پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۷۳، پاییز ۱۳۸۹
صص. ۱۲۰-۱۱۱

ارزیابی کاربرد روش مه‌پاشی و کاربرد توأم آن با بخاری باغی در مبارزه با سرمازدگی بهاره

حجت‌الله یزدان‌پناه* ـ استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه اصفهان
دلناز اوحدی ـ کارشناس هواشناسی کشاورزی، اداره کل هواشناسی استان اصفهان

پذیرش مقاله: ۱۳۸۸/۲/۲۶ تأیید مقاله: ۱۳۸۹/۵/۲

چکیده

به‌طور کلی دو روش برای حفاظت در مقابل سرمازدگی وجود دارد: فعال و غیرفعال. روش‌های غیرفعال، بایستی خیلی زودتر از زمان سرمازدگی انجام گیرند، چرا که این روش‌ها برای مقابله مستقیم با سرمازدگی نیستند، بلکه راه‌هایی برای اجتناب و دوری از یخبندان هستند. روش‌های فعال، راه‌های مبارزه با سرمازدگی‌اند که بلافاصله قبل از سرمایه‌زدگی یا در زمان سرمازدگی به کار گرفته می‌شوند و شامل بخاری‌های باغی، آبیاری بارانی، ماشین‌های باد و مانند اینها هستند. در این تحقیق سه روش مبارزه با سرما شامل: مه‌پاشی، بخاری و بخاری ـ مه‌پاش با تیمار شاهد مقایسه گردید. برای انجام این مقایسه ابتدا در داخل باغ بادامی به وسعت ۲۰ هکتار سه کرت به ابعاد پنجاه در پنجاه متر انتخاب گردید و در داخل هر کرت یک پناهگاه چوبی مجهز به دمانگار و دماسنج‌های ماکزیمم و مینیمم قرار داده شد. فاصله‌ای معادل با پنجاه متر نیز بین کرت‌ها در نظر گرفته شد. کرت شاهد نیز به فاصله حدود ۱۰۰۰ متر دورتر از این کرت‌ها و در داخل باغ با شرایط مشابه کرت‌های تیمار قرار گرفت. به کمک ثبت آمار دما و تجزیه و تحلیل آنها به کمک آنالیز واریانس و مقایسه میانگین‌ها به کمک آزمون دانت، مشخص گردید که در بین تیمارها تنها تیمار بخاری ـ مه‌پاش تفاوت معنی‌داری را با شاهد در سطح ۵ درصد نشان می‌دهد و این خود مبین این نکته است که کاربرد دستگاه مه‌پاش به تنهایی نتوانسته است نقش زیادی در افزایش دما داشته باشد، به‌طوری که در بهترین حالت تنها دما به میزان ۰/۶ درجه سانتی‌گراد افزایش یافته و به‌طور متوسط ۰/۳ درجه دمای هوا را افزایش داده است. بهترین نتیجه زمانی به دست می‌آید که دستگاه مه‌پاش در کنار بخاری استفاده شود، به نحوی که افزایش دما در این حالت به ۱/۸ درجه سانتی‌گراد نیز رسیده و به‌طور متوسط حدود ۰/۹ درجه دمای هوا را افزایش داده است. به‌منظور کنترل نتایج دیدبانی‌های فنولوژیکی درصد خسارت سرما بر روی شکوفه‌ها انجام گرفت که نشان داد کاربرد مه‌پاش و بخاری در کنار هم بهترین نتیجه را در کاهش خسارت سرما داشته است.

کلیدواژه‌ها: سرمازدگی، روش‌های فعال و غیرفعال، بخاری، مه‌پاش، خسارت.

نویسندهٔ مسئول: ۰۳۱۱-۷۹۳۳۱۱۹
* E- mail:h.yazdan@geog.ui.ac.ir

مقدمه

عوامل محیطی زیادی در عملکرد محصولات زراعی و باغی تأثیر دارند. تعدادی از این متغیرها کم و بیش ثابت‌اند و از سالی به سال دیگر تغییرات عمده‌ای ندارند ـ مانند بافت خاک. تعدادی دیگر همچون شرایط آب و هوایی منطقه همواره در حال تغییرند. لذا آگاهی از وضعیت جوی و اقلیمی و تغییرات آن از جمله نیازهای عمده در بخش کشاورزی برای مدیریت تولید است. در این میان مخاطرات اقلیمی و به‌ویژه سرمازدگی کشاورزی اهمیت ویژه‌ای دارد، چرا که هر ساله مزارع و به‌ویژه باغ‌های کشور بر اثر این پدیده خسارت زیادی می‌بینند. برای نمونه، تنها در بهار ۱۳۸۸ خسارات ناشی از سرمازدگی در استان اصفهان ۸۳۰ میلیارد ریال بوده است (پورتال سازمان جهاد کشاورزی استان اصفهان).

تلاش‌های انجام گرفته به‌منظور شناسایی و مبارزه با سرمازدگی نیز اگرچه شایان توجه است ولی غالباً به شناسایی و بررسی‌های آماری و سینوپتیکی پرداخته است که از آن جمله می‌توان به ارزیابی سینوپتیکی یخبندان‌های فراگیر بهاری در نیمه غرب ایران (عزیزی، ۱۳۸۳)، بررسی آماری وقوع سرما و یخبندان‌های بهاره و پاییزه در استان آذربایجان شرقی (کمالی، ۱۳۸۴)، تعیین احتمال وقوع تجربی و دوره بازگشت حداقل دما در ماه‌های اسفند و فروردین و اردیبهشت در باغ‌های بادام منطقه سامان (کاویانی، ۱۳۸۱)، و محاسبه و تجزیه و تحلیل ساعت‌های تداوم یخبندان با استفاده از برنامه‌نویسی به زبان دلفی (حجازی، ۱۳۸۴) اشاره کرد. اگرچه در کشور ما برای انجام مطالعات مبارزه با سرما در مقیاس میکرو (در سطح باغ و نه در سطح کل شهرستان یا استان) نیز تلاش‌هایی صورت گرفته است (چایچی ۱۳۸۶، کتابچی ۱۳۸۵، قاسم‌نژاد ۱۳۸۵، جوانشاه ۱۳۷۹) ولی مطالعه جامع و همزمان روش‌های مختلف به‌ویژه روش‌های امروزین مبارزه با سرمازدگی کمتر مورد مطالعه قرار گرفته است.

در خارج از کشور، مطالعه روش‌های مبارزه با سرمازدگی در مقیاس میکرو قدمت بسیار زیادتری دارد (Blance, 1963, 18, Stefano, 2002, 5). در سال‌های اخیر تلاش‌های زیادی برای یافتن روش‌های عملی مبارزه با سرما در باغ‌ها و مزارع در حال انجام است (Feldhake, 2002, 14) که نتیجه این تحقیقات منجر به یافتن روش‌های جدید مبارزه با سرما در باغ‌ها و مزارع تحت تأثیر این پدیده مخرب گردیده است. ارزیابی‌های انجام شده به‌وسیله Thara و همکاران (۲۰۰۸) نشان می‌دهد که کاربرد پیش‌بینی‌های هواشناسی و به‌کارگیری روش‌های فعال مبارزه با سرمازدگی توانسته است نقش مؤثری در کاهش خسارات وارد شده از سرما در باغ‌ها داشته باشد. به همین منظور تحقیق حاضر با هدف امکان‌سنجی کاربرد دستگاه مه‌ساز در مبارزه با سرمای بهاره در باغ‌های بادام شهرستان نجف‌آباد انجام گرفت.

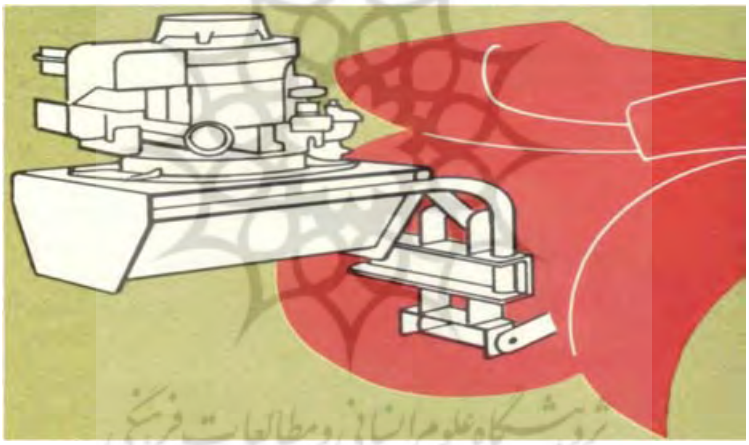
مه‌ساز با تولید مه مصنوعی می‌تواند نقش محافظتی در برابر خروج گرمای باغ به‌ویژه در شب‌هایی که با پدیده اینورژن همراه است، داشته باشد. این دستگاه به کمک پمپ فشار قوی آن، آب را با فشار زیاد وارد لوله‌های ناقل می‌کند و از طریق نازل با فشار زیاد منجر به تولید ذرات ریز آب (مه) می‌شود. این ذرات با جذب تابش مادون قرمز (گرمایی) ساطع شده از محیط باغ و بازتاب مجدد آن به سمت پایین سبب حفظ گرمای بیشتر باغ نسبت به شرایط بدون ابرناکی (هوای صاف) و خروج کمتر گرما و در نتیجه جلوگیری از افت ناگهانی دما می‌شود. ذرات مه با قطری حدود ۸ میلی‌متر مناسب‌ترین شرایط تولید مه را دارند، به نحوی که علاوه بر جذب بالای تابش گرمایی موجب از بین رفتن سریع مه نیز نمی‌شوند (در صورتی که ذرات تولید شده درشت‌تر باشند، به‌وسیله نیروی جاذبه به سرعت به سمت زمین حرکت

می‌کنند). انرژی مورد نیاز مه‌پاش‌ها به طور متوسط کمتر از ۱ درصد بخاری، ۱۰ درصد ماشین‌های مولد باد، و حدود ۲۰ درصد آبیاری بارانی است (Richard, 2005, 12).

مواد و روش‌ها

نحوه نصب و کاربرد مه‌ساز

در این تحقیق از یک دستگاه مه‌پاش، که با موتوری مجزا کار می‌کند و برای حمل‌ونقل درون باغ می‌توان آن را به هر وسیله نقلیه‌ای ـ همچون تراکتور ـ متصل ساخت و اقدام به مه‌پاشی کرد، استفاده شد (شکل ۱). در داخل تانکر این دستگاه محلول آب و VK2 ریخته می‌شود (به نسبت ۰/۵ در ۲/۵ لیتر آب). برای تعیین زمان دقیق شروع مه‌پاشی یک دستگاه دماسنج حداقل و حداکثر در محل اسکان مسئول مه‌پاشی قرار داده شده بود که به محض افت دما به زیر ۲ درجه سانتی‌گراد عملیات مه‌پاشی در باغ را شروع می‌کرد.



شکل ۱. شمایی از مه‌ساز و نحوه نصب آن بر روی تراکتور

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

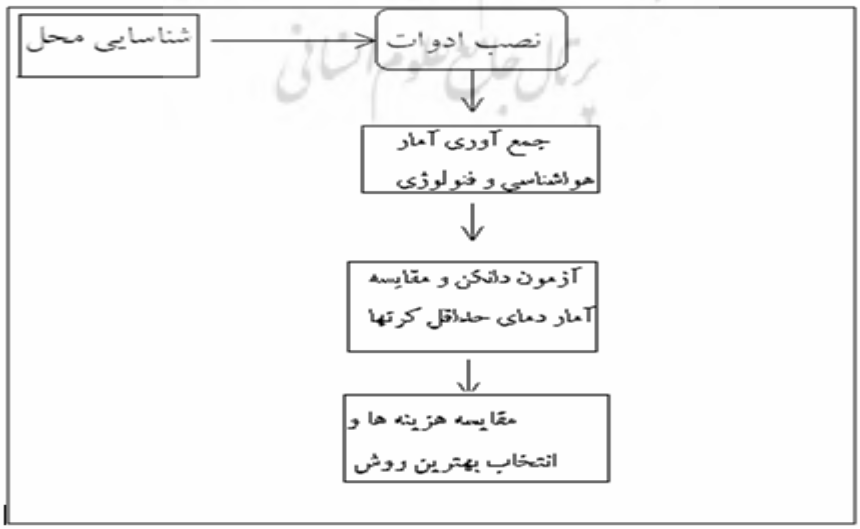
منطقه مطالعاتی و تیمارهای آزمایشی

تحقیق حاضر در باغی به وسعت ۲۰ هکتار در مزرعه‌ای واقع در شمال غرب استان اصفهان (منطقه علویجه)، در زمستان و بهار سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ در غالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد (شکل ۲). برای بررسی عملکرد دستگاه مه‌پاش، ۴ کرت آزمایشی در نظر گرفته شد. یکی از این کرت‌ها به فاصله حدود ۱۰۰۰ متر از سه کرت دیگر و به ابعاد ۵۰×۵۰ متر به عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شد و سه کرت دیگر نیز به همین ابعاد به ترتیب تیمار مه‌پاش، تیمار بخاری و تیمار بخاری ـ مه‌پاش در نظر گرفته شد. بین تیمارها (کرت‌ها) نیز فاصله‌ای معادل ۵۰ متر در نظر گرفته شد. تمامی کرت‌ها شرایط یکسانی را از لحاظ رقم، خصوصیات خاک و موقعیت جغرافیایی از لحاظ میزان و جهت شیب داشتند. در وسط هر یک از این کرت‌ها یک پناهگاه چوبی از مدل استیونسن استاندارد که در ایستگاه‌های هواشناسی کشور موجود است، نصب گردید. در داخل هر یک از این پناهگاه‌های چوبی ادوات هواشناسی ـ شامل دماسنج‌های حداقل و حداکثر و یک

دستگاه ترموگراف ـ قرار گرفت. پس از نصب ادوات در داخل هر یک از این کرت‌ها نوبت به آموزش دیده‌بان هواشناسی برای قرائت پارامترهای اقلیمی رسید. دیده‌بانی هواشناسی رأس ساعت‌های منظم به فاصله ۶ ساعت یک‌بار برای پارامترهای دمای حداکثر و حداقل و دمای خشک انجام می‌گرفت. داده‌های هواشناسی به صورت روزانه در جداول مخصوصی ثبت می‌گردید. عمل دیدبانی هواشناسی در ماه‌های اسفند ۱۳۸۵ و فروردین و اردیبهشت ۱۳۸۶ ادامه یافت. لازم به ذکر است که علاوه بر اطلاعات دیدبانی شده داده‌های دمانگار نیز در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفت، به گونه‌ای که دیده‌بان هر دوشنبه به تعویض کاغذ گراف آن اقدام می‌کرد. مراحل انجام این تحقیق به طور خلاصه در شکل ۳ دیده می‌شود.

شکل ۲. موقعیت جغرافیایی منطقه مطالعاتی

به مقایسه شهر علویجه (سمت راست پایین) و مزرعه توجه شود (گرفته شده از سایت Google Earth)



شکل ۳. فلوچارت مراحل تحقیق

یافته‌های تحقیق

آزمون آنالیز واریانس

برای مقایسه تیمارها با یکدیگر ابتدا آنالیز واریانس (ANOVA) روی داده‌ها انجام شد. از جمله مزایای استفاده از این آزمون، آن است که تنها با انجام یک بار آزمودن، اختلاف میان میانگین‌های کلیه تیمارهای موجود در آزمایش، مورد بررسی قرار می‌گیرد. آزمون فرض این تحقیق بدین شکل است:

$$\begin{cases} H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 \\ H_1: \mu_i \neq \mu_j \quad \text{حداقل یکی از } \mu_i \text{ها با سایر آنها تفاوت دارد} \end{cases}$$

نتایج به دست آمده از آنالیز واریانس، نشان داد که بین میانگین‌های تیمارها (روش مبارزه با سرمازدگی) در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری وجود دارد (جدول ۱) و این خود مبین آن نکته است که حداقل بین دو تیمار تفاوت وجود دارد. بر این اساس و به دنبال یافتن این نکته که تفاوت بین کدام تیمارها وجود دارد، از آزمون دانت برای مقایسه دو به دو تیمارها با شاهد استفاده شد (جدول ۲).

جدول ۱. جدول تجزیه واریانس روش‌های مبارزه با سرما

منابع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F محاسبه شده
تیمار مبارزه با سرما	۳	۱۱/۳	۳/۱۰	۳/۶۹*
خطا	۲۸	۲۳/۶۴	۰/۸۴	

* اختلاف بین میانگین‌ها در سطح ۵ درصد معنی‌دار است.

جدول ۲. مقایسه میانگین‌های دمای افزایش‌یافته در تیمارها

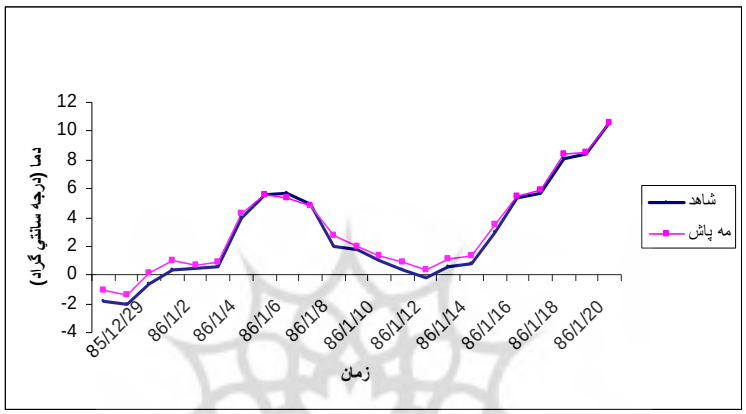
تیمار	بخاری	مه پاش	مه‌پاش-بخاری	شاهد
میانگین(سانتی‌گراد)	۰/۷ a*	۰/۶ a	۰/۹ b	۰ a

در این جدول دو تیمار دارای حروف مشابه، از لحاظ آماری با هم تفاوتی ندارند.

تیمارهایی که حداقل دارای یک حرف مشترک‌اند، در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نیستند. در واقع با توجه به نتایج جدول، مشاهده می‌شود که در بین تیمارها تنها تیمار بخاری ـ مه‌پاش تفاوت معنی‌داری را با شاهد در سطح ۵ درصد نشان می‌دهد و این مبین آن است که استفاده از دستگاه مه‌پاش و بخاری به تنهایی نتوانسته است نقش زیادی در افزایش دما داشته باشد. بهترین نتیجه زمانی به دست می‌آید که دستگاه مه‌پاش در کنار بخاری استفاده شود.

مقایسه تیمار مه‌پاش با شاهد

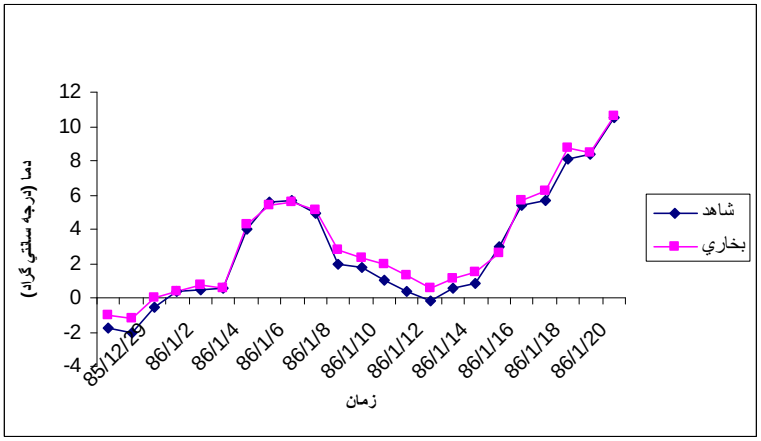
همان‌گونه که در شکل ۴ دیده می‌شود، استفاده از دستگاه مه‌پاش به تنهایی نتوانسته است نقش مهمی در افـزایش دمـا داشته باشد. در بهترین حالت دما تنها به میزان ۰/۶ درجه سانتی‌گراد افزایش یافته و به‌طور متوسط ۰/۳ درجه دمای هـوا را افزایش داده است. نکته درخور توجه نقش بیشتر این دستگاه در دماهای زیر صفر است. نتایج آزمون دانـت (در سـطح ۵ درصد) نیز مبین این نکته است که بین تیمار مه‌پاش و شاهد تفاوت معنی‌داری وجود ندارد و لذا استفاده از مه‌پـاش بـه تنهایی نتوانسته است نتیجه‌ای مطلوب و مناسب در مبارزه با سرما داشته باشد.



شکل ۴. نمودار تغییرات دمای هوای حداقل تیمار مه‌پاش با شاهد

مقایسه تیمار بخاری با شاهد

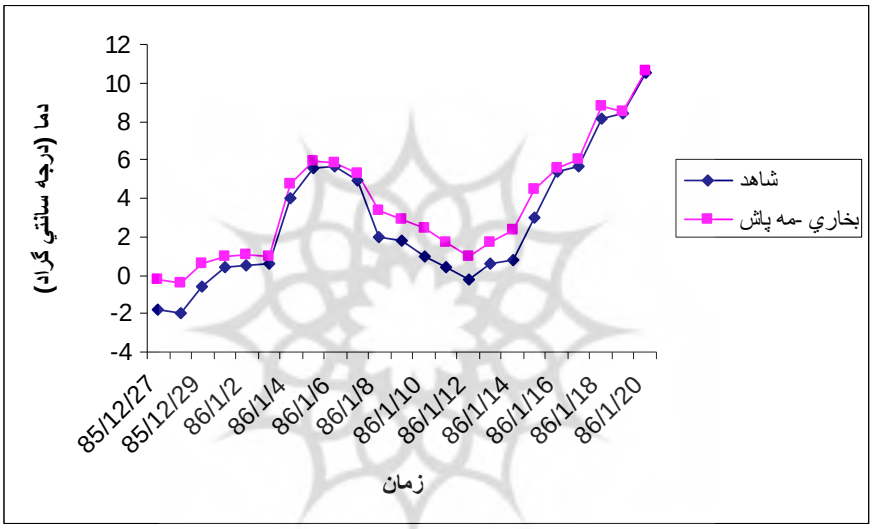
همان‌گونه که در شکل ۵ نشان داده شده، اگرچه استفاده از بخاری در باغ توانسته است دمای حداقل هوا را حتی تا یـک درجه سانتی‌گراد نیز افزایش دهد، ولی نتایج آزمون دانت نشان داد که تیمار بخاری با شاهد در سطح ۵ درصـد معنـی‌دار نیست (جدول ۲). البته این بدین معنی نیست که بخاری نتوانسته است در افزایش دمای باغ نقش داشته باشد بلکه بر این نکته تأکید می‌شود که در صورتی که بخاری در کنار مه‌پاش استفاده شود، تأثیر آن در افزایش دمای باغ جدّی‌تـر خواهـد بود، چرا که بخاری با ایجاد حرارت و مه با حفظ این حرارت نقش مکمل را در کنار یکدیگر خواهند داشت (شکل ۴ و ۵).



شکل ۵. نمودار تغییرات دمای هوای حداقل تیمار بخاری با شاهد

مقایسه تیمار مه‌پاش ـ بخاری با شاهد

از آنجا که مه‌پاش نقش حفاظت گرما و جلوگیری از خروج آن را به‌ویـژه در سـرماهای اینـورژنی دارد، خـود بـه تنهـایی نمی‌تواند نقش مؤثری در جلوگیری از سرمازدگی داشته باشد. بدین‌منظور در یک بلـوک جداگانـه در کنـار بـه‌کـارگیری مه‌پاش از بخاری نیز استفاده شد، تا بتواند با تولید گرما نقشی افزایشی در کنار نقش نگه‌دارنده مه‌پاش داشته باشد. نتایج نشان داد که افزایش دما به کمک کاربرد توأم این دو روش در مقایسه با شاهد، تفاوت معنـی‌داری را در سـطح ۵ درصـد نشان می‌دهد. افزایش دما در بهترین حالت به ۱/۸ درجه سانتی‌گراد و به طور متوسط به حـدود ۰/۹ درجـه سـانتی‌گـراد رسیده است (شکل ۶).

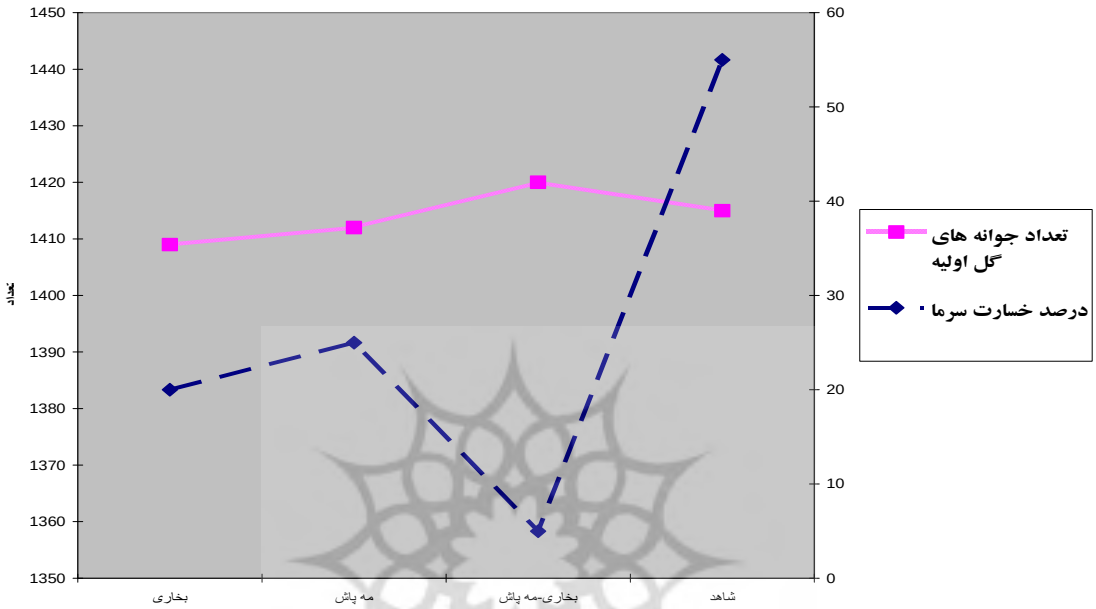


شکل ۶. نمودار تغییرات دمای هوای حداقل تیمار مه‌پاش ـ بخاری با شاهد

از آنجا که هدف نهایی از به‌کارگیری روش‌های مختلف مبارزه با سرما همانا کاهش خـسارت بـر روی محـصول و به‌ویژه حفاظت جوانه‌های گل و میوه‌های تازه تشکیل‌شده در سرمای بهاره است، لذا در این تحقیق آمار خـسارت ایجـاد شده بر روی شکوفه‌ها نیز مطالعه شد. برای انجام این امر از زمان متورم شدن جوانه‌ها در داخل هر کـرت ۵ درخـت کـه همگی از یک رقم خاص (رقم مامایی) بودند انتخاب شدند و از هر درخت نیز دو شاخه یکی از نیمه شـمالی و دیگـری از نیمه جنوبی انتخاب گردیدند. تمامی این شاخه‌ها با پلاک‌های خاصی شماره‌گذاری شدند.

در مرحله بعد از زمانی که جوانه‌های گل در حال متورم شدن بودند، به شمارش کل جوانه‌های گل روی هـر شـاخه پرداخته شد. از این پس هر روز به شمارش جوانه‌های گل موجود بر روی شاخه‌ها اقدام شد. دیـدبانی فنولـوژیکی روزانـه رأس ساعت ۹ صبح انجام می‌گرفت. هر روز، آمار گل‌های خسارت‌دیده در اثر سرما (که برخی از آنها ریزش کرده بودند و یا بر روی شاخه وجود داشتند) یادداشت گردید. لازم به ذکر است که شکوفه‌هایی که علائم سرمازدگی را داشتند ولی بـر روی شاخه بودند، پس از شمارش از درخت جدا می‌گشتند و به محل دیگری منتقل می‌شدند. دیدبانی‌های فنولوژیکی تـا

اتمام دوره سرما ادامه پیدا کرد. در نهایت با انجام آزمون دانکن مشخص گردید که اگرچه از لحاظ درصد خسارت سرما تیمار مه‌پاش و تیمار بخاری باعث کاهش درصد خسارت سرمازدگی بهاره شده‌اند، ولی در بین تیمارها تنها تیمار بخاری ـ مه‌پاش نسبت به تیمار شاهد در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری نشان می‌دهد (شکل ۷).



شکل ۷. نمودار تعداد جوانه‌های گل (۲۸ اسفند ۱۳۸۵) و درصد شکوفه‌های از بین رفته

مقایسه هزینه‌های استفاده از ادوات استفاده شده

در این مطالعه در هر کرت، ۴۰ درخت وجود دارد که برای کرت مربوط به تیمار بخاری، به ازای هر ۴ درخت، یک بخاری قرار گرفته است که بدین ترتیب در هر کرت که از تیمار بخاری استفاده شده، ۱۰ بخاری موجود است. از آنجا که قیمت هر بخاری در آن سال ۲۰ هزار تومان بود، بنابراین بدون در نظر گرفته هزینه سوخت مورد نیاز، مبلغ هزینه شده برای هر کرت ۲۰۰ هزار تومان بوده است. با توجه به اینکه هر کرت ۲۴۰ مترمربع است، هزینه استفاده از بخاری (بدون در نظر گرفتن هزینه سوخت) در یک هکتار، حدود ۸/۵ میلیون تومان است که در مقایسه با هزینه یک دستگاه مه‌پاش به قیمت ۱٫۶۰۰٫۰۰۰ تومان، بسیار بیشتر است. بنابراین با در نظر گرفتن نتایج این مطالعه و همچنین با توجه به آلودگی هوای ناشی از استفاده از بخاری، کاربرد مه‌پاش در مبارزه با سرمازدگی توصیه می‌شود.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی مشاهده می‌شود که سرمای بهاره اغلب باعث از بین بردن گل‌ها و میوه‌های تازه تشکیل‌شده درختان میوه در استان می‌شود و غالباً این سرماها از نوع سرماهای تابشی‌اند و تداوم آنها می‌تواند باعث از بین رفتن کل محصول شود.

اگر چه پیش‌بینی اینورژن به سادگی میسر نیست ولی شاید بتوان با اطلاع‌رسانی بموقع و زودتر از موعد وقوع سرمازدگی (که غالباً به‌وسیله سازمان هواشناسی صورت می‌گیرد) به کشاورزان آمادگی لازم را به آنها، برای پیشگیری از افت ناگهانی دمای باغ و وقوع سرمازدگی داد. از جمله روش‌های حفظ گرمای باغ، فعال‌سازی دستگاه مه‌پاش قبل از وقوع سرما و در حین آن است.

بررسی تیمارها نشان داد که از لحاظ وضعیت افزایش دما به ترتیب تیمار مه‌پاش ـ بخاری، بخاری و نهایتاً مه‌پاش قرار دارند. اگر چه کاربرد مه‌پاش به تنهایی توانسته است مقداری دمای باغ را افزایش دهد، ولی این افزایش نسبت به بخاری کمتر و نسبت به بخاری ـ مه‌پاش بسیار کمتر تأثیرگذار بوده است. کاربرد مه‌پاش به‌ویژه در کنار استفاده از بخاری می‌تواند نتایج مؤثرتری در مبارزه با سرما داشته باشد، چرا که در واقع بخاری نقش تولید گرما و مه‌پاش نقش حفاظت گرما در محیط باغ را خواهد داشت. در شرایط مزرعه مطالعه شده، افزایش دما در بهترین حالت به ۱/۸ درجه سانتی‌گراد رسیده است. مقایسه این نتایج با مطالعات ریچارد (۲۰۰۵) نیز حکایت از تأیید برتری کاربرد توأم مه‌پاش و بخاری دارد. ریچارد نشان داد که در شرایط جوّی متفاوت روش مه‌پاشی ـ بخاری توانسته است بین ۱ تا ۲ درجه در افزایش دمای باغ مؤثر باشد.

اگر چه کاربرد روش‌های مختلف مبارزه با سرمازدگی می‌تواند در کاهش خسارت سرما مؤثر باشد ولی نباید فراموش کرد که بهترین و مؤثرترین روش مبارزه، پیشگیری است. پیشنهاد می‌گردد برای محصولات مختلف، نقشه‌های ریسک وقوع یخبندان تهیه شود و در صورتی که ریسک وقوع سرمازدگی در منطقه‌ای بالا بود، یا اقدام به کشت نشود و یا ارقام مناسب سازگار با شرایط سرما توصیه گردد، چرا که مبارزه با سرما عملاً بسیار هزینه‌بر و گاهی اوقات غیرممکن است. نکته دیگر در مبارزه با سرما اهمیت مبارزه فراگیر آن است، چرا که در هر منطقه در صورتی که تمامی باغداران منطقه به صورت یکپارچه و همزمان به مبارزه اقدام کنند، نتایج جدّی‌تر خواهند بود.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

Azizi G., 2005, **Synoptic Analysis of Spring Extended Frosts in West of Iran**, Geographical Researches, Spring 2005, 32, pp. 99-116.

Bagdonas, J.C., Georg, J.C., and Gerber, J.F., 1978, **Techniques of Frost Prediction and Methods of Frost and Cold Protection**, Technical Note, No.13.

Blanc, M.L., Geslin, H., Holzberg, I.A. & Mason, B., 1963, **Protection Against Frost Damage**, WMO, Technical Note, No. 51.Geneva, Switzerland, p. 62.

Chaichy M., Maleki S., 2008, **Chilling Stress Effects on Phonological Stages of Black Pea**, Agricultural Science J., 30(2):13-24.

Cooper, Harry J., Eric A. Smith, and J. David Martsolf, 1997, **Spray Irrigation Effects on Surface Layer Stability in an Experimental Citrus Orchard during Winter Freezes**, J. Appl. Meteorol. 36, pp. 155-166.

Crawford, T.T., 1975., **Frost Protection with Wind Machines and Heaters**, Meteorological Monographs 6, pp. 81-87.

Evans, R.G., 2000, **Frost Protection in Orchards and Vineyards**, (available at: http://www.bsyse.prosser.wsu.edu/report/frost.html).

Federica R., Osvaldo F., Silvia L., Marianna N., Teodoro G., 2002, **Meteorological and Micrometeorological Applications to Frost Monitoring in Northern Italy Orchards Physics and Chemistry of the Earth**, Parts A/B/C, Volume 27, Issues 23-24, Pages 1077-1089.

Feldhake, C.M., 2002**, Forage frost Protection Potential of Conifer Silvopastures Agricultural and Forest Meteorology**, Volume 112, Issue 2, 31 August 2002, pp. 123-130.

Ghasemnejad M., 2007, **Temperature and CaCl Effects on Frost of Tomson Novel Orange and Satsoma**, Iran agricultural sciences, 37(1), pp. 157-167.

Heinemann, P.H., C.T. Morrow, J.D. Martsolf, R.M. Crassweller, and K.B. Perry, 1994, **Decision Support Program for the Protection of Crops from frost**, Proceedings of the 5th International Conference on Computers in Agriculture, Orlando , FL. pp. 375-380.

Hejazizadeh Z., 2006, **Frost Continually Analysis Using Delphi Programming**, **Case Study, Lorestan Province.**, Geographical Researches, Spring 2006 , (76) pp. 139-150.

http://www.fao.org/docrep/008/y7223e/y7223e00.HTM

Javanshah A., 2001, **Pitachio Flowering Lagging to Prevent Spring Frost Protection**, Pajoohesh v Sazandegi J., Winter 2001, 13(4), pp.18-21.

Jihad-Agriculture organization of Isfahan province portal (http://www.agris.ir).

Kamali G., 2004, **Statistical Assessments of Frost and Freezing in East Azerbaijan Province,** Agricultural Knowledge, 21(2), pp. 78-95.

Katharine 2004, **Frost Protection Methods**, (Available at: http://www.frostprotection. com/portal/hgxpp001.aspx?79).

Kaviani M., 2001, **Determination of Experienced Probability and its Return Period in March**, April and May in Almond Orchards of Saman, Natural sciences and agricultural sciences, 9(3), pp. 49-57.

Mirdehghan H., 2001, **Frost Damages Control of Punica Granatum with Alternative Warming,** Iran Agricultural Sciences, 33(1), pp. 75-80.

Mirmohamady M. and Tarkesh S., 2003, **Frost Stresses and Freezing of Crops**, Jihad University of Isfahan Publications.

Mondavi R., 2004, **SIS System Evolution**, (available at: http://www.frostsolutions.co.nz/2004_ mondavi_study.pdf).

Nazemosadat S., 2000, **Dew Point and Minimum Temperature Relationship in Jahrom Region**, Natural Sciences and Agricultural Sciences, 5(3), pp. 9-15.

Rafael G., 2004, **Evalution of the SIS, A New Frost Protection Method applied in a Citrus Orchard**, proceeding of international society of citriculture.

Richard L. Snyder, 2005, **Frost Protection: fundamentals, Practice, and Economics**, Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome.

Snyder Richard L., 2001, **Principles of Frost Protection**, (available at http://biomet.ucdavis. edu/frostprotection/Principles%20of%20Frost%20Protection/FP005. html).

Thara Prabha, Gerrit Hoogenboom, 2008, **Evaluation of the Weather Research and Forecasting Model for Two Frost Events**, Computers and Electronics in Agriculture, In Press, Corrected Proof, Available online 18 July 2008.