

## روش‌های مقابله با سرمازدگی در باغ‌های انار

مناطه‌ماسبی<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup> استادیار پژوهشی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و

منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اراک، ایران

(tahmasebi.mona@gmail.com)

### چکیده

مناطق حاشیه کویر ایران، از جمله استان مرکزی (به‌ویژه شهرستان ساوه)، محل اصلی کاشت و تولید اقتصادی انار می‌باشد. تابستان‌های گرم و خشک و زمستان‌های سرد این مناطق منجر به تنش‌های محیطی به‌خصوص سرمازدگی می‌شود. علاوه بر خسارت آفات و بیماری‌ها، کمبود دانش برخی باغداران نسبت به اعمال روش‌های صحیح عملیات کاشت، داشت و برداشت، بلایای طبیعی مانند سرمازدگی نیز یکی از مشکلات عمده در باغ‌های انار محسوب می‌شود. به‌طوری‌که در بعضی از سال‌ها (۱۳۸۶ و ۱۳۹۵) باغداران مجبور به کف‌بر نمودن باغ‌های خود شده‌اند. در واقع با توجه به اهمیت این رویداد طبیعی که تهدید دائمی برای باغ‌های انار می‌باشد ضرورت دارد که کارشناسان و باغداران با راه‌های پیشگیری و جلوگیری از این آسیب‌ها آشنایی داشته و براساس منطقه از این روش‌ها استفاده نمایند. لذا در این مقاله تعریف انواع سرمازدگی و آشنایی با علائم آن‌ها، روش‌های محافظت بلندمدت در مقابله با سرمازدگی شامل انتخاب محل مناسب، انتخاب رقم یا پایه مناسب، مدیریت آبیاری و تغذیه گیاه، کاشت درختان بادشکن و روش‌های کوتاه‌مدت در پیشگیری از وقوع سرمازدگی مانند آبیاری و آب‌پاشی، پوشش خاک و هرس مناسب بیان شده‌است. هم‌چنین در این راستا استفاده از فناوری‌های نوینی مانند بخاری باغی، مه‌پاش، ماشین مولد باد، سیستم چاهک معکوس انتخابی و سامانه ضدتگرگ می‌تواند تأثیرگذار باشد.

**واژگان کلیدی:** انار، سرمازدگی، پیشگیری، فناوری‌های نوین

## مقدمه

در نتیجه فعالیتهای آزمی بیشتر از فرآیندهای فتوفیزیکی و فتوشیمیایی که در جذب و انتقال انرژی نقش دارند، را کاهش می‌دهد (۱۶).

انواع سرمازدگی عبارتند از سرمازدگی تشعشی (تابشی) و سرمازدگی انتقالی (جبهه‌ای). سرمازدگی تشعشی سرما و یخبندانی که کاملاً منطقه‌ای بوده و در یک محدوده معین بدون اینکه هوای سرد از سایر نقاط به منطقه نفوذ کند، در اثر تشعشع از سطح زمین در همان محل به وجود می‌آید. این نوع سرمازدگی همواره در شب‌های ساکت و آرام و بدون ابر و باد (تا ۵ کیلومتر بر ساعت) رخ می‌دهد (۱۹). سرمازدگی انتقالی (یخبندان) در زمان حمله یک توده هوای سرد اتفاق می‌افتد که موجب کاهش شدید و ناگهانی دمای محیط به چندین درجه زیر صفر می‌شود و در طول روز هم همین‌گونه باقی می‌ماند. این جریان بیشتر در دوران رکود درختان میوه (زمستان) به وقوع می‌پیوندد. سرعت باد در طی سرمازدگی انتقالی معمولاً بیشتر از ۷ کیلومتر در ساعت است. ابرها معمولاً در تمام یا بیشتر زمان رویداد حضور دارند و هوا بسیار خشک است (۱۹). خسارت وارده، بسته به نوع فصل نیز متفاوت است و زمان وقوع سرما نیز پراهمیت می‌باشد. انواع سرمایی که می‌تواند به درختان انار خسارت وارد سازد عبارتند از:

### ■ سرمای دیررس بهاره

این نوع سرمازدگی بیشتر در مناطق معتدل رخ داده و باعث خسارت به گل و میوه می‌شود، زیرا گل‌ها و میوه‌های جوان حساس‌تر از میوه‌های رسیده می‌باشند (۱۱). سرمازدگی بهاره بسیار خطرناک‌تر از سرمازدگی‌های اوایل پاییز است. به‌منظور پی بردن به

انار با نام علمی *Punica granatum* بومی کشور ایران و کشورهای همجوار می‌باشد (۱۷). در حدود ۷۶ درصد از سطح زیر کشت انار دنیا در کشورهای ایران، هند، چین، ترکیه و آمریکا است (۱۸). ایران دارای غنی‌ترین ذخایر ژنتیکی انار در دنیاست به طوری که تنوع و تعداد ژنوتیپ‌های انار در ایران بی‌نظیر است (۲۰). انار یکی از محصولاتی است که به‌طور اقتصادی در ایران در مناطق حاشیه کویر (استان‌های مرکزی، اصفهان، فارس، خراسان، یزد و قم که دارای تابستان‌های گرم و خشک و زمستان‌های سرد هستند)، کاشته می‌شود. گیاهان مناطق نیمه‌گرمسیری خصوصاً انار دارای کمترین مقاومت به خسارات ناشی از سرما و یخ‌زدگی هستند (۱۲). سرمازدگی عبارت است از تغییرات فیزیکی یا فیزیولوژیکی انگیخته‌شده در اثر روبرو شدن اندام‌های مختلف گیاه با دماهای پایین‌تر از حد بحرانی بسته به گونه و رقم، که با پیدایش علائم همراه است و مترادف با واژه‌های *Chilling Injury* و *Chilling Damage* به کار می‌رود. به صدمات ناشی از دمای زیر صفر درجه سانتی‌گراد، یخ‌زدگی یا *Freezing* گفته می‌شود. صدمات یخ‌زدگی عمدتاً ناشی از ایجاد کریستال‌های یخ در آوندهای گیاه است، که به‌سرعت در تمامی اندام‌ها گسترش می‌یابد. سرمازدگی تأثیرات نامطلوبی بر فرآیندهای وسیعی از قبیل فتوسنتز، گلدهی، جوانه‌زنی و محصول‌دهی می‌گذارد. سرمازدگی بر روی غشای پلاسمایی اثرات سوء داشته و باعث افزایش نشت ترکیبات شیره سلولی به خارج از سلول می‌شود (۱۵). سرما توازن بین انرژی جذب شده و استفاده آن توسط متابولیت‌های مقصد را به هم زده و



شکل ۱- علائم سرمازدگی در باغ‌های انار

خسارت سرمازدگی دیررس بهاره، تخمدان گل‌ها و میوه‌های کوچک بررسی می‌شوند. در صورت سبز بودن می‌توان نتیجه گرفت که گل یا میوه آسیب ندیده است. نمونه این سرمازدگی در سال ۱۳۸۴ در استان یزد رخ داد و میزان ۵۰ تا ۷۵ درصد محصول انار آن سال را از بین برد (۸).

## ▪ سرمای زودرس پاییزه

پوست درخت انار در زمان وقوع سرمای زودرس پاییزه در ناحیه جنوبی طوقه، خشک و ورقه ورقه شده و از چوب جدا می‌شود (در قسمت شمالی، تنه سالم است). در انار سرمای زودرس پاییزه مخصوصا اگر همراه با ریزش باران باشد باعث ترکیدگی میوه می‌شود. نمونه آن، سرمازدگی در سال ۱۳۶۶ در استان یزد بوده‌است که خشک شدن و کفبر شدن تعدادی از باغ‌های انار استان را در پی داشت (۶). هر چند تعداد وقوع سرمای بهاره رایج‌تر است و به دلیل سرعت عمل، توجه بیشتری را به خود جلب می‌نماید، اما آسیب‌های ناشی از سرمای زودرس پاییزه بسیار شدیدتر است (۶).

## ▪ سرما و یخبندان زمستانه

در اواخر پاییز یا اوایل زمستان و در دماهای پایین‌تر از ۱۰- درجه سانتی‌گراد رخ می‌دهد و در حالت شدیدتر درختان دچار یخ‌زدگی می‌شوند. نشانه‌های آن بعد از وقوع به صورت زردی، عدم گلدهی، ریزش گل و برگ، خشکیدگی سرشاخه‌ها و شاید خشکیدگی کامل قسمت‌های هوایی، ظاهر می‌شود (۷) که نمونه‌هایی از آن در شکل ۱ نشان داده شده است.

## ضرورت و اهمیت

سرمازدگی نتیجه افت دما به صفر درجه سانتی‌گراد، در سطح زمین است. آستانه تحمل درخت انار به سرمای زمستانه بین ۸- تا ۱۲- درجه سانتی‌گراد بیان شده است (۱۵)، اما در برخی پژوهش‌ها این آستانه بین ۱۱- تا ۱۵- درجه سانتی‌گراد معرفی شده است (۴ و ۵).

وقوع سرمای بی سابقه در زمستان سال ۱۳۸۶ منجر به آسیب شدید به باغ‌های انار کشور شد. بیشترین خسارت در استان‌های مرکزی، خراسان رضوی، خراسان جنوبی، سمنان، قم، تهران و اصفهان رخ داد. در اثر این سرمازدگی بالغ بر ۲۸۰۰۰ هکتار از باغ‌های انار کاملاً کفبر شدند و تولید کل انار به حدود ۳۹۷ هزار تن رسید که نشانگر ۵۶ درصد کاهش محصول انار بوده است (۲). در سال ۱۳۹۵ نیز به دلیل ورود جبهه هوای سرد در آذرماه، سرمازدگی زمستانه به وقوع پیوست و باغداران شهرستان ساوه مجبور به کفبر نمودن ۹۰ درصد درختان انار شدند (۹۸۰۰ هکتار از ۱۱۰۰۰ هکتار سطح زیر کشت) و خسارتی معادل ۵۳۲ میلیارد تومان به انارستان‌های این شهرستان وارد شد (۱). این خسارت منجر به آن شد که سه سال برای بازگشت به آمار تولید انار، زمان لازم باشد. بر اساس گزارش‌ها، یکی از دلایل عمده شدت بالای آسیب‌دیدگی در این سال عدم آشنایی باغداران و کشاورزان با روش‌های جلوگیری از سرمازدگی اعلام شده است (۱). به همین منظور در این مقاله به روش‌های حفاظت از سرمازدگی در انارستان‌ها به دو روش بلندمدت و کوتاه‌مدت پرداخته می‌شود.

## توصیه‌های کاربردی جهت کاهش آسیب‌های سرمازدگی

### الف: روش‌های محافظت در برابر سرمازدگی باغ‌های انار

#### ۱- حفاظت غیرفعال (بلندمدت)

روش‌های غیرفعال، روش‌های اقتصادی و مؤثرتری هستند و به طور گسترده‌ای قبل از خطر سرمازدگی واقعی و در درازمدت مورد استفاده قرار می‌گیرند.

#### • انتخاب محل مناسب

مؤثرترین روش جلوگیری از آسیب سرما، انتخاب درست محل احداث باغ است. عوامل تأثیرگذار بر انتخاب محل شامل عرض جغرافیایی، درصد شیب زمین، ارتفاع از سطح دریا، خصوصیات بافت خاک (حاصلخیزی و قابلیت نگهداری رطوبت) و عمق خاک هستند (۱۱ و ۳). قبل از احداث باغ لازم است با مطالعه شرایط اقلیمی منطقه و داده‌های هواشناسی در حداقل یک دوره ۲۰ ساله از وقوع و تعداد دفعات سرما و یخبندان آگاهی پیدا نمود و سپس تصمیم به احداث باغ و انتخاب گونه و رقم مناسب نمود. همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده است کاشت درختان در مناطق تپه‌ای، تهره‌ها، دشت و شیب‌های رو به جنوب، خطر سرمازدگی را افزایش می‌دهند. زیرا گیاهانی که در دامنه‌های جنوبی کشت می‌شوند با کسب انرژی بیشتر زودتر از گیاهان کاشته شده در دامنه‌های شمالی و مسطح از خواب فیزیولوژیکی بیدار شده و وارد مرحله گلدهی می‌شوند (گل‌های آنها زودتر باز می‌شود) و در نتیجه در معرض خطر سرمازدگی قرار می‌گیرند. در حالی که شیب‌های

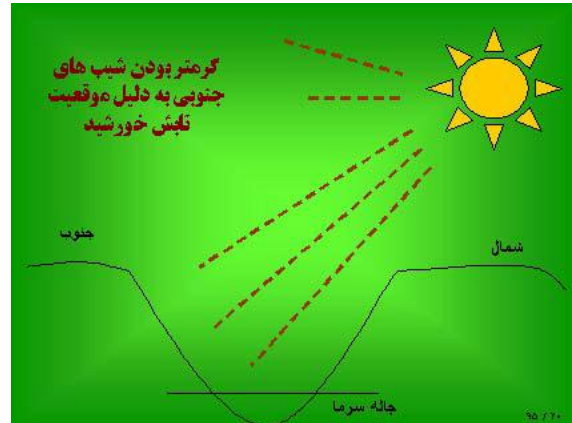


غذایی رشد می‌کنند، می‌توانند دماهای پایین را بهتر تحمل کنند و آسیب‌های ناشی از سرما در آن‌ها خیلی سریع بهبود می‌یابد. برای مثال در اواخر پاییز استفاده از کودهای با پتاسیم بالا موجب افزایش ضخامت دیواره سلولی و مقاومت بیشتر به آسیب سرما می‌شود. در حالی‌که اگر از کود ازت یا فسفات استفاده شود بافت‌های نرم گیاه رشد پیدا کرده و خطر سرمازدگی افزایش می‌یابد (۱۱ و ۱۵).

## • کاشت درختان بادشکن

در صورت وجود بادهای غالب در منطقه در صورتی که منطقه بادخیز بوده و معمولاً جهت وزش مشخصی داشته باشد؛ برای کشت در آن منطقه، با کاشت ردیف‌هایی از درختان در اطراف باغ‌ها به عنوان بادشکن می‌توان از ورود هوای سرد به داخل باغ جلوگیری نمود. باد شدید باعث افزایش تعرق و کاهش آب در گیاه شده و درخت کاهش رشد داشته و دیر میوه‌دهی دارند. بادشکن‌ها معمولاً به صورت عمود بر جهت وزش باد (اگر هدف کاهش سرعت وزش باشد) یا با زاویه‌ای نسبت به باد (اگر هدف تغییر جهت وزش باد باشد) ایجاد می‌شوند. کاشت بادشکن در سمت عمود به جهت بادهای اصلی محلی، قبل از کاشتن درختان میوه باید به فاصله حداقل ۵ متر از اولین ردیف انجام شود؛ به عبارتی فاصله بادشکن‌ها با درختان اصلی حداکثر ۵ متر است. همچنین در کاربرد بادشکن‌ها باید به این نکته توجه داشت که در سمتی از باغ احداث شوند که منجر به تجمع هوای سرد در باغ نشوند. تحت چنین شرایطی نه تنها درختان را محافظت نمی‌کنند، بلکه شدت سرمازدگی را افزایش می‌دهند (۳).

شمالی و کاشت انار در دامنه ارتفاعات خطر سرمازدگی را کم می‌کند. بنابراین باید از کشت درختان در محل تجمع هوای سرد (چاله‌های سرد) جدا خودداری نمود (۱۹).



شکل ۱- کاهش خطر سرمازدگی با انتخاب شیب جنوبی

## • انتخاب رقم یا پایه مناسب

انتخاب ارقام مناسب و سازگار با شرایط اقلیمی منطقه (رقم‌های دیرگل‌تر و مقاوم‌تر) می‌تواند در پیشگیری از سرمازدگی تأثیرگذار باشد (۹، ۱۰، ۱۳، ۱۴). در انتخاب پایه، پایه‌های مقاوم به سرما و پایه‌هایی که گل‌دهی را به تأخیر می‌اندازند، بسیار مهم می‌باشند.

## • مدیریت آبیاری و تغذیه گیاه

یک گیاه سالم نقطه یخبندان پایین‌تری دارد و گیاهانی که تحت تأثیر تنش خشکی قرار دارند، قدرت رشد و تحمل‌پذیری آن‌ها کمتر است؛ بنابراین مدیریت تغذیه و آبیاری در باغ‌های میوه باید مورد توجه قرار گیرد. بررسی میزان عناصر خاک و توصیه کودی باید براساس نتایج آزمایش‌های خاک انجام گیرد. گیاهانی که با مقادیر بهینه و متعادل عناصر

## • رنگ کردن تنه درخت

سفید کردن رنگ تنه درخت اختلاف دمای بین شب و روز تنه را کاهش می دهد و از ترک خوردگی پوست آن جلوگیری می کند. عارضه ترک خوردگی علاوه بر خسارت مستقیم به درخت باعث ضعیف شدن گیاه و بروز آفات و بیماری ها نیز می شود.

## ۲- حفاظت فعال (کوتاه مدت)

حفاظت فعال باید بلافاصله قبل و در طی وقوع سرمازدگی استفاده شود. این روش تنها برای شرایط سرمازدگی تشعشعی مؤثر است. برای حفاظت از سرمازدگی به طور فعال، پایش اطلاعات هواشناسی و مطلع شدن از پیش‌بینی‌های کمینه دمای و شرایط باد در منطقه، بسیار مفید می‌باشد.

## • آبیاری و آبپاشی

آبیاری سطحی (غرقابی یا جوی و پشته ای)، آبپاشی بر زیر و روی سطح گیاه، آبپاشی میکرو و تولید مه مصنوعی به‌طور معمول برای محافظت از سرمازدگی در زمان وقوع آن می‌تواند استفاده شود. در سال‌های خشک، حفاظت از یخ‌زدگی از طریق مرطوب کردن خاک‌های خشک قبل از وقوع یخبندان، بهبود می‌یابد. مرطوب کردن خاک تا عمق ۳۰ سانتیمتری مناسب است. زیرا موجب تیره شدن خاک و در نتیجه افزایش جذب تشعشع خورشیدی می‌شود (۳).

در روش سطحی به عنوان رایج‌ترین روش حفاظت در برابر یخبندان، بیشترین حفاظت در اولین شب پس از جاری کردن آب حاصل شده و به مرور زمان که خاک از آب اشباع می‌شود، کارایی این روش

کاهش می‌یابد. به دلیل هزینه نسبتاً پایین، یک روش حفاظتی با سود اقتصادی بالا محسوب می‌شود (۳).

برای اجرای روش آبپاشی بر روی گیاه، آبپاش‌ها به صورت یک در میان بین ردیف‌های درختان قرار می‌گیرند. فاصله بین آبپاش‌ها باید حدود ۵۰ تا ۶۰ درصد قطر خیس شده توسط آبپاش باشد. آب باید در دوره‌های متوالی و به مقدار کافی و پیوسته بر روی گیاه پاشیده شود به‌طوری‌که در فاصله دو دور متوالی پاشش آب، دمای بافت گیاهی به پایین‌تر از حد بحرانی کاهش پیدا نکند. برای دستیابی به نتیجه مناسب، باید قسمت‌های مختلف گیاه با آب پوشیده شود و هر ۳۰ تا ۶۰ ثانیه یکبار با آب خیس شوند. تا زمانی که مخلوط آب و یخ بر روی شاخه‌ها وجود دارد دمای اندام‌های گیاه در حد صفر درجه سانتی‌گراد باقی‌ماند. باید یادآور شد تا زمانی که دما به یک درجه سانتی‌گراد بالای درجه حرارت بحرانی نرسیده است نباید آبپاش‌ها را قطع نمود. بزرگ‌ترین عیوب این روش، هزینه بالای نصب و میزان مصرف بسیار زیاد آب می‌باشد (۳) و (۱۹).

در روش آبپاشی زیردرختی، آب با مقدار و سرعت کافی بر روی زمین پاشیده می‌شود تا دمای سطح زمین در حدود صفر درجه سانتی‌گراد حفظ شود. در این سیستم خطرات شکستگی شاخه‌های فرعی، مشکلات بیماری و نیازهای آبی کمتر نسبت به سیستم‌های آبپاشی بر روی شاخ و برگ وجود دارد. روش آبیاری قطره‌ای را در زمان یخبندان‌های بسیار شدید نباید استفاده کرد، زیرا ممکن است باعث یخ‌زدگی و آسیب بیشتر شود (۳).

## • پوشش خاک و گیاه پوششی (مالچ)

چمن، علف‌های هرز یا هرگونه پوشش گیاهی در یک باغ باعث انعکاس نور خورشید از سطح شده و انرژی کمتری (گرما) در خاک ذخیره می‌شود. در واقع خاک باید مرطوب، عاری از علف‌های هرز و گیاه پوششی باشد (۱۱). مالچ‌های پلاستیکی شفاف که انتقال حرارت را به خاک افزایش می‌دهند، به‌طور معمول ذخیره‌سازی گرما را بهبود می‌بخشند و محافظت غیرفعال مناسبی را در مقابل سرما فراهم می‌کنند. مالچ پلاستیکی سیاه کمتر برای حفاظت از یخ‌زدگی مؤثر است. خیساندن خاک قبل از پوشش با پلاستیک شفاف بهترین حفاظت را فراهم می‌کند (۱۵ و ۱۹).

## • تربیت صحیح و هرس مناسب

انجام صحیح تربیت و هرس و انتخاب مناسب زمان هرس، در پیشگیری از سرمازدگی درختان میوه می‌تواند بسیار مؤثر باشد. در مناطقی با زمستان سرد و احتمال سرمازدگی زمستانه، تربیت انار به فرم چندتنه اولویت دارد، زیرا ممکن است یک یا دو تنه دچار یخ‌زدگی نشده و در نتیجه باغدار مجبور به کف‌بر کردن درخت نشود. باغداران باید در ماه شهریور از هرس سنگین خودداری کنند (هرس سبک مشکل‌ساز نیست)، زیرا رشد جدید گیاه را تحریک می‌کند و گیاه فرصت آنکه قبل از یخبندان بالغ شود نخواهد داشت. هرس زمستانه باید بعد از رفع سرمای زمستانه و قبل از فعال شدن درخت انجام شود. در واقع هرس هر چه دیرتر در زمستان انجام شود، گلدهی را چند روز به تأخیر می‌اندازد (۱۹).

## ب: روش‌های مبتنی بر فناوری‌های نوین جهت محافظت در برابر سرمازدگی

براساس نکات قبل که برای حفاظت گیاه در مقابل سرمازدگی گفته شد، امروزه به دلیل عدم امکان تغییر عوامل اولیه (محل، رقم، ...) از امکاناتی که در زیر توضیح داده می‌شود در محافظت کوتاه مدت، می‌توان استفاده نمود.

## • بخاری (پلار)های باغی

اولین بار در سال ۱۹۰۷، بخاری‌های فلزی دودکش‌دار برای حفاظت از سرما در کلرادو آمریکا معرفی شد. امروزه نیز می‌توان از بخاری‌های باغی در شب‌هایی که وارونگی حرارتی شدید رخ می‌دهد، استفاده کرد. اگرچه برخی از باغداران برای محافظت درختان از یخبندان، ضایعات گیاهی و تایرهای کهنه را می‌سوزانند. علاوه بر آلودگی محیط زیست و تأثیر ناچیز قشر دود در کاهش میزان تشعشع از سطح گیاه و خاک، ذرات دود آنقدر کوچک‌اند که نه تنها اثری بر روی تشعشع با طول موج بلند خارج‌شونده ندارند، بلکه در واقع موجب تأخیر در گرم شدن در زمان صبح نیز می‌شوند (۳). بخاری باغی و طرز استفاده از آنها در باغ‌ها در شکل ۲ نشان داده شده‌است. بخاری‌های باغی با دو روش تابش مستقیم (۲۵ تا ۳۰ درصد حرارت) و همرفت به گیاه حرارت می‌دهند. بیشتر هوای در اطراف بخاری با همرفت گرم می‌شود و متأسفانه مقداری از این گرما در صورتی که بالاتر از سطح باغ باشد، از بین می‌رود (۱۹). هم‌چنین از آنجا که تأثیر تشعشع حرارتی به نسبت معکوس با مربع فاصله کم می‌شود، پس باید تعداد زیادی بخاری با شعله کم بسوزد. حتی

بخاری گاز پروپان است و یک پروانه سانتریفیوژی هوای گرم شده را بصورت افقی و در جهت عمود بر مسیر حرکت تراکتور به بیرون می‌دهد. در هنگام کار، جریان هوای گرم تا فاصله ۵۰ تا ۷۵ متری از دو طرف تراکتور پرتاب می‌گردد. تراکتور به گونه‌ای در امتداد ردیف‌های کاشت حرکت می‌کند که در هر مسیر رفت و برگشت، فضای ناحیه تحت پوشش بخاری با فضای گرم شده در مسیر قبلی هم‌پوشانی داشته باشد.



شکل ۲- بخاری باغی و طرز استفاده از آنها در باغ‌ها

به‌کارگیری بخاری‌های بزرگ به هیچ‌وجه توصیه نمی‌شود. لذا تعداد ۸۰-۷۰ عدد بخاری باغی برای هر هکتار باغ در فاصله ۶-۵ متر مناسب است (۱۱). اولین بخاری را باید در فضای مرکزی بین ۴ درخت قرار داد و بقیه را با فاصله یکسان به تناوب قرار داد (۱۹). برای دستیابی به دمای مناسب در باغ‌هایی با وسعت زیاد یا در شرایط نبود تعداد کافی کارگر برای روشن نمودن بخاری‌ها، باید قبلاً نواحی سردتر در سطح باغ شناسایی شده و روشن کردن بخاری‌ها را از کنار باغ به ویژه از حاشیه‌هایی که در مقابل باد قرار دارند، شروع نمود. هزینه‌های اولیه نصب بخاری کمتر از سیستم‌های دیگر است. اگر چه سوخت گران‌تری دارد که هزینه‌های بهره‌برداری را افزایش می‌دهد. اگر میزان سوختن بخاری کافی نباشد ریسک اضافی برای محصول وجود ندارد و هر قدر حرارت ایجاد شود مفید است.

اگرچه در دهه اخیر دستگاهی با نام اتوپلار باغی به بازار معرفی شده است که با کاهش دما بصورت کاملاً خودکار و اتوماتیک و مطابق با دمای بحرانی تنظیم شده شروع به کار می‌کند (شکل ۳). این دستگاه در زمان وقوع سرمازدگی، هوای سرد را از دهانه‌ی بالا مکش نموده و در قسمت کوره‌ی هرمی شکل گرم و از طریق ۴ دهانه کانال خروجی زیر دستگاه بصورت ۳۶۰ درجه (دورانی) بموازات سطح زمین تا شعاع ۵۰ متر پرتاب می‌کند که تا شعاع ۶۰ متر برای مقابله با سرمازدگی موثر است. هر دستگاه می‌تواند یک هکتار را تحت پوشش قرار دهد.

همان‌طور که در شکل ۴ آورده شده است، می‌توان برای مبارزه با سرمازدگی از یک بخاری که بر پشت تراکتور نصب می‌شود، استفاده نمود. سوخت





شکل ۵ - دستگاه مه پاش

### • استفاده از ماشین مولد باد

ماشین‌های مولد باد هوای منطقه، وارونگی را توسط موتورهایی با پره‌های بزرگ که بر روی پایه‌هایی به ارتفاع ۱۲-۱۵ متر در سطح باغ نصب می‌شوند، می‌شکند (شکل ۶). به طور کلی، برای حفاظت از یک هکتار، ۱۰ اسب بخار قدرت لازم است. معمولاً یک دستگاه مولد باد برای هر بلوک ۴ تا ۶ هکتاری مورد نیاز است. با این حال، افزایش دما در نزدیکترین نقاط به دستگاه بیشتر است و به سمت لبه‌های منطقه مورد حفاظت کاهش می‌یابد (۳) و (۱۹). برای رفع این مشکل، بخاری‌ها اغلب می‌توانند در نزدیکی لبه‌ها برای محافظت بهتر اضافه شوند. شروع کار ماشین‌های مولد باد زمانی است که دمای هوا در ارتفاع ۱/۵ متری از سطح زمین بالاتر از دمای ارتفاع ۱۲ متری باشد (۱۱). ماشین مولد باد می‌تواند درجه حرارت را فقط چند درجه افزایش دهد و با توجه به کم هزینه بودن آن، لازم است قبل از تشکیل وارونگی شروع به کار نماید و برای تعیین زمان مناسب، باید دمای هوا در ارتفاع‌های ۱/۵ و ۱۲ متری از سطح باغ به‌طور متناوب اندازه‌گیری شود (۱۱) و (۱۹).



شکل ۳- اتوپلار باغی



شکل ۴- دستگاه بخاری متحرک

### • مه پاش

مه‌پاش یا فوگرها با پاشش آب به فضای اطراف درختان و ایجاد حالت مه، باعث تعدیل دمای سرد (تأمین گرما تا حدود ۴ درجه سانتی‌گراد) و مانع از سرمازدگی اندام‌های گیاهی درختان می‌شود (شکل ۵). روش استفاده از موتور جت برای تشکیل مه، دارای مزیتی است که می‌توان آن را به طرف مقابل از محصول (خلاف جهت باد) منتقل و از گیاه محافظت بیشتری کرد (۱۹).

گرم را جایگزین لایه‌های سرد کرد. سطح زیر پوشش آن ۲-۳ هکتار بوده و می‌توان توان موردنیاز را از پی تی او، موتور دیزل یا برق ۳ فاز تأمین نمود. با استفاده از این دستگاه تا ۳ درجه سانتیگراد می‌توان هوای باغ را گرم‌تر نمود. تعیین تعداد و موقعیت دقیق دستگاه مستلزم انجام مطالعات فنی برای هر باغ است. دستگاه چاهک در ۲ مرحله عمل می‌کند: الف) جمع کردن هوای سرد کف باغ و فرستادن آن به چند لایه حرارت بالاتر ب) مخلوط کردن هوای سرد و گرم (۱۱).



شکل ۶ - ماشین مولد باد

از بالگردها نیز برای جابجایی هوا در هنگام وقوع سرمازدگی تشعشعی می‌توان استفاده کرد. در این روش بالگرد در ارتفاع ۲۰ متری بر روی باغ حرکت می‌کند و هوای گرم سطوح بالایی و هوای گرم حاصل از موتور جت بر روی درختان رانده می‌شود. هر بالگرد برای یک مساحت ۴۰ هکتاری مناسب است و استفاده از آن بسیار پرهزینه است (۱۱).



شکل ۷ - سیستم چاهک معکوس

### • سامانه ضد تگرگ

با شلیک دستگاه و انفجار، امواج پر قدرت تولید شده به داخل ابرها نفوذ می‌کنند و با نفوذ در آن‌ها از به هم پیوستن و رشد نمودن کریستال‌های دانه‌های تگرگ جلوگیری می‌کنند. بدین ترتیب باعث کاهش قابل ملاحظه باران تگرگ و تبدیل فرآیند بارش تگرگ به بارش باران معمولی یا بارش برف خفیف می‌شوند. سطح زیر پوشش این سامانه ۱۰۰ هکتار و منبع توان آن گاز پروپان و برق می‌باشد (۱۱). یک نمونه از این دستگاه در شکل ۸ نشان داده شده است.

### • سیستم چاهک معکوس انتخابی

سیستم چاهک معکوس که نمونه‌ای از آن در شکل ۷ نشان داده شده است، استوانه‌ای با ارتفاع ۲ متر، از جنس فلز یا سیمان است که در سطح باغ به طور ثابت نصب می‌شود. هدف از استفاده سیستم چاهک این است که با صرف انرژی بهینه برخلاف نیروی جاذبه عمل کرده و با چرخش پروانه‌ای در داخل چاهک با جمع کردن هوای سرد کف باغ و فرستادن آن به بالا (۱۵ تا ۹۰ متر) لایه‌های هوای

تگرگ با توجه به شرایط و موقعیت باغ و تهیه و تدارک ابزار، وسایل و دستورالعمل اجرای آن روشها - آمادگی و اجرای کشیکهای شبانه در زمان پیشبینی شده برای وقوع سرمازدگی و یخبندان - آغاز حفاظت اولیه در زمانی که دمای محیط چند درجه بالاتر از دمای بحرانی است.

- اجرای روش حفاظتی فعال انتخاب شده

اگرچه نظر می‌رسد بهتر است کاربرد هر یک از این روشهای پیشنهادی از نظر موقعیت جغرافیایی، اقتصادی، سهولت دسترسی و اجرای آن در انارستانهای استان مرکزی نیز مورد ارزیابی قرار گرفته تا مؤثرترین و عملی‌ترین روش برای مقابله با سرمازدگی درختان انار انتخاب و معرفی شود. هم‌چنین امروزه با توجه به تلاش پژوهشگران جهت هوشمندسازی عملیات کشاورزی، نیاز به تولید و استفاده از حسگرها و دستگاههای هوشمندی می‌باشد تا بتوان وقوع سرمازدگی را به موقع پیش‌بینی و بدون حضور باغداران و از راه دور نسبت به هشدار و کنترل آن اقدام کرد.



شکل ۸ - سامانه ضد تگرگ

## نتیجه گیری کاربردی

هدف کلی از این مقاله، ارائه دستورالعملهای اجرایی و یک راهنمای کلی برای افرادی مانند کارشناسان و باغداران که به صورت عملی با پدیده سرمازدگی سروکار دارند می‌باشد. بنابراین در نهایت راهکارهایی در جهت کاهش ضایعات ناشی از سرمازدگی و قبل از وقوع آن به طور خلاصه بیان می‌شود.

- گردآوری و بررسی داده‌های هواشناسی و شرایط آب و هوایی منطقه مورد نظر (به‌خصوص در فصل سرما و در شبهای سرد)

- انتخاب محل احداث مناسب باغ، انتخاب رقم یا پایه مقاوم به سرما، مدیریت آبیاری و تغذیه گیاه و کاشت درختان بادشکن

- انتخاب روش حفاظتی فعال مناسب شامل بخاریها، مه‌پاشها، دستگاه مولد باد، بالگردها، آب‌پاشها، سیستم چاهک معکوس و سامانه ضد



## مراجع

- سرمازدگی، یزد. سازمان جهادکشاورزی استان یزد.
- (۹) طباطبایی، س.ض.ا. و قاسمی، ا. (۱۳۸۸). بررسی ارزیابی میزان خسارت سرمازدگی، انتخاب و معرفی ارقام و ژنوتیپ‌های متحمل به سرما در انار. گزارش نهایی.
- (۱۰) طباطبایی، س.ض.ا.، ارشادی، ا. و قاسمی سلوکلویی، ع.ا. (۱۳۹۰). بررسی مقاومت به سرمای برخی از ارقام انار ایرانی. همایش ملی انار.
- (۱۱) فریدونی، ح. (۱۳۹۷). روش های مقابله با سرمازدگی در باغات درختان میوه (گزارش).
- (۱۲) میرمحمدی میبدی، ع.م. (۱۳۸۲). مدیریت تنش های سرما و یخ زدگی گیاهان زراعی و باغی. انتشارات جهاد دانشگاهی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- (۱۳) وظیفه شناس، م.ر. و هادی راد، م. (۱۳۸۴). معرفی رقمی از انار با خصوصیات مقاومت به سرما. همایش علمی کاربردی راههای مقابله با سرمازدگی. سازمان جهادکشاورزی استان یزد.
- (۱۴) وظیفه شناس، م.ر.، تهرانی فر، ع.، محمدی، ف.، عبدوس، و.، سلاح ورزی، ی. و مهدوی، م. (۱۳۹۰). مقایسه و تعیین نیاز سرمایی برخی انار مقاوم، نیمه مقاوم و حساس به سرمای بهار. همایش ملی انار.
- (۱۵) Bakht, J., A. Bano, M. Shafi, P. Dominy. ۲۰۱۳. Effect of abscisic acid applications on cold tolerance in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *European Journal of Agronomy*. ۴: ۱۰-۲۱.
- (۱۶) Ensminger, I., F. Busch. and N. P. A. Huner. ۲۰۰۶. Photostasis and cold
- (۱) آمارنامه، وزارت جهاد کشاورزی، (۱۳۹۵).
- (۲) آمارنامه، وزارت جهاد کشاورزی، (۱۳۸۶).
- (۳) اسدی، ا. (۱۳۹۶). روش های حفاظت درختان میوه در برابر تنش سرما، گروه پیشگیری و کاهش خسارت عوامل غیرزنده محیطی، سازمان حفظ و نباتات.
- (۴) بلانین، ح.، زمانی، ذ. و فتاحی مقدم نوقابی، م.ر. (۱۳۹۴). بررسی برخی از شاخص های مرتبط با مقاومت به یخ زدگی در تعدادی از ارقام و ژنوتیپ های انار. رساله دکتری، دانشگاه تهران
- (۵) زمانی، ذ. (۱۳۶۹). بررسی مهمترین خصوصیات و مشخصات انارهای ساوه و مرکزی. پایان نامه کارشناسی ارشد باغبانی. دانشگاه تهران، ۱۸۶ صفحه.
- (۶) شاکری، م. (۱۳۸۴). بررسی اثرات سرمای زودرس پاییزه روی درختان انار. همایش علمی کاربردی راههای مقابله با سرمازدگی، یزد.
- (۷) شاکری، م. و توکلی، م. (۱۳۸۷). ارزیابی اثرات سرمای زمستانه و سرمای سال ۱۳۸۶ بر جمعیت حشرات مهم برای محصولات زراعی و باغی استان یزد. گزارش نهایی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی یزد.
- (۸) شاکری، م. و وکیلی، ا. (۱۳۸۴). نگاهی تحلیلی بر میزان خسارت سرمای بهاره سال ۸۴ استان یزد و دستاوردهای تجربی آن. همایش علمی کاربردی راههای مقابله با



acclimation: sensing low temperature.

Physiologia Plantarum, ۱۲۶: ۲۸-۴۴.

۱۷) Fawole, O.A. and U.L. Opara. ۲۰۱۳.

Developmental Changes in Maturity Indices of Pomegranate Fruit: a Descriptive Review. Scientia Hort. ۱۵۹:۱۵۲-۱۶۱.

۱۸) Olmo-VEGA, A., F. Garcia sanchez, S. Simon- grao, I. Simon, V. Lidon, M. Nieves, J. Martinez Nicilas. ۲۰۱۷.

Physiological responses of three pomegranate cultivars under flooded conditions. scientia horticulturae, ۲۲۴: ۱۷۱-۱۷۹.

۱۹) Usha, K., T. Madhubala., G. Amit

Kumar and G. Nayan Deepak. ۲۰۱۵. Fundamental of Fruit Production. ICAR- Indian Agricultural Research Institute. New Delhi.

۲۰) Zamani Z., A. Sarkhosh, M. Fattahi Moghaddam. ۲۰۰۶. Evaluation of

genetic diversity among some pomegranate genotypes with markers RAPID. Iranian Journal of Agricultural Science, ۳۷(۵):۸۶۵-۸۷۳.