

بررسی و تحلیل پدیده‌ی سرمازدگی شدید بهاره باغ‌های پسته در استان یزد

کمال امیدوار (دانشیار اقلیم‌شناسی دانشگاه یزد، نویسنده‌ی مسؤل)

Komidvar@yazduni.ac.ir

زهره دهقان بنادکی (کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی دانشگاه یزد)

چکیده

پسته یکی از مهم‌ترین اقلام صادراتی ایران است که بیش از ۲۳٪ از ارزش کل صادرات غیر نفتی ایران را به خود اختصاص داده است. استان یزد پس از استان کرمان بزرگ‌ترین استان پسته‌خیز ایران محسوب می‌شود. از آنجایی که پدیده‌ی سرمازدگی، به ویژه سرمازدگی شدید بهاره، به باغ‌های پسته این منطقه خسارت زیادی وارد می‌کند، بررسی سرمازدگی در این استان ضروری می‌باشد، زیرا آگاهی از این پدیده و تاریخ‌های احتمالی وقوع آن به پسته‌کاران در جلوگیری و کاهش خسارات ناشی از سرمازدگی کمک می‌کند. هدف از انجام این پژوهش، بررسی و تحلیل سرمازدگی شدید بهاره باغ‌های پسته و پهنه‌بندی آن در استان یزد است. به این منظور، از آمار روزانه‌ی کمینه دما ۱۶ ایستگاه هواشناسی استان و هم‌جوار آن طی دوره‌ی آماری مشترک ۱۸ ساله (۱۳۷۲-۱۳۸۹) استفاده شده است. به منظور پهنه‌بندی شدت سرمازدگی بهاره پسته، تعداد روزهای دارای سرمازدگی هر ایستگاه در سه آستانه ضعیف (۱ تا ۱- درجه سلسیوس)، متوسط (۱/۱- تا ۳- درجه سلسیوس) و شدید (۳- درجه سلسیوس و کمتر) به وسیله‌ی نرم افزار SPSS شمارش و پس از بررسی رابطه‌ی تعداد روزهای سرمازدگی با ارتفاع، نقشه‌های هر پهنه‌ی سرمازدگی در محیط Arc GIS ترسیم شد. همچنین برای آگاهی از تاریخ پایان سرمازدگی بهاره پسته در استان، تاریخ‌های افت دما به آستانه‌های ۱، صفر و ۱- درجه سلسیوس به عنوان دماهای مؤثر بر پسته در مرحله گل‌دهی، استخراج و نقشه‌های پهنه‌بندی آن نیز ترسیم گردید. نتایج تحقیق نشان می‌دهد، باغ‌های پسته تمام ایستگاه‌های مورد مطالعه‌ی استان در بهار به غیر از ایستگاه‌های طبس و بافق، سرمازدگی ضعیف و بقیه‌ی ایستگاه‌ها سرمازدگی ضعیف، متوسط و شدید را تجربه می‌کنند. بنابراین جنوب و جنوب غرب (ایستگاه-

های دهشیر، مروست، اشکذر، اردکان، بهادران) از نظر وقوع شدت سرمازدگی، به‌ویژه سرمازدگی شدید بهاره پسته، منطقه‌ی پرخطری برای فعالیت‌های کشاورزی به خصوص باغ-های پسته می‌باشد. تاریخ افت دما به میزان ۱، صفر و ۱- درجه سلسیوس نشان‌دهنده‌ی آن است که به‌طور متوسط و به تفکیک شهرستان، افت دماهای ۱ درجه از چهارم تا نهم فروردین-ماه، دمای صفر درجه از سوم تا هشتم فروردین و ۱- درجه سلسیوس از دوم تا نهم فروردین در استان یزد به پایان می‌رسد.

کلیدواژه‌ها: سرمازدگی شدید، تحلیل آماری، باغ‌های پسته، پهنه‌بندی، استان یزد.

درآمد

رشد و عملکرد گیاهان زراعی، تابعی از کلیه عوامل محیطی و آثار متقابل آن‌هاست. این عوامل شامل عوامل آب‌وهوایی، رطوبت خاک و غیره می‌شوند که بسته به مقدار آن‌ها در محیط رشد و نمو گیاهان افزایش یا کاهش می‌یابد. از میان این عوامل، دما به عنوان مهم‌ترین متغیر هواشناسی است که بیش‌ترین تأثیر را بر کشاورزی دارد. نوسانات و افت و خیزهای نابهنگام دمایی که اغلب دور از انتظار است، باعث غافل‌گیری و بروز خسارات سنگین می‌شود. سرمازدگی محصولات زراعی و باغی در سطح جهان، به عنوان یکی از تنش‌های محیطی، همواره مورد توجه بوده است. با توجه به اینکه بیش‌تر وسعت کشور را اقلیم خشک و فراخشک تشکیل داده، پدیده‌ی سرمازدگی در کشور غالب است و به همین دلیل، پدیده‌ی سرمازدگی محصولات کشاورزی در رده‌ی حوادث غیرمترقبه دسته‌بندی شده و سالیانه میلیاردها تومان خسارت به اقتصاد کشور وارد می‌کند (دشتکیان، ۱۳۸۶).

استان یزد با داشتن ۴۰ هزار و ۲۵۰ هکتار باغ‌های پسته بعد از کرمان به عنوان یکی از مناطق عمده‌ی تولید پسته، در برخی سال‌ها شاهد وقوع سرمازدگی بهاره می‌باشد که خسارات زیادی را به بخش کشاورزی منطقه وارد می‌سازد. برای بررسی بهتر پدیده‌ی سرمازدگی بهاره‌ی پسته لازم است نوع و شدت آن تعیین شود (سجادی‌پور، ۱۳۸۸).

تام و شاوا^۱ (۱۹۸۵) با مشخص نمودن تاریخ وقوع سرمازدگی‌ها در منطقه‌ی ایوا، نشان دادند که تاریخ‌های وقوع اولین سرماهای پاییزه و آخرین سرماهای بهاره در عین تصادفی بودن کاملاً مستقل‌اند و می‌توان دوره‌ی بازگشت آن را برای هر گیاه زراعی تعیین کرد. کارپرو^۲ (۱۹۶۱) تاریخ وقوع آخرین سرمازدگی در بهار را در منطقه‌ی مونتانا تخمین زد. کرافورد^۳ (۱۹۶۵) اثر انواع بخاری باغی را در کاهش خسارت سرمازدگی درختان میوه مطالعه کرده است. باندوناس^۴ و همکاران (۱۹۷۸) در تحقیقی به این نتیجه رسیدند، که برای اکثر نقاط استرالیا وقوع سرمازدگی در دمای ۶ درجه سلسیوس بسیار کم و در دمای کم‌تر از صفر زیاد است. لویت^۵ (۱۹۸۰) معتقد است که چنانچه دمای هوا بیش‌تر از صفر درجه و کم‌تر از ۱۵-۱۰ درجه سلسیوس باشد گیاه تحت تأثیر تنش سرمازدگی است.

وایت‌ساید^۶ و همکاران (۱۹۸۸) یخبندان‌ها را به دو نوع فرارفتی و تابشی تقسیم کرده و به این نتیجه رسیده که یخبندان فرارفتی برای محصولات باغی خسارت‌بارتر است. آرون و گات^۷ (۱۹۹۱) با ترسیم منحنی‌های ریسک سرمازدگی، احتمال وقوع آن را در فلسطین بررسی نموده‌اند. رودریگو^۸ (۲۰۰۰) تأثیر یخبندان‌های دیرس بهاره بر روی اندام‌های زاینده درختان میوه مناطق معتدل را مورد مطالعه قرار داده است. شفینگر^۹ و همکاران (۲۰۰۳) روند یخبندان‌های بهاره و تاریخ‌های فنولوژی در اروپای مرکزی را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که در دهه‌های اخیر یخبندان‌های بهاره زودتر از مراحل فنولوژیکی اتفاق افتاده است. لاری و کارلوس^{۱۰} (۲۰۰۵) اثر سرمازدگی بر محصول هلو و شلیل را تحت شرایط اقلیمی مختلف بررسی نموده‌اند. سامیشما^{۱۱} و

1-Tom & Show

2-Carpiro

3-Crawford

4-Bandonas

5-Levit

6-WhiteSide

7 -Aron & Gat

8 -Rodrigo

9-Scheifinger

10 -Lurie & Carlos

11-Sameshima

همکاران (۲۰۰۷) خطر ریسک یخبندان در محصول سویا در ژاپن را بررسی کرده و با استفاده از یک شبکه‌ای آن را به صورت نقشه بر اساس احتمال وقوع خطر سرمازدگی نشان داده‌اند. خوخرو^۱ و همکاران (۲۰۰۷) اثرات طول مدت یخبندان‌های بهاره را بر روی محصول‌دهی پیاز بررسی کرده‌اند.

هاشمی (۱۳۴۸) برای اولین بار در داخل کشور سری‌های زمانی شروع و خاتمه‌ی سرما و یخبندان را برای چهار آستانه‌ی حرارتی در تهران تحلیل کرد. کمالی (۱۳۶۸) به بررسی نفوذ توده‌ی هوای سرد قطبی و خسارت وارده به محصولات کشاورزی در شمال خراسان پرداخته است. براتی (۱۳۷۵) به طراحی و پیش‌بینی الگوهای سینوپتیک یخبندان‌های بهاره ایران پرداخت وی با توجه به ۶۲ مورد یخبندان بهاره طی ۲۰ سال به این نتیجه رسید که همه‌ی یخبندان‌های مورد مطالعه از نوع انتقالی بوده و جابه‌جایی سیستم‌های فشار از عرض بالاتر و بر خلاف جهت عقربه‌های ساعت به یخبندان‌های شدید و بر عکس جابه‌جایی از عرض‌های پایین‌تر و در جهت عقربه‌های ساعت به یخبندان‌های ضعیف منتهی می‌شود. کریمی (۱۳۷۸) به بررسی موضوع سرما و یخبندان و روش‌های حفاظت گیاهان در مقابل سرما پرداخته و عوامل مؤثر در وقوع سرمازدگی را ارزیابی کرده است. جوان‌شاه و همکاران (۱۳۷۹) در تحقیقی با عنوان، تأخیر اندازی گل‌دهی پسته به منظور مقابله با سرمازدگی بهاره، به این نتیجه رسیدند، که به کار بردن روغن سویا بر روی درختان رقم کله قوچی تأثیری بر تأخیراندازی گل‌دهی ندارد ولی پکلوبوترازول بر روی رقم اوحدی موجب تأخیر در گل‌دهی می‌شود. خلجی (۱۳۸۰) در تحقیقی با عنوان، پیش‌بینی سرمای دیرس بهاره و یخبندان زودرس پاییزه برای برخی گیاهان زراعی و باغی در استان چهارمحال و بختیاری، با توجه به مناسب‌ترین توزیع آماری، احتمال وقوع دوران سرما و یخبندان برای نقاط مختلف استان را مشخص و ارائه کرده است. بهیار (۱۳۸۲) در بررسی پدیده سرمازدگی در استان چهارمحال و بختیاری و با انجام محاسبات نشان داد که میزان گرمای هدر رفته در لحظه سرمازدگی، حدود ۷۱ برابر میزان گرما در حالت عادی بوده است. جهانگیری و همکاران (۱۳۸۴) به مطالعه تأثیرات سرمازدگی بر محصول پسته در استان کرمان پرداخته‌اند و به این نتیجه رسیده‌اند که احتمال وقوع سرمازدگی در بافت بیش‌تر و در سیرجان کم‌تر است. سرمازدگی باعث می‌شود که گل-

های درخت توانایی باروری خود را از دست داده و شروع به ریزش کنند. حسین‌نیا و همکاران (۱۳۸۴) به بررسی درجه حرارت های بحرانی از لحاظ سرمازدگی در مراحل مختلف گل‌دهی درختان میوه مناطق معتدل ایران پرداخته‌اند. مهربان و غریب عشقی (۱۳۸۴) در تحقیقی دریافتند که می‌توان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) مناطق مستعد سرمازدگی را مشخص کرد. ضیایی و همکاران (۱۳۸۵) با بررسی وقوع کمینه‌ی دما در استان فارس، خطر وقوع سرمازدگی را از طریق تهیه اطلس نشان داده‌اند. خسروی و همکاران (۱۳۸۷) به پهنه‌بندی اثر خطر سرمازدگی دیبرس بر روی باغات در شهرستان مهولات پرداخته‌اند و با استفاده از نقشه‌های سه منطقه‌ی پرخطر، خطر و کم‌خطر در شهرستان را شناسایی کرده‌اند. استفاده از این نقشه‌ها راه‌های پیش‌بینی انواع سرمازدگی و شیوه‌های مقابله با آن را در مناطق فراهم کرده است.

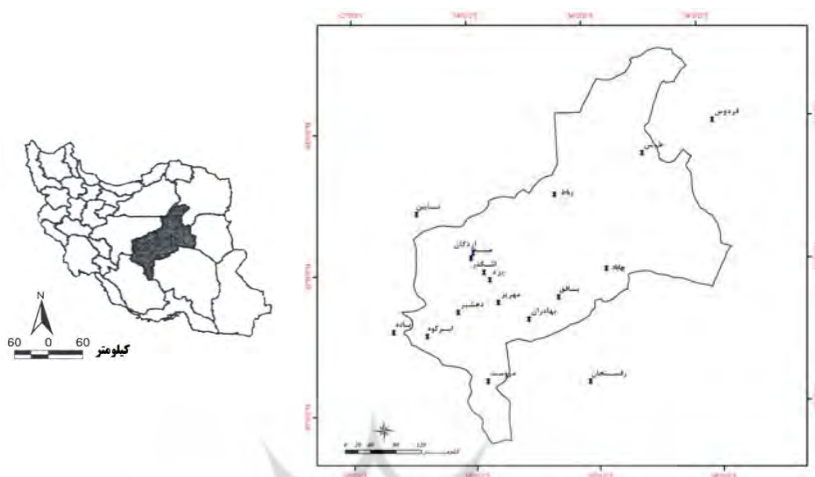
هدف از این پژوهش، بررسی، تحلیل و پهنه‌بندی سرمازدگی شدید بهاره باغ‌های پسته جهت مقابله با آثار زیان‌بار آن در استان یزد است.

داده‌ها و روش‌ها

عوامل محیطی متعددی از جمله متغیرهای جوئی نظیر رطوبت، بارندگی، تابش، دما و باد در رشد و نمو گیاهان دخالت دارد که در بین آن‌ها عامل دما نقش بسیار مهمی در تولیدات کشاورزی ایفا می‌کند. دما مهم‌ترین عامل در تعیین الگوی کشت در سطح جهان است.

در این تحقیق برای تحلیل و پهنه‌بندی شدت سرمازدگی بهاره باغ‌های پسته در استان یزد و تعیین آستانه‌های مختلف سرمازدگی، از پارامتر کمینه‌ی دمای روزانه، به عنوان مهم‌ترین عامل که نشان‌دهنده‌ی وقوع سرمازدگی در منطقه است، استفاده شده است. برای بررسی شدت سرمازدگی های باغ‌های پسته و پهنه‌بندی آن در استان یزد، ۱۶ ایستگاه از داخل استان و استان‌های هم‌جوار برای دقت بیش‌تر مورد بررسی قرار گرفته است. داده‌های مورد نیاز از سازمان هواشناسی کشور، استان و شرکت آب منطقه‌ای یزد تأمین شده است. نقشه پراکندگی ایستگاه‌های مورد استفاده و نقشه موقعیت استان یزد در کشور در (شکل ۱) و مشخصات آن‌ها در (جدول ۱) آورده شده است. طول دوره‌ی آماری مشترک ایستگاه‌های منطقه ۱۸ ساله (۱۳۸۹-۱۳۷۲) و از داده‌های دمای کمینه روزانه‌ی آن‌ها استفاده شده است.

شکل ۱: نقشه پراکندگی ایستگاه‌های منطقه مورد مطالعه و موقعیت استان یزد در کشور



جدول ۱: مشخصات ایستگاه‌های مورد مطالعه

ردیف	نام ایستگاه	نوع ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا به متر
۱	ابرکوه	سینوپتیک	۵۳° ۱۳'	۳۱° ۰۷'	۱۵۲۳/۸
۲	اردکان	اقلیم‌شناسی	۵۴° ۰۱'	۳۲° ۱۷'	۱۱۰۴
۳	اشکذر	اقلیم‌شناسی	۵۴° ۱۱'	۳۲° ۰۰'	۱۱۴۰
۴	بافت	سینوپتیک	۵۵° ۲۵'	۳۱° ۳۷'	۹۹۱/۴
۵	بهادران	سینوپتیک	۵۴° ۵۵'	۳۱° ۱۹'	۱۴۴۴
۶	دهشیر	اقلیم‌شناسی	۵۳° ۴۴'	۳۱° ۲۸'	۱۸۳۳
۷	طیس	سینوپتیک	۵۶° ۵۷'	۳۳° ۳۶'	۷۱۱
۸	مروست	سینوپتیک	۵۴° ۱۲'	۳۰° ۲۷'	۱۵۴۶/۶
۹	میبود	سینوپتیک	۵۴° ۰۱'	۳۲° ۱۶'	۱۱۰۸
۱۰	یزد	سینوپتیک	۵۴° ۱۷'	۳۱° ۵۴'	۱۲۳۷
۱۱	رباط پشت بادام	سینوپتیک	۵۵° ۳۳'	۳۳° ۰۱'	۱۲۳۵
۱۲	بهاباد	اقلیم‌شناسی	۵۶° ۰۲'	۳۱° ۵۱'	۱۴۵۶
۱۳	آباده	سینوپتیک	۵۲° ۴۰'	۳۱° ۱۱'	۲۰۳۰
۱۴	رفسنجان	سینوپتیک	۵۵° ۵۴'	۳۰° ۲۵'	۱۵۸۰/۹
۱۵	فردوس	سینوپتیک	۵۸° ۱۰'	۳۴° ۰۱'	۱۲۹۳
۱۶	نابین	سینوپتیک	۵۳° ۰۵'	۳۲° ۵۱'	۱۵۴۹

سرمازدگی از گسترده‌ترین و خسارت‌بارترین بلایای طبیعی است، که بر بخش‌های کشاورزی و منابع طبیعی تأثیر زیادی دارد. برای بررسی سرمازدگی، به خصوص شدت آن، روش‌ها و آستانه‌های دمایی متفاوتی وجود دارد که همگی قراردادی و بر اساس مطالعه مورد نظر و کاربرد آن بوده است. از جمله این تقسیم‌بندی‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

خسروی و همکاران (۱۳۸۷) بر اساس تأثیر سرمازدگی بهاره بر روی باغات پسته، انار و بادام شهرستان مه‌ولایت، سرمازدگی را به صورت سرمازدگی ملایم ۱ تا صفر درجه سلسیوس، سرمازدگی شدید کمتر از صفر درجه سلسیوس تقسیم‌بندی کرده است. خلجی (۱۳۸۰) سرمازدگی ملایم صفر تا ۱- درجه سلسیوس، سرمازدگی متوسط ۱- تا ۳- درجه سلسیوس و سرمازدگی شدید را کم‌تر از ۳- درجه سلسیوس تقسیم‌بندی کرده است. همچنین قلی‌پور دمای بحرانی در شرایط آزمایشگاهی، برای مرحله‌ی جوانه بستن پسته ۴- درجه سلسیوس، برای مرحله جوانه در حال باز شدن تا ۲- درجه سلسیوس و برای مرحله گل‌دهی تا ۲+ درجه سانتیگراد تعیین کرده است (قلی‌پور، ۱۳۸۳).

بنابراین به منظور بررسی، تحلیل و پهنه‌بندی شدت سرمازدگی در فصل بهار باغ‌های پسته استان در طول دوره آماری مشترک ۱۸ ساله (۱۳۸۹-۱۳۷۲)، دمای ۱ تا ۱- را سرمازدگی ضعیف، ۱/۱- تا ۳- را سرمازدگی متوسط و ۳/۱- درجه سلسیوس و کم‌تر را به عنوان سرمازدگی شدید در نظر گرفته و تعداد روزهای سرمازدگی، به تفکیک شدت‌های مختلف برای هر ایستگاه، به وسیله نرم‌افزار SPSS شمارش شده است. همچنین برای آگاهی از تاریخ پایان سرمازدگی بهاره پسته در استان، تاریخ‌های افت دما به ۱، صفر و ۱- درجه سلسیوس به عنوان دماهای مؤثر بر پسته در مرحله گل‌دهی، استخراج و نقشه‌های پهنه‌بندی آن با استفاده از روش میان‌یابی (IDW) (وزن‌دهی فاصله معکوس)، که در این پژوهش نسبت به سایر روش‌های زمین‌آمار بیش‌ترین دقت و کم‌ترین خطا را داشت، در محیط GIS مورد استفاده قرار گرفته و ترسیم شده است.

بحث

بر اساس معیارهای در نظر گرفته شده در بخش روش تحقیق، سه نوع شدت متفاوت برای سرمازدگی بهاره باغ‌های پسته در نظر گرفته شد که پس از شمارش تعداد روزهای سرمازدگی که هر ایستگاه در هر سال تجربه می‌کند، نقشه‌های پهنه‌بندی آن‌ها با استفاده از روش میان‌یابی (IDW) در

محیط نرم‌افزار GIS ترسیم شد (شکل‌های ۲، ۳ و ۴). (جدول ۲) تعداد روزهای سرمازدگی را به تفکیک شدت‌های مختلف برای ایستگاه‌ها نشان می‌دهد.

جدول ۲: تعداد روزهای سرمازدگی بهاره باغ‌های پسته به تفکیک شدت‌های مختلف در برخی از ایستگاه‌های مورد بررسی در دوره‌ی آماری مورد نظر (۱۳۸۹-۱۳۷۲)

شدید	متوسط	ضعیف	ایستگاه	ردیف
کمتر از ۳- درجه سلسیوس	۱/۱- تا ۳- درجه سلسیوس	۱ تا - درجه سلسیوس		
۱	۳	۷	ابركوه	۱
۲	۶	۱۲	اردكان	۲
۳	۷	۲۵	اشكذر	۳
۰	۰	۲	بافقی	۴
۱	۶	۱۸	بهداران	۵
۴	۵	۳۱	دهشیر	۶
۰	۰	۰	طیس	۷
۲	۴	۲۱	مروست	۸
۲	۶	۸	میبد	۹
۰	۱	۱۷	یزد ۵۰	۱۰
۰	۰	۴	یزد ۱۸	۱۱
۸	۱۶	۷۶	آباده	۱۲
۰	۱	۲	رفسنجان	۱۳
۱	۳	۱۱	فردوس	۱۴
۱	۵	۱۸	نابین	۱۵

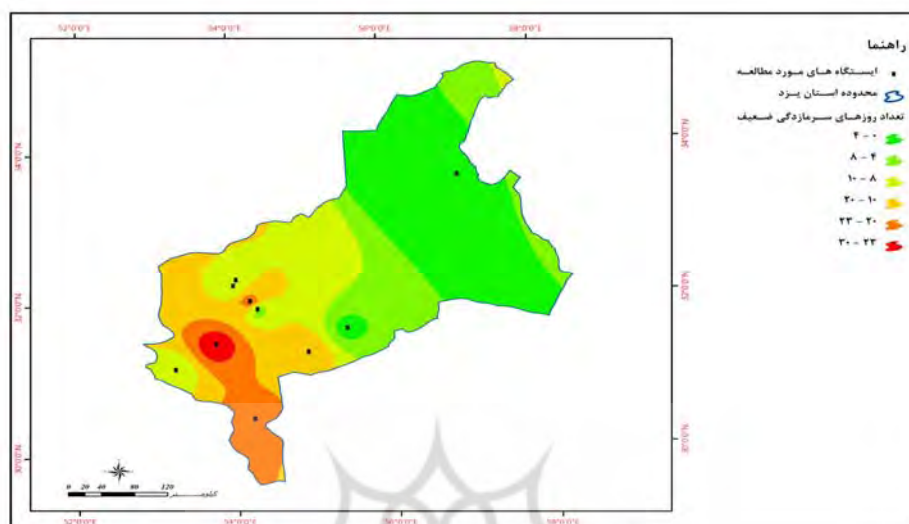
برای تعیین پایان سرمازدگی بهاره باغ‌های پسته و افت دمایی منتخب نیز، تاریخ رخداد هر آستانه‌ی دمایی استخراج شد. با توجه به اینکه این تاریخ‌ها بر اساس تاریخ شمسی بودند، ناگزیر به گونه‌ای مورد استفاده قرار گرفته است، که قابلیت تجزیه و تحلیل داشته باشند. به همین منظور این تاریخ‌ها به روز ژولوسی تبدیل شدند. به طوری که به روز اول فروردین عدد ۱۸۰ و به روز ۵ اردیبهشت عدد ۲۱۵ داده شد. تاریخ‌های استخراج شده، میانگین، کمینه و بیشینه در (جدول ۳) آورده

شده است؛ سپس نقشه‌های افت دما به میزان ۱، صفر و ۱- درجه سلسیوس، به عنوان دماهای مؤثر بر پسته در مرحله گل‌دهی نیز در محیط GIS ترسیم شده است (شکل های ۵، ۶ و ۷).
 (شکل ۲) پهنه‌بندی سرمازدگی‌های ضعیف (۱ تا ۱- درجه سلسیوس) در سطح استان یزد را نشان می‌دهد. همان‌گونه که در این شکل دیده می‌شود، بیش‌ترین تعداد روزهای سرمازدگی ضعیف در منطقه مورد مطالعه، متعلق به ایستگاه دهشیر است. تمام مناطق استان به غیر از طبس، سرمازدگی ضعیف را تجربه می‌کنند. بنابراین به لحاظ سرمازدگی ضعیف باغات پسته، علاوه بر نواحی جنوب و غرب استان، نواحی جنوب غرب نیز بیش‌ترین فراوانی را دارد.

جدول (۳): ویژگی‌های آماری تاریخ افت دما در آستانه‌های دمایی ۱، صفر و ۱- درجه سلسیوس در برخی از ایستگاه‌های منتخب در طول دوره آماری مورد نظر (۱۳۸۹-۱۳۷۲)

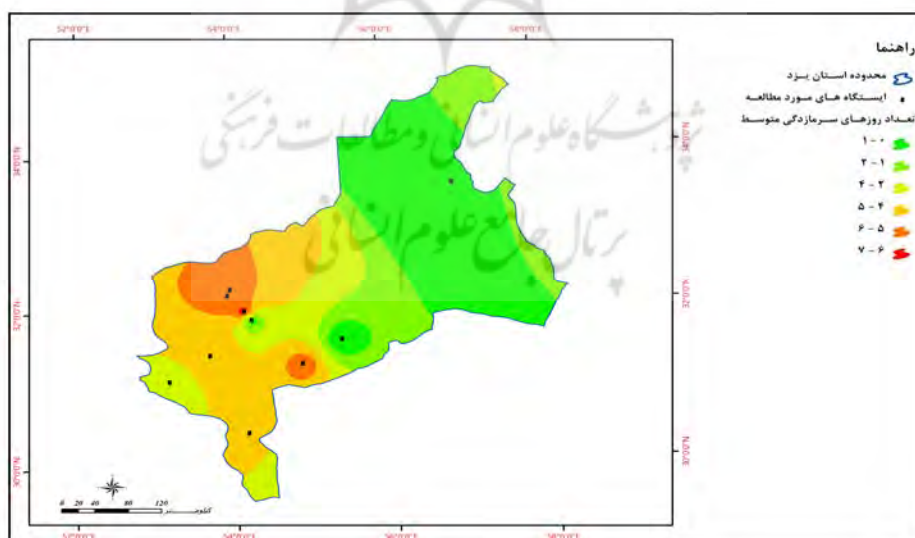
گازدما	آماري بزرگي	بازه	آردکان	آبگانه	نورق	نقچه	نقچه	نقچه	نقچه
افت دمایی ۱	میانگین	۴	۹	۹	۹	۴	۷	۴	۷
	کمینه	۱	۱	۱	۱	۴	۱	۱	۱
	بیشینه	۸	۲۶	۲۶	۲۸	۴	۲۸	۱۱	۱۶
افت دمایی صفر	میانگین	۳	۶	۶	۸	۴	۷	۴	۳
	کمینه	۱	۱	۱	۱	۴	۱	۱	۱
	بیشینه	۷	۱۷	۱۷	۲۳	۴	۲۸	۱۲	۸
افت دمایی ۱-	میانگین	۲	۷	۷	۹	-	۳	۳	۳
	کمینه	۱	۱	۱	۱	-	۱	۱	۱
	بیشینه	۳	۱۷	۱۷	۲۳	-	۷	۷	۷

شکل ۲: تعداد روزهای سرمازدگی ضعیف در استان یزد



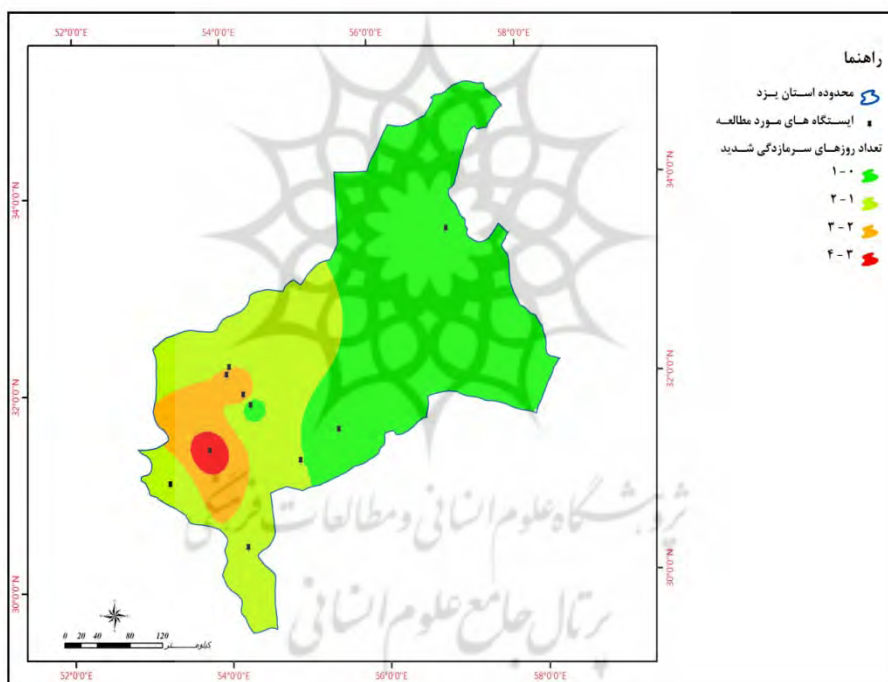
(شکل ۳) پهنه‌بندی سرمازدگی‌های متوسط (۱/۱- تا ۳- درجه سلسیوس) را نشان می‌دهد. سرمازدگی متوسط در جنوب استان (ایستگاه‌های دهشیر، مروست و بهادران) و غرب استان (ایستگاه‌های اشکذر، اردکان و میبد) بیش‌تر اتفاق می‌افتد.

شکل ۳: تعداد روزهای سرمازدگی متوسط در استان یزد



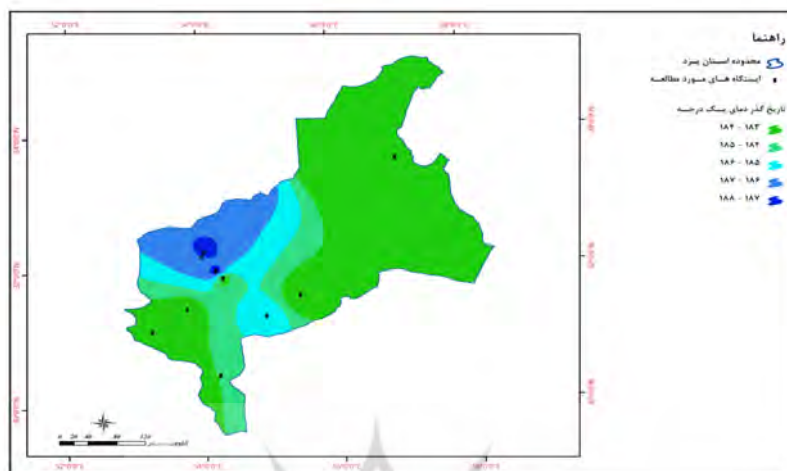
در (شکل ۴) پهنه‌بندی سرمازدگی‌های شدید باغ‌های پسته در استان مشخص شده است. این سرمازدگی در محدوده‌ی غرب و جنوب غرب بیش‌ترین فراوانی را دارند، به طوری‌که سرمازدگی شدید (کم‌تر از ۳- درجه سلسیوس) در ایستگاه دهشیر، اشکذر و میبد بیش‌تر رخ می‌دهد. بنابراین جنوب و جنوب غرب (ایستگاه‌های دهشیر، مروست، اشکذر، اردکان و بهادران) از نظر وقوع شدت‌های مختلف، به ویژه سرمازدگی شدید بهاره پسته، منطقه‌ی پرخطری برای فعالیت‌های کشاورزی، به‌خصوص باغ‌های پسته، می‌باشد.

شکل ۴: تعداد روزهای سرمازدگی شدید در استان یزد



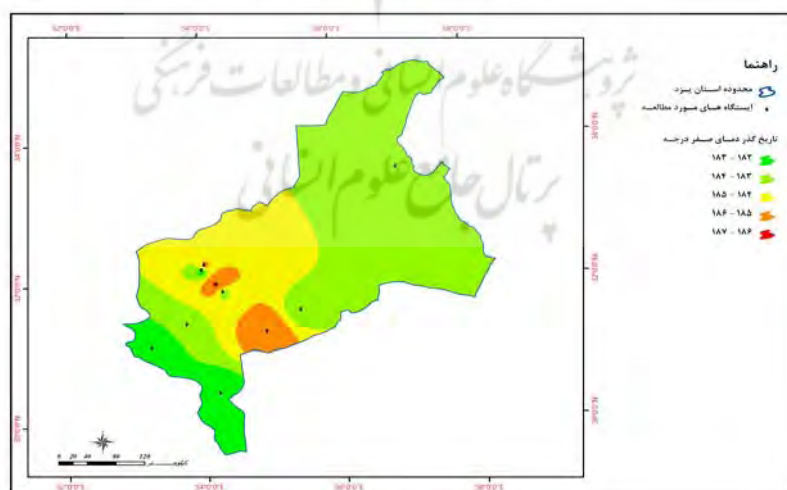
(شکل ۵) نشان می‌دهد آخرین رخداد سرمازدگی در منطقه مورد مطالعه در ایستگاه‌های ابرکوه، یزد، مروست و بافق رخ می‌دهد. این مناطق در تاریخ ۴ فروردین افت دمای ۱ درجه سلسیوس را تجربه می‌کنند. طی دوره‌ی آماری ۱۸ ساله مورد مطالعه، تاریخ افت دما به میزان ۱ درجه در فصل بهار در بهادران از ۱ تا ۲۸ فروردین متغیر بوده است. کم‌ترین میزان تغییر به ایستگاه بافق تعلق دارد.

شکل ۵: تاریخ افت دمای یک درجه در منطقه مورد مطالعه



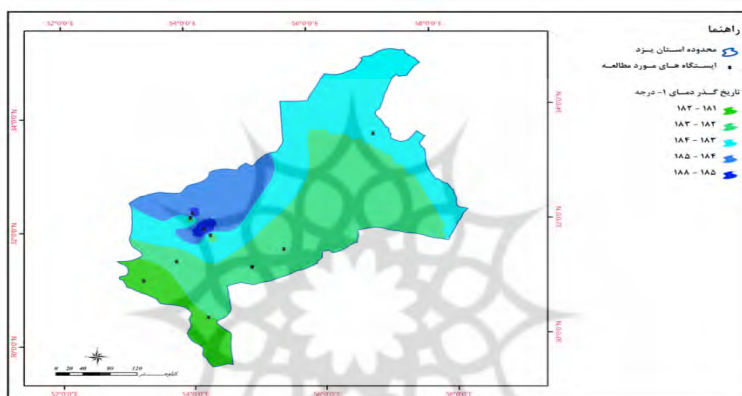
(شکل ۶) نشان می‌دهد آخرین رخداد سرمازدگی در منطقه مورد مطالعه در ایستگاه‌های ابرکوه، مروست و میبد رخ می‌دهد. این مناطق در تاریخ ۳ فروردین افت دمای صفر درجه سلسیوس را تجربه می‌کنند. طی دوره‌ی آماری ۱۸ ساله مورد مطالعه افت دمای صفر درجه در بهادران از ۱ تا ۲۸ فروردین متغیر بوده است و کم‌ترین میزان تغییر به ایستگاه بافق تعلق دارد. به هر حال دمای صفر و کم‌تر از آن موجب آسیب رساندن به باغات پسته، که محصول عمده در این مناطق است، می‌شود.

شکل ۶: تاریخ افت دمای صفر درجه در منطقه مورد مطالعه



(شکل ۷) نشان می‌دهد ایستگاه ابرکوه زودتر از دیگر مناطق شاهد رخداد دمای ۱- درجه سلسیوس است. این منطقه در تاریخ ۲ فروردین افت دمای صفر درجه سلسیوس را تجربه می‌کند. افت دمای ۱- درجه در اشکذر از ۱ تا ۲۳ فروردین، متغیر بوده است و کم‌ترین میزان تغییر به ایستگاه ابرکوه تعلق دارد. نتایج نشان می‌دهد به‌طور متوسط و به تفکیک شهرستان‌ها، افت دمای ۱ درجه در استان یزد از چهارم تا نهم فروردین‌ماه، افت دمای صفر درجه از سوم تا هشتم فروردین‌ماه و افت دمای ۱- درجه سلسیوس از دوم تا نهم فروردین به پایان می‌رسد.

شکل ۷: تاریخ افت دمای ۱- درجه در منطقه مورد مطالعه



جدول ۴: تاریخ وقوع آخرین سرمازدگی بهاره باغات پسته و دمای کمینه مطلق آن‌ها در برخی از ایستگاه-

های مورد مطالعه به تفکیک روز (استانداری یزد، ستاد حوادث غیرمترقبه، ۱۳۸۸)

ردیف	ایستگاه	تاریخ وقوع آخرین سرمازدگی بهاره باغات پسته و دمای کمینه مطلق آن‌ها در برخی از ایستگاه‌ها							
		۱۳۷۲	۱۳۷۶	۱۳۸۳	۱۳۸۴		۱۳۸۷		
		فروردین ۳	فروردین ۴	فروردین ۱	فروردین ۷	فروردین ۱۷	فروردین ۱۸	فروردین ۱۶	
۱	ابرکوه	-۱	-۳/۲	-۱/۲	۲/۸	-۸	۴/۸	۱/۸	۷
۲	اردکان	۱/۵	-۳/۵	-۱/۵	۰	-۲/۲	۴	۲	۳
۳	اشکذر	۱/۵	-۵	-۱/۵	۰	-۳	۴	-۱	۱۲
۴	بافق	۲/۲	۰	۲/۴	-۸	۱/۲	۴/۸	۱/۸	۹
۵	بهدران	-۱/۹	-۴/۱	-۲/۱	-۱/۸	-۱/۶	۳	-۴	۴
۶	دهشیر	-۳/۶	-۵/۸	۰	۵	-۱/۵	۳	۳	۵
۷	طیس	۲/۸	۴	۶/۴	۸	۳	۹	۷/۲	۱۲/۸
۸	مروست	-۲/۵	-۴/۷	-۱/۸	۴	-۲	۵	۱/۶	۶
۹	میبد	-۱/۱	-۳/۳	-۱/۳	-۱/۴	-۳	۴/۴	۱	۴/۴
۱۰	یزد	۱/۴	-۸	۱/۲	۳/۲	۸	۴	۳/۲	۸/۶

(جدول ۴) تاریخ وقوع چند مورد از سرمازدگی‌های واقعی بهاره‌ی باغ‌های پسته و دمای کمینه‌ی مطلق آن‌ها در ایستگاه‌های مورد مطالعه، به تفکیک روز در طول دوره‌ی آماری مورد نظر در اوایل بهار (فروردین) در منطقه دیده می‌شود، که مؤید رخداد سرمازدگی‌های بهاره در استان است. همچنین (جدول ۳) ویژگی‌های آماری تاریخ افت دما در آستانه‌های مختلف دمایی ۱، صفر و ۱- درجه سلسیوس در برخی از ایستگاه‌های استان مشاهده می‌شود، که تأیید کننده‌ی رخداد سرمازدگی‌های واقعی شدید محصول پسته‌ی فروردین‌ماه منطقه است.

نتیجه‌گیری

سرمازدگی یکی از پدیده‌های جوی است، که از دیرباز باعث خسارت‌های زیادی به محصولات کشاورزی و باغی شده است. این خسارات در مناطق حاشیه‌ی کویر، دارای فراوانی و شدت بیشتری است. پسته در اقتصاد کشاورزی ایران دارای اهمیت ویژه‌ای است، به طوری که قسمت اعظم تولید این محصول به خارج از کشور صادر می‌شود و از این طریق درآمد ارزی خوبی برای کشور به همراه دارد. از طرفی سرمازدگی بهاره، هر ساله مقداری از این محصول با ارزش را از بین می‌برد. استان یزد با داشتن ۴۰ هزار و ۲۵۰ هکتار باغ‌های پسته بعد از استان کرمان بزرگ‌ترین استان پسته‌خیز ایران محسوب می‌شود، ولی به علت قرار گرفتن در حاشیه کویرهای بزرگ و محدودیت منابع آب و خاک، این استان همواره در معرض حوادث غیرمترقبه، به ویژه سرمازدگی، قرار گرفته است؛ به طوری که کم‌ترسالی است که کشاورزان یزدی از خسارت‌های این پدیده‌ی جوی در امان مانده باشند، اما هنوز هم خطر سرمازدگی باغ‌های پسته با توجه به نوسان‌های آب‌وهوایی در این استان وجود دارد. به همین علت در این تحقیق سرمازدگی باغات پسته و شدت آن‌ها با توجه به آستانه دمای ۱ تا ۱- سرمازدگی ضعیف، ۱/۱- تا ۳- سرمازدگی متوسط و ۳/۱- درجه سلسیوس و کم‌تر در این استان بررسی شد. نقشه‌های پهنه‌بندی شدت سرمازدگی مشخص می‌کند، باغ‌های پسته تمام ایستگاه‌های مورد مطالعه استان در بهار، به غیر از ایستگاه طبس، ایستگاه یزد و بافق، سرمازدگی ضعیف و بقیه‌ی ایستگاه‌ها سرمازدگی ضعیف، متوسط و شدید را تجربه می‌کنند. تاریخ افت دماهای ۱، صفر و ۱- درجه سلسیوس نیز نشان می‌دهد به طور متوسط و به تفکیک استان، تاریخ افت دمای ۱ درجه در

استان یزد از چهارم تا نهم فروردین ماه، تاریخ افت دمای صفر درجه در استان یزد از سوم تا هشتم فروردین ماه و تاریخ افت دمای ۱- درجه سلسیوس از دوم تا نهم فروردین به پایان می‌رسد. نتایج حاصل از (جدول ۴) که تاریخ رخداد چند مورد از سرمازدگی‌های شدید واقعی بهاره (فروردین ماه) باغ‌های پسته و دمای کمینه مطلق آن‌ها در ایستگاه‌های مورد مطالعه به تفکیک روز در طول دوره آماری مورد نظر را نشان می‌دهد، کاملاً با این نتایج هماهنگ است.

کتابنامه

۱. استانداری یزد، ستاد حوادث غیرمترقبه. (۱۳۸۸). گزارش نهایی میزان خسارات ناشی از حوادث غیرمترقبه به کشاورزی استان یزد.
۲. براتی، غلامرضا. (۱۳۷۵). «طراحی و پیش‌بینی الگوهای سینوپتیک یخبندان‌های بهاره ایران». رساله دکتری اقلیم‌شناسی. دانشگاه تربیت مدرس.
۳. بهیار، محمدباقر. (۱۳۸۲). «بررسی پدیده سرمازدگی در استان چهارمحال بختیاری از دیدگاه همدیدی و دینامیکی». فصلنامه تحقیقات جغرافیایی. ص ۶۹.
۴. جوان‌شاه، امان‌اله. کاظم ارزانی. یحیی دهقانی و پائولا کاپلینی. (۱۳۷۹). «تأخیراندازی گل‌دهی پسته به منظور مقابله با سرمازدگی بهاره». پژوهش و سازندگی. ۴. صص ۱۸-۲۱.
۵. جهانگیری، زهره. غلامعلی کمالی. کیوان نوحی و مهناز احمدی نمین. (۱۳۸۴). «تأثیرات سرمازدگی بر محصول پسته و راهکارهای مقابله با آن، (استان کرمان)». مجموعه مقالات همایش علمی و کاربردی راه‌های مقابله با سرمازدگی یزد. صص ۳۱۱-۳۱۶.
۶. حسین‌نیا، محمود. علیرضا راحمی و جعفر شهابی فرد. (۱۳۸۴). «بررسی درجه حرارت‌های بحرانی از لحاظ سرمازدگی در مراحل مختلف گل‌دهی درختان میوه مناطق معتدله». مجموعه مقالات همایش علمی و کاربردی راه‌های مقابله با سرمازدگی.
۷. خسروی، محمود. مجیدحبیبی نوخندان و رضا اسماعیلی. (۱۳۸۷). «پهنه‌بندی اثر سرمازدگی دیررس بر روی باغات شهرستان مهاباد». مجله جغرافیا و توسعه. ۱۲. صص ۱۴۵-۱۶۲.
۸. خلجی، مهدی. (۱۳۸۰). «پیش‌بینی سرمای دیررس بهاره و یخبندان زودرس پاییزه برای تعدادی از گیاهان زراعی و باغی در استان چهارمحال و بختیاری». نشریه تحقیقات نهال و بذر. ۱۷(۲). صص ۱۲۶-۱۳۹.

۹. دشتکیان، کاظم. (۱۳۸۶). «بررسی میزان و شدت سرمازدگی محصولات مهم زراعی و باغی، (یخبندان) در مناطق مختلف آب و هوایی استان یزد». سازمان جهاد کشاورزی استان یزد. صص ۲-۸.
۱۰. سجادی‌پور، سید جمال. (۱۳۸۸). «گزارش خسارات ناشی از سرمازدگی محصولات باغی در استان یزد». سازمان جهاد کشاورزی استان یزد. واحد باغبانی.
۱۱. ضیایی، علیرضا و همکاران. (۱۳۸۵). «تعیین اطللس وقوع کمینه دمای استان فارس با استفاده از آمار هواشناسی». مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۰ (۳). صص ۱۳-۲۶.
۱۲. قلی‌پور، یوسف. (۱۳۸۳). «مطالعه آزمایشگاهی و مزرعه‌ای سرمازدگی جوانه و گل‌های پسته در ارقام قزوینی و اوحدی». پژوهش‌نامه کشاورزی و منابع طبیعی قزوین. ۱۱ (۱). ص ۱.
۱۳. کریمی، مهدی. (۱۳۷۸). «روش‌های مقابله با سرما و یخ‌زدگی». دانشگاه صنعتی اصفهان.
۱۴. کمالی، غلامعلی. (۱۳۶۸). «بررسی آماری نفوذ هوای سرد قطبی و خسارات وارده به محصولات کشاورزی شمال خراسان». نشریه نیوار. شماره ۵. ص ۱.
۱۵. مهربان، اصغر. امیر غریب عشقی. (۱۳۸۴). «استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، (GIS) در شناسایی مناطق مستعد سرمازدگی». مجموعه مقالات همایش علمی و کاربردی راه‌های مقابله با سرمازدگی. یزد. صص ۱۶۲-۱۷۱.
۱۶. هاشمی، فریدون. (۱۳۴۸). «تجزیه و تحلیل استاتیکی از سرمای تهران، دفتر تحقیقات و بررسی‌های علمی هواشناسی». گزارش سازمان هواشناسی کشور. تهران.

17. Aron, R & Gat, Z.(1991). Estimating chilling duration from daily temperature extremes and elevation in Israel. Climate Research. Vol 11. P 32.
18. Bandonas, A, Georg, J.C &, Gerxer, J.F. (1978). "Thecniques of Fros Prediction and Method of Frost and Cold Protection". WMO Thechol Not. No. 157.p 160.
19. Carpiro, J.M. (1961). A Rational Approach to the Mapping of freeze dates, Bull. Amer. Meteorol soc. 42.pp 703-714
20. Crawford, T.V.(1965).Frost Protection with Machienes and Heaters. Agricultural Meteorology, 6. (28).pp 81-87
21. Khokhar, K. M . Hadley P &. Pearson S . (2007).Effect of cold temperature durations of onion sets in store on the incidence of bolting, bulbing and seed yield, Scientia Horticulturae 112. pp. 16- 22.

22. Levitt, j. (1980). Responses of plants to environmental stress, freezing and high temperature stress. New York: Academic press. Vol. p. 497.
23. Lurie, S & Carlos, H. (2005). Chilling injury in peach and nectarine. post harvest biology and technology. 37. pp 195-208
24. Rodrigo, J. (2000). Spring frosts in deciduous fruit trees-morphological damage and flower hardiness. *Scientia horticulturae*. 85. pp 155-173.
25. Sameshima, R Hirota, T & , Hamasaki, T. (2007). " Mapping of first-frost-day and risk of frost damage on soybeans". *Journal of Agriculture Meteorology*. 63. (1). pp 25-32
26. Scheifinger, H, Menzel A, Koch, E. & , Peter. C.H . (2003). Trends of spring time frost events and phenological dates in Central Europe. *Theoretical and Applied Climatology*. vol. 74. pp 41-51
27. Thom, H.C. & Shaw R.H. (1985). Climatologically Analysis of freeze data for Iowa. *Monthly Weather Review* 86. P27.
28. Whiteside, S, Gorse, M, & , Timmer , I.W. (1988). *Compendium of citrus diseases* APS press.

