



تأثیر عوامل محیطی بارندگی، رطوبت نسبی و دما، بر عملکرد زعفران در استان خراسان جنوبی

دکتر محمدحسین صابری*، دکتر محمدعلی بهدانی**
خسرو غریبی***، هادی زراعتگر*، علی آذری نصرآباد*، علیرضا مقری فریز*

چکیده

ایران، سالانه بیش از ۲۰۰ تن زعفران تولید می‌کند، به گونه‌ای که ۹۰ درصد از سطح زیر کاشت جهان و ۹۳/۷ درصد از تولید جهانی این محصول را در اختیار دارد. از سویی، رشدونمو گیاهان و عملکرد نهایی آنها نیز، بستگی بسیاری به شرایط اقلیمی دارد. از میان عوامل اقلیمی، سه عامل درجه حرارت، میزان بارندگی و رطوبت نسبی، عواملی تعیین‌کننده در تغییرات عملکرد گیاهان، بویژه گیاه زعفران در مناطق گوناگون است. نظر به اهمیت تأثیر این عوامل و اهمیت زعفران در ایران، برای انجام پژوهشی در این زمینه، مزارعی از استان خراسان جنوبی، انتخاب و مختصات جغرافیایی آنها با GPS مشخص شد. مزارع زعفران مورد بررسی، به گونه‌ای انتخاب شدند که نمایانگر الگوی از میانگین وضعیت زعفرانکاری استان باشند. داده‌های درازمدت هواشناسی هر یک از مناطق مورد بررسی نیز، از اداره‌های هواشناسی مربوط، فراهم گردید. با توجه به بررسی نقشه‌های هم‌باران و عملکرد زعفران و بررسی رابطه آنها برای هر ماه، معادلات کلی از روش رگرسیون گام‌به‌گام و حذف تدریجی متغیرها، به دست آمد. در این معادلات، نمایان شد که بارندگی ماههای آبان، آذر، دی، بهمن، اسفند و فروردین، رطوبت نسبی ماههای آبان، آذر، دی، بهمن و اسفند و درجه حرارت میانگین ماههای مهر، آبان، آذر، دی و بهمن، بیشترین تأثیر را بر عملکرد زعفران داشته است. مقدار تقریبی درجه حرارت میانگین، برای عملکرد بالا در مهرماه، ۱۵ تا ۱۷/۵ در آبان‌ماه، ۱۰ تا ۱۲، در آذرماه ۷ تا ۹/۵ و در دی‌ماه، صفر تا ۲/۵ درجه سلسیوس، به دست آمد.

کلیدواژه‌ها:

زعفران، عملکرد، بارندگی، دما، رطوبت نسبی و استان خراسان جنوبی.

* اعضای هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان جنوبی E: mail: Saberi196@gmail.com

** دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند

*** کارشناس ارشد صندوق بیمه کشاورزی ایران

مقدمه

ایران، به‌عنوان بزرگترین تولیدکننده زعفران، سالانه بیش از ۲۰۰ تن زعفران تولید می‌کند، به‌گونه‌ای که ۹۰ درصد از سطح زیر کاشت جهان و ۹۳/۷ درصد از تولید جهانی این محصول را در اختیار دارد (۴). در ایران نیز، استان خراسان جنوبی، یکی از بزرگترین تولیدکنندگان زعفران در کشور است؛ به‌گونه‌ای که نزدیک به ۸۵ هزار خانوار در خراسان جنوبی و مرکزی، درگیر تولید این محصول هستند و بنا بر آمار موجود، زعفران، مهم‌ترین و شاخص‌ترین محصول صادراتی این منطقه به‌شمار می‌آید. اهمیت این محصول و منطقه، تا آنجاست که ارزش ناخالص تولید زعفران، تنها در استان خراسان جنوبی نزدیک به ۱۷ درصد از کل بخش کشاورزی را دربر می‌گیرد.

زعفران، گیاهی نیمه‌گرمسیری است و در بیشتر مناطق ایران که دارای زمستانهای ملایم و تابستانهای گرم و خشک باشد، بخوبی می‌روید (۵). زعفران، در برابر سرما و گرما، از مقاومت بسیاری برخوردار است و تا نزدیک به ۲۰ درجه سانتیگراد زیر صفر و حداکثر تا ۴۰ درجه سانتیگراد بالای صفر را در دوران رشدی تحمل می‌کند (۱ و ۹) باران و سرما در دوره گلدهی، باعث از میان رفتن گل‌های زعفران می‌شود و ماندگاری رطوبت و دمای بالا نیز، به افزایش بیماریها می‌انجامد.

نتایج برگرفته از پژوهشها در این زمینه نشان می‌دهد، رابطه معنیداری میان کاهش بارشهای (نزولات) جوی و در پی آن، کاهش منابع آب، با افزایش سطح زیر کشت زعفران، به‌عکس رویه عمومی کشت محصولات کشاورزی، وجود دارد (۳). وود و پاردی^۱ بر این باورند که مناطق جغرافیایی از متغیرهای بیوفیزیکی تأثیر می‌پذیرند که مهم‌ترین آنها، متغیرهای آب‌وهوایی و طول دوره رشدونمو گیاه است. در اصل، رشد گیاه، به تمام عواملی باز می‌گردد که محیط را پدید می‌آورند و هیچ عامل منفردی، نقش ساده‌ای را در محیط بازی نمی‌کند.

حسینی و همکاران، (۱۳۸۷) در پژوهش خود، بر اساس نتایج ۲۰ ساله گزارش کردند که در شهرستانهای استان خراسان جنوبی (بیرجند، گناباد و قائن) تأثیر شاخصهای آب‌وهوایی، بویژه درجه حرارت و رطوبت، بر عملکرد زعفران، بین ۳۱ تا ۶۶ درصد از تغییرات عملکرد را در بر می‌گیرد که بر پایه آن، تأثیر درجه حرارت نیز، بیشتر از بارندگی است. در این پژوهش، روند افزایش دما در ماههای فروردین، اردیبهشت و خرداد و تاحدودی اوایل تابستان (تیرماه)، بیشترین تأثیر منفی را بر عملکرد زعفران، نشان داده است.

مراحل رشدونمو گیاه زعفران، تأثیر گرفته از عوامل محیطی و فیزیولوژی پیاز است که در میان عوامل محیطی نیز، نقش درجه حرارت و دامنه حرارتی در طول دوره رشدونمو گیاه، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. هر گیاهی، در مراحل رشدونمو خود، دارای مرزهای حرارتی



کمینه، بیشینه و بهینه است و به همین دلیل، طول دوره رشد تا اندازه بسیاری، بستگی به تغییرات فصلی دما دارد (۱۳).

فرایند گلدهی زعفران نیز، ارتباط نزدیکی با رژیم حرارتی دارد که تعیین کننده زمان گلدهی و سبز شدن برگهاست (۱۴). چنانچه در اوایل پاییز، دمای هوا به طور منظم و پیاپی کاهش یابد و اگر پیش از دو هفته مانده به برآمدن گل، دما به زیر ۱۵ سانتیگراد برسد، دوران گلدهی آغاز می شود؛ ولی اگر درجه حرارت نامنظم باشد، فعالیت گلدهی دچار اختلال می شود و ممکن است، پیش از برآمدن گل، برگها بیرون بیایند (۱۰).

جعفریگلو و مبارکی، (۱۳۸۷) در پژوهش خود، گزارش کردند که مطلوبترین دما برای برآمدن گلها ۹ تا ۱۵ درجه سانتیگراد است. در این دوره، نباید دمای شب از ۱۰ درجه، و روز از ۲۲ درجه سانتیگراد، فراتر برود. همچنین، افت دما به زیر ۵ درجه سانتیگراد در زمان پدیدار شدن گل، باعث کاهش محصول، و یخبندان نیز، سبب از بین رفتن آنها می شود. حداقل دما برای ریشه دهی پیازهای زعفران، ۱۰ درجه سانتیگراد، و حد مطلوب برای دراز شدن برگها، ۱۰ تا ۱۵ درجه سانتیگراد است (۱).

اقلیمهای مناسب کاشت زعفران قائن، گناباد، فردوس و بیرجند، به عنوان شرایط استاندارد پارامترهای اقلیمی درازمدت این مناطق از جمله بارندگی، احتمال رویدادن یخبندان در ماههای حساس رشد (آبان و آذر) در نظر گرفته می شود (۹). از همین رو، پژوهش پیش رو، برای تعیین اثر عوامل اقلیمی بارندگی، رطوبت نسبی و دما، بر عملکرد زعفران در استان خراسان جنوبی انجام گرفته که خاستگاه زعفران است و نزدیک به ۱۲۰۰۰ هکتار از کاشت زعفران در آن انجام می شود.

مواد و روشها

برای نمایان ساختن عوامل مؤثر بر عملکرد زعفران، بررسیهای میدانی با حضور در مزارع، ثبت مکان جغرافیایی مزارع با دستگاه GPS و دریافت اطلاعات از کشاورزان از راه پرسشنامه های ویژه طراحی شده، انجام گرفت. مزارع زعفران مورد بررسی، به گونه ای انتخاب شدند که نشاندهنده الگویی از میانگین وضعیت زعفرانکاری استان باشند. نمونه گیری ها از مزارع زعفران شهرستانهای (بیرجند، قائن، فردوس، سرایان و بشرویه) و تکمیل ۲۰۰ پرسشنامه در مناطق موردنظر، انجام پذیرفت و داده های خام استخراج شد. با توجه به اینکه عوامل تولید گوناگون و پرشماری در مزارع زعفران، مورد بررسی قرار گرفتند، که هریک نیز به نوبه خود، ممکن است به صورت مستقیم یا غیرمستقیم، سهمی در عملکرد نهایی داشته باشند، از همین رو و برای ساده سازی عملی و تعیین مؤثرترین عوامل که بیشترین سهم را در تعیین عملکرد دارند، پس از پردازش داده ها و با بهره گیری از نرم افزار SigmaStat، اهمیت هر کدام از این عوامل، در توجیه تغییرات عملکرد، از راه انجام رگرسیون چندمتغیره گام به گام، تعیین شد تا ضمن تفکیک اثر هر



یک از این متغیرها بر تغییرات عملکرد، متغیرهای دارای اهمیت کمتر، از معادله رگرسیون، حذف شود. در پایان، میان هر یک از عوامل باقیمانده و عملکرد روابط رگرسیونی ساده، برآزش داده شد. افزون بر مختصات جغرافیایی مزرعه، داده‌های درازمدت هواشناسی هر یک از مناطق مورد بررسی نیز، از اداره‌های هواشناسی مربوط، فراهم گردید (جدول شماره ۱).

جدول شماره ۱: شرایط اقلیمی درازمدت شهرستانهای

مورد بررسی طرح بیمه زعفران (۱۳۸۰-۱۳۸۹)

نام شهرستان	متوسط دما (درجه سانتیگراد)	متوسط دمای حداقل (درجه سانتیگراد)	متوسط دمای حداکثر (درجه سانتیگراد)	میزان بارندگی (میلیمتر)	متوسط تبخیر و تعرق سالانه (میلیمتر)
قائن	۱۵	۷/۱۸	۲۲/۸۱	۱۴۰/۰۴	۲۵۱۶/۱۷
فردوس	۱۷/۸	۱۱/۱۳	۲۳/۴۷	۱۱۱/۶	۲۸۲۸/۳
بشرویه	۱۹/۵	۱۱/۱۶	۲۷/۳	۷۹/۱	۲۱۲۲/۵
سرایان	۱۹/۱	۱۲/۷	۲۵/۶	۱۱۲/۹	۲۶۷۸

برگرفته از: یافته‌های پژوهش

از میان همه عوامل اقلیمی، سه عامل درجه حرارت، میزان بارندگی و رطوبت نسبی، عواملی تعیین کننده در تغییرات عملکرد زعفران در بین مناطق مختلف، در نظر گرفته شده‌اند که این پژوهش نیز، به تشریح پارامترهای پیشگفته، و تأثیر آن بر عملکرد زعفران می‌پردازد. با توجه به بررسی نقشه‌های هم‌باران، دما و رطوبت نسبی با عملکرد، و بررسی رابطه این دو مورد برای هر ماه، از روش رگرسیون گام‌به‌گام حذف تدریجی متغیرها، یک معادله کلی برای هر یک از عوامل به‌دست آمد.

نتایج و بحث

بارندگی

در این پژوهش، بارندگی در ماههای آبان، آذر، دی، بهمن، اسفند و فروردین، مؤثرترین ماهها از نظر بارندگی نسبت به عملکرد، شناخته شده است (معادله شماره ۱). این معادله، رابطه عملکرد زعفران را نسبت به بارندگیهای ماههای مختلف، نشان می‌دهد.

این ماهها که با مرحله رشد رویشی زعفران، برخورد و همزمانی دارد، از اواخر آبان‌ماه، آغاز می‌شود و تا پایان اردیبهشت‌ماه، ادامه می‌یابد و آغاز آن، بیدرنگ پس از برآمدن گل است. در این ماه، زعفران از نظر ظاهری در مرحله‌ای است که برگها به بلوغ می‌رسند و ذخایر لازم را برای کورم، از راه فتوسنتز، فراهم می‌کنند. در واقع، شرایط رشدی مناسب در این ماهها سبب می‌شود که گیاه بتواند، مواد فتوسنتزی بیشتری تولید کند و بخش چشمگیری از آنان را به



اندامهای ذخیره‌ای که همان کورمها هستند، انتقال دهد. این امر موجب می‌شود، در فصل رشد، کورمهای دارای ذخیره غذایی بالاتر، از پتانسیل بیشتری برای رشد و تولید گیاه در سال بعد برخوردار باشند. در نتیجه، بارندگی در این ماهها، تأثیر بسیاری بر رشد و بزرگ شدن کورمها دارد.

معادله شماره ۱:

$$yield = 2.75 + 0.021P_{ab} + 0.017P_{az} + 0.0016P_D + 0.021P_B + 0.017P_{esf} + 0.042P_f$$

در این معادله، $yield$: عملکرد (کیلوگرم بر هکتار)، P_{ab} بارندگی آبان، P_{az} بارندگی آذر، P_D بارندگی دی، P_B بارندگی بهمن، P_{esf} بارندگی اسفند و P_f بارندگی فروردین است. همچنین، بارندگیها نیز، بر حسب میلیمتر است.

از معادله پیشگفته نتیجه می‌شود که بارندگی ماههای آبان، آذر و فروردین، تأثیر بیشتری نسبت به دیگر ماهها، بر میزان عملکرد زعفران دارد. با توجه به بارندگیهای ثبت شده در سطح استان، حداقل میانگین بارندگی در آبان‌ماه، نزدیک به ۳ میلیمتر و حداکثر میانگین بارندگی در اسفندماه، حدود ۴۲ میلیمتر است که میزان عملکرد زعفران، بسته به تغییرات بارندگی ماههای مختلف می‌تواند، بین مقادیر ۴ تا ۱۰ کیلوگرم در هکتار، تغییر کند.

به‌طور معمول، در سالی که بارندگی کم باشد، میزان عملکرد زعفران در سال بعد، کاهش بسیاری خواهد داشت، زیرا بارندگی فصل پاییز و زمستان، هر سال نتیجه خود را روی محصول سال بعد می‌گذارد (۶).

حسینی و همکاران، (۱۳۸۷) در پژوهش خود، گزارش کردند که تأثیر بارندگی در مقایسه با درجه حرارت ماهانه، کمتر بوده است و درجه حرارت حداقل و حداکثر ماهانه، اصلی‌ترین متغیرهای مؤثر بر کاهش عملکرد زعفران به شمار می‌آید. با توجه به اینکه، آبان‌ماه، زمان برآمدن گل (بسر آب) و آذرماه، زمان پس از برداشت گل (زاج آب) و فروردین ماه، زمان (زرد آب) است، از همین‌رو، بارندگی در این ماهها، می‌تواند بیشترین تأثیر را بر عملکرد زعفران داشته باشد.

در آزمایشی به مدت چهار سال، نمایان شد که آبیاری کردن در مقایسه با آبیاری نکردن، بیشترین تأثیر را بر افزایش عملکرد زعفران داشته است (۱۷). همچنین، پژوهش دیگری نشان داد که در مراکش، کمبود بارندگی و آبیاری در طول دوره تشکیل پیاز و رشد گیاه، به‌طور معنیداری، عملکرد را کاهش می‌دهد. برای نمونه، عملکرد ۲/۵ تا ۲ کیلوگرم بر هکتار در مراکش، در مقایسه با ۱۶ تا ۱۰ کیلوگرم در ایتالیا و ۱۲ تا ۱۰ کیلوگرم در اسپانیا، مربوط به کمبود بارندگی و آبیاری است (۱۲).

شواهد نشان می‌دهد که افزایش طول فصل رشد در عرضهای جغرافیایی بالا، به دلیل افزایش درجه حرارت و کاهش طول فصل رشد در عرضهای حد واسط



(نواحی خشک و نیمه‌خشک)، به طور عمده، برگرفته از کاهش میزان بارش است. در این بررسی، پژوهشگران نشان دادند، تغییرات عملکرد محصولات زراعی، با طول فصل رشد، مرتبط است و در ایران نیز، با توجه به انگاره اقلیمی در نظر گرفته شده، میانگین عملکرد محصولات زراعی، به احتمال، ۲/۵ تا ۵ درصد، کاهش خواهد یافت.

رطوبت نسبی

حداکثر رطوبت نسبی در صبحها و حداقل آن، در ظهر، پدید می‌آید. رطوبت نسبی در ماههای سرد سال، از حداکثر مقدار خود برخوردار بوده و در ماههای گرم سال، میزان رطوبت نسبی، دارای حداقل مقدار خود است. مؤثرترین ماهها از نظر رطوبت نسبی بر عملکرد، ماههای آبان، آذر، دی، بهمن و اسفند است. با توجه به رطوبت نسبی ثبت شده در سطح استان، میانگین حداقل رطوبت نسبی، نزدیک به ۲۲ درصد در آبان‌ماه است که تا حدود ۷۰ درصد در دی‌ماه تغییر می‌کند. میزان عملکرد زعفران نیز، می‌تواند با توجه به تغییرات رطوبت نسبی، از مقدار ۵/۶ تا ۸/۲۸ کیلوگرم بر هکتار، در سطح استان، تغییر کند. در این زمینه، معادله شماره ۲، رابطه میان عملکرد با میزان رطوبت نسبی را نشان می‌دهد.

معادله شماره ۲:

$$yield = 5.5516 - 0.027rh_{ab} - 0.038rh_{az} - 0.033rh_d + 0.006rh_b + 0.0819rh_e$$

در این معادله، $yield$: عملکرد (کیلوگرم بر هکتار)، rh_{ab} رطوبت نسبی آبان، rh_{az} رطوبت نسبی آذر، P_D رطوبت نسبی دی، P_B رطوبت نسبی بهمن، P_{esf} رطوبت نسبی اسفندماه بوده و اندازه رطوبت نسبی نیز، بر حسب درصد است.

ماههایی که با مرحله رشد رویشی زعفران برخورد و همزمانی دارد، زعفران از نظر ظاهری در مرحله‌ای است که برگها به بلوغ رسیده‌اند و ذخایر لازم را برای پیازها، از راه فتوسنتز، فراهم می‌کنند. به دیگر سخن، شرایط رشدی مناسب در این ماهها سبب می‌شود که گیاه بتواند، مواد فتوسنتزی بیشتری تولید کند و بخش چشمگیری از آنان را به اندامهای ذخیره‌ای که همان پیازها هستند، انتقال دهد، این امر موجب می‌شود که در فصل رشد بعدی، پیازها با داشتن ذخیره غذایی بالاتر، از پتانسیل بیشتری نیز، برای رشد و تولید گل، برخوردار باشند. در نتیجه، بارندگی و به دنبال آن، رطوبت نسبی، تأثیر فراوانی بر رشد و بزرگ شدن پیازها دارد (۱۱).

درجه حرارت میانگین

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش، درجه حرارت میانگین ماههای مهر، آبان، آذر، دی و بهمن، بیشترین تأثیر را بر عملکرد زعفران دارند. در این راستا، مقدار تقریبی درجه حرارت میانگین در محدوده عملکرد بالا، در مهرماه، بین ۱۷/۵ تا ۱۵ درجه سلسیوس، در آبان‌ماه، ۱۲ تا ۱۰ درجه، در آذرماه، ۹/۵ تا ۷ و در دی‌ماه، ۲/۵ تا صفر درجه سلسیوس به‌دست آمده است.



در این زمینه، معادله شماره ۳، رابطه میان عملکرد را با میانگین درجه حرارت در ماههای مختلف، نشان می‌دهد.

معادله شماره ۳:

$$yield = 15.509 - 0.38T_{meh} - 0.187T_{ab} + 0.0606T_{az} - 0.074T_d + 0.099T_B$$

که در این معادله، $yield$: عملکرد (کیلوگرم بر هکتار)، T_{meh} میانگین درجه حرارت مهرماه، T_{meh} میانگین درجه حرارت آذرماه، P_D میانگین درجه حرارت دی و P_B میانگین درجه حرارت بهمن ماه را نشان می‌دهد. گفتنی است، واحد میانگین درجه حرارت نیز، بر حسب درجه سانتیگراد است.

چنانکه گفته شده مراحل رشدونمو گیاه زعفران، برگرفته از عوامل محیطی و فیزیولوژی پیاز است که در میان عوامل محیطی، نقش درجه حرارت و دامنه حرارتی در دوره رشدونمو گیاه، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. هر گیاهی در مراحل رشدونمو خود، دارای مرزهای حرارتی کمینه، بیشینه و بهینه است و به همین دلیل، طول دوره رشد تا اندازه بسیاری، بستگی به تغییرات فصلی دما دارد (۱۳).

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش مولینا و همکاران^۱ (۲۰۰۴)، چنانچه پیازها در طول دوره کمون، در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد به مدت ۹۰ تا ۱۵۰ روز بمانند، از حداکثر گلدهی برخوردار خواهند شد. ولی اگر این دوره به ۱۸۰ روز برسد، افت عملکرد شدید یا تکامل نیافتن گل را به دنبال خواهد داشت. با گذراندن دوره کمون پیازها در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد، هنگامی تشکیل گل انجام می‌گیرد که طول مدت پیشگفته، ۱۲۰ تا ۹۰ روز باشد و چنانچه، بیشتر از ۱۲۰ روز شود، به افت عملکرد شدید و تکامل نیافتن گلدهی خواهد انجامید.

نتیجه‌گیری

برپایه نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش، نمایان شد که بارندگی ماههای آبان، آذر و فروردین، بیشترین تأثیر را نسبت به دیگر ماهها، بر میزان عملکرد زعفران در منطقه داشته و مؤثرترین ماهها از نظر رطوبت نسبی بر عملکرد زعفران نیز، ماههای آبان، آذر، دی، بهمن و اسفند بوده است. درجه حرارت میانگین ماههای مهر، آبان، آذر، دی و بهمن هم، بیشترین تأثیر را بر عملکرد زعفران داشته که مقدار تقریبی درجه حرارت میانگین در محدوده عملکرد بالا نیز، در مهرماه، بین ۱۷/۵ تا ۱۵ درجه سلسیوس، در آبان ماه، ۱۲ تا ۱۰ درجه، در آذر ماه، ۹/۵ تا ۷ و در دی ماه هم، بین ۲/۵ تا صفر درجه سلسیوس، گزارش شده است.



منابع:

۱. امیر شکاری، ح، سروش‌زاده، ع، مدرس ثنوی، س، ع، م، جلیل‌حواران، م، (۱۳۸۶)، «تأثیر دمای محیط ریشه، اندازه پیاز و جیسرلین، بر رشد رویشی زعفران زراعی (Crocus Sativus L.)»، *مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی*، جلد ۱۴، شماره ۵.
۲. امیر قاسمی، ت، (۱۳۸۷)، زعفران، طلای سرخ ایران، نشر آیندگان، ۱۲۲ صفحه.
۳. بذرافشان، ج، و ع، ابراهیم زاده، (۱۳۸۵)، «تحلیلی بر انتشار فضایی - مکانی زعفران در ایران و عوامل مؤثر بر آن: مطالعه موردی خراسان»، *مجله جغرافیا و توسعه*، ۸۴: ۶۱-۸۴.
۴. بهدانی، ع، کوچکی، م، نصیری‌محلای، م، رضوانی‌مقدم، (۱۳۸۴)، «پهنه‌بندی اکولوژیکی و پایش نوسانات عملکرد زعفران در خراسان»، پایان‌نامه دوره دکتری، دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۸۲-۱۳۸۴.
۵. بهنیا، م، ر، زراعت زعفران، (۱۳۷۰)، انتشارات دانشگاه تهران.
۶. بی‌نام، (۱۳۸۶)، دستورالعمل فنی پرورش زعفران، وزارت جهاد کشاورزی، معاونت امور تولیدات گیاهی، دفتر گل و گیاهان زینتی و دارویی.
۷. جعفر بیگلر، م، مبارکی، ز، (۱۳۸۷)، «سنجش تناسب اراضی استان قزوین برای کاشت زعفران براساس روشهای نتیجه‌گیری چند معیاره»، *پژوهشهای جغرافیای طبیعی*، شماره ۶۶.
۸. حسینی، م، ملافیلابی، ع، و م، نصیری، (۱۳۸۷)، «اثر نوسانات دراز مدت درجه حرارت و بارندگی بر عملکرد زعفران»، *مجله پژوهشهای زراعی ایران*، جلد ۶ شماره ۱، صفحات ۷۹-۸۸.
۹. کافی، م، ح، راشد محصل، ع، کوچکی و ع، ملافیلابی، (۱۳۸۱)، زعفران (فناوری تولید و فرآوری)، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، صفحه ۲۷۵.
۱۰. کمالی، ع، (۱۳۶۸)، مطالعات بیروکلیمایی زعفران در جنوب خراسان، انتشارات سازمان پژوهشهای علمی و صنعتی ایران، مرکز خراسان، گزارش پژوهشی.
۱۱. کوزه‌گران، س، (۱۳۸۸)، «پهنه‌بندی آگروکلیماتولوژیکی زعفران در خراسان جنوبی، با استفاده از GIS»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه فردوسی مشهد.

12. Ait-Oubahou, A., And M. El- Otmani, (1999). Saffron Cultivation In Morocco, In: "Saffron" (M. Negbi, Cd) Harwood Academic Pub. Amesterdm, PP154.
13. Dole, j. M. (2003). "Resaved Approaches for Determining Cold Requirements for Farcing and Flowering of Geophytes". *Hort science* 30;341-345.
14. Mathew, B. and C. A. Brighton. (1997). "Four Central Asian Species (Liliaceae)". *The Iranian Journal of Botany*. 1(2) 123-135
15. Molina, R. V. M. Valero, Y. Navarro, j. i. Guardiola and A. Garcia -luis,. (2005) "Temperature Effects on Flower Formation in Saffron (Crocus Sativus. L.)" *Scientia, Horticultuer*. 103(3), 361-379
16. Molina, R. V., M. Valero, Y. Navarro, A. Garcia- luis, j.i. Guardiola. (2004). "The Effect of Time of Corm Lifting, and Duration of Incubation at Inductive Temperature on Flowering in the Saffron Plant (Crocus sativus L.)" *Scientia, Horticultuer*. 103(1), 79-91
17. Unal, M. and A. Cavusaglu. (2005). "The Effect of Various Nitrogen Fertilizers on Saffron (Crocus Sativus L.) yield". *Akdeniz universiteste zira fakultesi dergisi*. 18(2), 257-260.
18. Wood, S.R., and P.G.Pardy. (1998). "Agroecological Dimensions of Evaluating and Prioritizing from a Regional perspective", *Latin American and the Caribbean*. 14-78.



Effect of Environmental Factors, Rainfall, Relative Humidity and Temperature on Yield of Saffron (*Crocus sativus L*) in South Khorasan

Dr. M. H. Saberi*, Dr. M. A. Behdani**, K. Gharibi***

H. Zra'atgar*, A. Azari Nasr Abad*, A. Maghari Fariz*

Abstract

Iran produces more than 200 tons of saffron, also has 90% of the cultivation area world wide and also 93.7% of the global production of this product .Plant growth and development and their ultimate performance depends greatly on the factors of climate conditions .Among climate factors, temperature, rainfall and relative humidity are considered factors that determine the changes in the yield of saffron in different regions. The South Khorasan province was selected for this study, farms with GPS coordination were determined. The Saffron fields after studying were selected ,so that the model represents the main saffron in the province. Long-term meteorological data for each of the studied- areas were obtained from the Meteorological Office. According to relationship between rainfall, relative humidity and temperature on yield for each month, general equations were derived by using stepwise regression. In these equations, rainfall of November, December, January, February, March and April, relative humidity of November, December, January, February, March and May, Average temperature in months of October, November, December, January and February had greatest impact on yield of saffron. For High yield the average temperature in October 15 to 17.5, November 10 to 12, December 7 to 9.5 and in January 0 to 2.5 degrees Celsius .

Keywords:

Saffron, Yield, Rainfall, Temperature, Relative Humidity, South Khorasan Province.

* Scientific Members of Agricultural and Natural Resources Research Center of south Khorasan .

** Associate Professor ,Faculty of Agriculture , University of Birjand.

*** Senior Expert of Agricultural Insurance Fund of Iran.