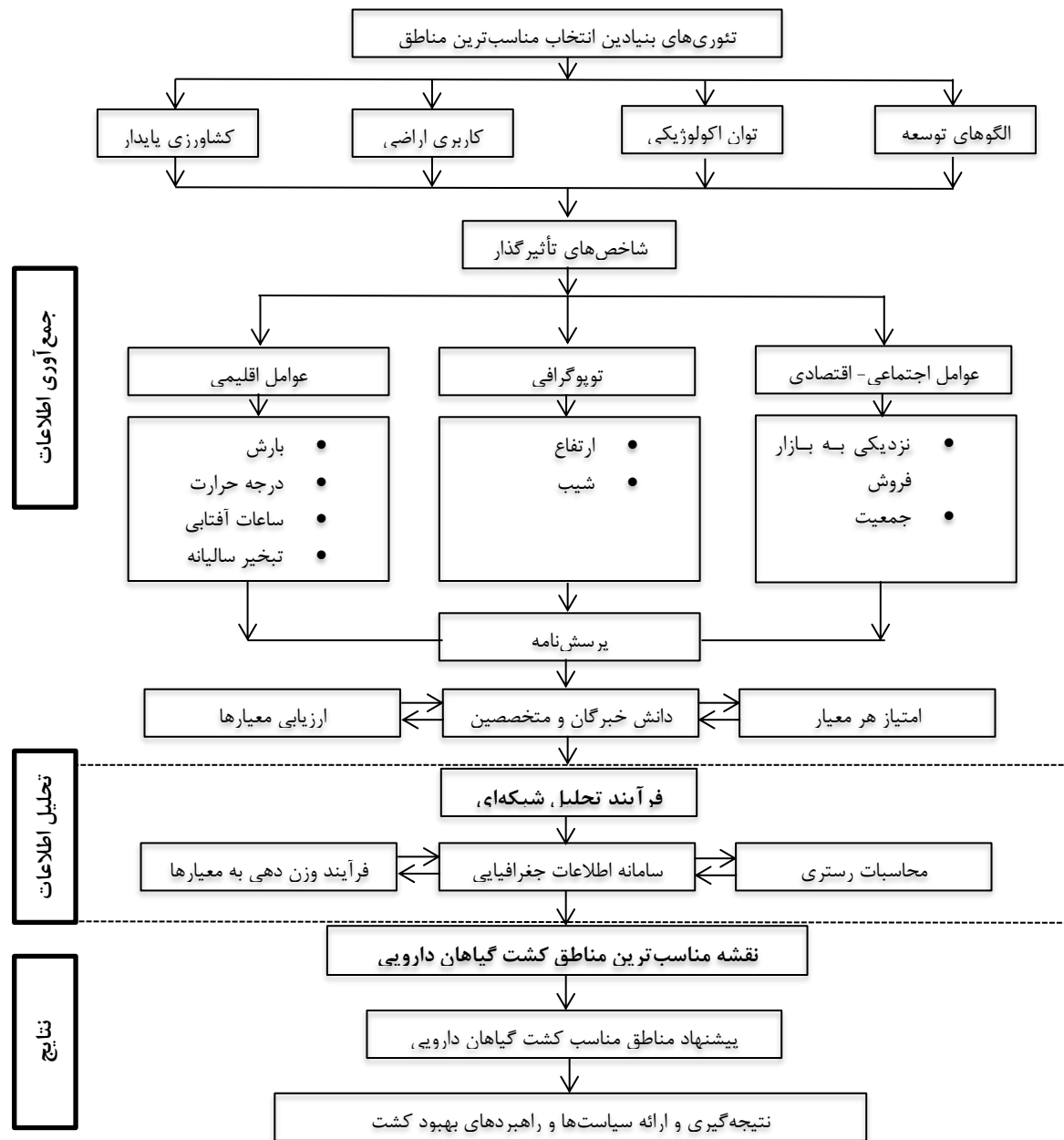
• ایجاد سوپر ماتریس موزون

درواقع ستون‌های سوپر ماتریس از چند بردار ویژه تشکیل می‌شود که جمع هر کدام از بردارها برابر یک است. بنابراین این امکان وجود دارد که جمع هر ستون سوپر ماتریس اولیه بیش از یک باشد (متناسب با بردار ویژه‌هایی که در هر ستون وجود دارند). برای آنکه از عناصر ستون متناسب با وزن نسبی‌شان فاکتور گرفته شود و جمع ستون برابر یک شود، هر ستون ماتریس، استاندارد می‌شود.

¹ - Consistency Ratio

در مرحله بعدی پرسش‌نامه‌ای بر اساس مدل Saaty (1999) با ۴۹ سؤال طراحی و در اختیار ۱۰ نفر از خبرگان مرکز تحقیقات کشاورزی استان اصفهان و پژوهشکده گیاهان دارویی کشور قرار گرفته است تا مقایسه دودویی معیارها بر اساس مقیاس نه درجه‌ای اهمیت صورت گیرد.

جمع‌آوری شده و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. بروزترین نقشه راه‌های دسترسی استان، اطلاعات کلی راجع به گیاهان دارویی هر شهرستان و نیز نقشه رقوم ارتفاعی کشور به ترتیب از اداره کل راه و شهرسازی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی و سازمان نقشه برداری کشور دریافت شده است.



شکل ۲- فرآیند انتخاب مناسب‌ترین مناطق کشت گیاه گل محمدی

Fig. 2 Process of suitable site selection of *Rosa Damascena*

۲-۴- شرایط کشت گیاه گل محمدی

گیاه گل محمدی در بهار از جوانه‌های جانبی شاخه‌های یک‌ساله ساقه مولد گل به وجود می‌آید. اختلاف دمای $3-4^{\circ}\text{C}$ شب نسبت به روز، برای تشکیل جوانه‌ی گل بسیار مهم بوده و برای گل‌انگیزی، خواب زمستانه ضروری است. درجه حرارت در حدود $15-20^{\circ}\text{C}$ برای غنچه دهی لازم است. درجه حرارت زیاد و بادهای گرم و خشک، باعث رسیدن و باز شدن پیش از موعد گل‌ها و کاهش دوره گل‌دهی و کم شدن ترکیبات عطرمایه گل می‌شود. درجه حرارت $5-15^{\circ}\text{C}$ ، تعداد گل‌های دارای عطرمایه خوب را تضمین می‌کند. درجه حرارت بسیار کم در شب مانع گلدهی می‌شود و حرارت بالای 20°C ، سنتز و تولید عطرمایه را افزایش می‌دهد. به‌طور کلی گل محمدی در آب‌وهوای خشک یا نیمه‌خشک با تابستان‌های معتدل و خشک و زمستان‌های سرد عملکرد مناسبی دارد، ولی با افزایش ارتفاع و افت دما تبخیر و تعریق خودبه‌خود عطرمایه گل آن کاهش می‌یابد. همین روند سبب می‌شود که خشکی فیزیکی در این پهنه دیرتر از دشت آغاز و یا به‌شدت آن نرسد. این گیاه نسبت به کم‌آبی مقاوم بوده و بسته به منطقه کشت بین ۷ تا ۱۵ روز یک‌بار در زمان گل‌دهی و ۲۰ تا ۳۰ روز یک‌بار در دیگر دوره‌های رشد، آبیاری می‌شود. میانگین بارندگی سالانه ۱۰۰ تا ۱۵۰ mm مناسب‌ترین شرایط برای کشت این گیاه است (Razmjoo et al. 2016).

سایه، اثر خوبی بر گل‌دهی گیاه گل محمدی ندارد، اما در مناطقی که نور مستقیم خورشید شدید است، وجود سایه ضروری است. در مناطقی که گیاهان زیر آفتاب مستقیم قرار دارند، عملکرد عطرمایه گل، نسبت به گیاهانی که تحت شرایط سایه رشد می‌کنند، حدود نصف است. گلستان‌های موجود در ارتفاعات و شیب‌های شمالی، در مجموع از نظر کمی و کیفی محصول بهتری تولید می‌کنند. در مناطق گرمسیری، کشت گل محمدی فقط در ارتفاعات بالاتر موفق بوده است. این گیاه در ارتفاع ۱۶۰۰ تا ۲۳۰۰ m رشد خوبی دارد. مناطق تولید انبوه آن به‌طور عمده در ارتفاعات بیش از ۱۹۰۰ m واقع است. عطرمایه گل‌ها در ارتفاعات بالاتر، از کیفیت بیشتری برخوردار است. گل نیمه‌باز گیاه گل محمدی

بالاترین راندمان تولید رادار است و با توجه به فسادپذیری بالای گل‌های چیده شده می‌توان گل‌ها را با استفاده از آب خنک $12-15^{\circ}\text{C}$ تا مدت ۱۲ h نگهداری نمود (Nemati Lafmajani et al. 2012).

۳- یافته‌ها و بحث

۳-۱- وزن دهی معیارها

به‌منظور بررسی تغییرات مکانی هر یک از پارامترهای موردبررسی، شرایط کشت گیاه گل محمدی از نظر معیارهای اقلیمی، توپوگرافی و اجتماعی-اقتصادی بررسی شد. سپس با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه‌ای وزن نهایی هر یک از معیارها تعیین و در جدول (۱) به نمایش در آمده است. همچنین در این جدول طبقات هر معیار و وزن نهایی آن‌ها نیز ارائه شده است. بر اساس نتایج ارائه شده در جدول (۱)، سه پارامتر بارش، ارتفاع و دما با وزن‌های نهایی به ترتیب $0/326$ ، $0/223$ و $0/168$ بیش‌ترین تأثیر و پارامتر شیب با وزن نهایی $0/037$ کم‌ترین تأثیر را بر تعیین مناطق مناسب جهت کشت گیاه گل محمدی داشته‌اند. بر اساس نتایج حاصل بارندگی یک عامل اصلاح‌کننده تعیین شده است که به‌صورت غیرمستقیم بر بسیاری از فرآیندهای رشد و نمو گیاه گل محمدی اثر دارد. در میان طبقات بارش، طبقه بارندگی بین ۱۵۰-۲۰۰ mm بیش‌ترین تأثیر را بر کیفیت و رشد گیاه گل محمدی داشته است. دمای هوا عامل اصلی کنترل‌کننده نمو رویشی و زایشی گیاه شناسایی شده و علاوه بر این، نیاز آبی گیاه را نیز تعیین می‌کند. طبقه دمایی $18-20^{\circ}\text{C}$ که مطابق با فصل رشد و گل‌دهی گیاه گل محمدی است، بیش‌ترین وزن را در میان طبقات به خود اختصاص داده است. در نظر گرفتن ویژگی‌های محل رویش و موقعیت گیاه نیز از عمده عواملی است که می‌تواند بر میزان عطرمایه و مواد مؤثره گیاهان تأثیر وافر داشته باشد. از همین روی طبقه ارتفاعی ۲۵۰۰-۲۰۰۰ m، بیش‌ترین تأثیر را بر کیفیت مواد مؤثره و رشد گیاه گل محمدی داشته است. همچنین از میان سه عامل اصلی، عوامل اقلیمی بیش‌ترین تأثیر را بر روی کمیت و کیفیت مواد مؤثره گیاه مذکور داشته و در نتیجه دارای وزن بالاتری بوده‌اند.

جدول ۱- وزن نهایی معیارها و طبقات هر معیار بر اساس فرآیند تحلیل شبکه‌ای

Table 1 Final weight of each criteria and sub criteria through ANP

معیار	وزن نهایی معیار	طبقه‌بندی معیار	وزن نهایی هر طبقه	درصد پوشش منطقه
بارش سالیانه Annual Rainfall (mm)	0.326	100>	0.026	15
		100-150	0.046	35
		150-200	0.148	22
		200-300	0.113	20
		300<	0.072	7
ارتفاع Altitude (m)	0.223	1000>	0.15	15
		1000-2000	0.047	29
		2000-2500	0.125	28
		2500-3000	0.042	12
		3000<	0.017	6
میانگین دمای سالانه Annual Mean Temperature (°C)	0.168	10>	0.007	2
		10-15	0.016	9
		15-18	0.025	49
		18-20	0.76	40
جمعیت Population	0.096	4000>	0.003	8
		4000-10000	0.005	13
		10000-100000	0.010	29
		100000-1000000	0.025	24
		1000000<	0.044	16
تبخیر سالیانه Evaporation (mm)	0.053	1400-2000	0.013	16
		2000-2500	0.028	24
		2500-3000	0.008	28
		3000<	0.003	22
نزدیکی به بازار فروش Distance from Market (Km)	0.053	50>	0.024	29
		50-100	0.015	46
		100-200	0.007	11
		200<	0.002	4
مجموع ساعت آفتابی سالیانه Annual Sunny Hours (hr)	0.044	2900-3000	0.02	12
		3000-3100	0.009	22
		3100-3200	0.005	19
		3200-3300	0.002	21
		3300-3400	0.002	25
شیب Slope (%)	0.037	3>	0.002	9
		3-5	0.003	11
		5-7	0.009	45
		7-10	0.017	21
		10<	0.001	4

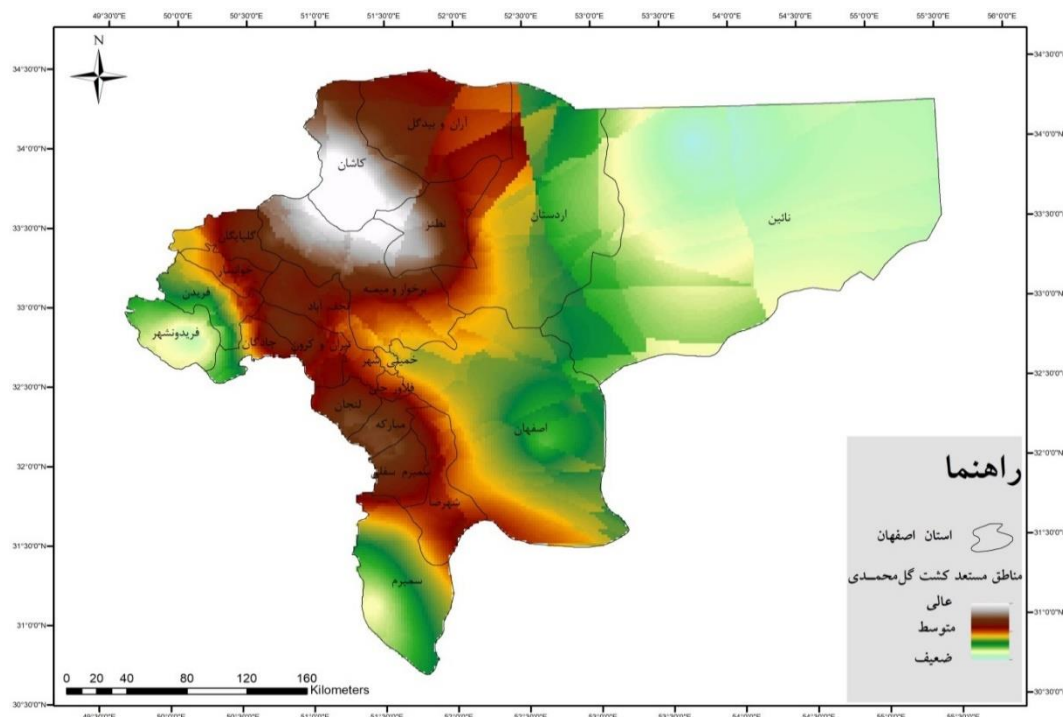
۳-۲- پهنه‌بندی مناطق مستعد

نقشه‌های رستری هریک از معیارها بر اساس شرایط کشت گیاه گل محمدی در استان اصفهان رسم و در شکل (۳) نشان داده شده است. مناطق شمالی استان

شامل کاشان، برخوار- میمه و نطنز بیشترین مساحت مناطق مستعد را به خود اختصاص داده‌اند. با حرکت به سمت نواحی غرب و جنوب غرب استان روی مرز ارتفاعی ۲۵۰۰m - ۲۰۰۰m که بارش سالیانه آن‌ها بین

قرار گرفتن در طبقه بارشی بالای ۳۰۰ mm در سال، ارتفاع بالای ۳۰۰۰ m و دمای سالانه زیر ۱۰ °C، دومین منطقه نامناسب برای کشت گیاه گل محمدی در استان اصفهان به شمار می‌رود. حدود ۶۴.۵ درصد از مساحت استان که بالغ بر ۶۹۰۰ km² است را از مناطق مستعد کشت گیاه گل محمدی تشکیل داده‌اند که از این میزان، ۳۸٪ در مناطق شمالی، ۱۵.۶٪ در مناطق مرکزی و ۱۱٪ در مناطق غربی واقع شده‌اند.

۲۰۰-۱۵۰۰ mm است، شهرستان‌های گلپایگان، خوانسار، لنجان، مبارکه و نجف‌آباد نیز به‌عنوان مناطق مناسب برای کشت این گیاه تعیین شده‌اند. علی‌رغم این‌که شهرستان نائین دارای میانگین دما ۱۸-۲۰ °C در سال است، اما به دلیل کمبود بارش و کم بودن ارتفاع، شرایط مناسبی را جهت کشت گیاه گل محمدی فراهم نمی‌کند و از این‌رو، ضعیف‌ترین منطقه کشت این گیاه به حساب می‌آید. شهرستان فریدون‌شهر نیز با



شکل ۳- پهنه‌بندی مناطق مناسب کشت گیاه گل محمدی در استان اصفهان
Fig. 3 Zoning of suitable sites for *Rosa Damascena* cultivation

اختصاص داده شده است. علت این اختلاف این است که شیب در پژوهش حاضر به‌عنوان یک عامل محدودکننده شناخته نشده است و در مناطقی که سایر پارامترها برای کشت گیاه گل محمدی مناسب تشخیص داده شده است، امکان اصلاح شیب وجود دارد و در نتیجه این عامل کم‌ترین تأثیر را بر میزان مواد مؤثره و حتی کمیت گیاه مورد مطالعه دارد.

۴- نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر پس از وزن‌دهی به پارامترهای اقلیمی، توپوگرافی و اجتماعی-اقتصادی مؤثر در کشت گیاه گل محمدی بر اساس فرآیند تحلیل شبکه‌ای و انجام مدل‌سازی و تجزیه و تحلیل داده‌های فضایی به

نتایج پژوهش (Vogeler و Shojaei et al. (2018) et al. (2015) نشان داده است که سه عامل ارتفاع، بارش و دما به‌عنوان عوامل اصلی تأثیرگذار بر رشد گیاهان دارویی شناخته شده‌اند. همچنین در پژوهش (Ashrafi et al. (2017) نیز نشان داده شده است عوامل توپوگرافی و اقلیمی، بیش‌ترین وزن را در تعیین مناطق مناسب کشت گیاهان دارویی به خود اختصاص داده‌اند. همچنین در پژوهش Alavizadeh et al. (2013)، دما بیش‌ترین وزن و شیب کم‌ترین وزن را به خود اختصاص داده است. مقایسه پژوهش حاضر با پژوهش (Mishra et al. (2015) نشان داده است که برخلاف پژوهش حاضر، بیش‌ترین وزن به معیار شیب

۳- با تهیه نقشه پهنه‌بندی اراضی مستعد کشت گل محمدی علاوه بر اینکه استعداد و قابلیت‌های اراضی استان اصفهان مشخص می‌شود، می‌توان تعیین کرد که پارامترهای در نظر گرفته‌شده برای پهنه‌بندی در چه نقاطی در حد مطلوب هستند و در چه مناطقی دچار ضعف و کمبود از نظر این پارامترها هستند. می‌توان در نقاطی که از لحاظ پارامترهای مورد بررسی مطلوب هستند، مزارع بهینه گل محمدی ایجاد نمود و برنامه‌ریزی‌های توسعه و جایگزینی این کشت را نیز اصلاح کرد یا ارتقا بخشید.

کمک سامانه اطلاعات جغرافیایی، نقشه پهنه‌های مناسب و مستعد کشت گیاه مذکور در استان اصفهان تهیه شد. مهم‌ترین نتایج حاصل از این پژوهش به صورت زیر می‌باشد.

۱- سه پارامتر بارش، ارتفاع و دما در تعیین پتانسیل‌های کشت گیاه گل محمدی در مناطق مختلف استان اصفهان تأثیر به‌سزایی داشته‌اند.

۲- نتایج حاصل از روش ANP مشخص نمود که شهرستان‌های کاشان، بر خوار- میمه و نطنز از لحاظ فاکتورهای در نظر گرفته‌شده برای کشت گل محمدی شرایط بسیار مطلوبی دارند.

References

- Alavizadeh S. A., Monazzam A. and Hosseinzadeh Kermani M. (2013). Possibility study of areas with potential cultivation of saffron in Kashmar plain using GIS. *Saffron Agr. Tech.*, 1(1), 71-95 [In Persian].
- Asgari M., Mashayekhan, A. and Ariapour, A. (2018). Indicator Species for Rangeland Management by ANP-DEMATEL Method (Case Study: Nahavand Rangeland). *J. Range. Sci.*, 8(3), 285-295.
- Ashrafi A., Mikaniki J. and Dehghani M. (2013). Agro-ecological zoning and evaluation of ecological potencies of south Khorasan for jujube plantation. *Geogr. Plan. Space*, 3(7), 67- 86 [In Persian].
- Ashrafi V., Mirshekari B., Dashti Sh., Khalilvand E. and Farzaneh S. (2017). Locating ornamental and medicinal saffron cultivation based on AHP in GIS environment in Ardabil Province. *J. Ornament. Plant.*, 8(3), 155- 169.
- Mishra A., Deep Sh. and Choudhary A. (2015). Identification of suitable sites for organic farming using AHP & GIS. *Egypt. J. Remote Sens. Space Sci.*, 18(2), 181-193.
- Nemati Lafmajani Z., Tabaei S. R., Lebaschi M. and Daneshkhah M. (2012). Path analysis of rosa damascene mill performance under different conditions. *Iran. J. Med. Arom. Plant.*, 27(4), 84- 100 [In Persian].
- Piri I., Moosavi M., Taheri A., Alipur H., Shojaei S. and Mousavi A. (2018). The spatial assessment of suitable areas for medicinal species of *Astragalus* (*Astragalus hypsogeton* Bunge) using the analytic hierarchy process (AHP) and geographic information (GIS). *Egypt. J. Remote Sens. Space Sci.*, In press.
- Razmjoo M., Shahbazi F., Jafarzadeh A. and Moghadam M. (2016). Site speciation of susceptible strata for Damask rose cultivation (Case study: Sarab Medicinal and Industrial Plants Seed Production Station). *Know. Water Soil*, 26(1), 197-212 [In Persian].
- Saaty T. L. (1980). *The analytical hierarchy process: planning, priority setting, resource allocation*. New York (NY): McGraw-Hill International Book Co.
- Saaty T. L. (1999). *Fundamentals of analytical network process*. proceeding of ISAHP 1999, Kobe, Japan.
- Shojaei S., Alipur H., Hatefi A., Hashemi Nasab N. and Khosravi H. (2018). Locating *Astragalus hypsogeton* Bunge appropriate site using AHP and GIS. *Spat. Inform. Res.*, 26(2), 223-231.
- Tosan M., Alizadeh A., Ansari H. and Moghadam P. (2015). Evaluation of yield and identifying potential regions for Saffron (*Crocus sativus* L.) cultivation in Khorasan Razavi province according to

- temperature parameters. Saffron Agr. Tech., 3(1), 1- 12 [In Persian].
- Vogeler I., Zabihi H., Ahmad A., Norsaid M., Golmohammadi M., Golein B. and Nilashi M. (2015). Land suitability procedure for sustainable citrus planning using the application of the analytical network process approach and GIS. Comput. Elect. Agri., 117(7), 114-126.

Investigation of Climatic Adaptation of Regions for *Rosa Damascena* Cultivation Using Network Analysis Method (Case Study: Isfahan Province)

Sayyed Omid MirMohammadSadeghi^{1*}, Ehsan Alipoori² and Abbas Alipor³

¹M. Sc., Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Shahre- Kord University, Shahre- Kord, Iran

²Ph.D Scholar, Department of Geography and Urban Planning, Faculty of Humanities, Islamic Azad University, Tehran, Iran

³Assist. Professor, Department of Political Geography, Faculty of Humanities and Geography, Imam Hoosein University, Tehran, Iran

*Corresponding author: osadeghi10@gmail.com

Original Paper

Received: June 24, 2019

Revised: September 19, 2019

Accepted: October 01, 2019

Abstract

Sustainable agriculture requires identification and development of scientific methods that have an important role in optimizing water use, employment and income, community health, and non-oil exports. Significant economical and therapeutic value, market demand and high processing level of medical plants have caused the daily increasing growth of these plants around the world. Considering the climatic and geographical conditions in Iran, the development of these crops, especially in arid areas and semi-arid has doubled. Therefore, in the present study, climatic, topographic and socioeconomic criteria were selected as effective measures in the cultivation of *Rosa Damascena* and were weighed using the network analysis process and then the ArcGIS was used to digitize and combine the layers. After the formation of the regional spatial database, descriptive information of the maps was added, weighted overlapping in the GIS environment, and finally zoning the areas susceptible to cultivating *Rosa Damascena*. The results showed that three factors including annual rainfall, altitude, and mean annual temperature had maximum impact and slope parameter had the least impact on the quality and quantity of *Rosa Damascena*. Moreover, the zoning map showed that 38 percent of northern parts, 15.6 percent of central parts and 11 percent of western parts of the province, have the most suitable sites for *Rosa Damascena* cultivation.

Key word: Geographical Information System; Network Analysis; *Rosa Damascena*; Zoning.