

مناسب‌ترین مناطق کشت گیاه زعفران به کمک فرآیند

تحلیل شبکه‌ای در استان اصفهان

امید میرمحمدصادقی^۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۷/۰۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۳/۳۰

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 کشت‌وکار این گیاهان در سرتاسر دنیا روزبه‌روز افزایش یابد و با توجه به شرایط اقلیمی و جغرافیایی کشور ایران، توسعه کشت این گیاهان به‌ویژه در نواحی خشک و نیمه‌خشک اهمیت دو چندان پیدا کرده است. گیاه زعفران یکی از این گیاهان است که در صنایع دارویی، درمانی، فرآورده‌های بهداشتی و آرایشی و صنایع غذایی استفاده می‌شود و ارزش اقتصادی بسیار بالایی دارد. بنابراین در پژوهش حاضر معیارهای اقلیمی شامل بارش، درجه حرارت و تبخیر، معیارهای توپوگرافی و اجتماعی- اقتصادی به‌عنوان معیارهای مؤثر در کشت گیاه زعفران انتخاب شده‌اند و به کمک فرآیند تحلیل شبکه‌ای وزن‌دهی شده و سپس از سامانه اطلاعات جغرافیایی برای رقوم‌سازی و تلفیق لایه‌ها استفاده شده است. پس از تشکیل پایگاه اطلاعات فضایی منطقه، اطلاعات توصیفی نقشه‌ها به آن‌ها اضافه گردید، هم‌پوشانی وزنی در محیط GIS صورت گرفت و در نهایت پهنه‌بندی مناطق مستعد کشت زعفران انجام شد. نتایج نشان داده است که سه عامل میانگین بارش، میانگین دمای سالیانه و ارتفاع، با وزن‌های ۰.۳۰۶، ۰.۲۱۶ و ۰.۱۰۴ بیشترین تأثیر و پارامتر ساعت آفتابی با وزن ۰.۰۵۲ کمترین تأثیر را بر کمیت و کیفیت گیاه زعفران داشته‌اند. همچنین بر اساس نقشه پهنه‌بندی، شهرستان‌های گلپایگان، خوانسار، میمه و نجف‌آباد بیشترین مناطق مستعد کشت این گیاه را در خود جای داده‌اند.

کلمات کلیدی: پهنه‌بندی، تحلیل شبکه‌ای، سامانه اطلاعات جغرافیایی، زعفران.

^۱ کارشناسی ارشد، گروه مهندسی آب، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران، Osadeghi10@gmail.com (نویسنده مسئول)

مقدمه

ادبیات و مبانی نظری

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 (کشفی‌بناب، ۱۳۸۹: ۷۸-۶۷). به عبارتی دیگر باید با توجه به تنوع اقلیمی و شرایط محیطی هر منطقه محصولاتی برای کشت انتخاب شود که توسعه اقتصادی آن را در پی داشته باشد (Piri, et al, 2018: 18- 25). اهمیت این موضوع سبب شده است تا محققان و متخصصان علوم محیطی توجه ویژه‌ای به آمایش سرزمین داشته باشند و در این زمینه منابع اکولوژیکی زمین را با روش‌های مناسب مورد شناسایی قرار داده و برای استفاده از امکانات موجود، راه‌حل‌های بهتری ارائه نمایند (اشرفی و همکاران، ۱۳۹۲: ۸۶-۶۷).

ارزش بارز اقتصادی و درمانی، تقاضای بازار و سطح فرآوری بالای گیاهان دارویی باعث شده است تا کشت و کار این گیاهان در سرتاسر دنیا روز به روز افزایش یابد (Rhebergen, et al, 2016: 1- 14). 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 (توسن و همکاران، ۱۳۹۳: ۱۲-۱). زعفران به‌عنوان گران‌ترین محصول کشاورزی و دارویی جهان جایگاه ویژه‌ای در بین محصولات صنعتی و صادراتی کشورهای تولیدکننده آن دارد. در حال حاضر ایران بزرگترین تولیدکننده و صادرکننده زعفران در جهان است و بیش از ۹۵ درصد تولید جهانی این محصول گرانبها به ایران اختصاص دارد (Wali, et al, 2015: 18-29). نیاز آبی کم و درآمد بالا، از جمله مهم‌ترین دلایل غالب بودن کشت زعفران در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور بوده به‌طوری که اقتصاد خانوارهای واقع در

¹ Medical Plants² Crocus Sativus

این مناطق را به خود وابسته کرده است. بر این اساس شناسایی قابلیت‌ها و توانمندی‌های سرزمین قبل از بارگذاری فعالیت‌های گوناگون بسیار حائز اهمیت می‌باشد (بشیری و سالاری، ۱۳۹۵: ۱۶۷-۱۵۵).

پیشینه

با توجه به ارزش دارویی و اقتصادی گیاهان دارویی، بیشتر پژوهش‌های صورت گرفته از منظر دارویی به مطالعه این گیاهان پرداخته و در برخی از مطالعات نیز شرایط کشت این گیاهان در مناطق مختلف کشور مورد بررسی قرار گرفته است. تعدادی از مطالعات به اثرات تنش خشکی و شوری بر روی این گیاهان متمرکز شده است و برخی از مطالعات نیز به ارائه برنامه‌های تحقیقاتی و عملیاتی جهت کشت این گیاهان پرداخته‌اند. پاره‌ای از مطالعات صورت گرفته، به مکان‌یابی مناطق مستعد کشت گیاهان دارویی اختصاص یافته است. جعفری‌گلو و مبارکی تناسب اراضی استان قزوین را برای کشت زعفران بر اساس روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره مورد ارزیابی قرار دادند. فرآیند تحقیق شامل گردآوری اطلاعات، محاسبات و تحلیل‌های آماری، ورود اطلاعات به GIS، خوشه‌بندی و ارزش‌گذاری معیارها، مدل‌سازی فضایی و تلفیق اطلاعات بوده است. نتایج تحقیق نشان‌دهنده کارایی روش تحلیل سلسله‌مراتبی در سنجش قابلیت اراضی برای کشت زعفران بوده و بر اساس آن استان قزوین به سه بخش مناسب، نسبتاً مناسب و نامناسب تقسیم شده است (جعفری‌گلو و مبارکی، ۱۳۸۷: ۱۱۹-۱۰۱). توسن و همکاران ارزیابی عملکرد و شناسایی مناطق مستعد کشت زعفران در استان خراسان رضوی را بر اساس شاخص‌های دمایی و به روش رگرسیون خطی و رگرسیون گام به گام مورد ارزیابی قرار دادند. بر همین اساس پارامترهای دمای استان خراسان رضوی در یک دوره ۲۰ ساله جمع‌آوری شد و با استفاده از نرم‌افزار SPSS روابط رگرسیونی برآورد گردید. نتایج نشان داده است که مناطق جنوبی از جمله گناباد دارای بهترین موقعیت از لحاظ پارامترهای مورد بررسی می‌باشد. همچنین بیش از ۷۰ درصد تغییرات عملکرد گیاه زعفران

متناسب با تغییرات پارامتر دما بوده که بیانگر اهمیت این عامل محیطی در فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاهان دارویی است (توسن و همکاران، ۱۳۹۳: ۸).

مدلی برای پهنه‌بندی مناطق مستعد کشت زعفران در کشور افغانستان به کمک روش تحلیل سلسله‌مراتبی و سامانه اطلاعات جغرافیایی ارائه شد. درخت تصمیم‌گیری شامل معیارهای فیزیکی، اقتصادی و اجتماعی بوده است و ۳۰ زیرمعیار نیز از طریق برداشت‌های زمینی، مصاحبه با خبرگان و متخصصین و همچنین بررسی منابع موجود انتخاب شده‌اند. نتایج به‌خصوص در استان خوست^۱ نشان داده است که فقط ۱۵ درصد این استان مناسب برای کشت زعفران است که همین میزان نیز می‌تواند جایگزین گیاه خشخاش^۲ شود. همچنین از میان ۳ معیار مورد بررسی، معیار فیزیکی شامل مؤلفه‌های بارش، بافت خاک، مواد آلی، آبیاری و شیب بیشترین وزن را به‌خود اختصاص داده است (Wali, et al, 2015: 18). اشرفی و همکاران مکان‌های مناسب برای کشت گیاه زعفران را در شهرستان اردبیل با استفاده از MCDM و GIS مورد بررسی قرار دادند. پارامترهای دمای حداقل، حداکثر و میانگین، بارش، ارتفاع، تبخیر، ساعات آفتابی، جهت جغرافیایی، pH، شیب و کاربری اراضی به‌عنوان معیارهای تأثیرگذار بر کشت این گیاه انتخاب شده و به کمک روش AHP وزن‌دهی شده‌اند. نتایج نشان داده است که ۲۰ درصد مساحت این شهرستان شرایط بسیار مساعد، ۲۷ درصد شرایط مساعد، ۲۹ درصد شرایط متوسط و ۲۴ درصد مساحت شرایط نامساعدی برای کشت این گیاه دارند. از میان معیارهای مختلف نیز دو پارامتر دمای حداقل و حداکثر بیشترین وزن را به‌خود اختصاص داده‌اند (Ashrafi, et al, 2017: 155).

اهداف تحقیق

هدف اصلی

- تعیین مناسب‌ترین مناطق برای کشت گیاه زعفران با استفاده از روش تحلیل شبکه‌ای

اهداف فرعی

¹ Khost

² Opium

- شناسایی معیارهای مؤثر بر کارایی کشت گیاه زعفران در مناطق خشک و نیمه‌خشک
- وزن‌دهی و رتبه‌بندی معیارهای مؤثر بر کارایی کشت گیاه زعفران و تعیین اهمیت نسبی هریک

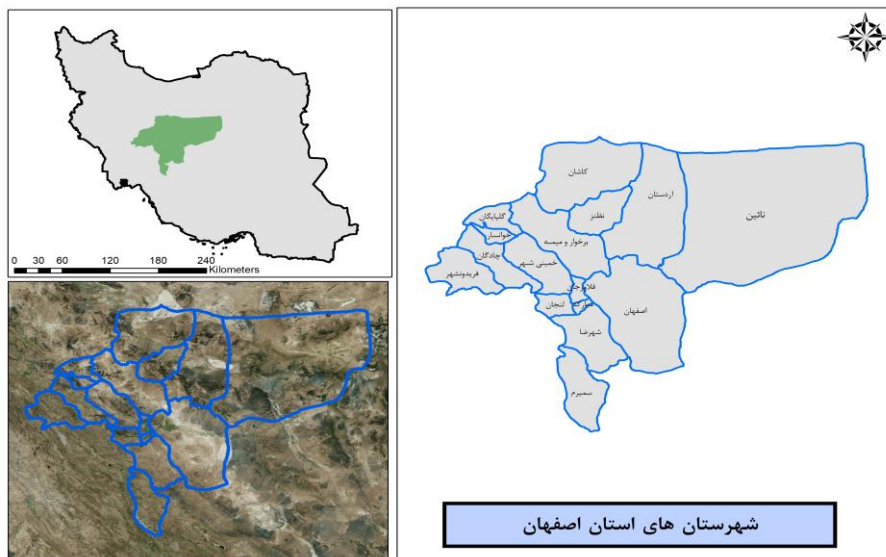
- شناسایی ویژگی‌های زمانی - مکانی کاشت گیاه زعفران
- تطبیق ویژگی‌های گیاه زعفران با مکان‌های مستعد کشت

روش تحقیق

روش تحقیق در پژوهش حاضر شامل چهار بخش است که در ادامه هر یک به تفکیک آورده شده است.

محدوده مورد مطالعه

استان اصفهان با مساحت ۱۰۷۰۴۵ کیلومتر مربع بین ۳۰ درجه و ۴۲ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۲۷ دقیقه عرض شمالی و ۴۹ درجه و ۳۸ دقیقه تا ۵۵ درجه و ۳۲ دقیقه طول شرقی در بخش مرکزی ایران واقع شده است. استان اصفهان از شمال به استان‌های مرکزی، قم و سمنان، از جنوب به استان‌های فارس و کهگیلویه و بویراحمد، از شرق به استان‌های یزد و خراسان و از غرب به استان‌های لرستان و چهارمحال و بختیاری محدود می‌شود. شکل شماره ۱، موقعیت استان اصفهان و شهرستان‌های آن را به تفکیک نشان داده است.



شکل شماره ۱. استان اصفهان و شهرستان‌های آن

فرآیند تحلیل شبکه‌ای

فرآیند تحلیل شبکه‌ای^۱ یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چند متغیره است که توسط Saaty (1980) پیشنهاد و سپس توسط Saaty (1999) توسعه داده شد. تفاوت بین یک ساختار سلسله‌مراتبی^۲ و ساختار شبکه‌ای در این است که فرآیند تحلیل شبکه‌ای هر موضوع و مسئله‌ای را به مثابه شبکه‌ای از معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌ها که با یکدیگر در خوشه‌هایی جمع شده‌اند، در نظر می‌گیرد. تمامی عناصر در یک شبکه می‌توانند به هر شکل دارای ارتباط با یکدیگر باشند. به عبارت دیگر در یک شبکه، بازخورد و ارتباط متقابل بین و میان خوشه‌ها امکان‌پذیر است. بنابراین ANP را می‌توان متشکل از دو قسمت دانست: سلسله‌مراتب کنترل و ارتباط شبکه‌ای. سلسله‌مراتب کنترل ارتباط بین هدف، معیارها و زیرمعیارها را شامل شده و بر ارتباط برونی سیستم تأثیرگذار است و ارتباط شبکه‌ای وابستگی بین عناصر و خوشه‌ها را شامل می‌شود. این قابلیت فرآیند تحلیل شبکه‌ای امکان در نظر گرفتن وابستگی‌های متقابل بین

¹ Analytical Network Process

² Analytical Hierarchy Process

عناصر را فراهم آورده و در نتیجه نگرش دقیقی به مسائل خواهد داشت (Saaty, 1999: 44-56). گام‌های این روش عبارت‌اند از:

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 به خود در سطح بالاتر به صورت زوجی مقایسه شده و ماتریس‌های مقایسات زوجی تشکیل می‌شوند.

در این قسمت بردار اهمیت داخلی^۱ محاسبه می‌شود که نشانگر اهمیت نسبی عناصر یا خوشه‌ها است که از طریق رابطه زیر به دست می‌آید.

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

که در آن λ_{\max} بزرگترین مقدار ویژه ماتریس مقایسه دودویی معیارهای 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 وزن معیارها استفاده می‌شود. محاسبه نرخ ناسازگاری^۲: این شاخص مطابق رابطه زیر محاسبه می‌شود:

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

- تشکیل سوپر ماتریس اولیه
- ایجاد سوپر ماتریس موزون
- ایجاد سوپر ماتریس حدی (Saaty, 1999: 44-56).

¹ Local Priority Vector

² Consistency Ratio

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 تهمی شهرستان‌های استان اصفهان شوند.

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 جمع‌آوری شده و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. به‌روزترین نقشه راه‌های دسترسی استان، اطلاعات کلی را جمع به گیاهان دارویی هر شهرستان، سطح زیر کشت، نیاز آبی و نوع آبیاری آن‌ها و نیز نقشه رقوم ارتفاعی کشور به ترتیب از اداره کل راه و شهرسازی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی و سازمان نقشه‌برداری کشور دریافت شده است. در مرحله بعدی پرسشنامه‌ای بر اساس مدل (Saaty (1999) با ۴۷ 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.

شرایط کشت زعفران

زعفران گیاهی است نیمه گرمسیری که می‌تواند در طیف گسترده‌ای از شرایط آب‌وهوایی که دارای زمستان‌های ملایم و تابستان گرم و خشک باشد، به‌خوبی رشد نماید، اما عرض‌های جغرافیایی ۳۲ تا ۳۶ درجه شمالی و در ارتفاعات ۱۳۰۰ تا ۲۳۰۰ متری (ارتفاع ۱۷۰۰ متر مناسب‌ترین ارتفاع) از سطح دریا و آب و هوای معتدل و مرطوب، بهترین شرایط کشت این گیاه است (انصاف و همکاران، ۱۳۹۴: ۱۱۹-۱۰۷). ارتفاعات ۸۰۰ تا ۱۳۰۰ نیز برای کشت این محصول مناسب هستند، اما عملکرد محصول نسبت به ارتفاعات بالاتر، کاهش می‌یابد. دمای پایین روی گل‌دهی زعفران مؤثر بوده و برای ظهور گل‌ها بهترین و مطلوب‌ترین دما بین ۹ تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد گزارش شده است. تغییرات دمای ماهانه و اختلاف درجه حرارت روز و شب مهم‌ترین عامل تنظیم گل‌دهی این گیاه می‌باشد. این گیاه در مناطقی که میزان بارش ۹۰ تا ۱۷۵ میلی‌متر در سال است کشت می‌شود، اما میزان فرآورده‌های آن متناسب با میزان بارندگی و تبخیر سالانه کاهش یا افزایش می‌یابد (علوی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۲: ۹۵-۷۱).

مقاومت زعفران در مقابل سرما زیاد است و لیکن چون دوران رشد آن مصادف با پائیز و زمستان و اوایل بهار است طبعاً در این زمان به هوای مناسب و معتدلی نیاز دارد. در دوره خواب یا استراحت گیاه (تابستان) بارندگی یا آبیاری برای آن مضر است، بنابراین کشت و کار آن در مناطق پر بارش مر سوم نیست (Wali, et al, 2015: 18). اراضی آفتاب‌گیر جنوبی و بدون درخت که ضمناً در معرض بادهای سرد نیز نباشد برای رشد زعفران مناسب است (رشید سرخ‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۴: ۲۳۶-۲۲۵).

تجزیه و تحلیل

در جدول شماره ۱ وزن نهایی هر معیار، طبقات هر معیار و وزن نهایی آن‌ها برای کشت گیاه زعفران در استان اصفهان ارائه شده است.

بر اساس نتایج ارائه شده در جدول شماره ۱، سه پارامتر بارش، میانگین د های سالیانه و ارتفاع با وزن های نهایی به ترتیب ۰.۳۰۶، ۰.۲۱۶ و ۰.۱۰۴ بیشترین تأثیر و پارامتر ساعت آفتابی با وزن نهایی ۰.۰۵۲ کمترین تأثیر را بر تعیین مناطق مناسب جهت کشت گیاه زعفران داشته اند. در میان طبقات بارش، طبقه بارندگی بین ۱۵۰-۲۰۰ میلی متر در سال بیشترین تأثیر را بر کیفیت و رشد گیاه زعفران داشته است. طبقه دمایی ۱۴-۱۰ درجه سانتی گراد که مطابق با فصل رشد و گل دهی گیاه زعفران است، بیشترین وزن را در میان طبقات به خود اختصاص داده است. در میان پارامترهای اصلی تأثیرگذار، ارتفاع عاملی است که می تواند بر میزان اسانس و مواد مؤثره گیاهان تأثیر وافر داشته باشد. از همین روی طبقه ارتفاعی ۲۰۰۰-۱۵۰۰ متر، بیشترین تأثیر را بر کیفیت مواد مؤثره و رشد گیاه زعفران 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 بوده اند. چهارمین عامل تأثیرگذار در میان پارامترها، عامل اجتماعی - اقتصادی جمعیت و شعاع تأثیر جمعیتی است که با توجه به ارزش بسیار بالای اقتصادی گیاه زعفران، ایجاد فرصت های شغلی مناسب، استفاده بهینه از اراضی و باغات کشاورزی و مزیت نسبی آشکار آن برای اقشار کم درآمد و متوسط در نظر گرفته شده است. کشت این گیاه می تواند موجب تغییرات اجتماعی و تحرک اقتصاد روستاها شده و منبع درآمد مطلوبی برای اقشار فقیر و ضعیف روستایی باشد. بنابراین گرچه عوامل اقلیمی و توپوگرافی بیشترین تأثیر را در گسترش الگوی کشت زعفران داشته اند؛ اما کشت این گیاه می تواند اثرات اقتصادی - اجتماعی مؤثری بر رونق شهرها و روستاها داشته باشد.

جدول شماره ۱. وزن نهایی معیارها و زیرمعیارهای مؤثر بر رشد گیاه زعفران

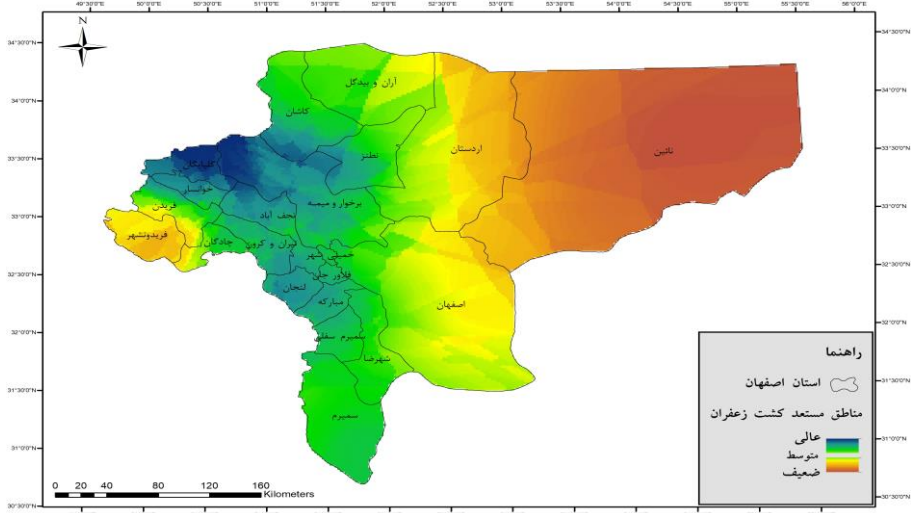
معیار	وزن نهایی	طبقه بندی معیار	وزن نهایی طبقه	درصد پوشش
بارش سالیانه (میلی متر)	۰.۳۰۶	۱۵۰-۲۰۰	۰.۱۶۷	۲۳
		۲۰۰-۳۰۰	۰.۰۷۱	۲۰
		۳۰۰<	۰.۰۴۲	۷
میانگین دمای سالانه	۰.۲۱۶	۱۰>	۰.۰۱۳	۲
		۱۰-۱۴	۰.۱۳	۸

۵۰	۰.۰۴۹	۱۴-۱۸	(درجه سانتی‌گراد)
۴۰	۰.۰۲۴	۱۸<	

۱۵	۰.۰۰۸	۱۰۰۰>		
۱۵	۰.۰۲۷	۱۰۰۰-۱۵۰۰	۰.۱۰۴	ارتفاع
۲۴	۰.۰۵۶	۱۵۰۰-۲۰۰۰		(متر)
۴۰	۰.۰۰۹	۲۰۰۰-۳۰۰۰		
۶	۰.۰۰۴	۳۰۰۰<		
۸	۰.۰۰۳	۴۰۰۰>		
۱۳	۰.۰۰۶	۴۰۰۰-۱۰۰۰۰	۰.۱۱۱	جمعیت
۳۹	۰.۰۱۳	۱۰۰۰۰-۱۰۰۰۰۰		(نفر)
۲۴	۰.۰۳۲	-۱۰۰۰۰۰۰		
۱۶	۰.۰۵۷	۱۰۰۰۰۰۰< ^۱		
۶	۰.۰۰۴	۱۶۰۰>		
۱۰	۰.۰۰۹	۱۶۰۰-۲۰۰۰	۰.۰۸۳	تبخیر
۳۴	۰.۰۴۱	۲۰۰۰-۲۵۰۰		(میلی متر)
۲۸	۰.۰۱۷	۲۵۰۰-۳۰۰۰		
۲۲	۰.۰۱۰	۳۰۰۰<		
۹	۰.۰۰۵	۳>		
۱۱	۰.۰۱۷	۳-۵	۰.۰۷۲	شیب
۴۵	۰.۰۴۳	۵-۷		(درصد)
۳۵	۰.۰۷	۷<		
۳۹	۰.۰۲۹	۵۰>	۰.۰۵۷	نزدیکی به بازار فروش
۴۶	۰.۰۱۸	۵۰-۱۰۰		(کیلومتر)
۱۱	۰.۰۰۹	۱۰۰-۲۰۰		
۴	۰.۰۰۲	۲۰۰<		
۱۳	۰.۰۰۴	۲۹۰۰-۳۰۰۰		
۲۲	۰.۰۰۷	۳۰۰۰-۳۱۰۰	۰.۰۵۲	ساعت آفتابی
۱۹	۰.۰۲۳	۳۱۰۰-۳۲۰۰		
۲۱	۰.۰۱۵	۳۲۰۰-۳۳۰۰		
۲۵	۰.۰۰۳	۳۳۰۰-۳۴۰۰		

^۱ طبقه‌بندی بر اساس جمعیت شهرهای استان (کمترین و بیشترین) جمعیت صورت گرفته است به گونه‌ای که ارزش دسته‌ها نیز حفظ شود؛ در واقع در انتخاب دسته‌ها نیز نرمال‌سازی صورت گرفته است.

در شکل شماره ۳ پهنه‌بندی مناطق مستعد جهت کشت زعفران در استان اصفهان نشان داده شده است. طیف وسیعی از شهرستان‌های استان اصفهان، قابلیت بسیار بالایی برای کشت گیاه زعفران از نقطه‌نظر پارامترهای اقلیمی، توپوگرافی و اجه‌های - اقتصادی دارند. آن‌چنان که مشخص است، بخش شمال غربی استان شامل شهرستان‌های گلپایگان و خوانسار، بخش مرکزی شامل شهرستان‌های نطنز، برخوار- میمه و نجف‌آباد، بخش غربی شامل شهرستان‌های لنجان، تیران و کرون و مبارکه شرایط بسیار خوبی برای کشت زعفران دارند. در این میان شهرستان گلپایگان مناسب‌ترین منطقه جهت کشت گیاه مذکور است. جنوب شرق به سمت شرق استان که میزان بارندگی به زیر ۱۰۰ میلی‌متر در سال افت کرده و میانگین دمای سالانه هوا از ۱۸ درجه سانتی‌گراد نیز عبور می‌کند، ارتفاع تا ۸۰۰ متر کاهش یافته و همچنین جمعیت نیز در بسیاری از مناطق به زیر ۱۰۰۰۰ نفر می‌رسد، ضعیف‌ترین مناطق جهت کشت زعفران در استان اصفهان بوده‌اند.^۱



شکل شماره ۲. مناطق مستعد کشت زعفران در استان اصفهان

^۱ طبقه‌بندی‌ها بر اساس نمرات ۱ تا ۳، ۴ و ۶ بالاتر از ۶ صورت گرفته است.

همچنین نتایج پژوهش حاضر با مطالعات پیشین بررسی شده است. در پژوهش علوی زاده و همکاران (۱۳۹۲) معیار دما، بیشترین و معیار شیب کمترین وزن را در تعیین نواحی مستعد کشت گیاه زعفران داشته‌اند. همچنین در این پژوهش دما به‌عنوان عامل اصلی کنترل‌کننده رشد گیاه زعفران معرفی شده است (علوی زاده و همکاران، ۱۳۹۲: ۹۵-۷۱). در پژوهش والی و همکاران (۲۰۱۵) از میان ۳۰ زیرمعیار مختلف بررسی شده، پارامترهای بارش، بافت خاک، مواد آلی، آبیاری و شیب بیشترین وزن را به خود اختصاص داده‌اند (Wali, et al, 2015: 18-29). همچنین در پژوهش اشرفی و همکاران (۲۰۱۷) نیز از میان معیارهای مختلف، دو پارامتر دمای حداقل و حداکثر بیشترین وزن را به خود اختصاص داده‌اند. بنابراین مقایسه پژوهش‌های پیشین با پژوهش حاضر نشان داده است که پارامترهای دما و بارش مهم‌ترین عوامل کنترل‌کننده کمیت و کیفیت رشد گیاه زعفران بوده و همچنین بر میزان مواد مؤثره این گیاه نیز تأثیر مستقیم دارند (Ashrafi, et al, 2017: 155-169).

نتیجه‌گیری و پیشنهاد

نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر پس از وزن‌دهی به پارامترهای اقلیمی، توپوگرافی و اجتماعی-اقتصادی مؤثر در کشت گیاه زعفران بر اساس فرآیند تحلیل شبکه‌ای^۱ و انجام مدل‌سازی و تجزیه و تحلیل داده‌های فضایی به کمک سامانه اطلاعات جغرافیایی، نقشه پهنه‌های مناسب و مستعد کشت گیاه مذکور در استان اصفهان تهیه گردید.

سه پارامتر بارش سالیانه، میانگین دمای سالیانه و ارتفاع در تعیین پتانسیل‌های کشت گیاه زعفران در مناطق مختلف استان اصفهان تأثیر به‌سزایی داشته‌اند و پارامتر ساعت آفتابی کمترین تأثیر را در تعیین مناطق مناسب جهت کشت گیاه زعفران داشته است. از آنجایی که بارش کیفیت متابولیت‌های ثانویه این گیاه را افزایش داده و درجه حرارت نیز عامل اصلی کنترل‌کننده

^۱ دلیل استفاده از فرآیند تحلیل شبکه‌ای همان‌طور که در متن هم اشاره شده است روابط دوطرفه میان برخی معیارها است که در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی امکان این موضوع وجود ندارد.

رشد کلنی‌های زعفران (وزن خشک ریشه و اندام هوایی) است، این دو عامل اقلیه می‌باشند به‌عنوان مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار شناخته شده است. نتایج حاصل از روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای مشخص نمود که شهرستان‌های گلپایگان، خوانسار، میمه و نجف‌آباد از لحاظ فاکتورهای در نظر گرفته شده برای کشت زعفران شرایط بسیار مطلوبی دارند.^۱

پیشنهاد

در نهایت با تهیه نقشه پهنه‌بندی اراضی مستعد کشت زعفران علاوه بر اینکه استعداد و قابلیت‌های اراضی استان اصفهان مشخص می‌شود، می‌توان مشخص کرد که پارامترهای در نظر گرفته شده برای پهنه‌بندی در چه نقاطی در حد مطلوب هستند و در چه مناطقی دچار ضعف و کمبود از نظر این پارامترها هستند. با توجه به سود خالص حاصل از کشت زعفران در مناطق روستایی و به‌خصوص در نواحی خشک و نیمه‌خشک که کمبود آب، مهم‌ترین عامل محدودکننده کشاورزی است، می‌توان در نقاطی که از لحاظ پارامترهای مورد بررسی مطلوب هستند، مزارع بهینه زعفران ایجاد نمود و برنامه‌ریزی‌های توسعه و جایگزینی این کشت را نیز اصلاح کرد یا ارتقاء بخشید. توسعه کشت این گیاه در تمایل روستائیان به ماندن در روستا و عدم مهاجرت خانوار نقش بسیار پررنگی دارد.

منابع

^۱ تحقیق چندین نوآوری را به‌صورت همزمان مورد بحث قرار داده است: ۱- مکان‌یابی در مقیاس استانی ۲- استفاده از روش تحلیل شبکه‌ای ۳- استفاده از زیرمعیارهای مختلف

اشرفی، علی. مکانیکی، جواد و دهقانی، مرتضی (بهار ۱۳۹۲)، ارزیابی توان های اکولوژیکی و پهنه بندی کشت عناب در استان خراسان جنوبی، مجله آمایش جغرافیایی فضا، سال چهارم، شماره ۳.

انصاف، امین. زاهدی، ب. و علی لو، علی اصغر (تابستان ۱۳۹۴)، ارزیابی سازگاری اکوتیپ های مختلف زعفران زراعی با شرایط آب و هوایی شهرستان مراغه، نشریه زراعت و فناوری زعفران، سال چهاردهم، شماره ۳.

بشیری، مهدی. سالاری، امیر (تابستان ۱۳۹۵)، کاربرد زمین آمار در پهنه بندی مناطق کشت زعفران در سطح استان خراسان رضوی بر اساس پارامترهای اقلیمی، نشریه زراعت و فناوری زعفران، سال پانزدهم، شماره ۷.

توسن، معین. علیزاده، امین. انصاری، حسین. و رضوانی مقدم، پرویز (بهار ۱۳۹۳)، ارزیابی عملکرد و شناسایی مناطق مستعد کشت زعفران در استان خراسان رضوی بر اساس شاخص های دمایی، نشریه زراعت و فناوری زعفران، سال چهاردهم، شماره ۳.

جعفریگللو، منصور و مبارکی، زهرا (زمستان ۱۳۸۷)، سنجش تناسب اراضی استان قزوین برای کشت زعفران بر اساس روش های تصمیم گیری چندمعیاره، نشریه پژوهش های جغرافیای طبیعی، سال دهم، شماره ۶.

رشید سرخ آبادی، مهدیه. شهیدی، علی و خاشعی، عباس (تابستان ۱۳۹۴)، پهنه بندی مکانی کشت زعفران بر اساس عوامل اقلیمی با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی، نشریه بوم شناسی کشاورزی، سال دهم، شماره ۲.

علوی‌زاده، سید امیرمحمد. اسماعیل‌پور، علمی و حسین‌زاده کرهانی، محمود (پاییز ۱۳۹۲)، امکان‌سنجی نواحی مستعد کشت زعفران در دشت کاشمر با استفاده از GIS، نشریه زراعت و فناوری زعفران، سال دوازدهم، شماره ۱.

کشفی‌بناب، علیرضا (زمستان ۱۳۸۹)، مزیت نسبی اقتصادی کشت گیاهان دارویی در ایران و ارزش آن در بازارهای جهانی، نشریه بررسی‌های بازرگانی، سال پنجم، شماره ۴۴.

Ashrafi, Vahid. Mirshekari, Bahram. Dashti, Shahtyar. Khalilvand, Ebrahim. and Farzaneh, Salim (Summer 2017), "Locating ornamental and medicinal saffron cultivation based on AHP in GIS environment in Ardabil Province", Journal of Ornamental Plants. Vol 8, No 3.

Piri, Issa. Moosavi, Mahboobe. Taheri, Ali. Alipur, Hmid. Shojaei, Saeed. and Mousavi, Ali (Winter 2018), "The spatial assessment of suitable areas for medicinal species of Astragalus (*Astragalus hypsogeton* Bunge) using the Analytic Hierarchy Process (AHP) and Geographic Information System (GIS)", The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science. Vol 9, No 8.

Rhebergen, Tiemen. Fairhurst, Thomas. Zingore, Shamie. Fisher, Myles. Oberthur, Thomas. and Whitbread, Anthony (Summer 2016). "Climate, soil and landuse based land suitability evaluation for oil palm production in Ghana", European Journal of Agronomy. Vol 81, No 3.

Saaty, Thomas (Summer 1980), "The analytical hierarchy process: planning, priority setting, resource allocation", New York (NY): McGraw-Hill International Book Co.

Saaty, Thomas (Atumn 1999), "Fundamentals of Analytical Network Process" Proceeding of ISAHP 1999, Kobe, Japan.

Shojaei, Saeed. Alipur, Hamid. Hatefi, Amir. Hashemi Nasab, Negar. and Khosravi, Hassan (Summer 2018), "Locating *Astragalus hypsogeton* Bunge appropriate site using AHP and GIS", Spatial Information Research. Vol 26, No2.

Wali, Emal. Datta, Avishek. Shrestha, Rajendra. and Shrestha, Sangam (Spring 2015), "Development of a land suitability model for saffron (*Crocus sativus* L.) cultivation in Khost Province of Afghanistan using GIS and AHP techniques", *Agronomy and Soil Science*. Vol 62, No 1.