پژوهش‌های جغرافیای طبیعی – شماره۶۶، زمستان ۱۳۸۷

صص ۱۱۹ – ۱۰۱

سنجش تناسب اراضی استان قزوین برای کشت زعفران براساس روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره

منصور جعفربیگلو* – عضو هیات علمی دانشکده جغرافیا دانشگاه تهران

زهرا مبارکی – دانشجوی کارشناس ارشد جغرافیا دانشگاه تهران

پذیرش مقاله: ۱۳۸۵/۱۱/۲۵ تایید نهایی: ۱۳۸۷/۴/۱۲

چکیده

زعفران با ارزش اقتصادی بسیار بالا نقش ویژه‌ای در صادرات غیر نفتی ایران دارد و شناسایی مناطق مستعد کشت آن در سطح کشور، زمینه را برای برنامه‌ریزی‌های لازم در مورد آن فراهم خواهدکرد. با توجه به تاثیر عوامل محیطی گوناگون **برروشد وعملکرد محصول زعفران، فرایند سنجش تناسب اراضی برای کشت آن مستلزم استفاده از اطلاعات جامع و متنوع مکانی و توصیفی است، سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی امکان بهره‌گیری از این نوع داده‌هارا فراهم ساخته و تحلیل فضایی اطلاعات را بر اساس مدل‌های مورد نظر تسهیل نموده‌اند. در این تحقیق با در نظر گرفتن نیازهای اکولوژیک زعفران از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره [1] (MCDM) مبتنی بر روش تحلیل سلسله مراتبی[2] (AHP) استفاده شده است و به کمک محیط نرم‌افزاری Arc\GIS مدل‌سازی و تحلیل فضایی اطلاعات صورت گرفته و براساس آن اراضی استان قزوین از نظر قابلیت کشت زعفران ارزیابی و پهنه‌بندی شده است. فرایند تحقیق شامل مراحل گردآوری اطلاعات، محاسبات و تحلیل‌های آماری، ورود اطلاعات به GIS، خوشه‌بندی و ارزش‌گذاری معیارها، مدل سازی فضایی و تلفیق اطلاعات بوده است. نتیجه تحقیق نشان دهنده کارایی روش تحلیل سلسله مراتبی درسنجش قابلیت اراضی برای کشت زعفران بوده وبراساس آن استان قزوین به سه بخش مناسب، نسبتاً مناسب و نامناسب تقسیم شده است.**

واژه‌های کلیدی: زعفران، مکان‌یابی، مدل سلسله مراتبی، روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره

مقدمه

کشاورزی به عنوان یکی از مهمترین بخش‌های اقتصادی کشور، نقش مهمی در رسیدن به توسعه پایدار بر عهده دارد، توجه به این امر علاوه بر خودکفایی در تولید مواد غذایی و صادرات آن می‌تواند پاسخگوی مسائل ناشی از افزایش جمعیت کشور بوده و به کاهش مهاجرت روستاییان به شهرها منجرشود این مسئله مستلزم استفاده از اصول و روش‌های علمی و شناخت توان‌ها و قابلیت‌های محیطی هر منطقه می‌باشد یعنی با توجه به تنوعات اقلیمی و شرایط محیطی هر منطقه محصولاتی برای کشت انتخاب شود که توسعه اقتصادی آن‌را در پی داشته باشد اهمیت این موضوع سبب شده است تا محققان و متخصصان علوم محیطی توجه ویژه‌ای به آمایش سرزمین داشته

* نویسنده مسئول : ۰۹۱۲۳۸۷۵۵۶۸

E-mail:mjbeglo@ut.ac.ir

[1] - Multi Criteria Decision Making

[2] - Analytical Hierarchy Process

باشند و در این زمینه منابع اکولوژیکی زمین را با روش‌های مناسب مورد شناسایی قرارداده و برای استفاده از امکانات موجود راه بهتری پیشنهاد نمایند با مطالعه عوامل مؤثر در میزان بهره‌وری محصولات، می‌توان برنامه‌ریزی‌ها را با شناختی جامع‌تر انجام داد و متناسب با توان‌های محیط، امکانات بهره‌وری را فراهم نمود. در این راستا محصول زعفران به دلایلی مثل داشتن ارزش اقتصادی بالا و اینکه دوره رویشی و زمان محصول‌دهی آن منطبق بر فصل گرم سال نبوده و متفاوت از سایر محصولات زراعی است دارای اهمیت خاص می باشد. این ویژگی ممتاز سبب می‌شود تا از نظردوره زمانی بکارگیری نیروی انسانی و تخصیص آب زراعی با سایر محصولات تفاوت داشته باشد. بنابراین امکان‌سنجی کشت آن دراستان قزوین که درفصل گرم سال با کمبود نیروی کار و برداشت بی‌رویه از ذخایر آب مواجه است اهمیت زیادی دارد زیرا کشت آن در کنار سایر محصولات در تنظیم فعالیت‌های نیروی کار شاغل در بخش کشاورزی تاثیرداشته وبه کاهش مصرف آب دردوره گرم سال کمک می کند، تحقیقات زیادی در زمینه شرایط کشت زعفران صورت گرفته است که در این مقاله از نتایج آن‌ها در تعیین نیازهای اکولوژیک زعفران استفاده شده است از بین آن‌ها می‌توان به آثار(کافی و همکاران، ۲۰۰۶)، (کافی، ۱۳۸۱)، (امیر قاسمی،۱۳۸۰)، (بهنیا، ۱۳۷۰) و (کوچکی، ۱۳۷۱) اشاره نمود.

مدل‌سازی فضایی از مهمترین راه کارهایی است که می‌تواند با روشی علمی شرایط بهتری را در زمینه سنجش تناسب اراضی برای کشت محصول خاص بوجود آورد باتوجه به اینکه سنجش تناسب اراضی درسطح استان نیاز به لحاظ نمودن عوامل ومعیارهای مختلف دارد لازم است از روش‌های تحلیل چندمعیاره[1] (MCDA) استفاده شود در این زمینه روش‌های مختلفی وجوددارد که در تحقیق حاضر از مدل سلسله مراتبی(AHP) استفاده شده است این روش درایران مورد توجه قرار گرفته و در تحقیقات مختلف از آن استفاده شده است، ازجمله (زبردست، ۱۳۸۰) و(فرجی سبکبار، ۱۳۸۴) روش سلسله مراتبی را به ترتیب در برنامه‌ریزی شهری و مکان‌یابی خدمات بازرگانی مورد استفاده قرار داده و نتایج به دست آمده از آن را مناسب ارزیابی نموده‌اند. در این تحقیق با توجه به این نکته که معیارهای تصمیم‌گیری به صورت متضاد بوده است، از فرایند تحلیل سلسله مراتبی به عنوان مدل در سنجش اراضی استان قزوین جهت کشت زعفران استفاده شده است. برای این منظور ابتدا شرایط کشت زعفران مورد مطالعه قرار گرفته و نیازهای اولیه کشت آن مشخص گردید سپس اطلاعات پایه گردآوری و محاسبات آماری لازم جهت تعمیم اطلاعات نقطه‌ای به نقشه‌های سطحی صورت گرفت پس از عملیات ورود اطلاعات به سیستم GIS لایه‌های اطلاعاتی تکمیلی بر اساس آن‌ها تولید شدند در مرحله بعد به مدل‌سازی فضایی و تلفیق اطلاعات اقدام شد و در نهایت اراضی استان قزوین از نظر پتانسیل کشت زعفران به طبقات مختلف تقسیم شدند. در این تحقیق اهداف زیر مورد نظر بوده است:

۱. شنا سایی و پهنه‌بندی نواحی مستعد کشت زعفران در استان قزوین

۲. استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره(MCDM) در سنجش تناسب اراضی برای کشت زعفران

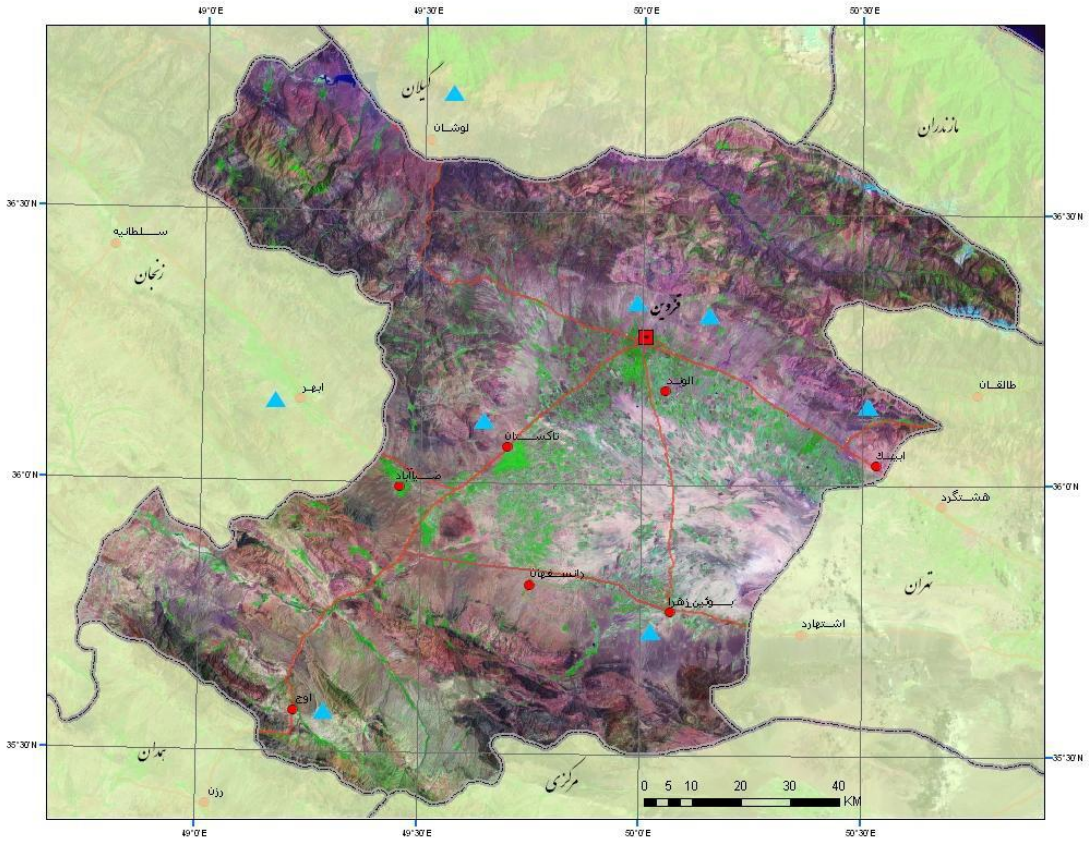
۳. استفاده از نرم‌افزارهای GIS برای تعیین توان اکولوژیک توسعه کشت زعفران.

[1] - Multi-criteria Decision Analysis

مواد وروش‌ها

در این تحقیق ابتدا ویژگی‌های طبیعی استان قزوین مورد مطالعه قرار گرفت که این مطالعات شامل بررسی وضعیت توپوگرافی، شیب، پوشش گیاهی، استعداد خاک‌ها و کاربری اراضی و ویژگی‌های اقلیمی شامل: وضعییت دما، بارش، تابش خورشیدی و رطوبت نسبی می‌باشد. سپس شرایط کشت زعفران مورد مطالعه دقیق قرار گرفته و با مشخص شدن نیازهای اولیه کشت زعفران پتانسیل‌های استان قزوین در زمینه کشت این محصول بررسی شده است.

در این راستا با جمع‌آوری اطلاعات توصیفی و رقومی‌سازی داده‌های مکانی مانند لایه‌های توپوگرافی، پوشش گیاهی، کاربری اراضی ومانند آن و ایجاد فضای توپولوژیک به وسیله نرم افزارهای GIS، بین اطلاعات توصیفی و لایه‌ها رابطه برقرار شد و سپس بر اساس شرایط کشت زعفران معیارها مشخص گردید و با توجه به تنوع اطلاعات روش سلسله مراتبی(AHP) بعنوان مدل برای تحلیل‌های مکانی انتخاب شد و براساس آن به هم‌پوشانی و تجزیه و تحلیل لایه‌ها اقدام شد، برای این هدف از نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی Arc\GIS استفاده گردید.



شکل ۱تصویر ماهواره‌ای استان قزوین ترکیب۲ RV G۴ B سنجنده T M

در این تصویر موقعیت نسبی ایستگاه های سینوپتیک با علامت مثلث مشخص شده است

در انجام این تحقیق از مواد و ابزار زیر جهت ایجاد پایگاه اطلاعات فضایی استفاده شده است:

۱.آمار واطلاعات روزانه ایستگاه‌های سینوپتیک، کلیماتولوژی و باران‌سنجی واقع در محدوده استان قزوین و مناطق همجوار، سازمان هواشناسی کشور(دوره آماری۲۰۰۴- ۱۹۹۴).

۲. مدل رقومی ارتفاع DEM با قدرت تفکیک زمینی ۸۶ متر ، تهیه شده بر اساس داده‌های راداری.

۳. نقشه پوشش زمین(Land cover) استان قزوین که با استفاده از تصاویر سال ۱۹۹۸ سنجنده TM ماهواره لندست تهیه شده و به وسیله تصاویر سال ۲۰۰۲ سنجنده ETM مجدداً باز نگری شده است.

۴. نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح.

۵. نقشه منابع و استعداد خاک‌های ایران با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰۰، مؤسسه تحقیقات خاک و آب.

۶. نرم افزارهای Arc\view و Arc\GIS به منظور رقومی سازی نقشه‌ها و تشکیل پایگاه داده‌های فضایی و مدل‌سازی.

۷. نرم افزارهای آماری Excel و Smada جهت انجام محاسبات آماری و نرم افزار Expert Choice جهت انجام محاسبات ریاضی.

نیازهای اکولوژیک زعفران

زعفران با نام علمی Crocus sativus از خانواده زنبقیان[1] گیاهی علفی، چند ساله[2]، بدون ساقه وپیاز دار است (راشد محصل ۱۳۶۷) این گیاه دارای ریشه‌های افشان بوده که از قاعده پیاز می‌رویند. پیاز یا بنه زعفران تعداد شش تا نه برگ باریک از نوع چمنی و تعدادی گل تولید می‌نماید. گل زعفران که از نظر اقتصادی و تجاری مهمترین قسمت آن به حساب می‌آید[3] اولین اندامی است که در شروع رشد این گیاه ظاهر می‌شود. مراحل رشد زعفران بر اساس اندام هوایی آن به سه مرحله تقسیم شده است(کافی ۱۳۸۱) که هر مرحله شرایط اقلیمی خاصی نیاز دارد.

الف) مرحله رشد زایشی[4]: در این مرحله که معمولاً پانزده تا بیست و پنج روز طول می‌کشد گل زعفران ظاهر شد، و زمان برداشت محصول نیز به حساب می‌آید البته از نظر فیزیولوژیکی رشد زایشی مدت‌ها قبل از ظهور گل شروع می‌شود(کافی ۱۳۸۱) این مرحله همراه با سرد شدن هوا و تغییرات دمای روزانه در پاییز و معمولاً با افت دما به زیر ۱۵ درجه سانتیگراد شروع می‌شود عامل محرک شروع این مرحله آبیاری مزرعه زعفران ویا وقوع بارندگی دو هفته قبل از افت دما به زیر ۱۵ درجه سانتی‌گراد است. مطلوب‌ترین دما برای تمایز گل‌ها در این مرحله ۹ تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد(وب. سحرخیز، ۱۳۸۵). در این دوره دمای شب از ده درجه سانتی‌گراد و دمای روز از ۲۲ درجه سانتی‌گراد نباید تجاوز نماید(نوکندی ۱۳۷۸) همچنین افت دما به زیر ۵ درجه سانتی‌گراد

---

[1] - Iridaceous

۲- پنج تا هفت ساله

۳- در هر گل سه کلاله همراه با خامه پس از خشک کردن زعفران تجارتی را تشکیل می‌دهد.

[4] - Generative phase

باعث کاهش محصول و وقوع یخبندان باعث از بین رفتن آن می‌گردد، بنابراین محاسبه احتمال وقوع یخبندان در دوره گل دهی اهمیت زیادی دارد.

ب) مرحله رویشی[1]: این مرحله بلافاصله پس از ظهور گل شروع می‌شود. شروع و خاتمه آن با توجه به وضعیت اقلیمی مناطق متفاوت بوده و در منطقه خراسان این مرحله از اواخر آبان شروع و تا اواخر اردیبهشت ادامه می‌یابد و طول آن حداقل شش ماه است در این مرحله برگ‌ها ذخایر لازم برای تغذیه بنه را از طریق فتوسنتز فراهم می‌کنند. حداقل دمای قابل تحمل برای گیاه در این دوره ۱۸- تا ۲۲- درجه سانتی‌گراد بوده (کافی، کوچکی و سایرین ۲۰۰۶، ۴۰) و این مرحله به آبیاری یا بارندگی نیاز دارد.

ج) مرحله رکود[2]: این مرحله منطبق بر فصل گرم سال بوده و به عملیات زراعی خاصی نیاز ندارد طول این مرحله حدود پنج ماه است که با زرد شدن برگ‌ها در بهار شروع شده و تا انجام اولین آبیاری در فصل پاییز ادامه می‌یابد. حداکثر دمای قابل تحمل برای گیاه در این دوره ۴۰ درجه سانتی‌گراد ذکر شده است(وب. سحرخیز، ۱۳۸۵). از نظر اقلیمی زعفران بیشترین تطابق را با الگوی بارندگی مدیترانه‌ای با میزان بارش ۴۰۰-۳۰۰ میلیمتر و زمستان‌های پوشیده از برف دارد. این گیاه در طول مراحل زایشی و رویشی احتیاج به آبیاری داشته ولی در طول مرحله رکود نیاز به آبیاری ندارد بنابراین در اغلب مناطق زراعی استان آب کافی برای کشت این محصول وجود دارد.

زعفران در خاک‌های سبک با ترکیبی از شن و رس و خاک‌های دارای ساختمان متوسط و کم و بیش نرم با نفوذ پذیری خوب(کافی ۲۰۰۶، ص۴۲) و خاک‌های حاوی کلسیم یا آهک‌دار که PH آن‌ها بین ۸ -۷ بوده و دارای میزان مناسب مواد آلی باشند، بهتر به عمل می‌آید. خاک‌های اسیدی و اراضی فاقد زهکشی برای این گیاه نامناسب بوده و در خاک‌های بسیار غنی نیز به علت غلبه رشد رویشی بر رشد زایشی محصول مناسبی نمی‌دهد. از نظر توپوگرافی زمین‌های با شیب کمتر از ۸٪ و در ایران سطوح ارتفاعی بین ۱۳۰۰ تا ۲۳۰۰ متر برای کشت این محصول مناسب‌تر است(وب، سحر خیز، ۱۳۸۵).

مدل تحلیل سلسله مراتبی

فرایند تحلیل سلسله مراتبی AHP یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است زیرا این تکنیک امکان فرموله کردن مسئله را بصورت سلسله مراتبی فراهم می‌کند و همچنین امکان در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی را در مسئله دارد این فرایند گزینه‌های مختلف را در تصمیم‌گیری دخالت داده و امکان تحلیل حساسیت روی معیارها و زیرمعیارها را دارد(قدسی پور،۱۳۸۴). یکی از مزایای مهم این تکنیک آشکارسازی میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم‌گیری می‌باشد. این روش که برمبنای

[1] - Vegetative phase
[2] - Dormant phase

ارزیابی چند معیاری پایه‌گذاری شده است ابتدا در سال ۱۹۸۰ به وسیله توماس ال ساعتی[1] پیشنهاد گردید و تاکنون کاربردهای متعددی در علوم مختلف داشته است.

فرایند تحلیل سلسله مراتبی با شناسایی و اولویت‌بندی عناصر تصمیم‌گیری شروع می‌شود. این عناصر شامل: هدف‌ها، معیارها یا مشخصه‌ها و گزینه‌های احتمالی می‌شود که در اولویت‌بندی به کار گرفته می‌شوند. فرایند شناسایی عناصر و ارتباط بین آنها که منجر به ایجاد یک ساختار سلسله مراتبی می‌شود، ساختن سلسله مراتب نامیده می‌شود. سلسله مراتبی بودن ساختار به این دلیل است که عناصر تصمیم‌گیری(گزینه‌ها و معیارهای تصمیم‌گیری) را می‌توان در سطوح مختلف خلاصه کرد. بنابراین اولین قدم در فرایند تحلیل سلسله مراتبی، ایجاد یک ساختار سلسله مراتبی از موضوع مورد بررسی می‌باشد که در آن اهداف، معیارها، گزینه‌ها و ارتباط بین آن‌ها نشان داده می‌شود. چهار مرحله بعدی در فرایند تحلیل سلسله مراتبی محاسبه وزن(ضریب اهمیت) معیارها (و زیرمعیارها در صورت وجود)، محاسبه وزن(ضریب اهمیت) گزینه‌ها، محاسبه امتیاز نهایی گزینه‌ها و بررسی سازگاری منطقی قضاوت‌ها را شامل می شود(زبر دست، ۱۳۸۰، ۱۵).

یافته‌های تحقیق

سنجش تناسب اراضی و مکان یابی کشت زعفران

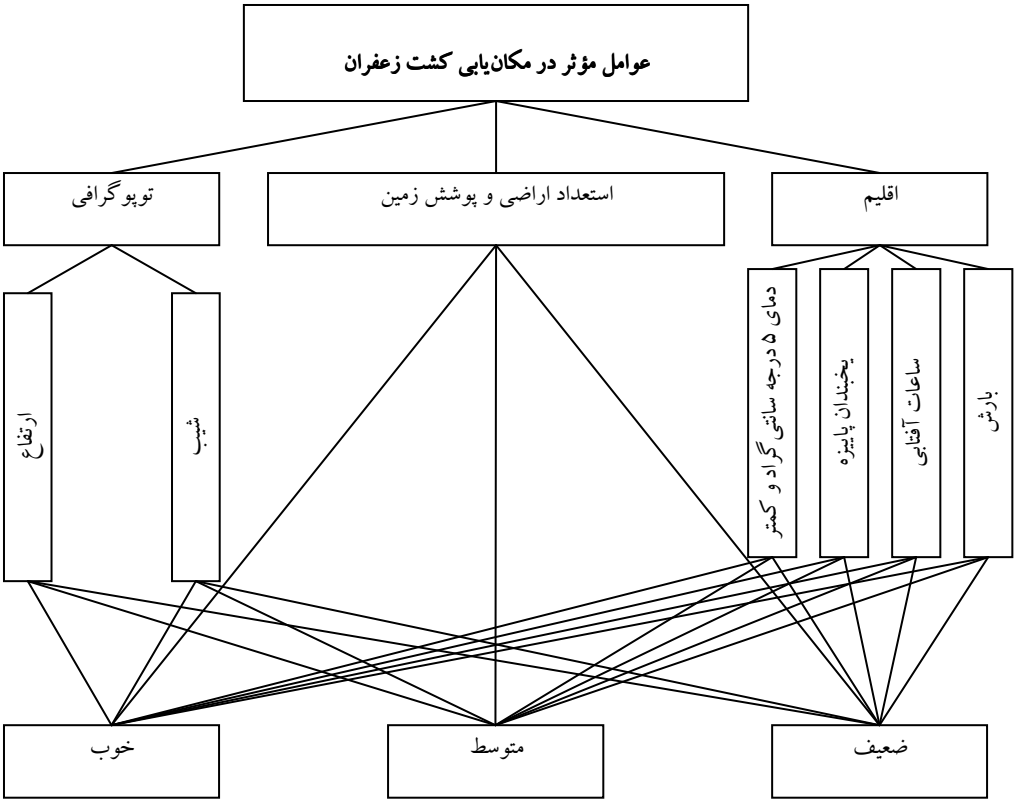
به منظور تعیین توان یا محدویت مناطق مختلف استان قزوین برای کشت زعفران ابتدا بر اساس مدل AHP به خوشه‌بندی و ارزش‌گذاری عوامل موثر اقدام شد و پس از محاسبه امتیاز نهایی گزینه‌ها و بررسی سازگاری منطقی قضاوت ها، برای هر یک از عوامل و گزینه‌ها لایه‌های اطلاعات مکانی ایجاد شد و با توجه به معیارهای مورد نظر تجزیه و تحلیل‌ها به کمک نرم افزارهای GIS صورت گرفت و اراضی استان از نظر قابلیت کشت زعفران طبقه‌بندی شد ، فرایند قابلیت سنجی اراضی و مکان یابی شامل مراحل زیر بوده است:

۱. ایجاد ساختار سلسله مراتبی:

در این مرحله ساختار سلسله مراتبی مربوط به موضوع مشخص گردید، این مرحله مهم‌ترین قسمت فرایند تحلیل سلسله مراتبی به حساب می آید زیرا در این قسمت با تجزیه مسائل مشکل و پیچیده، فرایند تحلیل سلسله مراتبی آن‌ها را به شکلی ساده، که با ذهن انسان مطابقت داشته باشد، تبدیل می‌کند. به عبارت دیگر، فرایند تحلیل سلسله مراتبی مسائل پیچیده را از طریق تجزیه آن به عناصر جزئی که به صورت سلسله مراتبی به هم مرتبط بوده و ارتباط هدف اصلی مسئله با پایین‌ترین سطح سلسله مراتبی مشخص است را به شکل ساده‌تری در می‌آورد. در تحقیق حاضر جهت مکان‌یابی کشت زعفران ابتدا اطلاعات مربوط به استعداد اراضی و پوشش زمین، توپوگرافی و اقلیم بعنوان عوامل اصلی انتخاب شد ند ، هریک از عوامل مذکور بعنوان معیارهای اصلی از زیرشاخه‌های مختلفی تشکیل شده‌اند که در انتخاب هریک از زیرشاخه‌ها شرایط کشت زعفران مورد توجه بوده است. شکل

[1] Thomas L. Saaty

شماره ۲ فهرست عوامل اصلی و زیرشاخه‌های هریک از آن‌ها را نشان می دهدکه در مدل بصورت یک لایه مورد استفاده قرار گرفته است.



شکل ۲ فرایند تحلیل سلسله مراتبی به منظور مکان‌یابی کشت زعفران

۲- تعیین ضریب اهمیت معیارها و زیرمعیارها وگزینه‌ها

در تحلیل سلسله مراتبی عناصر هر سطح نسبت به عنصر مربوطه خود در سطح بالاتر به صورت زوجی مقایسه می‌شوند که بدین صورت وزن نسبی آن‌ها بدست می‌آید و سپس با استفاده از وزن‌های نسبی، وزن نهایی هر گزینه تعیین می گردد. در اصل در این مقایسه‌ها میزان ارجحیت عناصر بر یکدیگر مشخص می‌شود. این مقیاس‌بندی که توسط ساعتی ارائه شده است در جدول یک آمده است.

جدول ۱ مقیاس ساعتی به منظور تعیین میزان ارجحیت برای مقایسه‌های زوجی

مقدار عددی	ترجیحات	
۱	ترجیح یکسان	Equally preference
۳	کمی مرجح	Moderately preference
۵	ترجیح بیشتر	Strongly preference
۷	ترجیح خیلی بیشتر	Very Strongly preference
۹	کاملاً مرجح	Extremely preference
۲و۴و۶و۸	تر جیحات بین فواصل فوق	

منبع: قدسی پور ۱۳۸۴

به‌منظور تعیین وزن نسبی پارامترهای اصلی، ابتدا برای هریک از آن‌ها ماتریس میانگین هندسی تشکیل شد و وزن نسبی هریک از آن‌ها محاسبه گردید؛ سپس به تعیین وزن نسبی زیرمعیارها و گزینه‌ها اقدام شد و در نهایت وزن نهایی هریک از گزینه‌ها تعیین گردید که مراحل محاسبات به شرح زیر است.

	اقلیم	توپوگرافی	استعداد اراضی و پوشش زمین
استعداد اراضی و پوشش زمین	1	1	9
توپوگرافی	1	1	7
اقلیم	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{7}$	1

$W_1 = 0/490$ ضریب اهمیت استعداد خاک‌ها و پوشش زمین

$W_2 = 0/451$ ضریب اهمیت توپوگرافی

$W_3 = 0/059$ ضریب اهمیت اقلیم

همانطور که مشاهده می‌شود، مجموع ضریب اهمیت معیارهای سه‌گانه فوق معادل عدد یک است و این نشان‌دهنده نسبی بودن اهمیت معیارها است. برای به‌دست آوردن ضریب اهمیت زیرمعیارها، همان مراحلی را که برای به‌دست آوردن ضریب اهمیت معیارها طی شد، انجام می‌دهیم. معیار توپوگرافی از دو معیار ارتفاع و شیب تشکیل شده است که ماتریس آن به شکل زیر است.

	ارتفاع	شیب
شیب	1	2
ارتفاع	$\frac{1}{2}$	1

$W_1 = 0/667$ ضریب اهمیت شیب

$W_2 = 0/333$ ضریب اهمیت ارتفاع

پارامتر یا همان معیار اقلیم نیز از چهار زیرمعیار تشکیل شده است که ماتریس آن به شکل زیر است.

	بارش	ساعات آفتابی	یخبندان	حداقل دمای ۵ درجه و کمتر
حداقل دمای ۵ درجه و کمتر	1	2	3	4
یخبندان پاییزه	$\frac{1}{2}$	1	2	3
ساعات آفتابی	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	1	2
بارش	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	1

$W_1 = 0/467$ ضریب اهمیت حداقل دمای ۵ درجه وکمتر

$W_2 = 0/278$ ضریب اهمیت یخبندان پاییزه

$W_3 = 0/160$ ضریب اهمیت ساعات آفتابی

$W_4 = 0/095$ ضریب اهمیت بارش

بعد از تعیین ضریب اهمیت معیارها و زیرمعیارها، ضریب اهمیت گزینه‌ها تعیین می‌شود.

یک تفاوت که در این مقایسه‌ها وجود دارد این است که مقایسه گزینه‌های مختلف نسبت به زیرمعیارها و یا معیارها (اگر معیاری زیر معیار نداشته باشد) صورت می‌گیرد. درحالی‌که مقایسه معیارها با یکدیگر نسبت به "هدف" مطالعه، که در این تحقیق مکان‌یابی است، صورت می‌گیرد.

در ادامه ماتریس‌های دودوئی گزینه‌ها در ارتباط با هریک از زیرمعیارها به تصویر کشیده شده است که در مورد معیار پوشش زمین گزینه‌ها به سبب این که این معیار زیر معیاری ندارد مستقیماً با خود این معیار در نظر گرفته شده‌اند.

	A	B	C
A	1	2	9
B	1/2	1	7
C	1/9	1/7	1

$W_A = 0/597$ شیب کمتر از ۸٪

$W_B = 0/346$ شیب بین ۸٪ -۱۵٪

$W_C = 0/057$ شیب بالاتر از ۱۵٪

	A	B	C
A	1	3	9
B	1/3	1	6
C	1/9	1/6	1

$W_A = 0/663$ ارتفاع بین ۲۳۰۰-۱۳۰۰ متر

$W_B = 0/278$ ارتفاع کمتر از ۱۳۰۰ متر

$W_C = 0/059$ ارتفاع بیشتر از ۲۳۰۰ متر

	A	B	C
A	1	2	5
B	1/2	1	3
C	1/5	1/3	1

احتمال وقوع یخبندان پاییزه

$W_A = 0/582$ کمتر از ۱۵٪

$W_B = 0/309$ بین ۳۰٪- ۱۵٪

$W_C = 0/109$ بیشتر از ۳۰٪

	A	B	C
A	1	2	5
B	1/2	1	3
C	1/5	1/3	1

احتمال وقوع حداقل دمای ۵ درجه و کمتر

$W_A = 0/582$ کمتر از ۲۵٪

$W_B = 0/309$ بین ۴۵٪- ۲۵٪

$W_C = 0/109$ بیشتر از ۴۵٪

$$\begin{array}{c} \\ A \\ B \\ C \end{array}\begin{array}{c} \begin{array}{ccc} A & B & C \end{array} \\ \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ \frac{1}{2} & 1 & 2 \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{2} & 1 \end{bmatrix} \end{array}$$

میانگین بارش سالانه

$W_A = 0/540$ بیشتر از ۳۰۰ میلی‌متر

$W_B = 0/297$ بین ۳۰۰-۲۵۰ میلی‌متر

$W_C = 0/163$ کمتر از ۲۵۰ میلی‌متر

$$\begin{array}{c} \\ A \\ B \\ C \end{array}\begin{array}{c} \begin{array}{ccc} A & B & C \end{array} \\ \begin{bmatrix} 1 & 3 & 5 \\ \frac{1}{3} & 1 & 3 \\ \frac{1}{5} & \frac{1}{3} & 1 \end{bmatrix} \end{array}$$

میانگین ماهانه ساعات آفتابی

$W_A = 0/637$ بیشتر از ۲۵۵

$W_B = 0/258$ بین ۲۵۵-۲۴۵

$W_C = 0/105$ کمتر از ۲۴۵

$$\begin{array}{c} \\ A \\ B \\ C \end{array}\begin{array}{c} \begin{array}{ccc} A & B & C \end{array} \\ \begin{bmatrix} 1 & 2 & 9 \\ \frac{1}{2} & 1 & 7 \\ \frac{1}{9} & \frac{1}{7} & 1 \end{bmatrix} \end{array}$$

پوشش زمین

$W_A = 0/597$ زراعت آبی و باغات و زراعت دیم

$W_B = 0/346$ مراتع متراکم و نیمه متراکم

$W_C = 0/057$ سایر قسمت‌ها

۳- تعیین امتیاز نهایی

در این مرحله از تلفیق ضرایب مزبور، امتیاز نهایی هریک از گزینه‌ها تعیین خواهد شد که برای این کار از اصل ترکیب سلسله مراتبی ساعتی استفاده می‌شود که منجر به ایجاد یک "بردار اولویت" با در نظر گرفتن همه قضاوت‌ها در تمامی سطوح سلسله مراتبی می‌شود.

$$\text{امتیاز نهایی (اولویت) گزینه } j = \sum_{k=1}^{n}\sum_{i=1}^{m} w_k w_i (gij)$$

که در آن :

w_k ضریب اهمیت معیار K

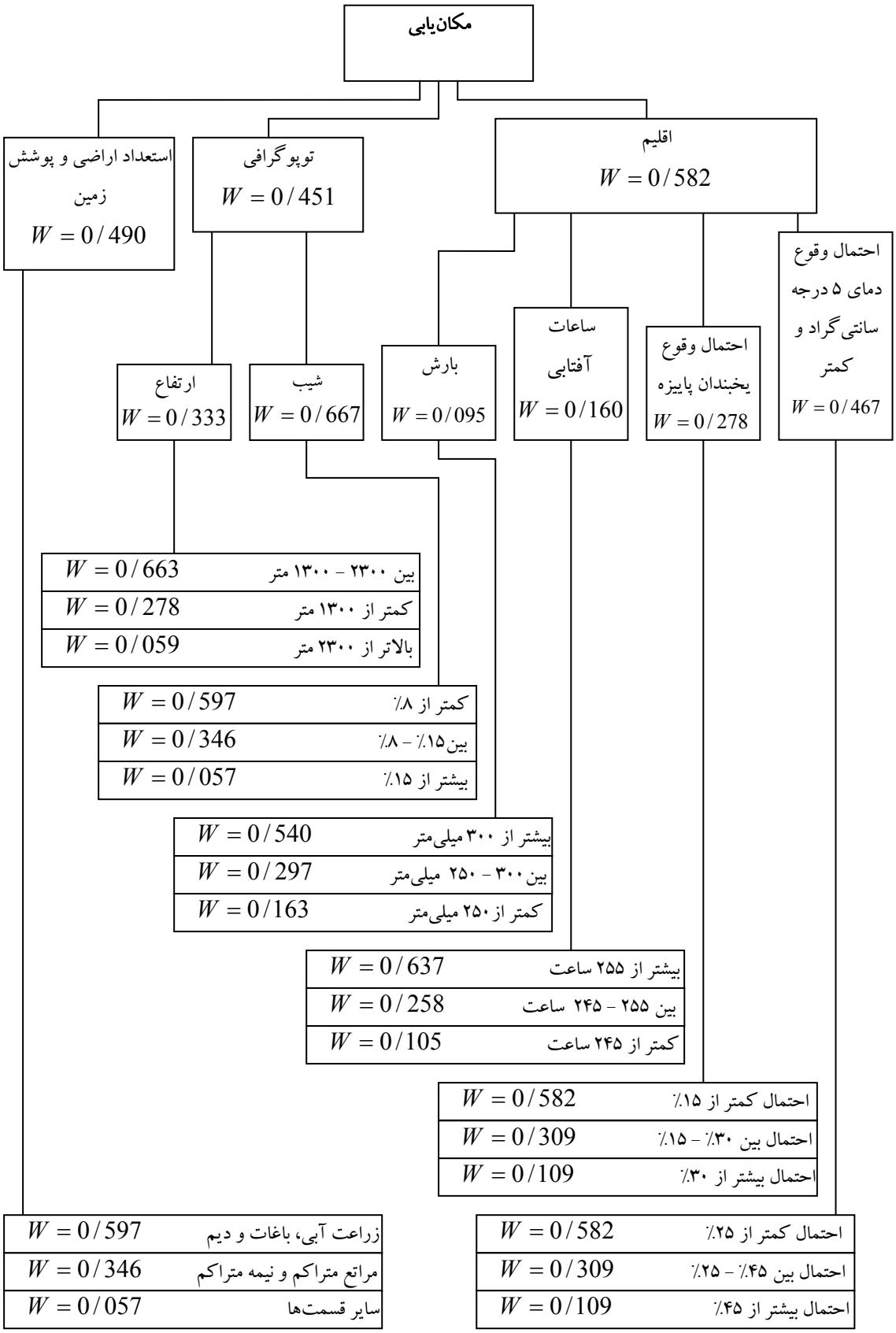
w_i ضریب اهمیت زیر معیار i

gij امتیاز گزینه j در ارتباط با زیر معیار i (زبردست، ۱۳۸۰)

به عبارت ساده‌تر از ضرب هریک از پارامترها (معیارها) در زیر معیار مربوط به آن و از ضرب عدد به دست آمده در امتیاز گزینه مربوطه، امتیاز نهایی هریک از گزینه‌ها بدست می‌آید. به عنوان مثال ضریب اهمیت پارامتر(معیار) توپوگرافی عدد ۰/۴۵۱ می‌باشد که در عدد ۰/۶۶۷ که ضریب اهمیت یکی از زیر معیارهای آن یعنی شیب است ضرب می‌شود و عدد به دست آمده ضرب در ۰/۵۹۷ که امتیاز گزینه A مربوط به آن است شده و امتیاز نهایی گزینه A به دست می‌آید.

امتیاز نهایی گزینه A $0/451 \times 0/667 \times 0/597 = 0/180$

ضریب نسبی معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌ها در شکل شماره ۳ و امتیاز نهایی محاسبه شده برای هر یک از گزینه‌ها در جدول ۴ ارائه شده است.



شکل ۳ ضریب اهمیت معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌ها در ساختار سلسله مراتبی

جدول ۴ وزن‌دهی پارامترهای موثر در کشت زعفران بر اساس مدل سلسله مراتبی(AHP)

پارامترهای موثر در کشت زعفران	وزن نسبی	عوامل	وزن نسبی	عوامل فرعی	وزن نسبی	وزن نهایی
توپوگرافی	۰/۴۵۱	ارتفاع	۰/۳۳۳	خوب	۰/۶۶۳	۰/۱۰۰
				متوسط	۰/۲۷۸	۰/۰۴۲
				ضعیف	۰/۰۵۹	۰/۰۰۹
		شیب	۰/۶۶۷	خوب	۰/۵۹۷	۰/۱۸۰
				متوسط	۰/۳۴۶	۰/۱۰۴
				ضعیف	۰/۰۵۷	۰/۰۱۷
		پوشش زمین	۰/۴۹۰	خوب	۰/۵۹۷	۰/۲۹۲
				متوسط	۰/۳۴۶	۰/۱۶۹
				ضعیف	۰/۰۵۷	۰/۰۲۸
اقلیم	۰/۰۵۹	حداقل دمای ۵ درجه سانتی‌گراد وکمتر	۰/۴۶۷	خوب	۰/۵۸۲	۰/۰۱۶
				متوسط	۰/۳۰۹	۰/۰۰۸
				ضعیف	۰/۱۰۹	۰/۰۰۳
		یخبندان پاییزه	۰/۲۷۸	خوب	۰/۵۸۲	۰/۰۰۹
				متوسط	۰/۳۰۹	۰/۰۰۵
				ضعیف	۰/۱۰۹	۰/۰۰۲
		ساعات آفتابی	۰/۱۶۰	خوب	۰/۶۳۷	۰/۰۰۶
				متوسط	۰/۲۵۸	۰/۰۰۲
				ضعیف	۰/۱۰۵	۰/۰۰۱
		بارش	۰/۰۹۵	خوب	۰/۵۴۰	۰/۰۰۳
				متوسط	۰/۲۹۷	۰/۰۰۲
				ضعیف	۰/۱۶۳	۰/۰۰۱

۴- بررسی سازگاری در قضاوت‌ها

یکی از مزیت‌های فرایند تحلیل سلسله مراتبی امکان بررسی سازگاری در قضاوت‌های انجام شده در تعیین ضریب اهمیت معیارها و زیرمعیارها است. مکانیزمی که برای بررسی سازگاری در قضاوت‌ها در نظر گرفته شده است، محاسبه ضریبی به نام ضریب سازگاری است که از تقسیم شاخص سازگاری به شاخص تصادفی بودن

حاصل می‌شود. چنانچه این ضریب کوچکتر یا مساوی ۰/۱ باشد، سازگاری در قضاوت‌ها مورد قبول است وگرنه باید در قضاوت‌ها تجدید نظر شود.

$$CR = \frac{CI}{RI}$$ ضریب سازگاری $$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1}$$ شاخص سازگاری

شاخص تصادفی بودن با توجه به تعداد معیارها (n) از جدول ۲ قابل استخراج است:

جدول ۲: شاخص تصادفی بودن $(R.I.)$

n	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
R.I.	۰	۰/۵۸	۰/۹	۱/۱۲	۱/۲۴	۱/۳۲	۱/۴۱	۱/۴۵	۱/۴۹	۱/۵۱	۱/۴۸	۱/۵۶	۱/۵۷	۱/۵۹

منبع: Bowen 1993

در روش میانگین هندسی که یک روش تقریبی است، به جای محاسبه مقدار ویژه ماکزیمم $(\lambda_{\max})$ از L به شرح زیر استفاده می شود:

$$L = \frac{1}{n}\left[\sum_{i=1}^{n}\left(AW_i / W_i\right)\right]$$

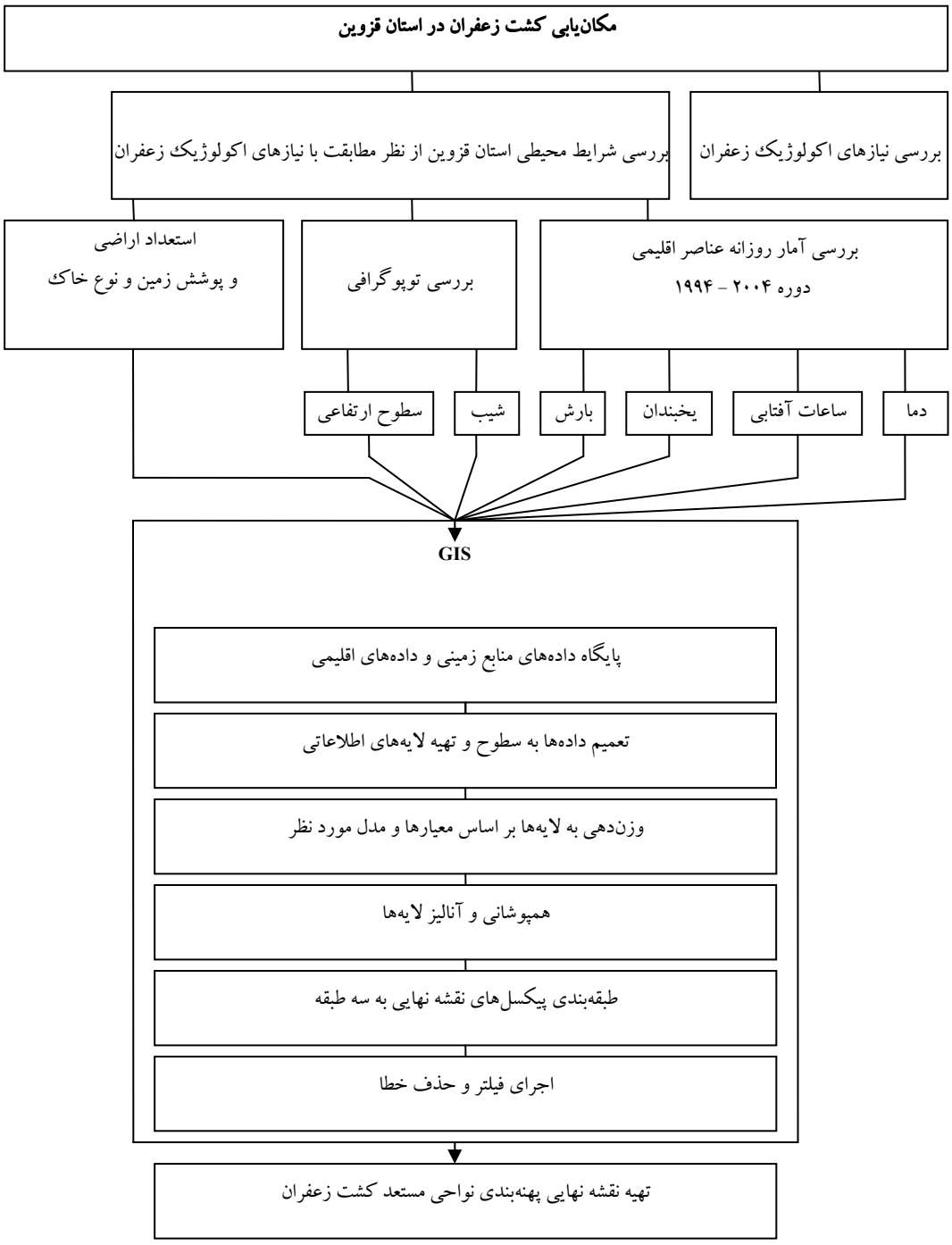
AW_i برداری است که از ضرب ماتریس مقایسه دودوئی معیارها در بردار W_i (بردار وزن یا ضریب اهمیت معیارها) به دست می‌آید. نتایج بررسی سازگاری معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌های بکاررفته در مدل در جدول ۳ ارائه شده است به‌طوری‌که مشاهده می‌شود در تحقیق حاضر شاخص سازگاری در همه موارد کمتر از ۰/۱ بوده و بنابراین سازگاری در تمام قضاوت‌های مورد نظر رعایت شده است.

جدول ۳ نتایج بررسی سازگاری معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌ها

	شاخص سازگاری	زیر معیار	شاخص سازگاری	گزینه	شاخص سازگاری
معیار	۰/۰۱	توپوگرافی	۰	ارتفاع	۰/۰۵
				شیب	۰/۰۲
		اقلیم	۰/۰۱	احتمال وقوع دمای ۵ درجه سانتی‌گراد و کمتر	۰
				احتمال وقوع یخبندان پاییزه	۰
				میانگین ماهانه ساعات آفتابی	۰/۰۴
				میانگین بارش سالانه	۰/۰۱
		پوشش زمین	۰/۰۲		

۵- مدل‌سازی فضایی و ترکیب لایه‌ها:

در این مرحله اطلاعات مکانی و توصیفی پس از ورود به سیستم GIS و بهره‌گیری از توابع آن مورد پردازش قرار گرفته و بر اساس آن‌ها لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز بوجود آمدند. این لایه‌های اطلاعاتی با توجه به نیازهای اکولوژیک زعفران و بر اساس معیارهای تعیین شده در مدل تهیه شدند. شکل ۴ مراحل مدل‌سازی، نحوه تلفیق داده‌ها و ترکیب لایه‌های اطلاعاتی را نشان می‌دهد.



شکل ۴ مراحل انجام تحقیق و مدل سازی فضایی

پس از انجام مدل‌سازی فضایی و همپوشانی اطلاعات، لایه نهایی تهیه گردید؛ در این لایه مناطقی که پیکسل‌های تشکیل‌دهنده آن از ارزش بالاتری برخوردار باشند برای کشت زعفران مناسب‌ترند، در نهایت بر اساس ارزش پیکسل‌های این لایه سطح استان قزوین از نظر استعداد کشت زعفران به سه گروه طبقه‌بندی شد. این طبقات عبارتند از: الف- مناطق مناسب کشت زعفران که تقریبا ۵۲% اراضی استان را در بر می گیرد. ب- مناطق نسبتاً

مناسب که ۳۰% اراضی استان را تشکیل می‌دهد. ج- مناطق نـا مناسـب جهـت کـشت زعفـران کـه ۱۸% مـساحت استان را در بر می گیرد.

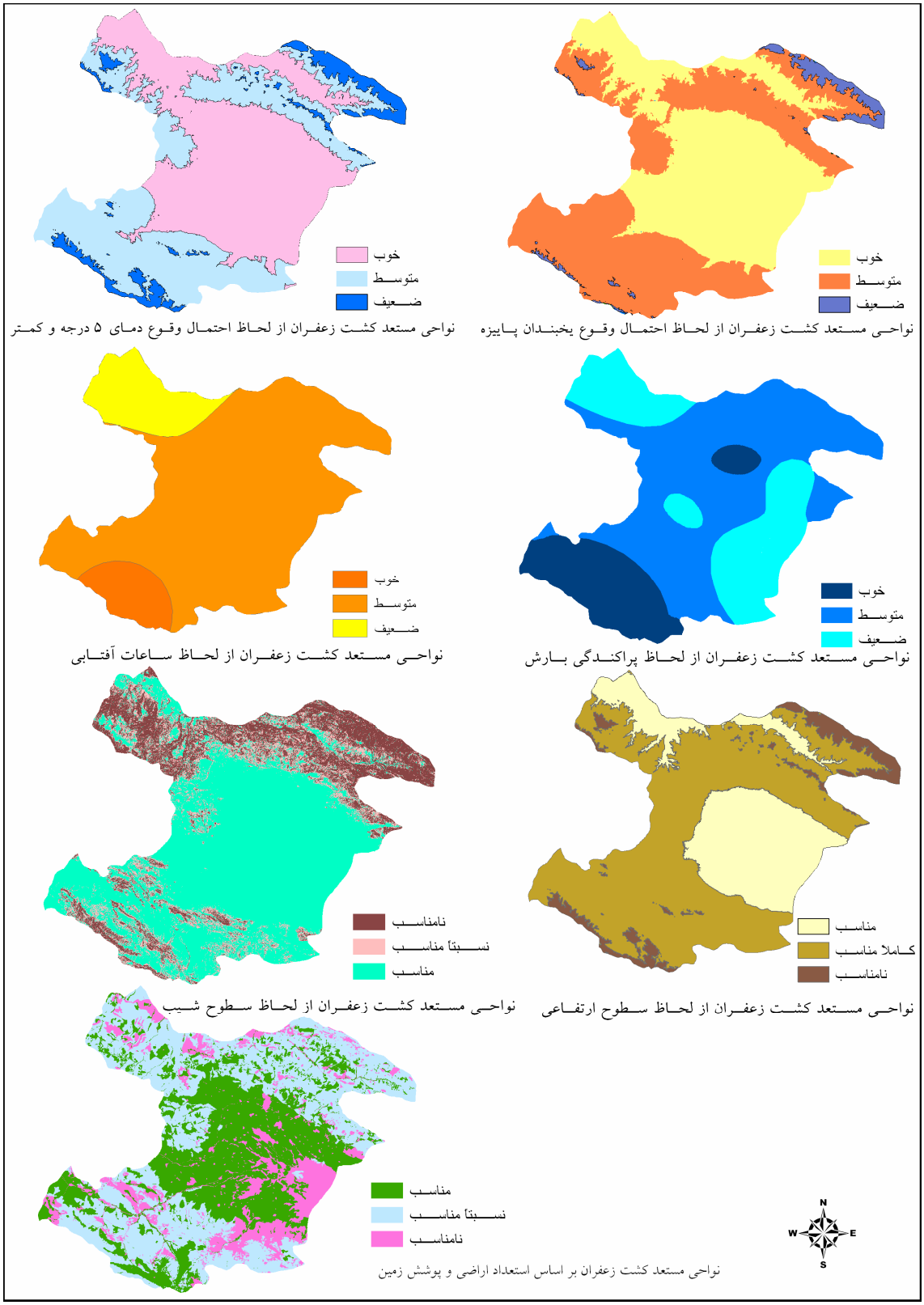
بحث و نتیجه گیری

تجزیه و تحلیل داده‌ها و جمع‌بندی منابع در اصل شامل تقسیم‌بندی عوامل محیطی به پاره‌هـای قابـل فهـم و سـپس ترکیب آن‌ها به نحوی است که ارزیاب بتواند به توان یا محدودیت منابع سرزمین برای کاربری مورد نظر پی‌ببرد. در این تحقیق پس از وزن‌دهی به پارامترهای مؤثر در کشت زعفران بر اساس مدل سلسله مراتبـی(AHP) و انجـام مدل‌سازی و تجزیه و تحلیل داده‌های فضایی به کمک GIS، نقشه پهنه‌های مستعد کشت زعفران در استان قـزوین تهیه گردید(شکل ۶). در این نقشه سطح استان از نظر پتانسیل کشت زعفران به سه گروه طبقه‌بندی شده است.

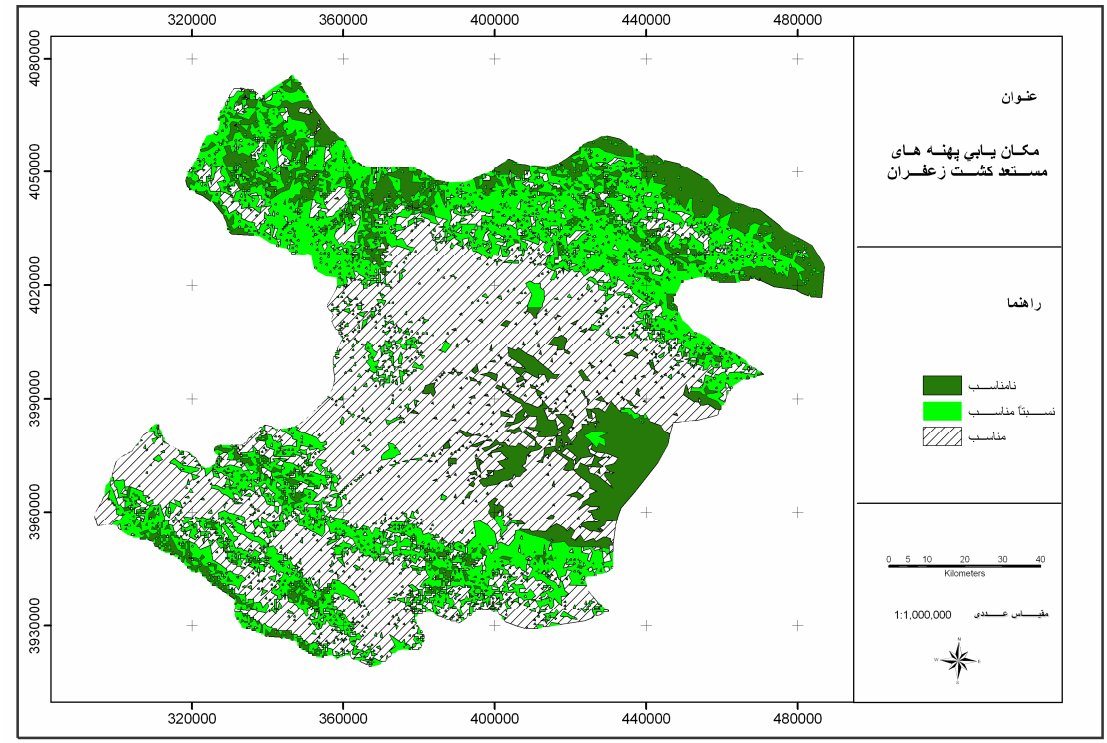
گروه اول شامل مناطق مناسب کشت زعفـران اسـت کـه بخـش‌هـای وسـیعی از دشـت قـزوین، تاکـستان، بخش‌هایی از بویین زهرا و مناطق رسوبی حوضه خر رود را در بر می‌گیـرد. ایـن گـروه عمـدتاً منطبـق بـر منـاطق کشاورزی استان بوده و در صورت تأمین آب زراعی محدودیت عمده محیطی برای کشت زعفران وجود ندارد.

گروه دوم مناطقی هستند که از نظر کشت زعفـران از شـرایط نـسبتاً مناسـب برخوردارنـد و شـامل منـاطق کوهپایه‌ای و دشت‌های کوهستانی واقع در شمال و جنوب دشت قزوین می‌باشد. محدودیت محیطی عمده در این مناطق در درجه اول شیب زمین و نوع خاک و در درجه دوم محدودیت اقلیمی به ویژه عامـل بـرودت در مراحـل رشد زایشی و رویشی است.

گروه سوم پهنه‌هایی از استان قزوین را در بر می‌گیرد که فاقد شرایط لازم برای کشت زعفران می‌باشند. بر اساس نتایج بدست آمده از تحلیل‌های فضایی عوامل مختلفـی سـبب نامناسـب بـودن ایـن منـاطق شـده اسـت. در نواحی مرتفع کوهستانی که در حاشیه شمالی و جنوبی استان واقع شده‌اند، محدودیت عمده محیطی به علت شیب شدید، ارتفاع زیاد و در نتیجه برودت شدید هوا و نیز عـدم وجـود خـاک مناسـب مـی‌باشـد. امـا منـاطق واقـع در بخش‌های مرکزی و شرق استان و نواحی اطراف حوضه رود شور بویین زهرا با محدودیت‌هـای محیطـی دیگـری مواجه هستند. در این بخش‌ها عوامل مختلفی مثل وجود شرایط بیابانی، محدودیت منابع خاک بـه ویـژه گـسترش شوره‌زارها و سطوح سولنچاک مانع عمده برای کشت زعفران محسوب می‌شوند.



شکل ۵ لایه‌های مورد استفاده در مکان‌یابی کشت زعفران در استان قزوین



شکل ۶ مکان‌یابی پهنه‌های مستعد کشت زعفران

جدول ۵ توزیع مساحت استان قزوین از لحاظ کشت زعفران

گروه	قابلیت	درصد به سطح استان	مساحت بر حسب هکتار
A	مناسب	۵۱/۹۲	۸۰۳۲۰۳/۹۵۳۰۷۵
B	نسبتاً مناسب	۳۰/۳۴	۴۶۹۳۰۴/۹۹۵۷۴۴
C	نا مناسب	۱۷/۷۴	۲۷۴۵۰۰/۴۵۸۳۲

جهت ارزیابی نتایج بدست آمده و اطمینان از صحت اطلاعات نقشه نهایی، با مراجعه به تعدادی از مزارع آزمایشی کشت زعفران که تحت نظر سازمان جهاد کشاورزی استان فعالیت می‌نمایند، عملکرد گیاه و کیفیت محصول با اطلاعات بدست آمده از نقشه پهنه‌بندی مقایسه شد، با در نظر گرفتن مقیاس و دقت اطلاعات مکانی که در تحقیق مورد استفاده قرار گرفته بود صحت نتایج بدست آمده تأیید گردیدکه نشان دهنده کارایی روش‌هایMCDM به ویژه مدل تحلیل سلسله مراتبی درسنجش تناسب اراضی جهت کشت زعفران می‌باشد یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که بخش قابل توجهی از استان قزوین از قابلیت‌های لازم برای کشت زعفران برخوردار بوده و با توجه به ویژگی‌های خاص این محصول، جایگزینی کشت آن با محصولاتی که مصرف آب بالایی دارند می‌تواند مورد مطالعه دست‌اندرکاران برنامه‌ریزی استان قرار گیرد، زیرا کشت آن در کنار سایر محصولات کشاورزی به ویژه در مناطقی که با کمبود آب و افت سطح سفره‌های آب زیرزمینی مواجهند مفید بوده و همچنین می‌تواند تراکم فعالیت‌های کشاورزی را در زمان‌های بحرانی نیاز به نیروی کار کاهش دهد.

منابع

- امیر قاسمی، ت. ۱۳۸۰، زعفران طلای سرخ ایران، نشر آیندگان.
- بنایی، م ،ح. ۱۳۸۰، نقشه منابع و استعداد خاک‌های ایران، مؤسسه تحقیقات خاک و آب.
- بهنیا، م. ۱۳۷۰، زراعت زعفران، انتشارات دانشگاه تهران.
- راشد محصل، م، ح و همکاران. ۱۳۶۸، گزارش علمی بررسی وضعیت زعفران، سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران.
- زبردست، الف. ۱۳۸۰، مجله علمی پژوهشی هنرهای زیبا، شماره ۱۰، دانشگاه تهران،صص ۲۱-۱۳.
- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، نقشه‌های توپوگرافی مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ استان قزوین.
- سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور، ۱۳۸۱، نقشه‌های رقومی پوشش سطح زمین(Land cover).
- سازمان هواشناسی کشور. ۲۰۰۴- ۱۹۹۴، داده ها و اطلاعات روزانه ایستگاه‌های هواشناسی استان قزوین و ایستگاه های مجاور.
- فرجی سبکبار، ح. ۱۳۸۴، مکان‌یابی واحدهای خدمات بازرگانی با استفاده از روش سلسله مراتبی، پژوهش‌های جغرافیایی شماره ۵۱، مؤسسه جغرافیا- دانشگاه تهران، صص ۱۳۸- ۱۲۵.
- قدسی پور، س، ح. ۱۳۸۴، فرایند تحلیل سلسله مراتبیAHP، دانشگاه صنعتی امیر کبیر.
- کافی، م. ۱۳۸۱، زعفران، فناوری، تولید و فرآوری، دانشگاه فردوسی مشهد.
- کوچکی، ع و خیابانی، حمید. ۱۳۷۱، مبانی اکولوژی کشاورزی، جهاد دانشگاهی مشهد.
- میرزا بیاتی، ر. ۱۳۸۳، امکان‌سنجی کشت زعفران در دشت نیشابور، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، به راهنمایی منوچهر فرج زاده، دانشگاه تربیت مدرس.
- مبارکی، ز، ۱۳۸۴، مکان‌یابی کشت زعفران در استان قزوین. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، به راهنمایی منصور جعفربیگلو، دانشگاه تهران.
- نوکندی، ع، ک، ۱۳۷۸، اثرات عوامل اقلیمی بر کشت زعفران در جنوب خراسان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، به راهنمایی سیروس شفقی و حسنعلی غیور، دانشگاه اصفهان.

- Bown, W M. 1993: AHP, Multiple Criteria Evaluation, in Klosterman, R. et al (Eds), Spreadsheet Models for Urban and Regional Analysis, New Brunswick: Center for Urban Policy Research.
- Kafi, M. Koocheki, A. Rashed, M. H. Nassiri, M. 2006: Saffron(Crous sativus) Production and processing, USA Science publishers.
- Saaty, T L. 1988 PP. 148 – 155: Hierarchies and Priortiesy in Saaty, T.L. and Alexander J.M., The Thinking with Models: Mathematical Models in Physical and Social Sciences, Oxford: Pergamon Press.
- Saaty, T L. 1980: The Analytical Hierarchy Process, Planning, Priority, Resource Allocation, U. S. A: RWS Publication.
- www.Saharkhizsaffron.com