

امکان سنجی نواحی مستعد کشت زعفران در استان اصفهان بر اساس مدل

نسبت دهی

زهره رجیبی: گروه جغرافیا، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران
حسنعلی غیور: گروه جغرافیا، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران
محمدباقر بهیار: عضو هیات علمی پژوهشکده هواشناسی، تهران، ایران
امیر گندمکار: گروه جغرافیا، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران
ویکتوریا عزتیان: گروه جغرافیا، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران

وصول: ۱۳۹۲/۱۲/۲۱ پذیرش: ۱۳۹۳/۶/۷، صص ۲۸-۱۳

چکیده:

با توجه به شرایط خاص اقلیمی استان اصفهان که آب یکی از عوامل محدودکننده در توسعه کشاورزی است، زعفران گیاه مناسبی برای کاشت در مناطق خشک و نیمه خشک است زیرا هم در دوران خواب زمستانی به آب نیازی ندارد و هم فصل رویش آن همزمان با شروع بارندگی ها در ایران مرکزی است. در این تحقیق عناصر اقلیمی و عوامل محیطی موثر در کشت زعفران با استفاده از مدل نسبت دهی در نرم افزار GIS مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته و مناطق مستعد کشت زعفران در استان مشخص شد. عناصر اقلیمی دما، بارش، رطوبت نسبی روزانه (به منظور مشخص شدن نیاز آبی گیاه در دوره گل دهی) در دوره آماری ۱۹۹۳-۲۰۰۸ میلادی با برنامه calculate.xlsx در نرم افزار excel محاسبه شد و نقشه های سطوح ارتفاعی و شیب منتج شده از DEM استان، نقشه عوارض سطح زمین و نقشه های منابع آب زیرزمینی رستری تهیه شده از داده های نقطه ای شرکت آب منطقه ای استان، مورد تحلیل و بررسی قرار گرفت. در مدل نسبت دهی، بر اساس نسبت اثرگذاری هر یک از طبقات نقشه ها در کشت زعفران امتیاز داده شد سپس با تابع weighted sum در نرم افزار GIS همه لایه ها امتیازبندی و با هم تلفیق شد و در نهایت نقشه نهایی که استعداد منطقه برای تولید و سطح زیر کشت زعفران است، تهیه شد. نتایج این تحقیق نشان داد از بین عوامل موثر در کشت زعفران، شرایط اقلیمی مهم ترین نقش را در رویش گل زعفران دارند. در نقشه نهایی مناطق مناسب کشت زعفران در استان اصفهان مناطق شرقی و شمال شرقی تشخیص داده شد که حدود ۱۵,۶٪ از کل مساحت استان را پوشش می دهد.

واژه های کلیدی: زعفران، استان اصفهان، سیستم اطلاعات جغرافیایی، مدل نسبت دهی، امکان سنجی مدل (TOPSIS)

۱- مقدمه

۱-۱- طرح مسئله

اهداف تحقیق

۱- شناخت توان های محیطی و اقلیمی استان اصفهان به منظور کشت زعفران

۲- مشخص نمودن مکان های مستعد، نیمه مستعد و

نامناسب کشت زعفران در استان اصفهان

مقدمه:

امروزه با افزایش روزافزون جمعیت، شاهد نیاز بیش تر جوامع بشری به تامین مواد غذایی هستیم که این امر باعث فشار بیش از حد به منابع طبیعی خواهد شد. از این رو شناخت قابلیت های اراضی و منابع طبیعی در راستای تولید پایدار محصولات خاص امری ضروری به نظر می رسد. از طرف دیگر کشاورزی به عنوان یکی از مهم ترین بخش های اقتصادی کشور، نقش مهمی در رسیدن به توسعه پایدار بر عهده دارد. به طوری که توجه به این امر علاوه بر خودکفایی در تولید مواد غذایی و پاسخ گویی به مسائل ناشی از افزایش جمعیت، منجر به صادرات و ارزآوری نیز می شود. رسیدن به توسعه پایدار در بخش کشاورزی مستلزم استفاده از اصول و روش های علمی و شناخت توان ها و قابلیت های محیطی و تنوع اقلیمی هر منطقه است تا محصولات مناسبی برای کشت انتخاب شوند که توسعه اقتصادی در پی داشته باشند. از چندین دهه قبل در کشورهای پیشرفته دنیا توجه ویژه ای به کشاورزی به عنوان بخش مهمی از اقتصاد می شود و از تکنیک های پیشرفته روز دنیا در این زمینه از جمله تکنیک های GIS به منظور استفاده بهینه از زمین و برداشت بیش تر محصول استفاده می شود (علیجانی، ۱۳۸۵، ۱۵). تحقیقات زیادی در زمینه اقلیم کشاورزی انجام شده است از جمله: در کشور

مکزیک برای شناسایی مناطق مستعد هلو از GIS استفاده شد. در این تحقیق علاوه بر در نظر گرفتن پارامترهای اقلیمی، اطلاعات مربوط به خاک هم منظور شده است. (کارسجنس، ۱۹۹۶)^۱. در ناحیه کاجمنت کنت بریتانیا برای تعیین نیازهای بیولوژیکی سیب زمینی، کیفیت و قابلیت های زمین با استفاده از GIS شناسایی شد. (کوک، ۲۰۰۰)^۲. پلزنر و همکاران (۱۹۹۰)^۳ در مطالعه شان افزایش خطی رشد پیاز زعفران را بررسی کردند. نتایج نشان داد که رشد این گیاه در درجه حرارت های بین ۱۵ الی ۲۵ درجه سانتی گراد تامین می شود و تولید پیاز بیش تر در رژیم حرارتی ۲۷ درجه سانتی گراد در طول شب به وقوع می پیوندد. هالوی (۱۹۹۰)^۴ در مطالعه یی تغییرات دمای روزانه را برای گل دهی زعفران بررسی کرد. در این بررسی مشخص شد تغییرات دمای روزانه برای گل دهی زعفران موثر بوده است به طوری که نوسان درجه حرارت روز و شب مهم ترین عامل تنظیم گل دهی این گیاه می باشد. روزنزیگ و پری (۱۹۹۴)^۵ طول فصل رشد را بر اساس تلفیق درجه حرارت های بالاتر از صفر و قابلیت دسترسی رطوبت برای رشد گیاهان محاسبه کردند. مقادیر ارائه شده حاکی از کوتاه تر شدن طول فصل رشد در مناطق خشک و نیمه خشک جهان از جمله ایران است در حالی که در عرض های جغرافیایی بالا طول فصل رشد در آینده افزایش خواهد یافت. داویننگ و

¹Carsjens

²Cook

³Plessner

⁴Halevy

⁵Rosenzweig-Perry

عملکرد زعفران در سال های آینده روند کاهشی خود را ادامه خواهد داد. یزدچی و همکاران (۱۳۸۹) با استفاده از مدل تحلیل سلسله مراتبی^۹ در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی^{۱۰} ویژگی های طبیعی و اقلیمی شهرستان مرند را به منظور شناسایی قابلیت اراضی برای کشت زعفران بررسی نمودند. در این بررسی شهرستان مرند را به سه بخش قابل کشت، نسبتاً قابل کشت و غیر قابل کشت تقسیم بندی نمودند. ثنایی نژاد و همکاران (۱۳۸۹) در بررسی و پیش بینی عملکرد زعفران در استان خراسان به وسیله عوامل اقلیمی به این نتیجه رسیدند که افزایش درجه حرارت در ماه های آغازین سال بیش ترین تاثیر را بر کاهش عملکرد زعفران داشته است. کوچکی و همکاران (۱۳۸۹) با بررسی تاثیر افزایش درجه حرارت بر رفتار گل دهی زعفران متوجه شدند در مناطق کشت زعفران در استان خراسان اگر میانگین دمای تابستان و پاییز به مقدار ۱/۵ تا ۲ درجه سانتی گراد افزایش یابد، گل دهی این گیاه به مقدار قابل توجهی به تاخیر می افتد. محمدی و همکاران (۱۳۹۰) قابلیت های اقلیمی کشت زعفران در شهرستان مرودشت را ارزیابی کردند نتیجه تحقیق حاکی از آن است که از نظر دمایی شهرستان مرودشت با شهرستان های زعفران خیز ایران (قائن و تربت حیدریه) به طور نسبی مشابهت دارد. اسماعیل زاده و همکاران (۱۳۹۰) نیازهای اقلیم- کشاورزی گیاه زعفران را در جلگه مغان بررسی کردند. طبق نتایج آنها مناسب ترین منطقه برای کشت زعفران، جنوب شرق جلگه شناسایی شد. کوزه گران و همکاران (۱۳۹۰) در تحقیق خود درجه حرارت

همکاران (۱۹۹۷) در تحقیقشان طول فصل رشد گیاه زعفران را بررسی کردند. در این تحقیق طول فصل رشد بر اساس تلفیق دماهای بالاتر از صفر و قابلیت دسترسی رطوبت برای رشد گیاهان محاسبه شد. مولینا و همکاران (۲۰۰۵)^۷ در مطالعه شان به اثر درجه حرارت بر گل دهی زعفران پرداختند. نتایج نشان داد که بهترین دما برای گل دهی زعفران بین ۲۳ تا ۲۷ درجه سلسیوس است. مطالعات گریستا و همکاران (۲۰۰۹)^۸ حاکی از آن است که علاوه بر درجه حرارت، رطوبت خاک نیز در تنظیم رفتار گل دهی زعفران نقش تعیین کننده ای دارد. رحمتی (۱۳۸۲) در مطالعه خود با تاکید بر نقش آب و هوایی، در رشد گیاه زعفران نتیجه گیری می کند که گیاه زعفران برای رشد مطلوب خود به میزان معینی از بارندگی حدود ۲۰۰ میلی متر احتیاج دارد. بهدانی و همکاران (۱۳۸۶) در مطالعه خود بیان می کنند گیاه زعفران به رطوبت بالا حساس بوده و رطوبت زیاد به پیاز گیاه صدمه می زند جعفر بیگلو و همکاران (۱۳۸۷) سنجش تناسب اراضی استان قزوین را در کشت زعفران در محیط با استفاده از روش های چند متغیره متکی بر روش تحلیل سلسله مراتبی و تحلیل فضایی اطلاعات در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی، به سه بخش مناسب، نسبتاً مناسب و نامناسب تقسیم کردند. حسینی و همکاران (۱۳۸۷) اثر نوسانات دراز مدت دما و بارندگی را بر عملکرد زعفران بررسی کردند. نتایج حاکی از آن است که الگوهای مکانی- زمانی تغییرات زعفران از تغییرات آب و هوایی تبعیت داشته و به نظر می رسد با تداوم تغییرات آب و هوایی

⁶Downing

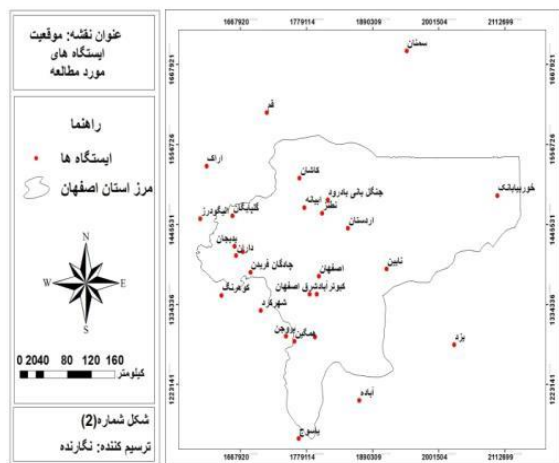
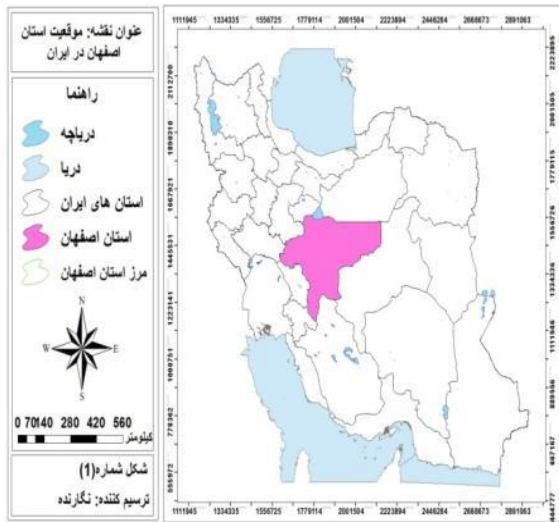
⁷Molina

⁸Gresta

⁹ Analytic Hierarchy Process

¹⁰Geographic Information System

های میانگین، حداقل و حداکثر را به منظور شناسایی مناطق مستعد کشت زعفران در خراسان



شکل (۱) موقعیت استان اصفهان در ایران

شکل (۲) موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه.

این استان که در مرکز ایران واقع شده از شمال به استان‌های مرکزی، قم و سمنان و از جنوب به استان‌های فارس و کهگیلویه و بویراحمد، از شرق به استان یزد و از غرب به استان‌های لرستان و چهارمحال بختیاری محدود است. (سالنامه آماری استان اصفهان). شکل شماره (۱) موقعیت استان اصفهان در ایران و شکل شماره (۲) موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

جنوبی استان اصفهان با مساحت ۲۹۱/۴۴/۱۰۷۰ کیلومتر مربع بررسی کردند. نتایج حاصل حاکی از آن است که درجه حرارت‌های حداقل در ماه‌های مهر، آبان، آذر و دی بر عملکرد زعفران نسبت به ماه‌های دیگر تاثیر گذارتر است

موقعیت جغرافیایی منطقه

بین ۳۰ درجه و ۴ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۲۷ دقیقه شمالی و ۴۹ درجه و ۳۶ دقیقه تا ۵۵ درجه و ۳۱ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ قرار گرفته است.

سانتی گراد و کم تر، احتمال یخبندان پاییزه و احتمال خاتمه یخبندان) مورد نیاز کشت گیاه زعفران.

۸- استفاده از نرم افزار Surfer.12 به منظور تهیه نقشه های اقلیمی و نقشه های منابع آب و سایر نقشه ها از طریق روش میانابایی Kriging و تهیه لایه های رستری با سیستم مختصات LCC

۹- استفاده از نرم افزار Global mapper. 15 به منظور بارگیری (برش) نقشه ها .

۱۰- استفاده از نرم افزار Gis 10.2 به منظور ترکیب، ضرب و جمع لایه ها و اجرای مدل نسبت دهی و در نهایت ترسیم نقشه نهایی مناطق مناسب، متوسط و نامناسب کشت زعفران در استان اصفهان

مشخصات گیاهشناسی زعفران

۱- زعفران با نام علمی *Crocus Sativus* L. و با نام انگلیسی Saffron از خانواده زنبقیان^{۱۱} گیاهی است پایا (چند ساله) علفی و بدون ساقه و پیاز دار (در اصطلاح عموم بنه نامیده می شود). (امیرقاسمی، ۱۳۸۷، ۲۳). پیاز یا بنه زعفران تعداد شش تا نه برگ باریک و تعدادی گل تولید می کند. هرگل زعفران شامل سه کلاله و یک خامه پس از خشک کردن، زعفران تجاری را تشکیل می دهند بنابراین گل زعفران که از نظر تجاری و اقتصادی مهم ترین قسمت آن به حساب می آید اولین اندامی است که

مواد و روش های مورد استفاده جهت ایجاد پایگاه اطلاعات فضایی

۱- آمار روزانه ۲۷ ایستگاه سینوپتیک و اقلیم شناسی سازمان هواشناسی کشور در دوره آماری (۱۹۹۳-۲۰۰۸) واقع در استان اصفهان و استان های همجوار استان اصفهان. جدول شماره (۱) مختصات جغرافیایی و شکل شماره (۲) موقعیت ایستگاه های مورد مطالعه را نشان می دهند

۲- نقشه ارتفاع استان تهیه شده از مدل رقومی DEM از ۶۸۶ تا ۴۳۹۴ متر با قدرت تفکیک ۹۰ متر

۳- نقشه شیب استان تهیه شده از مدل رقومی DEM
۴- نقشه رقومی عوارض سطح زمین استان اصفهان، موسسه خاک استان اصفهان

۵- استفاده از داده های مکانی نقطه ای منابع آب زیرزمینی (چاه، چشمه، قنات) و رودخانه های استان، شرکت آب منطقه ای استان اصفهان به منظور تهیه نقشه های منابع آب زیرزمینی و نقشه دبی رودخانه های استان

۶- استفاده از نرم افزار Spss.20 به منظور بازسازی آماری داده های روزانه اقلیمی از طریق همبستگی و رگرسیون بین ایستگاه فاقد داده (در محدوده زمانی خاص) و نزدیک ترین ایستگاه دارای داده آماری مجاور به آن

۷- استفاده از برنامه Calculate.xlsx در نرم افزار Excel به منظور محاسبه آماری داده های روزانه اقلیمی (تاریخ آخرین کشت، محاسبه درجه-روز، احتمال دمای ۵ درجه سانتی گراد و کم تر، احتمال دماهای ۱۰ درجه سانتی گراد و کم تر و ۲۲ درجه

¹¹-Iridaceae

۵- از نظر توپوگرافی زمین‌هایی با شیب کم تر از ۸٪ مناسب‌ترین شیب برای کشت زعفران است
 ۶- زعفران در خاک‌های سبک با ترکیبی از شن رس و دارای pH بین ۷-۸ درصد است بهترین رشد را دارد.

۷- نیاز آبی زعفران ۳۰۰ میلی‌متر در سال یا ۳۰۰۰ متر مکعب در هر هکتار می‌باشد. (سعیدی راد، ۱۳۸۹، ۲۹)

مدل نسبت دهی^{۱۶}: مدل‌سازی فضایی از مهم‌ترین راه‌کارهایی است که می‌تواند به صورت علمی شرایط بهتری را در زمینه سنجش قابلیت اراضی برای کشت محصولی خاص به وجود آورد. با توجه به اینکه عوامل موثر در تعیین تناسب اراضی از اهمیت یکسانی برخوردار نمی‌باشند، لذا برای ارزیابی دقیق‌تر لازم است تا اهمیت نسبی عوامل مشخص‌گردد بنابراین در این تحقیق از بین روش‌های متعدد برای تعیین وزن عوامل از مدل نسبت دهی استفاده شده است. در روش نسبت دهی ارزیاب با توجه به یک مقیاس تعیین شده وزن را تخمین می‌زند. مثلاً یک مقیاس صفر تا صد می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. در این مطالعه بر اساس اهمیت عوامل، رتبه‌بندی از مقیاس صفر (برای عاملی که کم‌ترین اهمیت را دارد) تا صد (برای عاملی که بیش‌ترین اهمیت را دارد) در نظر گرفته شده است. وزن اولیه از طریق تقسیم نمره نسبت داده شده هر عاملی بر نمره عاملی که کم‌ترین اهمیت را دارد محاسبه شده و سپس وزن استاندارد شده از طریق تقسیم هر وزن به کل محاسبه شده است

در شروع رشد گیاه زعفران ظاهر می‌شود. (کافی، ۱۳۸۱، ۱۷)

مراحل رشد زعفران بر اساس اندام هوایی آن به سه مرحله تقسیم شده است:

الف) مرحله رشد زایشی:^{۱۲} این مرحله ۱۵ تا ۲۵ روز طول می‌کشد تا گل زعفران ظاهر شود و زمان برداشت محصول نیز به حساب می‌آید. مطلوبترین دما برای تمایز گل‌ها در این مرحله ۹ تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد است بطوری که در این مرحله دمای شب از ۱۰ درجه سانتی‌گراد و دمای روز از ۲۲ درجه سانتی‌گراد نباید بیش‌تر شود همچنین افت دما به زیر ۵ درجه سانتی‌گراد باعث کاهش محصول و وقوع یخبندان گل را از بین می‌برد.

ب) مرحله رویشی:^{۱۳} این مرحله بلافاصله پس از ظهور گل شروع می‌شود. حداقل دمای قابل تحمل برای گیاه در این دوره حدود ۱۸- تا ۲۲- درجه سانتی‌گراد بوده و این مرحله به آبیاری نیاز دارد.

ج) مرحله رکود:^{۱۴} این مرحله منطبق بر فصل گرم سال بوده و زمان خواب پیاز زعفران می‌باشد. حداکثر دمای قابل تحمل برای گیاه در این دوره ۴۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

۲- این گیاه از زمان کاشت تا شروع گل‌دهی به تعداد ۴۱۶ درجه-روز انرژی نیاز دارد.

۳- صفر بیولوژیکی یا درجه حرارت پایه^{۱۵} برای گیاه زعفران ۵ درجه سلسیوس می‌باشد.

۴- گیاه زعفران در ایران بین سطوح ارتفاعی ۱۳۰۰-۲۳۰۰ متر از سطح دریا عملکرد خوبی دارد

¹² Generative phase

¹³Vegetative phase

¹⁴ Dormant phase

¹⁵ Base temperature

رنگ یا حتی نادیده می گیرد در نتیجه دقت نقشه نهایی را بالا می برد. وزن دهی لایه ها در جدول (۱) نشان داده شده است

(منگولا، ۱۹۹۶، ۵۷۵). در مدل نسبت دهی در حقیقت تصمیم گیرنده با اختصاص نسبت مورد نظر به هر معیار، نقش عوامل ضعیف را در تصمیم گیری کم

جدول (۱) وزن دهی مدل نسبت دهی بر اساس معیارهای کشت زعفران در استان اصفهان

ردیف	معیارهای موثر در کشت زعفران و سنجش ارزش آن ها	کلاس	ارزش	وزن استاندارد	
1	توپوگرافی	ارتفاع	متوسط	50	0.333
			خوب	100	0.667
			نامناسب	0	0
۲		شیب	خوب	100	0.626
			متوسط	50	0.312
			ضعیف	10	0.062
3	کاربری اراضی	ندارد	نامناسب	0	0
			متوسط	50	0.312
			خوب	100	0.626
			نامناسب	0	0
			ضعیف	10	0.062
4	منابع آب	دبی رودخانه ها	ضعیف	10	0.062
			متوسط	50	0.312
			خوب	100	0.626
5		دبی آبهای زیرزمینی	ضعیف	10	0.062
			متوسط	50	0.312
			خوب	100	0.626
6	pH آبهای زیرزمینی	نامناسب	0	0	
		خوب	100	1	
		نامناسب	0	0	
7	شوری آبهای زیرزمینی	خوب	100	0.626	
		متوسط	50	0.312	
		نامناسب	0	0	
8	اقلیم	درجه روز	ضعیف	10	0.042
			متوسط	50	0.212
			نسبتاً خوب	75	0.319
			خوب	100	0.427
9		دمای ۵ درجه و کم تر	خوب	100	0.427
			نسبتاً خوب	75	0.319
			متوسط	50	0.212
10		دما بین ۱۰-۲۲ درجه کم تر	ضعیف	10	0.042
	متوسط		50	0.212	
	نسبتاً خوب		75	0.319	
	خوب		100	0.427	
11	یخبندان پاییزه	خوب	100	0.626	
		متوسط	50	0.312	

12	بارش	ضعیف	10	0.062
		نامناسب	0	0
		ضعیف	10	0.042
		متوسط	50	0.212
		نسبتاً خوب	75	0.319
13	خاتمه یخبندان	خوب	100	0.427
		خوب	100	0.626
		متوسط	50	0.312
		ضعیف	10	0.062
14	تاریخ آخرین کشت	نامناسب	0	0
		ضعیف	10	0.062
		متوسط	50	0.312
		خوب	100	0.626

یافته های تحقیق

در این تحقیق با توجه به محاسبات آماری مشخص شد مهم ترین عوامل موثر در کشت گیاه زعفران، عوامل اقلیمی استو از بین پارامترهای اقلیمی، مقدار درجه-روز گیاه اولین و بیش ترین اهمیت را دارد. شکل (۳) احتمال ۸۰٪ توزیع واحد درجه-روز زعفران در استان را نشان می دهد. با توجه به این شکل مناطق غربی استان از نظر مقدار درجه-روز برای کشت زعفران نامناسب و بهترین مناطق، ایستگاه های کاشان، نطنز و اردستان در شمال و شمال شرق استان می باشند. شکل (۴) تاریخ آخرین کشت پیاز زعفران در استان را نشان می دهد. بر اساس محاسبه مقدار ۴۱۷ درجه-روز و صفر پایه زعفران، در شرق استان تا اوایل اکتبر (مهر) کاشت پیاز زعفران مقدور استولی در قسمت هایی از غرب استان تاریخ آخرین کشت یک ماه زودتر از شرق استان رخ می دهد. یعنی در شرق استان زمان بیش تری برای کشت وجود دارد. در شکل (۵) احتمال ۸۰٪ رخ داد یخبندان استان محاسبه شده است به این صورت که مناطق شرقی کم

خطرترین پهنه به لحاظ متاثر شدن از یخبندان های پاییزی را به خود اختصاص داده اند ولی مناطق غربی استان با احتمال بالای ۵۰ درصد رخ داد، وضعیت نامناسبی دارند. بر اساس محاسبات آماری وقوع دمای ۵ درجه و کم تر یا صفر فیزیولوژیکی گیاه در استان در ماه های اکتبر (مهر) و نوامبر (آبان) صورت می گیرد. شکل (۶) نشان می دهد کم ترین درصد احتمال وقوع (۲۰ درصد به پایین) دمای ۵ درجه سلسیوس و کم تر در شرق استان رخ داده است یعنی دیرترین زمانی که دمای هوا زیر ۵ درجه سلسیوس می رود در نواحی شرقی (رنگ آبی نقشه) استان بعد از دوره گل دهی می باشد. شکل (۷) احتمال وقوع زمان گل دهی زعفران را نشان می دهد. از شرایط مطلوب دمایی در هنگام گل دهی داشتن دمای ۱۰ درجه سلسیوس و بیش تر در شب و دمای ۲۲ درجه سلسیوس و کم تر در روز استتا عمل گل دهی صورت گیرد در غیر این صورت گیاه سبزینه خواهد شد. طبق محاسبات آماری وقوع این رخ داد در ماه های سپتامبر (شهریور)، اکتبر (مهر) و نوامبر (آبان) می

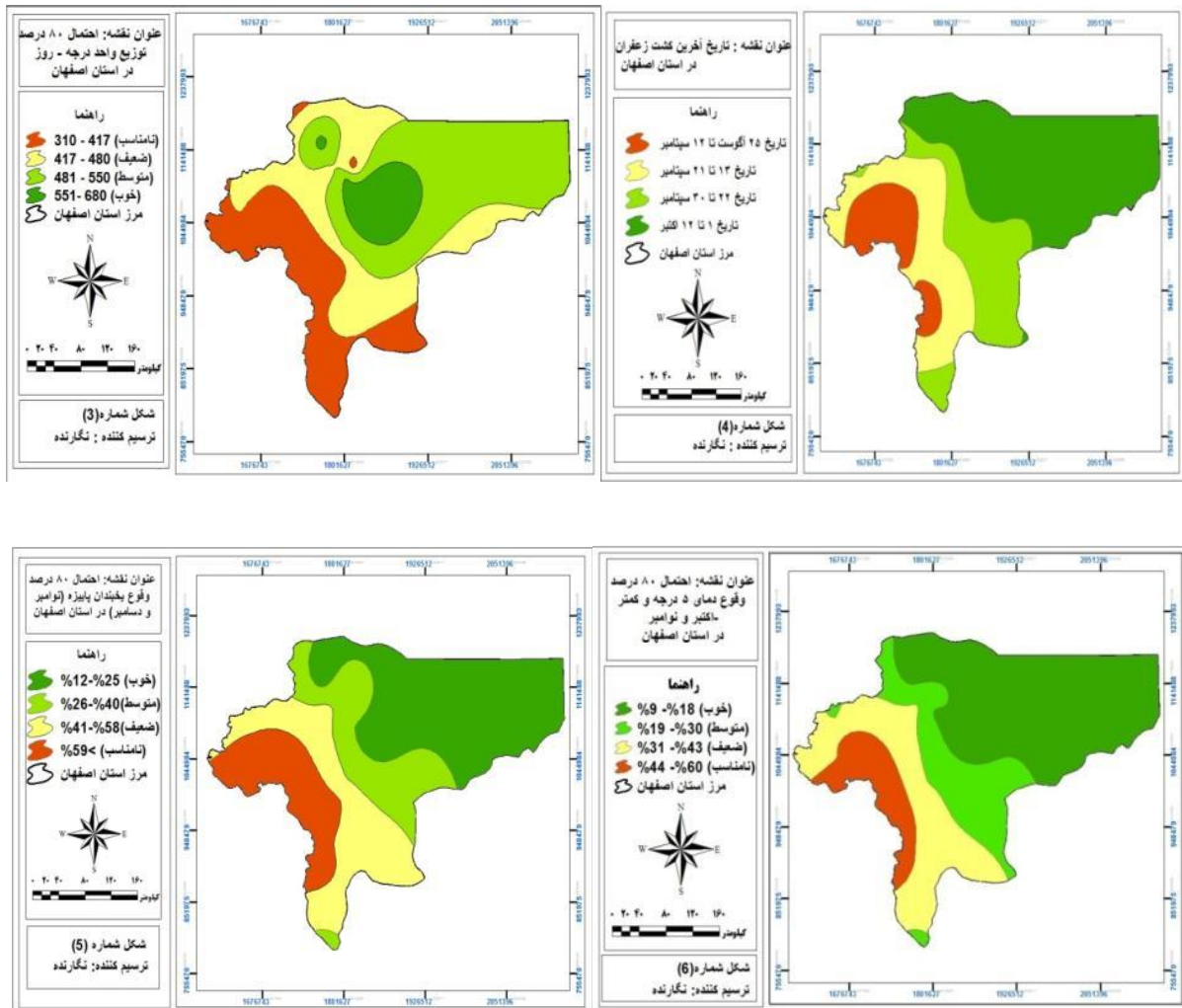
کارستیک ایجاد می کنند. با توجه به شکل (۱۲) ph منابع آب زیرزمینی به منظور تامین آب مورد نیاز مراحل مختلف رشد زعفران از نظر کشاورزی در وضعیت مطلوبی قرار دارد زیرا مهم ترین نقش ph آب در خاک کنترل حلالیت عناصر غذایی گیاه از قبیل فسفر، آهن و روی است و ph ۷ تا ۸ درصد خاک، بیش ترین جذب عناصر غذایی گیاه انجام می گیرد. شکل (۱۳) مقدار شوری آب های زیرزمینی استان را نشان می دهد که در مناطق غربی استان به دلیل وجود منابع آبی و بارش بیش تر نسبت به مناطق شرقی، کم ترین مقدار شوری آب را دارا است ولی در مناطق شرقی به دلیل کمبود بارندگی و اقلیم خشک، املاح نمک در خاک تجمع پیدا می کنند و در نتیجه خاک های شور حاصل می شود. سطوح ارتفاعی استان بر اساس نیاز کشت زعفران در شکل (۱۴) طبقه بندی شده است. مناطق کوهستانی شامل رشته کوه های زاگرس که از کوه های گلپایگان در غرب تا کوه های سمیرم در جنوب کشیده شده اند و کوه های کرکس در شمال استان به دلیل ارتفاع بیش از ۲۳۰۰ متر برای کشت زعفران نامناسب می باشند در عوض دشت ها و اراضی با ارتفاع بین ۱۳۰۰ تا ۲۳۰۰ متر در شرق استان بهترین مناطق کشت زعفران می باشند. توزیع خاک مناسب کشت زعفران در استان در شکل (۱۵) مشخص شده است. بهترین اراضی کشاورزی در استان را، دشت های دامنه ای و رسوبی اطراف رودخانه زاینده رود نشان می دهد. طبقه بندی شیب استان با توجه به نیاز کشت زعفران در استان در شکل (۱۶) نشان داده است. به جز شیب زیاد مناطق کوهستانی (بیش از ۱۵٪)، دیگر مناطق استان با شیب کم تر از ۱۵ درصد حد و ۸۴٪ از مساحت استان دارای

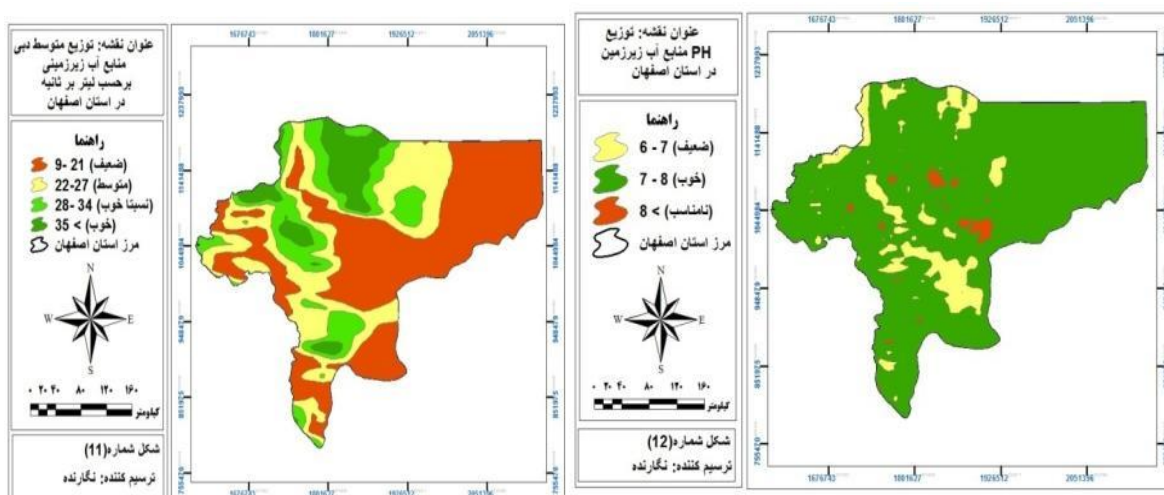
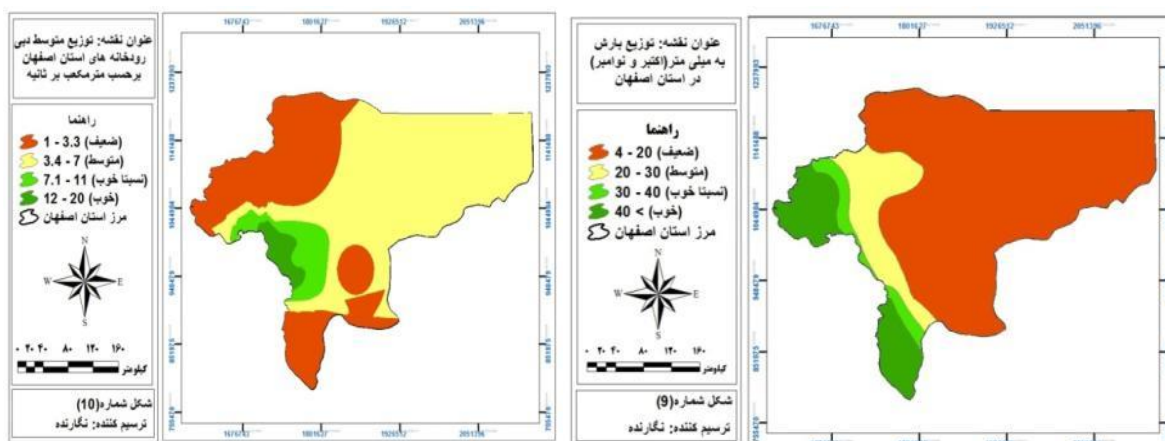
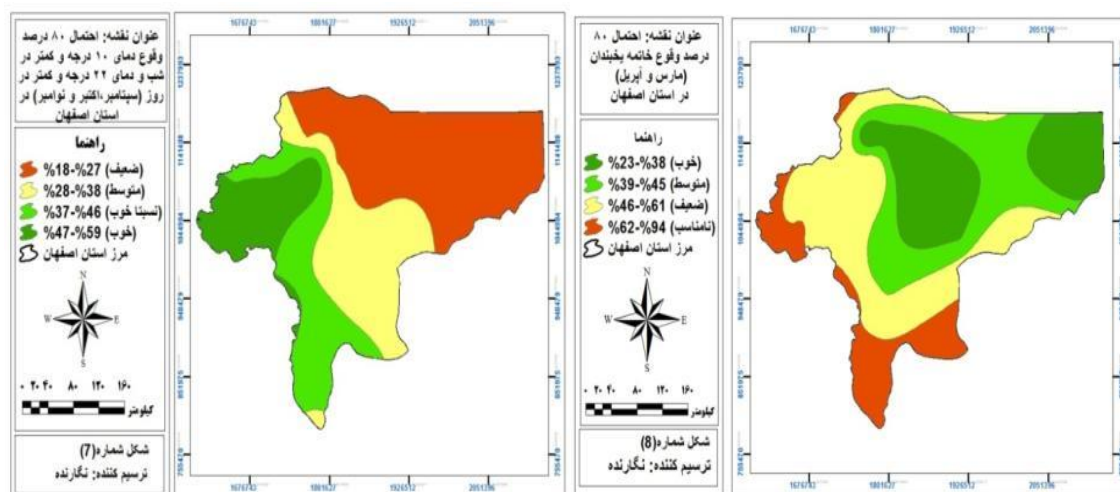
باشد. زودترین تاریخ شروع گل دهی از ۱۸ سپتامبر (۲۷ شهریور) در نواحی غربی (رنگ آبی نقشه) آغاز شده و دیرترین تاریخ تا ۳ نوامبر (۱۲ آبان) در نواحی شرقی (رنگ قرمز نقشه) در ایستگاه های کاشان و اردستان اتفاق افتاده است. با اینکه مناطق غربی استان با احتمال ۵۰ درصد به بالا بیش ترین زمان مناسب گل دهی را دارا می باشند ولی نسبت به مناطق شرق و شمال شرق با خطر یخبندان پاییزه مواجه هستند. شکل (۸) احتمال ۸۰٪ رخ داد خاتمه یخبندان را نشان می دهد. خاتمه یخبندان از ۵ مارس (۱۴ اسفند) در نواحی شرقی (رنگ آبی نقشه) تا ۱۲ آوریل (۲۳ فروردین) در نواحی غربی (رنگ قرمز نقشه) رخ می دهد. به طور کلی در نواحی شرقی یخبندان پاییزه دیرتر اتفاق افتاده و زودتر خاتمه می یابد ولی در نواحی غربی استان یخبندان پاییزه زودتر رخ داده و دیرتر پایان می پذیرد. بنابراین در شرق استان خطر رخ داد یخبندان هنگام گل دهی و دوران رشد نهایی پیاز زعفران کم تر از نواحی غربی است. شکل (۹) توزیع مقدار بارش از زمان کاشت تا زمان گل دهی زعفران در ماه های اکتبر (مهر) و نوامبر (آبان) را نشان می دهد. به جز ۱/۵ مساحت استان در غرب مجموع مقدار بارش اکتبر و نوامبر پاسخ گوی نیاز آبی گیاه در مرحله اول رشد و گل دهی گیاه که از نظر اقتصادی اهمیت دارد، نمی باشد. اشکال (۱۰) و (۱۱) متوسط دبی رودخانه ها و منابع آب زیرزمینی (چاه، چشمه و قنات) استان را نشان می دهد. مناطق غربی، منابع آبی غنی تری نسبت به مناطق شرقی استان دارند زیرا در این مناطق رسوبات آهکی و آهک های مارنی کراتاسه به دلیل کارستی شدن حجم زیادی از نزولات جوی را جذب و سفره های

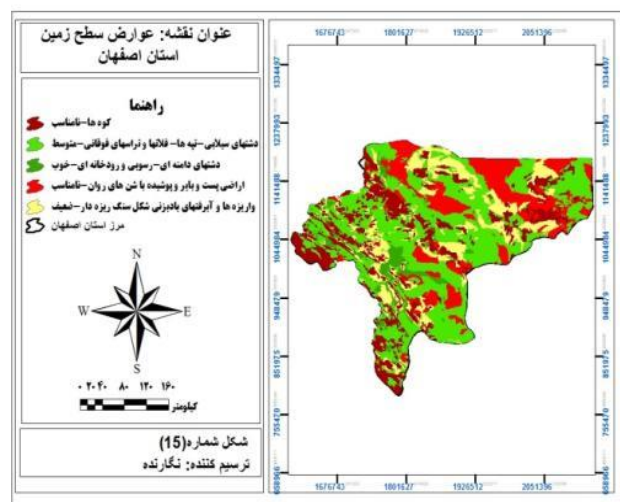
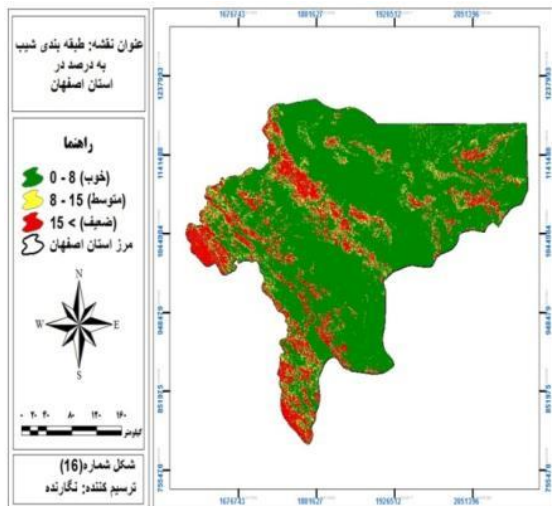
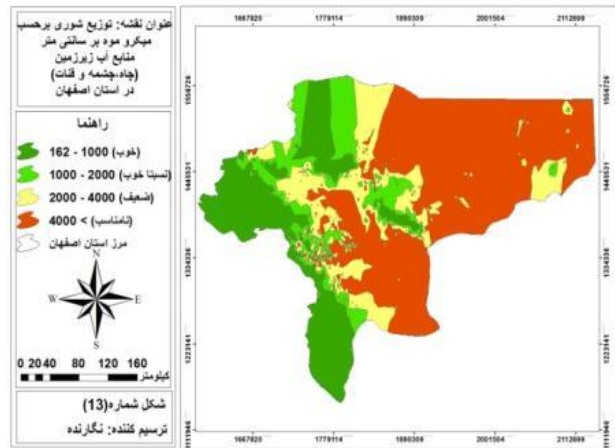
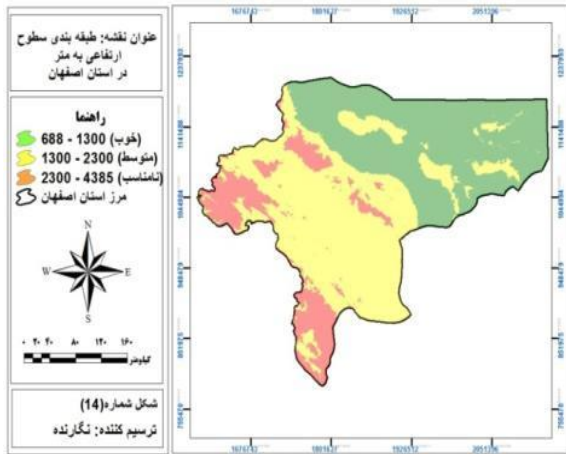
و مرکز و بخش‌های اندکی نیز در شرق قابلیت خوبی برای کشت زعفران را دارا می‌باشد. ۳۹/۴٪ مساحت استان حدود (۲۷۰۰۷ کیلو متر مربع) قابلیت کشت متوسط در قسمت‌های شرقی و به‌طور پراکنده در مساحت ۶۹۰۲۶ کیلومتر مربع حدود ۶۴/۸ درصد از مساحت کل استان قابلیت کشت زعفران را دارا می‌باشند.

لایه‌های رستری هر یک از عوامل موثر کشت زعفران در استان اصفهان در اشکال زیر ترسیم شده‌اند.

قابلیت کشت زعفران می‌باشند. شکل (۱۷) مناطق مساعد و نامساعد کشت زعفران در استان را با مدل نسبت دهی نشان می‌دهد. بر اساس این مدل ۲۵/۳٪ مساحت استان حدود (۲۷۰۰۰ کیلو متر مربع) در شمال غرب استان را دارا می‌باشد. در نواحی غرب و جنوب غرب با ۱۵/۵٪ مساحت استان حدود (۱۶۵۰۰ کیلومتر مربع) قابلیت کشت زعفران را ندارند. به‌طور کلی در این مدل فقط در غرب و نواحی جنوب غربی برای کشت زعفران نامناسب و ضعیف استولی در نواحی شرقی، شمالی و مرکزی با

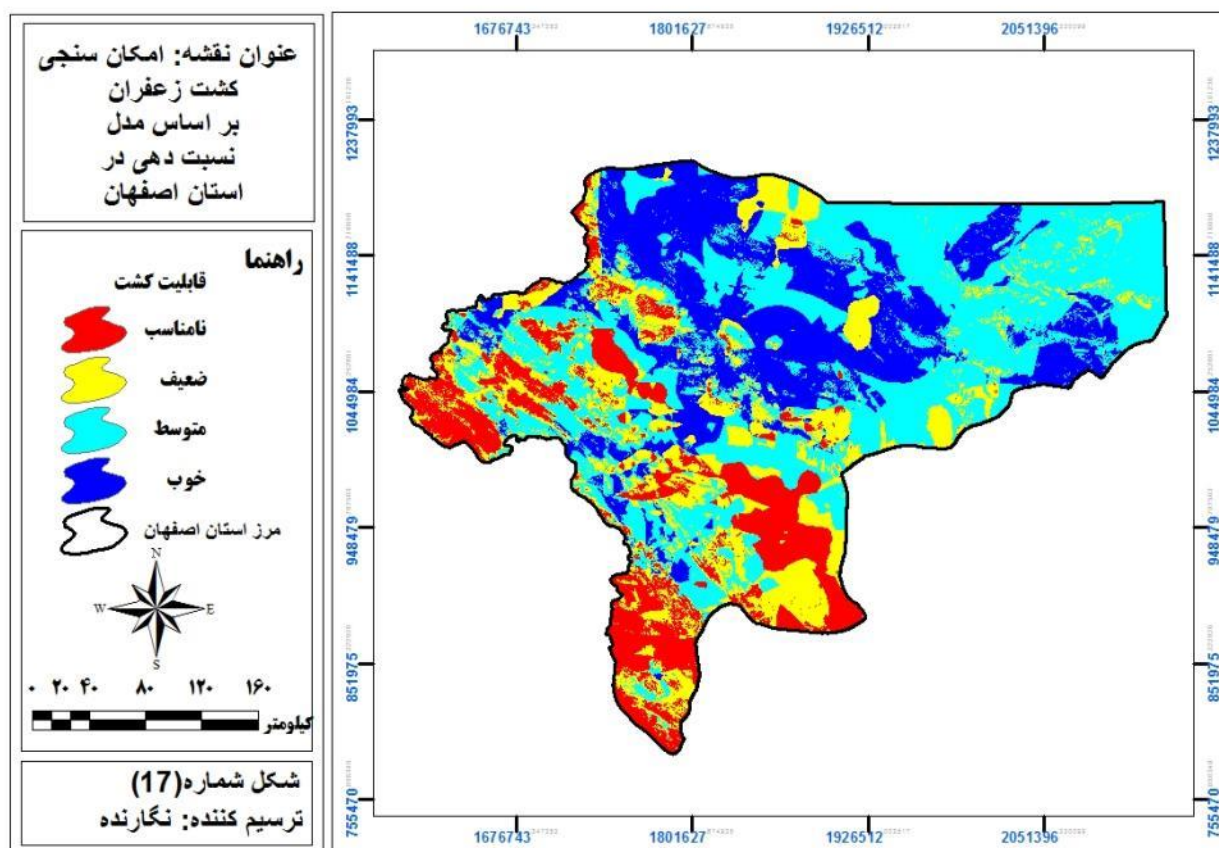






جدول (۲) درجه قابلیت، مساحت و درصد پوشش منطقه در مدل نسبت دهی

گروه	درجه قابلیت	مساحت به کیلومتر مربع	درصد پوشش منطقه
A	نامناسب	۱۶۵۵۴	٪۱۵/۵
B	ضعیف	۲۰۸۳۰	٪۱۹/۵
C	متوسط	۴۲۰۰۷	٪۳۹/۴
D	مناسب	۲۷۰۲۰	٪۲۵/۳



شکل ۱۷. امکان سنجی کشت زعفران بر اساس مدل نسبت دهی در استان اصفهان

نتایج تحقیق

محاسبات آماری نشان می دهند در مناطق شرق، شمال شرق و شمالی استان نسبت به مناطق غربی و جنوبی، حرارت مورد نیاز و کافی مراحل مختلف رشد گیاه زعفران تامین می شود به طوری که در ایستگاه های اردستان، کاشان، نطنز، نایین و خوربیا بانک زمان کاشت پیاز زعفران تا ۱۲ اکتبر (۲۳ مهرماه) است یعنی بیش ترین زمان کشت پیاز در این ایستگاه ها استهمچنین مقدار درجه-روز در مرحله اول رشد که همزمان با گل دهی استبیش از ۵۰۰ کالری حرارت می باشد، چون مرحله گل دهی مزارع زعفران ۲ هفته به طول می انجامد تاریخ شروع

صفر فیزیولوژیکی گیاه از ۶ نوامبر (۱۵ آبان) در این ایستگاه ها یعنی بعد از دوره گل دهی رخ می دهد. یخبندان پاییزه نیز از ۱۲ دسامبر (۲۱ آذرماه) درست بعد از خاتمه گل دهی اتفاق می افتد در نتیجه در ایستگاه های قابل کشت گل دهی با یخبندان پاییزه مواجه نمی شود. از طرفی زمان خاتمه یخبندان این ایستگاه ها تا ۱۵ مارس (۲۴ اسفند) بوده در حالی که مرحله رشد پایانی زعفران تا می (اردیبهشت ماه) طول می کشد در نتیجه دوره رشد پایانی زعفران نیز با خطر یخ زدگی مواجه نمی شود. در استان مناسب ترین مناطق کشت از نظر عوامل محیطی (عوارض زمین، منابع آب زیرزمین، شوری و PH آب، دبی رودخانه ها)، مناطق

اسماعیل زاده. یاسمن، جهانبخش. سعید، انطباق نیازهای آگروکلیمایی گیاه زعفران با اقلیم جلگه مغان، ۱۳۸۹، فصلنامه علمی-پژوهشی فضای جغرافیایی، سال ۱۱، شماره ۳۵، ص ۱۸-۱

امیر قاسمی. تراب، ۱۳۸۷، زعفران طلای سرخ ایران، انتشارات نشر آیندگان چاپ سوم، تهران، ص ۲۳

بهدانی. مهدی، نصیری. محمد، کوچکی. احمد، ۲۰۰۳، مدل سازی تاریخ شروع گل دهی زعفران در طول نوسانات دما، سمپوزیوم بین المللی بیولوژی و تکنولوژی زعفران

ثنایی نژاد. امیرحسین، سلاجقه. مریم، حسینی. سید نصیر، عراقی زاده. محسن، ۱۳۸۹، بررسی و پیش بینی عملکرد محصول زعفران در استان خراسان جنوبی به وسیله عوامل اقلیمی با استفاده از روابط تجربی، اولین کنفرانس بین المللی مدل سازی گیاه، آب و خاک و هوا، دانشگاه شهید باهنر کرمان

جعفریگللو. منصور، مبارکی. زهرا، ۱۳۸۷، سنجش تناسب اراضی استان قزوین برای کشت زعفران بر اساس روش های تصمیم گیری چند متغیره، مجله پژوهش های جغرافیای طبیعی، شماره ۶۶، ص ۱۱۹-۱۰۱

حسینی. محمد، ملافیلابی. عبدالله، نصیری محلاتی. مهدی، اثر نوسانات دراز مدت درجه حرارت و بارندگی بر عملکرد زعفران، ۱۳۸۷، مجله پژوهش های ایران، جلد ۶، شماره ۱، ص ۷۹-۸۸

رحمتی. عزیز، ۱۳۸۲، نقش عوامل محیطی در تولید و عملکرد و کیفیت زعفران، مجموعه مقالات سومین همایش ملی زعفران، انتشارات سازمان پژوهش های علمی و صنعتی ایران، خراسان، ص ۱۵۱-۱۴۶

سالنامه آماری استان اصفهان، ۱۳۸۸، فصل اول (سرزمین و آب و هوا)، سازمان برنامه و بودجه استان اصفهان

غربی و جنوبی می باشند به طوری که در ایستگاه های گلپایگان، بدیجان، دامنه فریدن، چادگان و همگین بارش دو ماه اکتبر (مهر) و نوامبر (آبان) (زمان کشت تا آغاز گل دهی) بیش از ۳۰ میلی متر ریزش دارد. در مناطق غربی به دلیل مجاورت با رشته کوه زاگرس، بارش به ویژه به صورت جامد بیش تر است و متوسط دبی منابع آب زیرزمینی بیش از ۳۵ لیتر بر ثانیه می باشد. رودخانه های دائمی نیز از جمله زاینده رود در غرب استان واقع شده اند به طوری که دبی متوسط رودخانه ها بالای ۱۲ متر مکعب بر ثانیه اندازه گیری شده است. pH آب زیرزمینی بین ۷-۸ درصد است و درصد شوری آب کم تر از ۲۰۰۰ میکرو موس برسانتی متر اندازه گیری شده است همچنین دشت های آبرفتی، رسوبی و سیلابی همراه با تپه ها و تراس های فوقانی مناسب کشت زعفران در غرب استان گسترده تر می باشند. به طور کلی در شرق و شمال استان عناصر اقلیمی و در غرب و جنوب استان عوامل محیطی در کشت زعفران موثرتر هستند. با توجه به نقشه توزیع واحد درجه-روز گیاه در استان از آن جایی که در کشت زعفران فراسنج اقلیمی دما موثرتر از عوامل محیطی می باشد، همان طور که در نقشه مدل نسبت دهی مشاهده می شود بهترین مناطق کشت زعفران مناطق شرقی و شمال شرقی استان می باشند. در نواحی شرقی، شمالی و مرکزی با ۶۴/۸ درصد از مساحت استان حدود (۶۹۰۲۶ کیلومتر مربع) قابلیت کشت خوب و متوسط زعفران را دارا می باشند. در نواحی غرب و جنوب غرب با ۳۵٪ مساحت استان حدود (۳۷۳۸۴ کیلومتر مربع) قابلیت کشت زعفران را ندارند.

- Downing, T.E. Ringlus.L.Hulme.m and. D waughray 1997. Adapting to climate of cold regions .Dordrecht. Kluwer Academic Publishers.pp 809-825
- Gresta. F, G.M.Lombardo, L.Siracusa, G.Ruberto, 2009, saffron an alternative crop for sustainable agricultural systems, A review Agronomy for sustainable Development, 28, 95-112
- Halevy, A.H. 1990, Recent Advance in control of flowering Habit of geophytes , Acta Horticulture, No.266: 35-42
- Carsjens,G, Wim G.M.Van.1996, Multi-Criteria techniques integrated in applied for land use alloction problems,int geographical information. Pp. 575-578.
- Cook,H.F and Lee,H,C.2000.Integrating climate, soil and crop information: A land suitability study using GIS. GIS/EMUNO,129
- Molina.R.V, Valero. M,Narro.Y.Guardiola.J.L, and Garcia- Luis A. 2005, Temperature effects on flower information in saffron (crocus sativus L). Scientia. Hort. Sci, 103:3. 361-379
- Menegolo and G.M.Van. Multicriteria techniques integrated in gis applied for landuse allocation problems, geographical information, 1996, pp 575-578
- Plessner, O. and Ziv, M. 1990, corn production in saffron crocus, Department of Agricultural Botany
- Rosenzweig.c. and M.L. Parry.1994. Ptenial impacts of climatic change on world food supply .Nature. 367. 133-138
- سعیدی راد. محمد حسین، مختاریان. علی، ۱۳۸۹، اصول علمی کاربردی کاشت، داشت و برداشت، تهران، چاپ دوم، انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی
- علیچانی. بهلول، ۱۳۸۵، تعیین نواحی مستعد کشت زرشک در استان خراسان جنوبی با استفاده از GIS، مجله جغرافیا و توسعه ناحیه ای، شماره ۸، ص ۳۳-۱۴
- کافی، محمد، ۱۳۸۱، زعفران. فناوری. تولید و فرآوری، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد
- کوچکی. علیرضا، علیزاده. امین، گنجعلی. علی، ۱۳۸۹، تاثیر افزایش درجه حرارت بر رفتار گل دهی زعفران، نشریه پژوهش های زراعی ایران، جلد ۸، شماره ۲، ص ۳۳۵-۳۲۴
- کوزه گران. سعیده، موسوی بایگی. محمد، سنایی نژاد. سید حسین، بهدانی. محمدعلی، ۱۳۹۰، بررسی درجه حرارت های حداقل، میانگین و حداکثر در خراسان جنوبی به منظور شناسایی مناطق مستعد کشت زعفران با استفاده از GIS، نشریه آب و خاک، جلد ۲۵، شماره ۴، ص ۹۰۴-۸۹۲
- محمدی. حسین، رنجبر. فیروز، سلطانی. محسن، ارزیابی پتانسیل های اقلیمی کشت زعفران در شهرستان مرودشت، مجله جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، شماره پیاپی ۴۳، ص ۱۴۳-۱۵۴
- یزدچی. سعید، رسولی. علی اکبر، محمودزاده. حسن، زرین بال. محمد، ۱۳۸۹، سنجش قابلیت اراضی شهرستان مرند برای کشت زعفران بر اساس روش های تصمیم گیری چند متغیره، مجله دانش آب و خاک، جلد ۲۰۱، شماره ۳، ص ۱۷۰-۱۵۱

