کنترل سرمازدگی بهاره در باغ های پسته

مرکز پژوهشی فن آوری‌های نوین باغبانی پیستاط

اقلیم بسیاری از مناطق پسته‌کاری ایران با پدیده سرمازدگی مواجه است. با تمهیدات بسیار مقرون به‌صرفه می‌توان از این مشکل عبور کرد. گزارش زیر سعی دارد بسیار خلاصه این مطلب را توضیح دهد:

۱– تاریخ‌های حساس جوانه‌های گل از حداقل دو تا سه هفته قبل با دقت یک تا دو روز قابل پیش‌بینی است.

۲– احتمال سرمازدگی نیز از دو هفته قبل از وقوع، در اکثریت قریب به اتفاق مواقع قابل پیش‌بینی است.

۳– برای مقابله با سرمازدگی راه‌های زیادی وجود دارد و در بازار عرضه می‌شود. در مدت ۳ سال، مواردی که به لحاظ اقتصادی می‌توانست مقرون به صرفه باشد در این مرکز به صورت وسیع اجرا گردید و کارایی آنها مورد بررسی قرار گرفت. و در نهایت میزان سرمایه‌گذاری و هزینه‌های جاری آنها به عنوان یک شاخص اولیه جهت تصمیم‌گیری باغداران در انتهای این گزارش آورده شده‌است. امیدواریم که با همت باغداران، دیگر شاهد چنین خساراتی که امسال در بسیاری از مناطق پیش آمد، نباشیم.

سرمازدگی

سرما و یخبندان یکی از خسارت‌های ناشی از عوامل جوی و اقلیمی است که باعث وارد آمدن خسارت به محصولات زراعی و باغی می‌شود. زمانی که دما به زیر صفر درجه سلسیوس کاهش پیدا کند محصولات کشاورزی حساس به سرما آسیب دیده و سبب کاهش عملکرد می‌گردد. اثرات یخبندان برای کشاورزان آسیب دیده و اقتصاد محلی بسیار خسارت‌زا است. این پدیده در فصول بهار، پائیز و زمستان اتفاق افتاده، اما بیشترین خسارت آن به محصولات باغی در فصل بهار و در زمان باز شدن غنچه، گلدهی و میوه کوچک درختان رخ می‌دهد که به این نوع سرمازدگی اصطلاحاً سرمازدگی دیررس بهاره می‌گویند. زمانی سرمازدگی خسارت‌زا می‌باشد که دمای بافت‌های گیاه به کمتر از آستانه بحرانی دما رسیده و یخ برون سلولی تشکیل گردد.

تنش سرمازدگی ممکن است با کاهش دما تا صفر درجه و به صورت تنش سرما (Chilling stress) و یا تنش یخزدگی (Freezing stress) در دماهای پایین‌تر از صفر درجه سانتی‌گراد باشد. غالباً پدیده سرمازدگی در دماهای پایین‌تر از صفر درجه سانتی‌گراد رخ می‌دهد که به آن یخزدگی می‌گویند. کشاورزان هر دو اصطلاح یخبندان و یخزدگی را برای شرایط دمایی صفر درجه سلسیوس و کمتر به کار می‌برند. بنابراین، می‌توانیم برای سرمازدگی که ناشی از دمای زیر صفر درجه سانتی‌گراد می‌باشد اصطلاح یخزدگی را به کار بریم. به‌طورکلی، یخبندان‌ها را به دو نوع یخبندان تابشی و فرارفتی تقسیم می‌کنند.

۱- یخبندان تابشی

یخبندان‌های تابشی رویدادهای مشخصی هستند که ویژگی همه آنها وجود آسمان صاف، عدم وجود باد و یا باد آرام، وارونگی دمایی، نقطه شبنم پائین، دمای هوای زیر صفر در طی شب‌ها و بالای صفر در طی روز می‌باشد.

۲- یخبندان فرارفتی

یخبندان‌های فرارفتی زمانی ایجاد می‌شوند که هوای سرد به منطقه‌ای که قبلاً هوای گرم‌تر وجود داشته‌است وارد شود. این نوع یخبندان با آسمان ابری، شرایط بادی متوسط تا شدید، رطوبت پایین و بدون وارونگی دما همراه می باشد. دما غالبا به زیر نقطه انجماد (صفر درجه سلسیوس) کاهش پیدا می‌کند و کل روز در این شرایط باقی می‌ماند.

در برخی مواقع شرایط لازم برای وقوع یخبندان‌های تابشی و فرارفتی به صورت همزمان رخ می‌دهد. برای مثال، وجود شرایط مناسب برای وقوع یخبندان تابشی با ورود یک توده هوای سرد باعث شکل‌گیری یخبندان فرارفتی نیز می‌گردد. در کشور ما در مناطق مختلف دو یا چند روز پس از ورود یک توده هوای سرد شاهد یخبندان‌های تشعشی بوده‌ایم.

دیده‌بانی و پیش‌بینی یخبندان

پیش‌بینی‌های دقیق یخبندان می‌تواند برای کاهش خسارت یخبندان مورد استفاده قرارگیرد. چرا که از این طریق فرصت لازم برای باغداران جهت آمادگی برای مقابله با رویدادهای یخبندان فراهم می‌آید. انجام پیش‌بینی، زمانی که دما به مقدار بحرانی کاهش می‌یابد برای تغییر زمان آغاز محافظت با استفاده از روش‌های فعال مهم است. زمان آغاز و خاتمه محافظت برای جلوگیری از تلفات ناشی از تأخیر در آغاز محافظت از یخبندان و صرفه‌جویی در مصرف انرژی از طریق کاهش زمان اجرای روش‌های مختلف محافظت دارای اهمیت می‌باشد. اگر چه سایت‌های مختلف جهانی و سازمان هوشناسی کشور متغیرهای جوی را برای یک هفته قبل پیش‌بینی می‌نمایند. اما برای پیش‌بینی یخبندان‌های ناشی از سرمازدگی تشعشعی در یک مکان مشخص نیاز به استفاده از مدل‌های محلی یا استفاده از ضرایب خاص در پیش‌بینی است. با توجه به اینکه سرمازدگی تشعشعی یک پدیده محلی بوده و در فاصله مکانی کم دارای تغییرات زیادی است لازم است تا دیده‌بانی تعدادی از متغیرهای جوی در سطح مزرعه انجام پذیرد. حداقل داده هواشناسی که لازم است

در سطح مزرعه پایش گردد، دمای هوا می‌باشد.

مدل‌های تجربی برای پیش‌بینی دمای حداقل روز بعد با استفاده از دمای هوا و دمای نقطه شبنم در ۲ ساعت بعد از غروب آفتاب یکی از روش‌هایی است که در پیش‌بینی سرمازدگی تشعشعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در چنین شرایطی نیاز به استفاده از ایستگاه هواشناسی در نزدیک مزرعه و داده‌های ساعتی می‌باشیم. تعدادی از کشاورزان چنین امکاناتی را نداشته و بنابراین نمی‌توانند از این مدل استفاده نمایند. بنابراین در چنین شرایطی می‌توان از یک دماسنج ساده در محل مزرعه و اعمال ضریب اصلاحی نسبت به ایستگاه هواشناسی که در آن پیش‌بینی دمای حداقل صورت می‌پذیرد استفاده نمود.

فیزیولوژی سرمازدگی

از نظر فیزیولوژیکی تنش یخزدگی در سطح سلولی به دو حالت یخزدگی خارج سلولی و داخل سلولی تقسیم می شود. در شرایط طبیعی یخ در خارج سلول و در فضای بین سلولی به‌وجود می‌آید. هنگام ذوب شدن یخ، بافت‌های یخزده حالت پلاسیده و ظاهری آبکی دارند. اگر بافت‌ها خسارت شدیدی ندیده باشند آب بین سلولی به‌وسیله سلول، مجدداً جذب و آماس خود را به‌دست می‌آورد. سلول‌های خسارت دیده قادر به جذب آب نیستند و معمولاً حالت پلاسمولیز را نشان می‌دهند. معمولاً یخزدگی داخل سلولی رخ نمی‌دهد. شکل‌گیری یخ درون سلول حتی تا سرمای منفی ۱۰ درجه سانتی‌گراد اتفاق نمی‌افتد. هنگامی که یخ بستن ناگهانی و لحظه‌ای باشد یخزدگی داخل سلول (داخل و خارج واکوئول) اتفاق می‌افتد.

حداقل درجه حرارتی که گیاه می‌تواند با تداوم ۳۰ دقیقه تحمل کند و بیشتر از این مدت و یا کمتر از این دما گیاه خسارت می‌بیند دمای بحرانی نامیده می‌شود. نتایج تحقیقات حکم آبادی و همکاران نشان داد سیاه‌شدگی کامل گل در دمای منفی ۴ برای حدود ۲ ساعت ایجاد می‌شود. این نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌داری در مقاومت به خسارت سرما بین چهار رقم کله قوچی، احمد آقایی، اوحدی و قزوینی وجود ندارد. طبق نتایج این پژوهش دمای بحرانی در مرحله گل دهی ارقام تجاری پسته ایرانی حدود منفی ۱,۷ درجه سانتی‌گراد برآورد شده‌است.

مرحله	تغییر رنگ	قهوه ای شدن
جوانه	-۴	-۶
جوانه در حال شکفتن	-۲	-۴
تمام گل	۲	۰

دماهای بحرانی خسارت سرمازدگی در دو سطح و در سه مرحله توسعه گل (سانتی گراد) Gholipour, Y.، ۲۰۰۷

از نظر فنولوژیکی مراحل گل تا تشکیل میوه پسته مطابق با تصویر شماره ۱ به مراحل ذیل تقسیم می‌شوند. این مراحل شامل جوانه خواب (در حال رکود)، جوانه متورم شده، نوک سبز جوانه، جوانه در حال شکفتن، مرحله خوشه سبز، مرحله خوشه باز شده، مرحله تمام گل و مرحله تشکیل اولیه میوه پسته می باشد. این مرکز در حال مطالعه و تحقیق جهت برآورد نیاز حرارتی موثر و مورد نیاز برای هر یک از این مراحل در ارقام مختلف پسته می‌باشد. نتایج اولیه این تحقیقات نشان می‌دهد با فرض صفر بیولوژیکی ۱۵ درجه سانتی‌گراد از زمان تأمین نیاز سرمایی تا مرحله نوک سبز در ارقام احمدآقایی و اکبری به ترتیب حدوداً ۲۰ و ۳۳ درجه روز نیاز حرارتی لازم است. برای سایر مراحل گل‌دهی نیز نیاز حرارتی مورد نیاز به‌دست آمده‌است.

بدین ترتیب امکان پیش‌بینی حدودی هر یک از مراحل فنولوژیک گل با دقت قابل قبولی از روی دماهای پیش‌بینی شده سایت‌های هواشناسی امکان‌پذیر خواهدبود. لذا، می‌توان حداقل از ۱-۲ هفته قبل از سرما پیش‌بینی‌های لازم را انجام داد.



تصویر ۱. مراحل فنولوژی گل دهی در پسته
۱. جوانه خواب (در حال رکود) ۲. جوانه متورم شده ۳. نوک سبز جوانه ۴. جوانه در حال شکفتن ۵. مرحله خوشه سبز ۶. مرحله خوشه باز شده ۷. مرحله تمام گل ۸. مرحله تشکیل اولیه میوه پسته

جهت آمادگی و تدارک امکانات مربوط به روش‌های کنترل سرمازدگی لازم است دمای حداقل در شب‌هایی که امکان اُفت دفعی دما به علت کاهش سرعت باد و نبود ابر و بروز سرمای تشعشعی وجود دارد پیش‌بینی شود. نتایج مطالعات این مرکز با استفاده از روش‌های آماری و مدل‌های ریاضی، پیش‌بینی دمای حداقل در شرایط وقوع سرمای تشعشعی را امکان‌پذیر می‌نماید. این مدل در شرایط سرمای تشعشعی کاربرد داشته و ضریب خطای آن ۱ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. نحوه کار بدین صورت است که میزان دما و نقطه شبنم دو ساعت بعد از غروب آفتاب یادداشت می شود و با استفاده از فرمول طراحی شده حداقل دمای صبح روز بعد قابل پیش‌بینی خواهد بود. با توجه به دسترسی و ارزانی لوازم اندازه‌گیری دما و نقطه شبنم امکان داشتن این اطلاعات در تمام روستاها امکان‌پذیر است.

روش‌های مختلف کنترل و مقابله با سرمازدگی بهاره و میزان کارایی

از میان انواع روش‌ها و ماشین آلاتی که تا پایان سال ۱۳۹۹ به این مرکز پیشنهاد گردید موارد ذیل مورد ارزیابی قرارگرفتند و سایر موارد در مراحل اولیه حذف گردیدند.

۱. ماشین های مولد باد

ماشین‌های مولد باد با جابه‌جایی هوا را از بالا به پایین، باعث پایین آوردن هوای گرم سطوح بالاتر می‌شوند. ارتفاع معمول آنها ۱۰- ۱۱ متر و قطر پره آنها ۳-۶ متر است. استفاده از این روش در سرمای تشعشعی و در دامنه دمایی ۲,۲- تا ۲,۲ درجه سانتی گراد موثر است. پروانه ماشین باد در هر چند دقیقه یک دور کامل می‌چرخد و مساحت ۲,۵ هکتار را پوشش می‌دهد. مزایای آن بکارگیری آسان و در کمترین زمان ممکن و نیز تعداد نیروی کم مورد نیاز می‌باشد. معایب آن نیز هزینه تمام شده بالا در واحد هکتار، هزینه‌های سرویس و نگهداری و نهایتاً کارایی پایین آن و امکان کاربرد در زمان سرمازدگی تشعشعی و شرایط بدون باد است. حداقل دو سازنده ماشین مولد باد در ایران وجود دارد و در مجموع حسب بررسی‌های این مرکز، تجربه موفقی تا اوایل سال ۱۳۹۸ از این روش در ایران مشاهده نشد.

۲. بخاری‌های باغی

استفاده از بخاری‌های باغی از روش‌های بسیار متداول در باغها می‌باشد. بخاری‌های باغی را زمانی‌که دما ۱تا ۲ درجه بالاتر از دمای بحرانی است روشن می‌کنند. معمولاً به ازای هر دو درخت (فاصله ۶ متری) یک بخاری باغی در نظر گرفته می‌شود. این روش در شرایط سرمای تشعشعی و در دامنه دمایی منفی ۲,۲ تا ۲,۲ بالای صفر موثر است.

در آزمایش انجام شده توسط حکم‌آبادی و همکاران اثر بخاری‌های کوچک با سوخت زغال کُک در باغهای پسته مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که تعداد ۶۵ بخاری در هکتار می‌تواند باعث افزایش دمای باغ به میزان حداقل ۲ درجه سانتی‌گراد شود.

در آزمایشی دوام سوختن انواع ذغال سنگ در این مرکز مورد بررسی قرار گرفت. چهار نوع ذغال سنگ با بافت ریز تا درشت مورد بررسی قرار گرفت. برای آتش زدن ذغال‌ها یک دودکش به قطر پایینی ۴۰ سانتیمتر و ارتفاع ۷۵ سانتی‌متر ساخته شد. دور تا دور قسمت پایینی دودکش دو ردیف سوراخ تعبیه شد و روبه‌روی سوراخ‌های پایینی یک عدد توری فلزی قرار داده شده و ذغال‌ها روی آن ریخته شد. جهت آتش گرفتن ذغال‌ها مقداری چوب خشک به همراه نیم لیتر گازوئیل استفاده شد (تصویر۲). ذغال‌هایی که بافت ریز داشتند به علت ایجاد حالت خفگی و عدم تهویه مناسب روشن نشدند، علاوه بر این، به‌دلیل ریز بودن از توری نصب شده عبور کردند.



تصویر۲. بخاری باغی

نمونه ذغال درشت بافت با بکارگیری چوب خشک و گازوئیل در کمتر از ۱ دقیقه مشتعل شده و به‌طور میانگین بعد از نیم ساعت از اشتعال کاملاً همه ذغال‌ها افروخته شده و گرمای مناسبی را ایجاد نمود. به‌طورکلی هر چه سرعت باد بالا باشد، دوام سوختن پایین‌تر می‌آید و بیشترین دوام در یک مرحله ریختن ذغال، مربوط به ۱۰ کیلوگرم ذغال با دوام ۴ ساعت در سرعت باد ۱,۱ کیلومتر در ساعت می‌باشد. بهترین حالت در صورت اجرایی بودن مربوط به ریختن در دو مرحله ۱۰ کیلو ذغال با دوام ۶ ساعت می‌باشد. در مجموع این روش به‌دلیل سرعت کم شعله‌ور شدن و هزینه‌های بالای ساخت بخاری کنار گذاشته شد.

۳. سوزاندن پسته پوک

نتایج تحقیقات نشان داده‌است که سوزاندن دور ریز و بقایای پسته در کیسه باعث افزایش دما به میزان ۰,۵ تا ۳,۵ درجه سانتی‌گراد شده است. توصیه می‌شود تعداد ۵۵ کیسه پوست پسته ۲۰ کیلوگرمی در هکتار (یک ردیف در میان و فاصله کیسه‌ها از هم ۱۵ متر) در ردیف‌های باغ قرار داده شود. روش آتش زدن کیسه‌ها به این صورت است که روی هر کیسه مقدار ۵۰ سی‌سی بنزین ریخته می‌شود و با فاصله فرد دیگری به کمک مشعل آتش (برای جلوگیری از آتش‌سوزی و حادثه برای افراد) کیسه‌ها را آتش می‌زند.



تصویر ۳. استفاده از کیسه های پوست پسته

۴. بخاری‌های گازوئیلی

استفاده از بخاری‌های با سوخت گازوئیل در قوطی های حلبی ۴ لیتری از دیگر روش‌های رایج در کنترل سرمازدگی در باغ‌های پسته است.



تصویر۴ استفاده از بخاری های گازوئیلی ۴ لیتری

۵. بخاری‌های سوخت پارافین

مقایسه سوخت‌های جامد با مایع نشان داده‌است که بازده انرژی در نتیجه استفاده

از پارافین بیش از دو برابر مشعل‌های سوخت مایع بوده‌است. بخاری‌های پارافینی پایه نفتی فقط ۶۰ درصد از انرژی مورد نیاز معمول را برای به‌دست آوردن همان سطح از محافظت مصرف می‌کنند.

در آزمایشی که در باغ‌های مجموعه نظری انجام شده‌است مدت زمان سوختن پارافین در لیتراژها و اشکال مختلف فتیله و ظرف اندازه‌گیری و تغییرات دمایی ثبت شده است. از نظر سهولت در روشن شدن و مدت زمان و سرعت سوختن، مورد بررسی قرار گرفتند و بهترین عملکرد هنگامی است تمام سطح پارافین شعله‌ور شده و پارافین می‌سوزد. در فاصله ۵۰ سانتی‌متری و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متری روبه‌روی قوطی‌های پارافین یک برگ کاغذ نصب شد تا بوسیله‌ی دماسنج لیزری تغییرات دمای محیط اندازه‌گیری شود (تصویر ۵). همچنین دمای محیط به عنوان شاهد در فاصلهٔ ۱۰ متری از قوطی‌ها در زمان‌های مشابه اندازه‌گیری شد. دمای محیط هم با دماسنج لیزری و در فاصله‌ی ۱۰ متری با شرایط مشابه (نور آفتاب، جریان هوا و فاصله ی دماسنج از صفحه کاغذ و ...) اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که سوزاندن پارافین حدود ۵ درجه سانتی‌گراد اختلاف دما در فاصله‌ی ۵۰ سانتی‌متری ایجاد می‌کند.



تصویر ۵. مقایسه تغییرات دمایی

ارزش گرمایی یک سوخت، مقدار گرمای آزاد شده در اثر احتراق واحد جرم آن سوخت تحت شرایط فشار و دمای معین است و با واحدهای مختلفی مانند kJ/kg، kJ/mol ، MJ/t بیان می‌شود. ارزش گرمایی پارافین حدود ۲,۶ درصد بیشتر از گازوییل است. یعنی در جرم برابر از این دو سوخت، پارافین حدود ۳ درصد انرژی بیشتری آزاد می‌کند.

بر اساس نتایج به‌دست آمده از این تحقیق، ترکیباتی از پارافین‌ها می‌توانند هم مزیت‌های سوخت جامد (مدت زمان سوختن بیشتر، قابلیت اجرا در پخش و جمع‌آوری قوطی‌ها، انرژی تابشی بیشتر، دود کمتر و ...) را داشته‌باشد و هم در نهایت هزینه تمام شده کمتری در واحد هکتار داشته باشد. شرکت آرزوی بهار اقدام به تولید ترکیبات جدید پارافینی نموده است.

۶. آبپاش‌های بالای درختی

در این روش آب به‌طور پیوسته، یکنواخت و به مقدار کم به کمک آبپاش‌های مخصوصی در سطح گیاه ریخته می‌شود تا از گرمای حاصل از سرد شدن آن گیاه استفاده کند (تصویر ۶). تا زمانی که مخلوط آب و یخ در سطح گیاه وجود دارد، دمای سطح گیاه در حدود صفر درجه سانتی‌گراد باقی می‌ماند. نتایج تحقیقات نشان داده است که سیستم آبپاش بالای ردیف در درختان مو می‌تواند تا ۶ درجه سانتی‌گراد محافظت ایجاد کند. سیستم آبپاش می‌تواند روش مدیریتی مناسبی در شرایط سرما و یخبندان باشد. لازم است فواصل مناسبی جهت هم‌پوشانی آبپاش‌ها برآورد گردد و نیز دبی مناسبی از آب در سطح مورد نظر اعمال گردد. از مزایای این روش، کارایی بالا، کمترین نیاز به نیروی انسانی برای بکارگیری سیستم در شرایط بحرانی و توجیه اقتصادی آن است. در عوض این روش نیاز به حجم بالایی از آب (۹ لیتر در ثانیه در هکتار بر اساس پیش‌بینی دمای حداقل منفی ۴ درجه سانتی‌گراد و سرعت باد ۳-۷ کیلومتر در ساعت) و ساخت استخر داشته و نیز سرمایه‌گذاری اولیه بالایی نیاز دارد. خوشبختانه، این مرکز موفق به انتخاب آبپاش‌هایی شد که روی سیستم آبیاری قطره‌ای نصب شده و نیاز به سرمایه‌گذاری مجدد برای لوله‌های اصلی و فرعی نمی‌باشد.



تصویر ۶. آبپاش بالای درختی

مقایسه هزینه روش های مختلف کنترل سرما سال ۱۳۹۹ در واحد هکتار

روش	هزینه سرمایه گذاری (تومان)	هزینه جاری (تومان)	با احتساب هزینه استهلاک ۶ ساله
ماشین باد	۱۲۰,۰۰۰,۰۰۰	۰	۲۰,۰۰۰,۰۰۰
آبپاشی بارانی روی درختان	۶۸,۰۰۰,۰۰۰	۰	۱۱,۳۳۳,۰۰۰
*سوزاندن پوست پسته		۴,۲۰۰,۰۰۰	
بخاری گازوییلی (برای ۹ ساعت سرما)*		۱۳,۴۰۰,۰۰۰	
*(بخاری پارافینی(برای ۹ ساعت سرما		۲۲,۷۰۰,۰۰۰	

***برای این موارد تعداد یک نفر کارگر برای هر هکتار و به مدت ۱۰ شب آماده باش در نظر گرفته شده است.**

در تحریر این مقاله از منابع متعددی استفاده شده است که از طریق دبیرخانه انجمن پسته ایران دردسترس می‌باشند.