

معاونت باغبانی وزارت جهاد کشاورزی

ادوات و دستورالعمل پیشگیری و مقابله با آسیب ناشی از سرمازدگی در باغات

معاونت باغبانی وزارت جهاد کشاورزی

کمیته مدیریت تنش‌های محیطی در بخش باغبانی کشور

تعریف سرمازدگی و یخ‌زدگی

درختان میوه مختلف در محدوده‌های دمایی مشخصی قادر به رشد و نمو هستند و نوسانات دمایی که در مراحل مختلف رشد درخت رخ می‌دهد، منجر به آسیب‌های جدی به درختان می‌شود. یخ‌زدان‌های زودهنگام پائیزه، به شاخه‌های فعال و در حال رشد درختان و همچنین محصولات برداشت نشده صدمه می‌رساند و یخ‌زدان‌های دیرهنگام به‌زودی که همزمان با گل‌دهی و مراحل اولیه رشد و نمو میوه رخ می‌دهد منجر به کاهش عملکرد می‌شود.

مکان‌های تحمل‌دماي پائین‌تر از حد مطلوب تحت عناوین تنش سرمازدگی و تنش یخ‌زدگی بررسی می‌شوند. برای اکثر گیاهان، تنش سرمازدگی در دمای کمتر از ۱۰ تا ۱۵ درجه تا صفر درجه سانتیگراد اطلاق می‌گردد که به گیاه صدمه می‌زند، اما موجب یخ‌زدگی آن نمی‌شود.

علائقه خسارت سرمازدگی در گیاه شامل نگرزده شدن بافت‌ها، ایجاد حفره و رنگ پریدگی در گیاهانی از قبیل مرکبات و مور است. همچنین محصولات فوق‌الذکر در معرض خسارت وارده ناشی از تنش سرمازدگی بعد از برداشت نیز قرار دارند. سیب‌دُرختی و میوه‌های حسنه دار مناطق معتدل در طول انبارداری تحت دمای پائین اغلب دچار رنگ پریدگی می‌شوند. خسارت سرمازدگی در باغات محصولات گرمسیری و نیمه گرمسیری رخ می‌دهد. تنش یخ‌زدگی عبارت است از تشکیل یخ خارج سلولی در داخل بافت‌های گیاهی. این آسیب وقتی که دمای بافت‌های گیاهی به پایین‌تر از یک حد بحرانی (معمولاً دمای پایین‌تر از صفر درجه) نزول کند، منجر به مرگ یا اختلال در فعالیت سلول‌های گیاهی می‌شود.

صرفه اقتصادی راهکارهای کاهش میزان خسارت یخ‌زدگی به تعداد دفعات انجام آنها، هزینه تمام‌شده تولید محصول و ارزش آن محصول بستگی دارد. کنترل غیرفعال یخ‌زدان شامل عملیاتی است که قبل از بروز یخ‌زدان انجام می‌شود تا میزان آسیب را کاهش دهد. کنترل فعال شامل عملیات فشرده و صرف هزینه بالا می‌نماید که در زمان بروز یخ‌زدان انجام می‌شود.

## معاونت باغبانی وزارت جهاد کشاورزی

### انواع یخبندان

#### یخبندان انتقالی

یخبندان انتقالی یا همرفتی عبرت است از جاری شدن توده هوای سرد به یک منطقه و جایگزین شدن آن با هوای گرمتر آن منطقه. این توده هوای سرد همراه با بادهای ملایم تا شدید، بدون وارونگی دمایی و در شرایط رطوبت هوای پایین بروز می‌کند. غالباً دمای هوا به زیر صفر درجه کاهش می‌یابد و سراسر طول روز آنجا می‌ماند. مدیریت و کاهش خسارت ناشی از این نوع یخبندان مشکل‌تر است.

#### یخبندان تشعشی

در کشور ما بروز یخبندان تشعشی معمول است. این یخبندان در شرایط شب‌های آرام و آسمان صاف، باد ملایم و بروز وارونگی دما رخ می‌دهد. دلیل بروز آن، از دست رفتن گرما به شکل انرژی تشعشی است. در چنین شرایطی باغ بیشتر از اینکه گرما کسب کند، آنرا متشعش می‌سازد. بنابراین شاهد افت دما هستیم. دمای هوا نزدیک سطوح تشعش کننده رده‌تر کاهش می‌یابد و منجر به وارونگی دمایی (افزایش دما با افزایش ارتفاع) می‌شود.

در برخی از موارد هم تلفیقی از یخبندان انتقالی و تشعشی روی می‌دهد. مثلاً ممکن است که توده هوای سرد به یک منطقه وارد شود و منجر به ایجاد یخبندان انتقالی گردد و به دنبال این شرایط چند روزی هوا آرام و آسمان صاف شود که یخبندان تشعشی در مقیاس کوچک در نظر گرفته می‌شود. متأسفانه، در آذرماه سال ۱۳۹۵ خسارت ناشی از یخبندان تلفیقی به باغ‌های مرکبات کشور ما چشمگیر بود.

### روش‌های پیشگیری و مقابله با یخبندان

#### کنترل غیر فعال (قبل از بروز یخبندان)

#### محل احداث باغ

انتخاب محل احداث باغ مهمترین عامل پیشگیری از بروز خسارت سرمازدگی است. از آنجا که هوای سرد متراکم‌تر از هوای گرم است، بنابراین در مناطق پایین دست تجمع می‌یابد. از احداث باغ در مناطق پایین دست و پایین شیب‌ها در مناطقی که سرمازدگی رخ می‌دهد باید خودداری نمود. بالای تپه‌ها نیز هوا سرد است و نباید در آنجا کاشت کرد. بطور کلی بهترین محل کاشت روی شیب‌های ملایم و دارای زهکش است که هوای سرد بتواند از محل باغ تخلیه گردد.

### معاونت باغبانی وزارت جهاد کشاورزی

بهترین محل کاشت درختان میوه خزاندار روی شیب‌های شمالی است. بدین ترتیب از ایجاد مناطق کم دما در پایین شیب جلوگیری می‌شود و گلدهی بهاره به تأخیر می‌افتد. در فصل بهار درختان خزاندار روی شیب‌های جنوبی زودتر گل می‌دهند. در نتیجه درختان خزاندار در شیب‌های جنوبی به خسارت یخزدگی مستعدترند. درختان نیمه گرمسیری مثل مرکبات و آووکادو در هر فصلی دچار خسارت یخزدگی می‌شوند. بنابراین بهتر است روی شیب‌های جنوبی کاشته شوند تا محصول گرمای بیشتری را جذب کند و انرژی بیشتری از نور خورشید دریافت کند.

هوای سرد مانند آب به سمت پایین دره‌ها سرریز می‌شود. هر نوع کاشت یا ساختمانی که مانع جریان پایین‌رو هوای سرد بشود، باعث افزایش خسارت یخزدگی می‌شود. از طراحی مناسب پرچین‌ها، دیوارها، بادشکن‌ها و غیره می‌توان برای کنترل جریان هوای سرد و فرستادن آن به بیرون از باغ استفاده کرد و منجر به کاهش خسارت یخزدگی محصولات باغی شد. همچنین تسطیح زمین می‌تواند زهکشی هوای سرد را بهبود بخشد. ردیف درختان باغ باید طوری طراحی شود که زهکشی مطلوب و طبیعی هوای سرد به خوبی از میان آنها انجام شود.

سرمزدگی شدید درختان میوه در دره‌های تنگ و شیب‌دار رخ می‌دهد زیرا هوای سرد نمی‌تواند همراه با بادهای محلی از آن دره‌ها خارج شود. این یخزدگی در مقیاس‌های کوچک بیشترین خسارت را وارد می‌آورد. در این مکانها باید الگوی کشت صحیح انجام گیرد. در صورت احداث باغات تجاری در این دره‌ها، استفاده از بالگرد برای کاهش تجمع هوای سرد و کاهش خسارت سرمزدگی توصیه می‌گردد.

### استفاده از ارقام تجاری دیرگلده

استفاده از ارقام مقاوم به سرما و دیرگل به خصوص به منظور پیشگیری و کاهش میزان خسارت سرمزدگی بهاره اهمیت ویژه‌ای دارد. بررسی سابقه کاشت ارقام مناسب در میکرواقليم‌های مختلف کشور شناسایی ارقام بومی مقاوم با عملکرد بالا و نیز استفاده از ارقام خارجی مقاوم به سرما (پس از انجام تحقیقات اولیه در خصوص سازگاری آنها) در شرایط آب و هوایی کشور ما جز برنامه‌های تحقیقاتی پایه قرار دارند. استفاده از ارقام دیرگلده و دیربرگده گردو مانند چندلر با استفاده از پیوند سرشاخه‌کاری جلوگیری از خطر سرمزدگی بهاره در شرایط آب و هوایی کشور ما موثر بوده است. پیوند سرشاخه‌کاری ارقام خارجی مقاوم به سرمای بادام مانند شاهرود ۷، شاهرود ۸، شاهرود ۹، شاهرود ۱۲ و شاهرود ۱۳ در شرایط آب و هوایی کشور ما در کاهش خسارت سرمزدگی موثر بوده و از لحاظ تولید محصول باکیفیت و عملکرد بالا نیز توصیه می‌شوند. توسعه ارقام فرانسوی دیر گلده و مقاوم به سرمای بهاره زردآلو مانند ارقام سولدان<sup>۱</sup> و برگوال<sup>۲</sup> در کشورهای مراکش و الجزایر به صورت معنی‌داری خسارت سرمزدگی بهاره این محصول را کاهش داده است که امکان بررسی عملکرد و مقاومت به سرمای این ارقام در شرایط آب و هوایی کشور ما توصیه می‌شود.

<sup>۱</sup> Solédane®

<sup>۲</sup> Bergeval®

## معاونت باغبانی وزارت جهاد کشاورزی

### آبیاری باغات و اجتناب از خاکورزی

هدایت گرمایی خاک تحت تاثیر میزان آب آن است. گرما تا عمق ۲۰ سانتیمتری خاک روزانه در محیط خاک منتقل می‌شود. در خاک مرطوب انتقال و ذخیره گرما در لایه بالایی بهتر انجام می‌شود. گرما طی روز در خاک ذخیره و طی شب منتشر می‌شود. بین خاک تر و خشک اختلاف قابل ملاحظه‌ای بین هدایت گرمایی و ظرفیت گرمایی وجود دارد. اما اگر میزان آب خاک نزدیک ظرفیت زراعی (محتوی آب خاک ۱-۳٪ روز پس از مرطوب کردن کامل) باشد، مرطوب کردن بیشتر خاک تاثیر بیشتری ندارد. مرطوب کردن خاک پایینتر از عمق ۲۰ سانتیمتری بی فایده است. زیرا تغییرات روزانه دمای خاک زیر عمق ۲۰ سانتیمتری ناچیز است. به هر حال در مقیاس سالانه، انتقال گرما زیر عمق ۳۰ سانتیمتری مهم است و ممکن است در خاکی که برای طولانی مدت خشک است، بتواند بر کاهش خسارت یخزدگی تاثیرگذار باشد. مرطوب کردن خاک اغلب موجب تیره‌تر شدن آن شده و باعث افزایش جذب تشعشع خورشیدی در خاک می‌گردد. بنابراین از اقدامات موثر در کاهش خسارت سرمازدگی، آبیاری خاک خشک باغ پیش از وقوع یخبندان است. بطوریکه خورشید بتواند خاک را گرم کند. خاکی که پیش از بروز یخبندان مرطوب شده باشد، در یک شب یخبندان دمای هوا را تا ارتفاع ۲ متری درختان تا ۲ درجه افزایش می‌دهد. خاک رسی و سنگین بیشترین از خاک شن و سبک آبیاری لازم دارد. خاک سفت و مرطوب، گرما را بهتر از خاک نرم و خشک نگهداری و هدایت می‌کند. در شروع فصل یخبندان نباید خاک را کولتور زد.

### پوشش گیاهی خاک

در صورت عدم مدیریت کف باغ یا وجود علف هرز در باغ، انرژی خورشید از کف باغ منعکس شده و انرژی کمتری در خاک ذخیره می‌شود. بنابراین محصول به خسارت یخزدگی مستعدتر است. پوشش‌های گیاهی در باغ معمولاً انتقال گرما به خاک را کاهش داده و منجر به مستعد شدن محصول به خسارت یخزدگی می‌شوند. غلظت باکتری‌های هسته یخی روی درختان مختلف متفاوت است. باکتری‌های هسته یخی، خانواده‌ای از پروتئینها هستند که باکتری‌های گرم منفی را تحریک می‌کنند که در دماهای بالای ۵- درجه سانتیگراد تشکیل هسته یخی روی گیاهان می‌دهند. این باکتریها در غشای بیرونی سطح ایجاد شده و منجر به خسارت یخزدگی در گیاهان می‌شوند. در انگور و مرکبات تراکم باکتری‌های هسته یخی کم است. اما تراکم آنها خصوصاً روی علف‌ها و چمن بالاست. بنابراین وجود پوشش گیاهی روی زمین اطراف درختان میوه حساس به خسارت سرمازدگی باعث افزایش تشکیل این باکتریها شده و احتمال خسارت یخزدگی را افزایش می‌دهد.

### مالچ

استفاده از مالچ می‌تواند منجر به کاهش تشعشع و از دست‌روی انرژی همرفتی درختان شده و خسارت یخزدگی را کاهش دهد. استفاده از مالچهای پلاستیکی شفاف باعث افزایش انتقال گرما به خاک و ذخیره گرما شده و منجر

### معاونت باغبانی وزارت جهاد کشاورزی

به کاهش خسارت بجزدگی می شود. مالچ پلاستیکی سیاه در اینکار تاثیر کمتری دارد. خیس کردن خاک قبیل از پوشاندن با پلاستیک شفاف تاثیر بیشتری دارد.

#### مدیریت تغذیه درختان

درختان ضعیف نسبت به درختان قوی به خسارت یخبندان حساسیت بیشتری دارند. کوددهی به موقع باعث حفظ سلامت گیاه می شود. درختانی که بطور مناسب کوددهی نشده اند، خیلی زودتر پاییز برگ های خود را از دست می دهند و در بهار زودتر از موقع به شکوفه می نشینند این مسأله موجب حساسیت بیشتر آنها نسبت به سرمازدگی می شود. بطور کلی، کود ازته و فسفات قبل از وقوع یخبندان موجب تحریک رشد و افزایش حساسیت گیاه در برابر سرما می شود. استفاده بیش از حد یا دیر هنگام ازت منجر به کاهش رنگ و کیفیت میوه و همچنین گسترش رشد رویشی شده و آسیب سرمازدگی به درخت را افزایش می دهد. منظور افزایش مقاومت گیاهان به سرمازدگی، از بکار بردن کود ازته در اواخر تابستان یا اوایل پاییز اجتناب کنید. فسفر برای بهبود دوباره گیاه پس از خسارت بجزدگی اهمیت دارد نیاز درختان به پتاسیم بیشتر از ازت است. مصرف مقدار قابل توجهی کودهای حاوی پتاسیم، روی و کلسیم و اسیدهای آمینه در پاییز و قبل از ظهور برگ در بهار با مکانسیم های متعددی سبب افزایش مقاومت گیاهان از جمله درختان در مقابل سرمازدگی زمستانه و بهاره می گردند. این اثرات در محصولات همیشه سبز همانند مرکبات بارزتر نیز می باشد. پتاسیم عنصر افزایش دهنده شگفت سلولی است. از آنرو در رنگ گیری میوه، ایجاد مقاومت زمستانه، رشد درخت و مقاومت به بیماری اهمیت دارد. پتاسیم همچنین اثر مطلوبی روی تنظیم آب و قنوسنتز در گیاه دارد. مصرف کودهای حاوی پتاسیم و روی در کاهش ROS های تولید شده در اثر خسارت سرمازدگی و بهار آنها بسیار موثر بوده و درختان را در برابر این مواد مضر و مخرب حفظ می نماید. تغذیه با کلسیم، پتاسیم و مس به عنوان عوامل موثر بر استحکام چوب، بر مقاومت گیاهان در مقابل سرمازدگی موثر است. در سالهای اخیر استفاده از تیوباسیلوس و سودوموناس ها و دیگر باکتری ها و همچنین مواد افزودنی آلی و بیولوژیک به عنوان مواد ضد سرما در تحقیقات حاشنجیزی و بیولوژی خاک وارد شده است که نیاز به انجام تحقیقات در ایران دارد.

گیاهانی که مقادیر بهینه و متعادل عناصر غذایی دریافت کنند، می توانند دماهای پایین را بهتر تحمل کنند و آسیب ناشی از سرما در آنها خیلی سریع تر بهبود می یابد. گیاه سالم نقطه انجماد پایین تری دارد، لذا بکار بردن کود سالم نگهداشتن گیاه ضروری است. توصیه میزان کود و زمانی مناسب کوددهی در باغات مختلف متفاوت است.

#### هرس

هرس دیر هنگام درختان به منظور به تاخیر انداختن رشد و شکوفه دهی در فصل بهار توصیه می شود. هرس شدید را باید تا زمان شروع رشد مجدد گیاه به تأخیر انداختن تا بافت چوبی زنده آسیب نبیند. از هرس سنگین در شهریور ماه

### معاونت باغبانی وزارت جهاد کشاورزی

خودداری گردد. زیرا هرس سنگین رشد جدید گیاه را تحریک می کند و گیاه فرصت آنکه قبل از یخبندان بالغ شود نخواهد داشت. در اواخر پاییز نباید هرس سنگین انجام داد. گیاهان چوبی در ۴ تا ۶ هفته پس از اولین یخزدگی شدید رستخانه، نباید هرس شدید شوند. پس از وقوع یخ بندان می توان هرس سبک انجام داد. از هرس گیاه در اواخر زمستان تا اواخر پاییز باید خودداری شود. زیرا این کار باعث برهم خوردن تعادل هورمونی گیاه و باز شدن جوانه و آغاز رشد مجدد می شود. رشد تازه به شدت به سرمازدگی حساس است.

قبل از استفاده نیز هرس نکنید. درختی جوان را باید دیرتر از درختان بالغ هرس کرد. هرس درختان در زمستان باعث کاهش مقاومت آنها به سرما می شود. از هرس درختان در دورانی که سرمای شدید پیش بینی شده باید خودداری نمود. درختانی که درست قبل از سرمای شدید هرس شوند. جوانه های گل ضعیفی تولید می کنند. شاخه های یکساله آنها دچار خشکیدگی شده و پوست تنه و شاخه های اصلی درخت آسیب می بینند. حتی درست قبل از گل می. وقتیکه جوانه گل برجسته می شود، هرس باعث کاهش مقاومت به یخزدگی درخت می شود. هرس درختان در زمستان گلدانی یا پلافاصله بعد از آن روی رشد درخت یا رشد میوه اثر مضر دارد.

### رنگ زدن و پوشاندن تنه درخت

تنه درختان ممکن است در اثر اختلاف شدید دمای شب و روز ترک بر می دارند. رنگ زدن تنه با رنگ سفید لاتکس محلول در آب در اواخر پاییز (دمای هوا بالای ۱۰ درجه سانتی گراد) از خطر ترک خوردگی تنه جلوگیری می کند. رنگ سفید و عایق بندی تنه درخت با سایر پوششها از سطح زمین تا ارتفاع ممکن از ترک خوردگی درخت جلوگیری می کند. پوشش سابق فایبر گلاس و پلی اورتان با مقاومت بالاتر نسبت به انتقال گرما بسیار موثرند. معمولاً پوشش تنه درخت، بعد از ۳-۴ سال باید برداشته شوند. در غیر اینصورت خطر حمله بیماری ها افزایش می یابد. اسپری قارچ کش پیش از بیچاندن پوشش به دور تنه می تواند به کاهش خطر بیماریها کمک نماید.

### کنترل فعال کاهش خسارت یخزدگی (همین وقوع یخبندان)

روش فعال عیارت است از استفاده از ادوات مختلف برای مقابله با سرمازدگی باغات در زمان بروز آن است. در حال حاضر، انواع بخاری ها و ادوات مقابله با سرمازدگی ساخت ایران و دارای تاییده مرکز توسعه مکانیزاسیون کشاورزی همراه با تسهیلات خط اعتباری در دسترس است.

### آبیاری غرقابی

آبیاری غرقابی و جوی و پشته روش کاربردی و نسبتاً کم هزینه ای است که معمولاً برای جلوگیری از خسارت یخزدگی استفاده می شود. گرم شدن همرفتی هوا توسط آب، تشعشع رو به بالای هوای گرم را افزایش می دهد. یخزدن

**معاونت باغبانی وزارت جهاد کشاورزی**

آب طی انجام آبیاری نامطلوب است. زیرا تشکیل یخ از انتقال گرما از آب زیر کریستال یخ جلوگیری می‌کند. آبیاری سطحی باید خیلی زود انجام شود که قبل از اینکه دمای هوا به زیر حد خسارت‌زا برسد آب تا انتهای باغ رسیده باشد. با توجه به شدت سرما، آبیاری سطحی تا ۳ درجه دمای هوای اطراف درختان را افزایش می‌دهد. آب ولرم (دمای ۴ درجه سانتیگراد) متراکم‌تر است و نقش محافظتی بیشتری دارد. اما گرم کردن آب به این منظور از نظر اقتصادی به صرفه نیست.

**استفاده از انواع بخاری های ثابت و متحرک (دراگون)**

بخاری با شمع مستقیم گرما به گیاهان نزدیک به آن از یخزدگی آنها جلوگیری می‌کند و یا با مخلوط کردن همرفتنی هوا در لایه وارونگی دمایی از یخزدگی جلوگیری می‌کند. همانطور که هوای گرم شده بالا می‌رود، خنکتر می‌شود تا به زمایی می‌رسد که هوای محیط با آن هم‌دما می‌شود. سپس هوا پخش شده و دوباره پایین می‌آید. الگوی گردش بسیار شبیه به الگوی حاصل از کوره گرانشی است. اگر وارونگی ضعیف باشد، هوای گرم شده توسط بخاری خنک می‌شود اما بالا نمی‌رود و الگوی چرخشی ایجاد نمی‌شود. در نتیجه بخاریها وقتیکه وارونگی دمایی رخ ندهد (یعنی در شرایط یخبندان انتقالی) موثر نیستند. ایجاد آتش خیلی داغ در بخاریها باعث می‌شود که تاثیر آنها کاهش یابد. چون هوای گرم شده آنها از سقف ناحیه وارونگی دمایی بالاتر می‌رود و الگوی چرخشی ایجاد نمی‌شود.

بخاریها باید در سراسر باغ پراکنده شوند. بخاریها باید در محلهای پست باغ یا در سمت وزش باد به تعداد بیشتری قرار داده شوند. محاسبه زمان برای روشن کردن آنها ضروری است. بنابراین زمان کافی برای روشن کردن همه بخاریها قبل از اینکه دما به زیر دماهای بحرانی خسارت‌زا برسد لازم است. در حال حاضر، انواع بخاریها و ادوات مقابله با سرمازدگی ساخت ایران و دارای تاییدیه مرکز توسعه مکانیزاسیون کشاورزی همسراه با تسهیلات خط اعتباری در دسترس است.

**استفاده از چاهک معکوس هوشمند**

در زمان وقوع یخبندان، دستگاه چاهک معکوس هوای سرد ساکن سطح باغ را مکیده و و آنرا به بالای سبب لایه وارونگی پرتاب می‌کند و موجب برگرداندن هوای گرم محسوس لایه بالای وارونگی دمایی به سطح زمین می‌شود و دمای محدوده باغ را افزایش می‌دهد. این دستگاهها در باغات ناهموار و شیب دار هم قابل استفاده هستند.

## معاونت باغبانی وزارت جهاد کشاورزی

### ماشین مولد باد

بنک‌ها باعث احتلاط هوای گرم بالاتر با هوای سردتر نزدیک سطح می‌شوند. به صرفه بودن این روش به توانایی آن در برگرداندن هوا بستگی دارد. به‌طور کلی، دمای حاصل پس از شروع بکار بنک‌ها برابر است با میانگین دمای ۱/۵ متری و ۱۰ متری سطح زمین. زمان شروع به کار ماشینهای بادی برای کاهش خسارت یخزدگی، زمانی است که دمای هوا در ارتفاع ۱/۵ متری بالاتر از دمای بحرانی باشد و دمای هوا در ارتفاع کمتر از ۱/۵ متری خیلی کمتر از دمای هوا در ارتفاع ۱۰ متری باشد. ماشینهای بادی در دو نوع ثابت و متحرک وجود دارند. آنها هیچگونه الودگی زیست محیطی ایجاد نکرده اما الودگی صوتی به همراه دارند.

### دستگاه تولید کننده مه

مه طبیعی حامی طبیعی گیاهان در مقابل خسارت یخزدگی است. مشخص شده که ذرات کوچک مه ایجاد شده توسط مه پاشهای مصنوعی از خسارت یخزدگی در شرایط باد ملایم به خوبی عمل می‌کنند. سونوهای جت که قابلیت جابجایی بالای حرکت باد را دارند در باغات برای تولید مه و حفاظت محصولات مورد استفاده قرار می‌گیرند. هرچقدر میزان فشار پاشی مه بیشتر باشد کارایی این روش بالاتر می‌رود.

### بهینه سازی سیستم آبیاری قطره ای به منظور آبیاری رو درختی و زیر درختی

آب‌بازرهای رو درختی برای حفاظت از باغ‌های مرکبات گزینه بسیار خوب ولی هزینه بر به شمار می‌رود. البته لازم است در مورد بهینه سازی این روش و توسعه آن در بین کشاورزان اقدامات زیادی انجام گیرد. آبیاری زیر درختی اتم از نوع سنی با ریزآب‌پاش‌ها نیز برای استفاده در باغات مرکبات مناسبند. تصمیم‌گیری در مورد زمان شروع و خاتمه کار آبیاری را برای جلوگیری از خسارت یخزدگی باید بر اساس دما و رطوبت باغ باشد. معمولاً از زمان تمام گل تا زمانیکه میوه به اندازه یک فندق است حساسیت محصول به دمای یخزدگی بالا است. همچنین اگر بعد از یک شب یخبندان هوا گرم شود حساسیت محصول به یخزدگی افزایش می‌یابد. توصیه دمایی شروع و خاتمه آبیاری‌ها در اینجا می‌تواند مورد استفاده قرار بگیرد. اگر دمای هوای منطقه تحت پوشش تا کمتر از دمای بحرانی باشد همه آبیاری‌های منطقه باید روشن شوند. وقتیکه دمای هوا به بالاتر از دمای بحرانی برسد، آبیاری‌ها باید خاموش شود.



### معاونت باغبانی وزارت جهاد کشاورزی

#### استفاده از سامانه و پوشش های ضد تگرگ در باضها و تاکستانها

سامانه ضد تگرگ جهت حفاظت باغات کشاورزی از آسیب و خسارت ناشی از بارش دانه های تگرگ ساخته شده که با انفجار گاز استیپن در یک محفظه ی انفجار ویژه ( راکتور ) جهت تولید و انتشار امواج صوتی به داخل ابرهای تندی که از طریق ایجاد تلاطم در کریستالهای یخی، باعث مختل شدن روند رشد دانه های تگرگ می شوند ساخته شده است. پوشش های ضد تگرگ نیز به منظور جلوگیری از خسارت تگرگ و باران سیل آسا، کاهش تبخیر و صرفه جویی در مصرف آب و کنترل آفتاب سوختگی با کیفیت های مختلف شامل انواع رافیا، بافته شده از نخ های سنتزی و با بافت نئو توصیه می شوند.

#### پیش بینی دمای حداقل

پیش بینی زمانی که دمای هوا به پایین تر از یک حد بحرانی نزول می کند، اهمیت زیادی جهت شروع بکار روش حفاظتی حائل دارد. زمان مناسب شروع و توقف یک سیستم حفاظتی از آن جهت اهمیت زیادی دارد که از وقوع خسارت ناشی از آغاز به کار دیر هنگام روش فعال جلوگیری می کند و با کاهش مدت زمان کارکرد سیستم های حفاظتی مختلف، باعث صرفه جویی در مصرف انرژی می شود.

با فرض اینکه دمای کمینه پیش بینی شده ( $T_p$ ) صحیح باشد و در زمان غروب خورشید اتفاق بيفتند، متوسط دمای هوای شب بصورت ساعتی از دو ساعت بعد از غروب آفتاب تا زمان طلوع خورشید با استفاده از معادلات ۱ و ۲ محاسبه می شود.

$$T_1 = T_2 + b\sqrt{i} - 2 \quad (1)$$

$$b = \left( \frac{T_p - T_2}{\sqrt{i} - 2} \right) \quad (2)$$

در معادله ۱، ۱ = برای زمان غروب خورشید و  $n = 1$  برای زمان غروب خورشید روز بعد.  $T_1$  متوسط دمای هوای ساعت  $i$  م و  $T_2$  متوسط دمای هوا در دومین ساعت بعد از غروب خورشید است. اگر با  $i = 2$  که دو ساعت بعد از غروب خورشید است شروع کنیم، میانگین دمای هوای هر ساعت تا زمان طلوع خورشید صبح روز بعد پیش بینی می شود. میزان  $b$  به واحد نما بستگی دارد (برای درجه سانتیگراد  $b = 1,772$ ). این روش فقط در شبهای یخبندان تشعشعی یا شبهای آرام و صاف و فنیکه دما افت می کند، جواب می دهد، یخزدگی تشعشعی در شرایط آب و هوایی باد و ابر رخ نمی دهد. بطور کلی، گیاهان نیمه گرمسیری به خسارت یخزدگی قبل و طی برداشت، وقتیکه دما بسیار پایین است، خیلی حساس ترند. حساسیت درختان خزانداز و انگور به دمای خسارت زای یخبندان از زمان تمام گل تا زمانیکه میوه به اندازه یک فندق کوچک می شود، افزایش می یابد. میزان خسارت به محصول به این مسئله

**معاونت باغبانی وزارت جهاد کشاورزی**

بستگی دارد که دما چقدر افت می کند و چه مدت در این دماسته باقی می ماند. اگر قبیل از شبهای یخبندان هوا گرمتر باشد میزان خسارت بیشتر خواهد بود.

**بالگرد**

در صورت بروز وارونگی دمایی، هلیکوپترها هوای گرم را به سطح زمینی منتقل می کنند. اگر وارونگی دمایی رخ نداده باشد، هلیکوپترها هیچگونه اثری نخواهند داشت متصفه کنترل شده با یک هلیکوپتر بستگی به اندازه هلیکوپتر و وزن آن و شرایط آب و هوایی دارد. خلبان ها اغلب هلیکوپتر را با تانکرهای پخش آب پر می کنند تا وزن آن را افزایش دهند. در شرایط یخبندان شدید با وارونگی شدید، یک هلیکوپتر می تواند بالای هلیکوپتر دیگر پرواز کند تا انتقال گرما به سمت پایین افزایش یابد. در شرایط یخبندان ملایم هر سی دقیقه یک بالگرد باید بالای باغ پرواز کند و در شرایط یخبندان شدید باید با تکرار بیشتر پرواز کند. یک ناظر باید دمای محصول را کنترل کند و با خلبان در تعیین تعداد پروازها همکاری کند. وقتی که دمای هوای بالای محصول به بالاتر از دمای خسارت زای بحرانی رسید، پروازها خاتمه داده می شود. یک بالگرد در شرایط یخبندان تشعشی قادر است سطحی معادل ۲۰ تا ۲۳ هکتار را پوشش دهد.