

چکیده

زعفران، از خانواده زنبقیان و گرانبهاترین ادویه جهان است که کشت آن در بخشهای وسیعی از خراسان معمول می باشد. با توجه به نیاز آبی کم و سود مناسب اقتصادی، کشت آن در بخش های شمالی استان خراسان رضوی، بدون توجه به نیازهای اقلیمی این گیاه در حال گسترش است. این امر موجب کاهش کیفیت و بازده زعفران تولیدی و عدم استفاده صحیح از اراضی کشاورزی می شود. در این پژوهش، شرایط اقلیمی مورد نیاز زعفران طی مراحل فنولوژی و نیاز آبی گیاه در طول مراحل رشد آن، در سطح ایستگاههای سینوپتیک شمال استان خراسان رضوی مورد بررسی قرار گرفت. برای بررسی میزان تناسب شرایط اقلیمی، از آمار پارامترهای مؤثر در کشت زعفران طی دوره آماری (۸۸-۱۳۷۳)، استفاده گردید و داده های ناقص با استفاده از آزمون ران تست و همبستگی مورد باز سازی قرار گرفت. سپس و زمان رخداد آستانه های دمای مورد نظر، با استفاده از توزیع نرمال و نرم افزار SPSS برآورد گردید. همچنین نیاز آبی گیاه زعفران، با استفاده از ضریب گیاهی آن و تبخیر و تعرق به روش بلانی-کریدل اصلاح شده، محاسبه شد. در نهایت با استفاده از نرم افزار GIS نقشه پهنه های مناسب برای کشت زعفران تهیه شد. نتایج نشان داد مرحله گلدهی زعفران در ایستگاههای مرتفع زودتر از ایستگاههای کم ارتفاع رخ می دهد و نیاز آبی گیاه زعفران در مرحله ابتدایی رشد در هیچ کدام از ایستگاهها تأمین نمی شود. در مرحله رشد رویشی در صورت وقوع آستانه دمایی ۱۸- درجه سانتی گراد و کمتر عملکرد زعفران در سال زراعی بعد از آن به شدت کاهش می یابد. تداوم آستانه دمایی ۴۰ درجه سانتی گراد و بیشتر تا شهریورماه موجب تأخیر در گلدهی زعفران می شود.

کلمات کلیدی: زعفران، اقلیم کشاورزی، پهنه بندی، دما، یخبندان، شمال استان خراسان رضوی

۱-۱- بیان مساله:

اقلیم شناسی کشاورزی، ارتباط متقابل عوامل اقلیمی و هیدرولوژیکی را با کشاورزی بررسی می کند. هدف از این علم، به کار گیری اطلاعات آب و هوایی به منظور بهبود عملیات کشاورزی و افزایش تولید کشاورزی از جنبه کمی و کیفی است (محمدی، ۱۳۸۵: ۹۳). محدودیت منابع موجود از یک طرف و افزایش روزافزون جمعیت و به تبع آن افزایش نیاز غذایی کشور ایجاب می کند که اولامنابع موجود خود را به درستی بشناسیم و ثانیاً از این منابع محدود به نحو احسن استفاده نماییم. لذا موفقیت در امر کشاورزی مستلزم انتخاب و کشت گونه هایی است که بیشترین تطابق را با شرایط آب و هوایی منطقه داشته باشد (کوانتا، ۱۳۵۶). گیاهان زراعی برای رشد و نمو و تکامل مراحل فنولوژیکی خود نیازمند شرایط مناسب محیطی هوا، آب و خاک می باشند. طبقه بندی اقلیم کشاورزی مدلی کاربردی است که در این روش ابتدا مناطق باتوجه به آمار بلند مدت پارامترهای جوی مؤثر بر رشد و نمو محصولات از نظر حداقل و حداکثر درجه حرارت، بارندگی و رطوبت نسبی طبقه بندی شده و آنگاه با در نظر گرفتن شرایط مورد نیاز محصول نظیر آستانه های حرارتی، طول دوره رشد و نیاز آبی پهنه های مناسب و مساعد کشت محصول خاص مشخص می گردد (احمدیان و همکاران، ۱۳۸۱). زعفران با نام عمومی Saffron و نام علمی (Crocus Sativus L)، گرانبهاترین گیاه زراعی موجود در روی زمین است و تنها گیاهی است که واحد خرید و فروش آن به جای تن و کیلوگرم مثقال و گرم می باشد. این گیاه از خانواده زنبق است و در منطقه آب و هوای مدیترانه و غرب آسیا- از عرض جغرافیایی ۳۰ تا ۵۰ درجه شمالی و طول جغرافیایی ۱۰ درجه غربی تا ۸۰ درجه شرقی - در مناطق بسیار کم باران ایران- توران که دارای زمستانهای سرد و تابستان گرم هستند گسترش دارد (کافی، ۱۳۸۱). زعفران گیاهی است که دوره محصول دهی و رشد فعال آن در پاییز و زمستان بوده، و شرایط محیطی آن شامل این موارد می باشد: ۱- حداکثر بردباری به سرما ۱۸- تا ۲۰- درجه سانتی گراد می باشد. ۲- یخبندان در زمان گلدهی گلها را از بین می برد و محصول را به شدت کاهش می دهد. ۳- آستانه دمایی حداقل ۱۰ درجه و کمتر در شب و حداکثر ۲۲ درجه و کمتر در روز از شرایط آغاز دوره گلدهی می باشد. ۴- خاکی که دارای ساختمان

متوسط کم و بیش نرم با نفوذ پذیری خوب باشد مناسب این کشت است. لذا این گیاه در خاکهای رسی، شنی و آهکی رشد مناسبی دارد. ۵- این گیاه از زمان کاشت تا شروع گلدهی به تعداد ۳۲۵/۵ تا ۴۱۶ درجه-روز انرژی نیاز دارد (نوکندی، ۱۳۷۷).

مراحل فنولوژیکی براساس بخشهای روی زمین شامل فاز زایشی، فاز رویشی و فاز رکود است. تکثیر پیاز در زیر خاک رخ می دهد. طول عمر پیازها بطور معمول پایین است و بعد از گل دهی و تکثیر پیازهای جدید، پیازهای اصلی روبه زوال می روند (کافی، ۱۳۸۱).

در بین تولیدکنندگان زعفران در ایران، استان خراسان رضوی با ۴۳۵۷۸ هکتار سطح زیر کشت و تولید ۲۱۵۶۸ کیلوگرم در سال مقام اول را در کشت این محصول دارا می باشد. پس از آن استانهای خراسان جنوبی، فارس، یزد و کرمان، به ترتیب با تولید ۱۰۳۸۴، ۱۵۱۴/۶، ۱۲۶۷، ۱۱۳۰ کیلوگرم، در رتبه های بعدی قرار دارند (آمار نامه کشاورزی، ۱۳۸۷).

از آنجایی که زعفران گران قیمت ترین ادویه جهان می باشد، درآمد نسبتاً خوب این محصول، نیاز آبی محدود، آگاهی از کشت نسبتاً آسان آن، کمی امراض و آفات زعفران، تقویم آبی مناسب مناطق خشک و نیمه خشک ایران، باعث گردیده کشاورزان بدون در نظر گرفتن ویژگیهای طبیعی و شرایط اقلیمی، به کشت زعفران در شمال خراسان رضوی روی آورند که این امر به وجود آورنده مشکلات و بازده نداشتن خوب محصول شده است.

هدف از این تحقیق بررسی اقلیم کشاورزی زعفران و تجزیه و تحلیل عناصر اقلیمی مؤثر در طول دوره رشد آن، در شمال استان خراسان رضوی به منظور شناخت توانمندیها و محدودیت های کاشت زعفران و در نهایت شناخت نواحی مستعد در این بخش استان از جنبه کاشت این محصول است.

۲-۱- سابقه تحقیق:

۱-۲-۱- مطالعات انجام شده در جهان

هولفورد (۱۹۷۳)، در مطالعه ای به این نتیجه رسید که زعفران در طیف گسترده ای از شرایط آب و هوایی و شرایط دمایی و رطوبتی متغیر قابل کشت است. وی بهترین آب و هوا را برای رشد زعفران، آب و هوای گرم و نیمه استوایی معرفی کرد.

هالوی (۱۹۹۰)، در مقاله ای با عنوان "آخرین پیشرفت در تنظیم روش گلدهی ژئوفیت ها" گزارش داد تغییرات دمای ماهانه، مهمترین عامل محیطی در کنترل گلدهی بسیاری از گیاهان پياز دار است. همچنین اضافه کرده که دما می تواند مهمترین عامل در تنظیم گلدهی زعفران باشد. موریوندو و همکاران (۲۰۰۱)، به بررسی اثر پارامترهای هواشناسی کشاورزی برفنولوژی، گرده افشانی و تولید درختان زیتون پرداختند و گزارش دادند که دمای هوا در آغاز گلدهی، اهمیت زیادی در تعیین سیکل گلدهی درخت زیتون دارد اما دوره سرد در ژانویه و فوریه باید مورد توجه قرار گیرد. گل دهی اولیه و بارش بالادری تا بستن عواملی هستند که قطعاً بازده نهایی تاثیر دارند. در حقیقت تنش آب در طی این مرحله، باعث می شود میوه زودرس از بین برود.

شائوبینگ پنگ و همکاران (۲۰۰۴)، به بررسی کاهش بازده برنج با افزایش دمای شب در اثر گرمایش جهانی پرداختند و گزارش دادند که حداقل و حداکثر میانگین سالانه دما تا ۱۰/۳۵ و ۱/۱۰ درجه سلسیوس افزایش یافته است، در مقابل یک ارتباط نزدیک بین بازده برنج و میانگین حداقل دما در طی فصل خشک محصول (ژانویه تا آوریل)، وجود دارد. بازده غلات تا ۱۰ درصد برای هر ۱ درجه سلسیوس افزایش در دمای حداقل فصل رشد در فصل خشک کاهش می یابد. در حالی که تاثیر دمای حداکثر بر بازده محصول معنی دار نبود.

مولینا و همکاران (۲۰۰۴)، به بررسی اثر درجه حرارت برگلدهی زعفران پرداختند و گزارش دادند که بهترین دما برای گلدهی زعفران، ۲۳ تا ۲۷ درجه سلسیوس است. همچنین تاثیر مدت زمان قرار گرفتن پياز زعفران در دماهای ۲۵ و ۳۰ درجه سلسیوس مورد تحلیل قرار گرفت. گلدهی در دمای ۲۵ درجه سلسیوس بیشتر از ۳۰ درجه سلسیوس است و حداکثر مقدار گلدهی در ۲۵ درجه سلسیوس در دوره ای به مدت ۹۰ تا ۱۵۰ روز می باشد.

مولینا و همکاران (۲۰۰۵)، شرایط دمایی برای آغاز رشد و تشکیل گل در زعفران را تحت شرایط کنترل شده مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد تفاوت‌های گسترده‌ای در تنظیم زمان مراحل فنولوژیکی در مکان‌های مختلف وجود دارد. پژمرده شدن برگ‌ها، مدت کوتاهی بعد از تشکیل گل رخ داد که در طول آخر بهار و آغاز تابستان همزمان با افزایش دما به ۲۰ درجه سلسیوس اتفاق افتاد. گرمای طولانی تابستان ظهور گل‌ها را به تاخیر انداخت که در آخر پاییز با کاهش دما به محدوده ۱۵ تا ۱۷ درجه سلسیوس، ایجاد شد. همچنین دمای مناسب برای تشکیل گل، محدوده ۲۳ تا ۲۷ درجه بود و دمای حدود ۲۳ درجه سلسیوس بهتر بود.

گیرتس و همکاران (۲۰۰۶)، مقاله‌ای با عنوان "نقشه مطلوبیت اقلیم کشاورزی برای تولید محصول در بولیوی بر روی یک نوع غله" ارائه دادند و از داده‌های اقلیمی ۴۱ ایستگاه هواشناسی ناحیه با ۴ شاخص اقلیم کشاورزی، برای پهنه بندی اقلیم کشاورزی استفاده نمودند. آنها براساس این مطالعه موردی، گزارش دادند که شرایط کشت در آلتی پلانوی بولیوی بسیار سخت است و فقط برای کشت نیمه معیشتی مناسب است.

یائو و همکاران (۲۰۰۶)، سه نژاد مختلف زعفران را به مدت دو سال در مزارع آزمایشی از نظر بازده کلاله و کیفیت در نواحی متفاوت مدیترانه‌ای مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که بازده بالاتر در نواحی ساحلی بود و رنگ و عطر بیشتر داشت، بنابراین به نظر رسید بهترین انتخاب برای ناحیه باشد. میانگین بازدهی در نواحی ساحلی دو برابر بود که در مکان‌های آبیاری شده و مرتفع قرار گرفته بودند.

گرستا و همکاران (۲۰۰۸)، در مقاله‌ای زعفران را به عنوان یک محصول جایگزین برای مناطق کم آب معرفی نمودند و گزارش دادند زعفران از نظر شرایط اقلیمی، قرار گرفتن در معرض مستقیم نور خورشید را ترجیح می‌دهد، اگرچه در هند با درختان بادام کشت می‌شود. براساس نظر فرناندز و ملافیلابی (به نقل از گرستا و همکاران)، بهترین شرایط اقلیمی برای بازده بالا، بارندگی دریاپیز، تابستان‌های گرم و زمستان‌های ملایم است.

گرستا وهمکاران (۲۰۰۹)، در مقاله ای به ارزیابی تاثیر بارندگی، درجه حرارت، و تراکم پیاز برفنولوژی گل، بازده کلاله و ویژگیهای ترکیبی دو پیاز زعفران در دو منطقه متفاوت پرداختند. بررسی آنها نشان داد که به منظور آغاز گلدهی زعفران، یک ترکیب خاص از درجه حرارت و محتوای آب خاک باید اتفاق افتد. محیط های سرد تعداد گلها را افزایش می دهد اما باعث کاهش درمقدار پیکروکروسین و کروسنتین و در نتیجه کیفیت پایین تر کلاله می شود.

مولینا و همکاران (۲۰۱۰)، به بررسی تاثیر درجه حرارت بر ظهور گل و رشد رویشی گیاهان پرداخته و مشاهده کردند در گیاه زعفران گل دهی در دمای ۱۷ درجه سلسیوس نسبت به دماهای بالا و پایین تر سریع تر رخ داد و گلهای تشکیل شده در ۲۰ درجه سلسیوس حالت پژمردگی داشتند. همچنین در این حالت خامه بلندترین اندازه را داشت ولی جدا کردن آن از گل سخت بود.

نهوی و همکاران (۲۰۱۰)، تاثیر تغییر اقلیم بر صنعت زعفران جامو و کشمیر را مورد بررسی قرار دادند. نتایج بررسی نشان داد دمای روزانه ۲۳ تا ۲۵ درجه سلسیوس در ماه سپتامبر برای جوانه زدن امری حیاتی است، در صورتی که زمان آغاز گلدهی هنگامی است که دمای روزانه به ۱۷ درجه سلسیوس رسیده و دمای شبانه حدود ۱۰ درجه سلسیوس باشد.

۱-۲-۲- مطالعات انجام شده در ایران

کمالی (۱۳۶۸)، با تاکید بر نقش عناصر آب و هوایی در رشد گیاه زعفران، نتیجه می گیرد گیاه زعفران برای رشد مطلوب خود به میزان معینی از بارندگی (حدود ۲۰۰ میلی متر)، احتیاج دارد. عملکرد زعفران می تواند با میزان بارندگی سالانه در ارتباط باشد. در سال هایی که زمان گلدهی زعفران با شروع بارندگی ها همزمان باشد، عملکرد گیاه زیادتر خواهد بود.

صادقی (۱۳۶۸)، خط سیر و نمو گیاه زعفران را در طول فصل رشد مطالعه کرده و نتیجه گرفته است که زعفران دارای ۷ ماه دوره فعالیت (از نیمه دوم مهر الی نیمه اول اردیبهشت)، و ۵ ماه دوره خواب (از نیمه دوم اردیبهشت تا نیمه اول مهر)، می باشد.

نوکندی (۱۳۷۷)، اثرات عوامل اقلیمی بر کشت زعفران در خراسان جنوبی را مورد بررسی قرار داد. نتایج بدست آمده نشان داد عامل درجه حرارت حداقل ماهانه در ماههایی که مصادف با ظهور گل در زعفران می باشد، از اهمیت ویژه ای برخوردار است. یعنی هر چه افت درجه حرارت در شب بیشتر باشد روز بعد تعداد گل بیشتری ظاهر خواهد شد. در هنگام گلدهی حرارت شب از ۱۰ درجه و حرارت روز از ۲۲ درجه سلسیوس نباید تجاوز کند. پیاز زعفران در محدوده تغییرات حدود ۳ تا ۱۹.۶ درجه سلسیوس در شبانه روز گلدهی خود را آغاز می کند به شرطی که میانگین روزانه درجه حرارت از ۱۶ درجه سلسیوس کمتر باشد. همچنین متوسط شبانه روز برای گلدهی بین ۹ تا ۱۶ درجه سلسیوس می باشد.

بری ابرقویی و همکاران (۱۳۷۹)، مطالعاتی در ارتباط با تاثیر درجه حرارت برگلدهی و سازگاری زعفران طی ۷ سال متوالی از سال ۱۳۷۰-۱۳۷۶ انجام داده و نشان دادند گلدهی درتوده های مختلف زعفران در محدوده میانگین حرارتی روزانه ۱۲.۲-۱۴.۲ درجه سلسیوس آغاز می شود. رضانی (۱۳۷۹)، به مقایسه دو اقلیم نیشابور و فردوس پرداخت و نشان داد که اقلیم با احتمال ۹۹ درصد در عملکرد گل، برگ و پیازچه موثر بوده و عملکرد کمی نیشابور از فردوس بیشتر است.

احمدیان و همکاران (۱۳۸۱)، ابتدا اقلیم استان خراسان را به روشهای شناخته شده اقلیمی - کشاورزی پهنه بندی نموده، سپس با توجه به پهنه بندی های انجام شده نتیجه گرفته شد در خراسان درجه خشکی و میزان بارش از شمال به جنوب کاهش می یابد و از آنجا که نیاز آبی زعفران در مقایسه با دیگر محصولات کمتر است با در نظر گرفتن شرایط حدی بردباری زعفران و شرایط اقلیمی پهنه های مناسب تعیین شد.

محمدی و کریم پور (۲۰۰۵)، به امکان سنجی کشت زعفران در بخش جنوبی سبزوار پرداختند و گزارش دادند به دلیل بالا بودن دما در طی مرحله گلدهی در منطقه سبزوار نسبت به مناطق جنوبی خراسان، سطح کمی و کیفی این محصول کمتر است. همچنین زمان مناسب کاشت

زعفران در سبزوار از ۲۲ آگوست تا ۱۸ سپتامبر است و برای بهبود کمی و کیفی تولید، در تابستان می باید آبیاری انجام شود و در فصل گلدهی دو بار آبیاری ضرورت دارد.

ساجدی (۱۳۸۴)، به بررسی مشابهت های اقلیمی آذربایجان و خراسان جهت امکان سنجی کشت زعفران در آذربایجان پرداخت و با استفاده از روشهای طبقه بندی اقلیمی، مشابهت آب و هوایی دو منطقه را مشخص نموده و مناطق مستعد در آذربایجان را شناسایی و معرفی کرده است. فرج زاده و میرزابیاتی (۱۳۸۶)، به مقایسه میزان همبستگی پارامترهای اقلیمی مناطق عمده کشت زعفران در استان خراسان با پارامترهای اقلیمی دشت نیشابور پرداختند و در نهایت با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و وزن دهی و تعیین مناطق مستعد کشت زعفران با استفاده از مدل مقایسه زوجی AHP گزارش نمودند که ۶۰۲ درصد مساحت دشت بهترین شرایط قابلیت کشت زعفران را دارا می باشد که بیشتر در جنوب شرق و بخشهای خیلی اندکی بصورت پراکنده در جنوب غرب و شمال غرب گسترده شده است .

امیر شکاری و همکاران (۱۳۸۶)، تاثیر دمای محیط ریشه، اندازه پیاز و ژبرلین بر رشد رویشی زعفران را مورد بررسی قرار دادند. نتایج آزمایش در مورد عامل دما نشان داد، دمای اطراف ریشه رشد اندام های هوایی گیاه زعفران را تحت تاثیر خود قرار می دهد. حرارت های ۱۰ و ۱۵ درجه سانتی گراد، حرارت های مناسب برای افزایش تعداد برگها در زعفران بودند ولی برگها در دماهای ۱۵ و ۲۰ درجه سانتی گراد، رشد مناسبی داشتند و گیاهانی که در دماهای فوق رشد و نمو کرده بودند مقدار برگ بیشتری از گیاهانی که دمای اطراف محیط ریشه آنها ۱۰ درجه سانتیگراد بود، تولید کردند.

حسینی و همکاران (۱۳۸۷)، اثر نوسانات دراز مدت درجه حرارت و بارندگی بر عملکرد زعفران را مورد بررسی قرار دادند. بر اساس یافته های این پژوهش، کاهش عملکرد زعفران استان خراسان در طی ۱۰ سال گذشته به طور قابل توجهی تحت تاثیرات شاخص های آب و هوایی بویژه رطوبت و درجه حرارت قرار دارد. در این پژوهش از بین پارامترهای هواشناسی، تأثیر بارندگی در

مقایسه با درجه حرارت ماهانه کمتر بوده است. در این میان، درجه حرارت ماههای بهار و تا حدودی ماههای اول تابستان بیشترین تاثیر را بر عملکرد منفی زعفران نشان می دهند.

جعفر بیگلو و مبارکی (۱۳۸۷)، تناسب اراضی استان قزوین برای کشت زعفران را بر اساس روش های تصمیم گیری چند معیاره مورد سنجش قرار دادند. در این تحقیق پس از وزن دهی به پارامترهای مؤثر در کشت زعفران بر اساس مدل سلسله مراتبی (AHP)، و انجام مدل سازی و تجزیه و تحلیل داده های فضایی به کمک GIS، نقشه پهنه های مستعد کشت زعفران در استان قزوین تهیه گردید. در این نقشه سطح استان از نظر پتانسیل کشت زعفران به سه گروه طبقه بندی شده است. عوامل محدود کننده کشت زعفران در نواحی که فاقد شرایط لازم برای کشت زعفران می باشد، در نواحی مرتفع کوهستانی که در حاشیه شمالی و جنوبی استان واقع شده اند، محدودیت عمده محیطی به علت شیب تند، ارتفاع زیاد و در نتیجه برودت شدید هوا و نیز عدم وجود خاک مناسب می باشد.

علیزاده و همکاران (۱۳۸۷)، در مطالعه ای، به بررسی مناسبترین زمان شروع آبیاری زراعت زعفران در استانهای خراسان پرداختند و گزارش دادند، تاریخ گلدهی و زمان انجام اولین آبیاری گیاه زعفران بسته به اقلیم و دمای منطقه مورد مطالعه، بسیار متفاوت می باشد. در شهرستانهایی با ارتفاع بالاتر از سطح دریا و میانگین دمای پایین تر، معمولا تاریخ گلدهی و زمان آبیاری زود هنگام و در اوایل پاییز می باشد و با کم شدن ارتفاع و بالا رفتن دمای هوا این زمان به اواسط و درگاهی موارد به اواخر پاییز منتقل می شود.

اسماعیل زاده و جهانبخش (۱۳۸۷)، انطباق نیازهای آگرو کلیمایی گیاه زعفران با اقلیم جلگه مغان را مورد بررسی قرار دادند. براساس نتایج تحقیق، با توجه به نیاز های آب و هوایی گیاه زعفران که به سرما زدگی، مقدار بارندگی در طول دوره رشد و کاهش دما مخصوصا به طور ناگهانی حساس است، عامل محدود کننده کشت زعفران در ایستگاه مشیران، محدوده جنوب غربی جلگه مغان، دماهای پایین می باشد. سایر ایستگاههای منطقه دارای شرایط مساعد آب و هوایی برای کشت زعفران بوده و احتمال وقوع خسارت های ناشی از عوامل آب و هوایی بسیار محدود می

باشد. همچنین با توجه به نقش ارتفاع محل و تاثیر آن در رشد گیاه زعفران مناسب ترین ایستگاه جهت کشت محصول در منطقه مورد نظر، ایستگاه گرمی (محدوده جنوب شرقی جلگه مغان) معرفی شده است.

علیزاده و همکاران (۱۳۸۸)، در مقاله ای مدل سازی تاثیر تغییر اقلیم بر رفتار گلدهی زعفران را مورد بررسی قرار دادند. تاثیر افزایش درجه حرارت بر رفتار گلدهی زعفران به دلیل ویژگیهای خاص رشد و نمو آن پچیده است. در واقع زعفران زمان بندی دوره خواب و فعالیت بیولوژیکی خود را طوری با رژیم حرارتی سالانه تنظیم کرده است که انطباق مراحل نمو با شرایط نامناسب محیطی حداقل شده و حداکثر استفاده از فصل رشد ممکن گردد و این مکانیزم باعث سازگاری دقیق ژنو تیپ های بومی زعفران به شرایط محلی شده است. بروز تغییرات سریع اقلیمی این سازگاری را دگرگون کرده و رفتار گلدهی این گیاه را دچار اختلال خواهد ساخت. نتایج شبیه سازی تاثیر افزایش درجه حرارت برگلدهی زعفران نشان داد که افزایش دما به میزان ۰.۵ تا ۲ درجه سلسیوس نسبت به شرایط فعلی، سرعت نمو را در هر دو مرحله گلدهی کاهش و در نتیجه طول هر دو مرحله را افزایش خواهد داد.

کوچکی و همکاران (۱۳۸۸)، تاثیر افزایش درجه حرارت بر رفتار گلدهی را مورد بررسی قرار دادند. بنا بر نتایج، افزایش درجه حرارت ناشی از تغییر اقلیم که برای ۱۵ سال آینده در مناطق کشت زعفران در حدود ۲ درجه سانتی گراد پیش بینی شده است، تاثیر قابل ملاحظه ای بر سرعت گلدهی و زمان ظهور گل در زعفران داشته باشد. همچنین تغییر اقلیم باعث شروع زودتر فصل بهار شده و این امر تغییراتی را در فنولوژی گیاهان ایجاد خواهد کرد. پیش بینی های مدل مویده آن است که گلدهی در اغلب مناطق تولید زعفران به تاخیر افتاده و در صورت گرمایش بیشتر، بطور کلی گلدهی انجام نخواهد شد. به نظر می رسد با بروز چنین تغییراتی، نوعی جابجایی در مناطق کشت زعفران صورت گرفته و در بخشهای شمالی تر خراسان پتانسیل اقلیمی لازم برای نمو این گیاه فراهم شود.

یزد چی و همکاران (۱۳۸۹)، قابلیت اراضی شهرستان مرند را برای کشت زعفران بر اساس روش های تصمیم گیری چند معیاره مورد سنجش قرار دادند. نتایج نهایی تحقیق نشان دهنده کارایی روش های تحلیل سلسله مراتبی در سنجش قابلیت اراضی برای کشت زعفران بوده و براین اساس شهرستان مرند به سه بخش قابل کشت، نسبتاً قابل کشت و غیر قابل کشت تقسیم بندی شد.

محمدی و همکاران (۱۳۹۰)، پتانسیل های اقلیمی کشت زعفران را در شهرستان مرودشت ارزیابی نمودند. براساس نتایج، از نظر دمایی و نوسانات روزانه دما، شهرستان مرودشت با شهرستان های زعفران خیز ایران مانند قائن و تربت حیدریه، به طور نسبی دارای مشابهت است و از این نظر برای کشت زعفران محدودیت وجود ندارد. از نظر احتمال وقوع یخبندان و همچنین درجه روز مورد نیاز، برای رشد و گلدهی زعفران در این شهرستان محدودیتی وجود ندارد و با توجه به ضریب گیاهی و نیاز آبی این محصول در دوره اولیه رشد با توجه به کسری آب مورد نیاز، آبیاری این محصول ضروری است ولی در دوره توسعه و میانی با توجه به بارش های زمستانه و وجود رطوبت در خاک می توان تعداد دفعات آبیاری را کاهش داد.

بهدانی و همکاران (۱۳۹۰)، به بررسی درجه حرارت های حداقل، میانگین و حداکثر درخسان جنوبی به منظور شناسایی مناطق مستعد کشت زعفران با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی پرداختند. در بررسی درجه حرارت میانگین مشاهده شد که موثرترین ماهها بر عملکرد زعفران مهر، آبان، آذر و دی بوده و مناطق مستعد در شمال و شمال غرب استان واقعند. مناطق نیمه مستعد بخش مرکزی استان را در بر گرفته و مناطق غیر مستعد از نظر درجه حرارت میانگین جنوب و غرب استان می باشد. همچنین با توجه به هر سه پارامتر فوق مشخص گردید مناطق شمال و شمال شرقی استان مستعد بوده و مناطق مرکزی استان نیمه مستعد و جنوب و جنوب غربی استان نامستعد می باشد.

با توجه به تحقیقات انجام شده می توان نتیجه گرفت، عامل میانگین دمای روزانه در مرحله رشد زایشی بیشترین تأثیر را بر عملکرد زعفران دارد. در مرحله رشد رویشی نیز عامل دما تأثیر بالایی بر میزان قابلیت اراضی برای کشت زعفران و همچنین رشد برگها دارد.

۱-۳- سوالات پژوهشی

۱- وضعیت عناصر اقلیمی موثر در کاشت زعفران در طول دوره رشد، در شمال استان خراسان رضوی چگونه است؟

۲- کدام یک از عناصر اقلیمی ، در میزان عملکرد زعفران در شمال استان خراسان رضوی موثرتر است ؟

۱-۴- روش تحقیق

نوع تحقیق کاربردی-توسعه ای و روش آن توصیفی - تحلیلی است. پهنه جغرافیایی مورد مطالعه شمال استان خراسان رضوی است و جامعه آماری ایستگاههای هواشناسی شمال استان خراسان رضوی می باشد. این تحقیق طی مراحل زیرانجام شد :

در مرحله اول از طریق مطالعات کتابخانه ای نسبت به بررسی پیشینه تحقیق ، مبانی تئوریک و همچنین داده ها و اطلاعات فنولوژیکی محصول اقدام گردید.

در مرحله دوم ایستگاههای هواشناسی در سطح منطقه شناسایی و نسبت به جمع آوری داده های هواشناسی مورد نیاز تحقیق از طریق سازمان هواشناسی کشور، اداره کل هواشناسی استان خراسان رضوی در یک دوره آماری حداقل ۱۵ ساله اقدام شد و داده های ناقص با استفاده از آزمون ران تست و همبستگی مورد بررسی قرار گرفت.

در مرحله سوم با انجام پردازش و طبقه بندی داده های هواشناسی به تعیین اقلیم کشاورزی زعفران پرداخته شد. سپس با توجه به شرایط اقلیمی منطقه و نیازهای اقلیمی زعفران در مراحل رشد زایشی، رویشی و رکود میزان تناسب پهنه های اقلیمی برای کشت زعفران مورد بررسی قرار

گرفت. در ادامه با استفاده از روش همبستگی پیرسون، میزان همبستگی هر یک از پارامترهای اقلیمی با عملکرد زعفران در مراحل رشد زایشی و رویشی مشخص شده و در مرحله بعد با استفاده از رگرسیون، نقش مهمترین عامل شناخته شد.

در نهایت با توجه به یافته های تحقیق نسبت به تشکیل پایگاه داده های اقلیم شناسی برای ورود به سیستم اطلاعات جغرافیایی اقدام شد و با استفاده از روشهای ترسیمی زمین - آمارنقشه ها ترسیم شده و میزان قابلیت مناطق برای کشت زعفران مشخص گردید و نقشه پهنه بندی تهیه شد. سپس به سوالات پژوهشی پاسخ داده شد.

۵-۱- اهداف تحقیق

۱-۵-۱- شناخت پهنه های اقلیمی مناسب برای کاشت زعفران در شمال استان خراسان

رضوی

۱-۵-۲- شناخت عوامل اقلیمی موثر در میزان عملکرد زعفران

فصل دوم:

ویژگی های گیاه شناسی زعفران

۱-۲- تاریخچه

زعفران گیاهی پایا وعلفی دارای گل آذین کاهش یافته واغلب واجد یک گل است. ساقه آن بسیار کوتاه و زیر سطح خاک قرار می گیرد. زعفران از گذشته های دور گیاهی شناخته شده بود. اولین زعفرانی که بشر اقدام به کشت آن نمود زعفران مزروعی^۱ است که مصرف گسترده ای در صنایع مختلف از جمله تغذیه، پزشکی، نساجی و... دارد. همچنین به دلیل نیاز آبی کم، سهولت درکاشت، داشت و برداشت، و عملکرد مناسب از اهمیت اقتصادی بسیار زیادی برخوردار است. طرحهایی از زعفران در قصر مینوس و کنوسوس در جزیره کرت درنقاشیهای دیواری وظروف سفالی مربوط به تمدن باستان کرت مشاهده شده است. به نظر می رسد این تصاویر به خاطر کلاله های منشعب قرمز و طویل خارج سده از گل مربوط به *C. sativus* است.

یکی دیگر از نقوش دیواری مربوط به زعفران که قدمت آن ۱۵۰۰ سال پیش از میلاد می باشد در آکروتینی در جزیره ترا (سانتورینی) یافت شده است. همچنین در دیوار نوشته های غار کوری سین در سیسیل فضایل زعفران برشمرده و مورد ستایش قرار گرفته است.

نام عمومی زعفران از کلمه یونانی کروکوس گرفته شده که ریشه آن کلمه عبرانی کارکوم است. البته این نام در گذشته در مورد گلرنگ وزرد چوبه نیز به کار رفته است. سافرون نیز از کلمه عربی زعفران به معنای زرد گرفته شده است و امروزه از نظر گیاه شناسی مترادف *C. sativus* است. پیش از میلاد مسیح نویسندگان قدیمی لاتین از *Crocus* یا *Crocum* در نوشته های خود استفاده کرده اند. از جمله هومر در منظومه ایلیاد، *Krokos* را در سرود حضرت سلیمان، در عبارت "سحرگاه پوشیده از زعفران" بکار برده است (ابراهیم زاده و همکاران، ۱۳۸۵: ۳).

۲-۲- گیاه شناسی زعفران

زعفران، با نام علمی کروکوس ساتیوس^۲، از تیره زنبقیان (ایری داسه^۳) گیاهی علفی وچند ساله یا پایا، بدون ساقه، دارای سوخ یا نوعی ساقه زیر زمینی غده ای پیاز شکل موسوم به کرم^۴، و

^۱- *Crocus sativus*

^۲- *Crocus sativus*. L

در تداول عامه کشاورزی معروف به پیاز زعفران، با برگ های سبز براق و باریک و بلند (به طول ۱۵ تا ۳۵ سانتی متر و گاهی بیشتر) شبیه برگ چمن علفی و سبزتر از آن، و گلی بسیار زیبا به رنگ بنفش روشن مایل به ارغوانی است. پوشش گل یا گلپوش شامل سه گلبرگ و سه کاسبرگ همشکل و هم رنگ گلبرگ است، که تشخیص آنها به سهولت میسر نیست مگر از روی بساک ها که در مقابل گلبرگ ها جا گرفته اند. در درون گل سه پرچم (اندام نر) قرار دارد و هر پرچم شامل بساک زرد رنگ، و میله سفید رنگ کوتاه است. اندام مادگی شامل: تخمدان سه خانه ای متورم، و خامه دراز و باریک به طول ۵ تا ۸ سانتی متر، و کلاله سه شاخه به رنگ قرمز تند، به طول ۲ تا ۳ سانتی متر و گاهی بیشتر است. هر شاخه کلاله در حالت خشک ۱/۵ تا ۲/۵ سانتی متر طول دارد، و قطر آن در قسمت اتصال به خامه در حدود ۲ تا ۳ میلی متر، و در قسمت انتهایی دندان دار در حدود ۱ تا ۱/۷ میلی متر است. اندازه کلاله بستگی به عوامل مختلفی، چون: وضعیت اقلیمی و موقعیت جغرافیایی زعفران زار، بکر بودن و حاصلخیزی خاک، میزان کود ریخته شده، درشتی پیاز، سال های بهره برداری، وجین و آبیاری های به موقع، و مراقبت های منظم کشاورز دارد. سوخ یا پیاز زعفران غده ای توپر به اندازه یک فندق تا گردوی متوسط سفید رنگ، با پوشینه یا پوششی از الیاف فیبری قهوه ای رنگ (شبیه به رنگ الیاف روی نارگیل) باریک و نازک است، این الیاف که محافظ پیاز محسوب می شود به موازات یکدیگر از قاعده پیاز به بالا جوانب پیاز را پوشش می دهند. ریشه های افشان و کوتاه گیاه زعفران، از اطراف دایره پیرامونی قاعده پیاز می روید. تکثیر گیاه زعفران به وسیله پیاز آن انجام می شود. چرا که گل های زعفران - با وجود داشتن اندام های تولید مثل - بارور نمی شوند، یعنی بذر (تخم) تولید نمی کنند. این امر مربوط به نابارور یا نازا بودن طبیعی زعفران، یا به اصطلاح خصلت اتوتریپلوئید گیاه است.

هنگام رویش گیاه زعفران نیمه اول پاییز (متناسب با وضعیت اقلیمی مناطق از اواخر مهر تا نیمه آذر)، و دوره رشد آن ادامه فصل پاییز و سرتا سر زمستان، و زمان پژمردگی و ریزش برگ های آن فصل بهار (تا حدود نیمه اردیبهشت) سال بعد است. پس از آن پیاز زعفران در عمق خاک به

³ - Iridaceae

¹ - Corm

اصطلاح به خواب می‌رود، واستراحت کامل در حدود سه ماه دارد. از اواخر تیرماه پیاز زعفران برای بیدار شدن آماده می‌شود، وسلول‌های رویشی آن فعالیت بسیار کندی را آغاز می‌کند (ابریشمی، ۱۳۸۳: ۱-۳).

۲-۳- فنولوژی زعفران

مراحل فنولوژیکی از نظر کمی برای گیاهان مختلف بررسی شده است. با این حال تاکنون برای زعفران به دلیل نوع خاص رشدش توسعه پیدا نکرده است. برخی بخش‌های رشد زعفران زیر سطح خاک رخ می‌دهد. این جنبه توسط مؤلفان مختلف ارائه شده است.

۲-۳-۱- مراحل فنولوژیک بر اساس بخش‌های بالای زمین

مراحل رشد زعفران بر اساس اندام هوایی آن به سه مرحله تقسیم شده است. هر مرحله به شرایط اقلیمی خاصی نیاز دارد.

۱- **مرحله رشد زایشی:** در این مرحله که معمولاً ۱۵ تا ۲۵ روز طول می‌کشد گل زعفران ظاهر شده و زمان برداشت محصول نیز به حساب می‌آید. البته از نظر فیزیولوژیکی رشد زایشی مدت‌ها قبل از ظهور گل شروع می‌شود. 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 و یا وقوع بارندگی دو هفته قبل از کاهش دما به ۱۵ درجه سانتی‌گراد است. مطلوبترین دما برای تمایز گلها در این مرحله، ۹ تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. در این دوره نایبستی دمای شب از ۱۰ درجه سانتی‌گراد و دمای روز از ۲۲ درجه سانتی‌گراد بیشتر شود. همچنین کاهش دما به کمتر از ۵ درجه سانتی‌گراد باعث کاهش محصول و وقوع یخبندان باعث از بین رفتن آن می‌گردد، بنابراین محاسبه احتمال وقوع یخبندان در دکره گلدهی اهمیت زیادی دارد (کافی، ۱۳۸۱: ۴۲). غفوری زاده (۱۳۸۵)، رشد زایشی زعفران را در آبان ماه ذکر نموده و در این مرحله میانگین دمای ۱۰/۵ درجه سانتی‌گراد، را مناسب دانسته است. گلدهی در

این مرحله با گرادیان دما تغییر می کند و با تغییر شیب دما، گلدهی به تأخیر می افتد (بهدانی و همکاران، ۲۰۰۴).

۲- مرحله رشد رویشی: این مرحله بلافاصله پس از ظهور گل شروع می شود. 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 می یابد و طول آن حداقل ۶ ماه است. در این مرحله برگها ذخایر لازم برای تغذیه بنه را از طریق فتوسنتز فراهم می کنند. در طول زمستان حداقل دمای قابل تحمل برای گیاه در این دوره ۱۸- تا ۲۲- درجه سانتی گراد بوده و این مرحله به آبیاری یا بارندگی نیاز دارد.

۳- مرحله رکود: این مرحله منطبق بر فصل گرم سال بوده و به عملیات زراعی خاصی نیاز ندارد. طول این مرحله حدود ۵ ماه است که با زرد شدن برگها در بهار شروع شده و تا انجام اولین آبیاری در فصل پاییز ادامه می یابد. حداقل دمای قابل تحمل برای گیاه در این دوره ۴۰ درجه سانتی گراد ذکر شده است.

۲-۳-۲- مراحل فنولوژیک بر اساس رشد پیاز

رشد پیاز زیر خاک رخ می دهد. ارگانه‌های اقتصادی ابتدایی زیر سطح خاک رشد می کنند. بنابراین، این مرحله اساساً با رشد پیاز مرتبط است. طول عمر پیازها به طور معمول پایین است و پس از گلدهی و رشد پیازهای جدید، پیازهای اصلی تحلیل می رود. رشد پیازهای جدید با شروع جوانه جدید شروع شده و با تولید پیازهای بالغ خاتمه می یابد. در سطح هر پیاز مادر چندین چشم مریستمیک وجود دارد که اساس جوانه برای پیازهای جدید است. تعداد چشم‌ها در یک پیاز بیش از ۱۰ عدد ثبت شده است. فعالیت این چشم‌ها بعد از انتهای ظهور گلها در نیمه پاییز آغاز می شود. این چشم‌ها در بخش بالایی پیازهای مادر قرار گرفته اند. فعالیت این نقاط مریستمی در دو مرحله تقسیم سلولی سریع و آرام بر مبنای تعداد سلولهای تقسیم شده به تناسب سلول کامل رخ می دهد. مرحله آرام، بعد از گلدهی شروع شده و تا اوایل مارس ادامه می یابد.

بعد از این مرحله، تقسیم سریع شروع می شود و تا پژمردگی در آوریل و می ادامه دارد. در این مرحله پیازهای دختر تشکیل شده و رشد می کنند. تعداد پیازهای تولید شده در یک پیاز مادر، همبستگی منفی با اندازه اش دارد. پیازهای کوچک، به سختی پیازهای جدید تولید می کنند. در مقابل بنا به عقیده کلی، در طی تابستان که پیازها در استراحت هستند پیازهای جدید فعال شده و رشد گل در این زمان اتفاق می افتد (شکل ۲-۱).

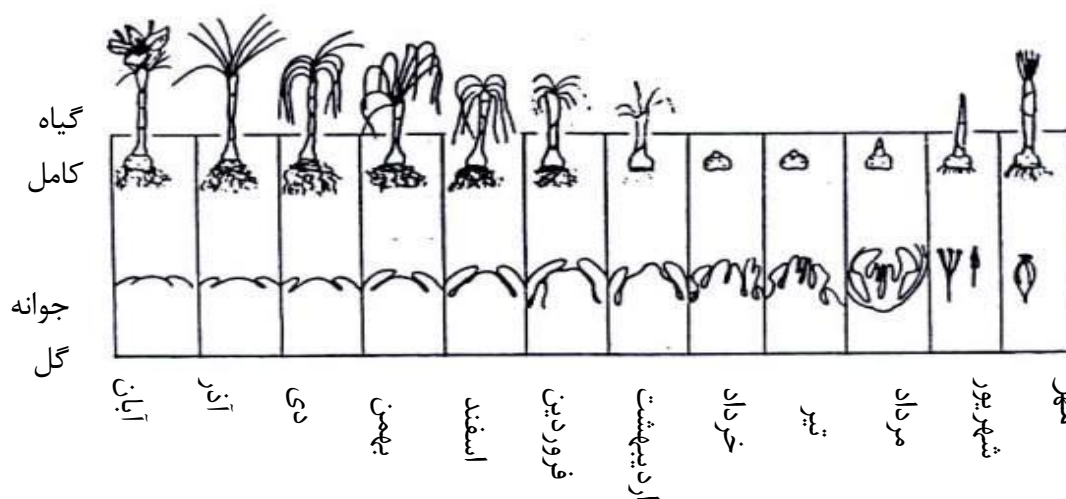
۲-۳-۱- تغییرات فیزیولوژیکی در زمان رشد پیاز

در زعفران بر اساس دوره سالانه، ۷ ماه از آخر اکتبر تا آخر آوریل دوره رشد برگ و توسعه پیاز است. ۲ ماه از آخر آوریل تا آخر ژوئن و اول ژوئیه دوره رکود است و ۳ ماه برای آغاز گلدهی و رشد آن است. پیازها به عنوان منبع مواد غذایی برای گلها و تشکیل پیاز جدید عمل می کند. تغییرات فیزیولوژیکی در طی دوره رشد بوسیله میلیو و عزیزبکو، بررسی شده است. آنها اظهار داشته اند که بعد از زمان گلدهی، مریستم پیازهای دختر، در بخش بالایی پیاز مادر، فعال می شود. بعد از آن در طی پاییز و زمستان، آنها به آهستگی تکثیر شده و در آخر زمستان آنها سریع رشد می کنند. بعد از رشد رویشی، زمانی که برگها پژمرده و خشک می شود، پیازهای مادر به طور کامل نابود می شود و از آنها هیچ چیز به استثناء لایه بیرونی باقی نمی ماند. در این مرحله پیازها از مرحله رویشی به مرحله زایشی منتقل می شوند. در طی دوره تابستان رشد گلها شروع شده و توسعه می یابند (کافی، ۱۳۸۱: ۴۷-۴۳).



شکل (۱-۲): مراحل فنولوژیک رشد پیاز

تمام پیازهای تولید شده برای کاشت مناسب نیستند زیرا پیازهای کوچک در سال اول گل تولید نمی کنند. پیازهای با وزن بیش از ۵ گرم قادرند در سال اول گلدهی داشته باشند. در آزمایش دیگری نشان داده شد که پیازهای کمتر از ۸ گرم مناسب نیستند. همچنین با توجه با این که پیاز زعفران دارای غده (Corm)، می باشد و هر ساله نیز رشد زایشی دارد، زمین مورد نظر باید ترجیحا دارای خاک لومی، لیمونی، رسی و شنی باشد تا امکان تکثیر آنها به راحتی وجود داشته باشد. بنابراین در زمین های با قابلیت نگهداری پایین آب، به دلیل رشد طولی پیاز جهت دسترسی به رطوبت مورد نیاز غده ها شروع به رشد طولی نموده و پیاز از حالت گرد و شلغمی به صورت کشیده و هویج مانند تغییر شکل می دهد که در این صورت از گلدهی بسیار کمی برخوردار خواهند بود (دستورالعمل فنی پرورش زعفران، ۱۳۸۶).



شکل (۲-۲): مراحل فیزیولوژیکی رشد زعفران

۲-۴- درجه حرارت روزهای رشد گیاه