

تأثیر یخبندانهای زودرس پاییزه و دیررس بهاره بر کشت غلات در شهرستان کرج*

حسین محمدی

استاد اقلیم شناسی گروه آموزشی جغرافیای طبیعی دانشگاه تهران
Hmhammadi@yahoo.com

مجید گزلخو

دانش آموخته کارشناس ارشد رشته جغرافیای طبیعی، گرایش اقلیم شناسی در برنامه ریزی محیطی دانشگاه آزاد اسلامی
واحد علوم و تحقیقات
MGozaalkhoo@yahoo.com

چکیده:

از آنجا که وقوع یخبندانها سبب خسارات زیادی به محصولات کشاورزی و باغات در شهرستان کرج گردیده است بنابراین توجه مسئولین امر شهرستان به شناخت شرایط وقوع یخبندانها، می تواند از وارد شدن خسارت شدید به کشاورزان جلوگیری به عمل آورد. در این تحقیق از آمار ۲۵ ساله درجه حرارت حداقل ایستگاه سینوپتیک هواشناسی کرج استفاده شد. به جهت تعیین تاریخ اولین یخبندان زودرس پاییزه و آخرین یخبندان دیررس بهاره از آستانه صفر به دلیل عام بودن مورد استفاده قرار گرفت. ابتدا تاریخ اولین یخبندان پاییزه با دوام دو تا سه روزه و آخرین یخبندان بهاره در هر سال زراعی تعیین شد؛ سپس نسبت به بررسی این مقادیر از نظر احتمالهای وقوع و تابعهای توزیع آماری مختلف بطور مجزا برای شروع یخبندان زودرس پاییزه و آخرین یخبندان دیررس بهاره اقدام شد. براساس بررسی انجام شده از بین ۶ تابع احتمال، توزیع لوگ پیرسون نوع سه بر روی دادههای پاییز و توزیع دوپارامتری گاما روی دادههای بهار با کمترین میانگین مربع انحراف نسبی دارای بهترین برازش بودند. مطابق نتایج این پژوهش احتمال وقوع اولین یخبندان زودرس پاییزه بعد از ۱۶ آذر و با همین احتمال قبل از ۲۹ آبان، ۲۰ درصد می باشد. همچنین احتمال وقوع آخرین یخبندان دیررس بهاره بعد از ۲۲ فروردین و با همین احتمال قبل از ۲۶ اسفند، ۲۰ درصد می باشد. بر اساس نتایج بدست آمده در این تحقیق بهترین زمان کاشت گندم - بر اساس نیاز حرارتی گندم پاییزه برای شروع مرحله پنجه زدن (۳۷۰ درجه - روز) در شهرستان کرج بین ۲۸ مهر تا ۵ آبان می باشد. بر اساس اطلاعات و شواهد بدست آمده در این پژوهش یخبندان دیررس بهاره (چنانچه گیاه در مراحل خوشه دهی یا گل دهی باشد) بر عملکرد محصول گندم تأثیر به سزایی دارد ولی یخبندان زودرس پاییزه با وجود ایجاد تأخیر در رشد گیاه، تأثیر چندانی بر عملکرد گیاه نداشته و آسیب گیاه در این فصل بیشتر حساس به تاریخ کشت و شدت یخبندان و همزمانی مرحله جوانه با این سرما می باشد.

واژه های کلیدی: یخبندان زودرس، یخبندان دیررس، اقلیم، مراحل رشد، خسارت یخبندان

* این مقاله به راهنمایی دکتر حسین محمدی از رساله کارشناسی ارشد استخراج گردیده است.

مقدمه

آب و هوا یکی از عوامل اصلی محیطی است که تمامی مظاهر حیات را تحت تأثیر خود قرار می‌دهد. کاشت واقع بینانه محصولات کشاورزی به درک صحیح از شرایط آب و هوایی بستگی دارد.

کشاورزی از جمله فعالیتهای مخاطره آمیزی می‌باشد که نوسان‌های آب و هوایی بیشترین اثر را روی آن می‌گذارد. از جمله این نوسان‌ها می‌توان به یخبندان زودرس پاییزه و دیررس بهاره اشاره نمود که عدم آگاهی از تاریخهای شروع و خاتمه یخبندان توسط کشاورزان منجر به وارد آمدن خسارات قابل توجهی بر محصولات کشاورزی می‌شود.

آسیب‌های ناشی از پدیده یخبندان، امکان تولید بسیاری از محصولات کشاورزی و باغی را در مناطق آسیب پذیر کشور کاهش می‌دهد. سرمازدگی به دلیل خسارت قابل ملاحظه‌ای که به تولیدات کشاورزی وارد می‌آورد، در چار چوب "بلاای طبیعی" طبقه بندی می‌شود (صدقی، ۱۳۷۸).

خطرات ناشی از وقوع یخبندان بیشتر در فصول پاییز و اوایل بهار می‌تواند برای محصولات کشاورزی زیانبار باشد، زیرا محصولات کشاورزی پاییزه و بهاره در این فصول در مراحل اولیه رشد خود هستند و حساسیت آنها نسبت به سرما و یخبندان بیشتر است.

فیزیولوژی گیاهان به گونه‌ای طرح ریزی گردیده که با شروع فصل سرما، کم‌کم به خواب رفته و آمادگی لازم برای تحمل سرماهای سخت زمستان را به تناسب نوع و گونه خود پیدا می‌کنند. در این میان سرمای ناگهانی خارج از روند طبیعی کاهش دما که در فصل پاییز و سرماهای ناگهانی بعد از گرم شدن نسبی هوا در فصل بهار رخ می‌دهد، بیشترین ضربه را به اکثر گیاهان بویژه گیاهان یک ساله و محصولات باغی وارد می‌آورد، زیرا گیاهان هنوز به خواب نرفته یا به تازگی از خواب زمستانی بیدار شده‌اند و با سرمای بیش از حد تحمل، مواجه می‌گردند. در بهار به موازات افزایش دما، رشد مجدد آغاز می‌شود و حساسیت گیاه به دماهای پائین افزایش می‌یابد. در این موقع بوته ممکن است حتی از دمای بین صفر تا ۳ درجه سلیسیوس در صورتی که برای مدت طولانی دوام داشته باشند، صدمه ببینند (راهنمای نیازها و محدودیت‌های هواشناسی کشاورزی ۱۵ محصول اصلی ایران، برنامه مطالعات فنولوژی و بیومتری، ۱۳۵۴).

برای جلوگیری از غافلگیر شدن و وارد آمدن خسارت باید ارقام مناسب برای هر منطقه انتخاب شده و در زمان مناسب کشت گردد. بدین منظور یکی از راهها، تعیین تاریخ یخبندانهای زودرس پاییزه و دیررس بهاره از جمله اقدامات لازم جهت کشت گیاهان مختلف در هر منطقه می‌باشد.

بیان مسئله تحقیق

به طور کلی یخبندان به شرایطی اطلاق می‌شود که در آن دمای هوا در ارتفاع ۱/۲ متری از سطح زمین، به صفر یا به زیر صفر درجه سلیسیوس برسد، اما از دیدگاه هواشناسی کشاورزی یخبندان به محض وقوع دماهای پایین در حدی که منجر به خسارت به بافتهای گیاهی می‌شود اطلاق می‌گردد که این نوع یخبندان با توجه به دمای بحرانی برای هر نوع محصول متفاوت می‌باشد.

مطالعه آماری نحوه وقوع پدیده‌های جوی زیان بخش یا سودمند و محاسبه احتمال آنها در هر محل امکان استفاده از شرایط مساعد جوی و احتراز از خسارت پدیده‌های زیان بخش را فراهم می‌سازد که در مجموع در طول سالهای متمادی، منافع اقتصادی زیادی را می‌تواند تضمین کند (فرجی، ۱۳۷۸).

از آنجا که در بیشتر سال‌ها چه در اوایل پاییز و یا اوایل بهار یخبندانها آسیب جدی را به محصولات زراعی وارد می‌نمایند، از اینرو شناخت زمان وقوع این یخبندانها لازم است تا از محصولات زراعی و باغی بویژه غلات محافظت گردد زیرا منطقه کرج از نظر کشاورزی بویژه کشت غلات مهم می‌باشد، بررسی و شناخت دقیق این یخبندانها در برنامه ریزی‌های محیطی به دلیل آسیب کمتر کشاورزان لازم و ضروری می‌باشد.

اهداف تحقیق

هدف از این تحقیق بررسی پدیده یخبندان با استفاده از دماهای حداقل روزانه و تعیین تاریخ‌های رخداد اولین یخبندان زودرس پاییزه و آخرین یخبندان دیررس بهاره، تعیین توزیع آماری مناسب برای تاریخ‌های آغاز و خاتمه یخبندان، تعیین بهترین تاریخ کشت برای غلات (گندم و جو) در کرج با توجه به شرایط دمایی است.

پرسش تحقیق

در راستای بیان مسئله و اهمیت موضوع پرسش اصلی این تحقیق بصورت زیر مطرح می‌گردد:

آیا یخبندانهای ناگهانی در فصل‌های پاییز و بهار بر گیاهان زراعی (غلات) منطقه آسیب جدی وارد می‌نمایند؟

پیشینه تحقیق

مطالعات مختلف و متعددی سرما و یخبندان از دیدگاههای مختلف تاکنون صورت گرفته است. این مطالعات در رابطه با مقادیر دما، مقادیر حدی دما، زمان وقوع دمای حداقل، نوع سرما، سرماهای پاییزه و بهاره، شدت و دوام سرما انجام شده است. در این تحقیق از پیشینه فارسی و بین‌المللی زیر استفاده گردیده است. مقدسی در سال ۱۳۶۱ (نقل از رحیمی، ۱۳۷۸)، (علیزاده و کمالی، ۱۳۷۳)، (رحیمی، ۱۳۷۸)، کمالی در سال ۱۳۸۰ (نقل از خیرخواه، ۱۳۸۵)، (کمالی و همکاران، ۱۳۸۱)، (ناصرزاده، ۱۳۸۲)، (صحرائیان و کمالی، ۱۳۸۴)، (اقتداری، ۱۳۸۶) با استفاده از آمار و اطلاعات طولانی مدت مناطق مختلف ایران تاریخ وقوع یخبندانهای زودرس پاییزه و دیررس بهاره با دوره بازگشت معلوم و توزیع احتمال مطلوب را تعیین کردند. از جمله مقدسی توزیع گامبل، رحیمی لوگ نرمال و کمالی توزیع نرمال را برای داده‌های خود مناسب تشخیص دادند. در همین راستا مجرد قره باغ در سال ۱۳۷۶، به تحلیل و پیش بینی یخبندان در آذربایجان پرداخت. نتایج این تحقیق تئوری تقاطع ویژگی‌های یخبندان را بر مبنای آستانه‌های بحرانی و محدودیتهای دمایی فعالیت‌های زیستی، به صورت مطلوب توجیه کرد. در تحقیق مجرد قره باغ سری‌های زمانی شاخصهای یخبندان از توزیع پیرسون نوع ۳ تبعیت می‌کنند. همچنین قطره سامانی و طالبی به ترتیب در سالهای ۱۳۸۳، ۱۳۸۴ به تحلیل سینوپتیکی سرماهای زودرس پاییزه و دیررس بهاره به ترتیب در استانهای چهارمحال بختیاری و یزد پرداخته‌اند و وضعیت پارامترهای جوی و نقشه‌های سینوپتیکی سطح زمین و ۵۰۰

هکتوپاسکال مقارن با وقوع یخبندانهای منطقه را استخراج کرده و الگوهای مسبب سرمای زودرس پاییزه و دیررس بهاره را شناسایی نمودند.

(قبادی دارابخانی، ۱۳۸۰)، (رسولی و همکاران، ۱۳۸۳)، (کمالی و همکاران، ۱۳۸۵)، (خیرخواه، ۱۳۸۵)، به بررسی و پیش بینی تاریخهای آغاز و خاتمه یخبندان و اثرات آن بر روی مراحل رشد گیاهان زراعی و باغی مختلف را مورد بررسی قرار دادند.

مطالعاتی نیز در خارج از کشور صورت پذیرفته است. یکی از مهمترین نوشتههای علمی در این زمینه توسط ریگناگل^۱ در مورد یخبندانهای دیررس بهاره و روشهای جلوگیری از صدمه آنها می باشد که حدود ۱۵۰ سال پیش به رشته تحریر در آمده است. این مقاله نشان می دهد که ۱۲۰ تا ۱۸۰ سال قبل شرایط فیزیکی و هواشناختی مؤثر در یخبندانهای دیررس بهاره (تابش آزاد انرژی به همراه آسمان صاف بادهای آرام) کاملاً شناخته شده بود. حتی توصیه-هایی مبنی بر پوشانیدن و تولید دود انجام شد. برای اولین بار یک سرویس پیش آگاهی یخبندان بعد از تاسیس سرویس پیش آگاهی طوفان در این زمینه پیشنهاد و سازماندهی شد (سازمان هواشناسی جهانی ۱۹۶۳).

(تام و شاو^۲، ۱۹۵۸)، نشان دادند که تاریخ وقوع یخبندانها از توزیع تصادفی نرمال تبعیت می کنند. علاوه بر این نشان دادند که تاریخ آخرین سرمای بهاره و اولین سرمای پاییزه مستقل از یکدیگرند. بنابراین تخمین طول دوره رشد برای هر احتمال مشخص امکان پذیر است (سازمان هواشناسی جهانی ۱۹۸۱).

(روزنبرگ و مایر^۳، ۱۹۶۲)، سرمازدگی را به دو نوع تابشی و همرفتی تقسیم کردند و مطالعات گستردهای را برای نقاط مختلف انجام دادند. آنها نوع یخبندان در برنامه ریزیهای کشاورزی را با اهمیت تر از کاربرد میانگین تاریخ وقوع دمای خاص به صورت نهایی دانسته اند.

(وستال^۴، ۱۹۷۱)، (وایلن^۵، ۱۹۸۸) و (وگا^۶، ۱۹۹۴)، برانزنگی تاریخهای وقوع یخبندانهای زودرس پاییزه و دیررس بهاره با توزیع های مختلف را مورد مطالعه قرار دادند.

(میچالسکا^۷، ۱۹۸۶)، با مطالعه احتمال زمانی وقوع یخبندانهای دیررس بهاره در هلند، تاریخ کاشت مناسب ذرت در بهار را مورد بررسی قرار داد. (شاولی و همکارانش^۸، ۱۹۹۲) بر روی گل درختان هلو، شوارتر و (همکاران^۹، ۲۰۰۰) در مورد تاریخ شکوفه دهی درختان میوه، (شریلین فیلیپس و همکاران^{۱۰}، ۲۰۰۰) درباره آستانه تحمل گیاهانی چون کتان، غلات، کلزا و خردل نسبت به خسارت یخبندان زودرس پاییزه در آزمایشگاه، (فرانکو زنون^{۱۱}، ۲۰۰۱) در مورد ریسک سرمازدگی در مورد محصولات سیب زمینی، گوجه فرنگی، پیاز، چغندر قند، گندم، کیوی، انگور، زردآلو، هلو، سیب و گلابی تحقیقات گسترده ای انجام دادند.

1 - Reeknagol

2 - THOM & sHOW

3 - Rozenberg & Mayer

4 - Vestal

5 - Waylen

6 - Vega

7 - Michalska

8 - Shaoli et al

9 - Schwartz et al

10 - Sherrilyn phelips et al

11 - Franco Zenonni

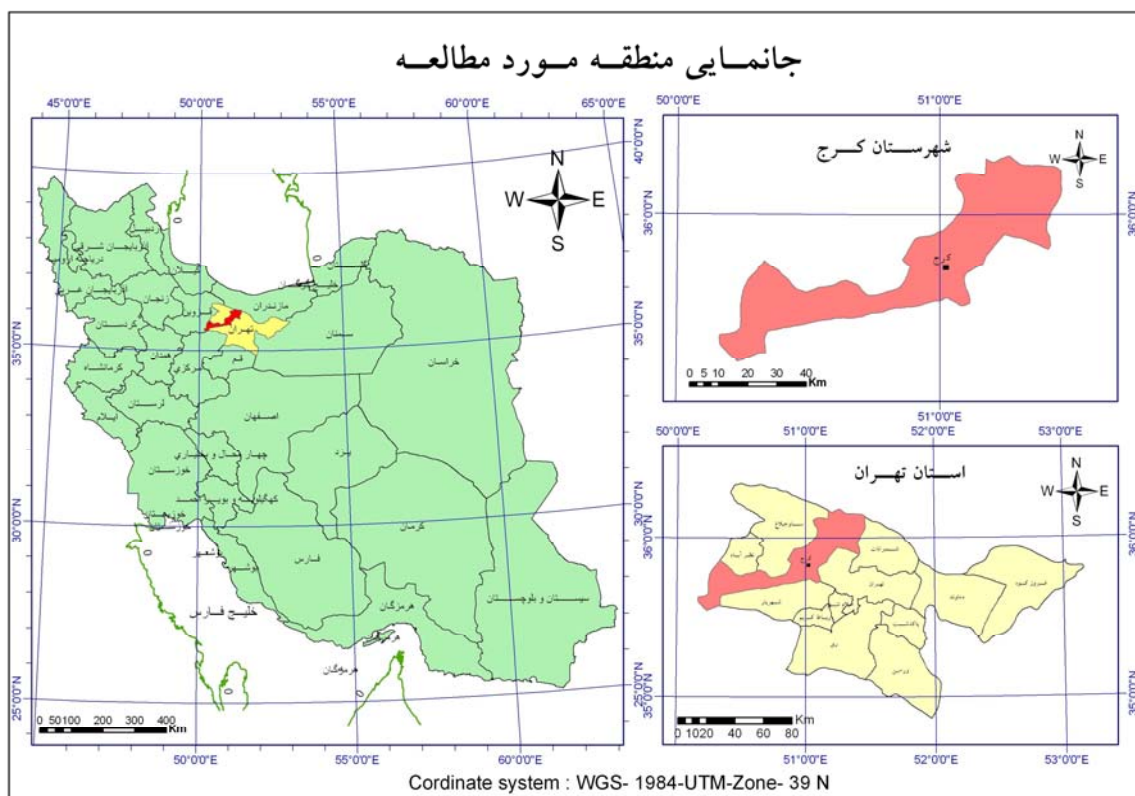
مواد، روشها و یافته‌های تحقیق

شهرستان کرج به مرکزیت کرج بزرگ، با وسعت حدود ۲۴۵۷ کیلومتر مربع، دومین شهرستان استان تهران محسوب می‌گردد. این شهرستان از نظر موقعیت جغرافیایی از شمال به استان مازندران، از خاور به شهرستان‌های شمیرانات و تهران، از جنوب به شهرستان‌های زرنديه و شهریار، از جنوب غربی به شهرستان بوئین زهرا و از غرب به شهرستان ساوجبلاغ (هشتگرد) و شهرستان نظرآباد محدود است. شهرستان کرج در بین طول جغرافیایی ۱۱° ۵۰' تا ۲۹° ۵۱' و عرض جغرافیایی ۳۱° ۳۵' تا ۱۲° ۳۶' قرار دارد (شکل شماره ۱).

در این تحقیق، برای تعیین تاریخ وقوع اولین یخبندان زودرس پاییزه و آخرین یخبندان دیررس بهاره شهرستان کرج، از آمار ۲۵ ساله حداقل دمای ایستگاه سینوپتیک هواشناسی کرج بین سالهای ۱۳۶۴-۱۳۸۸ استفاده شد. بطور معمول در بخش خدمات ماشینی سازمان هواشناسی کشور بر روی داده‌های دما کنترل کیفی صورت گرفته و بنابراین داده‌های دمائی بدون خلاء آماری بوده و کلیه آزمون‌های همگنی، استقلال و کفایت بر روی آن انجام گرفته است.

برای تعیین تاریخ اولین یخبندان زودرس پاییزه و آخرین یخبندان دیررس بهاره نیاز به تعریف آستانه دمایی مورد نظر است که در این تحقیق آستانه صفر به جهت عام بودن (تغییر فاز مایع به جامد و افزایش حجم آب و احتمال پارگی بافتهای گیاهی) مورد استفاده قرار گرفت. البته آستانه‌های دیگری هم برای مراحل حساس گلدھی و پرشدن دانه در غلات (گندم و جو) خطرناک می‌باشند که طبق آمار به جهت قرار نگرفتن مراحل فنولوژی یاد شده در زمان آخرین یخبندان در شهرستان کرج، موردی جهت بررسی آستانه‌های دیگر وجود نداشت.

شکل شماره ۱: نقشه جانمایی منطقه مورد مطالعه در گستره ایران و استان تهران



توابع احتمال و آزمونهای آماری

چون در این تحقیق تاریخ شروع اولین یخبندانهای زودرس پاییزه و آخرین یخبندانهای دیررس بهاره مورد بررسی قرار می‌گیرد از اینرو ماهیتاً از هر سری یک عدد به هر سال اختصاص می‌یابد. به عبارت دیگر از روش سریهای سالانه استفاده نموده‌ایم.

در بررسی احتمالاتی پدیده‌های هواشناسی معمولاً از توابع توزیع آماری نرمال، لوگ نرمال دو پارامتری، لوگ نرمال سه پارامتری، گامای دو پارامتری، پیرسون نوع سه، لوگ پیرسون نوع سه و گامبل استفاده می‌گردد.

در این تحقیق برای تعیین احتمال وقوع اولین یخبندان پاییزه و آخرین یخبندان بهاره از نرم افزار Hyfa به دلیل ارائه جداول تحلیل آماری مناسب، استفاده شده است. این نرم افزار برای تعیین احتمال وقوع پدیده‌های مختلف هیدرولوژیکی، با برازش نمودن هفت تابع توزیع بطور جداگانه (نرمال، لوگ نرمال دو پارامتری، لوگ نرمال سه پارامتری، گامای دو پارامتری، پیرسون نوع سه، لوگ پیرسون نوع سه و گامبل) بر روی داده‌های آماری مورد استفاده قرار می‌گیرد. روش برازش کردن بدین صورت است که ابتدا بر روی داده‌های موجود مقادیر احتمال تجربی را به ۶ روش از جمله ویبول و توکی محاسبه کرده و نقطه گذاری با هفت تابع توزیع انجام می‌گردد. این نرم افزار قادر به محاسبه موارد زیر می‌باشد:

۱- ارزیابی برازش توزیع آماری به داده‌ها به وسیله هر دو روش گشتاورها و حداکثر درستنمایی صورت می‌گیرد.

۲- مقادیر مختلف احتمال را برآورد کرده، خطای استاندارد تخمین و حدود اطمینان را با توجه به مجموع‌های از دوره‌های بازگشت انتخاب شده محاسبه می‌نماید.

۳- آزمون نیکویی برازش را با توجه به روش Chi- S Quare و روش انحراف^۱ که یکی از زیر مجموع‌های روش حداقل مربعات^۲ می‌باشد، انجام می‌دهد.

پس از برازش بهترین تابع توزیع بر اساس کمترین میانگین مربعات انحراف نسبی تعیین می‌گردد. سپس در جدول دیگری (مربوط به بهترین تابع) مقادیر احتمال وقوع یا عدم وقوع پدیده مورد نظر با احتمالهای مختلف و با دوره بازگشت متفاوت بدست می‌آید. در قسمتی از این جدول با استفاده از خطای استاندارد^۳ محاسبه شده و تابع $T_{Student}$ و درجه آزادی مقادیر $(n-1)$ و سطح معنی داری که حین اجرای برنامه وارد می‌کنیم محدوده معنی داری مقادیر محاسبه و ارائه گردیده است.

تعیین احتمالهای مختلف وقوع اولین یخبندان زودرس پاییزه

با آغاز فصل سرما، دمای هوا به تدریج کاهش پیدا می‌کند، تا جایی که دمای هوا در طی شبانه روز کمتر از صفر درجه سلیسیوس می‌شود. اولین تاریخی که حداقل دمای هوا با دوام دو تا سه روز متوالی به زیر صفر درجه نزول می‌کند را تاریخ اولین یخبندان پاییزه به حساب آورده می‌شود. این تاریخ از سالی به سال دیگر تغییر می‌کند و تعیین

1 - Deviation Method

2 - Least Square

3 - STANDARD ERROR

آن بطور مطلق تقریباً ممکن نیست، اما با استفاده از علم آمار و احتمالات و با توجه به آمار بلندمدت می‌توان با احتمال‌های مختلف تاریخ شروع یخبندان‌های زودرس پاییزه را تعیین کرد. بدین منظور با توجه به تعیین آستانه صفر و با بررسی داده‌های روزانه برای هر سال زراعی، تاریخ عبور حداقل دما به زیر آستانه صفر در پاییز با دوام دو تا سه روزه طی سالهای ۱۳۶۴ تا ۱۳۸۸ تعیین گردید. خلاصه پارامترهای آماری تاریخ اولین یخبندان‌های زودرس پاییزه در جدول شماره ۱ ارائه شده است.

جدول شماره ۱: خلاصه پارامترهای آماری تاریخ اولین یخبندان‌های زودرس پاییزه

پارامترهای آماری	روز از اول مهر تا اولین یخبندان زودرس پاییزه
میانگین	۶۸ (۸ آذر)
بیشینه	۸۸ (۲۸ آذر)
کمینه	۵۲ (۲۲ آبان)
انحراف معیار	روز ۱۰/۳

بدین صورت تاریخ وقوع یخبندان‌ها نسبت به اول مهر در سالهای مختلف و تبدیل آن به ارقام قابل استفاده در نرم افزار (Hyfa) احتمال تجربی وقوع زمان یخبندان‌ها دو مرتبه یک بار به صورت افزایشی^۱ و یک بار به صورت کاهش^۲ به شیوه ویبول و توکی محاسبه، و شش تابع توزیع روی آمار موجود آزمون شدند. در حالت افزایشی مقادیر احتمال وقوع بعد از تاریخ معین و در حالت کاهش^۳ مقادیر احتمال وقوع قبل از تاریخ معین بدست آمد. جدول شماره ۲ مقادیر تخمینی از هر تابع توزیع را برای احتمال‌های مختلف بعد از تاریخ معین و جدول شماره ۳ مقادیر تخمینی از هر تابع توزیع را برای احتمال‌های مختلف قبل از تاریخ معین نشان می‌دهد. بر اساس نتایج حاصله تابع لوگ پیرسون تیپ سه با کمترین میانگین مربع انحراف نسبی^۳ دارای بهترین برازش به داده‌های موجود بودند. مطابق این جدول مقادیر بدست آمده از توابع مختلف محدوده شروع یخبندان‌های زودرس پاییزه با احتمال‌های مختلف را بطور متوسط بین ۱۴ آبان تا ۱۴ دی نشان می‌دهند. همچنین احتمال وقوع اولین یخبندان زودرس پاییزه بطور متوسط قبل (یا بعد) از ۷ آذر، ۵۰ درصد می‌باشد. هر چند تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین نتایج حاصل از شش تابع توزیع یاد شده مشاهده نمی‌گردد، اما جهت بررسی بیشتر مقادیر محاسباتی، بهترین تابع توزیع همراه با محدوده تاریخ وقوع با قبول خطا در سطح ۲۰ درصد، بعد از تاریخ معین مربوط به توزیع لوگ پیرسون تیپ سه در جدول شماره ۴ و همچنین قبل از تاریخ معین مربوط به توزیع نرمال در جدول شماره ۵ آورده شده است.

1 - Increasing

2 - Decreasing

3 - Mean Square Relative Deviation

جدول شماره ۲: مقادیر تخمینی زمان وقوع اولین یخبندان زودرس پاییزه بعد از تاریخ معین با احتمال‌های مختلف در شهرستان

کرج (دوره آماری ۱۳۸۸-۱۳۶۴)

تابع توزیع	میانگین مربع انحراف نسبی	احتمال وقوع							
		۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۱	۰/۲	۰/۲۵	۰/۵
دوره بازگشت روش برازش		۱۰۰	۵۰	۲۵	۲۰	۱۰	۵	۴	۲
نرمال	۶/۳۶	دی	آذر	آذر	آذر	آذر	آذر	آذر	آذر
لوگ نرمال دو پارامتری	۵/۷۲	دی	دی	آذر	آذر	آذر	آذر	آذر	آذر
لوگ نرمال سه پارامتری	۵/۵۹	دی	آذر	آذر	آذر	آذر	آذر	آذر	آذر
دو پارامتری گاما	۵/۴۹	دی	دی	آذر	آذر	آذر	آذر	آذر	آذر
لوگ پیرسون تیپ سه	۵/۴۳	دی	دی	آذر	آذر	آذر	آذر	آذر	آذر
حدنهایی گامبل تیپ یک	۶/۸۲	دی	دی	دی	آذر	آذر	آذر	آذر	آذر

جدول شماره ۳: مقادیر تخمینی زمان وقوع اولین یخبندان زودرس پاییزه قبل از تاریخ معین با احتمال‌های مختلف در شهرستان

کرج (دوره آماری ۱۳۸۸-۱۳۶۴)

تابع توزیع	میانگین مربع انحراف نسبی	احتمال وقوع							
		۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۱	۰/۲	۰/۲۵	۰/۵
دوره بازگشت روش برازش		۱۰۰	۵۰	۲۵	۲۰	۱۰	۵	۴	۲
نرمال	۶/۳۶	آبان	آبان	آبان	آبان	آبان	آبان	آبان	آذر
حدنهایی تیپ سه	---	آبان	آبان	آبان	آبان	آبان	آبان	آبان	آذر

جدول شماره ۴: مقادیر تخمینی، خطای استاندارد و محدوده تاریخ وقوع با قبول خطا در سطح ۲۰ درصد تاریخهای یخبندان

زودرس پاییزه شهرستان کرج با احتمال‌های مختلف بعد از تاریخ معین مربوط به توزیع لوگ پیرسون نوع سه

محدوده تاریخ وقوع با قبول خطا در سطح ۲۰٪	خطای استاندارد	تاریخ وقوع تخمینی	دوره بازگشت	احتمال وقوع
۲۶ آذر تا ۱۵ دی	۷/۲۶۳	دی	۱۰۰	۰/۰۱
۲۴ آذر تا ۹ دی	۵/۸۲۱	دی	۵۰	۰/۰۲
۲۲ آذر تا ۳ دی	۴/۵۶۵	آذر	۲۵	۰/۰۴
۲۰ آذر تا ۲ دی	۴/۲۰۷	آذر	۲۰	۰/۰۵
۱۷ آذر تا ۲۶ آذر	۳/۲۶۶	آذر	۱۰	۰/۱
۱۳ آذر تا ۲۰ آذر	۲/۶۲۲	آذر	۵	۰/۲
۱۱ آذر تا ۱۸ آذر	۲/۴۷۷	آذر	۴	۰/۲۵
۴ آذر تا ۱۰ آذر	۲/۱۵۶	آذر	۲	۰/۵

جدول شماره ۵: مقادیر تخمینی، خطای استاندارد و محدوده تاریخ وقوع با قبول خطا در سطح ۲۰ درصد تاریخهای یخبندان

زودرس پاییزه شهرستان کرج با احتمالهای مختلف قبل از تاریخ معین مربوط به توزیع نرمال

محدوده تاریخ وقوع با قبول خطا در سطح ۲۰٪	خطای استاندارد	تاریخ وقوع تخمینی	دوره بازگشت	احتمال وقوع
۹ آبان تا ۱۹ آبان	۳/۹۵	۱۴ آبان	۱۰۰	۰/۰۱
۱۲ آبان تا ۲۲ آبان	۳/۶۲	۱۷ آبان	۵۰	۰/۰۲
۱۶ آبان تا ۲۴ آبان	۳/۲۶	۲۰ آبان	۲۵	۰/۰۴
۱۷ آبان تا ۲۵ آبان	۳/۱۴	۲۱ آبان	۲۰	۰/۰۵
۲۱ آبان تا ۲۸ آبان	۲/۷۷	۲۵ آبان	۱۰	۰/۱
۲۶ آبان تا ۲ آذر	۲/۳۹	۲۹ آبان	۵	۰/۲
۲۸ آبان تا ۴ آذر	۲/۲۷	۱ آذر	۴	۰/۲۵
۵ آذر تا ۱۱ آذر	۲/۰۵	۸ آذر	۲	۰/۵

تعیین احتمالهای مختلف وقوع آخرین یخبندان دیررس بهاره

با آغاز فصل گرما دمای هوا به تدریج افزایش پیدا می‌کند و آخرین تاریخی که کمینه دمای هوا به زیر صفر نزول می‌کند تاریخ آخرین یخبندان بهاره به حساب آورده می‌شود. این تاریخ از سالی به سال دیگر تغییر می‌کند و تعیین آن بطور مطلق تقریباً ممکن نیست، اما با استفاده از آمار و احتمالات و با توجه به آمار بلند مدت می‌توان با احتمال-های مختلف تاریخ آخرین سرمای دیررس بهاره را تعیین کرد. بدین منظور بعد از تعیین تاریخ آخرین کاهش دما به زیر صفر طی سالهای ۱۳۶۴ الی ۱۳۸۸ در جدول شماره ۶ و تبدیل آن به ارقام قابل استفاده در نرم افزار (Hyfa) و محاسبه احتمال تجربی به شیوه ویبول و توکی، و شش تابع توزیع روی آمار موجود آزمون شدند. خلاصه پارامترهای آماری تاریخ آخرین یخبندانهای دیررس بهاره در جدول شماره ۶ ارائه شده است.

جدول شماره ۶: خلاصه پارامترهای آماری تاریخ آخرین یخبندانهای دیررس بهاره

پارامترهای آماری	روز از اول مهر تا آخرین یخبندان دیررس بهاره
میانگین	۱۸۸ (۹ فروردین)
بیشینه	۲۱۹ (۹ اردیبهشت)
کمینه	۱۶۰ (۱۰ اسفند)
انحراف معیار	۱۵/۰ روز

بدین صورت بعد از تعیین تاریخ وقوع آخرین کاهش دما به زیر صفر در سالهای مختلف و تبدیل آن به ارقام قابل استفاده در نرم افزار (Hyfa)، احتمال تجربی وقوع زمان یخبندانها دو مرتبه یک بار به صورت افزایشی و یک بار به صورت کاهش به شیوه ویبول و توکی محاسبه، و شش تابع توزیع روی آمار موجود آزمون شدند. در حالت افزایشی مقادیر احتمال وقوع بعد از تاریخ معین و در حالت کاهش مقادیر احتمال وقوع قبل از تاریخ معین بدست آمد. جدول شماره ۷ مقادیر تخمینی از هر تابع توزیع را برای احتمالهای مختلف بعد از تاریخ معین و جدول شماره ۸ مقادیر تخمینی از هر تابع توزیع را برای احتمالهای مختلف قبل از تاریخ معین نشان می‌دهد. همانطور که

مشاهده می‌شود از میان این توابع به ترتیب، توزیع دوپارامتری گاما با کمترین میانگین مربع انحراف نسبی دارای بهترین برآزش به داده‌های موجود بود. مطابق این جدول مقادیر بدست آمده از توابع مختلف محدوده آخرین سرمای دیررس بهاره با احتمالات مختلف را بطور متوسط بین ۳ اسفند تا ۲۵ اردیبهشت نشان می‌دهند. همچنین احتمال وقوع آخرین سرمای دیررس بهاره بطور متوسط قبل (یا بعد) از ۹ فروردین، ۵۰ درصد می‌باشد. هرچند تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین نتایج حاصل از پنج تابع توزیع یاد شده مشاهده نمی‌گردد، اما جهت بررسی بیشتر مقادیر محاسباتی، بهترین تابع توزیع همراه با محدوده تاریخ وقوع با قبول خطا در سطح ۲۰ درصد، بعد از تاریخ معین مربوط به توزیع دو پارامتری گاما در جدول شماره ۹ و همچنین قبل از تاریخ معین مربوط به توزیع نرمال در جدول شماره ۱۰ آورده شده است.

جدول شماره ۷: مقادیر تخمینی زمان وقوع آخرین یخبندان دیررس بهاره بعد از تاریخ معین با احتمال‌های مختلف در شهرستان

کرج (دوره آماری ۱۳۸۸-۱۳۶۴)

۰/۵	۰/۲۵	۰/۲	۰/۱	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۱	احتمال وقوع	میانگین مربع انحراف نسبی	تابع توزیع
۲	۴	۵	۱۰	۲۰	۲۵	۵۰	۱۰۰	دوره بازگشت روش برآزش		
۹ فروردین	۱۹ فروردین	۲۲ فروردین	۲۸ فروردین	۳ اردیبهشت	۴ اردیبهشت	۹ اردیبهشت	۱۳ اردیبهشت	گشتاورها	۱/۳۴	نرمال
۹ فروردین	۱۹ فروردین	۲۲ فروردین	۲۹ فروردین	۴ اردیبهشت	۶ اردیبهشت	۱۱ اردیبهشت	۱۶ اردیبهشت	گشتاورها	۱/۳۵	لوگ نرمال دو پارامتری
۹ فروردین	۱۹ فروردین	۲۲ فروردین	۲۹ فروردین	۴ اردیبهشت	۵ اردیبهشت	۱۰ اردیبهشت	۱۵ اردیبهشت	گشتاورها	۱/۳۳	لوگ نرمال سه پارامتری
۹ فروردین	۱۹ فروردین	۲۲ فروردین	۲۹ فروردین	۳ اردیبهشت	۵ اردیبهشت	۱۰ اردیبهشت	۱۵ اردیبهشت	گشتاورها	۱/۳۲	دو پارامتری گاما
۹ فروردین	۱۹ فروردین	۲۲ فروردین	۲۹ فروردین	۴ اردیبهشت	۶ اردیبهشت	۱۱ اردیبهشت	۱۶ اردیبهشت	گشتاور غیر مستقیم	۱/۳۴	لوگ پیرسون تیپ سه
۷ روردین	۱۷ فروردین	۲۰ فروردین	۲۹ فروردین	۶ اردیبهشت	۹ اردیبهشت	۱۷ اردیبهشت	۲۵ اردیبهشت	گشتاورها	۳/۱۶	حدنهایی- گامبل تیپ یک

جدول شماره ۸: مقادیر تخمینی زمان وقوع آخرین یخبندان دیررس بهاره قبل از تاریخ معین برای احتمال‌های مختلف در

شهرستان کرج (دوره آماری ۱۳۸۸-۱۳۶۴)

۰/۵	۰/۲۵	۰/۲	۰/۱	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۱	احتمال وقوع	میانگین مربع انحراف نسبی	تابع توزیع
۲	۴	۵	۱۰	۲۰	۲۵	۵۰	۱۰۰	دوره بازگشت روشن برازش		
۹	۲۸	۲۶	۱۹	۱۴	۱۲	۸	۳	گشتاورها	۱/۳۴	نرمال
فروردین	اسفند	اسفند	اسفند	اسفند	اسفند	اسفند	اسفند			
۹	۲۸	۲۵	۱۹	۱۴	۱۳	۱۰	۷	گشتاورها	---	حد نهائی تیپ سه
فروردین	اسفند	اسفند	اسفند	اسفند	اسفند	اسفند	اسفند			

جدول شماره ۹: مقادیر تخمینی، خطای استاندارد و محدوده تاریخ وقوع با قبول خطا در سطح ۲۰ درصد تاریخهای یخبندان

دیررس بهاره شهرستان کرج با احتمال‌های مختلف بعد از تاریخ معین مربوط به توزیع دو پارامتری گاما

احتمال وقوع	دوره بازگشت	تاریخ وقوع تخمینی	خطای استاندارد	محدوده تاریخ وقوع با قبول خطا در سطح ۲۰٪
۰/۰۱	۱۰۰	۱۵ اردیبهشت	۶/۴۷۹	۶ اردیبهشت تا ۲۳ اردیبهشت
۰/۰۲	۵۰	۱۰ اردیبهشت	۵/۸۵۴	۳ اردیبهشت تا ۱۸ اردیبهشت
۰/۰۴	۲۵	۵ اردیبهشت	۵/۲۰۳	۲۹ فروردین تا ۱۲ اردیبهشت
۰/۰۵	۲۰	۳ اردیبهشت	۴/۹۸۸	۲۸ فروردین تا ۱۰ اردیبهشت
۰/۱	۱۰	۲۹ فروردین	۴/۳۰۸	۲۳ فروردین تا ۳ اردیبهشت
۰/۲	۵	۲۲ فروردین	۳/۶۳۲	۱۷ فروردین تا ۲۶ فروردین
۰/۲۵	۴	۱۹ فروردین	۳/۴۲۸	۱۵ فروردین تا ۲۴ فروردین
۰/۵	۲	۹ فروردین	۲/۹۸۶	۵ فروردین تا ۱۳ فروردین

جدول شماره ۱۰: مقادیر تخمینی، خطای استاندارد و محدوده تاریخ وقوع با قبول خطا در سطح ۲۰ درصد تاریخهای یخبندان

دیررس بهاره شهرستان کرج با احتمال‌های مختلف قبل از تاریخ معین مربوط به توزیع نرمال

احتمال وقوع	دوره بازگشت	تاریخ وقوع تخمینی	خطای استاندارد	محدوده تاریخ وقوع با قبول خطا در سطح ۲۰٪
۰/۰۱	۱۰۰	۳ اسفند	۵/۷۵۸	۲۶ بهمن تا ۱۱ اسفند
۰/۰۲	۵۰	۸ اسفند	۵/۲۷۴	۱ اسفند تا ۱۴ اسفند
۰/۰۴	۲۵	۱۲ اسفند	۴/۷۶۰	۶ اسفند تا ۱۸ اسفند
۰/۰۵	۲۰	۱۴ اسفند	۴/۵۸۸	۸ اسفند تا ۲۰ اسفند
۰/۱	۱۰	۱۹ اسفند	۴/۰۳۶	۱۴ اسفند تا ۲۴ اسفند
۰/۲	۵	۲۶ اسفند	۳/۴۸۰	۲۱ اسفند تا ۱ فروردین
۰/۲۵	۴	۲۸ اسفند	۳/۳۱۳	۲۴ اسفند تا ۴ فروردین
۰/۵	۲	۹ فروردین	۲/۹۹۱	۵ فروردین تا ۱۳ فروردین

مطالعات فنولوژی گندم

با توجه به مطالعات صورت گرفته در رابطه با شرایط مناسب آب و هوایی در مراحل مختلف رشد محصولات گندم و جو، محدودیت‌های اقلیمی در مراحل مختلف رشد این محصولات مورد بررسی قرار گرفته و دما به عنوان عامل محدود کننده مطرح می‌باشد. به منظور بررسی و مطالعه مراحل فنولوژیکی حساس به پدیده‌های جوی از قبیل سرما و یخبندان و همچنین تنش‌های سرمایی و گرمایی در محصولات زراعی شهرستان کرج، از فرم دیده بانی‌های ایستگاه تحقیقات هواشناسی کشاورزی کرج استفاده شده است.

در این پژوهش روند زمانی پیشروی مراحل فنولوژی گندم واریته‌های مهدوی در سال زراعی ۸۱-۸۰، کارون در کویر در سال زراعی ۸۲-۸۱، مهدوی در سال زراعی ۸۳-۸۲، پیشناز در سالهای زراعی ۸۴-۸۳ الی ۸۵-۸۴ و همچنین واریته شیراز در سالهای زراعی ۸۶-۸۵ الی ۸۸-۸۷ در ایستگاه تحقیقات هواشناسی کشاورزی کرج مورد بررسی قرار گرفت.

تعیین تاریخ وقوع مراحل حساس غلات در منطقه مورد مطالعه

در این قسمت ابتدا مراحل حساس غلات (گندم) به تنش‌های حرارتی مشخص گردید. این مراحل برای محصول فوق با توجه به بررسی منابع از جمله اطلاعات فنولوژیکی محصول گندم ثبت شده در اداره تحقیقات هواشناسی کشاورزی کرج، نوع اقلیم منطقه و پرسش از متخصصین مربوطه شامل مراحل جوانه زنی و گل‌دهی تعیین گردید. همچنین حداقل دمای اتفاق افتاده و حداقل دمای خطرناک و تعداد وقوع عبور دما از آستانه مورد اشاره در هر مرحله طی سالهای مورد مطالعه برای گندم با توجه به بررسی منابع تعیین شد، که در جدول شماره ۱۱ ارائه گردیده است.

جدول شماره ۱۱: تاریخ وقوع مراحل حساس غلات طی دوره آماری ۸۸-۱۳۸۰

مرحله	دامنه تاریخ وقوع	دامنه حداقل دمای اتفاق افتاده (°C)	حداقل دمای قابل قبول (°C)	تعداد وقوع عبور دما از آستانه
جوانه زنی	۴ آبان تا ۱۹ آذر	۵/۲- تا ۱۰	۱	۳
خوشه دادن	۲۶ فروردین تا ۲۰ اردیبهشت	۲/۰- تا ۵/۶	۹	۸
گل‌دهی	۹ اردیبهشت تا ۱ خرداد	۷ تا ۱۱/۴	۹	۳

همانطور که مشاهده می‌گردد طی ۸ سال بررسی، حداقل دما ۳ مرتبه در مرحله جوانه زنی، ۸ مرتبه در مرحله خوشه دادن و ۳ مرتبه در مرحله گل‌دهی کمتر از آستانه قابل قبول بوده که می‌تواند باعث کاهش عملکرد گردد. لذا در قسمت نتایج و بحث به این موضوع پرداخته خواهد شد.

نتایج و بحث

در این قسمت به منظور بررسی تأثیر اولین و آخرین یخبندان بر رشد غلات با توجه به نتایج بدست آمده و تطابق مرحله فنولوژی ثبت شده با پدیده یخبندان، نیاز به ارائه آمار عملکرد محصول و خسارتهای ناشی از پدیده

یخبندان می‌باشد، اما قبل از آن به بررسی احتمال نظیر به نظیر وقوع اولین یخبندان زودرس پاییزه و آخرین یخبندان دیررس بهار طی سالهای مورد مطالعه پرداخته می‌شود.

بررسی احتمال نظیر به نظیر وقوع اولین و آخرین یخبندان

از تلفیق جدول شماره ۱ با جدول‌های شماره ۴ و ۵، احتمال نظیر وقوع اولین یخبندان زودرس پاییزه و همچنین از تلفیق جدول شماره ۶ با جدول‌های شماره ۹ و ۱۰، احتمال نظیر وقوع آخرین یخبندان دیررس بهار طی سالهای ۱۳۶۴ تا ۱۳۸۸ محاسبه گردید. بر اساس این تلفیق زودترین تاریخ اولین یخبندان زودرس پاییزه (۲۰ آبان) که در سال آبی ۱۳۷۸-۷۹ اتفاق افتاده دوره برگشتی معادل ۲۵ سال و همچنین دیرترین تاریخ آخرین یخبندان دیررس بهار (۹ اردیبهشت) که در سال آبی ۱۳۸۱-۸۲ به وقوع پیوسته، دوره برگشتی معادل ۵۰ سال را نشان می‌دهد و انتظار می‌رود در این دو سال آبی خساراتی از ناحیه تنش حرارتی به محصولات زراعی وارد شده باشد. لازم به توضیح است در شهرستان کرج وقوع یخبندان زودرس پاییزه قبل از میانگین (۸ آذر) و دیررس بهار بعد از میانگین (۹ فروردین)، احتمال خسارت سرمازدگی در گیاهان را افزایش می‌دهد. در حالی که عکس این حالت یعنی وقوع اولین یخبندان زودرس پاییزه بعد از ۸ آذر و آخرین یخبندان دیررس بهار قبل از ۹ فروردین، احتمال بهبود وضعیت رشد و عملکرد گیاه را به دنبال خواهد داشت.

عملکرد گندم در سطح شهرستان کرج

با توجه به آمار و اطلاعات دریافتی از سازمان جهاد کشاورزی استان تهران، عملکرد محصول گندم شهرستان کرج مشخص گردید.

جدول شماره ۱۲: میزان عملکرد گندم در شهرستان کرج

سال	۷۷-۷۸	۷۸-۷۹	۷۹-۸۰	۸۰-۸۱	۸۱-۸۲	۸۲-۸۳	۸۳-۸۴	۸۴-۸۵	۸۵-۸۶	۸۶-۸۷	۸۷-۸۸	متوسط
عملکرد (kg/ha)	۳۱۰۰	۴۲۰۷	۳۱۷۴	۵۶۴۲	۴۶۰۰	۵۲۱۶	۵۳۵۹	۵۶۱۴	۵۱۰۰	۴۸۰۰	۵۲۰۰	۴۷۲۸

همانگونه که از جدول شماره ۱۲ مشخص است سالهای ۷۷-۷۸ تا ۷۹-۸۰ و ۸۱-۸۲ عملکردی پایین‌تر از میانگین داشته‌اند. طی این بررسی مشخص گردید که دوره بازگشت نظیر وقوع اولین یخبندان زودرس پاییزه در آنها به ترتیب ۴، ۲۰، ۲ و ۴ سال و دوره بازگشت نظیر وقوع آخرین یخبندان دیررس بهار به ترتیب ۴، ۲، ۵ و ۵۰ ساله می‌باشد. از این بررسی به تأثیر یخبندان دیررس بهار در کاهش عملکرد گندم در سال آبی ۱۳۸۱-۸۲ می‌توان پی برد. دوره برگشت ۲۰ ساله مربوط به سال آبی ۱۳۷۸-۷۹ با وجود آنکه پدیده‌ای نادر است اما از آنجا که بعد از میانگین (۸ آذر) اتفاق افتاده، انتظار نمی‌رود از نظر دمایی اثر نامطلوب بر رشد گیاه داشته باشد.

عملکرد گندم در ایستگاه تحقیقات هواشناسی کشاورزی کرج

عملکرد محصول گندم طی سالهای مورد مطالعه در فرم دیدبانیهای ایستگاه تحقیقات هواشناسی کشاورزی کرج به ثبت رسیده است (جدول شماره ۱۳).

جدول شماره ۱۳: عملکرد گندم در ایستگاه تحقیقات هواشناسی کشاورزی کرج طی سالهای ۱۳۸۰-۱۳۸۸

سال زراعی	۸۷-۸۸	۸۶-۸۷	۸۵-۸۶	۸۴-۸۵	۸۳-۸۴	۸۲-۸۳	۸۱-۸۲	۸۰-۸۱
واریته گندم	شیراز	شیراز	شیراز	پیشتاژ	پیشتاژ	مهدوی	کارون در کویر	مهدوی
عملکرد (kg/ha)	۷۶۳۰	۶۳۷۳	۷۸۴۸	۶۶۸۸	۷۷۷۳	۴۳۸۸	۸۷۰۳	۵۸۱۳

مطابق این بررسی سالهای آبی ۸۰-۸۱ و ۸۲-۸۳ محصول گندم در مزرعه تحقیقاتی هواشناسی کشاورزی کرج دچار افت عملکرد شده است. در این دو سال احتمال وقوع نظیر یخبندان زودرس پاییزه به ترتیب ۰/۲۰ و ۰/۲۵ (قبل از میانگین) و احتمال وقوع نظیر یخبندان دیررس بهاره ۰/۱۰ (قبل از میانگین) و ۰/۲۵ (بعد از میانگین) بدست آمده است. لذا تأثیر منفی یخبندان دیررس بهاره در سال آبی ۱۳۸۲-۸۳ مشهود می‌باشد. این درحالی است که احتمال وقوع نظیر یخبندان دیررس بهاره در سال ۸۱-۸۲ که بیشترین عملکرد نشان داده شده، برابر ۰/۰۲ (بعد از میانگین) بوده که تأثیر منفی بر عملکرد محصول نداشته است.

بررسی تاریخ وقوع اولین و آخرین یخبندان بعد از کشت

با توجه به این که ممکن است در یک سال عملیات کشت بعد از اولین یخبندان صورت گرفته باشد در این قسمت به بررسی نظیر به نظیر اولین و آخرین یخبندان بعد از کشت پرداخته می‌شود. با توجه به بررسی‌های انجام گرفته بر روی روند زمانی پیشروی مراحل فنولوژی گندم در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی کرج و همچنین با استفاده از آمار دمای حداقل روزانه طی سالهای ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۸، تاریخ وقوع اولین یخبندان پاییزه و آخرین یخبندان بهاره اتفاق افتاده، مقدار دمای آن تاریخ و مرحله فنولوژی که گیاه در حال گذراندن آن بوده است استخراج و در جدول شماره ۱۴ ارائه گردیده است

جدول شماره ۱۴: حداقل دما و مرحله فنولوژی و تاریخ وقوع اولین و آخرین یخبندان اتفاق افتاده در دوره رشد محصول، طی

سالهای ۱۳۸۰-۱۳۸۸ در ایستگاه تحقیقات هواشناسی کشاورزی کرج

سال زراعی	۱۳۸۷-۸۸	۱۳۸۶-۸۷	۱۳۸۵-۸۶	۱۳۸۴-۸۵	۱۳۸۳-۸۴	۱۳۸۲-۸۳	۱۳۸۱-۸۲	۱۳۸۰-۸۱
واریته گندم	پیشتاژ	پیشتاژ	پیشتاژ	پیشتاژ	پیشتاژ	مهدوی	کارون در کویر	مهدوی
تاریخ وقوع اولین یخبندان بعد از کشت	۸۷/۰۹/۱۷	۸۶/۰۸/۲۲	۸۵/۰۸/۲۶	۸۴/۰۹/۲۳	۸۳/۰۹/۰۹	۸۲/۰۹/۰۲	۸۱/۰۹/۲۳	۸۰/۰۸/۲۸

-۴	-۹	-۰/۴	-۲	-۱	-۱/۶	-۱	-۳	حداقل دمای ثبت شده در اولین یخبندان بعد از کشت
سبز کردن	سبز کردن	سبز کردن	جوانه زدن	سبز کردن	جوانه زدن	سبز کردن	سبز کردن	مرحله فنولوژی در اولین یخبندان
۸۰/۱۲/۲۱	۸۲/۰۲/۹	۸۳/۰۱/۳۰	۸۴/۰۱/۱۷	۸۵/۰۱/۰۴	۸۶/۰۱/۱۱	۸۶/۱۲/۱۵	۸۸/۰۱/۲۵	تاریخ وقوع آخرین یخبندان در دوره رشد
-۰/۴	-۱/۲	-۲	-۱	-۰/۶	-۱/۶	-۲	-۲/۴	حداقل دمای ثبت شده در آخرین یخبندان
ساقه رفتن	رشد طولی ساقه	خوشه دادن	ساقه رفتن	ساقه رفتن	ساقه رفتن	ساقه رفتن	رشد طولی ساقه	مرحله فنولوژی در آخرین یخبندان

با توجه به جدول‌های شماره ۱۳ و ۱۴ می‌توان اینگونه نتیجه گرفت که علت تأثیر یخبندان دیررس بهاره در سال زراعی ۸۲-۸۳ و عدم تأثیر آن در سال زراعی ۸۱-۸۰ همزمانی وقوع یخبندان با مرحله حساس خوشه دادن در سال زراعی ۸۲-۸۳ بوده است.

بحث و نتیجه گیری

با توجه به جدول شماره ۴ و ۵، ۲۰ درصد احتمال دارد اولین یخبندان زودرس پاییزه بعد از ۱۶ آذر (۴ روز \pm) و با همین احتمال قبل از ۲۹ آبان (۳ روز \pm) باشد. از اینرو محدوده یاد شده می‌تواند به عنوان شروع فصل سرما و خواب زمستانی گیاهان در کرج تلقی گردد.

در مورد گیاه گندم پاییزه بهترین حالت زمانی است که گیاه در هنگام شروع فصل سرما پنجه زدن را آغاز کرده باشد. با توجه به نیاز دمای گندم از کاشت تا مرحله پنجه زدن و میانگین دراز مدت می‌توان بهترین تاریخ کشت گندم را از این نظر تعیین کرد. مطابق بررسی کارشناسان، نیاز حرارتی گندم پاییزه برای شروع مرحله پنجه زدن تقریباً ۳۷۰ درجه -روز است. از اینرو با توجه به این موضوع و با استناد به آمار بلند مدت کرج، بهترین زمان کاشت گندم در شهرستان کرج بین ۲۸ مهر (۴ روز \pm) تا ۵ آبان (۳ روز \pm) می‌باشد. با توجه به جدول (۹) و (۱۰)، ۲۰ درصد احتمال دارد آخرین یخبندان دیررس بهاره بعد از ۲۲ فروردین (۵ روز \pm) و با همین احتمال قبل از ۲۶ اسفند (۵ روز \pm) باشد. محدوده یاد شده می‌تواند به عنوان پایان فصل سرما و رویش مجدد گیاهان در کرج تلقی گردد. با نگاهی به جداول شماره ۱۳ و ۱۴ که برای سال آبی (۸۲-۱۳۸۱) با وجود وقوع یخبندان با شدت زیاد (۹- درجه سلیسیوس) در مرحله سبز کردن که باعث تأخیر در مراحل فنولوژیکی گیاه گشته بود، عملکرد بسیار خوب و برای سال آبی ۸۳-۱۳۸۲ با وجود شدت سرمای کمتر در مرحله سبز کردن، به علت وقوع یخبندان دیررس بهاره با درجه متوسط (۲- درجه سلیسیوس) در مرحله خوشه دادن، افت عملکرد نشان می‌دهد.

بر اساس اطلاعات و شواهد بدست آمده در این پژوهش می‌توان این گونه نتیجه گیری کرد که یخبندان دیررس بهاره چنانچه گیاه در مراحل خوشه دهی یا گل دهی باشد بر عملکرد محصول گندم تأثیر به سزایی دارد ولی یخبندان زودرس پاییزه علی‌رغم ایجاد تأخیر در رشد گیاه، تأثیر چندانی بر عملکرد گیاه نداشته و آسیب گیاه در این فصل بیشتر حساس به تاریخ کشت و شدت یخبندان و همزمانی مرحله جوانه با این سرما می‌باشد. لازم به ذکر است

وجود سرما در آخر فصل پاییز از جمله نیازهای گندم در مرحله پنجه‌زنی بوده و در افزایش پنجه که منجر به افزایش تعداد ساقه می‌گردد، نقش بسزایی را ایفا می‌نماید.

منابع

- ۱- آمار و اطلاعات خدمات ماشینی سازمان هواشناسیاز بدو تأسیس ایستگاه.
- ۲- اقتداری، مهرنوش، (۱۳۸۶): بررسی و تعیین نوع یخبندان در استان خراسان رضوی؛ پایان نامه کارشناسی ارشد؛ دانشکده کشاورزی - دانشگاه فردوسی مشهد؛ صفحات ۱۹-۱۳، ۱.
- ۳- خیرخواه، آناهیتا، (۱۳۸۵): بررسی رابطه سرما و یخبندانهای زودرس پاییزه و دیررس بهاره و شدت خسارت وارده به محصولات کشاورزی در تهران؛ پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده هواشناسی کشاورزی - دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات؛ صفحات ۷۵ - ۱۵.
- ۴- راهنمای نیازها و محدودیت های هواشناسی کشاورزی ۱۵ محصول اصلی ایران، (۱۳۵۴): مهندسین مشاور کوانتا با همکاری انستیتوی هواشناسی و آب شناسی رومانی؛ سازمان هواشناسی کشور؛ صفحه ۷۲-۱۳.
- ۵- رحیمی، محمد، (۱۳۷۸): بررسی احتمال زمانی وقوع یخبندانهای دیررس بهاره و زودرس پاییزه در البرز مرکزی؛ پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی کرج - دانشگاه تهران؛ صفحات ۳۳-۲۵.
- ۶- رسولی، سیدجواد؛ رسولی، اعظم‌السادات؛ شهریاری، محمدرضا (۱۳۸۳): مقابله با سرمازدگی در گندم و جو؛ بولتن علمی پژوهشکده اقلیم شناسی، شماره ۴؛ صفحات ۲۶-۲۴.
- ۷- صحرائیان، فاطمه؛ کمالی، غلامعلی، (۱۳۸۴): بررسی آماری وقوع سرما و یخبندانهای بهاره و پاییزه در استان آذربایجان شرقی؛ مجله دانش کشاورزی، جلد ۱۵، شماره ۴؛ صفحات ۲۰۹-۱۹۸.
- ۸- صدقی، ح، (۱۳۷۸): نگرشی بر نحوه انجام مطالعات کاهش ضایعات ناشی از سرمازدگی محصولات کشاورزی؛ مجموعه مقالات کارگاه آموزشی سرما و یخ زدگی محصولات کشاورزی؛ سازمان حفظ نباتات.
- ۹- طالبی، محمد صادق، (۱۳۸۴): تحلیل سینوپتیکی سرماهای زودرس پاییزه و دیررس بهاره در استان یزد؛ رساله دکتری؛ دانشکده علوم انسانی - دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات؛ صفحات ۱ و ۳.
- ۱۰- علیزاده، امین؛ کمالی، غلامعلی؛ موسوی بایگی، محمد؛ ۱۳۷۳؛ تاریخ وقوع اولین یخبندانهای پاییزه و آخرین یخبندانهای بهاره در خراسان؛ مجله نیوار دوره جدید، شماره ۲۴؛ زمستان ۱۳۷۳.
- ۱۱- فرجی، اسماعیل، (۱۳۷۸): هوا و اقلیم شناسی؛ جلد دوم؛ مشهد؛ انتشارات کارنو؛ صفحه ۱۱.
- ۱۲- قبادی دارابخانی، غلامحسین، (۱۳۸۰): بررسی و پیش بینی تاریخهای آغاز و خاتمه یخبندان و اثرات آن بر روی جوانه زنی گندم در غرب ایران؛ پایان نامه کارشناسی ارشد؛ دانشکده ادبیات و علوم انسانی - دانشگاه رازی - کرمانشاه؛ صفحات ۲۶-۲۵ - ۴.
- ۱۳- قطره سامانی، سعید، (۱۳۸۳): تحلیل سینوپتیکی آغاز و خاتمه یخبندان در استان چهارمحال بختیاری؛ پایان نامه کارشناسی ارشد؛ دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران - مرکز تحصیلات تکمیلی میرداماد؛ صفحات ۱۴-۶.

- ۱۴- کمالی، غلامعلی، (۱۳۸۱): سرماهای زیان بخش به کشاورزی ایران در قالب معیارهای احتمالاتی در تهران؛ فصلنامه تحقیقات جغرافیایی شماره پیاپی ۶۴، ۶۳؛ صفحات ۱۶۴-۱۴۹.
- ۱۵- کمالی، غلامعلی؛ رحیمی، محمد؛ محمدیان، نوشین؛ مهدویان، عبدالرضا، (۱۳۸۵): پیش بینی زمان گل دهی بر اساس نیازهای تجمعی سرمای جهت جلوگیری از خسارت یخبندان در منطقه گل‌مکان خراسان؛ گزارش طرح پژوهشی سازمان هواشناسی کشور.
- ۱۶- مجرد قره‌باغ، فیروز، (۱۳۷۶): تحلیل و پیش بینی یخبندان در آذربایجان؛ رساله دکترا، دانشگاه تربیت مدرس.
- ۱۷- ناصرزاده، محمد حسین، (۱۳۸۲): تجزیه و تحلیل یخبندانهای زودرس پاییزه و دیررس بهاره در استان لرستان؛ پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه خوارزمی؛ صفحات ۱ و ۱۶-۱۲.
- 18- Franco , Zenonni, (2001): Impact Of Climate Change On Frost Risc early and Late Frosts.
- 19- Michalska, B, (1986): Suggested terms of Corn sowing in the main yield in Poland dependet on soil temperature and frosts. Agrotechniczna (Poland).106 ; 97 - 102.
- 20- Rozenberg , N.J. and R.E . Myers, (1962): The nature of growing season frost. Mon. Weather Rev . 90:471-479.
- 21- Schwartz, M. D. & Reiter, B, (2000): Changes in North American Spring, Int. Climatol. 20 ; 929 - 932.
- 22- Shaoli, L. & M, Rieger. & M, J. Duemmel, (1992): Flower Orientation Influences Temperature During Frost in Peach, Agricultural and Frost Meteorology, 60 ; 181 - 191.
- 23- Sherrilyn, Phelps, P . Ag., CCA, (2000): Frost Damage To Crops', Crop Development Specialist , SAFRR.
- 24- Vestal, C. K, (1971): First and Last Occurrences Of Low Temperatures during the Cold Season. Monthly Weather Review . 99 ; 650 - 652.
- 25- Vega, A. J; Robbins, K.D; & Grymes, J. M, (1994): Frost / Freeze Analysis in the Southern Climate Region. Southern Regional Climate Center.
- 26- Waylen, P. R, (1988): Statistical Analysis Of Freezing Temperatures in Central and Southern Florida, 8(6) ; 607 - 628.
- 27- World Meteorological Organization, (1963): Protection Agalnst frost damage. No, 133,TP,69.
- 28- World Meteorological Organization, (1981): Agriculture metorogical Practices. WMO – NO . 134.

