نشریه پژوهش‌های اقلیم شناسی
سال چهاردهم | شماره پنجاه و پنجم | پاییز ۱۴۰۲
وصول: ۱۳۹۷/۱۲/۲۹ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۴/۲۸
صص ۱۱۴-۱۰۵

تحلیل سازگاری اقلیمی برای کشت گل محمدی در استان اردبیل

بهروز سبحانی*[۱]، فاطمه وطن پرست قلعه جوق[۲]
۱- دانشیار گروه اقلیم‌شناسی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی، ایران.
۲. دکتری اقلیم شناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

چکیده

گسترش و توسعه پایدار کشاورزی مستلزم شناخت و انتخاب گونه گیاهی مناسب و سازگار با ویژگی‌های آب و هوایی پهنه می‌باشد. با توجه به ویژگی آب و هوایی و جغرافیایی ایران، گسترش کشت گیاه گل محمدی ارزشمندی دوچندانی پیدا کرده است. در پژوهش حاضر به‌منظور تحلیل و بررسی سازگاری اقلیمی جهت کشت گیاه گل محمدی در چهار ایستگاه همدید اردبیل، خلخال، پارساباد و مشگین شهر واقع در استان اردبیل معیارهای اقلیمی از قبیل: درجه روز رشد، بارش سالانه، بارش فصل رشد، میانگین دما، ساعت آفتابی و ارتفاع به کمک روش TOPSIS فازی و فرایند تحلیل شبکه‌ای ANP وزن دهی شدند. سپس هم‌پوشانی وزنی در محیط نرم افزار SURFER و با روش درون‌یابی RBF صورت گرفت و در نهایت پهنه‌بندی مناطق مستعد جهت کشت انجام گرفت. نتایج نشان داد از میان پارامترهای مورد استفاده پارامترهای بارش و درجه روز رشد به ترتیب با وزن نهایی ۰/۳۸۴ و ۰/۳۳۱ بیشترین تأثیر را در رشد و نمو گیاه گل محمدی داشته‌اند و پارامترهای ارتفاع و دمای میانگین با وزن ۰/۳۳۱ و ۰/۰۰۱ عملکرد ضعیف‌تری داشتند. همچنین بر اساس نقشه‌های پهنه‌بندی ایستگاه مشگین شهر به‌عنوان نواحی بدون محدودیت، ایستگاه اردبیل و خلخال با محدودیت متوسط و ایستگاه پارساباد به‌عنوان نواحی دارای محدودیت زیاد جهت کشت شناسایی شدند.

کلید واژه‌ها: گل محمدی، استان اردبیل، روش TOPSIS، فرایند تحلیل شبکه‌ای ANP، SURFER.

* نویسنده مسئول: ۰۹۱۴۱۵۲۹۵۶۸
Email: sobhani@uma.ac.ir

مقدمه

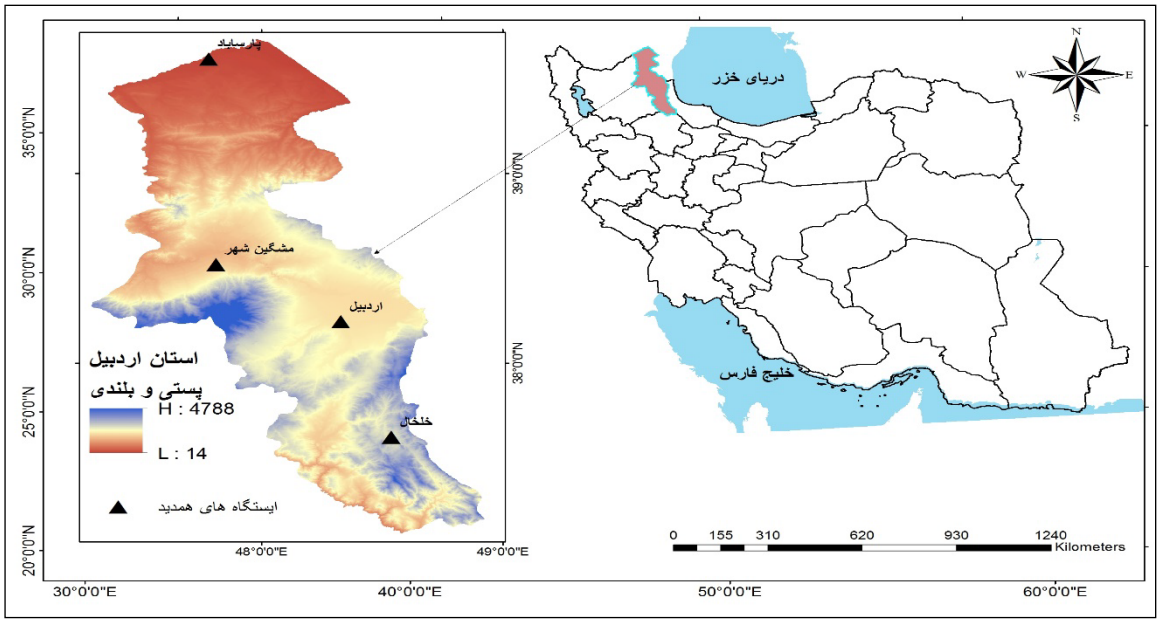
گسترش و توسعه کشاورزی پایدار و استفاده اصولی از منابع آب‌وخاک کشور مستلزم انتخاب گونه گیاهی مناسب و سازگار با شرایط اقلیمی گستره و پهنه می‌باشد؛ بنابراین استفاده بهینه از منابع طبیعی به‌واسطه کاشت گیاهان سازگار با شرایط خطه می‌تواند تضمین‌کننده سلامت آدمی، دوام و پیشرفت کشاورزی پایدار باشد (شوکتی امراله، ۱۳۹۵). در حقیقت جهت استفاده بهینه از اراضی، نمی‌توان مسائل آب، خاک و هوا را سوا از هم ارزیابی کرد، برای چنین پژوهش‌هایی قلمروی به‌عنوان پهنه‌بندی موردبحث است تا طرح‌ریزی، استحصال و استفاده مناسب از قطعات متساوی اراضی به عمل آید (غفاری و همکاران، ۱۳۹۱). گل محمدی دارای نیاز آبی کم و سازگاری زیاد با شرایط خشکی است (Das etal, 2016). علاوه بر این، گل محمدی نسبت به شرایط ناسازگار از قبیل شوری، برودت و فقر مواد غذایی خاک نیز سازگاری مناسبی دارد (کریم زاده و میرحسینی، ۱۳۸۸). ازآنجا که ایران در طی سال‌های کنونی با کمبود نزولات جوی و برداشت بی‌حساب و کتاب از منابع زیرزمینی روبه‌رو بوده پیشنهاد به کاشت گونه‌های دارویی به‌عنوان جانشین محصولات آب بر می‌تواند تا حد زیادی بحران کمبود آب را جبران کند (Heuze & Tran, 2019). پهنه‌بندی اقلیمی- کشاورزی، کشاورزان را توانمند می‌سازد که عملیات کشاورزی را مناسب با شرایط اقلیمی گستره تطابق دهند (توان پور و قائمی، ۱۳۹۵). تاکنون مطالعات بسیاری برای مکان‌یابی نواحی مستعد گیاهان دارویی در داخل و خارج از کشور صورت گرفته است: (Younis & elal, 2009) تأثیر زمان فصل رشد و برداشت گل بر عملکرد نوع گل محمدی را در پاکستان بررسی کردند و نتایج نشان داد که حداکثر تعداد گل‌دهی در ماه‌های آوریل و مارس اتفاق می‌افتد. (Pal & Singh, 2013) به بررسی خصوصیات زیست‌محیطی گیاه گل محمدی برای بهره‌وری بیشتر آن پرداخته و درجه حرارت، نور، خاک، هرس، عرضه مواد غذایی، زمان برداشت را مبنای مطالعه قراردادند. (Russo & etal, 2014) اسانس شیرین‌بیان را با ارزیابی HS-SPME/GC/MS به‌عنوان یک سامانه کنترل برای بررسی اختلاف‌های موجود در ترکیب شیمیایی فضای نمونه مورداستفاده قراردادند. (Zhang & etal, 2014) به تجزیه‌وتحلیل ویژگی‌ها و ارقام گیاه ارکیده با استفاده از تحلیل مؤلفه‌های اصلی پرداخته و نشان دادند در شرایط آزمایشی وارسی شده، دگرگونی در خصوصیات شکوفه‌ها بیشتر در هنگام گلدهی رخ می‌دهد. (Gorji & etal, 2017)به دسته‌بندی ترکیبات عطرمایه ژنوتیپ‌های گیاه گل محمدی با استفاده از مؤلفه اصلی (PCA) پرداخته‌اند و نتایج بررسی آن‌ها مشخص نمود که ۸۵٪ و ۹۹٪ از واریانس نمونه را می‌توان با دو مؤلفه (PC1, PC2) تشریح نمود. (Yucel & etal, 2018) با استفاده از آزمون آماری دانکن منطقه اسپارتا را از جهت کشت گل محمدی بررسی و مراحل فنولوژی آن را با استفاده از درجه روز رشد تعیین کرده‌اند و منطقه سوتچولر به‌عنوان مناسب ترین مکان جهت کشت از نتایج پژوهش می‌باشد. (Ersan, Basayigit & 2022) به پهنه‌بندی گل محمدی در اسپارتا بر اساس معیارهای خاک، توپوگرافی و اقلیم با روش AHP در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی پرداخته‌اند و نتایج پژوهش نشان داد که ۱۲/۱۲ درصد از اراضی جهت کشت بسیار مناسب می‌باشد.

روش TOPSIS ۹۳ درصد با روش مولتی مورا همسان است. سبحانی و همکاران (۱۳۹۸) شرایط اقلیمی دشت مغان را با استفاده از فرایند تحلیل شبکه‌ای ANP برای کشت پنبه بررسی کرده‌اند و ٥٤/٠٤ درصد از اراضی را بدون محدودیت برای کشت شناسایی کردند. میرمحمدصادقی و همکاران (۱۳۹۸) سازگاری اقلیمی جهت کشت گل محمدی در استان اصفهان را با فرایند تحلیل شبکه‌ای ANP پهنه‌بندی کردند و نواحی شمال با ۳۸ درصد، مرکز با ۱۵/٦ درصد و نواحی غربی با ۱۱ درصد مستعدترین مناطق شناسایی شدند. پور میدانی و همکاران (١٤٠٠) کشت چهار گونه دارویی در حوضه آبریز دریاچه نمک در طی دوره آماری (۲۰۳۵-۲۰۱۱) را با مدل EC -EARTH ارزیابی نمودند و کشت گل محمدی در بیشتر دشت‌های حوضه دارای شرایط مناسب تا بسیار مناسب به دست آمد. جلالی چیمه و همکاران (١٤٠٠) دگرگونی فضایی نواحی مناسب کشت گیاه گل محمدی در شمال استان را تحت سناریوی گزارش پنجم IPCC تحلیل نمودند و ۰/۳۳ از مساحت گستره برای دوره اقلیمی پایه مناسب جهت کشت به دست

آمد. با توجه به پیشرفت کاشت گیاهان دارویی و ارتباط تراکم پوشش با آب و هوا بررسی محیط‌های مناسب و آماده برای کشت گیاه گل محمدی ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین هدف اساسی این پژوهش شناخت گستره مناسب و مستعد کشت گل محمدی با استفاده از معیارهای اقلیمی در ایستگاه‌های استان اردبیل است.

مواد و روش‌ها

استان اردبیل در شمال باختری ایران، با مساحت بالغ بر ۱۷۹۵۳ کیلومترمربع، ۱/۰۹ درصد از مساحت کل کشور را پوشش می‌دهد. مختصات جغرافیایی آن بین ۳۷ درجه و ۲۵ دقیقه الی ۳۹ درجه و ۴۲ دقیقه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۳ دقیقه الی ۴۸ درجه و ۵۵ دقیقه طول خاوری قرار دارد و شکل (۱) جایگاه جغرافیایی ایستگاه‌های همدید موردمطالعه را نشان می‌دهد.



شکل ۱- جایگاه جغرافیایی استان اردبیل و ایستگاه‌های همدید موردمطالعه

در این پژوهش با استفاده از معیارهای اقلیمی اقدام به پهنه‌بندی ایستگاه‌های اردبیل، خلخال، پارس‌آباد و مشگین‌شهر جهت تناسب برای کشت گل محمدی شده است. داده‌های عناصر اقلیمی (درجه روزرشد، بارش سالانه، بارش فصل رشد، میانگین دمای فصل رشد، ساعت آفتابی فصل رشد و ارتفاع) ایستگاه‌های موردمطالعه جمع‌آوری و محاسبه شد.

روش برآورد شاخص درجه روزرشد (GDD)

رشد گیاه مانند همه پدیده‌های بیولوژیکی متأثر از توان گرمایی محیط است. رشد هر گیاه از آستانه حرارتی معینی آغاز می‌شود و آستانه رشد گل محمدی ۵/۲ درجه سانتی‌گراد است. رابطه (۱) برای برآورد درجه روز رشد استفاده می‌شود (موسوی بایگی و اشرف، ۱۳۹۳).

$$GDD = \frac{T\,max + Tmin}{2_{base}}$$ رابطه (۱)

که در این رابطه T_{MAX} دمای بیشینه، T_{min} دمای کمینه و T_{base} دمای پایه گیاه است. چنانچه درجه – روز، صفر و یا منفی باشد، آن روز در نمو اثری نخواهد داشت. پس می‌توان با داشتن دمای میانگین هرماه و تغییر آن به دمای میانگین روزانه و دمای پایه، شاخص GDD را برای هر ایستگاه برآورد نمود.

برآورد میانگین دما در زمان رشد (T)

برای برآورد آن از فرمول زیر استفاده می‌شود یعنی میانگین دمای ماه‌های نمو گیاه را که از زمان شروع رویش گیاه با

جوانه‌زنی آغازشده و با گل دادن خاتمه می‌یابد، جمع نموده و متوسط آن را محاسبه می‌کنیم (رابطه ۲) (موسوی بایگی و اشرف، ۱۳۹۳).

$$T = \frac{T1+T2+T3+\ldots+TN}{n}$$ رابطه (۲)

روش TOPSIS و فرایند تحلیل شبکه‌ای ANP

تکنیک TOPSIS برای این مفاهیم ایجادشده است که علاوه بر در نظر داشتن فاصله یک گزینه از نقطه ایده آل مثبت، فاصله آن از نقطه ایده آل منفی هم در نظر گرفته می‌شود. به این معنی که گزینه منتخب باید دارای کمترین فاصله از ایده آل مثبت و درعین‌حال بیشترین فاصله از ایده آل منفی باشد (نسترن و همکاران، ۱۳۸۹). در این قاعده گزینه‌های فرض شده یک مسأله برحسب امتیاز آن‌ها از هر شاخص موجود رتبه‌بندی شده و سپس رتبه پایانی گزینه‌ها از راه پروسه‌های مختلف مشخص خواهد شد (موسوی و همکاران، ۱۳۹۵). این تکنیک شامل ٦ مرحله است:

۱-تشکیل ماتریس تصمیم داده‌ها: عناصر جوی در رویش گل محمدی به‌صورت متفاوت عمل می‌کنند. درجه روز رشد؛ بارش سالانه، بارش فصل رشد، میانگین دما و ساعت آفتابی همگی تأثیر مثبت بر افزایش بازدهی گل محمدی و رطوبت نسبی و یخبندان اثر منفی بر رویش آن دارند.

$$\sum_{j=1}^{m} w_j = 1, \quad j = 1,2,\ldots,m$$ رابطه (۳)

۲- ماتریس نرمالیزه (بی مقیاس) شده تصمیم: مقادیر rij نرمال شده به‌صورت رابطه (٤) برآورده می‌شود:

$$0 < p_i+ < 1 \qquad j = 1,2,\ldots,m$$ رابطه (٤)

در این رابطه m، تعداد عناصر آب و هوایی و w_j، اندازه شاخص j ام می‌باشد. برای مشخص نمودن وزن هریک از عنصرهای اقلیمی از رابطه (٥) استفاده می‌شود:

$$S_i^- = \left[\sum_{j=1}^{n}(v_{ij}) - v_j^-)^2\right]^{0/5}$$ رابطه (٥)

۳- PIS (راه‌حل ایده آل مثبت) و NIS (راه‌حل ایده آل منفی) از طریق رابطه (٦ و۷) به دست می‌آید:

$$v^+ = (v_{max\,1}, v_{max\,2}, \cdots, v_{max\,n})$$ رابطه (٦)

$$v^+ = (v_{min\,1}, v_{min\,2}, \cdots, v_{min\,n})$$ رابطه (۷)

٤- مقدار اندازه‌های جدایی با استفاده از فاصله اقلیدسی m بعدی با رابطه (۸ و۹) تعیین می‌شود:

$$S_i^+ = \left[\sum_{j=1}^{n}(v_{ij}) - v_j^+)^2\right]^{0/5}$$ رابطه (۸)

$$S_i^- = \left[\sum_{j=1}^{n}(v_{ij}) - v_j^-)^2\right]^{0/5}$$ رابطه (۹)

٥- با استفاده از رابطه زیر نزدیکی نسبی به نقطه ایده آل p_i^+ را محاسبه می‌کنیم:

$$p_i^+ = \frac{S_i-}{S_i^+ + S_i-}$$ رابطه (۱۰)

به‌گونه‌ای که $0 < p_i+ < 1$ است. بر این اساس هرانداره به نقطه ایده آل نزدیک باشد به سمت ۱ سوق پیدا می‌کند.

٦- گزینه‌ها را برحسب یک ترتیب نزولی از p_i^+ رتبه‌بندی و گزینه‌ای که با بیشترین اعتبار از p_i^+ همراه باشد به‌عنوان برترین گزینه به دست می‌آید (قدسی پور، ۱۳۸٤).

روشANP[1]، پیشرفته روش AHP است که گامی نو و اساسی در مشکلات تصمیم‌گیری به شمار می‌رود (Saaty، ۱۹۹٦). برخلاف روش AHP با رابطه سلسله مراتبی بین هدف اصلی، معیارها و گزینه‌ها که مدل کردن بسیاری از مسائل تصمیم‌گیری با این ساختار ممکن نیست در روش ANP از یک ساختمان شبکه‌ای استفاده می‌شود که در آن، معیارهای سطح زیرین نیز می‌تواند در معیارهای سطح بالا و معیارهای همان سطح پایین اثرگذار باشد (Boran & etal, 2007).

مراحل ANP شامل: ۱-ایجاد یک ساختار شبکه‌ای بر طبق رابطه بین معیارها، گزینه‌ها و هدف ۲- مقایسه زوجی ماتریس‌ها با لحاظ کردن هریک از معیارهای اثرگذار ۳- تشکیل ابر ماتریس ٤- انتخاب گزینه برتر (Saaty، ۲۰۰۸). در این مدل هر خوشه و عناصر باهم دارای ارتباط متقابل

[1] --Analytic Network Process

بوده و ارتباط تک تک معیار و خوشه‌ها نسبت به همدیگر بررسی می‌شود و نمره بین ۱ تا ۹ می گیرند و بعد از مراحل وزن دهی و بر حسب نتایج ماتریس‌های وزنی، حدی و غیر وزنی، نمره پایانی هر یک از عناصر مشخص می‌شود. جدول ۱ مقیاس مقایسه‌های دو دویی را نشان می‌دهد.

جدول ۱- مقیاس ۹ کمیتی ساعتی

تعریف	میزان اهمیت
اهمیت برابر	۱
نسبتاً مهم‌تر	۳
مهم‌تر	۵
بسیار مهم‌تر	۷
بی‌نهایت مهم	۹
حالت‌های متوسط	۸،٦،٤،۲

(Guneri & Cengiz, 2009)

در ادامه کار اقدام به تهیه جداول معیار، نحوه اثر و ضوابط استفاده در مکان کشت گل محمدی و امتیازدهی بر معیارها شد که در جدول (۲ و ۳) ارائه شده است.

نتایج و بحث

به‌منظور بررسی تغییرات مکانی هرکدام از پارامترهای مورد تحلیل، چگونگی کشت گیاه گل محمدی ازنظر سنجه‌های اقلیمی بررسی شد و آنگاه با استفاده از روش TOPSIS و پروسه تحلیل شبکه‌ای ANP ماتریس تصمیم‌گیری (جدول ٤ و ٥) تشکیل شد که ستون‌های آن را معیارها یا زیر معیارها و سطرهای آن را گزینه‌ها (ایستگاه‌ها) تشکیل می‌دهد. جدول (٦ و ۷) نیز ماتریس تصمیم موزون ایستگاه‌ها را بر اساس روش ANP و TOPSIS نشان می‌دهد. بعد از تشکیل ماتریس وزن‌دار رتبه‌بندی گزینه‌ها بر اساس بیشترین اهمیت انجام می‌شود.

جدول ۲- معیارها و نحوه اثر درکشت گل محمدی

ردیف	معیار	نحوه اثر و ضوابط
۱	بارش سالیانه مناسب	حداقل ۳۵۰ (mm)
۲	درجه روزرشد مناسب (GDD)	حداقل ۸٦٦ (°C)
۳	بارش فصل رشد مناسب	بین ۱۵۰ تا ۲۰۰ (mm)
٤	میانگین دمای مناسب در زمان رشد گل محمدی	متوسط ۲۰(°C)
٥	میزان ساعت آفتابی مؤثر در زمان رشد گل محمدی	حداقل ٦ ساعت در روز (h/day)
٦	ارتفاع	بین ۲٤۰۰-٦۰۰ (m)

جدول ۳- جدول‌های امتیازدهی بر معیارها

درجه روزرشد	مقدار بارش سالانه	بارش فصل رشد (mm)	ارتفاع(m)	میانگین دما °C	ساعت آفتابی	ارزش وزنی	توصیف قابلیت
۵۰۰-۰	کمتر از ۱۵۰	۵۰-۰	۲۵۰۰-۵۰۰	کمتر از ۱۵ و بیشتر از ۲۵	٦-۰ ساعت	۱	نامناسب
۵۰۰-۷۰۰	۲۰۰-۱۵۰	۱۰۰-۵۰	۱۸۰۰-۷۰۰	۱۷-۱۵	بین ٦ و ۷ ساعت	۳	متوسط
۷۰۰-۱۰۰۰	۲۰۰-۳۰۰	۱۵۰-۱۰۰	۹۰۰۰-۲۰۰۰	۱۹-۱۷	بین ۷ و ۸ ساعت	۵	مناسب
بیش از ۱۰۰۰	بیش از ۳۰۰	بیش از ۱۵۰	۲٤۰۰-٦۰۰	۲۵-۱۹	بیش از ۸ ساعت	۷	بسیار مناسب

جدول ٤- تشکیل ماتریس گزینه‌ها ازلحاظ معیار اصلی برای یکسان‌سازی

معیار / ایستگاه	درجه روزرشد (GDD)	بارش سالانه(mm)	بارش فصل رشد(mm)	میانگین دما(°C)	ساعت آفتابی	ارتفاع(m)
اردبیل	۷	۵	۵	۳	۷	۵
خلخال	۷	۷	۷	۳	۷	۳
پارس‌آباد	۷	۵	۵	۷	۷	۳
مشکین‌شهر	۷	۷	۷	۵	۷	۷

جدول ٥- ماتریس تصمیم‌گیری در ایستگاه‌های موردمطالعه

معیار / ایستگاه	درجه روزرشد (GDD)	مقدار بارش سالانه(mm)	بارش فصل رشد(mm)	میانگین دما(°C)	رطوبت نسبی (٪)	ساعت آفتابی	ارتفاع(m)
اردبیل	۱۷۰۰	۲۹٤	۱۳٤	۱۵/۲	٦۸/۵	۸/۸	۱۳۳۲
خلخال	۲۰۰۰	۳٦٦	۱٦٦	۱۵/۸	۵۸	۱۰	۱۷/۹٦
پارس‌آباد	۳۰۰۰	۲۷۵	۱۳۰	۲۱/۷	۵٦	۸/۱	۳۱/۹
مشکین‌شهر	۲۲۰۰	۳۹۲	۲۲۵	۱۷/٤	۵۸	۸/۳	۱۵٦۸/۵

جدول ٦- ماتریس تصمیم موزون روش ANP

معیار / ایستگاه	درجه روزرشد (GDD)	مقدار بارش سالانه(mm)	بارش فصل رشد(mm)	میانگین دما(°C)	ساعت آفتابی	ارتفاع(m)
اردبیل	۰/۱۷۰	۰/۱۵۵	۰/۱۷۱	۰/۱۱۸	۰/۱۳٦	۰/۱٦۵
خلخال	۰/۱۸۸	۰/۱۸۸	۰/۱۸۸	۰/٦۹	۰/۱۵۰	۰/۱۱۹
پارس‌آباد	۰/۱۵۲	۰/۱۷۱	۰/۱۵۲	۰/۱۰۹	۰/۱۰۹	۰/۱۲۹
مشکین‌شهر	۱	۱	۱	۰/۵۹۷	۰/۷۹۱	۰/۱۸۸

جدول ۷- ماتریس تصمیم نرمالیزه موزون روش TOPSIS

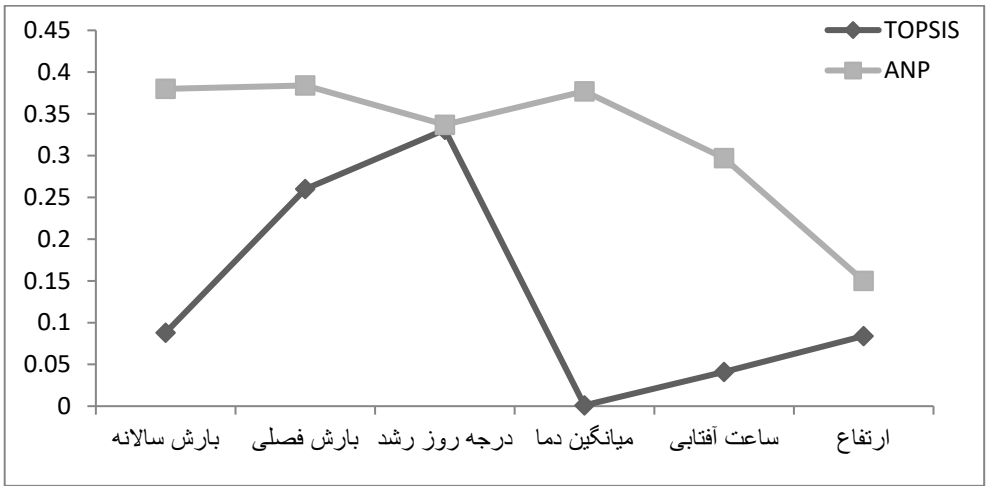
معیار / ایستگاه	درجه روزرشد (GDD)	مقدار بارش سالانه(mm)	بارش فصل رشد(mm)	میانگین دما(°C)	ساعت آفتابی	ارتفاع(m)
اردبیل	۰/۹۳۲	۰/۰۷۸	۰/۲۱۲	۰/۰۰۱	۰/۰٤۱	۰/۱۱۸
خلخال	۰/۱۰۹	۰/۰۹۸	۰/۲٦٤	۰/۰۰۱	۰/۰٤۷	۰/۰٦۱
پارس‌آباد	۰/۱٦٤	۰/۰۷۳	۰/۲۰۷	۰/۰۰۲	۰/۰۳۸	۰/۰۸۵
مشکین‌شهر	۰/۱۲۰	۰/۱۰۵	۰/۳۵۸	۰/۰۰۱	۰/۰۳۹	۰/۱۲۰

نتایج ارائه شده در شکل (۲) وزن نهایی معیارها برای ٦ پارامتر درجه روز رشد، بارش سالانه و فصلی، میانگین دما، ساعت آفتابی و ارتفاع را نشان می‌دهد. در روش TOPSIS پارامتر درجه روز رشد با وزن نهایی ۰/۳۳۱ بیشترین تأثیر و پارامتر میانگین دما با وزن نهایی ۰/۰۰۱ کمترین تأثیر را جهت تعیین نواحی مناسب جهت کاشت گیاه گل محمدی داشته‌اند و در روش ANP پارامترهای بارش فصل رشد و بارش سالانه به ترتیب با وزن نهایی ۰/۳۸٤ و ۰/۳۸۰ بیشترین تأثیر و پارامتر ارتفاع با وزن نهایی ۰/۱۵۰ کم‌ترین تأثیر را بر کشت گل محمدی دارند. بر

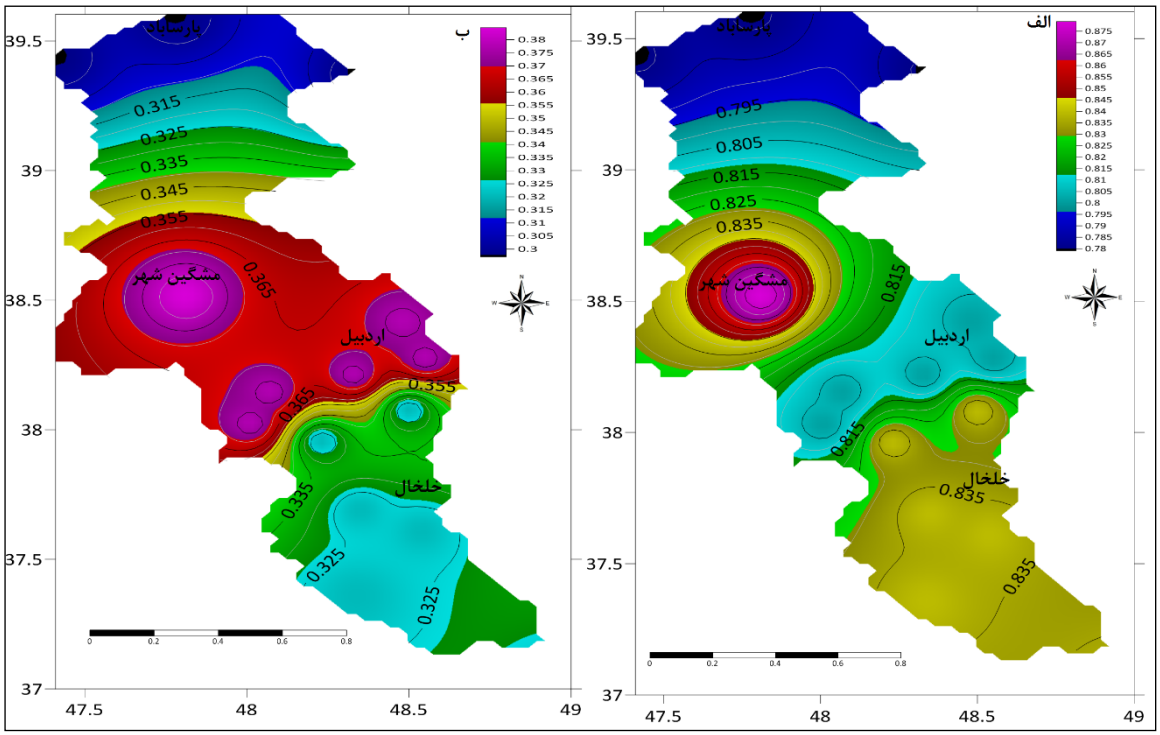
اساس نتایج حاصل از دو روش پارامترهای بارش و درجه روز رشد یک عامل اصلاح‌کننده است که به طور غیرمستقیم بر بسیاری از پروسه‌های رویش و زایش گیاه گل محمدی اثر دارد. هم‌چنین در روش ANP دمای هوا به‌عنوان دومین پارامتر کنترل‌کننده رشد و نمو شناسایی شده است.

پهنه‌بندی و رسم نقشه‌ها بر اساس عناصر اقلیمی در محیط نرم‌افزار SURFER

در این پژوهش پس از وزن دهی به پارامترهای مؤثر برای کشت گل محمدی بر اساس مدل‌های TOPSIS و فرایند تحلیل شبکه‌ای ANP و انجام مدل‌سازی و تحلیل داده‌های اقلیمی به کمک نرم‌افزار Surfer نقشه نهایی درون‌یابی با روش (RBF)برای کشت گل محمدی بر اساس پتانسیل و توانایی‌های اقلیمی تهیه شد. همان‌طور که از شکل ۳ مشخص است در اولویت‌بندی گزینه‌های کشت گل محمدی با استفاده از روش TOPSIS، ترتیب اولویت گزینه‌ها به ترتیب مربوط به ایستگاه مشگین شهر، خلخال، اردبیل و پارساباد است. این بدان معنا است که ایستگاه مشگین شهر برای اعمال راهبردها در خصوص مکان‌یابی مناسب جهت کشت در اولویت قرار دارد و ترتیب قرارگیری ایستگاه‌ها با امتیاز ANP شامل مشگین شهر، خلخال، اردبیل و پارساباد است. به عبارتی بر اساس روش TOPSIS و ANP در شکل (۳- الف و ب) اراضی بدون محدودیت شامل ایستگاه مشگین شهر است که به دلیل داشتن قابلیت‌های اقلیمی خوب، برترین مکان برای کشت می‌باشد و ایستگاه اردبیل و خلخال به ترتیب در روش TOPSIS و ANP دارای محدودیت کم جهت کشت می‌باشند و اراضی این ایستگاه‌ها دارای شرایط نسبتاً ضعیف‌تری نسبت به ایستگاه مشگین شهر است اما کارایی خوبی از آن‌ها می‌توان انتظار داشت. اراضی با محدودیت متوسط در روش TOPSIS شامل ایستگاه اردبیل و در روش ANP ایستگاه خلخال است این ایستگاه‌ها شرایط ضعیف‌تری نسبت به ایستگاه‌های دارای محدودیت کم دارند اما عملکرد نسبتاً مناسبی از آن‌ها می‌توان انتظار داشت. اراضی دارای محدودیت زیاد در هر دو روش ایستگاه پارساباد هست که این ایستگاه با توجه به ارزیابی توانمندی اقلیمی فاقد پتانسیل مناسب و لازم برای کشت گل محمدی می‌باشد.



شکل ۲- وزن نهایی معیارها بر اساس فرایند تحلیل شبکه‌ای ANP و روش TOPSIS



شکل ۳- نقشه نهایی مناطق مستعد برای کشت گل محمدی

نتیجه‌گیری

در ارزیابی قابلیت محل زیست برای کاشت یک محصول، تمامی سنجه‌ها هم‌وزن نیستند. برخی از معیارها به‌عنوان کنشگر اساسی عمل می‌نمایند، یعنی نبودن آن‌ها یا مهیا نشدن شرایط درخور برای آن‌ها، حتی اگر بقیه پارامترها نیز وجود داشته باشند، سبب خواهد شد که گستره مورد پژوهش نامتناسب ارزیابی گردد. به همین سبب جهت تحصیل رتبه‌بندی ارزشمندی معیارهای تصمیم‌گیری در مورد مکان‌های مناسب برای کشاورزی، فاکتورها وزن دهی می‌شوند. پژوهش حاضر در طی دو مرحله انجام گرفته است در مرحله اول با استفاده از ٦ عنصر جوی مؤثر در کشت گل محمدی، روش TOPSIS و ANP استاندارد سازی و تشکیل ماتریس تصمیم رتبه‌بندی بر مبنای این امتیازها جهت تعیین و رتبه‌بندی کشت گل محمدی در ٤ ایستگاه همدید واقع در استان اردبیل انجام شد. این روش‌ها نسبت به سایر روش‌های رایج، قادر هستند عمل رتبه‌بندی را با دقت بیشتری انجام دهند.

درنهایت در مرحله دوم با روش درون‌یابی (RBF) به دلیل خطای کمتر نسبت به سایر روش‌های درون‌یابی (IDW, Kiriging) نقشه پهنه‌های مستعد برای کشت گل محمدی در این ایستگاه‌ها تهیه شد. در این نقشه سطح استان ازنظر پتانسیل کشت به ٤ گروه طبقه‌بندی‌شده است. گروه اول مناطق بسیار مناسب برای کشت می‌باشد که شامل ایستگاه مشگین شهر است و گروه دوم و سوم مناطق مناسب را در برمی‌گیرد که شامل قسمت ایستگاه‌های اردبیل و خلخال است و گروه چهارم ایستگاه پارساباد را دربر می‌گیرد که این نواحی ازنظر کشت دارای شرایط نامناسب هستند. نتایج این پژوهش و تحلیل درمجموع با مطالعات انجام‌گرفته توسط (بهمنی و همکاران، ۱۳۹۳)، (قلیزاده، ۱۳۹۳)، (رزمجو و همکاران، ۱۳۹۵)، (شوکتی امراله، ۱۳۹۵)، (میرمحمد صادقی و همکاران، ۱۳۹۸) و (پورمیدانی و همکاران، ۱٤۰۰) که به امکان سنجی کشت گیاهان دارویی پرداخته و محدودیت‌ها و نواحی مستعد را شناسایی نمودند تا حدودی همسویی دارد.

منابع

1. Bahmani, M., J. Mohammadi, A. Esfandiarpour Borojeni, H.R. Mottaghian and K.A. Saeedi, 2018, investigating the spatial changes of some soil characteristics and the performance of the rose flower (case study of Bardsir city, Kerman province). Water and Soil Journal (Agricultural Sciences and Industries), (1) 33, p. 167-179.
2. Boran, S., Goztepe, K and E. Yavuz, 2007, A study on election of personnel based on performance measurement by using Analytic Network Process (ANP). IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security, 8 (4), p. 333-338.
3. Das, M., V. Jain, and S.K. Makhotra, 2016, Impact of climate change on medicinal and aromatic plants: Review. Indian Journal of Agricultural Sciences, 86(11), p. 1375-1382.
4. Ersan, R and L. Başayiğit, 2022, Ecological modelling of potential Isparta Rosa areas (Rosa damascena Mill.). Industrial Crops and Products, 176.
5. Fallah, S., H. Valizadeh and J. Ebrahimi, 2017, Multimoras MultiMoreRa, Second National Conference on New Achievements in Plant Growth and Plant Breeding, Dec. 9, Faculty of Engineering, Damavand Agriculture, Damavand.
6. Gorji, A., A. Chakespari M. Nikbakht, F. Sefidkon, M. Ghasemi-Varnamkhasti and E. LlobetValero, 2017, Classification of essential oil composition in Rosa damascena Mill. genotypes using an electronic nose, No. 4, pp. 27-34.
7. Qolizadeh, S. 2013, measuring the suitability of land for the cultivation and expansion of the Rosa damascena Mill plant in Tehran province using a decision support system and evaluation of spatial criteria, master's thesis, (supervisor) Bahrami, H.A., Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran.
8. Guneri A.F and M.S. Cengiz 2009, A Fuzzy ANP Approach to Shipyard Location Selection. Department of Industarial Engineering Yildiz Technical University., 34349, Yildiz, Turkey. PP. 7992-7999.
9. Ghaffari, A.A., E. Depao and S.E. Mir Ghasemi, 2012, Agro-Aquilization zonation of the Karkheh catchments basi, No. 1(1), pp. 1-16.
10. Heuze, V and G. Tran, 2019, Ecocrop. FAO, Rome. Italy, Available.
11. Hyderpur, N.O., H. Bahrami, Y. Mansouri and S. Hojjati, 2017, Feasibility study of conservation protection using multi-criteria Topsis method in GIS environment (Case Study: Maroon Basin, Khouzestan Province, Iran). Jornal Iranian Biomedical Engineering, No. 4(48), pp. 539- 551.
12. Jalali Chimeh, b. S., A. Gandomkar, M. Khodaqoli and H. Batoli, 2018, Analysis of the spatial variability of agroclimatic zones for the cultivation of the rose flower under four trajectories of carbon dioxide emission, case study: North of Isfahan. Applied Research Journal of Geographical Sciences, 2 (62), p. 298-281.
13. Karimzadeh, H and M. Mirhosseini, 2009, planting, harvesting and Rosa damascena Mill, Publications: Khorasan Razavi Jihad Organization, pp.9.
14. Mousavi, S.M., S. Neghahban, H. Rakhshani and S.M. Hosseinzadeh, 2016, flood risk assessment and zoning using TOPSIS fuzzy logic in GIS environment (case study: Baghmelk watershed). Journal of Natural Environmental Hazards, 5(10), P. 79 -98.
15. Mousavi Baighi, M and B. Ashraf, 2014, weather and climatology in agriculture, third edition, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, p. 384.
16. Mir Mohammad Sadeghi, S.O., E. Ali Puri and A. Alipour, 2018, investigating the climatic compatibility of areas for the cultivation Rosa damascena Mill using the network analysis method (case study: Isfahan province). Journal of Environment and Water Engineering, 5 (3), p. 275-264.
17. Nastern, M., F. Abolhasani and M. Izadi, 2019, application of TOPSIS technique in analyzing and prioritizing sustainable development of urban areas, case study: urban areas, Isfahan. Environmental Geography and Planning, 21, p. 90 -105.
18. Pal1 P.K and E.D. Singh, 2013, Understanding crop ecology and agronomy of Rosa damascena Mill. For higher productivity. Australian Journal of Crop Science, No. 7(2), pp. 196-205.
19. Qodsipour, S.H., 2009, Analysis Hierarchy (AHP), 8th edition, Amirkabir University of Technology, Tehran.
20. Pour Meiydani, A., H. Tavakli Neko and M. Qomqami, 2021, Zoning of cultivation of four medicinal species in the level of the plains of the Namak lake catchment area based on climatic and hydrological indicators. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 36 (2), p. 177-162.
21. Razmjo, M., F. Shahbazi, A.A. Jafarzadeh and M. Moghaddam Vahd, 1395, Placement of susceptible zones of Rosa damascena Mill cultivation (Case study: Sarab Seed and Plant

Production Plant). Danesh Aboukhak Journal, No. 1\1(26), pp. 197-212.
22. Russo, M., D. Serra, F. Suraci, R. Di Sanzo, S. Fuda and S. Postorino, 2014, The potential of e-nose aroma profiling for identifying the geographical origin of licorice (Glycyrrhiza glabra L.) roots. Food Chemistry, No. 165, pp. 474- 467.
23. Saaty, TL. 1996, Decision Making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process. RWS Publications. Pittsburgh.
24. Saaty, TL. 2008, Decision making with the analytic hierarchy process. Services Sciences, 1(1), p. 83-98.
25. Sobhani, B., V. Safarian Zangir and Z. Ghasemabadi, 2018, investigation of climatic conditions of Moghan plain for cotton cultivation by ANP method. Climatology Research Journal, 10 (37), p. 111-122.
26. Shokati Amrollah, B, 1395, Feasibility study on the cultivation of some medicinal plants based on multi-criteria analyzes and spatial decision-making systems of GIS in East Azarbaijan province, Ph.D., Agro-ecology, Asghari Pour, Mohammad Reza (Supervisor), Ghanbari, Ahmad, Feizi Zadeh, Bakhtiar (Consultant), Faculty of Agriculture, Zabol University, Zabol.
27. Tavanpour, N and A.A. Ghaemi, 1395, Fars province zoning for autumn rainfed wheat cultivation based on precipitation parameter and morphological factors. Irrigation and drainage journal of Iran, No. 4(10), pp. 544-555.
28. Younis, A., A. Riaz, and A. Khan, 2009, Effect of Time of Growing Season and Time of Day for Flower Harvest on Flower Yield and Essential Oil Quality and Quantity of Four Rosa Cultivars. Floriculture and ornamental Biotechnology.
29. Yucel, C.A., A. Atilgan, C. Tanriverdi and H. Öz, 2018, Analysis of Changes in Growing Degree-day Values by Altitude: Oil Rose (Rosa Damascena Mill.). Scientific Papers. Series B, Horticulture, 62, p. 551-558.
30. Zhang, B., Y. Huang, Q. Zhang, X. Liu, F. Li and K. Chen, 2014, Fragrance discrimination of Chinese Cymbidium species and cultivars using an electronic nose. Scientia Horticulturae, No. 172, pp. 271-277.