

## سرمازدگی بهاره در پسته و روشهای کنترل آن

حسین حکم آبادی - دکتری باغبانی و عضو هیئت علمی موسسه تحقیقات پسته کشور

در چند سال اخیر بیشترین خسارت باغات پسته مربوط به این گروه بود. این نوع خسارت در اوایل بهار و پس از بیدار شدن درخت بدلیل وجود سرمای دیررس بهاره صورت می گیرد. با توجه به شدت سرما (میزان سرما و مدت زمان) میزان خسارت متفاوت و به شرح زیر است.

- خسارت در جوانه های گل

- از بین رفتن کیسه جنینی

- عقیم شدن گرده ها

- سیاه شدن تخمدان و سایر بافتهای گل بدلیل مرگ سلولها در اثر یخ زدگی

- سیاه شدن تمامی خوشه گل بدلیل مرگ سلولها در اثر یخ زدگی

- خسارت در جوانه های رویشی، برگها و شاخه ها:

- از بین رفتن سلولها بدلیل پاره شدن غشاء سلولی در اثر یخ زدگی و نهایتاً سیاه شدن قسمتی یا کل بافت رویشی

خسارت از سمت بافتهای جوان به سمت بافتهای قدیمی تر توسعه می یابد یعنی ابتدا نوک و حاشیه برگها صدمه می بیند و در صورت افزایش سرما تمام سطح حالت لهیدگی پیدا می کند.

لازم به توضیح است ثبت آمار هواشناسی و تعیین وسعت خسارت می تواند راهنمای خوبی جهت تعیین این نوع خسارت باشد.

علیرغم مقاومت خوب درختان پسته به سرمای زمستانه (حدود ۲۰-۱۵ درجه سانتیگراد زیر صفر)، این محصول نسبت به سرمای بهاره بسیار حساس بوده و تقریباً هر ساله به صورت موضعی و محدود خساراتی در اثر سرمای بهاره بوجود می آید که ممکن است به دلیل محدود بودن اهمیت چندانی نداشته باشد. در سالهای ۱۳۱۰ و ۱۳۲۰ نیز خسارت سرمازدگی وجود داشته که به دلیل محدود بودن سطح زیرکشت پسته، پایین بودن ارزش اقتصادی محصول و بالا بودن ارزش اقتصادی محصولات زراعی در مناطق پسته کاری چندان قابل توجه نبوده و خسارت سرما تنها به بخشی از درآمد و گروه خاصی از باغداران متوجه گردیده است.

در سال ۱۳۵۸ نیز سرمازدگی درختان پسته وجود داشته و در هشتم اردیبهشت ماه اتفاق افتاده است که به دلیل زمان وقوع سرما، میزان خسارت شدید بود (۷). با این وجود سرمازدگی پسته که در ۲۵-۲۳ فروردین ماه ۱۳۷۶ اتفاق افتاد، در تاریخ پسته بی سابقه بوده است و میزان خسارت در مناطق مختلف بین ۹۰-۳۰٪ برآورد شده بود و بطور متوسط حدود ۷۰-۶۰٪ محصول آن سال دچار خسارت گردید. خسارت کلی سرمازدگی در باغات پسته استان کرمان در سال مذکور حدود ۷۹۶/۶ میلیارد ریال برآورد شده بود.

در سال ۱۳۷۶، ۵۰٪ محصول در اثر سرما از بین رفت. همچنین در سال ۱۳۸۳ نیز بطور متوسط ۳۰٪ پسته در استان کرمان و برخی از مناطق پسته خیز از بین رفت و بخصوص در استان کرمان که اکثر باغداران وابسته به اقتصاد تک محصولی بودند ضربات سنگینی به باغداران وارد نمود. در سال ۱۳۸۴ نیز در برخی مناطق پسته کاری استان کرمان تا ۶۰٪ محصول پسته در اثر سرمای بهاره از بین رفت. موردی که اهمیت مبارزه با این معضل را در سال ۱۳۸۴ نشان می دهد به شرح ذیل می باشد:

الف) در بهار ۱۳۸۴ میزان خسارات سرمازدگی درختان پسته در استان کرمان بیش از ۴۲۰ میلیارد تومان برآورد گردید.

ب) میزان غرامت پرداختی توسط صندوق بیمه از رقم ۲۴ میلیارد تومان تجاوز کرد.

ج) هر ساله پرداخت کمک‌های بلاعوض، تمدید وام‌ها و بخشودگی کارمزد وام‌ها از مطالبات بخش کشاورزی بوده است.

### سرمای بهاری و ارتباط آن با مسایل بیولوژیکی درختان میوه

پرورش دهنده درختان میوه سرد سیر نه تنها از چگونگی و کیفیت تولید سرما در منطقه اطلاعات کافی داشته باشد، بلکه لازم است درجه بروز خطر، برای انواع درختان میوه مورد پرورش خودرانیز بداند و اقتصادی ترین و مؤثرترین طرق مبارزه و جلوگیری از صدمات و خسارات وارده از این بلای طبیعی یاد بگیرد و در وقت ضرورت بکار برد. تا حد دربار چگونگی بروز سرمای محلی توضیحات داده شده، و درمورد درجه بروز خطر برای انواع درختان مثمر سردسیری، از زمان ظهور غنچه و باز شدن گل تا تولید میوه و مراحل اولیه رشد و طروق تشخیص درجه خساره وارده از سرما به شگوفه ها و عکس العمل هر نوع درخت میوه در مقابل آن و میزان محصول صحبت خواهیم کرد.

#### درجه بروز خطر

میزان مقاومت و دوام انساج مختلف نباتات بر حسب نوع و جنس آنها و حالات مختلف تکامل، در زمان های مختلف رویش، در مقابل حرارت های پایین متفاوت است. دماهای بحرانی وقوع آسیب در سه مرحله گل، جوانه در حال باز شدن و جوانه رکود به ترتیب +۲، -۲ و -۴ درجه سانتی گراد به شرط قرارگیری درخت به مدت حدود ۲ ساعت در این دماها تعیین گردید. بنابر این گلهای باز شده حساسترین و جوانه های باز نشده مقاوم ترین اندام در مقابل استرس افت دما هستند.

#### انجماد درون سلولی:

شکل گیری یخ در درون سلول معمولاً حتی زمانیکه سرمای هوا به ۱۰- درجه سانتیگراد برسد اتفاق نمی افتد. زمانی که در درون سلول بلور های یخ تشکیل شود در اثر رشد و توسعه بلور های یخ غشاهای حیاتی سلول تخریب می شوند. یخ بستن درون سلولی سلولهای پارانشیمی می تواند با دو روش مجزای ناگهانی و یا به تدریج صورت گیرد. هنگامی که یخ بستن ناگهانی صورت می گیرد تمامی سلولها فوراً تیره می شوند و هنگامی که یخ بستن ناگهانی نباشد گسترش یخ ر پروتوپلاست قابل رویت خواهد بود. درجه زیاد سرما و درجه بالای سوپر کولینگ جهت یخ بستن ناگهانی مناسب ترند. در شرایط معمولی یخ بستن درون سلولی، سلولهای پارانشیم اشعه آوند چوبی درختان میوه پس از یک سوپرکولینگ عمیق باعث مرگ سلولها خواهد شد. به این دلیل است که پارانشیم اشعه آوندی، آوند چوبی یکی از حساس ترین بافتهای درختان میوه در مقابل دماهای پایین زمستان است.

#### نجماد برون سلولی:

اگر هوا تدریجاً سرد شود (معمولاً این حالت در طبیعت اتفاق می افتد) یخ در خارج از پروتوپلاستها (سطح سلول، فاصله میان پروتوپلاست و دیواره سلولی) تشکیل می شود.

به علت اینکه فشار آب سلول بیشتر از فشار آب در یخ تشکیل شده در خارج از سلول است، آب از میان غشای پلاسمایی به طرف یخ موجود در فضای بین سلولی منتشر خواهد شد و حالت پلاسمولیز ایجاد می شود. اگر حالت پلاسمولیز شدید باشد، سلولها آسیب دیده و در حالت استحلال باقی خواهند ماند، ولی اگر پلاسمولیز خیلی شدید نباشد بعد از گرم شدن هوا سلولها می توانند آب جذب کرده و دوباره فشار اسمزی و فعالیت متابولیکی خود را از سر بگیرند.

اگر بلورهای یخ در حد فاصل کامبیوم و آوندهای چوبی در ساقه های درختان تشکیل شود و آب از قسمتهای یخ نزده ریشه به سمت بالا انتقال یابد، موجب ایجاد شکاف در پوست می شوند. ترکیدن پوست یکی از عمده ترین خسارات بر روی پایه های کوتاه کننده سیب نظیر M9 و زرد آلو در نواحی گرمتر برای پرورش درختان میوه است. در این نواحی یخ زدگی خاک صورت نمی گیرد اما تجمع هوای سرد باعث ایجاد آسیب در تاج درخت می شود.

جوانه ها به تدریج که رشد می کنند به سرمازدگی نیز حساس تر و آسیب پذیرتر می شوند به طوری که در مراحل اولیه نمو به سرما و صدمات ناشی از آن مقاوم تر هستند، در حالیکه طی گلدهی و پس از آن، گلها و میوه های جوان با سرمای ۲- تا ۵- درجه سانتیگراد دچار آسیب دیدگی شدید خواهند شد.

### روشهای ایجاد و مشاهده علائم سرما زدگی:

#### الف) مشاهده علائم سرما زدگی از طریق انجمادهای طبیعی:

با مشاهده عینی نحوه ادامه حیات گیاهان پس از انجماد های طبیعی می توان اطلاعات مفیدی را جمع آوری کرد. این شیوه ارزیابی ارقام تعیین ماهیت و نیز تناوب خسارت های سرمای را میسر می سازد. درجه این آسیب ها را می توان از طریق یک سیستم برآورد عددی محاسبه نمود و از آنجایی که تمامی باغ تحت تاثیر قرار گرفته است به راحتی می توان تعداد زیادی نمونه را مورد بررسی قرار داد.

#### ب) ایجاد سرما زدگی از طریق انجماد گیاهان در محل طبیعی خود در درون اتاقهای قابل حمل:

این شیوه را می توان در هر فصل یا فصول مورد نظر روی تمام درخت یا شاخه هایی از آن به کار برد و سرما زدگی را بررسی نمود. این روش نزدیکترین روش به تکنیک های انجماد طبیعی است. زیرا در آن تمام درختان باغ در جریان فرآیند قرار می گیرند. فضای محدود این اتاق ها و محدودیت تعداد آنها به خاطر هزینه سنگین از معایب این روش است.

#### ج) ایجاد سرمازدگی به طریق انجماد قسمتهایی از درخت در اتاقهای انجماد آزمایشگاهی:

شیوه معمول ایجاد سرمازدگی، انجماد قسمتهایی از گیاه در آزمایشگاه و ارزیابی آسیب های وارده به بافت در اثر قهوه ای شدن است. معمولاً در آزمایشگاه می توان درجه حرارت را به طور دقیق تری نسبت به شرایط باغ کنترل نمود. روشهای آزمایشگاهی این امکان را می دهند که در زمان کوتاهی تعداد زیادی از نمونه ها را بررسی کرد و مقادیر حرارتی کشنده را تعیین نمود. در درجه حرارتی که آسیب به ۵۰٪ می رسد، معمولاً T50 یا LT50 برابر برآورد مقاومت مطلق به کار می رود.

#### علائم خسارت و صدمه سرمازدگی:

تعیین میزان خسارت ناشی از سرما، تنها با ملاحظه درجه دماسنج میسر نمیباشد. برای اطلاع دقیق تر ضرورت دارد نزدیکهای ظهر بعد از شب که سرما بروز کرده چندین شکوفه را به طور اتفاقی چیده و به دقت تخمدان آنها را معاینه کرد. ممکن است گل برگها به ظاهر سالم باشند، ولی فریب آنها نباید خورد بلکه باید با معاینه تخمدان و دانه های درون آن، که لطیف تر از انساج احاطه کننده آنها (گل برگ ها) هستند، از سلامت یا صدمه دیدن آنها اطلاع حاصل کرد زیرا تخمدان و دانه های بذر معمولاً حساس ترین اعضا در مقابل سرما میباشند. اگر اینها سالم و سبز بودند در اکثر موارد گل، سالم تلقی میشود. بطور کلی در درختان پسته نحوه خسارت در موارد ذیل دیده می شود:

۱- خشک شدن و ریزش جوانه های گل (شکل ۱).



۲- پژمردگی، سیاه شدن و نهایتاً خشکیدگی سرشاخه های تازه روئیده (شکل ۲). در ابتدای فصل این مورد بیشتر در ارقامی صادق است که برگدهی و گلدهی همزمان دارند.



۳- تحریک رشد رویشی در جوانه های گل در حال توسعه (شکل ۳).



۴- تحریک رشد رویشی جوانه های جانبی و شاخه زایی زیاد (۴).



شکل ۴- تحریک رشد رویشی جوانه های جانبی و شاخه زایی زیاد

۵- دماهای نزدیک به صفر تغییراتی در مغز میوه بوجود می آورد بطور مثال در رقم کله قوچی برگهای اولیه (کوئیلدون) درون لپه ها تحریک و بزرگتر از اندازه طبیعی خود می شوند

۶- اگر بروز سرما همزمان با تشکیل جنین باشد، باعث سقط جنین کامل و نهایتاً پوکی محصول می گردد

۷- تحریک و ایجاد سال آوری که متعاقباً افزایش اونس، درصد ناخندانی و درصد پسته های ریز را در سال پرمحصول به دنبال دارد.

#### پدیده یخ بندان یا سرمازدگی

به طور کلی سرمازدگی به شرایطی اطلاق می شود که در آن دمای هوا در ارتفاع ۱/۲ متری از سطح زمین به صفر درجه یا به زیر آن برسد. اما از دیدگاه هواشناسی کشاورزی در محل یخ بندان به محض وقوع درجه حرارت های پایین در حدی که منجر به خسارت به بافت های گیاهی می شود اطلاق می گردد، که این یخ بندان برای اقلام مختلف هر محصول متناوب می باشد.

انواع یخ بندان را می توان به دو نوع کلی تقسیم بندی نمود:

الف) سرمازدگی تشعشعی یا تابشی

ب) سرمازدگی جبهه ای یا انتقالی

علاوه بر دو مورد بعضی ها معتقد به یخ بندان نوع سومی نیز می باشند که در صورت رخداد همزمان نوع تشعشعی و جبهه ای به وقوع می پیوندند و به آن یخبندان مختلط گفته می شود.

#### الف) یخ بندان جبهه ای یا انتقالی یا فرارفتی

سرمازدگی جبهه ای به علت جابجائی توده های هوای سرد مثل توده های هوائی که از سمت شمال-سیبری منشأ می گیرد حادث می شود. یعنی به علت ریزش هوای سرد از مناطق بالا در بستر عقب یک فرود غربی به وجود می آید. ضخامت لایه های هوای سرد در این نوع یخ بندان ممکن است چندین کیلومتر باشد. بنابراین بر خلاف یخ بندان تشعشعی که منحصراً در طول شب به وجود می آید، این نوع یخ بندان می تواند روند شبانه روزی داشته باشد. تداوم روزهای وقوع این نوع یخ بندان به روزهای تداوم ریزش هوای سرد بستگی دارد. به علت وسعت لایه هوای سرد در این نوع یخ بندان نمود آن را می توان در نقشه های هواشناسی مشاهده کرد. این نوع یخ بندان علی رغم وجود باد و ابر و رطوبت نیز اتفاق می افتد. آمار نشان داده شده توسط سازمان هواشناسی کشور حاکی از آن است که تنها در سال ۱۳۷۶ در استان کرمان سرمازدگی نوع جبهه ای اتفاق افتاده است و در بقیه موارد سرمازدگی از نوع تشعشعی بوده است.

#### ب) یخبندان تشعشعی

در شب های آرام که وزش باد وجود ندارد و آسمان صاف و نیمه ابری است، حرارت زمین با طول موج بلند متصاعد می شود و به علت عدم وجود موانعی که سبب برگشت آن به زمین شود منجر به سرد شدن هوای مجاور زمین می شود. در نتیجه هوای مجاور زمین به علت از دست دادن حرارت سردتر از هوای بالاتر از خود می شود، که اصطلاحاً گفته می شود شرایط وارونگی دما رخ داده است. شدت این وارونگی اختلاف درجه حرارت هوای سطح زمین و بالای لایه وارونگی بستگی دارد. اما این شرایط وارونگی دما، در سطح یک دره یا در سطح یک دشت و منحصراً در هنگام شب به وقوع می پیوندد. بالارفتن نسیم ملایم شدت این وارونگی را تضعیف می کند. زیرا باعث می شود که هوای گرم یا وارونگی با هوای سرد زیرین این ترکیب شود.

در شبی که یخ بندان تشعشعی اتفاق می افتد. علاوه بر عامل باد عواملی مانند رطوبت و وجود ابر که مانع از خروج تشعشع موج بلند می باشد، باعث کاهش شدت یخ بندان و حتی در بعضی موارد مانع از احتمال وقوع یخ بندان می شود. در هر حال چون در این نوع یخ بندان لایه‌ای از هوا که دارای دمای صفر و زیر صفر است دارای ضخامت چندانی نمی باشد، بنابراین امکان کاهش خسارت ناشی از یخ بندان در این نوع بیشتر از نوع یخ بندان جبهه‌ای می باشد. به علت این که یخ بندان نوع تابشی تحت پایداری شرایط جوی به وجود می آید. شدت آن نیز به این شرایط وابسته می باشد. از نظر زمانی و مکانی نیز این نوع یخ بندان بیشتر در مناطقی رخ می دهد که مقدار وسیعی پوشش برفی دارند و همچنین بیشتر پس از عبور هوای جبهه سرد به وقوع می پیوندد.

این نوع یخ بندان‌ها پس از طلوع آفتاب از بین می روند و شب هنگام در صورت وجود شرایط لازم مجدداً به وقوع می پیوندد.

بررسی روشنائی نسبی در طی شب و فقدان لرزش fluttering (حرکت ملایم شاخ و برگ گیاهان) از خصوصیات یخ بندان تشعشعی می باشند. چون حرکت هوا کم است انتقال گرما از قسمت های بدن انسان که در معرض هوا هستند به کندی انجام می گیرد و در نتیجه انسان سرما را کمتر احساس می کند. به همین دلیل اغلب کشاورزان در تشخیص این نوع یخ بندان دچار اشتباه می شوند. در یک شب آرام با آسمان صاف دمائی که از یک دماسنج و واقع در بالای سطح یک توده چمن کوتاه قرائت می شود. ۵ تا ۶ درجه کمتر از دمای دماسنج واقع در ارتفاع ۱/۲۸ متر از سطح زمین باشد. بنابراین اگر در نواحی پست با آسمان صاف و هوای آرام انتظار وقوع کاهش دمای حداقل هوا به میزان حدود ۵ درجه سانتی گراد یا کمتر وجود داشته باشد. معمولاً باید نگران وقوع یک یخبندان بود. جدول زیر یک مقایسه کلی میان این دو نوع سرمزدگی می باشد.

| یخ بندان انتقالی                 | یخ بندان تشعشعی                   |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| سرعت باد بیش از ۲/۵ متر بر ثانیه | سرعت باد کمتر از ۲/۵ متر بر ثانیه |
| امکان وجود ابر                   | آسمان صاف                         |
| عمق توده سرد ۵۰۰ تا ۵۰۰۰ فوت     | عمق توده هوای سرد ۳۰ تا ۳۰۰ فوت   |
| وارونگی هوایی وجود ندارد.        | وارونگی هوایی وجود دارد.          |
| عملیات محافظتی موفق نیست.        | عملیات محافظتی موفق است.          |

قبل از احداث باغ می توان کارهای زیادی جهت پیشگیری از خطرات سرمای بهاره به انجام داد. از قبیل محل مناسب، انتخاب رقم مناسب، انتخاب روش های خاص باغ داری و عملیات های به زراعی در ارتباط با جلوگیری از سرما در باغ احداث شده. قبل از مطالعه انتخاب محل مناسب و رقم مناسب نیز عملیات پیشگیرانه‌ای وجود دارد. سطح خاک در حفاظت محصول اهمیت دارد و می تواند اختلافی باندازه ۱/۷ درجه سانتی گراد در دمای هوا ایجاد کند. برای حداکثر حفاظت در برابر یخ بندان های ناشی از تشعشع، باید خاک مرطوب، عاری از علف هرز، هموار و شخم نخورده

باشد. انرژی بکار برده شده برای دفع یخ بندان در ۱۵ سانتی متری فوقانی خاک ذخیره می گردد. گیاهان پوششی، خشکی و شخم عایق ایجاد کرده و جریان رو به بالا را در شب های یخ بندان به عقب می اندازد.

### رو شهای مبارزه با سرمازدگی تشعشی و مشکلات و معضلات آنها

#### ۱-روش استفاده از دود

از جمله عملیات پیش گیرانه جهت جلوگیری از سرمای بهاره استفاده از دود به عنوان یک عامل کم کننده تشعشع می باشد. با اهمیتی که تشعشع در بروز سرماهای محلی دارد، ایجاد دود در باغ و یا مزرعه برای تقلیل تشعشع می تواند تا حدی موثر باشد. آزمایش نشان داده است که اگر دود به حد بالائی باشد می تواند تا ۱/۷ درجه دما را تعدیل نماید، که گاهی اوقات همین مقدار افزایش درجه حرارت می تواند نجات بخش باشد.

#### معایب روش استفاده از دود

- ۱-آلودگی های زیست محیطی و ناراحتی های مناطق مسکونی
- ۲-دود باعث فعال شدن جوانه در طول مدت می شود و این عمل باعث زودتر باز شدن جوانه در دوره های بعد و تشدید سرما می شد.
- ۳-دود در روزلایه ای از هوا ایجاد می کند که اشعه خورشید را منعکس کرده و مانع جذب آن توسط خاک می شود. در صورتی که ابر به نور خورشید کمک می کند بهتر در خاک جذب شود. و این عمل موجب تشدید سرما در شب های یخبندان خواهد شد.

#### ۲-روش استفاده از بخاری های باغی

یکی دیگر از روشهای متداول در مبارزه با سرمازدگی استفاده از بخاری های باغی جهت گرم کردن باغ می باشد. در بررسی های صورت گرفته مشخص شده است که سوزاندن ۳/۷ لیتر گازوئیل در ساعت برای بالابردن حرارت یک متر مکعب هوا به اندازه ۲ درجه سانتیگراد تا ارتفاع ۱۲ متر در هوای ساکن با یک باد ملایم (۱ متر بر ثانیه) نیاز است. یعنی برای ۱۰۰ هکتار باغ ۸۶۰۰ لیتر گازوئیل در ساعت نیاز است که با توجه به مباحث ویژه ارزش انرژی در دنیای امروز استفاده از این روش توجیه اقتصادی نخواهد داشت.

#### معایب روش استفاده از بخاری های باغی

- ۱-مصرف بالای سوخت های فسیلی
- ۲-مدیریت دشوار به دلیل تعداد زیاد بخاری
- ۳-زمان پاسخگوئی بخاری از محدوده سرما بیشتر است.
- ۴-بخش اعظمی از انرژی گرمائی به هدر می رود.(بازده پایین)
- ۵-هزینه های بالا حدود ۱۶۰۰۰ در هر هکتار
- ۶-آلودگی های زیست محیطی
- ۷-امکان آتش سوزی در باغ
- ۸-نصب و جابجائی دشوار

#### ۳-روش آبیاری بارانی

یکی دیگر از روش های مرسوم جهت پیشگیری از سرما بارش آب بر روی شکوفه ها است. بنا به خصوصیات فیزیکی ویژه آب، مشخص شده است که هنگامی که آب یخ می زند در اثر یخ زدن حرارت تولید می کند. گاهی اوقات منابع مشخص

نموده که تا ۱/۵ درجه جوانه نسبت به شاهد که آبیاری نشده باشد گرمتر خواهد بود. نمود فیزیکی این قضیه را می توان در خانه اسکیموها در قطب مشاهده نمود.

### معایب روش آبیاری بارانی

۱- الزام وجود آب در هنگام یخ بندان (اتلاف آب و همچنین شرایط دشوار دسترسی به آب در آن ساعات از شب و تاثیر منفی بر روی بافت های خاک به دلیل آبیاری در آن زمان)

۲- هزینه بالای نصب و لوله کشی و راه اندازی

۳- در برخی موارد آبیاری موجب تشدید سرما می شود. (دما به ۳- درجه برسد.)

۴- این روش فقط در باغات مسطح کاربرد دارد.

### ۴- روش ماشین های مولد باد

یکی از روش های موجود مبارزه با سرما استفاده از ماشین های مولد باد و یا هلیکوپتر می باشد. این وسائل باعث برهم خوردن سکون هوا و جابجائی هوای سرد به طبقات بالای جو می شوند. در یک آزمایش با استفاده از باد بزن های قوی در باغ های مرکبات ۲/۵ تا ۳ درجه دما را تعدیل کرده است. معمولاً یک ماشین مولد باد ۴۵ اسب قدرت نیاز دارد و برای به هم زدن تعادل ۵۱۴ هکتار مناسب می باشد.

### معایب روش ماشین های مولد باد

۱- مصرف بالای انرژی

۲- هزینه های سنگین به ازاء هر هکتار (\$۸۰۰۰)

۳- ابعاد بزرگ و نصب دشوار

۴- مدیریت دشوار نگهداری و تعمیرات

۵- احتمال وقوع خطر خیلی زیاد است.

۶- مورد استفاده در زمین های مسطح هموار و صاف چ

### ۵- روش سیستم چاهک معکوس انتخابی

همانطور که قبلاً گفته شد در شب های آرام که وزش باد وجود ندارد و آسمان صاف و غیرابری است، حرارت زمین با طول موج بلند متصاعد می شود و به علت عدم وجود موانعی که سبب برگشت آن به زمین شوند منجر به سرد شدن هوای مجاور زمین می شوند. در نتیجه هوای مجاور زمین به علت از دست دادن حرارت سردتر از هوای بالاتر از خود می شود که اصطلاحاً گفته می شود شرایط وارونگی دما رخ داده است. شدت این وارونگی به اختلاف درجه حرارت هوای سطح زمین و بالای لایه وارونگی بستگی دارد. اما این شرایط وارونگی دما در سطح یک دره یا در سطح یک دشت و منحصراً در هنگام شب به وقوع می پیوندد. بالا رفتن نسیم ملایم شدت این وارونگی را کم می کند. زیرا باعث می شود که هوای گرم بالای لایه وارونگی با هوای سرد زیرین این لایه ترکیب شود. اصولاً کار چاهک براساس چگالی های متفاوت هوا در دماهای مختلف می باشد. هوا هر چه سردتر باشد. از چگالی بیشتری برخوردار می باشد

جائی که درختان باغ وجود دارند و تجمع این هوای سرد موجب سرمازدگی در آنها می شود. هدف سیستم چاهک این است که با انجام کار و صرف انرژی بهینه بر خلاف نیروی جاذبه عمل کرده و با جمع کردن کل هوای سرد کف باغ و فرستادن آن به بالا (۱۵ تا ۹۰ متر) لایه های هوای گرم را جایگزین لایه های سرد کند.

### توپوگرافی زمین

تکنولوژی چاهک معکوس به توپوگرافی زمین باغ ارتباط مستقیم دارد. این دیدگاه به دو دسته تقسیم بندی می شود:

۱-زمین های مسطح (صاف و بدون شیب)

۲-زمین های نامسطح (دارای شیب و پی)

### ۱-زمین های مسطح

در شرایط سرمازدگی هنگامی که اتمسفر به حالت پایدار می رسد و باد وجود ندارد، لایه لایه شدن دمائی آغاز می شود و همانطور که گفته شد، هوای سرد در پایین ترین لایه قرار می گیرد. این امر در زمین های صاف و مسطح به صورت یکنواخت (uniform) در تمام مساحت باغ انجام می پذیرد و کف باغ را هوای سرد اشغال می کند و درختان و جوانه های گل آنها در معرض سرمازدگی قرار می گیرند.

دراین حالت دستگاه چاهک در دو مرحله عمل می نماید

۱-جمع کردن هوای سرد کف باغ و فرستادن آن به چند لایه حرارت بالاتر

۲-مخلوط کردن هوای سرد و گرم

البته لازم به توضیح است برای اینکه بهترین نتیجه را از این مراحل بگیریم نکات زیر حائز اهمیت می باشد.

۱-انتخاب دستگاه صحیح (ابعاد و مساحت تحت پوشش)

۲-قرار دادن در محل های محاسبه شده از قبل

۳-استفاده از حصارهای مصنوعی (مانند دیوار کشی-فنس کشی و حصارهای پلاستیکی)

### ۲-زمین های نامسطح

روش چاهک معکوس تنها روشی است که در زمین های نامسطح با سرمازدگی مبارزه می کند.

در هنگام سرمازدگی منطقه بالای کوه انرژی خود را زودتر از دامنه از دست می دهد، در نتیجه هوای مجاور آن نیز سردتر و سنگین تر می شود و به طرف کف دره سرازیر می شود و در کف باغ دره جمع و حالت وارونگی دمائی تشدید خواهد شد. بنابراین کف دره نسبت به دامنه خیلی سردتر است و در سطح دامنه هوا به خوبی جریان دارد. اما کف دره مانند مخزنی از هوای سرد عمل نموده که مانع جریان هوا می شود. در نتیجه زمین های شیب دار در مناطق حادثه خیز بهترین بازده را از سیستم چاهک می گیرند. طبق آمار موجود مناطق پست باغ و دره ها دچار سرمازدگی شدیدتری نسبت به سایر مناطق می باشند.

### مزایای سیستم چاهک معکوس در مقایسه با دیگر روش ها

۱-مصرف بهینه انرژی نسبت به روش های موجود

۲-هزینه کمتر بین تمام روش های موجود

۳-مدیریت و نصب آسان

۴-قابل حمل و تغییر مکان

۵-قابل استفاده در انواع باغ ها

۶-استفاده از هوای طبیعی بدون تولید هوای گرم مصنوعی

۷-کاهش خطرات احتمالی

۸-افزایش راندمان سیستم

۹-هیچ خسارتی به اکوسیستم و محیط زیست وارد نمیکند.

۱۰-آلودگی صوتی کمتری دارد.

۱۱-در هنگام رخ دادن سرما نیازی به حضور کشاورز نیست.

این سیستم شامل یک بدنه استوانه ای و یا هشت ضلعی قیف جمع کننده هوا پایه فلزی یا سیمانی ، ستون ها ، سیم های بکسل و قوطی های مانع از لرزش و جابجائی موتور (الکترو و یا دیزل) ادوات و سیستم های انتقال نیرو اعم از گیریکس یا طاقان، hosing، بلبرینگ ها و میله گاردن و بوش و .. پروانه (ملخ، فن) طوق، هدایتگر هوا و ... می باشد .

نیرو محرکه دستگاه یکی از سه مورد زیر می باشد:

۱-موتور الکتریکی (برای باغاتی که برق در اختیار دارند).

۲-موتور دیزلی (دارای مبنی ۵۰ لیتری ذخیره سوخت گازوئیل )

۳-اتصال به محور pto (power tak off) تراکتور توسط گاردن

همچنین این سیستم در سه اندازه طراحی و نصب می گردد:

#### سایز کوچک:

-ارتفاع ۲متر ، قطر ۲/۵ متر ،موتور سه فاز با قدرت ۳kw،ملخ ۳ پره ای ،قابلیت کنترل on/off، قابلیت جابجائی ،طراحی شده برای حفاظت ۳ هکتار ،صدای ایجاد شده در فاصله ۱۰ متر برابر ۵۵ دسی بل است

#### سایز متوسط:

-ارتفاع ۲/۵ متر ،ابعاد ۳/۵\*۳/۵، موتور ۳فاز با قدرت ۷/۵ کیلو وات ،دارای ملخ ۶ پره -۱۰ پره ،قابلیت کنترل اتوماتیک،قابلیت جابجائی ،طراحی شده برای حفاظت از ۵-۶ هکتار ،صدای ایجاد شده برای ۷۵ دسی بل است،در صورت استفاده از تراکتور صدای ایجاد شده ۱۱۰ دسی بل می شود.

#### سایز بزرگ :

-ارتفاع ۴ متر ،ابعاد ۶\*۶، قابل اتصال به محور Pto تراکتور ،دارای ملخ ۶ پره ،غیرقابل جابجائی، طراحی شده برای حفاظت ۱۲-۱۴ هکتار ،صدای ایجاد شده در فاصله ۱۰ متر ۱۴۵ دسی بل است.

دو نمونه از سایز کوچک این دستگاه در سال گذشته با کمک بخش خصوصی در این موسسه ساخته شد (شکل ۵ و ۶) که نتایج نشان داد که این سیستم می تواند دمای سه هکتار از باغات پسته را حدود دو درجه تعدیل نمود.



شکل ۵- چاهک معکوس با استفاده از نیروی P.T.O تراکتور



شکل ۶- چاهک معکوس با استفاده از نیروی الکترو موتور

#### ۶- استفاده از ماشین های مولد مه

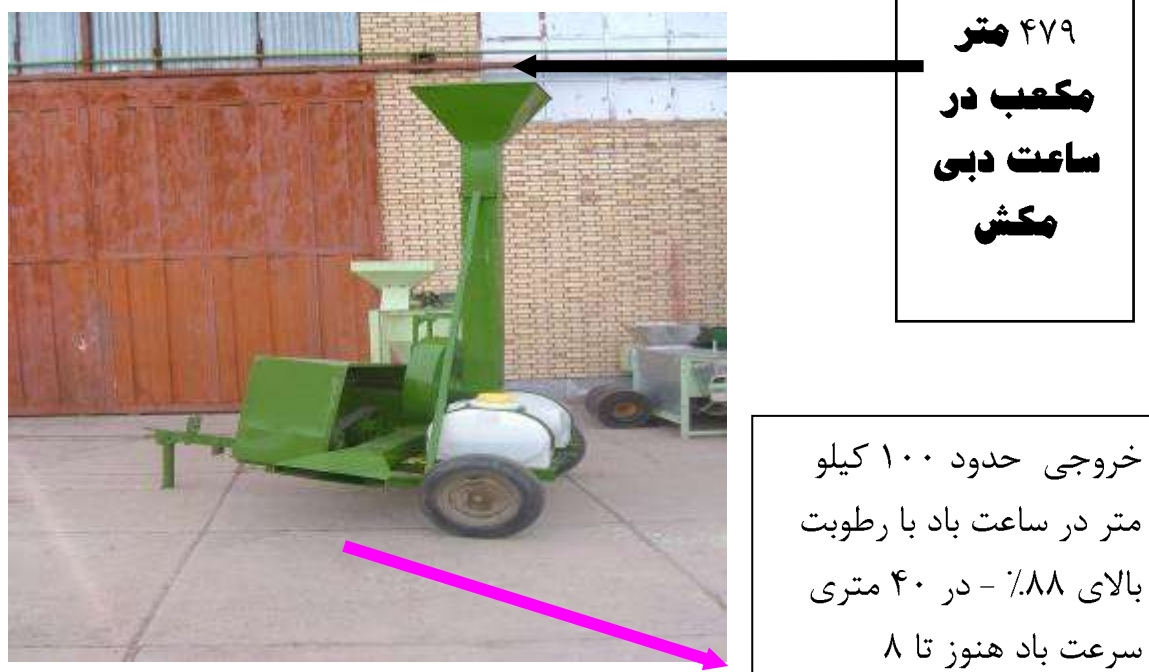
ایجاد مه مصنوعی به عنوان یکی از روشهای مقابله با یخ زدگی گیاهان از زمانهای گذشته مطرح بوده است. مه باعث کاهش از دست رفتن گرما از سطح خاک و گیاه به جو می شود. ایجاد مه مصنوعی به عنوان سدی در برابر هدر رفتن گرما از طریق تشعشع عمل می کند و از این نظر مشابه لایه های ابر می باشد. قطره هایی با ذرات ریز کمتر از ۱۰ میکرون بیشترین تاثیر را در کاهش از دست دادن تشعشعات با طول موج بالا را دارند. در سال ۱۹۸۴ یک سیستم مولد مه ساخت دست بشر را جهت حفظ باغات مرکبات کالیفرنیا ساخته شد. به هنگام سرد شدن تشعشع هوا، مه می تواند تا حدود ۴ درجه سانتیگراد گرما تامین نماید از این طریق باعث حفاظت گیاه در برابر سرما شود. مزیت هایی که این روش نسبت به روشهایی دیگر مخصوصاً کنترل سرما توسط پاشش آب بر روی جوانه دارد به این شرح است:

- ضخامت لایه حفاظتی (ابر مصنوعی) ایجاد شده براحتی قابل تنظیم است.
- مصرف آب خیلی کمتر از آبیاری بارانی و غرقابی است.
- مصرف انرژی خیلی پایین تر از روشهای حفاظتی دیگر است. در مقایسه با بخاریهای باغی، آبیاری بارانی و ماشینی مولد باد مصرف انرژی ماشین های مولد مه به ترتیب ۵۰، ۲۵ و ۱۲ درصد می باشد.
- فشرده شدن خاک اتفاق نمی افتد چرا که آب بر روی خاک مسقیما سقوط نمی کند.
- امکان شکستگی شاخه ها در اثر یخ زدن آب بسیار کمتر است چرا که ضخامت لایه یخ زدگی نسبت به آبیاری بارانی کمتر است.

افزایش مه باعث افزایش رطوبت هوا و در نتیجه از تغییرات شدید دما جلوگیری می کند.

یک نوع ماشین مولد مه در موسسه تحقیقات پسته در سال گذشته ساخته شد. این ماشین بصورت کششی و با نیروی پی تی او (PTO) تراکتور حرکت می کند (شکل ۷). دور فن مولد باد ۲۰۰۰ دور در دقیقه است. دبی ورودی این فن ۴۷۹ متر مکعب در ساعت است و بادی در حدود ۱۲۰ کیلومتر در ساعت در محل خروجی ایجاد می نماید و سطح پوشش ای ماشین با سرعت ۵ کیلومتر بر ساعت تراکتور حدود ۶ هکتار در مدت ۴۵ دقیقه می باشد. نتایج نشان داد که با حرکت این دستگاه

در زمان سرما تا ۱/۹ درجه سانتی گراد تعدیل دما و ۱۱/۳ درصد تعدیل رطوبت نسبی انجام گرفت (شکل ۳). بنابراین با توجه به سرعت ۵ کیلومتر در ساعت تراکتور می توان در ساعت ۵ الی ۶ هکتار از باغات پسته را با این دستگاه تا دو درجه تعدیل نمود و علاوه بر دما میزان رطوبت نسبی محیط نیز بالا خواهد رفت که این افزایش رطوبت از تغییرات شدید دما جلوگیری می کند.



شکل ۷- نمایی از مه پاش ساخته شده جهت کنترل سرمای بهاره

منابع مورد استفاده :

- ۱- رسول زادگان، ی. ۱۳۷۰. میوه کاری در مناطق معتدله، انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان.
- ۲- منیعی، ع. ۱۳۶۹. مبانی علمی پرورش درختان میوه. انتشارات فنی ایران.
- ۳- میر محمدی میبدی، س. ع. ۱۳۸۳. مدیریت تنش های سرما و یخ زدگی گیاهان زارعی و باغی. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان. ۳۱۵ ص

- 4- Ashworth, E. N., and M. E. Wisniewski. 1991. Response of fruit tissues to freezing temperatures. HortSci. 26(5):501-504.
- 5- Ballard, J.K. 1993. Frost and Frost Control in Washington Orchards. Washington State University, Pullman, Washington.
- 6- McGill, S. 1984. Artificial fog: Looking Better. The Furrow, 1984 No.3. pp18-19.
- 7- Mee, T.R. and J.F. Bartholic. 1979. Man made fog. In: Barfield, B.J. and J.F. Gerber (eds.). Modification of the Aerial Environment of Plants. Amer. Soc. Agr. Eng. Monographs 2:334-352.