نشریه آب و خاک
جلد ۲۴، شماره ۵، آذر - دی ۱۳۸۹، ص. ۸۸۳-۸۷۴

Journal of Water and Soil
Vol. 24, No. 5, Nov-Dec 2010, p. 874-883

تعیین چرخه‌های یخ و ذوب و پهنه‌بندی مناطق مستعدآن با *GIS* در استان خراسان رضوی

محمد موسوی بایگی[۱*]- بتول اشرف[۲]- احمد نظامی[۳]

تاریخ دریافت:۸۸/۸/۱۱
تاریخ پذیرش: ۸۹/۵/۲۴

چکیده

کاهش و افزایش مداوم دما طی یک دوره زمانی کوتاه مدت که اصطلاحاً چرخه‌های یخ و ذوب نامیده می‌شود، یکی از عوامل مهم خسارت به محصولات کشاورزی است. در این تحقیق برای تعیین چرخه‌های یخ و ذوب در استان خراسان رضوی، داده‌های دمای کمینه و بیشینه روزانه نه ایستگاه هواشناسی سینوپتیک در طی ۲۰ سال آماری (۱۳۸۷- ۱۳۶۸) مورد استفاده قرار گرفت. همچنین شش 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*، تعداد روزهای وقوع این پدیده در هر یک از ایستگاه‌های موجود به صورت ماهانه، فصلی و سالانه تعیین و مناطق مستعد آن شناسایی و پهنه بندی شد. نتایج نشان داد که فصل زمستان دارای بیش‌ترین تعداد روزهای با چرخه یخ و ذوب می‌باشد و فصول پاییز و بهار به ترتیب در رده‌های بعدی قرار دارند. همچنین ایستگاه‌های تربت‌حیدریه، نیشابور و قوچان در اغلب گستره‌های دمایی، بالاترین میزان وقوع این پدیده در استان خراسان رضوی را دارا می‌باشند. کم‌ترین تعداد روزهای دارای چرخه یخ و دوب نیز غالباً در ایستگاه‌های سرخس، کاشمر و سبزوار مشاهده می‌شود.

واژه‌های کلیدی: پهنه بندی، چرخه‌های یخ و ذوب، خراسان رضوی، دمای بیشینه، دمای کمینه

مقدمه

دمای هوا یکی از پارامترهای اقلیمی است که در کشاورزی و محیط زیست از اهمیت زیادی برخوردار است. 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 داده‌اند که در اغلب نواحی، مهم‌ترین عامل محدودکننده بقاء گیاه در زمستان، درجه‌حرارت‌های پایین و پدیده یخبندان است (۱۱). به طور کلی یخبندان به شرایطی اطلاق می‌شود که در آن، دمای سطح زمین و اشیائی که در ارتباط با آن می‌باشند به کم‌تر از صفر درجه سلسیوس می‌رسد و کریستال‌های نازک یخ بر روی آن‌ها تشکیل می‌شود (۴). در هواشناسی کشاورزی، یخبندان به وقوع دماهای پایین در حدی که منجر به خسارت به بافت‌های گیاهی شود، اطلاق می‌گردد و این نوع یخبندان با توجه به دماهای بحرانی مختلف برای محصولات زراعی گوناگون، متفاوت است (۱ و ۲). مطالعات مک‌کرسی و لشم (۱۱) نشان داد که شدت تنش یخبندان بسته به سرعت سرد شدن هوا و حداقل درجه حرارت و دوره یخبندان، متفاوت است. بلوم (۶) بیان نموده است که در صورت تداوم یخ زدگی، ممکن است داخل سلول‌های گیاه نیز، یخ تشکیل شود که این نوع یخبندان، اغلب کشنده است و بیش‌تر در غلات زمستانه مشاهده می‌شود. ایوپوقلو و همکاران (۸) بیان کردند که کاهش دما در پاییز و نوسانات در ریزش نزولات جوی ممکن است، جوانه‌زنی و سبز شدن گیاه را تحت تأثیر قرار دهد و در نتیجه گیاه در هنگام وقوع سرمای سخت زمستان در مرحله رشد نامناسبی باشد. بنابراین انتخاب تاریخ کاشت نامناسب باعث کاهش عملکرد می‌شود. سکسینا (۱۲) در مطالعات خود به این نتیجه رسید که حساسیت به یخبندان و القاء

۱ و ۲- به ترتیب دانشیار و دانشجوی کارشناسی ارشد هواشناسی کشاورزی، گروه مهندسی آب، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: (Email: mousavi500@yahoo.com
۳- دانشیار گروه زراعت و اصلاح‌نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی‌مشهد

تحمل به یخبندان با سرعت رشد و فعالیت‌های متابولیکی گیاه، ارتباط دارد. به عنوان مثال ارقام بهاره باقلا، سرعت رشد بیش‌تر و اسیمیلاسیون بالاتری نسبت به ارقام زمستانه دارند و بنابراین حساسیت بیش‌تری نیز نسبت به یخبندان، نشان می‌دهند. وری و همکاران (۱۶) گزارش کردند که در بین لاین‌های نخود که در جنوب شرقی فرانسه برای مقاومت به یخبندان (حداقل دما ۱۰- تا ۱۸/۵- درجه سانتی گراد) مورد ارزیابی قرار گرفتند، تنوع وجود داشت. آن‌ها بیان کردند که در میزان تحمل گیاه به سرما، مرحله فنولوژیکی اهمیت زیادی دارد و مقاومت به سرما با پیشرفت رشد گیاه از جوانه زنی به گلدهی کاهش می یابد. سینگ و همکاران (۱۳) در آزمایشات خود مشاهده کردند که در نتیجه کاهش سریع دما در زمستان، بسیاری از لاین‌های نخود از بین رفتند.

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 (۱۵) در تحقیقات خود نشان داد که معمولاً یکی از اصول اولیه در پیش‌بینی یخبندان، یافتن راهی جهت تخمین دمای حداقل است. کارپیرو (۷) دریافت که در مناطق کوهستانی دمای بیشینه روزانه می‌تواند معیاری مناسب جهت پیش‌بینی وقوع یخبندان به کار رود. این محقق توانست تاریخ وقوع آخرین یخبندان‌ها در بهار در منطقه مونتانا را در روزهایی که حداکثر دمای روزانه به ۲۱ درجه سانتی گراد می‌رسید، تخمین بزند. کتز و مورفی (۹) بیان کردند که پیش‌بینی میزان خسارت احتمالی که در یک دوره یخبندان معین اتفاق می‌افتد، به عوامل زیادی بستگی دارد که نوع گیاه، یکی از این عوامل است. وایت من (۱۷) دمای یخبندان را برای اکثر میوه‌ها، گیاهان و گل‌ها بر پایه محاسبات آزمایشگاهی پیش‌بینی نمود. در مطالعه‌ای که در فرانسه انجام شد نیز مناطق مستعد وقوع سرما با استفاده از *GIS* پهنه‌بندی شد (۱۰). در ایران نیز مطالعاتی هرچند اندک در این زمینه صورت گرفته است. به عنوان مثال ضیایی و همکاران (۳) با استفاده از آمار هواشناسی در استان فارس، تاریخ وقوع دماهای منجر به سرمازدگی در بهار و پائیز را برای دوره‌های برگشت مختلف تخمین زدند. آن‌ها نشان دادند که هر چه عرض جغرافیایی ایستگاه کم‌تر شود اولین یخبندان‌ها دیرتر و آخرین یخبندان‌ها زودتر اتفاق می‌افتد. میان آبادی و همکاران (۵) 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 این 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 بازه‌های 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 (۶). تحقیقات استپونکوس[1] و همکاران و نیز مک کرسی و لشم نشان داد که ماهیت خسارت ایجاد شده در هنگام تنش یخ و ذوب، بستگی به دما، سرعت کاهش و افزایش دما و هاردنینگ گیاه دارد و گیاهانی که قبل از این پدیده در شرایط هاردنینگ قرار داشته‌اند، تا حدی قادر به تحمل آن هستند (۱۴ و ۱۱).

با توجه به این مطالب بدیهی است که چرخه‌های یخ و ذوب از جمله مهم‌ترین عوامل خسارت به محصولات کشاورزی می‌باشند ولی متأسفانه در کشور ما علی‌رغم وجود این مسئله، تاکنون مطالعات جدی در این زمینه صورت نگرفته است. لذا هدف از انجام این تحقیق، تعیین چرخه‌های یخ و ذوب و شناسائی مناطق مستعد این پدیده در استان خراسان رضوی با استفاده از آمار دماهای کمینه و بیشینه اندازه‌گیری شده توسط ایستگاه‌های هواشناسی سینوپتیک موجود در سطح استان و پهنه‌بندی این مناطق توسط *GIS* در جهت جلوگیری و یا کاهش خسارات ناشی از آن می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در این تحقیق، استان خراسان رضوی است که در منطقه معتدل شمالی قرار دارد و از نظر موقعیت طبیعی به دو بخش شمالی و جنوبی تقسیم می شود. بلندترین نقطه استان در ارتفاعات بینالود در شمال نیشابور با ارتفاع ۳۲۱۱ متر از سطح دریا و پست ترین 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 قابل توجه از شرایط مناسب کشاورزی برخوردار می‌باشند. اما بخش‌های جنوبی استان به سبب مجاورت با کویر و پست بودن ناحیه دارای میزان بارندگی کمی می باشند و شرایط مناسبی برای کشاورزی ندارند (۵). اقلیم استان نیز به طور معمول خشک و نیمه خشک است. خصوصیات هواشناسی و اقلیمی و نیز نوع اقلیم (بر اساس طبقه‌بندی‌های مختلف اقلیمی) هریک از ایستگاه‌های مورد بررسی به ترتیب در جدول ۱ و ۲ نشان داده شده است.

1 - Steponkus

جدول ۱- خصوصیات هواشناسی و اقلیمی ایستگاه‌های سینوپتیک استان خراسان رضوی[۱]

نام ایستگاه	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (متر)	میانگین دمای سالیانه (سانتیگراد)	حداقل دمای مطلق (سانتیگراد)	حداکثر دمای مطلق (سانتیگراد)	بارندگی سالیانه (میلی متر)	حداکثر بارندگی (میلی متر)	حداقل بارندگی (میلی متر)
تربت حیدریه	N ۱۶ ۳۵	۱۴۵۰/۸	۱۴/۲	-۲۲	۴۰	۲۷۹/۴	۴۱۶/۵	۱۵۶/۷
سبزوار	N ۱۲ ۳۶	۹۷۷/۶	۱۷/۳	-۲۰	۴۵/۵	۱۸۹/۱	۳۱۱/۴	۸۸/۲
سرخس	N ۳۲ ۳۶	۲۳۵	۱۷/۶	-۱۸/۶	۴۶/۶	۱۸۳/۱	۲۶۱	۹۹/۳
قوچان	N ۴ ۳۷	۱۲۸۷	۱۲/۶	-۲۱/۸	۴۰/۶	۳۰۱	۴۰۸	۲۰۳/۶
کاشمر	N ۱۲ ۳۵	۱۱۰۹/۷	۱۷/۵	-۹/۸	۴۲/۶	۲۱۷/۷	۲۹۹/۱	۱۴۵/۷
گلمکان	N ۲۹ ۳۶	۱۱۷۶	۱۳/۲	-۱۸/۸	۴۰/۸	۲۱۰/۷	۳۱۹/۱	۱۲۹
گناباد	N ۲۱ ۳۴	۱۰۵۶	۱۷	-۱۴/۲	۴۴/۲	۱۵۷/۵	۲۲۸/۳	۹۰/۸
مشهد	N ۱۶ ۳۶	۹۹۹/۲	۱۴	-۲۸	۴۳/۸	۲۵۷/۵	۴۲۷/۱	۱۳۰/۷
نیشابور	N ۱۶ ۳۶	۱۲۱۳	۱۴	-۱۷/۶	۴۱/۶	۳۴۳/۳	۲۵۰/۶	۱۵۸/۱

جدول ۲- نوع اقلیم ایستگاه‌های سینوپتیک استان خراسان رضوی بر اساس طبقه بندی های مختلف اقلیمی[۲]

نام ایستگاه	روش طبقه بندی		
	دومارتن	آمبرژه	ایوانف
تربت حیدریه	نیمه خشک	خشک سرد	استپی
سبزوار	خشک	خشک سرد	بیابانی
سرخس	خشک	خشک معتدل	بیابان
قوچان	نیمه خشک	نیمه خشک سرد	استپ جنگلی
کاشمر	خشک	خشک معتدل	بیابان
گلمکان	خشک	خشک سرد	استپی
گناباد	خشک	خسک شرد	بیابان
مشهد	نیمه خشک	خشک سرد	استپی
نیشابور	نیمه خشک	خشک سرد	استپی

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 ایستگاه ها در بررسی ها منظور نشدند.

داده‌های مورد نیاز در این پژوهش شامل داده‌های دمای کمینه و بیشینه روزانه نه 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 کلیه 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 این که امکان ایجاد چرخه‌های یخ و ذوب در ماه‌های گرم سال عملاً غیر ممکن است، داده‌های مربوط به سه ماه تیر، 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 کلیه بررسی‌ها بر اساس این شش 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 داده ها، به منظور هرچه کم تر 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 کلیه روزهایی که در شش 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 سال های آماری و در نتیجه زیاد بودن اعداد تعیین شده، میانگین تعداد روزهای دارای چرخه یخ و ذوب هر یک از نه ماه را به صورت کلی محاسبه کرده و در یک فایل خروجی ثبت کند. برنامه

۱ و۲- منبع: سازمان هواشناسی استان خراسان رضوی

مورد نظر برای داده‌های همه ایستگاه‌های نه گانه به طور مجزا اجرا شد. همچنین برای وضوح بیش‌تر نتایج به دست آمده، میانگین فصلی و سالانه آن‌ها نیز، برای تمام شش محدوده دمایی تحت بررسی و کلیه ایستگاه‌های موجود، تعیین و محاسبه شد. در نهایت با استفاده از میانگین سالانه تعداد روزهای دارای چرخه یخ و ذوب و با کمک نرم افزار *Arcview 3.2* (با روش درون یابی نزدیک ترین همسایگی)، نقشه‌های پهنه‌بندی نه ایستگاه سینوپتیک تحت بررسی استان خراسان رضوی، برای هر یک از شش گستره دمایی در نظر گرفته شده به طور جداگانه تهیه شد.

نتایج و بحث

چنانچه در بخش قبل گفته شد، محاسبات به صورت ماهانه، فصلی و سالانه انجام شده است اما برای رعایت اختصار، از ارائه جدول ماهانه صرف نظر شد و تنها جداول فصلی (جدول ۳) و سالانه (جدول ۴) که نتایج موجود را به صورت واضح‌تر و قابل فهم‌تری نشان می‌دهند، در این بخش ارائه گردید.

جدول ۳- متوسط فصلی تعداد روزهای دارای چرخه یخ و ذوب در استان خراسان رضوی (۱۳۸۷- ۱۳٦۸)

ایستگاه ها	*A*	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*
	$min \le -2$ $max \ge 2$	$min \le -3$ $max \ge 3$	$min \le -5$ $max \ge 5$	$min = -2$ $max > 2$	$min = -3$ $max > 3$	$min = -5$ $max > 5$
			پاییز			
تربت حیدریه	۴/۶۰	۳/۲۰	۱/۱۶	۰/۳۳	۰/۴۰	۰/۱۰
سبزوار	۰/۹۶	۰/۵۰	۰/۱۳	۰/۲۰	۰/۰۶	۰/۰۶
سرخس	۱/۱۳	۰/۶۳	۰/۱۰	۰/۱۶	۰/۱۰	۰/۰۰
قوچان	۳/۴۳	۲/۳۰	۰/۷۶	۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۱۰
کاشمر	۰/۷۳	۰/۳۰	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۳
گلمکان	۰/۳۶	۰/۲۰	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۳
گناباد	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
مشهد	۱/۸۶	۱/۰۳	۰/۳۳	۰/۲۳	۰/۱۰	۰/۱۰
نیشابور	۴/۵۰	۳/۰۰	۱/۰۶	۰/۴۰	۰/۲۰	۰/۲۰
			زمستان			
تربت حیدریه	۱۲/۱۰	۸/۵۶	۳/۳۳	۰/۵۶	۰/۶۶	۰/۳۶
سبزوار	۵/۰۶	۳/۱۳	۰/۷۶	۰/۵۶	۰/۳۳	۰/۱۰
سرخس	۲/۷۶	۱/۵۳	۰/۳۶	۰/۲۳	۰/۱۶	۰/۰۶
قوچان	۹/۴۶	۶/۴۳	۲/۲۳	۰/۶۳	۰/۴۶	۰/۲۳
کاشمر	۳/۹۳	۲/۰۳	۰/۲۶	۰/۳۶	۰/۱۰	۰/۱۰
گلمکان	۹/۰۳	۶/۱۳	۲/۰۰	۰/۷۰	۰/۳۰	۰/۱۶
گناباد	۵/۸۰	۳/۳۶	۰/۷۰	۰/۶۰	۰/۵۰	۰/۱۶
مشهد	۶/۸۶	۴/۳۰	۱/۱۶	۰/۴۰	۰/۴۳	۰/۲۰
نیشابور	۱۰/۶۶	۷/۶۰	۲/۷۰	۰/۷۳	۰/۴۶	۰/۳۳
			بهار			
تربت حیدریه	۰/۳۶	۰/۲۰	۰/۰۳	۰/۱۰	۰/۰۳	۰/۰۰
سبزوار	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
سرخس	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
قوچان	۰/۳۰	۰/۲۰	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۰۰
کاشمر	۰/۰۳	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۳	۰/۰۰	۰/۰۰
گلمکان	۰/۳۶	۰/۲۰	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۳
گناباد	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
مشهد	۰/۱۰	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۰	۰/۰۰
نیشابور	۰/۲۶	۰/۱۰	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۰۰	۰/۰۰

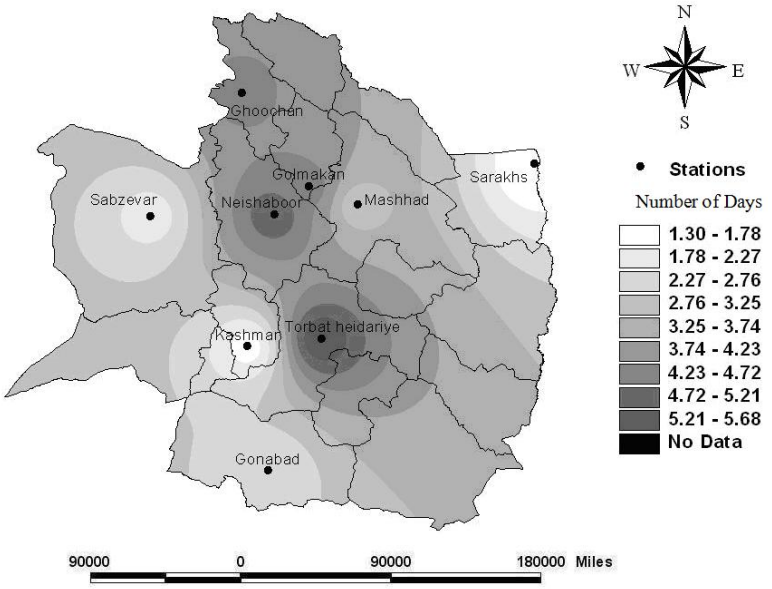
جدول ٤- متوسط سالانه تعداد روزهای دارای چرخه یخ و ذوب در استان خراسان رضوی (۱۳۸۷-۱۳٦۸)

ایستگاه ها	*A*	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*
	$min \le -2$	$min \le -3$	$min \le -5$	$min = -2$	$min = -3$	$min = -5$
	$max \ge 2$	$max \ge 3$	$max \ge 5$	$max > 2$	$max > 3$	$max > 5$
تربت حیدریه	۵/۶۸	۳/۹۸	۱/۵۱	۰/۳۳	۰/۳۶	۰/۱۵
سبزوار	۲/۰۲	۱/۲۲	۰/۳۰	۰/۲۵	۰/۱۳	۰/۰۵
سرخس	۱/۳۰	۰/۷۲	۰/۱۵	۰/۱۳	۰/۰۸	۰/۰۲
قوچان	۴/۴۰	۲/۹۷	۱/۰۱	۰/۳۴	۰/۳۰	۰/۱۱
کاشمر	۱/۵۶	۰/۷۷	۰/۱۰	۰/۱۵	۰/۰۳	۰/۰۴
گلمکان	۴/۴۱	۲/۹۵	۱/۰۲	۰/۴۰	۰/۲۰	۰/۱۱
گناباد	۲/۳۷	۱/۳۶	۰/۲۷	۰/۲۴	۰/۲۰	۰/۰۶
مشهد	۲/۹۴	۱/۸۰	۰/۵۱	۰/۲۲	۰/۱۷	۰/۱۰
نیشابور	۵/۱۴	۳/۵۶	۱/۲۶	۰/۴۰	۰/۲۲	۰/۱۷

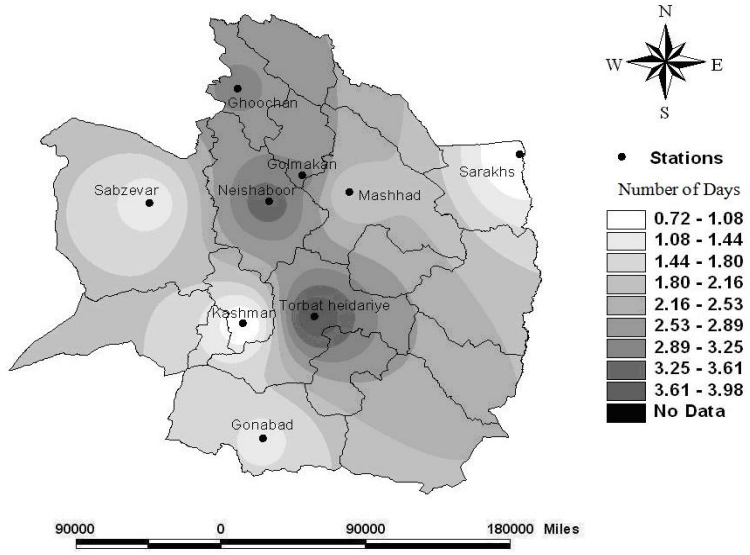
چنانکه در جدول ۳، مشاهده می‌شود، فصل زمستان دارای بیش-ترین تعداد روزهای با چرخه یخ و ذوب می‌باشد و فصول پاییز و بهار به ترتیب در رده‌های بعدی قرار دارند. بررسی داده‌های این جدول نشان داد که در هر سه فصل مذکور، ایستگاه‌های تربت حیدریه، نیشابور، قوچان و گلمکان در گستره‌های دمایی در نظر گرفته شده دارای بیش‌ترین میزان وقوع این پدیده می‌باشند. همچنین کم‌ترین تعداد روزهای دارای چرخه یخ و ذوب در فصل پاییز، غالباً در ایستگاه کاشمر و در زمستان، اکثراً در ایستگاه‌های سرخس و کاشمر مشاهده می‌شود. در فصل بهار نیز ایستگاه‌های سرخس و گناباد فاقد هرگونه چرخه یخ و ذوب می‌باشند.

در بررسی ارتفاع و عرض جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه (جدول ۱) مشاهده می‌شود که ایستگاه‌های تربت‌حیدریه، نیشابور، قوچان و گلمکان که بیش‌ترین میزان وقوع چرخه‌های یخ و ذوب را نشان داده‌اند، دارای ارتفاع بالاتری نسبت به سایر ایستگاه‌ها می-باشند. از سوی دیگر دو ایستگاه کاشمر و گناباد هر چند که نسبتاً مرتفع بوده‌اند ولی به دلیل پایین بودن عرض جغرافیایی، وقوع کم-تری از این پدیده را نشان داده‌اند، در حالی که ایستگاه سرخس علی-رغم این که در عرض جغرافیایی بالا قرار گرفته اما به دلیل پایین بودن ارتفاع غالباً کم‌ترین تعداد روزهای با چرخه یخ و ذوب را دارا می‌باشد.

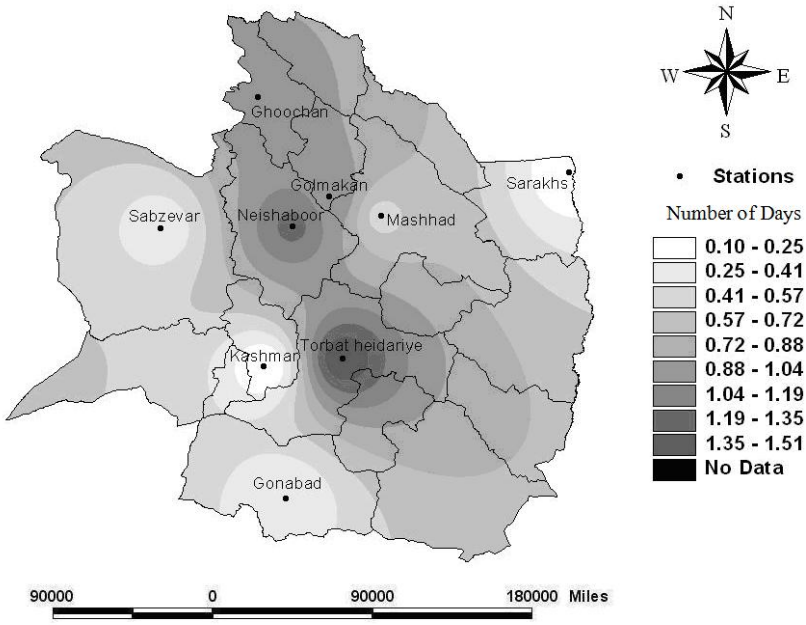
شکل ۱ تا ۶ نقشه‌های پهنه‌بندی نه ایستگاه سینوپتیک تحت بررسی را که بر اساس متوسط سالانه تعداد روزهای دارای چرخه یخ و ذوب، تهیه شده‌اند (جدول ۴)، برای هر یک از شش محدوده دمایی در نظر گرفته شده، نشان می‌دهند.



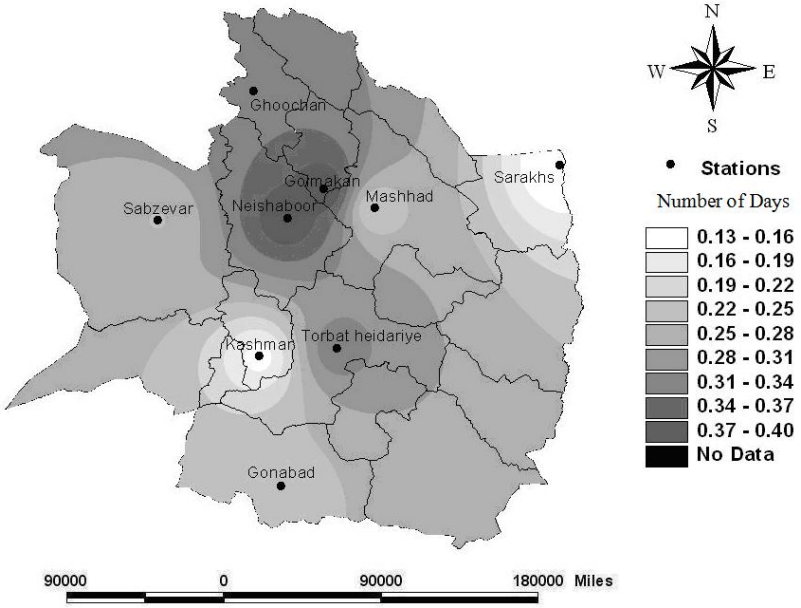
شکل ۱- نقشه پهنه بندی مناطق دارای چرخه یخ و ذوب بر اساس روزهای با دماهای کمینه کوچک‌تر و مساوی ۲- و دمای بیشینه بزرگ‌تر و مساوی ۲



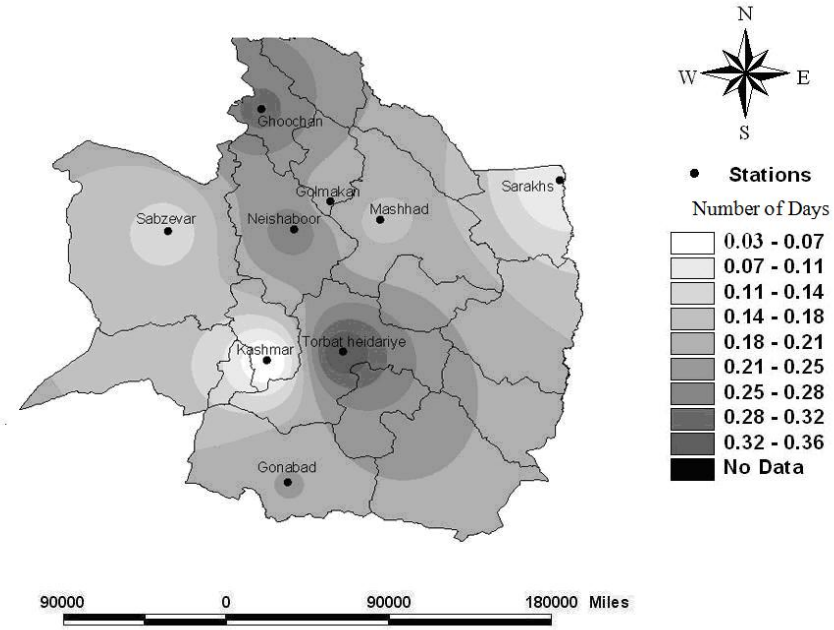
شکل ۲- نقشه پهنه بندی مناطق دارای چرخه یخ و ذوب بر اساس روزهای با دماهای کمینه کوچک‌تر و مساوی ۳- و دمای بیشینه بزرگ‌تر و مساوی ۳



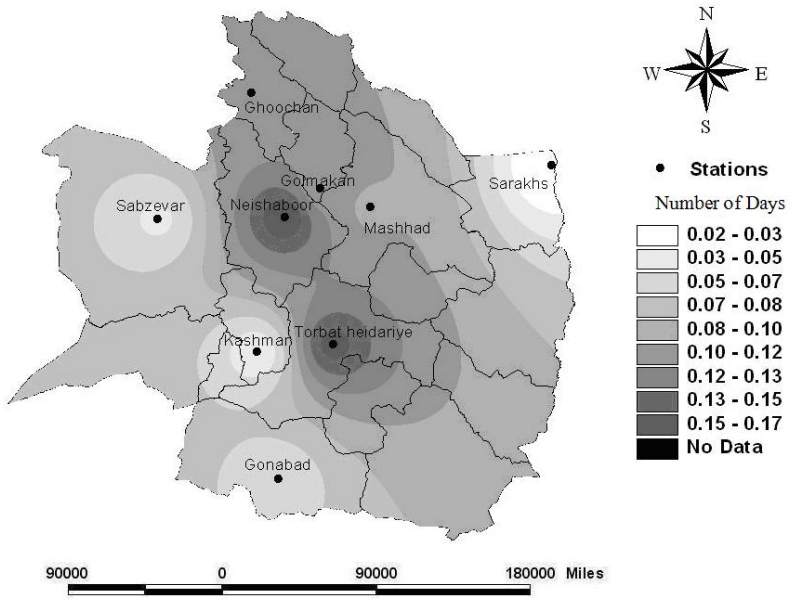
شکل ۳- نقشه پهنه بندی مناطق دارای چرخه یخ و ذوب بر اساس روزهای با دماهای کمینه کوچک‌تر و مساوی ۵- و دمای بیشینه بزرگ‌تر و مساوی ۵



شکل ٤- نقشه پهنه بندی مناطق دارای چرخه یخ و ذوب بر اساس روزهای با دماهای کمینه مساوی ۲- و بیشینه بزرگ‌تر از ۲



شکل ٥- نقشه پهنه بندی مناطق دارای چرخه یخ و ذوب بر اساس روزهای با دماهای کمینه مساوی ۳- و بیشینه بزرگ‌تر از ۳



شکل٦- نقشه پهنه بندی مناطق دارای چرخه یخ و ذوب بر اساس روزهای با دماهای کمینه مساوی ۵- و بیشینه بزرگ‌تر از ۵

در بررسی نقشه‌های پهنه‌بندی مناطق مستعد چرخه‌های یخ و ذوب بر اساس گستره‌های دمایی در نظر گرفته شده، مشاهده می‌شود که به طور کلی ایستگاه تربت حیدریه و نیشابور بالاترین میزان وقوع این پدیده را دارا می‌باشند. البته اولویت اول یا دوم بودن این دو ایستگاه بسته به گستره دمایی مورد نظر، متفاوت است. به عنوان مثال در گستره‌های دمایی D و F تعداد روزهای دارای چرخه یخ و ذوب ایستگاه نیشابور بیش‌تر است در حالی که در گستره‌های دمایی A و C ایستگاه تربت حیدریه بیش‌ترین میزان وقوع این پدیده را نشان داده است. همچنین این نقشه‌ها نشان می‌دهند که کم‌ترین تعداد روزهای دارای چرخه یخ و ذوب مربوط به ایستگاه‌های سرخس، کاشمر و سبزوار می‌باشد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

چنانکه گفته شد چرخه‌های یخ و ذوب از جمله مهم‌ترین عوامل خسارت به محصولات کشاورزی می‌باشند و بدیهی است که شناسائی مناطق مستعد و نیز زمان‌های وقوع این پدیده می‌تواند نقش شایانی در جهت جلوگیری و یا کاهش خسارات ناشی از آن داشته باشد. هر چند در این تحقیق مشاهده شد که میزان وقوع چرخه‌های یخ و ذوب در فصل بهار کم‌تر از سایر فصول است ولی به دلیل این که اغلب گیاهان زراعی و درختان در این فصل در مراحل ابتدایی رشد و نمو خود می‌باشند، وقوع این پدیده ممکن است باعث وارد آمدن خسارات جدی به آن‌ها شود، وضعیتی که در سال های اخیر در مناطقی مانند تربت حیدریه و گلمکان بسیار گزارش شده است. با این وجود از این مسئله نیز نباید غافل شد که فزونی وقوع این پدیده در شهرهایی مانند تربت حیدریه، نیشابور، قوچان و گلمکان در فصل زمستان نیز ممکن است باعث خسارت فراوان شود زیرا 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، باعث القای تنش در گیاه می‌شود. این مسئله در غلات زمستانه به وفور مشاهده شده است. همچنین این نکته را 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 همه موارد ذکر شده، 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.

قدردانی و سپاس

نگارندگان مقاله بدینوسیله از حمایت و مساعدت معاونت پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد برای انجام این تحقیق در قالب طرح تحقیقاتی شماره ۲۱۷ پ، قدردانی و سپاسگزاری می نمایند.

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: ۴۲- ۳۱.

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): ۲۷- ۱۳.

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- 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. ۲۳ (۱): ۹۰- ۷۹.

6- Blum A. 1988. Plant Breeding for Environmetal Stress. CRC Press.

7- Carpiro J.M. 1961. A rational approach to the aping of freeze dates. Bull, Amer, Meteorol Soc, 42: 703-714.

8- Eyupoglu H. 1995. The Current Statue and future plans for agronomic research on winter or early spring-sown lentils in the target environments of the Anatolian highlands. Central Research Institute for Field Crops, Ankara, Turkey,72-83.

9- Katz R.W., and Murphy A.H. 1979. Assessing the value of frost forecasts to orchards: a decision-analytic approach. 14th conference on agricultural and forest meteorology. Amer, Meteorol, Soc, Minneapolis, Minnesota.

10- Maluf J. 1986. Agroclimatic zoning of maize crop for the state of Riogrand. Agronomia Sulrigrandens, 22:261-281.

11- McKersia B.D., and Leshem Y.Y. 1994. Stress and stress coping in cultivated plants. Kluwer Academic publishers, the Netherlands.

12- Sexena M.C. 1993. The challenge of developing biotic and abiotic stress resistance in cool-season food legumes, Kluwer Academic publishers, 3-14.

13- Singh K.B., and Sexena M.C. 1996. Winter chickpea in Mediterranean Type Environments. IDARDA, Aleppo, Syria.

14- Steponkus P.L., Uemura M., and Webb M.S. 1993. Redesigning crops for increased tolerance to feezing stress,Springer-Verleg, Berlin, 697-714.

15- Synder R.L. 2000. Predicting temperature trends during freezing nights. Dept. of Land, air and water res, University of California, Davis, CA 95616.

16- Wery J.S.N., Silim E.j., Knight 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, 439-456.

17- Whiteman T.M. 1957. Freezing points of fruits, vegetables and florist stocks. U.S. Dept of Agric, Marketing Res, Report 196:32 pp.

Journal of Water and Soil
Vol. 24, No. 5, Nov-Dec 2010, p. 874-883

نشریه آب و خاک
جلد ۲۴، شماره ۵، آذر - دی ۱۳۸۹، ص. ۸۸۳-۸۷۴

Determination of Freezing and Thaw Cycles and Mapping of Susceptible Area in Khorasan Razavi Province by Using GIS

M. Mousavi-Baygi [1*] - B. Ashraf [2] - A. Nezami [3]

Received: 12-10-2009
Accepted: 15-7-2010

Abstract

Consistent decreasing and increasing of temperature in the short-term period that is called freezing and thaw cycles is one of the important factors of damage to crop productions. In this research as to determine freezing and thaw cycles in the Khorasan Razavi province, the data of daily minimum and maximum temperatures of 9 synoptic stations was used over 20 statistic years (1989-2008). Also 6 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 -5 and the maximum temperatures greater and equal whit 5 (C), the minimum temperatures equal whit -2 and the maximum temperatures greater than 2 (D), the minimum temperatures equal whit -3 and the maximum temperatures greater than 3 (E) and the minimum temperatures equal whit -5 and the maximum temperatures greater than 5 were presented. After data processing by a computer program into the FORTRAN space, the number of days with this phenomenon for each station was determinated as monthly, seasonal and annual and then the mapping plans of susceptible areas were prepared. The results show that winter has a higher rate of this phenomenon and autumn and spring are next respectively. Also the investigation of mapping plans indicated that in most temperature ranges, the Torbat heydariye, Nishaboor and Ghuchan stations had maximum number of freezing and thaw cycles in Khorasan Razavi province. The minimum rate of this phenomenon was in the Sarakhs, Kashmar and Sabzevar Stations as well.

Keywords: Freezing and thaw cycles, Khorasan Razavi, Mapping, Maximum temperature, Minimum temperature

1,2 -Associate professor and MSc student of Agrometeorology, Department of Water Engineering, Ferdowsi University of Mashhad, respectively
(*- Corresponding author; Email: mousavi500@yahoo.com)
3 -Associate Professor of Agronomy, Department of Agronomy and Plant Breeding, Ferdowsi University of Mashhad