

## پهنه‌بندی استعداد اقلیمی برای کشت زعفران در استان کرمان به روش تحلیل سلسله

### مراتبی

محمدعلی جواهری<sup>۱</sup>، حمید نجفی‌نژاد و مهدی نادی

استادیار بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان،

ایران. [javaheri310@yahoo.com](mailto:javaheri310@yahoo.com)

استادیار بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان،

ایران. [hnajafinezhad@yahoo.com](mailto:hnajafinezhad@yahoo.com)

استادیار، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، دانشکده مهندسی زراعی، گروه مهندسی آب، ساری، ایران.

[mehdi.nadi@gmail.com](mailto:mehdi.nadi@gmail.com)

دریافت: فروردین ۱۴۰۱ و پذیرش: مرداد ۱۴۰۱

### چکیده

کاشت زعفران (*Crocus sativus L*) به عنوان ارزشمندترین گیاه و گران‌ترین ادویه موجود در دنیا، به دلیل کارایی بیشتر مصرف آب در مناطق نیمه‌خشک از اهمیت زیادی برخوردار است. استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی با در نظرگیری هم‌زمان عوامل مختلف مؤثر بر رشد زعفران بهترین و کم‌هزینه‌ترین روش جهت شناسایی مناطق مستعد کاشت زعفران است. پژوهش حاضر طی سال‌های ۱۳۹۶ الی ۱۳۹۸ به منظور پهنه‌بندی و شناسایی مناطق مستعد کاشت زعفران در استان کرمان انجام گردید. برای این پژوهش از داده‌های روزانه ۱۳ ایستگاه سینوپتیک در طی سال‌های ۱۳۷۷ تا ۱۳۹۷ استفاده شد پس از بررسی همگنی داده‌ها اقدام به تهیه لایه‌های اطلاعاتی در سامانه اطلاعات جغرافیایی گردید. لایه‌های مورد مطالعه شامل ارتفاع، شیب، یخبندان، بارندگی، دماهای بیشینه و کمینه مطلق و احتمال وقوع دمای کمتر از پنج درجه در آبان ماه بوده که برای هر ایستگاه محاسبه و نقشه تغییرات آن ترسیم گردید. نقشه شیب نیز از مدل رقومی ارتفاع استخراج گردید. پس از وزن‌دهی لایه‌های فوق با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی نقشه پهنه‌بندی نهایی در محیط ARC-GIS تهیه گردید. نتایج نشان داد که مناطق جنوبی و شرق استان مناسب کاشت زعفران نمی‌باشند بلکه مناطق مستعد کاشت زعفران متمرکز بر بخش‌های کوهپایه‌ای شهرستان‌های بافت، بردسیر، زرنند و شهربابک می‌باشد. بر اساس نتایج به‌دست آمده شهرستان‌های کهنوج، منوجان، جنوب شهرستان جیرفت، شرق شهرستان بزم و جنوب شهرستان بافت جزء مناطق نامناسب بوده که حدود ۵۹ درصد مساحت استان را تشکیل می‌دهند. همچنین ۱۵ درصد مساحت استان در پهنه متوسط و ۱۶ درصد در پهنه مناسب طبقه‌بندی شدند. مناطق بسیار مناسب نیز حدود ۱۰ درصد از سطح کل استان را شامل می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: دماهای بحرانی، سیستم اطلاعات جغرافیایی، زعفران

<sup>۱</sup> - آدرس نویسنده مسئول: بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان.

زعفران با نام علمی (*Crocus sativus L*) ارزشمندترین گیاه و گران‌ترین ادویه موجود در دنیاست که خواص دارویی زیادی دارد. با توجه به بحران آب به‌عنوان عامل محدودکننده تولید محصولات کشاورزی در ایران، بایستی به افزایش کارایی مصرف آب در تولید محصولات کشاورزی توجه ویژه‌ای شود. استان کرمان جزء مناطق خشک و نیمه‌خشک بوده و سیاست اخیر وزارت جهاد کشاورزی در این استان کاشت محصولات دارای نیاز آبی کم به‌جای محصولات زراعی دارای نیاز آبی بالا است. زعفران یکی از گیاهان سودآور در الگوی کشت نواحی جنوبی و مرکزی خراسان است (بشیری و سالاری، ۱۳۹۵). با توجه به ادامه روند خشک‌سالی دهه‌های اخیر و همچنین افت شدید سطح و کیفیت آب سفره‌های زیرزمینی نیاز به تغییر یا اصلاح الگوی کشت ضروری است. زعفران یکی از مهم‌ترین محصولات باغی کم‌توقع و سازگار با گرما در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران است که با تولید ۲۶۱ تن زعفران (۹۵/۶ درصد جهانی) رتبه نخست در دنیا را دارد (احمدی و همکاران، ۱۳۹۵). حمزه‌ای و بوذرجمهری (۱۳۹۳) نشان دادند عوامل جغرافیایی و بازار مصرف مهم‌ترین عوامل گسترش کشت زعفران هستند. آب‌وهوا یکی از مهم‌ترین عوامل در میزان تولیدات کشاورزی است (محمدی و مقتدری، ۱۳۸۴). گلدهی زعفران توسط دما کنترل‌شده و دما نقش مهمی در میزان تولید این گیاه دارد (کافی و همکاران، ۱۳۸۱).

تحقیقات زیادی از برتری کارایی مصرف آب در زراعت زعفران نسبت به سایر محصولات حکایت دارد. نتایج نشان می‌دهد به ازای هر متر مکعب آب مصرفی، درآمد زعفران نسبت به سیب‌زمینی ۲۰ برابر و نسبت به غلات ۸/۷ برابر است (بهنیا، ۱۳۹۱). زعفران از جمله گیاهانی است که کاشت آن می‌تواند به‌سرعت در استان کرمان مورد توجه قرار گیرد. با توجه به اینکه سابقه کاشت این گیاه در استان بسیار کوتاه است، یکی از مشکلات بر

سر راه توسعه این گیاه عدم اطلاع از اقلیم‌های مناسب آن در استان است. با توجه به پهناوری استان تحت مطالعه و وجود اقلیم‌های گوناگون در این مناطق اجرای تحقیقات زیادی لازم است تا به این سؤال پاسخ دهد (جوهری، ۱۳۹۳). از طرفی هزینه بالای اجرای طرح‌های تحقیقاتی باعث شده، تاکنون بررسی جامعی در خصوص شناسایی مناطق مناسب کاشت زعفران انجام نشود. استفاده از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی با در نظرگیری هم‌زمان فاکتورهای مختلف مؤثر بر رشد زعفران بهترین و کم‌هزینه‌ترین روش جهت شناسایی مناطق مستعد زعفران است. پهنه‌بندی اقلیمی کشاورزی جهت شناخت مشکلات کشاورزی و برنامه‌ریزی‌های آینده بسیار سودمند است. پهنه‌بندی اقلیمی بر مبنای استفاده از متغیرهای اقلیمی صورت می‌گیرد تا نقش تمامی متغیرها در تعیین اقلیم مناطق در نظر گرفته شود (کنی و همکاران، ۲۰۰۰).

برای مثال، کاظمی و همکاران (۱۳۹۲) پهنه‌بندی زراعی استان گلستان را جهت تعیین مناطق مستعد کشت سویا توسط نرم‌افزار<sup>۱</sup> GIS انجام دادند. آنان با استفاده از AHP<sup>۲</sup> مناطق را به چهار پهنه تقسیم نمودند. نتایج نشان داد که به ترتیب ۲۷/۵۹ و ۲۷/۳۵ درصد زمین‌های زراعی این استان در پهنه‌های بسیار مستعد و مستعد قرار دارند. قسمت‌های شمالی و شرقی این استان بیشتر در پهنه‌های نیمه‌مستعد و غیرمستعد قرار گرفتند. پهنه‌بندی آگرواکولوژیک این قابلیت را دارد که بر اساس تحلیل تغییرات شاخص‌های اقلیمی و با توجه به دوره رشد و نمو گیاه، خطر تولید را پیش‌بینی نماید (آتی و همکاران، ۲۰۰۲، بیشنوی، ۲۰۱۰). فائو پهنه‌بندی آگرواکولوژیک را در کشورهای مختلفی از جمله نیجریه، برزیل، چین، بنگلادش و نپال بکار برده است (فائو، ۱۹۹۴). به‌عنوان مثال، در مطالعه منطقه‌ای در هند به بررسی توان بالقوه منابع آب زیرزمینی و میزان آب قابل برداشت از آبخوان با استفاده از GIS پرداختند. در این پژوهش از اطلاعاتی مانند تراکم زهکش‌ها، خاک‌شناسی، شیب زمین و منابع آب سطحی

<sup>۲</sup> - Analytical Hierarchy process

<sup>۱</sup> - Geographic Information System

و گزارش دادند که بیش از ۲۲۲۱ کیلومتر مربع معادل ۱۲/۱۱ درصد از مساحت منطقه برای کشت زعفران بسیار مناسب یا بدون محدودیت است. همچنین در پژوهشی دیگر توسط سالاری و بشیری (۱۳۹۵)، در رابطه با کاربرد زمین آمار با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) به پهنه‌بندی مناطق مستعد کشت زعفران در سطح استان خراسان رضوی براساس پارامترهای اقلیمی پرداختند و به این نتیجه دست یافتند که یک سوم جنوبی استان خراسان رضوی از نظر اقلیمی دارای حداکثر پتانسیل کشت زعفران بوده و با حرکت به سمت شمال استان از میزان استعداد کشت کاسته می‌شود. یزدچی و همکاران (۱۳۸۹) جهت سنجش قابلیت اراضی برای کشت زعفران براساس معیارهای اقلیم، توپوگرافی و استعداد اراضی و پوشش زمین شهرستان مرند، این منطقه را به سه بخش قابل کشت، نسبتاً قابل کشت و غیرقابل کشت تقسیم‌بندی کردند. کوزه‌گران و همکاران (۱۳۹۰)، طی بررسی درجه حرارت‌های کاردینال در خراسان جنوبی به‌منظور شناسایی مناطق مستعد کشت زعفران با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی GIS گزارش کردند که درجه حرارت حداقل در ماه‌های مهر، آبان، آذر و دی و درجه حرارت حداکثر در ماه‌های آبان، آذر، دی و اسفند بیشترین تأثیر را بر عملکرد و تولید زعفران دارند.

تحقیقی به‌منظور پهنه‌بندی کشت زعفران در استان خوزستان و تعیین نواحی مستعد این محصول به‌وسیله نرم‌افزار GIS انجام شد. نتایج این تحقیق نشان داد با توجه به شرایط اقلیمی و محیطی مطلوب برای گیاه زعفران (مانند بارش، ارتفاع، شیب، تابش آفتاب و همچنین یخبندان)، نواحی شمالی و شرقی استان خوزستان مستعد و مناسب برای کشت محصول زعفران است. در استان خوزستان با فاصله گرفتن از نواحی شمالی و شمال شرقی، شرایط برای کشت زعفران نامطلوب و با محدودیت مواجه می‌شود (نقی‌زاده، ۱۳۹۹). همچنین نتایج تعیین مناطق مستعد کشت زعفران در استان آذربایجان شرقی نشان داد که ۴۲ درصد از اراضی این استان برای کاشت زعفران در

استفاده شد که با روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) وزن هر کدام بر اساس میزان تأثیر در توان بالقوه آب زیرزمینی تعیین گردید. در نهایت پس از تهیه نقشه نهایی توان بالقوه آب زیرزمینی، متوسط حجم آب قابل برداشت سالانه از آبخوان را مشخص کردند (چادهری و همکاران، ۲۰۰۹).

مولینا و همکاران (۲۰۰۵) و هالوی (۱۹۹۰) در مطالعاتی به بررسی اثر درجه حرارت بر گل‌دهی زعفران پرداختند و گزارش نمودند که دما می‌تواند مهم‌ترین عامل در تنظیم گل‌دهی زعفران باشد، همچنین اعلام نمودند که بهترین دما برای گل‌دهی زعفران بین ۲۳ تا ۲۷ درجه سلسیوس است. صادقی و همکاران (۱۳۹۲) به‌منظور تعیین توان و پتانسیل کشاورزی شهرستان ایذه برای کشت کلزا با بررسی عوامل طبیعی و اقلیمی اثرگذار، به پهنه‌بندی اقلیمی-زراعی این محصول پرداختند. به این منظور از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در محیط سیستم اطلاعات (GIS) بهره گرفتند. نتایج نشان داد که از ۳۷۷۹/۳۹ کیلومتر مربع مساحت شهرستان ایذه معادل ۱۴/۹۵ درصد برای کشت کلزا بسیار مناسب است.

جعفر بیگلو و مبارکی (۱۳۸۷) در تحقیقی دیگر استان قزوین را با در نظر گرفتن نیازهای اکولوژیک زعفران با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری مبتنی بر روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) پهنه‌بندی نمودند. نتایج تحقیقات آن‌ها نشان داد که روش تحلیل سلسله مراتبی در سنجش قابلیت اراضی برای کشت زعفران کارایی داشته و براساس آن استان قزوین به سه بخش مناسب، نسبتاً مناسب و نامناسب پهنه‌بندی گردید. پهنه‌بندی آگروکلیمایی کشت زعفران در استان خراسان شمالی نشان داد، حدود ۴۹۸ هزار هکتار یا ۱۷/۹۳ درصد از سطح استان خراسان شمالی شامل دشت‌های جاجرم، گرمه، گراتی، اسفراین، صفی‌آباد و بخش‌هایی از شهرستان‌های شیروان و فاروج با توجه به ویژگی‌های اقلیمی و زمینی مستعد کشت زعفران هستند (مقامی مقیم و همکاران، ۱۳۹۸).

صادقی و همکاران (۱۳۹۲) در راستای شناخت توانمندی‌های منطقه قائنات، از مدل (AHP) استفاده کردند

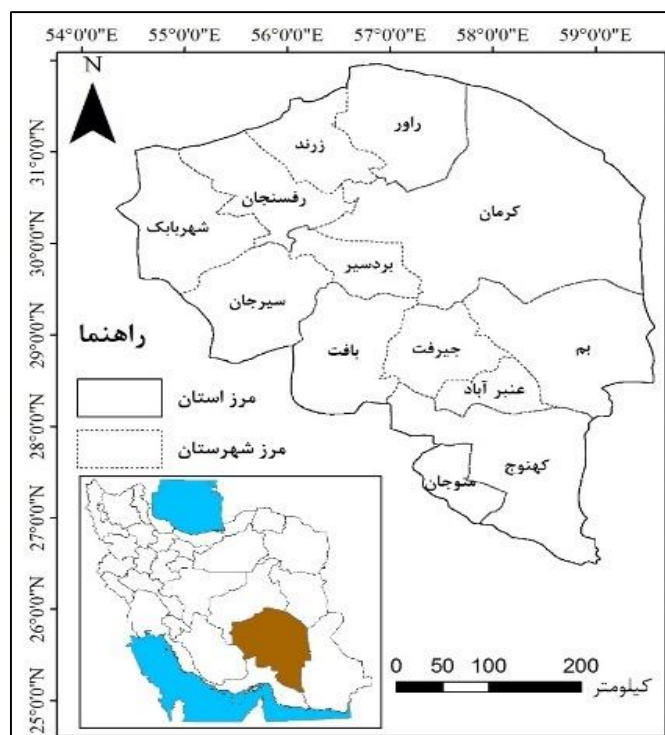
با توجه به اینکه زعفران ارزشمندترین و گران‌ترین ادویه موجود در دنیاست که خواص دارویی زیادی دارد. همچنین کاشت این گیاه به دلیل کارایی بیشتر مصرف آب در مناطق نیمه‌خشک مانند استان کرمان از اهمیت زیادی برخوردار است. لذا ضروری است پهنه‌های مستعد کاشت زعفران در استان کرمان شناسایی شوند. از طرفی استفاده از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی با در نظرگیری هم‌زمان فاکتورهای مختلف مؤثر بر رشد زعفران بهترین و کم‌هزینه‌ترین روش جهت شناسایی مناطق مستعد کاشت زعفران است؛ بنابراین هدف اصلی این مطالعه، تعیین نواحی مستعد کشت زعفران در استان کرمان با توجه به برخی عوامل اصلی مؤثر در آن به‌منظور جایگزینی با محصولات با مصرف آب بالا هست که به روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) انجام گردید.

#### مواد و روش‌ها

استان کرمان در جنوب شرقی فلات ایران و موقعیت جغرافیایی بین ۵۴ درجه و ۲۰ دقیقه تا ۵۹ درجه و ۳۴ دقیقه طول شرقی و ۲۶ درجه و ۲۹ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۵۸ دقیقه جنوبی قرار دارد (شکل ۱). به‌طورکلی آب و هوای استان کرمان خشک تا فراخشک ارزیابی شده و از مشخصات بارز آن رطوبت و بارندگی کم، تبخیر و تعرق زیاد و اختلاف شدید دما در فصول تابستان و زمستان و در طول شبانه‌روز است. در این پژوهش نقشه‌های توپوگرافی در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ از سازمان نقشه‌برداری تهیه شده است. مبنای انتخاب ایستگاه‌های هواشناسی، طول دوره آماری و پیوسته بودن (نبودن خلأ آماری) است. در ضمن از آمار و اطلاعات بعضی از ایستگاه‌های خارج از محدوده مطالعاتی به جهت داشتن آمار بلندمدت و نزدیکی به منطقه مورد مطالعه، به‌عنوان نقاط کمکی و نشانه برای پیدا کردن مناطق هم‌دما و هم‌باران استفاده شده است (جدول ۱). برای بررسی همگنی داده‌ها از آزمون Run Test استفاده گردید.

کلاس‌های کاملاً مناسب و نسبتاً مناسب، ۱۴ درصد اراضی در کلاس مناسب اما با سودآوری کم (تناسب بحرانی) و ۴۴ درصد اراضی در کلاس نامناسب قرار گرفتند (فرج‌نیا و مروج، ۱۳۹۸).

رشید سرخ‌آبادی و همکاران (۱۳۹۴) با تهیه نقشه کیفیت آب و خاک جهت کشت زعفران در اراضی شهرستان تربت حیدریه با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره مبتنی بر روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) گزارش نمودند که ۸/۵ درصد اراضی دارای تناسب بسیار مناسب، ۴۶/۵ درصد مناسب، ۱۶/۵ درصد دارای تناسب نسبی برای کشت زعفران، ۱۷ درصد نامناسب و حدود ۱۱/۵ درصد کاملاً نامناسب است. آن‌ها مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولید زعفران در درجه اول، کیفیت نامطلوب آب آبیاری و سپس خصوصیات خاک معرفی نمودند. پژوهشی با هدف مکان‌یابی مناطق مستعد کشت زعفران و با در نظر گرفتن نیازهای اکولوژیک این محصول در استان همدان انجام شد. نتایج نشان داد ۵۶/۵۹ درصد از اراضی استان همدان برای کاشت زعفران در کلاس‌های کاملاً مناسب و مناسب، ۲۷/۷ درصد در شرایط نسبتاً مناسب و ۱۵/۶۹ درصد در کلاس نامناسب قرار گرفته‌اند (حیدری و همکاران، ۱۳۹۹). نتایج به‌دست آمده در تحقیقی در کرمانشاه نشان داد که ۲۰/۸۰ درصد شامل ۵۰۸۲/۷ کیلومتر مربع از مساحت استان، مناطقی شامل کرمانشاه، ماهیدشت، اسلام‌آباد، نواحی جنوبی شهرستان جوانرود، روانسر، کنگاور، بخش‌هایی از شهرستان صحنه، گیلانغرب و سرپل‌ذهاب برای کشت زعفران شرایط مناسبی دارند، همچنین ۱۳/۳ درصد مساحت استان شامل ۳۲۵۸/۲ کیلومتر مربع در استان کرمانشاه شرایط نامناسبی برای کشت زعفران دارند (قمرنیا و سلطانی، ۱۳۹۵). البته استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و تحلیل سلسله مراتبی برای محصولات کشاورزی دیگری مانند کاشت پاییزه چغندر قند در کرمان توسط (جواهری، ۱۳۹۳) و برای کاشت گندم دیم در حوزه قره‌سو استان گلستان توسط (بیدادی و همکاران، ۱۳۹۳) انجام شده است.



شکل ۱- نقشه محدوده مطالعاتی و مرز شهرستان‌های استان کرمان

نهایتاً با بهره‌گیری از فرایند تحلیل سلسله مراتبی، پس از محاسبه وزن لایه‌های مؤثر، نقشه نهایی به دست آمد (جهت تعیین و ارجحیت عوامل مختلف و تبدیل آن‌ها به مقادیر کمی از نظرات کارشناسی نیز استفاده گردید). مناطق مورد مطالعه بر اساس قابلیت کاشت به چهار کلاس، بسیار مناسب، مناسب، متوسط و نامناسب طبقه‌بندی گردیدند. وزن هریک از پارامترها (عوامل اصلی) و عوامل فرعی (طبقات هر عامل اصلی) توسط نرم‌افزار Expert Choice محاسبه گردیده و وزن نهایی از حاصل ضرب این دو به دست آمد. سپس نرخ ناسازگاری مقایسات نیز محاسبه شد. لذا مراحل تصمیم‌گیری که همان یافتن نواحی مناسب کاشت است، به سلسله مراتبی که شامل مهم‌ترین عناصر تصمیم‌گیری است تجزیه خواهد گردید. جهت انجام مقایسات زوجی بین پارامترها، پرسشنامه‌ای تهیه گردیده و نظر کارشناسان در قالب مقیاس ساعتی جمع‌آوری گردید (ساعتی، ۱۹۸۰).

معادلات رگرسیونی برای برآورد متغیرهای موردنظر از چهار پارامتر تشکیل شده‌اند که این پارامترها بر اساس اصل کمترین مربعات خطا برآورد می‌شوند. این ضرایب شامل ضریب طول جغرافیایی (X) و عرض جغرافیایی (Y) و ارتفاع (Z) و مقدار ثابت عرض از مبدأ می‌باشند. اغلب پارامترهای هواشناسی از ارتفاع تأثیر می‌پذیرند و استفاده از ارتفاع به همراه طول و عرض جغرافیایی برای درونیابی داده‌ها، مناسب‌ترین روش است (تایتی و همکاران، ۲۰۰۶). برای پهنه‌بندی متغیرهای بارندگی و درجه حرارت روش درونیابی رگرسیونی که با موقعیت جغرافیایی و ارتفاع منطقه مورد مطالعه همبستگی دارند استفاده گردید (ویسنت سرانو و همکاران، ۲۰۰۳). در این پژوهش جهت استخراج معادلات و محاسبات لازم از نرم‌افزار Matlab R2013b استفاده گردید. سپس احتمال وقوع هر کدام از عوامل در نرم‌افزار Easy Fit 5 محاسبه گردید. استخراج معادلات گرادیانی توسط نرم‌افزار Minitab 17 و تحلیل داده‌ها و پهنه‌بندی با نرم‌افزار ARC GIS10.2 انجام پذیرفت.

جدول ۱- مشخصات جغرافیایی ایستگاه‌های سینوپتیک در استان کرمان و برخی ایستگاه‌های کمکی

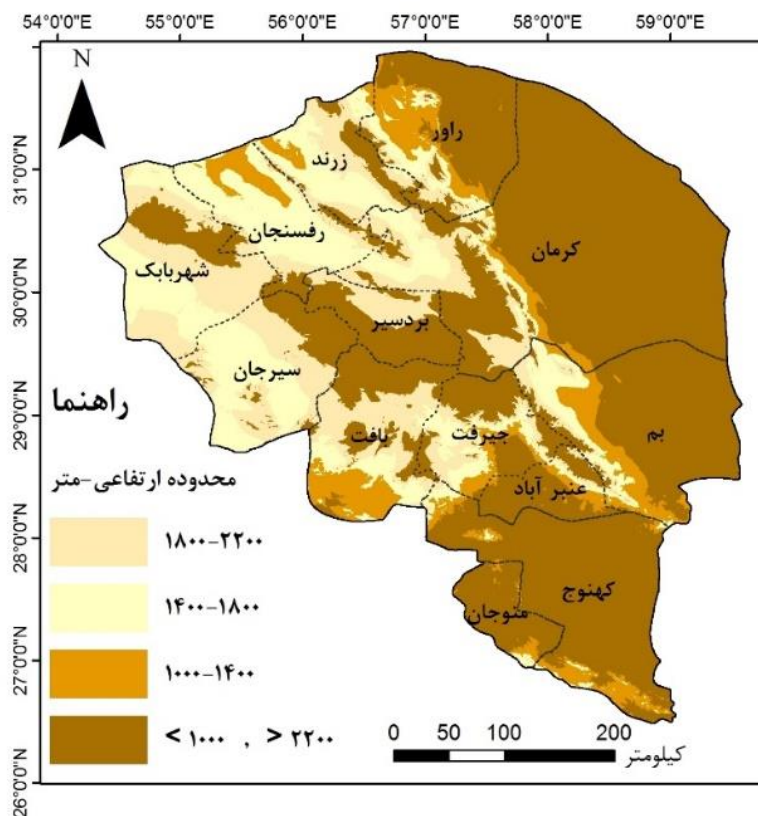
ردیف	ایستگاه	طول جغرافیایی (درجه-دقیقه)	عرض جغرافیایی (درجه-دقیقه)	ارتفاع (متر)	نوع ایستگاه
۱	کرمان	۵۸ ۵۶	۱۵ ۳۰	۱۷۵۴	سینوپتیک
۲	سیرجان	۴۱ ۵۵	۲۸ ۲۹	۱۷۳۹	سینوپتیک
۳	بم	۲۴ ۵۸	۰۶ ۲۹	۱۰۶۷	سینوپتیک
۴	جیرفت	۴۸ ۵۷	۳۵ ۲۸	۶۰۱	سینوپتیک
۵	کهنوج	۱۹ ۵۷	۵۸ ۲۷	۴۷۰	سینوپتیک
۶	بافت	۴۳ ۵۶	۱۴ ۲۹	۲۲۸۰	سینوپتیک
۷	شهربابک	۰۸ ۵۵	۰۶ ۳۰	۱۸۲۴	سینوپتیک
۸	رفسنجان	۰۳ ۵۶	۱۸ ۳۰	۱۶۰۵	سینوپتیک
۹	انار	۱۵ ۵۵	۵۳ ۳۰	۱۴۰۹	سینوپتیک
۱۰	حاجی‌آباد	۲۶ ۵۸	۱۹ ۲۸	۹۳۰	کمکی
۱۱	طیس	۵۵ ۵۶	۳۶ ۳۳	۷۱۱	کمکی
۱۲	خور	۲۶ ۵۸	۵۶ ۳۲	۱۱۱۸	کمکی
۱۳	یزد	۱۷ ۵۴	۵۴ ۳۱	۱۲۳۷	کمکی

## نتایج و بحث

## ارتفاع

استان کرمان یکی از مرتفع‌ترین استان‌های کشور است و رشته‌کوه‌ها و ارتفاعات متعددی را در خود جای داده است به طوری که این ارتفاعات بر اقلیم استان تأثیرگذار می‌باشند. شمال غرب، بخش‌هایی از غرب و مناطق وسیعی از مرکز استان را ارتفاعات متعددی در بر گرفته است. در شمال شرق استان ارتفاعات کوه‌بان با بیش از ۳۵۰۰ متر استقرار یافته است که پهنه قابل توجهی از استان را با اقلیم سرد کوهستانی تحت پوشش قرار می‌دهد. کوهستان جفتان با ارتفاع ۳۹۵۷ متر در شرق شهرستان کرمان، ارتفاعات بلوار با ۴۲۳۳ متر در شرق ماهان، کوهستان جوپار با ارتفاع ۴۱۳۵ متر بین راین و ماهان، ارتفاعات هزار با قله ۴۴۶۵ متر در شرق ماهان، ارتفاعات خبر با بلندی ۳۸۴۵ متر در جنوب غربی بافت، کوهستان دلفارد با ارتفاع ۳۳۴۸ متر در

غرب محمدآباد، کوهستان داهوشیه با ارتفاع ۳۴۰۵ متر در شرق زرنند و بسیاری از ارتفاعات دیگر استان کرمان، شرایط مساعد اقلیم زراعی و ویژگی‌های آب و هوایی بسیار مطلوبی را در مناطق وسیعی از استان به وجود آورده‌اند. ارتفاعات استان کرمان با تأثیرگذاری مشخص و مستقیم بر رژیم‌های بارندگی و حرارتی، به صورت مهم‌ترین عامل طبیعی بر رژیم اقلیمی این استان تأثیر می‌گذارند. به همین منظور طبقات ارتفاعی استان کرمان بر اساس محدوده ارتفاعی مناسب برای کاشت گیاه زعفران در شکل ۲ ترسیم شده است. ارتفاع‌های بیش از ۲۲۰۰ متر و کمتر از ۱۰۰۰ تا ۱۴۰۰ متر برای زعفران نامناسب است. همچنین ارتفاع ۱۴۰۰ تا ۱۸۰۰ متر برای کاشت زعفران بسیار مناسب است (بذرافشان و ابراهیم‌زاده، ۱۳۸۵، رحمتی، ۱۳۸۲). مناطق بسیار مناسب معادل ۱۷ درصد مساحت استان کرمان را تشکیل می‌دهند (شکل ۲).

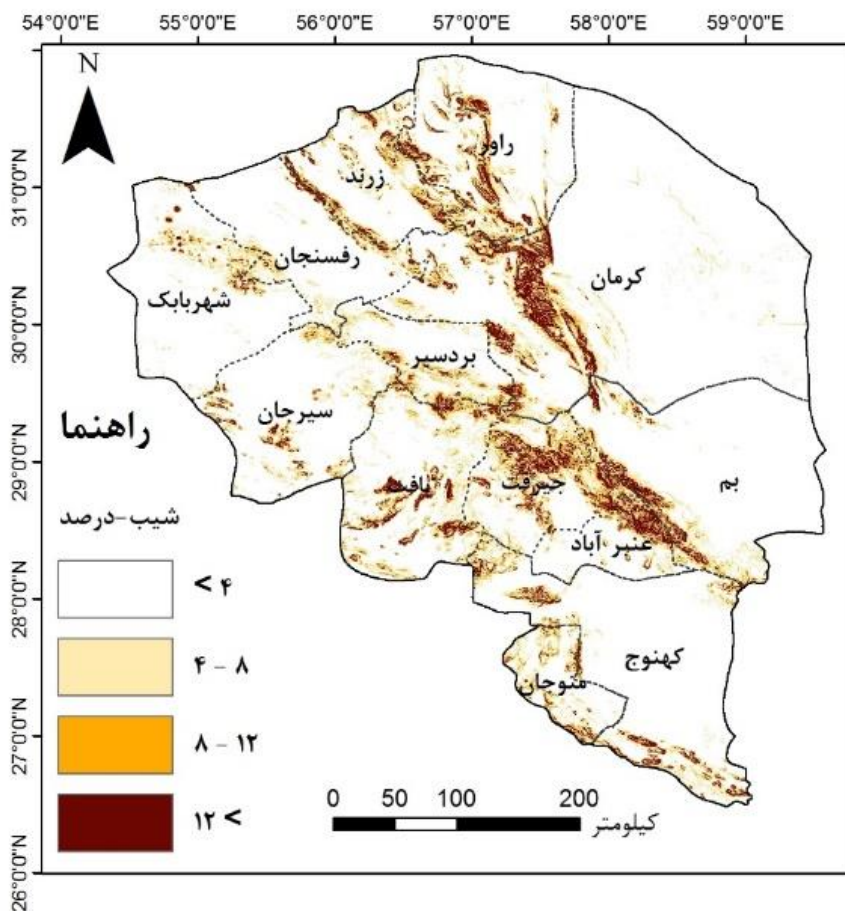


شکل ۲- نقشه پستی و بلندی استان کرمان (متر)

#### شیب

در شیب‌های بالا روان آب افزایش یافته و فرسایش به شدت افزایش می‌یابد. اراضی که شیب کمتر از هشت درصد دارند، مناسب کاشت بسیاری از گیاهان از جمله زعفران می‌باشند (مخدوم، ۱۳۸۰). شکل ۳ نقشه تناسب شیب منطقه مورد مطالعه برای کاشت زعفران را نشان می‌دهد. اراضی که شیب کمتر از چهار درصد دارند جزء مناطق کاملاً مناسب جهت کاشت زعفران طبقه‌بندی می‌گردند. این اراضی در شکل به رنگ سفید

مشخص شده‌اند. مناطقی که شیب بین چهار تا هشت درصد دارند نیز برای زراعت زعفران مناسب هستند. همچنین شیب‌های بیشتر از ۱۲ درصد برای کاشت این محصول نامناسب است. بسیاری از مناطق مرکزی استان بیشتر دارای شیب‌های بیش از ۱۲ درصد است، که مناسب کاشت نبوده و جزء مناطق نامناسب کاشت پهنه‌بندی می‌گردند. طبق جدول ۲، ۷۹ درصد از اراضی دارای شیب بسیار مناسب، ۱۱ درصد مناسب، پنج درصد متوسط و پنج درصد نامناسب هستند (شکل ۳).

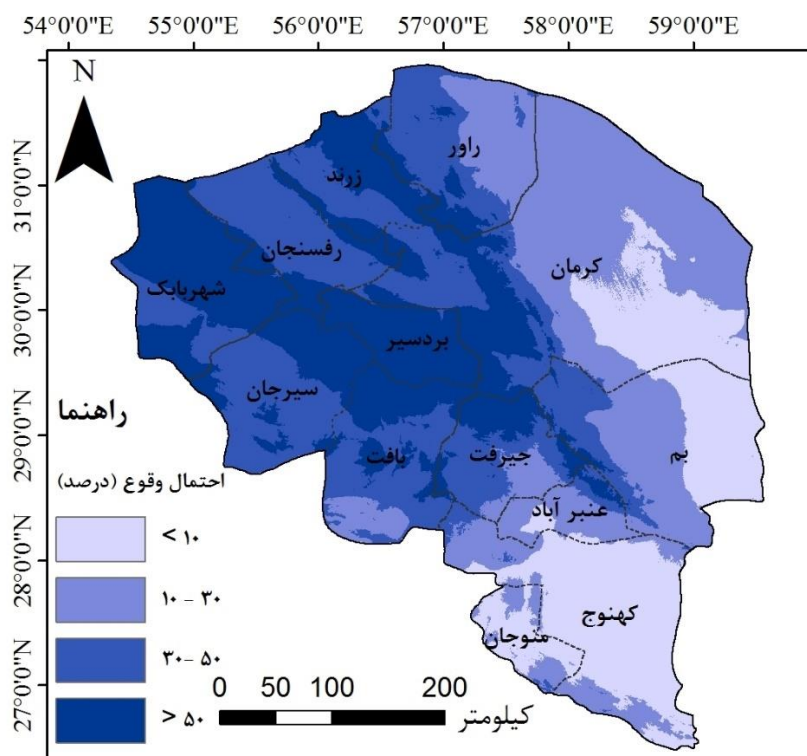


شکل ۳- نقشه طبقه‌بندی شیب استان کرمان (درصد)

(نوکندی، ۱۳۷۸، نقی‌زاده، ۱۳۹۹). بر این اساس ۲۲ درصد مساحت استان برای کشت زعفران متوسط و نامناسب است و مناطقی مانند کهنوج، منوجان، جنوب شهرستان جیرفت و کرمان و قسمت‌هایی از شهرستان بم برای کاشت زعفران مناسب و بسیار مناسب می‌باشند (شکل ۴).

احتمال وقوع دمای پنج درجه و کمتر در آبان صفر فیزیولوژیکی گیاه زعفران پنج درجه سانتی‌گراد گزارش شده است (میرزاییاتی، ۱۳۸۵). پهنه‌هایی که در آبان ماه احتمال وقوع دمای کمتر از پنج درجه وجود دارد برای کشت زعفران نامناسب است



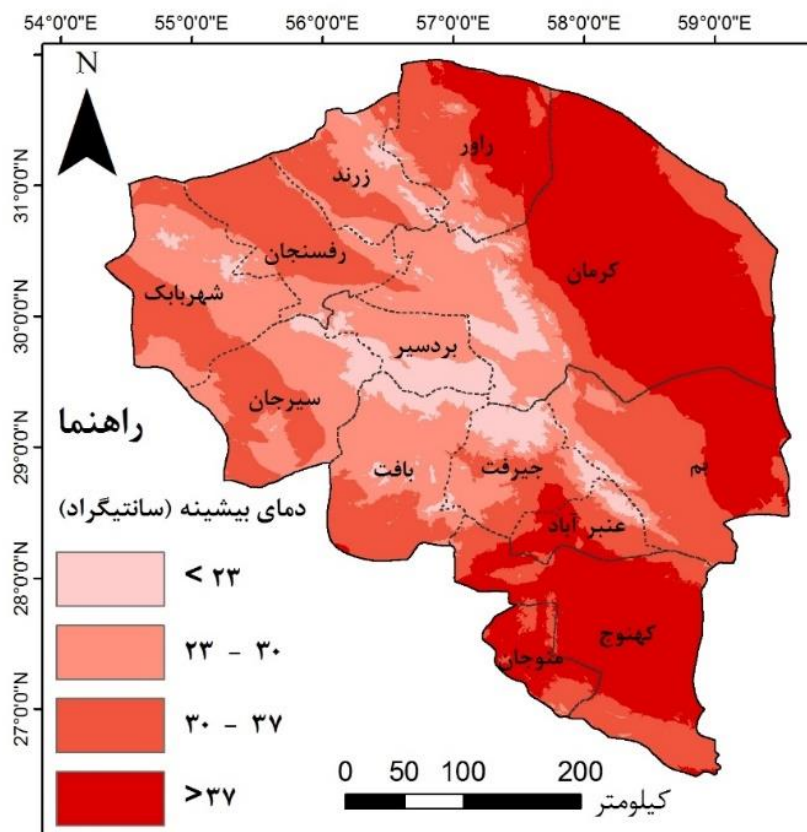


شکل ۴- پهنه‌های احتمال وقوع دمای کمتر از پنج درجه سانتی‌گراد در ماه آبان در استان کرمان

#### تنش گرمایی در طول فصل رشد

در مناطقی که در تابستان به احتمال بیش از ۷۵ درصد دمای هوا به بیش از ۳۷ درجه سانتی‌گراد می‌رسد امکان کاشت زعفران وجود ندارد (جعفر بیگلو و مبارکی،

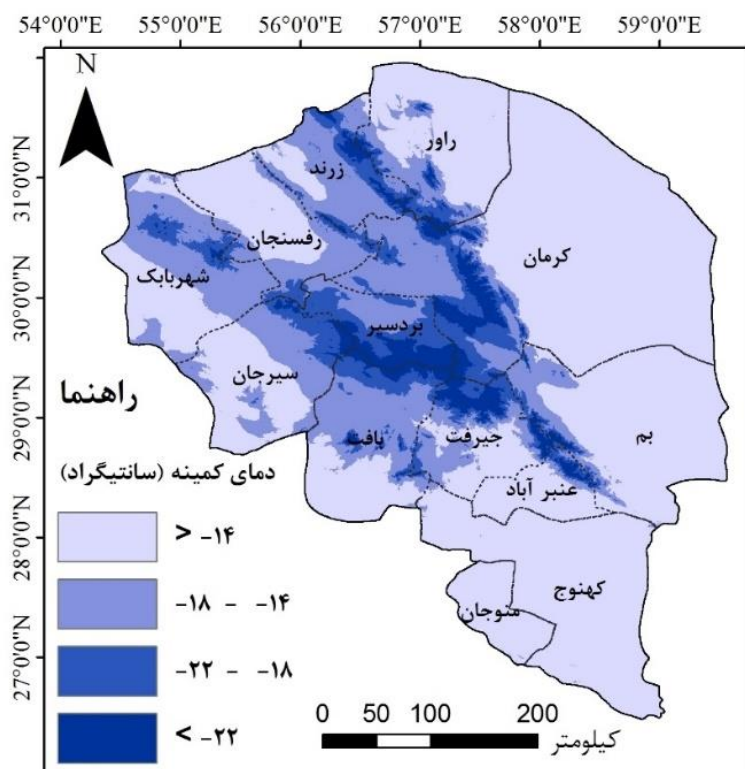
۱۳۸۷، رشید سرخ‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۴). بر اساس نقشه پهنه‌بندی هشت درصد از اراضی استان کرمان جزء مناطق بسیار مناسب کاشت زعفران می‌باشند. همچنین ۲۷ درصد جزء مناطق مناسب، ۳۲ درصد متوسط و ۳۳ درصد نامناسب کشت زعفران می‌باشند (شکل ۵).



شکل ۵- نقشه پهنه‌بندی دماهای بیشینه مطلق دوره رشد زعفران

دمای حداقل منفی ۲۲ در آن‌ها بیش از ۳۰ درصد است. این مناطق مستعد کاشت زعفران نبوده و طبق تحقیقات این دما به پیاز زعفران در طول زمستان صدمه می‌زند (مناطق نامناسب). مناطقی که دمای حداقل در آن‌ها بین منفی ۱۸ و منفی ۲۲ درجه است جزء مناطق متوسط برای کاشت زعفران از نظر وقوع دمای حداقل طبقه‌بندی می‌گردند (معادل نه درصد از مساحت استان کرمان). سایر مناطق از این نظر مستعد کاشت زعفران می‌باشند.

احتمال وقوع یخ‌زدگی در طول فصل زراعی (**Freezing**) حداکثر بردباری زعفران به سرما در مرحله رشد رویشی منفی ۱۸ تا منفی ۲۲ درجه سانتی‌گراد است (جعفر بیگلو و مبارکی، ۱۳۸۷). شکل ۶ مناطقی که با احتمال بیش از ۳۰ درصد دمای حداقل در طول زمستان در آن‌ها اتفاق می‌افتد را نشان می‌دهد. مناطقی که با رنگ آبی تیره نمایش داده شده‌اند مناطقی هستند که احتمال وقوع

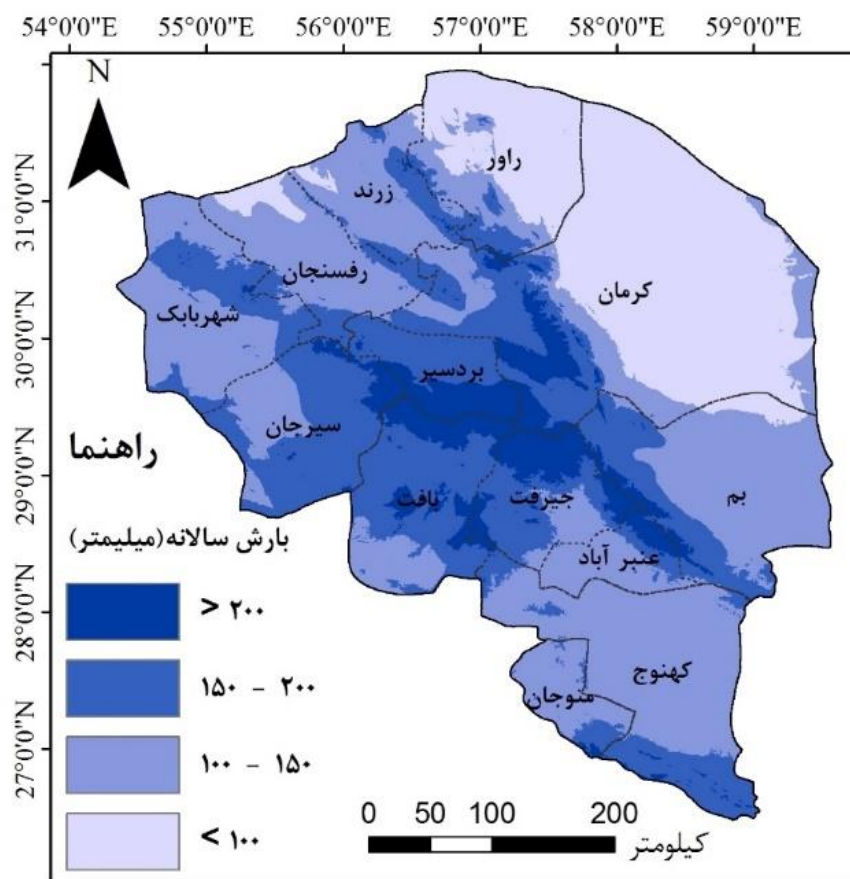


شکل ۶- نقشه پهنه‌بندی دمای کمینه مطلق دوره رشد

## بارندگی

برداشت در استان کرمان را نشان می‌دهد. قسمت شرق و شمال شهرستان کرمان و همچنین قسمت شمال شهرستان رفسنجان و قسمت‌های وسیعی از شهرستان راور بارندگی کمتر از ۱۰۰ میلی‌متر دارند. این مناطق به دلیل بارندگی بسیار کم مناسب کاشت زعفران نمی‌باشند مناطقی که بارندگی بیش از ۲۰۰ میلی‌متر دارند جزء مناطق مرتفع و بسیار سرد است (شکل ۷). مناطقی که بیشتر از ۱۵۰ میلی‌متر بارندگی دارند امکان کاشت زعفران در این مناطق وجود دارد (جمعاً معادل ۳۷ درصد از مساحت استان کرمان).

داده‌های بارندگی در بررسی و پژوهش‌های کشاورزی اهمیت زیادی دارند و بهترین مناطق برای رشد گیاه زعفران پهنه‌هایی هستند که بیش از ۲۰۰ میلی‌متر بارندگی در طول فصل رشد گیاه داشته باشند (جعفر بیگلو و مبارکی، ۱۳۸۷، رحمتی، ۱۳۸۲). این داده‌ها عامل تعیین‌کننده پارامترهایی چون زمان کشت محصول، زمان جوانه‌زنی، آب موردنیاز گیاهان و زمان عملیات زراعی است. شکل ۷ پهنه‌بندی کل بارندگی در فصل زراعی را از کاشت تا

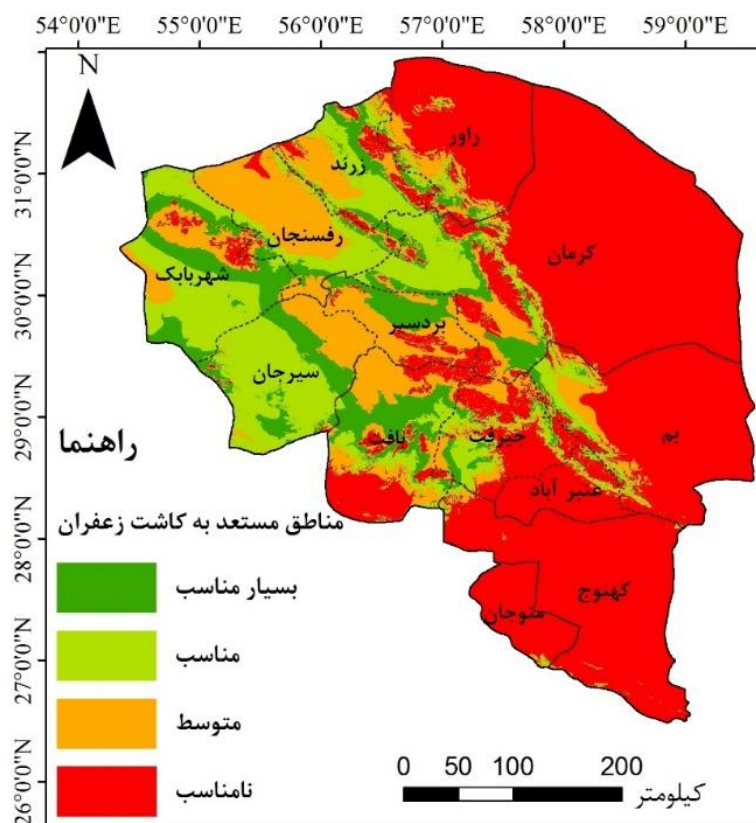


شکل ۷- نقشه پراکنش بارش دوره رشد زعفران (برحسب میلی‌متر) در استان کرمان

مساحت استان کرمان را تشکیل می‌دهند (جدول ۳). این مناطق در شمال شهرستان بردسیر، نواحی مرکزی شهرستان بافت، نواری در شمال و غرب شهرستان سیرجان، جنوب و غرب شهرستان شهر بابک، شمال شرقی شهرستان زرنند و قسمت‌های کمی از جنوب غربی شهرستان جیرفت را شامل می‌گردد (شکل ۸).

#### پهنه‌بندی مناطق مستعد

نقشه ۸ مناطق مستعد کشت زعفران را نشان می‌دهد. بر اساس این نقشه استان کرمان به چهار طبقه بسیار مناسب، مناسب، متوسط و نامناسب طبقه‌بندی گردید. مناطق بسیار مناسب کشت زعفران حدود ۱۰ درصد کل



شکل ۸- نقشه پهنه‌بندی استعداد مناطق مستعد کشت زعفران در استان کرمان

شمال شهرستان رفسنجان، غرب شهرستان زرنند، راور، شهر بابک، برخی نواحی مرکزی شهرستان بردسیر و بافت و مناطق غربی شهرستان بم می‌باشند (شکل ۸) که این مناطق حدود ۱۵ درصد سطح استان را تشکیل می‌دهند (جدول ۳).

مناطق مناسب نیز ۱۶ درصد سطح استان را تشکیل داده و شامل قسمت‌های مرکزی شهرستان سیرجان، شهر بابک، غرب شهرستان کرمان و جیرفت، همچنین جنوب شهرستان رفسنجان و جنوب و شرق شهرستان زرنند می‌باشند (شکل ۸). اراضی که استعداد متوسطی برای کاشت زعفران را دارند شامل مناطق وسیعی از مرکز و

جدول ۳- مناطق مناسب کاشت زعفران استان کرمان

مناطق	استعداد اراضی به درصد	مساحت (کیلومترمربع)
بسیار مناسب	۱۰	۱۷۸۲۱/۱
مناسب	۱۶	۲۸۴۲۸/۷
متوسط	۱۵	۲۷۶۷۳/۶
نامناسب	۵۹	۱۰۵۵۲۹/۵

مرکزی شهرستان بردسیر و شهر بابک مناسب کشت زعفران نمی‌باشند (شکل ۸). این اراضی ۵۹ درصد از مساحت کل استان را تشکیل می‌دهند (جدول ۴).

مناطق مرکزی، شمال و شرق راور، کرمان، بم، کهنوج، منوجان، عنبرآباد، قسمت‌های شرقی و جنوبی جیرفت، جنوب شهرستان بافت، قسمت‌هایی از نواحی

جدول ۴- استعداد و موقعیت پراکنشی مناطق مختلف جهت کاشت زعفران بدون فیلتر بارندگی

مناطق	شهرستان‌های واقع در هر پهنه
بسیار مناسب	در شمال شهرستان بردسیر، نواحی مرکزی شهرستان بافت، نوری در شمال و غرب شهرستان سیرجان، جنوب و غرب شهرستان شهر بابک، شمال شرقی شهرستان زرنند و قسمت‌های کمی از جنوب غربی شهرستان جیرفت
مناسب	قسمت‌های مرکزی شهرستان سیرجان، شهر بابک، غرب شهرستان کرمان و جیرفت، همچنین جنوب شهرستان رفسنجان و جنوب و شرق شهرستان زرنند
متوسط	مناطق وسیعی از مرکز و شمال شهرستان رفسنجان، غرب شهرستان زرنند، راور، شهر بابک، برخی نواحی مرکزی شهرستان بردسیر و بافت و مناطق غربی شهرستان بم
نامناسب	مناطق مرکزی، شمال و شرق راور، کرمان، بم، کهنوج، منوجان، عنبرآباد، قسمت‌های شرقی و جنوبی جیرفت، جنوب شهرستان بافت، قسمت‌های از نواحی مرکزی شهرستان بردسیر و شهر بابک

### نتیجه‌گیری

خواهد شد. از طرف دیگر، می‌تواند راهی در جهت رسیدن به توسعه پایدار و افزایش توان اقتصادی کشاورزان خصوصاً در مناطق کم‌برخوردار باشد. آنچه در این تحقیق بررسی شد عوامل طبیعی و خارج از کنترل دست انسان مانند اقلیم و عوارض زمین مانند شیب و ارتفاع بوده و بدیهی است نقشه‌های پهنه‌بندی صرفاً پتانسیل اقلیمی هر پهنه را نشان می‌دهند. قطعاً اجرای طرح‌های توسعه و سرمایه‌گذاری در این زمینه نیازمند تهیه نقشه کاربری اراضی دقیق و همچنین بررسی آزمایشگاهی خاک منطقه است. همچنین شایان ذکر است که در این تحقیق شرایط خاک و تغذیه گیاهی در نظر گرفته نشده است و نقشه ارائه‌شده آغاز راه توسعه زعفران در استان کرمان به‌طور فراگیر بوده و قدم اول در بررسی تغییر الگوی کاشت با توجه به کمبود منابع آبی منطقه است.

با توجه به کاهش شدید منابع آبی استان کرمان، حذف گیاهان پرمصرف آب و تغییر الگوی کشت امری اجتناب‌ناپذیر است. گیاه زعفران در کنار ارزش بسیار بالای اقتصادی آن یکی از گیاهان دارای کارایی مصرف آب بالا است و نیاز آبی زیادی ندارد. به‌طور کلی و با توجه به اقتصادی بودن محصول زعفران، کشت تجاری آن و همچنین با توجه به نیروی کار ارزان بومی کشاورزی معیشتی نیز می‌تواند در دستور کار برنامه ریزان قرار گیرد. شناخت پتانسیل‌های محیطی در استان کرمان می‌تواند در بهره‌گیری بهینه از منابع و همچنین تولید بیشتر محصولات مؤثر باشد. تغییر الگوی کشت در مناطق کم آب استان و جایگزینی کشت زعفران با محصولات با نیاز آبی بالا نظیر پیاز و سیب‌زمینی موجب صرفه‌جویی در مصرف آب

### فهرست منابع

۱. احمدی، ر.، مختاری، ح.، سعیدزاده، م. و م. مختاری. ۱۳۹۵. زعفران جهان (جغرافیای تاریخی، کشاورزی، خواص دارویی و فرهنگ عامه).
۲. آرامش، م. و ع. جمالزهی. ۱۳۹۱. پهنه‌بندی اقلیمی استان کرمان با استفاده از تحلیل عاملی و خوشه‌ای، اولین همایش ملی بیابان.
۳. بذرافشان، ج. و ع. ابراهیم‌زاده. ۱۳۸۵. تحلیلی بر انتشار فضایی - مکانی زعفران در ایران و عوامل مؤثر بر آن مطالعه موردی: خراسان. جغرافیا و توسعه. ۴ (۸): ۶۱-۸۴.

۴. بشیری، م. و ا. سالاری. ۱۳۹۵. کاربرد زمین آمار در پهنه‌بندی مناطق مستعد کشت زعفران در سطح استان خراسان رضوی بر اساس پارامترهای اقلیمی، نشریه زراعت و فناوری زعفران، جلد ۴، شماره ۲. ص ۱۵۵-۱۶۷.
۵. بهنیا، م.ر. ۱۳۹۱. زعفران: تاریخچه کشت، مصرف، گیاه‌شناسی، شیمی، تولید، فرآوری، استاندارد و بازاریابی، موسسه چاپ و انتشارات سخن گستر.
۶. بیدادی، م.، کامکار، ب.، عبدی، ا. و ح. کاظمی. ۱۳۹۳. ارزیابی تناسب اراضی جهت کشت گندم دیم با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی، نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، جلد ۲۵ شماره ۱، ۱۳۲-۱۴۳.
۷. حمزه‌ای، م. و خ. بوزرجمهری. ۱۳۹۳. واکاوی آثار و عوامل مؤثر بر گسترش الگوی کشت زعفران در شهرستان نیشابور مطالعه موردی: دهستان اسحق‌آباد. فصلنامه زراعت و فناوری زعفران. ۲(۴): ۲۷۷-۲۸۸.
۸. حیدری، م.، یوسفی، ع.، رستمی، ف. و م. حسینی صدیق. ۱۳۹۹. پهنه‌بندی آگروکلیمایی کشت زعفران در استان همدان رهیافتی برای تغییر الگوی کشت. جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی. دوره ۳۰، شماره ۴، ۹۹-۱۱۴.
۹. جعفر بیگلو، م. و ز. مبارکی. ۱۳۸۷. سنجش تناسب اراضی استان قزوین از نظر کشت زعفران بر اساس روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، مجله پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۶۶، صفحات ۱۱۹-۱۰۱.
۱۰. جواهری، م.ع. ۱۳۹۳. پهنه‌بندی اقلیمی-زراعی و امکان‌سنجی کشت پاییزه چغندر قند در استان‌های خراسان رضوی و جنوبی، پایان‌نامه دکتری، دانشگاه زابل.
۱۱. رحمتی، ع. ۱۳۸۲. نقش عوامل محیطی در تولید، عملکرد و کیفیت زعفران. سومین همایش ملی زعفران، ۱۱ و ۱۲ آذر ماه ۱۳۸۲، مشهد مقدس، ایران.
۱۲. رشید سرخ‌آبادی، م.، شهیدی، ع. و ع. خاشعی. ۱۳۹۴. تعیین مکان‌های مناسب کشت زعفران در شهرستان تربت حیدریه با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی. نشریه زراعت و فناوری زعفران. جلد ۳، شماره ۴. ص ۲۶۱-۲۷۲.
۱۳. سالاری، ا. و م. بشیری. ۱۳۹۵. کاربرد زمین آمار در پهنه‌بندی مناطق مستعد کشت زعفران در سطح استان خراسان رضوی براساس پارامترهای اقلیمی، نشریه زراعت و فناوری زعفران. جلد ۲. شماره ۲. صفحات ۱۵۵-۱۶۷.
۱۴. صادقی، ح.، اشرفی، ع. و ج. میکائیکی. ۱۳۹۲. امکان‌سنجی کشت کلزا در شهرستان ایزه با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، جغرافیا و آمایش شهری-منطقه‌ای، شماره ۸، ۱۰۱-۱۱۴.
۱۵. فرج‌نیا، ا. و ک. مروج. ۱۳۹۸. پهنه‌بندی آگروکلیمایی کشت زعفران در استان آذربایجان شرقی. نشریه پژوهش‌های زعفران. جلد هفتم، شماره دوم، ۲۵۱-۲۶۷.
۱۶. قمرنیا، ه. و ن. سلطانی. ۱۳۹۵. پهنه‌بندی مناطق مستعد کشت زعفران در کرمانشاه: رهیافتی برای تغییر الگوی کشت و مقابله با کمبود آب. نشریه مدیریت اراضی. جلد ۴. شماره ۱. ۱-۱۱.
۱۷. کاظمی، ح.، طهماسبی سروستانی، ز.، کامکار، ب.، شتایی، ش. و س. صادقی. ۱۳۹۲. پهنه‌بندی زراعی-بوم‌شناختی اراضی استان گلستان جهت کشت سویا با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۲۳ (۴): ۱۱۲-۱۱۹.
۱۸. کافی، م.، م.ح. راشد محصل، ع. کوچکی. و ع. ملافیلابی. ۱۳۸۱. زعفران: فناوری تولید و فرآوری. ناشر: زبان و ادب. مشهد. ایران. ۲۷۶ صفحه.

۱۹. کوزه‌گران، س.، موسوی بایگی، م.، ثنایی نژاد، ح. و م.ح. بهدانی. ۱۳۹۰. بررسی درجه حرارت‌های حداقل، میانگین و حداکثر در خراسان جنوبی به منظور شناسایی مناطق مستعد کشت زعفران با استفاده از GIS. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). جلد ۲۵، شماره ۴. ص ۸۹۲.
۲۰. محمدی، ح.م. و ق. مقتدری. ۱۳۸۴. ارتباط پارامترهای اقلیمی و عارضه خشکیدگی خوشه خرما. فصلنامه بیابان. ۱۰ (۲): ۳۳۹-۳۴۸.
۲۱. مخدوم، م. ۱۳۸۰. ارزیابی و برنامه‌ریزی محیط‌زیست با سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS). تهران: انتشارات دانشگاه تهران. ۲: ۲۰ تا ۴۰.
۲۲. مقامی مقیم، غ.، حسینی صدیق، م.، اسدی، ر. و س. خانی تملیه. ۱۳۹۸. پهنه‌بندی آگروکلیمایی در استان خراسان شمالی: رهیافتی برای تغییر الگوی کشت. جغرافیا و توسعه. شماره ۵۶. صفحات ۱۱۹-۱۳۸.
۲۳. میرزاییاتی، ر. ۱۳۸۷. برآورد مناطق کشت زعفران در دشت نیشابور توسط GIS، پایان نامه ارائه شده در تحقق بخشی از نیاز برای مدرک کارشناسی ارشد علم جغرافیا. دانشگاه تربیت مدرس. تهران. ایران.
۲۴. نقی‌زاده، م.ع. ۱۳۹۹. پهنه‌بندی کشت زعفران در استان خوزستان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی. فصلنامه علمی-پژوهشی جغرافیا (برنامه‌ریزی منطقه‌ای). سال یازدهم، شماره ۱، ۷۰۱-۷۱۴.
۲۵. نوکنندی، ع.ک. ۱۳۷۸. اثرات عوامل اقلیمی بر کشت زعفران در جنوب خراسان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه اصفهان.
۲۶. یزدچی، س. ۱۳۸۹. سنجش قابلیت اراضی شهرستان مرند برای کشت زعفران بر اساس روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، مجله دانش آب و خاک، ۲۳ (۳)، ص ۱۵۱-۱۷۰.
27. Ati, O.F., Stigter, C.J., and E.O. Olandipo. 2002. A comparison of methods to determine the onset of the growing season in northern Nigeria. *International Journal of Climatology*, 22: 732-742.
28. Bishnoi, O.P. 2010. *Applied agroclimatology*. Oxford Book Company. Jaipur India, pp540.
29. Chowdhury, A., Jha, M.K., Chowdary, V.M., and B.C. Mal. 2009. Integrated remote sensing and GIS-based approach for assessing groundwater potential in West Medinipur district, West Bengal, India. *International Journal of Remote Sensing*, 30 (1): 231-250.
30. FAO, 1994. AEZ in Asia. Proceeding of the regional workshop on Agro-Ecological Zones Methodology and application. Bangkok, Thailand, 17-33 NOVEMBER 1991. World Soil Report, 75. Rome.
31. Halevy, A.H. 1990. Resent advanced in control of flowering habit of geophytes. *International Society for Horticultural Science*. 66: 35-42.
32. Kenny, G.J., Warrick, R.A., Campbell, B.D., Sims, G.C., Camilleri, M., Jamieson, P.D., and M.J. Salinger. 2000. Investigating climate change impacts and thresholds: an application of the CLIMFACTS integrated assessment model for New Zealand agriculture. *Climatic Change*, 46 (1-2): 91-113.
33. Molina, R.V., Valero, M., Navarro, Y., Guardiola, J.L., and A. García-Luis. 2005. Temperature effects on flower formation in saffron (*Crocus sativus*). *Scientia Horticulturae*. 103: 361-379.
34. Roozitalab, M.H., Toomanian, N., Ghasemi Dehkordi, V.R., and F. Khormali. 2018. Major Soils, Properties, and Classification. In: Roozitalab, M., Siadat, H., Farshad, A. (eds) *The Soils of Iran*. World Soils Book Series. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-69048-3\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-319-69048-3_7).
35. Saaty, T. 1980. *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*. McGraw Hill International, New York, USA. 287p.



36. Taiti, A., Henderson, R., Turner, R., and X. Zheng. 2006. Thin-plate smoothing spline interpolation of dailing rainfall for New Zealand using a climatological rainfall surface. *International. Journal of Climatology*. 2097-2115.
37. Vicente-Serrano, S.M., Saz-Sanchez, M.A., and J.M. Cuadrat. 2003. Comparative analysis of interpolation methods in the middle Ebro Valley (Spain): application to annual precipitation and temperature. *Climate Research*, 24(2): 161-180.

## AHP-based Climatic Zoning for Saffron Cultivation in the Water-deficient Kerman Province

**M. A. Javaheri<sup>1</sup>, H. Najafinezhad, and M. Nadi**

Assistant Prof., of Seed and Plant Improvement, Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Kerman, Iran.

**javaheri310@yahoo.com**

Assistant Prof., of Seed and Plant Improvement, Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Kerman, Iran.

**hnajafinezhad@yahoo.com**

Assistant Prof., Department of Irrigation, Faculty of Agricultural Engineering, University of Sari Agricultural Sciences and Natural Resources. **mehdi.nadi@gmail.com**

**Received: April 2022 and Accepted: August 2022**

### Abstract

Saffron (*Crocus sativus L*) is an expensive and highly valuable plant recognized globally for its many medicinal properties and low water demand. Hence, the development of saffron farms in semiarid regions has received much attention as it increases water use efficiency (WUE) in such water-deficient areas. Considering the different factors involved in saffron growth and yield, the geographical information system (GIS) is the best and most cost-effective method to identify areas potentially favorable to saffron cultivation. The current study aimed at zoning the land area favorable to saffron cultivation in Kerman Province was conducted over the period 2017-2019. The required daily data were collected from 13 synoptic stations recorded during the years 1998 to 2016, which were subjected to the homogeneity test before the relevant GIS information layers including altitude, slope, frost, rainfall, absolute maximum and minimum temperatures, and probability of temperatures below 5° Celsius in November were prepared. Subsequently, the relevant variograms were drawn. Also, the slope map was extracted using the digital elevation model. Finally, weights were assigned to the above layers using the Analytical Hierarchy Process (AHP) technique, and the final zoning map was prepared in ArcMap. The map thus prepared revealed that the southern and eastern stretches of the province were not suitable for saffron cultivation while the more favorable areas were located at the foothills in Baft, Bardsir, Zarand, and Shahrabak towns. Moreover, Kahnuj, Manojan, southern parts of Jiroft, eastern stretches of Bam, and southern stretches of Baft, accounting for around 59% of the total provincial land area, were recognized as unfavorable to saffron cultivation. The remaining lands of the total provincial area were classified as follows: 15% relatively suitable, 16% suitable, and about 10% highly suitable for saffron cultivation.

**Keywords:** Critical temperatures, GIS, Saffron

---

<sup>1</sup> - Corresponding author: Seed and Plant Improvement, Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Kerman, Iran.