



دانشگاه گورگان
فصلنامه علمی-پژوهشی

مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد هفدهم، شماره سوم، ۱۳۸۹
www.gau.ac.ir/journals

محاسبه فراوانی نسبی چرخه‌های یخ و ذوب به منظور شناسایی مناطق پرخطر گیاهان زراعی و باغی مهم در استان خراسان رضوی

* محمد موسوی بایگی^۱، بتول اشرف^۲ و احمد نظامی^۳

^۱دانشیار گروه مهندسی آب، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی آب،

^۲دانشگاه فردوسی مشهد، ^۳دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۰/۱۲؛ تاریخ پذیرش: ۸۹/۵/۳

چکیده

چرخه‌های یخ و ذوب که به دلیل کاهش و افزایش پیوسته دما در طول یک دوره زمانی کوتاه مدت ایجاد می‌شوند، یکی از عوامل مهم ایجاد خسارت در گیاهان زراعی و باغی در مناطق مستعد آن می‌باشند. در این پژوهش برای محاسبه فراوانی نسبی چرخه‌های یخ و ذوب در استان خراسان رضوی، داده‌های دمای کمینه و بیشینه روزانه ۹ ایستگاه هواشناسی سینوپتیک در طی ۲۰ سال آماری (۱۳۶۸-۱۳۸۷) مورد استفاده قرار گرفت. همچنین ۶ 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 ۵- و دماهای بیشینه بزرگ‌تر و مساوی ۵ (C)، دماهای کمینه برابر ۲- و بیشینه بزرگ‌تر از ۲ (D)، دماهای کمینه برابر ۳- و بیشینه بزرگ‌تر از ۳ (E) و دماهای کمینه برابر ۵- و بیشینه بزرگ‌تر از ۵ (F) 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 سپس فراوانی نسبی ماهانه و فصلی تعداد روزهای وقوع این پدیده در هر یک از ایستگاه‌های موجود محاسبه گردید. بررسی نمودارهای فصلی نشان داد که گرچه فراوانی نسبی چرخه‌های یخ و ذوب در زمستان بیش‌تر از سایر فصول است اما غلات سرمدوست و درختان میوه در این فصل به دلیل پدیده خوسرمایی نسبت به

* مسئول مکاتبه: mousavi500@yahoo.com

پاییز و بهار، کم‌تر متحمل خسارت می‌شوند. در بررسی ماهانه نتایج نیز، مشاهده شد که در مهرماه، احتمال خسارت به گیاهان زراعی مانند پنبه و یا چغندر قند در مناطقی مانند سبزوار، گناباد و کاشمر کم‌تر از مناطقی مانند مشهد، سرخس و نیشابور می‌باشد. در ماه‌های فروردین و اردیبهشت نیز، درختان میوه در شهرستان‌هایی مانند نیشابور، تربت‌حیدریه و گل‌مکان، احتمالاً دچار خسارت خواهند شد. همچنین در این ۲ ماه، کشت زود هنگام پنبه در مناطقی مانند سبزوار، کاشمر و نیشابور، پرمخاطره است.

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

مقدمه

یخبندان یکی از تنش‌های محیطی است که همواره خسارات جبران‌ناپذیری را به بخش کشاورزی وارد کرده و باعث کاهش تولید گیاهان زراعی می‌شود (پیرس، ۲۰۰۱). به‌طور کلی یخبندان به شرایطی اطلاق می‌شود که در آن، دمای سطح زمین و اجسام مرتبط با آن به کم‌تر از صفر درجه سلسیوس می‌رسد و کریستال‌های نازک یخ بر روی آن‌ها تشکیل می‌شود (علیزاده و موسوی‌بایگی، ۱۹۹۴). در کشاورزی، یخبندان به رویداد دمایی اطلاق می‌شود که دما به معادل یا زیر آستانه بحرانی کاهش یافته و پس از توقف فعالیت‌های زیستی گیاه، سبب ایجاد خسارت به بافت‌های آن می‌شود. این نوع یخبندان با توجه به دماهای بحرانی مختلف برای هر یک از محصولات زراعی و باغی، متفاوت است (میرمحمدی‌مبیدی، ۲۰۰۳) و بنابراین تعیین دما به‌ویژه دمای کمینه نقش اساسی در تعیین الگوی کشت یک منطقه دارد و پیش‌بینی آن برای جلوگیری از صدمات احتمالی دارای اهمیت بسیاری است (غضنفری‌مقدم و همکاران، ۲۰۰۸). مطالعات مک‌کرسی و لشم (۱۹۹۴) نشان داد که شدت خسارت یخبندان به گیاهان بسته به سرعت سرد شدن هوا و حداقل درجه حرارت و دوره یخبندان، متفاوت است. وری و همکاران (۱۹۹۴) بیان کردند که در میزان تحمل گیاه به سرما، مرحله فنولوژیکی اهمیت زیادی دارد و مقاومت به سرما با پیشرفت رشد گیاه از جوانه‌زنی به گل‌دهی کاهش می‌یابد. علاوه بر آسیب‌های فراوانی که در صورت کاهش دما و وقوع پدیده یخبندان به گیاهان وارد می‌شود، کاهش و افزایش مداوم دما به‌خصوص در بازه‌های زمانی کوتاه‌مدت، می‌تواند منجر به تحمیل تنش دیگری به بافت‌های گیاه شود که از آن تحت عنوان چرخه‌های یخ و ذوب^۱ نام برده می‌شود.

مطالعات متعدد نشان داده است که این نوع تنش یکی از عوامل مهم خسارت به محصولات زراعی و باغی در مناطق مستعد آن می‌باشد. پژوهش‌های استپنکوس و همکاران (۱۹۹۳) و نیز مک‌کرسلی و لشم (۱۹۹۴) نشان داد که ماهیت خسارت ایجاد شده در هنگام این تنش، بستگی به درجه حرارت، سرعت کاهش و افزایش دما و پدیده خوسرمایی^۱ در گیاه دارد و گیاهانی که قبل از این تنش در شرایط خوسرمایی قرار داشته‌اند، تا حدی قادر به تحمل آن هستند. کراوس و همکاران (۱۹۸۸) و نیز هینچا و اسمیت (۱۹۹۲) در پژوهش‌های خود، مشاهده کردند که در اثر وقوع چرخه‌های یخ و ذوب، غشای پلاسمایی و تیلاکوئیدهای گیاه دچار آسیب می‌شوند. هینچا (۲۰۰۲) اظهار داشت که در اثر وقوع این تنش، سلول‌های گیاهی دچار خسارت شده و از بین می‌روند. آزمایش‌های محققان دیگر نیز نشان داد که چرخه‌های یخ و ذوب منجر به افزایش نفوذپذیری غشای پلاسمایی شده و باعث می‌شوند که مواد داخل سلولی به خارج نشت کنند (لویت، ۱۹۷۲؛ چن و همکاران ۱۹۷۸؛ کاتسومیم و یاماموتو، ۱۹۷۹). ویست و استپنکوس (۱۹۷۸) بیان کردند که در طی وقوع چرخه یخ و ذوب، غشای پلاسمایی سلول‌های یخ زده تا وقتی که دما افزایش یافته و یخ، ذوب شود، متحمل خسارت نمی‌شوند. در واقع پس از مرحله ذوب شدن غشای سلولی خسارت دیده و سلول متلاشی می‌گردد. در همین راستا 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 می‌کند. 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، سبب افزایش خسارت یخ‌زدگی در این گیاهان می‌شود. نتایج آزمایش چاسگن-برسز و همکاران (۲۰۰۹) که بر روی بافت‌های سیب‌انجام 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^۲ خاک‌های تشکیل شده از مواد مختلف و گروه‌هایی با اندازه

1- Cold Acclimation

2- Aggregate Stability

دانه‌بندی متفاوت، مورد بررسی قرار داده و بیان کردند که به‌طور کلی در اثر این پدیده، ثبات دانه‌های خاک از بین رفته و خاک، سست و ناپایدار می‌شود. چمبرلین (۱۹۸۱) اظهار داشت که به‌طور کلی تمام خاک‌ها پس از مرحله ذوب شدن، سست‌تر و ناپایدارتر از قبل از مرحله یخ زدن هستند و امکان جذب دوباره آب به‌دست آمده از ذوب را ندارند. بولک و لارنی (۱۹۹۷) بیان کردند که اگر وقوع چرخه‌های یخ و ذوب در خاک با بارندگی پاییزه هم‌زمان باشد، آب به‌دست آمده از بارندگی در بین دانه‌های خاک یخ زده و انبساط آن باعث شکسته شدن دانه‌ها و در نتیجه پوکی خاک می‌شود.

بررسی پژوهش‌های انجام شده در ایران، نشان داد که هر چند تنش‌های زمستانه به‌ویژه تنش یخ‌بندان منجر به تحمیل خسارات شدیدی به محصولات کشاورزی می‌شوند اما مطالعات انجام شده در این زمینه بسیار اندک است. در پژوهش‌های صورت گرفته نیز بیش‌تر به بررسی مواردی چون زمان وقوع تنش یخ‌بندان و پهنه‌بندی مناطق مستعد این پدیده، پرداخته شده است. به‌عنوان مثال علیزاده و موسوی‌بایگی (۱۹۹۴)، تاریخ وقوع اولین یخ‌بندان‌های پاییزه و آخرین یخ‌بندان‌های بهار در استان خراسان رضوی را تعیین کردند. ضیایی و همکاران (۲۰۰۶) تاریخ وقوع دماهای منجر به یخ‌بندان در بهار و پاییز را برای دوره‌های برگشت مختلف در استان فارس، تخمین زدند. غضنفری‌مقدم و همکاران (۲۰۰۸) یک مدل ترمودینامیکی را برای پیش‌بینی دمای کمینه ناشی از تجمع هوای سرد در مناطق کوهستانی طراحی کردند. نجفی‌مود و همکاران (۲۰۰۸) رابطه بین عمق یخ‌بندان و دمای هوا در استان خراسان رضوی را بررسی کرده و یک معادله درجه دوم به‌ازای هر عمق خاک ارائه نمودند. میان‌آبادی و همکاران (۲۰۰۹) نیز مناطق مستعد یخ‌بندان‌های زودهنگام پاییزه و دیرهنگام زمستانه و بهار را در استان خراسان رضوی پهنه‌بندی کردند.

با توجه به مطالب ذکر شده، مشاهده می‌شود، به‌رغم این‌که چرخه‌های یخ و ذوب از جمله مهم‌ترین عوامل خسارت به محصولات کشاورزی می‌باشند، تاکنون در ایران مطالعه جدی در این زمینه صورت نگرفته است. بنابراین هدف از انجام این پژوهش، محاسبه فراوانی نسبی وقوع چرخه‌های یخ و ذوب به‌منظور شناسایی مناطق پرمخاطره محصولات زراعی و باغی مهم استان خراسان رضوی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در این پژوهش، استان خراسان رضوی است که در منطقه معتدل شمالی قرار دارد و از نظر موقعیت طبیعی به دو بخش شمالی و جنوبی تقسیم می‌شود. بلندترین نقطه استان در

ارتفاعات بینالود در شمال نیشابور با ارتفاع ۳۲۱۱ متر از سطح دریا و پست‌ترین نقطه استان در دشت سرخس با ارتفاع ۳۰۰ متر از سطح دریا در حاشیه مرز ایران و ترکمنستان قرار دارد.

بخش‌های شمالی منطقه، بیش‌تر کوهستانی هستند و بین آن‌ها دشت‌های حاصل‌خیز قرار گرفته است که به دلیل دارا بودن میزان بارندگی قابل‌توجه از شرایط مناسب کشاورزی برخوردار می‌باشند. اما بخش‌های جنوبی استان به سبب مجاورت با کویر و پست بودن ناحیه دارای میزان بارندگی کمی هستند و شرایط مناسبی برای کشاورزی ندارند. اقلیم استان نیز به‌طور معمول خشک و نیمه‌خشک است (میان‌آبادی و همکاران، ۲۰۰۹). خصوصیات هواشناسی و اقلیمی و نیز نوع اقلیم (براساس طبقه‌بندی‌های مختلف اقلیمی) هر یک از ایستگاه‌های مورد بررسی به‌ترتیب در جدول‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است. لازم به ذکر است که داده‌های سایر ایستگاه‌های سینوپتیک موجود در سطح استان به دلیل کم بودن تعداد سال‌های آماری، قابل استناد نبودند و بنابراین این ایستگاه‌ها در بررسی‌ها منظور نشدند.

داده‌های مورد نیاز در این پژوهش شامل داده‌های دمای کمینه و بیشینه روزانه ۹ ایستگاه هواشناسی سینوپتیک نام برده شده در بالا در طی ۲۰ سال آماری (۱۳۸۷-۱۳۶۸) از بخش خدمات ماشینی سازمان هواشناسی کشور اخذ شد. در بخش خدمات ماشینی بر روی داده‌ها کنترل کیفی صورت گرفته و همه آزمون‌های 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 این‌که امکان ایجاد چرخه‌های یخ و ذوب در ماه‌های گرم سال در عمل غیرممکن است، داده‌های مربوط به سه ماه تیر و مرداد و شهریور از مجموع داده‌ها حذف شدند. برای تعیین چرخه‌های یخ و ذوب، ۶ 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 ۵- و دماهای بیشینه بزرگ‌تر و مساوی ۵ (C)، دماهای کمینه برابر ۲- و بیشینه بزرگ‌تر از ۲ (D)، دماهای کمینه برابر ۳- و بیشینه بزرگ‌تر از ۳ (E)، دماهای کمینه برابر ۵- و بیشینه بزرگ‌تر از ۵ (F)، که امکان رخداد این پدیده در آن‌ها بیش‌تر است، در نظر گرفته شد و همه بررسی‌ها براساس این ۶ محدوده معین صورت گرفت. لازم به ذکر است که انتخاب این گستره‌های دمایی در جهت به حداقل رساندن اثر هم‌پوشانی داده‌ها و در نتیجه افزایش دقت محاسبات صورت گرفته است.

جدول ۱- خصوصیات هواشناسی و اقلیمی ایستگاه‌های سینوپتیک استان خراسان رضوی^۱.

نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (متر)	میانگین دمای سالیانه (سانتی گراد)	حداقل دمای مطلق (سانتی گراد)	حداکثر دمای مطلق (سانتی گراد)	بارندگی سالیانه (میلی متر)	حداکثر بارندگی (میلی متر)	حداقل بارندگی (میلی متر)	نام ایستگاه
تربت حیدریه	۵۹ ۱۳ E	۳۵ ۱۶ N	۱۴۵۰/۸	۱۴/۲	-۲۲	۴۰	۲۷۹/۴	۴۱۶/۵	۱۵۶/۷	تربت حیدریه
سبزوار	۵۷ ۴۳ E	۳۶ ۱۲ N	۹۷۷/۶	۱۷/۳	-۲۰	۴۵/۵	۱۸۹/۱	۳۱۱/۴	۸۸/۲	سبزوار
سرخس	۶۱ ۱۰ E	۳۶ ۳۲ N	۳۳۵	۱۷/۶	-۱۷/۶	۴۶/۳	۱۸۳/۱	۳۶۱	۹۹/۳	سرخس
قوچان	۵۸ ۳۰ E	۳۷ ۴ N	۱۲۸۷	۱۲/۶	-۲۱/۶	۴۰/۶	۳۰۱	۴۰/۶	۲۰۳/۶	قوچان
کاشمر	۵۸ ۲۸ E	۳۵ ۱۲ N	۱۱۰۹/۸	۵/۱۱	-۹/۶	۴۶/۳	۲۱۷/۸	۱۶۹/۱	۸۵/۱	کاشمر
گلستان	۵۹ ۱۷ E	۳۶ ۲۹ N	۱۱۷۱	۱۳/۲	-۱۸/۸	۷/۱۳	۲۱۰/۸	۱۶۹/۱	۱۲۹	گلستان
گناباد	۵۸ ۴۱ E	۳۴ ۱۸ N	۶۵۱	۸/۱	-۱۳/۲	۲/۳۴	۵/۵/۱	۳۷۸/۲	۷۰/۹	گناباد
مشهد	۵۹ ۳۸ E	۳۶ ۱۶ N	۹۹۹/۲	۳/۱	-۷/۱	۷/۳/۴	۵/۵/۲	۱/۸/۳	۸۳/۱	مشهد
نیشابور	۵۸ ۴۸ E	۳۶ ۱۶ N	۱۲۱۳	۴/۱	-۱۷/۶	۴۱/۶	۳۴۳/۳	۲۵۰/۶	۱/۸/۱	نیشابور

^۱ برگرفته از: سازمان هواشناسی استان خراسان رضوی.

جدول ۲- نوع اقلیم ایستگاه‌های سینوپتیک استان خراسان رضوی براساس طبقه‌بندی‌های مختلف اقلیمی*.

نام ایستگاه	روش طبقه‌بندی		
	دومارتن	آمبرژه	ایوانف
ترت حیدریه	نیمه‌خشک	خشک سرد	استپی
سبزوار	خشک	خشک سرد	بیابانی
سرخس	خشک	خشک معتدل	بیابان
قوچان	نیمه‌خشک	نیمه‌خشک سرد	استپ جنگلی
کاشمر	خشک	خشک معتدل	بیابان
گلمکان	خشک	خشک سرد	استپی
گناباد	خشک	خشک سرد	بیابان
مشهد	نیمه‌خشک	خشک سرد	استپی
نیشابور	نیمه‌خشک	خشک سرد	استپی

* برگرفته از: سازمان هواشناسی استان خراسان رضوی.

پس از پردازش اولیه داده‌ها، 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) در یک فایل Excel مرتب و به ترتیب قرائت شدند و سپس از بین آن‌ها همه روزهایی که در ۶ محدوده دمای بالایی و پایینی نام برده شده در بالا 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. برنامه موردنظر برای داده‌های همه ایستگاه‌های ۹ گانه به طور مجزا اجرا گردید. همچنین برای وضوح بیشتر نتایج به دست آمده، میانگین فصلی و سالانه آن‌ها نیز، برای تمام ۶ محدوده دمایی تحت بررسی و همه ایستگاه‌های موجود، محاسبه شد. سپس درصد فراوانی نسبی ماهانه و نیز فصلی هر یک از ۶ گستره دمایی مورد مطالعه محاسبه شده و براساس آن، نمودارهای آماری مربوطه رسم گردید. در نهایت درصد فراوانی نسبی وقوع چرخه‌های یخ و ذوب هر یک از ۹ ایستگاه تحت بررسی با دماهای بحرانی محصولات زراعی و باغی مهم منطقه (جدول‌های ۳ و ۴) مقایسه گردید و به این ترتیب مناطق پرمخاطره این محصولات در سطح استان خراسان رضوی، تعیین شد.

مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک جلد (۱۷)، شماره (۳) ۱۳۸۹

جدول ۳- دماهای بحرانی برای برخی از گیاهان زراعی در مراحل مختلف رشد بر حسب درجه سانتی‌گراد (میرمحمدی‌مبیدی، ۲۰۰۳).

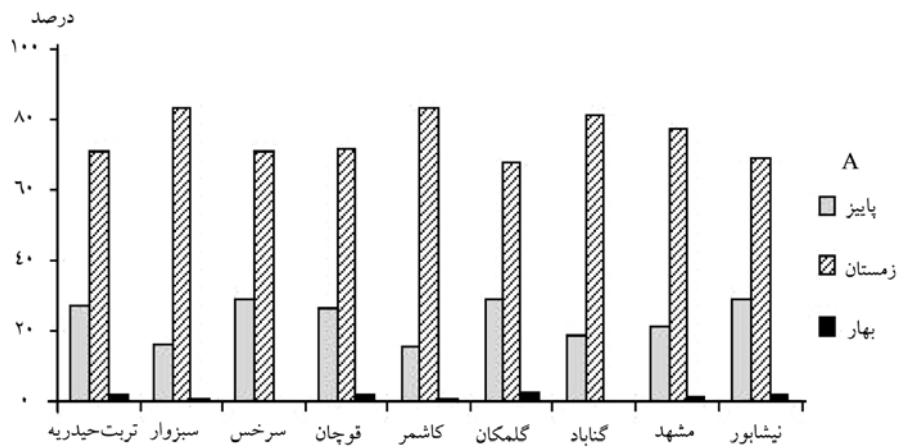
نام	جوانه‌زنی	گل‌دهی	رسیدگی فیزیولوژیک
گندم	-۱ تا -۲	-۱ تا -۲	-۲ تا -۵
جو	-۲ تا -۳	-۱ تا -۲	-۳ تا -۴
چغندر قند	-۶ تا -۷	-	-۳
پنبه	-۱ تا -۲	-۱ تا -۲	-۲ تا -۳

جدول ۴- دماهای بحرانی برای برخی از گیاهان باغی در مراحل مختلف رشد بر حسب درجه سانتی‌گراد (میرمحمدی‌مبیدی، ۲۰۰۳؛ امیرقاسمی، ۲۰۰۲).

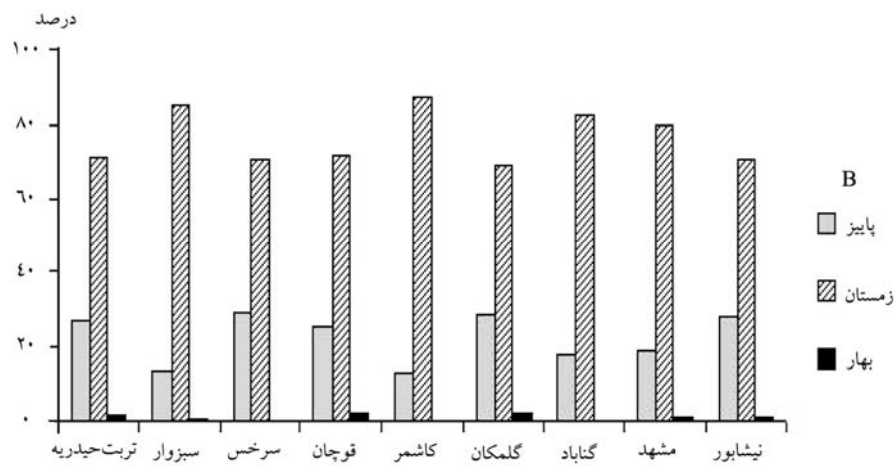
نام	جوانه در مرحله نشان دادن رنگ	شکوفه کامل	میوه کوچک
سیب	-۲/۸	-۱/۷	-۱/۱
زردآلو	-۱/۱	-۰/۶	۰
گلابی	-۲/۲	-۱/۷	-۱/۱
هلو	-۳/۹	-۲/۲	-۱/۱
آلو	-۱/۱	-۰/۶	-۰/۶
گیلاس	-۶ تا -۱/۵	-۲/۳ تا -۱/۳	-۱/۵
گوجه	-۱/۳ تا -۶/۵	-۱/۳ تا -۰/۵	-۰/۵
بادام	-۴/۵	-۲/۷	-۱/۳
انگور	-۱/۳	-۰/۵	-۰/۵
گردو	-۱	-۱	-۱

نتایج و بحث

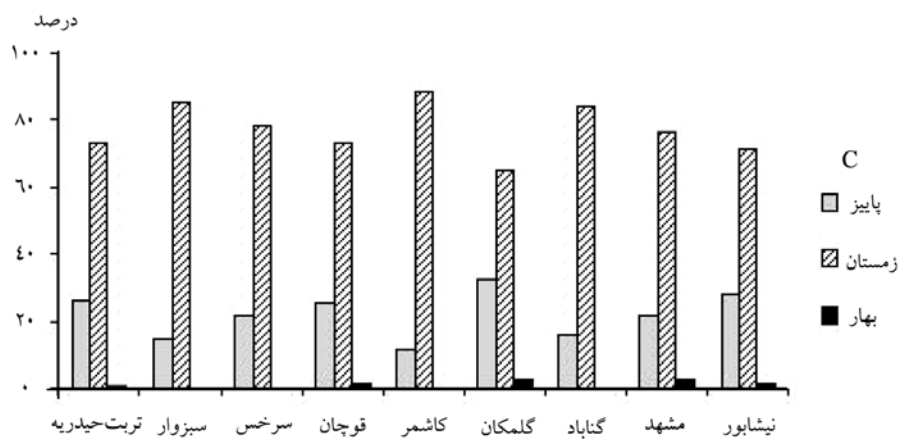
شکل‌های ۱ تا ۶، نمودارهای آماری نتایج فصلی ۹ ایستگاه سینوپتیک تحت بررسی را که براساس درصد فراوانی نسبی وقوع چرخه‌های یخ و ذوب در سه فصل پاییز، زمستان و بهار رسم شده‌اند برای هر یک از ۶ گستره دمایی در نظر گرفته شده، نشان می‌دهند.



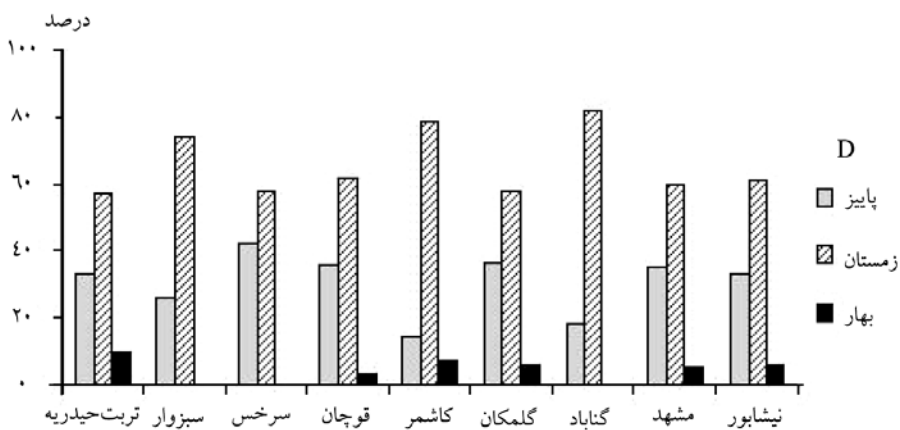
شکل ۱- نمودار درصد فراوانی نسبی فصلی ایستگاه‌های دارای چرخه یخ و ذوب براساس روزهای با دماهای کمینه کوچک‌تر و مساوی ۲- و دمای بیشینه بزرگ‌تر و مساوی ۲.



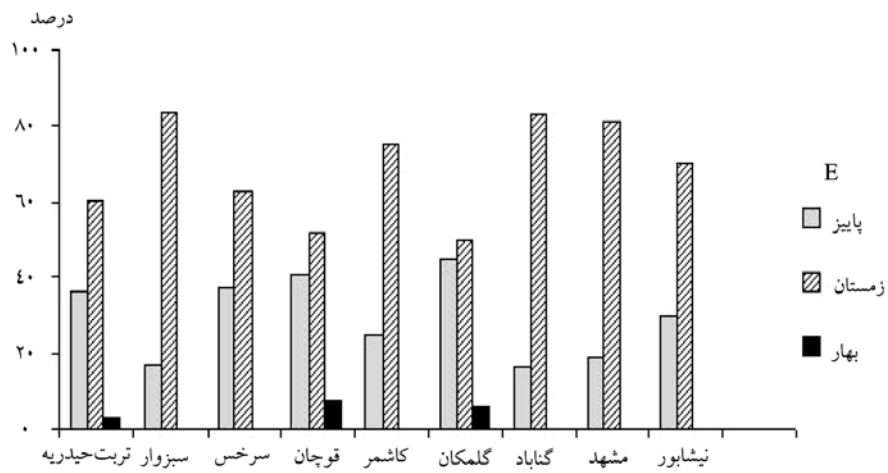
شکل ۲- نمودار درصد فراوانی نسبی فصلی ایستگاه‌های دارای چرخه یخ و ذوب براساس روزهای با دماهای کمینه کوچک‌تر و مساوی ۳- و دمای بیشینه بزرگ‌تر و مساوی ۳.



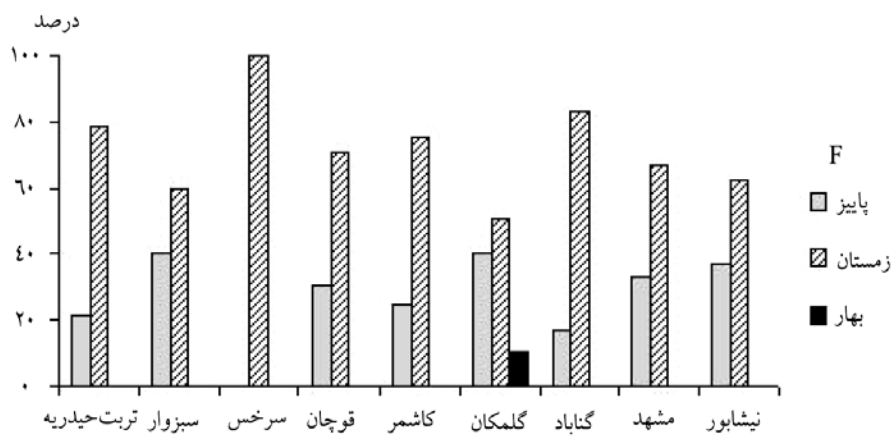
شکل ۳- نمودار درصد فراوانی نسبی فصلی ایستگاه‌های دارای چرخه یخ و ذوب براساس روزهای با دماهای کمینه کوچک‌تر و مساوی ۰- و دمای بیشینه بزرگ‌تر و مساوی ۵.



شکل ۴- نمودار درصد فراوانی نسبی فصلی ایستگاه‌های دارای چرخه یخ و ذوب براساس روزهای با دماهای کمینه مساوی ۲- و بیشینه بزرگ‌تر از ۲.



شکل ۵- نمودار درصد فراوانی نسبی فصلی ایستگاه‌های دارای چرخه یخ و ذوب براساس روزهای با دماهای کمینه مساوی ۳- و بیشینه بزرگ‌تر از ۳.



شکل ۶- نمودار درصد فراوانی نسبی فصلی ایستگاه‌های دارای چرخه یخ و ذوب براساس روزهای با دماهای کمینه مساوی ۵- و بیشینه بزرگ‌تر از ۵.

نتایج ارایه شده نشان می‌دهد که بیش‌ترین میزان وقوع چرخه یخ و ذوب در همه ۶ 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 بیش‌تر گستره‌های دمایی در ایستگاه‌های گلمکان و تربت‌حیدریه، مشاهده می‌شود در حالی‌که در ایستگاه‌های سرخس و گناباد در برخی از گستره‌های دمایی، هیچ‌گونه چرخه یخ و ذوبی مشاهده نمی‌شود. در فصل زمستان میزان وقوع این پدیده در ایستگاه‌های بررسی شده بین حداقل ۵۰ تا حداکثر ۱۰۰ درصد متغیر است. همچنین فراوانی این چرخه‌ها در این فصل از تنوع قابل ملاحظه‌ای برخوردار می‌باشد، به‌طوری‌که در گستره دمایی A، B و C سه شهرستان کاشمر و سبزوار و گناباد به ترتیب رتبه‌های اول تا سوم را به خود اختصاص داده‌اند، در حالی‌که در گستره دمایی D شهرستان گناباد رتبه اول و شهرستان‌های کاشمر و سبزوار، رتبه‌های دوم و سوم را دارا بودند. همچنین در گستره دمایی E باز هم شهرستان گناباد رتبه اول را دارا می‌باشد ولی رتبه دوم به شهرستان سبزوار و رتبه سوم به شهرستان مشهد، اختصاص یافته است. در گستره دمایی F نیز شهرستان‌های سرخس، گناباد و تربت‌حیدریه در رتبه‌های اول تا سوم قرار دارند و چنان‌چه در شکل ۶ مشاهده می‌شود، در این گستره دمایی میزان وقوع چرخه یخ و ذوب برای ایستگاه سرخس برابر ۱۰۰ درصد می‌باشد یعنی کل چرخه‌های یخ و ذوب سرخس در این گستره دمایی در فصل زمستان ایجاد می‌شوند. در فصل پاییز نیز بیش‌ترین فراوانی این پدیده در اغلب گستره‌های دمایی، مربوط به ایستگاه گلمکان و کم‌ترین آن مربوط به ایستگاه‌های کاشمر، سبزوار و گناباد می‌باشد.

به‌طورکلی باید به این نکته توجه داشت که به‌رغم فراوانی بیش‌تر چرخه‌های یخ و ذوب در فصل زمستان، به‌دلیل 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 به‌ویژه در گستره‌های دمایی باریک (A، B و C)، چندان خسارت‌زا نمی‌باشد. با این‌حال به‌رغم فراوانی کم‌تر چرخه‌های یخ و ذوب در گستره‌های پهن (D، E و F)، احتمالاً این پدیده می‌تواند در فصل زمستان موجب خسارت به گیاهان در مناطق مستعد آن شود. گرچه در فصل پاییز و بهار 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 سرمدوست و درختان میوه (جدول‌های ۳ و ۴) در مراحل اولیه خوسرمایی هستند و وقوع چرخه‌های یخ و ذوب احتمالاً مخاطره‌آمیز خواهد بود. در فصل بهار نیز به‌طورکلی پدیده خوسرمایی برای گیاهان زراعی پاییزه و یا درختان میوه در حال از بین رفتن است و جوانه‌های آن‌ها نیز در حال شکوفایی می‌باشند (جدول‌های ۳ و ۴) و حتی برای گیاهان یک‌ساله

بهاره نیز شرایط برای خوسرمایی مهیا نیست و بنابراین احتمال خسارت به گیاهان در اثر این پدیده در این فصل، زیاد است.

با توجه به دلایل گفته شده فراوانی نسبی وقوع چرخه‌های یخ و ذوب در طی ماه‌های پاییز و بهار برای هر یک از ایستگاه‌های تحت بررسی به‌طور جداگانه مورد بررسی قرار گرفتند که نتایج در جدول ۵ نشان داده شده است. در بررسی داده‌های جدول ۵ مشاهده شد که در مهرماه در شهرستان‌های سبزوار، گناباد و کاشمر، هیچ‌گونه چرخه یخ و ذوبی ایجاد نمی‌شود، در حالی که بیش‌ترین میزان وقوع این پدیده در این ماه، مربوط به ایستگاه‌های مشهد و نیشابور (گستره دمایی F) و ایستگاه سرخس (گستره دمایی D) می‌باشد.

جدول ۵- درصد فراوانی نسبی ماهانه تعداد روزهای دارای چرخه یخ و ذوب در استان خراسان رضوی (۱۳۸۷-۱۳۶۸).

F	E	D	C	B	A	ایستگاه‌ها
min = -۵	min = -۳	min = -۲	min ≤ -۵	min ≤ -۳	min ≤ -۲	
max > ۵	max > ۳	max > ۲	max ≥ ۵	max ≥ ۳	max ≥ ۲	
مهر						
۰/۰۰	۳/۰۳	۳/۳۳	۰/۸۳	۰/۵۶	۰/۷۸	تریت حیدریه
۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	سبزوار
۰/۰۰	۰/۰۰	۸/۳۳	۰/۰۰	۱/۵۴	۰/۸۵	سرخس
۰/۰۰	۳/۷۰	۰/۰۰	۱/۰۹	۱/۱۲	۰/۷۶	قوچان
۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	کاشمر
۰/۰۰	۰/۰۰	۲/۷۸	۲/۱۷	۱/۵۰	۱/۷۶	گلمکان
۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	گناباد
۱۱/۱۱	۰/۰۰	۰/۰۰	۲/۱۷	۰/۶۲	۰/۳۸	مشهد
۶/۲۵	۰/۰۰	۲/۷۸	۰/۸۸	۰/۹۳	۱/۳۰	نیشابور
آبان						
۷/۱۴	۹/۰۹	۱۰/۰۰	۴/۴۱	۴/۴۵	۴/۴۹	تریت حیدریه
۰/۰۰	۰/۰۰	۴/۳۵	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۵۵	سبزوار
۰/۰۰	۱۲/۵۰	۸/۳۳	۷/۱۴	۴/۶۱	۴/۲۷	سرخس
۰/۰۰	۱۱/۱۱	۳/۲۲	۴/۴۰	۵/۶۰	۵/۳۰	قوچان
۰/۰۰	۰/۰۰	۷/۱۴	۰/۰۰	۰/۰۰	۲/۱۳	کاشمر
۱۰/۱۰	۱۱/۱۱	۸/۳۳	۶/۵۲	۵/۶۴	۶/۵۵	گلمکان
۰/۰۰	۰/۰۰	۴/۵۴	۰/۰۰	۱/۶۲	۲/۳۳	گناباد
۰/۰۰	۰/۰۰	۵/۰۰	۲/۱۷	۳/۰۸	۳/۳۹	مشهد
۶/۲۵	۲۰/۰۰	۸/۳۳	۲/۶۳	۵/۶۱	۶/۴۸	نیشابور

F	E	D	C	B	A	ایستگاه‌ها
min = -۵	min = -۳	min = -۲	min ≤ -۵	min ≤ -۳	min ≤ -۲	
max > ۵	max > ۳	max > ۲	max ≥ ۵	max ≥ ۳	max ≥ ۲	
آذر						
۱۴/۲۸	۲۴/۲۴	۲۰/۰۰	۲۰/۵۹	۲۱/۷۳	۲۱/۶۸	تریت حیدریه
۴۰/۰۰	۱۶/۶۷	۲۱/۷۴	۱۴/۸۱	۱۳/۶۳	۱۵/۳۸	سبزواری
۰/۰۰	۲۵/۰۰	۲۵/۰۰	۱۴/۲۸	۲۳/۰۷	۲۳/۹۳	سرخس
۳۰/۳۰	۲۵/۹۲	۳۲/۲۶	۱۹/۷۸	۱۹/۰۳	۱۹/۹۵	قوچان
۲۵/۰۰	۲۵/۰۰	۷/۱۴	۱۱/۱۱	۱۲/۸۶	۱۳/۴۷	کاشمر
۳۰/۳۰	۳۳/۳۳	۲۵/۰۰	۲۳/۹۱	۲۱/۴۳	۲۰/۶۵	گلمکان
۱۶/۶۷	۱۶/۶۶	۱۳/۶۳	۱۶/۰۰	۱۶/۲۶	۱۶/۳۵	گناباد
۲۲/۲۲	۱۸/۷۵	۳۰/۰۰	۱۷/۳۹	۱۵/۴۳	۱۷/۳۶	مشهد
۲۵/۰۰	۱۰/۰۰	۲۲/۲۲	۲۴/۵۶	۲۱/۴۹	۲۱/۳۸	نیشابور
فروردین						
۰/۰۰	۳/۰۳	۱۰/۰۰	۰/۷۳	۱/۶۷	۲/۱۵	تریت حیدریه
۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۹۱	۰/۵۵	سبزواری
۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	سرخس
۰/۰۰	۷/۴۱	۳/۲۲	۱/۰۹	۲/۲۴	۲/۲۷	قوچان
۰/۰۰	۰/۰۰	۷/۱۴	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۷۱	کاشمر
۱۰/۱۰	۵/۵۵	۵/۵۵	۲/۱۷	۱/۸۸	۲/۵۲	گلمکان
۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	گناباد
۰/۰۰	۰/۰۰	۵/۰۰	۲/۱۷	۱/۲۳	۱/۱۳	مشهد
۰/۰۰	۰/۰۰	۲/۷۷	۰/۸۸	۰/۹۳	۱/۵۱	نیشابور
اردیبهشت						
۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	تریت حیدریه
۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	سبزواری
۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	سرخس
۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	قوچان
۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	کاشمر
۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۳۷	۰/۲۵	گلمکان
۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	گناباد
۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	مشهد
۰/۰۰	۰/۰۰	۲/۷۸	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۲۱	نیشابور

بنابراین در مهرماه احتمال خسارت به گیاهان زراعی مانند پنبه و یا چغندر قند در مناطقی مانند سبزواری، گناباد و کاشمر کم‌تر از مناطقی مانند مشهد، سرخس و نیشابور می‌باشد. در آبان‌ماه در گستره دمایی E در ایستگاه نیشابور میزان وقوع این پدیده ۲۰ درصد می‌باشد و شهرستان‌های سرخس، قوچان و گل‌مکان نیز رتبه بالایی را دارا می‌باشند. همچنین فراوانی این پدیده در شهرستان‌های گناباد، سبزواری و کاشمر در این ماه نسبت به شهرستان‌های دیگر استان کم‌تر است. در آذرماه وقوع چرخه‌های یخ و ذوب در گستره F در ایستگاه سبزواری نسبت به سایر شهرستان‌ها بیش‌تر است. در این ماه در اغلب شهرستان‌ها (به‌جز سرخس، گناباد و تربت‌حیدریه) روند وفور نسبی چرخه‌های یخ و ذوب از گستره باریک به گستره پهن تقریباً به‌صورت افزایشی بوده و بنابراین به‌نظر می‌رسد که در این مناطق در اثر وقوع چرخه‌های یخ و ذوب، خسارات زیادی به گیاهان زراعی و باغی وارد می‌شود. بررسی وقوع چرخه‌های یخ و ذوب در فروردین‌ماه نشان داد که احتمال رخداد این پدیده در این ماه نسبت به سایر ماه‌های بهار بیش‌تر است به‌طوری‌که بیشینه آن در گستره‌های F و D و به‌ترتیب متعلق به ایستگاه‌های گل‌مکان و تربت‌حیدریه می‌باشد. همچنین کمینه این ماه مربوط به شهرستان‌های سرخس و گناباد می‌باشد که در ۶ گستره دمایی تحت بررسی، هیچ موردی از این پدیده را نشان ندادند. در اردیبهشت‌ماه، هر چند در بیش‌تر نقاط، درصد فراوانی نسبی وقوع این پدیده صفر است اما در برخی ایستگاه‌ها مانند نیشابور و گل‌مکان، احتمال رخداد این پدیده وجود دارد و بنابراین این دو منطقه در این ماه، می‌توانند مخاطره‌آمیز باشند. در خردادماه نیز در همه ۶ گستره دمایی، درصد فراوانی نسبی وقوع این پدیده صفر بود (داده‌ها در جدول ۵ نشان داده نشده‌اند).

در مجموع به‌نظر می‌رسد که در ماه‌های فروردین و اردیبهشت که درختان میوه اغلب در ابتدای مرحله گلدهی هستند به‌دلیل وفور نسبی بیش‌تر این تنش آب و هوایی در شهرستان‌هایی مانند نیشابور، تربت‌حیدریه و گل‌مکان، این گیاهان دچار خسارت خواهند شد (جدول ۴). همچنین کاشت زودهنگام (در فروردین‌ماه و اردیبهشت‌ماه) پنبه در مناطقی مانند سبزواری، کاشمر و نیشابور، پرمخاطره است در حالی‌که در گناباد و سرخس، احتمالاً کاشت آن با خطری مواجه نخواهد شد.

منابع

1. Alizadeh, A. and Mousavi-Baygi, M. 1994. Determination of early autumn and late spring freezing in Khorasan, Nivar, 24: 38-56. (In Persian)
2. Amirghasemi, T. 2002. Frost of plant. Ayandegan Press, 123p. (In Persian)
3. Anjum, M.A. 2003. Cellular damage to the callus cells of potato subjected to freezing, Biological Plantarum, 46: 1. 1-6.
4. 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, 4: 1. 1-6.
5. Chamberlain, E.J. 1981. Frost susceptibility of soil, CRREL Monograph, 81: 2. 121.
6. 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: 788-797.
7. Chen, P.M., Gusta, L.V. and Stout, D.G. 1978. Changes in membrane permeability of winter wheat cells following freeze-thaw injury as determined by nuclear magnetic resonance, Plant Physiol. 61: 878-882.
8. Ghazanfari-Moghaddam, M.S., Mousavi-Baygi, M. and Sanaeinejad, H. 2008. Developing a thermodynamic model to predict minimum temperature due to cold air accumulation over a complex terrain, J. Water and Soil, 22: 2. 165-174. (In Persian)
9. Hinch, D.K. and Schmitt, J.M. 1992. Freeze-thaw injury and cryoprotection of thylakoid membranes in Water and life, Springer, Pp: 316-337.
10. Hinch, D.K. 2002. Cryoprotectin: a plant lipid-transfer protein homologue that stabilizes membranes during freezing, Phil Trans, Res. Soc. Lond. B. 357: 909-916.
11. 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.
12. Katsumim, M. and Yamamoto, Y. 1979. The relationship of some glycosidases to the endogenous and IAA-induced growth of light-grown cucumber hypocotyls, Physiol. Plant, 45: 45-50.
13. Krause, G.H., Grafflage, S., Rumich-Bayer, S. and Somersalo, S. 1988. Effects of freezing on plant mesophyll cells. Symp, Soc Biol. 42: 311-327.
14. Levitt, J. 1972. Responses of Plants to Environmental Stresses. Academic Press, New York, 697p.
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. McKersia, B.D. and Leshem, Y.Y. 1994. Stress and stress coping in cultivated plants, Kluwer Academic publishers, the Netherlands, 256p.

17. Mirmohammadi-Meybodi, A.M. 2003. The management of frost and freezing stresses of crop and garden plants, Industrial University of Isfahan Press, 312p. (In Persian)
18. Miyanabadi, A., Mousavi-Baygi, M., Sanaeinejad, H. and Nezami, A. 2009. Assessment and mapping of early autumn, late spring and winter freezing in Khorasan Razavi province using GIS, *J. Water and soil*, 23: 1. 79-90. (In Persian)
19. 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, *J. Water and Soil*, 22: 2. 456-466. (In Persian)
20. Oztas, T. and Fayetorbay, F. 2003. Effect of freezing and thawing processes on soil aggregate stability, *Catena*, 52: 1-8.
21. Pearce, R.S. 2001. Plant Freezing and Damage, *Annals of Botany*, 87: 417-424.
22. Steponkus, P.L., Uemura, M. and Webb, M.S. 1993. Redesigning crops for increased tolerance to freezing stress, Springer-Verlag, Berlin, Pp: 697-714.
23. Wery, J., Silim, S.N., Knights, E.J., Malhotra, R.S. and Cousin, R. 1994. Screening techniques and Sources of tolerance to extremes of moisture and air temperature in cool season food legumes, Kluwer Academic publishers, The Netherlands, Pp: 439-456.
24. Wiest, S.C. and Steponkus, P.L. 1978. Freeze-thaw injury to isolated spinach protoplasts and its stimulation at above freezing temperatures, *Plant Physiol.* 62: 699-705.
25. Ziaee, A.R., Kamgar-Haghighi, A.A., Sepaskhah, A.R. and Ranjbar, S. 2006. Development of Fars Province Probable Minimum Temperature Atlas Using Meteorological Data, *J. Sci. and Technol. of Agric. and Natur. Resour.* 10: 3. 13-27. (In Persian)



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 17(3), 2010
www.gau.ac.ir/journals

Calculation of relative frequency of freezing and thaw cycles to identify risky regions for important garden and crop plants in Khorasan Razavi province

***M. Mousavi-Baygi¹, B. Ashraf² and A. Nezami³**

¹Associate Prof., Dept. of Water Engineering, Ferdowsi University of Mashhad,

²M.Sc. Student, Dept. of Water Engineering, Ferdowsi University of Mashhad,

³Associate Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Ferdowsi University of Mashhad

Received: 2010/01/02; Accepted: 2010/07/25

Abstract

Freezing and thaw cycles that appear due to consistent decrease and increase of temperature in the short-term period are the important factors of damage to crop and garden plants in susceptible area. In this research to calculate the relative frequency of freezing and thaw cycles in the Khorasan Razavi province, the daily minimum and maximum temperatures of 9 synoptic stations were used over 20 statistic years (1989-2008). Also 6 distinct range of temperatures including: the minimum temperatures lower and equal to -2 and the maximum temperatures greater and equal to 2 (A), the minimum temperatures lower and equal to -3 and the maximum temperatures greater and equal to 3 (B), the minimum temperatures lower and equal to -5 and the maximum temperatures greater and equal to 5 (C), the minimum temperatures equal to -2 and the maximum temperatures greater than 2 (D), the minimum temperatures equal to -3 and the maximum temperatures greater than 3 (E) and the minimum temperatures equal to -5 and the maximum temperatures greater than 5 were presented. Following processing by a computer program in the FORTRAN space, the averages of monthly, seasonal and annual number of days with this phenomenon were calculated for each station and then the relative frequencies of monthly and seasonal were obtained. Results showed that, relative frequency of freezing and thaw cycles in winter is highest, but cold-season cereals and fruit trees show lower damage than spring and autumn seasons, because of cold acclimation phenomenon in this season. Monthly investigation showed that in October, the probability of damage to crop plants such as cotton or sugar beet in regions such as Sabzevar, Gonabad and Kashmar is less than regions such as Mashhad, Sarakhs and Neyshabur. In March and April, fruit trees may have faced with damage in Neyshabur, Torbat heydariye and Golmakan. Also in these months, early implant of cotton is risky in regions such as Sabzevar, Kashmar and Neyshabur.

Keywords: Freezing and thaw cycles, Minimum temperature, Maximum temperature, Critical temperature, Cold acclimation

* Corresponding Author; Email: mousavi500@yahoo.com