مکان‌یابی وقوع چرخه‌های یخ و ذوب و شناسایی مناطق پرمخاطره گیاهان زراعی و باغی

(مطالعه موردی: استان کرمان)

محمد موسوی بایگی

دانشیار هواشناسی، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده کشاورزی، گروه مهندسی آب

بتول اشرف

دانشجوی کارشناسی ارشد هواشناسی کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده کشاورزی، گروه مهندسی آب

samaneh_ashraf@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۸۹/۷/۱۰ **تاریخ پذیرش: ۹۰/۲/۲۶**

چکیده

استان کرمان به دلیل ویژگی های خاص جغرافیایی چون تلاقی شرایط کویری و کوهستانی از تنوع آب و هوایی ویژه ای برخوردار بوده و دارای شرایط مناسبی برای کشت انواع گیاهان زراعی و باغی می‌باشد. با توجه به محدود بودن آستانه تحمل گیاهان نسبت به پارامترهای هواشناسی، هرگونه ناهنجاری در این پارامترها از جمله وقوع تنش چرخه های یخ و ذوب منجر به ایجاد خسارت به تولیدات کشاورزی خواهد شد. در این پژوهش، برای مکان یابی وقوع چرخه‌های یخ و ذوب در استان کرمان، داده‌های دمای کمینه و بیشینه روزانه هشت ایستگاه هواشناسی سینوپتیک در طی ۲۰ سال آماری (۱۳۸۷ -۱۳۶۸) مورد استفاده قرار گرفت. همچنین چهار گستره دمایی مشخص شامل دماهای کمینه کوچک‌تر و مساوی ۲ و دماهای بیشینه بزرگ‌تر و مساوی ۲ (A)، دماهای کمینه کوچک‌تر و مساوی ۳ و دماهای بیشینه بزرگ‌تر و مساوی ۳ (B)، دماهای کمینه کوچک‌تر و مساوی ۴ و دماهای بیشینه بزرگ‌تر و مساوی ۴ (C) و دماهای کمینه کوچک‌تر و مساوی ۵ و دماهای بیشینه بزرگ‌تر و مساوی ۵ (D) که امکان رخداد این پدیده در آن‌ها بیشتر است، در نظر گرفته شد. پس از پردازش داده‌ها توسط یک برنامه کامپیوتری در محیط FORTRAN، میانگین ماهانه، فصلی و سالانه و نیز فراوانی نسبی ماهانه و فصلی تعداد روزهای وقوع این پدیده در هر یک از ایستگاه‌های موجود محاسبه شده و با مقایسه این مقادیر با دما های بحرانی گیاهان زراعی و باغی، مناطق مخاطره آمیز استان، شناسایی شد.. بررسی نمودارهای سالانه نشان داد که به طور کلی ایستگاه انار بیشترین تعداد روزهای چرخه یخ و ذوب در طی سال را دارا است. بررسی فراوانی نسبی فصلی چرخه‌های یخ و ذوب نشان داد که وفور این پدیده در زمستان بیش از سایر فصول است و دو شهرستان بافت و بم بیشترین میزان چرخه یخ و ذوب در این فصل را نشان می دهند. اما علی رغم این موضوع به دلیل پدیده خوسرمایی، غلات سرمادوست و درختان میوه در این فصل نسبت به پاییز و بهار، کم‌تر متحمل خسارت می‌شوند. بررسی نتایج ماهانه نیز نشان داد که کاشت زودهنگام (در فروردین ماه) درختان میوه و گیاهان زراعی چون گندم، جو، ارزن و پنبه در شهرستان های شهر بابک، کرمان، کهنوج و سیرجان مخاطره آمیز می‌باشد، در حالی که در شهرهای بافت و بم و جیرفت احتمالاً خسارتی به این گیاهان وارد نخواهد شد. همچنین با توجه به وفور این پدیده در مناطقی چون شهر بابک، سیرجان و کرمان، بهتر است کشت پاییزه (در آبان و آذر) این گیاهان زراعی با استفاده از ارقام مقاوم صورت گیرد.

واژه‌های کلیدی: استان کرمان، چرخه‌های یخ و ذوب، خوسرمایی، دمای بحرانی، دمای بیشینه، دمای کمینه.

مقدمه

عوامل آب و هوایی و اقلیمی نقش بسیار اساسی در رشد و توسعه گیاهان دارند و از جمله متغیرهای غیر قابل کنترل و اثرگذار بر بخش کشاورزی محسوب می شوند. آستانه تحمل گیاهان در رابطه با هریک از پارامترهای هواشناسی محدود است و هر گونه ناهنجاری در این پارامترها می تواند به صورت مستقیم یا غیرمستقیم بر تولیدات کشاورزی اثرات قابل ملاحظه ای داشته باشد. اکثر جوامع به خصوص جوامع ضعیفی که تنوع اقتصادی ندارند، به شدت وابسته به درآمد حااصله از بخش کشاورزی بوده و بنابراین در مواجهه با این دسته از بلایا بسیار آسیب پذیر هستند. مشکل وقتی حادتر می شود که در نتیجه رشد جمعیت و مشکلات اقتصادی ناشی از آن، کشت و کار در مناطقی صورت می گیرد که فاقد شرایط مناسب بوده و در معرض خطر می باشند (گوها و همکاران، ۲۰۰۴). به طور کلی محصولات زراعی مختلف در دامنه دمایی خاصی قابلیت رشد و نمو دارند و دماهای پایین‌تر از این حد آستانه، منجر به یخزدگی و توقف رشد گیاه می‌شود. مطالعات متعدد نشان داده اند که در اغلب نواحی، مهم‌ترین عامل محدودکننده بقاء گیاه در زمستان، درجه‌حرارت‌های پایین و پدیده یخبندان است. به طور کلی، یخبندان به شرایطی اطلاق می‌شود که در آن، دمای سطح زمین و اشیائی که در ارتباط با آن می‌باشد به کم‌تر از صفر درجه سلسیوس می‌رسد و کریستال‌های نازک یخ بر روی آن‌ها تشکیل می‌شود (علیزاده و موسوی بایگی، ۱۳۷۴). در هواشناسی کشاورزی، یخبندان به وقوع دماهای پایین در حدی که منجر به خسارت به بافت‌های گیاهی شود، اطلاق می‌گردد (امیرقاسمی، ۱۳۸۱؛ توکلی و حسینی، ۱۳۸۵) و این نوع یخبندان با توجه به دماهای بحرانی مختلف برای محصولات زراعی گوناگون، متفاوت است (میرمحمدی میبدی، ۱۳۸۱). در مطالعات پیرس در سال ۲۰۰۱ مشخص شد که یخبندان باعث کاهش تولید و عملکرد گیاهان زراعی می‌شود. با توجه به خسارات فراوان پدیده یخبندان به گیاهان و محصولات زراعی مختلف، محققین در نقاط مختلف دنیا مطالعات متعددی نیز در جهت یافتن راهی برای پیش‌بینی وقوع این پدیده و جلوگیری یا کاهش خسارات آن انجام داده اند. به عنوان مثال سیندر (۲۰۰۰) در تحقیقات خود نشان داد که معمولاً یکی از اصول اولیه در پیش‌بینی یخبندان، یافتن راهی جهت تخمین دمای حداقل است. در ایران نیز مطالعاتی هرچند اندک در این زمینه صورت گرفته است. به عنوان مثال علیزاده و موسوی بایگی (۱۳۷۴)، تاریخ وقوع اولین یخبندان‌های پاییزه و آخرین یخبندان‌های بهاره در استان خراسان رضوی را تعیین کردند. ضیایی و همکاران (۱۳۸۵) با استفاده از آمار هواشناسی در استان فارس، تاریخ وقوع دماهای منجر به یخبندان در بهار و پائیز را برای دوره‌های برگشت مختلف در استان فارس، تخمین زدند. آن‌ها نشان دادند که هر چه عرض جغرافیایی ایستگاه کم‌تر شود اولین یخبندان‌ها دیرتر و آخرین یخبندان‌ها زودتر اتفاق می‌افتد. غضنفری‌مقدم و همکاران (۱۳۸۶) یک مدل ترمودینامیکی را برای پیش بینی دمای کمینه ناشی از تجمع هوای سرد در مناطق کوهستانی طراحی کردند. نجفی‌مود و همکاران (۱۳۸۷) رابطه بین عمق یخبندان و دمای هوا در استان خراسان رضوی را بررسی کرده و یک معادله درجه دوم به ازای هر عمق خاک ارائه نمودند. میان آبادی و همکاران (۱۳۸۸) نیز یخبندان‌های زودهنگام پاییزه و دیرهنگام بهاره و زمستانه را در استان خراسان رضوی پهنه‌بندی کردند و نشان دادند که یخبندان‌های پاییزه و زمستانه بیش‌تر در شمال استان به وقوع می پیوندند. اما علاوه بر آسیب‌های فراوانی که در صورت کاهش دما و وقوع پدیده یخبندان به گیاهان مختلف وارد می‌شود، نوسانات دما خصوصاً در بازه های زمانی کوتاه‌مدت، می‌تواند منجر به خسارات بیش‌تری به بافت های گیاهی شود. مثلاً اگر در یک روز، دما از حد معینی پایین‌تر رود (زیر صفر درجه سانتی‌گراد) در اثر انقباض سلولی، حالت هیپرتونیک، ایجاد شده و آب میان بافتی از پروتوپلاسم خارج می‌شود. با افزایش دما در طی همان روز، حالت یخزدگی از بین می رود و در اثر شیب پتانسیل ایجاد شده، آب مجدداً وارد سلول های گیاه می شود. عدم تحمل کاهش و افزایش مداوم حجم سلول در اثر وقوع این تنش که چرخه یخ و ذوب نام دارد، موجب پارگی غشاء سلول و تخریب بافت‌های گیاه می‌شود (هینچا، ۲۰۰۲). مطالعه انجوم (۲۰۰۳) بر روی سلول‌های سیب‌زمینی نشان داد که در اثر وقوع پدیده یخ و ذوب، غشای پلاسمایی سلول‌ها به تدریج متلاشی می‌شوند و کاهش بیش‌تر دما سرعت وقوع این تنش را تشدید می کند. اینادا و همکاران (۲۰۰۵) در ژاپن، اثر تنش برف اسیدی بر روی برگ گیاهان زمستانه را مورد بررسی قرار

دادند. نتایج آزمایش آن‌ها نشان داد که اسیدی شدن در طی چرخه‌های یخ و ذوب، باعث افزایش خسارت یخزدگی در این گیاهان می‌شود. نتایج آزمایش چاسگن برسز و همکاران (۲۰۰۹) که بر روی بافت‌های سیب انجام شد نیز، نشان داد که در طی چرخه‌های یخ و ذوب، غشای پلاسمایی و دیواره سلولی متلاشی شده و در نتیجه آسیب جدی به بافت سیب وارد شده و کیفیت و بازارپسندی این میوه به شدت کاهش یافت. لو و رامسدن (۲۰۰۰) سه گیاه نشاسته‌ای ذرت، برنج و گندم را در طول چرخه‌های یخ و ذوب مورد بررسی قرار دادند و مشاهده کردند که در اثر وقوع این تنش، خسارت جدی به بافت‌های این گیاهان وارد می‌شود. ازتاس و فایتوربای (۲۰۰۳) اثر چرخه‌های یخ و ذوب را بر روی پایداری دانه‌بندی[1] خاک‌های تشکیل شده از مواد مختلف و گروه‌هایی با اندازه دانه‌بندی متفاوت، مورد بررسی قرار داده و بیان کردند که به طور کلی در اثر این پدیده، ثبات دانه‌های خاک از بین رفته و خاک، سست و ناپایدار می‌شود. بولک و لارنی (۱۹۹۷) بیان کردند که اگر وقوع چرخه‌های یخ و ذوب در خاک با بارندگی پاییزه همزمان باشد، آب حاصل از بارندگی در بین دانه‌های خاک یخ زده و انبساط آن باعث شکسته شدن دانه‌ها و در نتیجه پوکی خاک می‌شود.

با توجه به مطالب گفته شده می توان گفت که هرچند تنش‌های زمستانه به ویژه تنش یخبندان منجر به تحمیل خسارات شدیدی به محصولات کشاورزی می‌شوند اما مطالعات انجام شده در این زمینه در ایران بسیار اندک است. در تحقیقات صورت گرفته نیز بیش‌تر به بررسی مواردی چون زمان وقوع تنش یخبندان و پهنه‌بندی مناطق مستعد این پدیده، پرداخته شده است و در رابطه با چرخه‌های یخ و ذوب که از جمله مهم‌ترین عوامل خسارت به محصولات کشاورزی می باشند، تاکنون مطالعات جدی در کشور صورت نگرفته است. لذا هدف از انجام این تحقیق، شناسایی مکان‌های وقوع چرخه‌های یخ و ذوب در استان پهناور کرمان به عنوان یکی از تولیدکننده های عمده محصولات باغی و زراعی کشور و معرفی به مراجع ذیربط به منظور جلوگیری و یا کاهش خسارات ناشی از آن می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در این پژوهش، استان پهناور کرمان است که با مساحتی در حدود ۱۸۱۷۱۶ کیلومتر مربع در جنوب شرقی ایران و در بین مدارهای ۲۵ درجه و ۵۵ دقیقه تا ۳۲ درجه عرض شمالی و نصف‌النهارهای ۵۳ درجه و ۲۶ دقیقه تا ۵۹ درجه و ۲۹ دقیقه طول شرقی قرار گرفته است. حد شمالی این استان به استان‌های خراسان و یزد، حد جنوبی آن به استان هرمزگان، حد شرقی آن به استان سیستان و بلوچستان و حد غربی آن به استان فارس محدود است. استان کرمان با دربرگرفتن حدود ۱۱ درصد از کل مساحت کشور، بخش وسیعی از فلات مرکزی ایران را در برگرفته است و به همین دلیل از شرایط سخت مناطق کویری برخوردار است. اما از طرف دیگر وجود گستره وسیع ارتفاعات در بخش‌های مختلف استان (بیش از دو سوم مساحت استان) از نفوذ و تسلط کامل شرایط مرگبار کویری بر پهنه منطقه تا حد قابل ملاحظه‌ای کاسته و شرایط آب و هوایی متنوع و مطلوبی را برای کشت انواع گیاهان زراعی و باغی فراهم کرده است. بر این اساس طبق آمار وزارت جهاد کشاورزی در سال زراعی ۸۷ ۸۶ بیشتر زمین های زراعی استان کرمان، زیر کشت محصولاتی چون گندم، جو، ارزن، ذرت دانه‌ای، پنبه و چغندرقند قرار داشته، همچنین عمده محصولات باغی استان در این سال شامل پسته، گردو، بادام و انواع درختان میوه دانه‌دار و هسته‌دار بوده است. خصوصیات جغرافیایی منطقه مورد مطالعه در این پژوهش به تفکیک ایستگاه‌های بررسی شده در جدول (۱) نشان داده شده است. لازم به ذکر است که داده‌های سایر ایستگاه‌های سینوپتیک موجود در سطح استان به دلیل کم بودن تعداد سال های آماری، قابل استناد نبودند و لذا این ایستگاه‌ها در بررسی ها منظور نشده‌اند.

1-aggregate stability

جدول ۱. خصوصیات جغرافیایی ایستگاه‌های سینوپتیک استان کرمان[1]

ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (متر)
انار	E ۵۵ ۱۵	N ۳۰ ۵۳	۱۴۰۸/۸
بافت	E ۵۶ ۳۵	N ۲۹ ۱۴	۲۲۸۰
بم	E ۵۸ ۲۱	N ۲۹ ۰۶	۱۰۶۶/۹
جیرفت	E ۵۷ ۴۸	N ۲۸ ۳۵	۶۰۱
سیرجان	E ۵۵ ۴۱	N ۲۹ ۲۸	۱۷۳۹/۴
شهر بابک	E ۵۵ ۰۸	N ۳۰ ۰۶	۱۸۳۴/۱
کرمان	E ۵۶ ۵۸	N ۳۰ ۱۵	۱۷۵۳/۸
کهنوج	E ۵۷ ۴۲	N ۲۷ ۵۸	۴۶۹/۷

داده های مورد استفاده

داده‌های مورد نیاز در این پژوهش شامل داده های دمای کمینه و بیشینه روزانه هشت ایستگاه هواشناسی سینوپتیک نام برده شده در جدول۱ در طی ۲۰ سال آماری (۱۳۸۷ـ ۱۳۶۸) از بخش خدمات ماشینی سازمان هواشناسی کشور اخذ شد. در سازمان هواشناسی بر روی داده‌ها کنترل کیفی صورت گرفته و کلیه آزمون های همگنی، استقلال و کفایت داده‌ها انجام شده است. تنها در برخی موارد، خلاء داده‌ها با استفاده از ایستگاه‌های مجاور و به روش نسبت‌ها برطرف شده است. همچنین با توجه به این که امکان ایجاد چرخه‌های یخ و ذوب در ماه های گرم سال عملاً غیر ممکن است، داده‌های مربوط به سه ماه تیر و مرداد و شهریور از مجموع داده‌ها حذف شدند.

مکان یابی وقوع چرخه های یخ و ذوب

برای تعیین چرخه‌های یخ و ذوب، چهار گستره دمایی مشخص شامل: دماهای کمینه کوچک‌تر و مساوی ۲ و دماهای بیشینه بزرگ‌تر و مساوی ۲ (A)، دماهای کمینه کوچک‌تر و مساوی ۳ و دماهای بیشینه بزرگ‌تر و مساوی ۳ (B)، دماهای کمینه کوچک‌تر و مساوی ۴ و دماهای بیشینه بزرگ‌تر و مساوی ۴ (C) و دماهای کمینه کوچک‌تر و مساوی ۵ و دماهای بیشینه بزرگ‌تر و مساوی ۵ (D) که امکان رخداد این پدیده در آن‌ها بیش تر است، در نظر گرفته شد و کلیه بررسی‌ها بر اساس این چهار محدوده معین صورت گرفت. لازم به ذکر است که انتخاب این گستره‌های دمایی در جهت به حداقل رساندن اثر همپوشانی داده‌ها و درنتیجه افزایش دقت محاسبات صورت گرفته است. پس از پردازش اولیه داده‌ها، با توجه به حجم عظیم آن ها به منظور هرچه کم‌تر کردن خطا در شمارش تعداد روزهای دارای چرخه یخ و ذوب، یک برنامه کامپیوتری در محیط FORTRAN نوشته شد و با اجرای آن، ابتدا تمامی داده‌ها در طی دوره مورد مطالعه (۱۳۶۸ تا ۱۳۸۷) به ترتیب قرائت شدند و سپس از بین آن‌ها کلیه روزهایی که در چهار محدوده دمای مذکور قرار داشتند، تعیین و شمارش شدند. این برنامه قادر بود با توجه به تعداد زیاد سال‌های آماری و در نتیجه زیاد بودن اعداد تعیین شده، میانگین تعداد روزهای دارای چرخه یخ و

ذوب هر یک از ۹ ماه را به صورت کلی محاسبه کرده و در یک فایل خروجی ثبت کند. جهت مکان یابی وقوع این پدیده، برنامه مورد نظر برای داده‌های همه ایستگاه‌های هشت گانه به طور مجزا اجرا شد و سپس میانگین فصلی و سالانه آن‌ها نیز، برای تمام چهار محدوده دمایی تحت بررسی و کلیه ایستگاه‌های موجود با استفاده از نرم افزار Excel محاسبه شده و نمودارهای سالانه ترسیم گردید (شکل۱). در نهایت برای وضوح بیش‌تر نتایج به دست آمده، درصد فراوانی نسبی ماهانه (جدول۳) و فصلی (جدول۴) تعداد روزهای وقوع چرخه های یخ و ذوب در منطقه مورد مطالعه محاسبه گردید.

شناسایی مناطق پرمخاطره گیاهان زراعی و باغی مهم

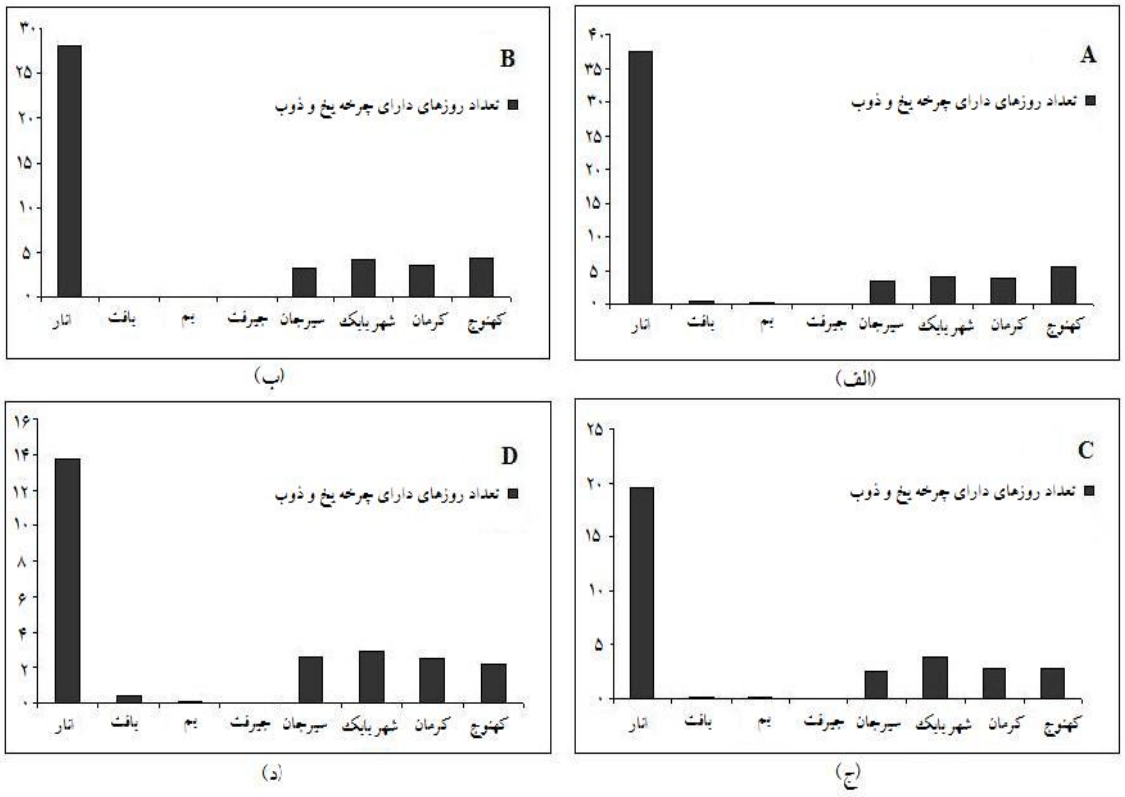
پس از مکان یابی مناطق وقوع چرخه‌های یخ و ذوب، با مقایسه دماهای بحرانی محصولات زراعی و باغی مهم منطقه (جدول۲) با فراوانی ماهانه و فصلی محاسبه شده (جدول ۳ و ۴)، مناطق پرمخاطره این محصولات در سطح استان کرمان، تعیین شد.

جدول ۲. دماهای بحرانی برای برخی از گیاهان زراعی در مراحل مختلف رشد بر حسب درجه سانتی‌گراد (میرمحمدی میبدی، ۲۰۰۳ و امیرقاسمی، ۲۰۰۲)

گیاهان زراعی			
نام	جوانه زنی	گلدهی	رسیدگی فیزیولوژیک
گندم	۱ تا ۲	۱ تا ۲	۲ تا ۵
جو	۲ تا ۳	۱ تا ۲	۳ تا ۴
ارزن	۲	۱	۲
ذرت دانه ای	۵ تا ۷	۲	۳
چغندرقند	۶ تا ۷	-	۳
پنبه	۱ تا ۲	۱ تا ۲	۲ تا ۳
گیاهان باغی			
نام	جوانه در مرحله نشان دادن رنگ	شکوفه کامل	میوه کوچک
پسته	۱	۳	۲
گردو	۱	۱	۱
بادام	۴/۵	۲/۷	۱/۳
سیب	۲/۸	۱/۷	۱/۱
زردآلو	۱/۱	۰/۶	۰
گلابی	۲/۲	۱/۷	۱/۱
هلو	۳/۹	۲/۲	۱/۱
آلو	۱/۱	۰/۶	۰/۶
گیلاس	۶ تا ۱/۵	۲/۳ تا ۱/۳	۱/۵

بحث

در شکل۱، نمودارهای میانگین سالانه تعداد روزهای دارای چرخه یخ و ذوب در هشت ایستگاه سینوپتیک تحت مطالعه به تفکیک هر یک از چهار گستره دمایی در نظر گرفته شده، نشان داده شده است.



شکل ۱. میانگین سالانه تعداد روزهای دارای چرخه های یخ و ذوب بر اساس دماهای کمینه کوچک‌تر و مساوی (الف) ۲ ، (ب) ۳ (ج) ۴ ، (د) ۵ و دماهای بیشینه بزرگ‌تر و مساوی (الف) ۲ ، (ب) ۳ (ج) ۴ و (د) ۵.

در بررسی نمودارهای سالانه تعداد روزهای دارای چرخه های یخ و ذوب مشاهده می‌شود که به طور کلی در همه گستره های دمایی در نظر گرفته شده، بالاترین میزان وقوع این پدیده مربوط به ایستگاه انار می‌باشد و پس از آن ایستگاه شهر بابک در گستره‌های دمایی B، C وD و ایستگاه کهنوج در گستره دمایی A در رده دوم قرار دارند. همچنین این نمودارها نشان می‌دهند که در شهرستان جیرفت در هیچ یک از گستره‌های دمایی در نظر گرفته شده، چرخه یخ و ذوبی رخ نمی‌دهد. دو شهرستان بم و بافت نیز در همه گستره‌ها به جز گستره B که همچون جیرفت هیچ چرخه یخ و ذوبی در آن دیده نمی‌شود، کم ترین تعداد روزهای دارای چرخه یخ و ذوب در استان کرمان را دارا می‌باشند.

در بررسی خصوصیات مکانی (عرض جغرافیایی و ارتفاع) ایستگاه‌های مورد مطالعه (جدول۱) مشاهده شد که ایستگاه انار که بیش‌ترین میزان وقوع چرخه‌های یخ و ذوب را نشان داده است، علاوه بر این که از بالاترین عرض جغرافیایی در بین ایستگاه‌های تحت مطالعه برخوردار است، نسبتاً مرتفع نیز می‌باشد. همچنین شهرستان جیرفت که در آن هیچ چرخه یخ و ذوبی رخ نمی‌دهد، کم‌ارتفاع‌ترین شهرستان استان می‌باشد. دو ایستگاه بم و بافت نیز هر چند دارای ارتفاع زیادی می‌باشند ولی به دلیل پایین بودن عرض جغرافیایی، وقوع کم‌تری از این پدیده را نشان داده‌اند. در جدول ۳ میانگین فصلی تعداد روزهای دارای چرخه یخ و ذوب نشان داده شده است.

جدول ۳. درصد فراوانی نسبی فصلی تعداد روزهای دارای چرخه یخ و ذوب در استان کرمان (۱۳۸۷-۱۳۶۸)

ایستگاه	A	B	C	D
		بهار		
انار	۰/۵۳	۰/۵	۰/۵	۰
بافت	۰	۰	۰	۰
بم	۰	۰	۰	۰
جیرفت	۰	۰	۰	۰
سیرجان	۲/۸	۱/۵	۲	۰
شهر بابک	۸/۳	۵/۸	۲/۷	۵/۲
کرمان	۵/۳	۱/۴	۰	۴/۱
کهنوج	۲/۷	۲/۳	۱/۸	۰
		پاییز		
انار	۲۳/۴	۲۱/۹	۲۰	۱۸/۲
بافت	۳۷/۵	۰	۰	۰
بم	۰	۰	۱۰۰	۰
جیرفت	۰	۰	۰	۰
سیرجان	۳۵/۲	۲۷/۳	۲۰	۱۵/۴
شهر بابک	۳۳/۳	۳۰/۲	۲۵/۳	۲۷/۶
کرمان	۴۵/۳	۴۲/۳	۴۴/۶	۲۴/۵
کهنوج	۲۲/۷	۱۷/۲	۱۴/۵	۱۱/۶
		زمستان		
انار	۷۶/۱	۷۷/۵	۷۹/۵	۸۱/۸
بافت	۶۲/۵	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
بم	۱۰۰	۱۰۰	۰	۱۰۰
جیرفت	۰	۰	۰	۰
سیرجان	۶۲	۷۱/۲	۷۸	۸۴/۶
شهر بابک	۵۸/۳	۶۴	۷۲	۶۷/۲
کرمان	۴۹/۳	۵۶/۳	۵۵/۴	۷۱/۴
کهنوج	۷۴/۵	۸۰/۵	۸۳/۶	۸۸/۴

نتایج ارائه شده نشان می دهد که بیش‌ترین میزان وقوع چرخه یخ و ذوب در همه چهار گستره تحت بررسی در فصل زمستان و کم‌ترین آن در فصل بهار وجود دارد. در فصل بهار، بیشینه فراوانی نسبی چرخه‌های یخ و ذوب در همه گستره‌های دمایی در ایستگاه شهر بابک مشاهده می‌شود در حالی که در ایستگاه‌های بافت، بم و جیرفت در هیچ یک از گستره‌های دمایی، چرخه یخ و ذوبی مشاهده نمی‌شود. در فصل پاییز نیز بیشینه فراوانی نسبی چرخه های یخ و ذوب در همه گستره های دمایی مربوط به شهرستان کرمان می‌باشد. همچنین در گستره دمایی C در شهرستان بم، صددرصد چرخه های یخ و ذوب در این فصل رخ می‌دهند. در فصل زمستان میزان وقوع این پدیده در ایستگاه‌های بررسی شده بین حداقل ۴۹ تا حداکثر ۱۰۰ درصد متغیر است. همچنین وفور این چرخه‌ها در این فصل از تنوع قابل ملاحظه‌ای برخوردار است، به نحوی که در گستره دمایی A ایستگاه‌های بم، انار و کهنوج و در گستره دمایی C ایستگاه‌های بافت، کهنوج و انار رتبه های اول تا سوم را به خود اختصاص

داده‌اند. در حالی که در گستره‌های دمایی B و D شهرستان‌های بم و بافت هر دو با ۱۰۰درصد وقوع دارای بیشترین میزان وقوع چرخه‌های یخ و ذوب می‌باشند و پس از آن شهرستان کهنوج با بیش از ۸۰ درصد وقوع در هر دو گستره در رتبه دوم قرار دارد.

به طور کلی باید به این نکته توجه داشت که علی‌رغم فراوانی بیشتر چرخه‌های یخ و ذوب در فصل زمستان، به دلیل پدیده خوسرمایی و سپس خواب، گیاهان مختلف در طی این فصل تا حدی نسبت به سرما مقاومت نشان می‌دهند و بنابراین بروز چرخه‌های یخ و ذوب، در این ایام چندان خسارت‌زا نمی‌باشد. از سوی دیگر در فصل پاییز و بهار گرچه احتمال وقوع چرخه‌های یخ و ذوب نسبت به فصل زمستان کم‌تر است ولی بروز این پدیده ممکن است منجر به خسارت به گیاهان زراعی و باغی شود. زیرا در پاییز، گیاهانی مانند غلات سرمادوست و درختان میوه (جدول ۲) در مراحل اولیه خوسرمایی هستند و وقوع چرخه‌های یخ و ذوب احتمالاً مخاطره‌آمیز خواهد بود. در فصل بهار نیز به طور کلی پدیده خوسرمایی برای گیاهان زراعی پاییزه و یا درختان میوه در حال از بین رفتن است و جوانه‌های آن‌ها نیز در حال شکوفایی می‌باشند (جدول ۲) و حتی برای گیاهان یکساله بهاره نیز شرایط برای خوسرمایی مهیا نیست و لذا احتمال خسارت به گیاهان در اثر این پدیده در این فصل، بسیار زیاد است. با توجه به این دلایل جهت بررسی دقیق‌تر این پدیده، درصد فراوانی نسبی ماهانه وقوع چرخه‌های یخ و ذوب برای هریک از ایستگاه‌های تحت بررسی در گستره های دمایی در نظر گرفته شده به طور جداگانه مورد بررسی قرار گرفت که نتایج در جدول ۴ نشان داده شده است.

جدول ۴. درصد فراوانی نسبی ماهانه تعداد روزهای دارای چرخه یخ و ذوب در استان کرمان (۱۳۸۷ ـ ۱۳۶۸)

ایستگاه	فروردین	اردیبهشت	خرداد	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
A									
انار	۰/۵۳	۰	۰	۰	۲/۳	۲۱/۱	۳۸	۳۰/۳	۷/۸
بافت	۰	۰	۰	۰	۰	۳۷/۵	۶۲/۵	۰	۰
بم	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۰۰	۰	۰
جیرفت	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
سیرجان	۲/۸	۰	۰	۰	۱۱/۳	۲۳/۹	۲۶/۸	۲۳/۹	۱۱/۳
شهر بابک	۸/۳	۰	۰	۰	۱۴/۳	۱۹	۲۵	۱۷/۶	۱۵/۵
کرمان	۵/۳	۰	۰	۰	۱۳/۳	۳۲	۹/۳	۲۵/۳	۱۴/۷
کهنوج	۲/۷	۰	۰	۰	۰	۲۲/۷	۳۰/۹	۲۸/۲	۱۵/۵
B									
انار	۰/۵۳	۰	۰	۰	۱/۴	۲۰/۵	۴۰/۳	۳۱/۶	۵/۷
بافت	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۰۰	۰	۰
بم	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۰۰	۰	۰
جیرفت	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
سیرجان	۱/۵	۰	۰	۰	۶/۱	۲۱/۲	۲۱/۲	۳۱/۸	۱۸/۲
شهر بابک	۵/۸	۰	۰	۰	۵/۸	۲۴/۴	۲۷/۹	۱۵/۱	۲۰/۹
کرمان	۱/۴	۰	۰	۰	۵/۶	۳۶/۶	۲۲/۵	۱۵/۵	۱۸/۳
کهنوج	۲/۳	۰	۰	۰	۰	۱۷/۲	۳۱	۴۰/۲	۹/۲

C									
انار	۰/۵۱	۰	۰	۰	۱	۱۹	۴۴/۱	۳۰/۵	۴/۹
بافت	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۰۰	۰	۰
بم	۰	۰	۰	۰	۱۰۰	۰	۰	۰	۰
جیرفت	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
سیرجان	۲	۰	۰	۰	۰	۲۰	۳۴	۲۸	۱۶
شهر بابک	۲/۷	۰	۰	۰	۶/۷	۱۸/۷	۲۲/۷	۲۶/۷	۲۲/۷
کرمان	۰	۰	۰	۰	۷/۱	۳۷/۵	۱۴/۳	۳۳/۹	۷/۱
کهنوج	۱/۸	۰	۰	۰	۰	۱۴/۵	۳۶/۴	۳۴/۵	۱۲/۷
D									
انار	۰	۰	۰	۰	۰/۴	۱۷/۸	۴۶/۵	۳۰/۲	۵/۱
بافت	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۴۲/۹	۱۴/۳	۴۲/۹
بم	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۰۰	۰	۰
جیرفت	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
سیرجان	۰	۰	۰	۰	۰	۱۵/۴	۴۰/۴	۳۴/۶	۹/۶
شهر بابک	۵/۲	۰	۰	۰	۵/۲	۲۲/۴	۲۰/۷	۴۰	۶/۹
کرمان	۴/۱	۰	۰	۰	۲	۲۲/۴	۳۲/۷	۲۶/۵	۱۲/۲
کهنوج	۰	۰	۰	۰	۰	۱۱/۶	۳۴/۹	۴۶/۵	۷

در بررسی داده‌های جدول۴ مشاهده شد که در بین ماه های فصل بهار، ماه‌های اردیبهشت و خرداد به دلیل بالا بودن دمای هوا با توجه به وضعیت اقلیمی منطقه، در هیچ یک از گستره‌های دمایی در نظر گرفته شده، چرخه یخ و ذوبی را نشان نداده‌اند و تنها در فروردین ماه این پدیده به وقوع پیوسته است که بیشترین میزان آن در همه گستره ها مربوط به شهرستان شهر بابک می‌باشد و شهرستان‌های کرمان در دو گستره A و D، کهنوج در گستره B و سیرجان در گستره C در اولویت دوم قرار دارند. در فصل پاییز نیز، مهرماه در هیچ یک از گستره‌ها و شهرستان‌ها چرخه یخ و ذوبی را نشان نداده است که این مطلب با توجه به موقعیت جغرافیایی منطقه و وجود دمای هوای بالا در تابستان و اوایل پاییز، امری طبیعی و قابل انتظار می‌باشد. در آبان ماه شهرستان بافت در هیچ یک از گستره های در نظر گرفته شده، چرخه یخ و ذوبی نشان نداده است. شهرستان بم نیز به جز در گستره دمایی C در سایر گستره‌ها وضعیتی مشابه بافت داشته است. همچنین در این ماه، بیشینه فراوانی نسبی چرخه‌های یخ و ذوب در گستره‌های A و D مربوط به شهرستان شهربابک و در گستره های B و C به ترتیب مربوط به شهرستان‌های سیرجان و بم می باشد. در آذرماه در گستره دمایی A شهرستان بافت و در گستره‌های B و C شهرستان کرمان و در گستره دمایی D شهرستان‌های کرمان و شهر بابک به طور مشترک بیشترین میزان این پدیده خسارت بار را دارا بوده‌اند. علاوه بر ماه‌های بررسی شده در بالا، درصد فراوانی نسبی تعداد روزهای دارای چرخه یخ و ذوب در سه ماه زمستان نیز علی رغم فراوانی بیشتر و نقش کمتر آن‌ها در ایجاد خسارت به گیاهان زراعی و باغی چنان چه قبلاً ذکر شد، صرفاً جهت مقایسه و ایجاد دید بهتری از نتایج به دست آمده در جدول۴ نشان داده شده است.

با توجه به همه بررسی‌های انجام شده در مجموع به نظر می رسد که در فروردین ماه که درختان میوه در ابتدای مرحله گلدهی می‌باشند به دلیل وفور بیشتر این تنش آب و هوایی در شهرستان‌های شهر بابک، کرمان، کهنوج و سیرجان، این گیاهان دچار خسارت خواهند شد. همچنین کاشت زودهنگام (در فروردین ماه) گیاهان زراعی همچون گندم، جو، ارزن و پنبه در مناطق یاد شده پر مخاطره است در حالی که در شهرستان های بافت، بم و جیرفت احتمالاً کاشت این گیاهان با خطری مواجه نخواهد شد. در ماه‌های آبان و آذر نیز به دلیل این که غلات سرمادوست و درختان میوه هنوز در مراحل اولیه خوسرمایی می‌باشند و مقاوت چندانی حاصل نکرده اند، بهتر است از کاشت این گیاهان در مناطقی نظیر شهر بابک، سیرجان و کرمان که در این دو ماه نسبتاً مستعد رخداد پدیده خسارت‌بار یخ و ذوب می‌باشند اجتناب شده و یا حتی المقدور از ارقام مقاوم استفاده شود. علاوه بر این از این مسئله نیز نباید غافل شد که فزونی وقوع این پدیده در شهرهای بم و بافت در فصل زمستان نیز ممکن است باعث ایجاد خسارت فراوان به گیاهان این مناطق شود زیرا چنان چه قبلاً گفته شد هر چند که در زمستان گیاهان در دوره رکود و استراحت نسبی به سر می‌برند ولی کاهش و افزایش مداوم دما در دوره‌های زمانی کوتاه‌مدت، می‌تواند باعث القای تنش در گیاه شود که این مسئله در غلات زمستانه به وفور مشاهده شده است.

علاوه بر همه موارد ذکرشده، این نکته را نیز نباید از نظر دور داشت که علاوه بر خساراتی که در اثر بروز چرخه‌های یخ و ذوب مستقیماً به گیاهان وارد می‌شود، امکان ایجاد این پدیده در خاک نیز وجود دارد و وقوع و تداوم آن منجر به تغییر دانه‌بندی خاک و قطع ریشه‌های موئین گیاه شده و در نتیجه به طور غیرمستقیم نیز می‌تواند سبب کاهش رشد و یا حتی مرگ گیاه شود. لذا با توجه به این مطالب، پیشنهاد می‌شود که تا حد امکان از کاشت گیاهان حساس به تنش یخ و ذوب در زمان‌ها و مکان‌های مستعد این پدیده اجتناب شود و یا از روش‌های به‌نژادی برای القای مقاومت به گیاهان آسیب‌پذیر استفاده گردد.

منابع

۱. امیرقاسمی ت.(۱۳۸۱). سرمازدگی گیاهان (یخبندان، صدمات، پیشگیری). انتشارات آیندگان، ۱۲۳ صفحه.

۲. توکلی م. و حسینی م.(۱۳۸۵). ارزیابی شاخص های یخبندان و شروع پائیزه آن در ایران. نشریه نیوار ۶۰: ۳۱ ۴۲.

۳. ضیایی ع، کامکارحقیقی ا، سپاسخواه ا و رنجبر س. (۱۳۸۵). تعیین اطلس احتمال وقوع حداقل دمای استان فارس با استفاده از آمار هواشناسی. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۱۰(۳): ۱۳ ۲۷.

۴. علیزاده ا. و موسوی بایگی م.(۱۳۷۴). بررسی تاریخ وقوع اولین یخبندان های پاییزه و آخرین یخبندان های بهاره در استان خراسان رضوی. طرح پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، شماره ۱۳۷.

۵. غضنفری مقدم م، موسوی بایگی م و ثنائی نژاد ح. (۱۳۸۶). طراحی و اجرای یک مدل ترمودینامیکی به منظور پیشبینی دمای حداقل ناشی ازهوای سرد در مناطق کوهستانی. مجله آب و خاک ۲۲(۲): ۱۶۵ ۱۷۳.

۶. میان آبادی. ا، موسوی بایگی م، ثنائی نژاد ح، و نظامی ا. (۱۳۸۸). بررسی و پهنه بندی یخبندان های زودهنگام پاییزه، دیرهنگام بهاره و زمستانه با استفاده از GIS در استان خراسان رضوی. مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). جلد ۲۳ (۱) : ۷۹ ۹۰.

۷. میرمحمدی میبدی ا. (۱۳۸۱). مدیریت سرمازدگی و یخبندان در گیاهان زراعی و باغی. چاپ دانشگاه صنعتی اصفهان. ۳۱۲ صفحه.

۸. نجفی مود م، علیزاده ا، محمدیان آ، و موسوی ج. (۱۳۸۷). بررسی رابطه دمای هوا و دمای اعماق مختلف خاک و برآورد عمق یخبندان. . مجله آب و خاک ۲۲(۲): ۴۵۶ ۴۶۵.

9. Anjum, M. A. 2003. Cellular damage to the callus cells of potato subjected to freezing, Biological plantarum, 46:1.1-6.
10. Bullock, M. S., and Larney, F. J. 1997. Relationships between the Wind Erodible raction and Freeze-thaw Cycles in Southern Alberta, Agriculture and Agri-Food Canada, Lethbridge Research Center, T1J 4B1.1-6.
11. Chassagne-Berces, S., Poirier, C., Devaux, M., Fonseca, F., Lahaye, M., Pigorini, G., Marin, M., and Guillon, F. 2009. Changes in texture, cellular structure and cell wall composition in apple tissue as a result of freezing, Food Research International 42:788797.
12. Guha, D., Hargitt, D., and Hoyois, P. 2004. Thirty year of Natural Disaster 1974-2003 The Numbers. UCL Press. P 188.
13 .Hincha, D.K. 2002. Cryoprotectin: a plant lipid-transfer protein homologue that stabilizes membranes during freezing, Phil Trans, R. Soc. Lond. B, 357: 909-916.
14. Inada, H., Fujikawa, S., and Arakawa, K. 2005. Influence of the Freeze-thaw Process under Acid Conditions on the Viability of Wintering Plants, Cryobiology and Cryotechnology, 51:2. 115-119.
15 .Lo, C. T., and Ramsden, L. 2000. Effects of xanthan and galactomannan on the freeze/thaw properties of starch gels, Nahrung, 44:3. 211– 214.
16. Najafi-mood, M. H. Alizadeh, A., Mohammadian, A., and Mousavi, J. 2008. Investigation of relationship between air and soil temperature at different depths and estimation of the freezing depth, Journal of water and soil, 22;2. 456-466. (In Persian).
17. Oztas, T., and Fayetorbay, F. 2003. Effect of freezing and thawing processes on soil aggregate stability, Catena 52:1– 8.
18. Pearce, R. S. 2001. Plant Freezing and Damage, Annals of Botancy, 87: 417-424.
19. Synder R.L.(2000). Predicting temperature trends during freezing nights. Dept. of and, air and water res, University of California, Davis, CA 95616.

Locating the Occurrence of Freezing and Thaw Cycles and Identifying Risky areas of Crops and garden Plants
(Case Study: Kerman province)

M. Mousavi-Baygi
Associate professor of Meteorology, Ferdowsi University of Mashhad, Faculty of Agriculture, Water Enggineering Dept.

B. Ashraf
MSc student of Agrometeorology, Ferdowsi University of Mashhad, Faculty of Agriculture, Water Enggineering Dept.
samaneh_ashraf@yahoo.com

Abstract
Kerman province due to special geographic features such as cross the desert and mountainous conditions has specific weather and climate variation and particularly good conditions for cultivation of crops and the garden. Considering the limited threshold of tolerance of plants to meteorological parameters, any abnormalities in these parameters including the occurrence of stress freezing and thaw cycles will be damage to agricultural production. In this research for locating freezing and thaw cycles in the Kerman province, the data of daily minimum and maximum temperatures of 9 synoptic stations was used over 20 statistic years (1989-2008). Also 4 distinct range of temperatures including: the minimum temperatures lesser and equal whit -2 and the maximum temperatures greater and equal whit 2 (A), the minimum temperatures lesser and equal whit -3 and the maximum temperatures greater and equal whit 3 (B), the minimum temperatures lesser and equal whit -4 and the maximum temperatures greater and equal whit 4 (C), the minimum temperatures lesser and equal whit -5 and the maximum temperatures greater and equal whit 5 (D), were presented. After data processing by a computer program into the FORTRAN space, the number of days with this phenomenon for each station was determined as monthly, seasonal and annual, also monthly and seasonal relative frequency are calculated and compared these values with the critical temperature of crops and garden plants, was identified risky areas on province. The investigation of annual graphs showed that Anar station has most days of freezing and thawing cycles during the year. Review of seasonal relative frequency of freezing and thaw cycles show that winter has the most abundance of this phenomenon than other seasons, and two city of Bam and Baft shows higher rate of freezing and thaw in this season. But despite of this topic, because of cold acclimation phenomenon, cold-season cereals and fruit trees have less damage than spring and autumn seasons. Review of monthly results also showed that early planting (in April) fruit trees and crops such as wheat, barley, millet and cotton in the cities including Shahrebabak, Kerman, Kahnuj and Sirjan is risky, while in the cities of Baft, Bam and Jiroft, this plant will not face with damage. Also, since the abundance of this phenomenon in regions such as Shahrebababak, Sirjan and is better be accomplished autumn cultivation (in November and December) of this plants by using of resistant cultivars.

Keyword: Kerman province, freezing and thaw cycles, cold acclimation, critical temperature, maximum temperature, minimum temperature.