



وزارت جهاد کشاورزی  
سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی  
مؤسسه تحقیقات پسته کشور

## نشریه یولوژی سرما زدگی در درختان پسته

نگارندگان:

نادیا سهرابی

محقق مؤسسه تحقیقات پسته کشور

حسین حکم آبادی و علی تاج آبادی پور

اعضاء هیأت علمی مؤسسه تحقیقات پسته کشور

۱۳۸۸

نشریه شماره ۶۵



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

**وزارت جهاد کشاورزی**  
**سازمان ترویج آموزش و تحقیقات کشاورزی**  
**مؤسسه تحقیقات پسته کشور**

نشریه فنی:

# فیزیولوژی سرما زدگی در درختان پسته

نگارندگان:

**نادیا سهرابی**

محقق مؤسسه تحقیقات پسته کشور

**حسین حکم آبادی و علی تاج آباد پور**

اعضای هیأت علمی مؤسسه تحقیقات پسته کشور

تابستان ۱۳۸۸

---

نام نشریه : فیزیولوژی سرما زدگی در درختان پسته  
نگارندگان: نادیا سهرابی، حسین حکم آبادی، علی تاج آبادی پور  
ناشر: شورای مؤسسه تحقیقات پسته کشور  
ویراستاران علمی: علی اسماعیل پور، بهمن پناهی، امان الله جوانشاه  
ویراستار ادبی: سید یحیی امامی  
امور فنی: نجمه صابری، سیمین دخت صابر ماهانی  
چاپ اول: ۱۳۸۸  
تیراژ: ۱۰۰۰ جلد  
نشانی: رفسنجان، میدان شهیدان حسینی، مؤسسه تحقیقات پسته کشور  
مسئولیت صحت مطالب با نویسنده است  
شماره ثبت در مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی ۸۸/۳۸۲ به  
تاریخ ۸۸/۴/۲۳ می باشد  
قیمت: ۷۰۰۰ ریال  
نشانی: رفسنجان، میدان شهیدان حسینی، مؤسسه تحقیقات پسته کشور  
صندوق پستی: ۷۷۱۷۵-۴۳۵



## فهرست

---

۵	مقدمه و تاریخچه
۸	انواع سرما
۸	الف- سرمای انتقالی یا جبهه ای
۹	ب- سرمای تشعشی
۱۱	عوامل مؤثر در تحمل سرما
۱۸	خسارتهای حاصل از سرما زدگی
۲۰	الف- خسارت سلولی
۲۳	ب- اثرات درون بافتی
۲۷	ج- عواقب مورفولوژیکی
۳۵	توصیه
۳۶	شکلها
۴۰	منابع

## مقدمه و تاریخچه:

درجه حرارت یکی از مهمترین فاکتورهای توزیع گونه های گیاهی در روی زمین است. درجه حرارت هم کمیت و کیفیت محصول و هم پراکنش محصولات باغی را تحت تأثیر خود قرار می دهد. از آنجایی که تعدادی از گیاهان باغی بومی منطقه ای که کشت شده اند نمی باشند و یا حاصل آمیزش گونه های مختلف هستند، درجه حرارتهای پایین می تواند میزان محصول و توزیع این گیاهان را تحت تأثیر قرار دهد.

اهمیت درجه حرارتهای پایین در باغبانی از زمان شروع کشاورزی شناخته شده است. یکصد سال قبل از میلاد رومیها درجه حرارتهای پایین زمستان و خطر سرمای بهاره را فاکتورهای اصلی و مهم برای انتخاب گونه های کاشته شده در هر منطقه در نظر می گرفتند و سعی می کردند که محصولات را از آسیب سرما حفظ کنند. علیرغم توسعه روشهای مختلف حفاظت در برابر سرما، خسارتهای سرمازدگی وارد به گیاهان به عنوان یک مشکل عمده اقتصادی حتی در نواحی استوایی ادامه داشت. این مسائل سبب گسترش پژوهشها و تحقیقات در این زمینه گردید (Rodrigo 2000).

گیاهان در محدوده دمایی مشخصی قادر به رشد و نمو هستند و هر گونه نوسان نسبتاً شدید دمایی که در مراحل حساس سه گانه کاشت، داشت و برداشت محصول رخ دهد

اغلب خسارت های شدیدی به مزارع و کشاورزان وارد می کند. در زمستان و اوایل بهار اگر هوا بطور ناگهانی گرم و دوباره سرد شود با گرم شدن هوا، جوانه ها و بویژه جوانه های گل آغاز به باز شدن کرده، هوای سرد بعدی به آنها آسیب می رساند بویژه در درختان میوه که به سرمای بهاره بسیار حساس می باشند

سرما زدگی در محصولات کشاورزی یک پدیده جوی است و زمانی اتفاق می افتد که درجه حرارت محیط به پایین تر از حرارت مورد نیاز برای رشد گیاه برسد و از دیدگاه هواشناسی و کشاورزی در محل یخبندان به محض وقوع درجه حرارت های پایین در حدی که منجر به خسارت به بافتهای گیاهی شود سرمازدگی رخ می دهد (میر محمدی میبیدی و ترکش اصفهانی، ۱۳۸۳).

سرما زدگی با یخ زدگی تفاوت دارد. سرمازدگی در فصل رویش و در درجه حرارت های بالای صفر اتفاق می افتد، در صورتی که یخ زدگی در فصل رویش و یا زمستان و در درجه حرارت های زیر صفر اتفاق می افتد (میر محمدی میبیدی و ترکش اصفهانی، ۱۳۸۳ و Hewett و همکاران، ۱۹۸۷).

در طول سالهای گذشته، مناطق پسته کاری ایران از آسیب سرمازدگی مصون نبوده اند و در برخی از سالها خسارت ناشی از سرما، درصد زیادی از محصول را از بین می برد. تجارب مشاهده ای و گزارشات دریافتی از مناطق مختلف بر این نکته تاکید دارند که بخش اعظم خسارت وارده، ناشی از سرمای اوایل بهار است تا دماهای پایین تر از انجماد در زمستان. در این بین به نظر می رسد مهمترین خسارت سرما، از بین رفتن گلهای تازه باز شده است، در حالیکه دماهای بالاتر به کاهش رشد و نمو گلها و لوله گرده و کاهش کارآیی گرده افشانی منجر می شوند، دماهای پایین می توانند حتی جوانه ها را از بین ببرند (قلی پور، ۱۳۸۵).

در سال ۱۳۷۶، ۵۰٪ محصول پسته در اثر سرما از بین رفت. همچنین در سال ۱۳۸۳ نیز به طور متوسط ۳۰٪ محصول پسته در استان کرمان در برخی مناطق پسته خیز از بین رفت که این حادثه به خصوص در استان کرمان که اکثر باغداران وابسته به اقتصاد تک محصولی هستند ضربات سنگینی به باغداران وارد آورد. در سال ۱۳۸۴ نیز در برخی مناطق پسته کاری استان کرمان تا ۶۰٪ محصول پسته در اثر سرمای بهاره از بین رفت

(حکم آبادی، ۱۳۸۶). همچنین بخش زیادی از محصول پسته در اثر سرمای دیررس بهاره در ۱۶ فروردین ماه سال ۱۳۸۷ از بین رفت.

## انواع سرما

### الف - سرمای انتقالی یا جبهه‌ای

این نوع سرما گستره وسیعی دارد و همراه با بادهای سرد و هوای ابری است. این نوع سرما محلی نمی‌باشد و با کاهش دمای شدید همراه است و به دلیل وسعت زیاد، کنترل و مقابله با آن مشکل است. یخبندان‌های انتقالی هنگامی روی می‌دهند که توده هوای سرد به یک ناحیه وارد شود تا جایگزین هوای گرمی شود که قبلاً در این ناحیه وجود داشته است. شرایط وقوع این نوع یخبندان معمولاً شامل آسمان ابری، باد ملایم تا شدید، عدم وجود وارونگی دمایی و رطوبت نسبی پایین است. با توجه به اینکه اغلب روش‌های حفاظتی فعال در شرایط وجود وارونگی دمایی عملکرد و کارآیی بهتری دارند، بنابراین مقابله با یخبندان‌های انتقالی که در آنها وارونگی دمایی وجود ندارد، بسیار مشکل است. در بسیاری از موارد، دمای هوا به مدت چند شب به صورت یخبندان انتقالی کاهش می‌یابد و پس از این چند شب شرایط یخبندان تشعشی حاکم می‌شود. یخبندان‌های انتقالی عمدتاً در اقلیم‌های مدیترانه‌ای روی می‌دهند اما در قسمت‌های غربی قاره‌ها که معمولاً توده‌های

هوای سرد قاره‌ای از نواحی قطبی به سمت نواحی نیمه استوایی منتقل می‌شوند، یخبندان تشعشعی بیشتر شایع است. ضخامت لایه هوای سرد در این نوع یخبندان ممکن است چندین کیلومتر باشد. بنابراین بر خلاف یخبندان تشعشعی، این نوع یخبندان می‌تواند روند شبانه روزی داشته باشد. تداوم روزهای وقوع این نوع یخبندان به تداوم ریزش هوای سرد بستگی دارد. به علت وسعت لایه هوای سرد در این نوع یخبندان نمود آن را می‌توان در نقشه‌های هوا مشاهده کرد. این نوع از یخبندان علی‌رغم وجود باد، ابر و رطوبت نیز اتفاق می‌افتد (میر محمدی میبیدی و ترکش اصفهانی، ۱۳۸۳).

## **ب- سرماي تشعشعی:**

این سرما محلی است و به واسطه از دست رفتن حرارت ذخیره شده در زمین بر اثر تشعشع به وجود می‌آید و در کشور ما بسیار رایج است. این نوع سرما در هوایی کاملاً آرام، بدون باد و ابر و در ساعات نزدیک به طلوع آفتاب اتفاق می‌افتد و در صورتی که از روش مناسبی استفاده شود می‌توان با آن مقابله کرد (میر محمدی میبیدی و ترکش اصفهانی، ۱۳۸۳). در شب‌هایی که آسمان کاملاً صاف باشد، گرمای بیشتری از طریق تابش از سطح زمین، به هدر می‌رود و گرمای کافی برای جایگزینی این گرمای از دست

رفته تأمین نمی‌شود و در نتیجه دمای هوا کاهش می‌یابد. دمای هوا در نزدیکی سطح تابش کننده گرما، کاهش می‌یابد و یک وارونگی دمایی شکل می‌گیرد (یعنی با افزایش ارتفاع از سطح زمین، دما نیز افزایش می‌یابد). هنگامی که انرژی از طریق تشعشع از سطح به هدر می‌رود، ظرفیت گرمایی محسوس خاک سطحی و هوای مجاور سطح نیز کاهش می‌یابد. اگر دمای هوا در ارتفاع مناسبی از سطح خاک اندازه‌گیری شود، با افزایش ارتفاع به نقطه‌ای خواهیم رسید که از آن به بعد دما با افزایش ارتفاع شروع به کاهش می‌کند. ارتفاعی که در آن پروفیل دمایی از حالت وارونگی به شرایط معمول تغییر می‌یابد را سقف وارونگی می‌نامند. سرمای تشعشعی خود به دو نوع تقسیم می‌شود. نوع اول یخبندان سفید نام دارد و هنگامی اتفاق می‌افتد که بخار آب بر روی سطوح یخ می‌زند و یک لایه سفیدرنگ یخ که اصطلاحاً یخبندان نامیده می‌شود را تشکیل می‌دهد. نوع دوم یا «یخبندان سیاه» هنگامی اتفاق می‌افتد که دما به زیر صفر درجه نزول می‌کند، اما هیچ یخی بر روی سطوح تشکیل نمی‌شود. در واقع اگر رطوبت هوا به اندازه کافی پایین باشد، دمای سطوح به حدود نقطه انجماد آب نمی‌رسد و یخبندانی تشکیل نخواهد شد. اما اگر رطوبت بالا باشد، یخ تشکیل می‌شود و یک یخبندان سفید روی می‌دهد. از آنجا که در زمان تشکیل

یخ مقداری گرما آزاد می‌شود، این باعث می‌شود که یخبندان‌های سفید خسارت‌های کمتری را در مقایسه با یخبندان‌های سیاه به همراه داشته باشند.

در شبی که سرمای تشعشی اتفاق می‌افتد علاوه بر عامل باد، عواملی مانند رطوبت و وجود ابر که مانع از خروج تشعشعات موج بلند می‌شوند، باعث کاهش شدت یخبندان و حتی در بعضی موارد مانع از احتمال وقوع یخبندان می‌شوند. در هر حال چون در این نوع یخبندان لایه ای از هوا که دارای دمای صفر و زیر صفر است دارای ضخامت چندانی نمی‌باشد، امکان کاهش خسارت بیشتر از نوع جبهه ای است. به علت اینکه سرمای نوع تشعشی تحت پایداری شرایط جوی به وجود می‌آید شدت آن نیز به این شرایط وابسته می‌باشد.

علاوه بر این دو نوع اصلی بعضی‌ها معتقدند که یخبندان نوع سومی هم دارد که در صورت رخداد همزمان نوع تشعشی و جبهه ای به وقوع می‌پیوندد و به آن یخبندان مختلط اطلاق می‌گردد (میر محمدی میبیدی و ترکش اصفهانی، ۱۳۸۳).

### **عوامل مؤثر در تحمل سرما :**

گیاهان مکانیسم‌های سازشی مختلفی را برای تحمل اثرات زیانبار انواع تنش‌های غیر زیستی از جمله سرما، شوری و خشکی دارند. سرمازدگی بیانگر تغییرات فیزیکی و



فیزیولوژیکی است که در نتیجه برخورد گیاه با سرما اتفاق می افتد. تنش سرما یک سری از مسیرهای سازشی را در گیاهان تحریک نموده و در نهایت باعث افزایش تحمل گیاه به این تنش می شود. این مرحله سازشی با فعال سازی انواع تنظیم کننده های پاسخ های سازشی و تغییرات فیزیولوژیکی و متابولیکی حاصل از تنش همراه می باشد. به بیان دیگر برای اینکه گیاهان بتوانند سرما و یا گرمای شدید را تحمل کنند باید تغییراتی در وضع سلولی آنها ایجاد گشته و یا ضرورتاً به خواب روند. گیاهانی که فاقد چنین مکانیسم هایی باشند تحمل حرارت های خارج از محدوده قابل رشد را نداشته و از بین خواهند رفت. با شروع فصل سرما و کوتاه شدن روزها در پاییز، بتدریج تغییراتی در گیاهانی که مقاوم به سرما هستند انجام می گیرد که مهمترین آنها تغییر در مقدار آب سلولها و وضعیت آب است. طی این روند، سلولها قسمت اعظم آب خود را از دست می دهند و غلظت مواد قندی سلولها اضافه گشته تا آب را با نیروی سطحی زیادی درون سلولها نگه دارند در نتیجه پتانسیل اسمزی کاهش یافته و نقطه انجماد آب پایین می رود. آب آزاد درون سلولی در حدود دمای صفر درجه یخ می زند و در صورتیکه میزان قند در آن سلول بالا رود همانند ضد یخ عمل کرده، آب دیرتر منجمد می گردد. تغییراتی نیز در فرم ساختمان

مولکولهای بزرگ ایجاد گشته و رابطه این مولکولها با آب اطراف و درونی آنها تغییر پیدا می کند. مجموعه این تغییرات از یخ زدن سلولها و خسارت ناشی از تشکیل کریستالهای یخ جلوگیری می نماید. آغاز این تغییرات سلولی به شرایط خاصی از نور و حرارت نیاز دارد. همچنین برای اینکه گیاه بتواند این تغییرات را انجام داده و زمستان را به سر رساند به مواد غذایی احتیاج دارد. پس مقاوم شدن به سرما مستلزم حداقلی از رشد و ذخیره مواد غذایی قبل از شروع سرما می باشد. ( ایران نژاد و شهبازیان، ۱۳۷۴، راشد محصل و همکاران، ۱۳۷۶ و میر محمدی میدی و ترکش اصفهانی، ۱۳۸۳)

بنابراین فاکتورهای مؤثر در گسترش میزان خسارت سرما شامل: شدت و طول مدت سرما، سرعت کاهش درجه حرارت و آب شدن یخها، درجه حرارت روزهای قبل و تغییرات کوتاه مدت درجه حرارت، همچنین سایر **شرایط آب و هوایی** مثل سرعت باد، رطوبت نسبی و پوشش ابر می باشند. همچنین **سن گیاه** ( گیاهان خیلی جوان یا خیلی پیر به سرما حساسترند) و **آفات و بیماریها** در تحمل سرما مؤثرند. علاوه بر اینها **محل قرار گرفتن باغ**، جهت شیب، پستی و بلندی زمین در حساس شدن گیاه به سرما نقش دارد. در یک منطقه با شرایط آب و هوایی یکسان، مشاهده می شود باغ هایی که در اراضی شیب

دار احداث شده اند، سرمازدگی آنها کمتر از باغ های احداث شده در اراضی گود است زیرا به دلیل سنگین تر بودن هوای سرد نسبت به هوای گرم، هوای سرد به سمت پایین حرکت کرده و در نقاط گود و کم ارتفاع جمع می گردد. عامل موثر دیگر **نوع خاک** است. ظرفیت نگهداری آب در خاکهای سبک کمتر از خاکهای سنگین می باشد و به همین دلیل این خاکها در بهار زودتر گرم شده و باعث ایجاد شرایط مناسب جهت شروع رشد می شود. وجود **پوشش گیاهی** در باغ خسارت را افزایش می دهد. همچنین با انجام هرس فرم مناسب و با برنامه مدیریت صحیح خسارت ناشی از سرمای بهاره کاهش می یابد.

پاسخ گیاه نسبت به سرما بسته به نوع **ژنوتیپ** گیاه، نوع بافت و فصول مختلف سال متفاوت است. البته مکانیزمهای مقاومت و ایجاد خسارت سرما خیلی پیچیده است و هنوز نامشخص باقی مانده است. همچنین سایر خصوصیاتی که به طور غیر مستقیم در بقاء گلها مؤثر هستند مانند تراکم جوانه های گل و همزمان بودن نمو جوانه ها همگی تحت تأثیر ژنتیک گیاه هستند (Rodrigo, 2000). مقاومت به سرمازدگی یک صفت چند ژنی است. پلی ژن بودن وراثت این صفت، تحت تأثیر محیط بودن آن و دشواری اندازه گیری آن سبب

شده است که اصلاح گران در انتقال صفت مقاومت به سرما به گیاهان حساس به سرما با مسأله پیچیده ای روبرو باشند (George and Becwar, 1982). استراتژی های به نژادی برای افزایش مقاومت گیاهان به سرما عبارتند از: اصلاح تدریجی گیاهان برای مقاومت به سرما و یخبندان از طریق کاربرد روشهای مرسوم اصلاحی و انتخاب، انجام هیبریداسیون بین گیاهان زراعی و خویشاوندان وحشی آنها که دارای صفت مقاومت به سرما و یخبندان هستند، اهلی کردن گونه های وحشی که در محیطهای سرد به خوبی رشد می کنند از طریق اصلاح و انتخاب برای بهبود صفات زراعی آنها، شناسایی ژنهای مقاومت به سرما و یخزدگی، کلون کردن آنها و دست ورزی ژنتیکی آنها با استفاده از روش های بیولوژی مولکولی، معرفی ژنی خالص و نو به محیطهای سرد به منظور وسعت بخشیدن به منابع پایه ژنی که در مورد هیبریداسیون بین گونه ای مثال های کمی مانند هیبرید بین گوجه فرنگی و گندم وجود دارد (کافی و مهدوی دامغانی ۱۳۸۱).

خسارت سرما تا حد زیادی به **مرحله نمو جوانه های گل** بستگی دارد. جوانه های گل از زمان خواب تا تبدیل شدن به میوه تحت یک سری از مراحل نمو قرار می گیرند که همراه با افزایش آسیب پذیری مادگی نسبت به درجه حرارتهای پایین است. بنابراین میوه

تازه تشکیل شده آسیب پذیرترین اندام است (Rodrigo, 2000). در درختان پسته مشاهده شده است که خسارت ناشی از سرما بیشتر متوجه گلها می شود و این به دلیل حساسیت بیشتر این اندام نسبت به سایر اندامها می باشد (رسول زادگان، ۱۳۷۰). با توجه به اینکه ارقام پسته دارای زمان گلدهی یکسانی نیستند، بنابراین احتمال خسارت سرمازدگی در ارقام زودگل مانند رقم اوحدی و کله قوچی بیشتر از ارقام دیرگل مانند رقم اکبری می باشد.

تشکیل یخ روی یا درون گیاه نیاز به یک کریستال یخ کوچک دارد. از آنجاییکه تشکیل یخ پیش نیاز آسیبهای سرمازدگی است، **عوامل تشکیل دهنده هسته یخ** می تواند نقش مهمی در مقاومت جوانه گل داشته باشد. یکی از فاکتورهایی که تشکیل هسته یخ را در بافتهای گیاهی تحریک می کند حضور باکتریهای فعال کننده هسته یخ (INA) است. کشف آنها نقطه شروعی برای توسعه روشهای جدید حفاظت سرمایی بود. کاهش جمعیت باکتریهای INA با کاهش خسارتهای سرمایی در اندامهای زایشی بادام و گلابی ارتباط دارد. اجزاء باکتریایی فعال کننده هسته یخ پروتئینها هستند. عوامل تشکیل دهنده هسته یخ داخلی هنوز به طور کامل مشخص نشده اند (Rodrigo, 2000).

در گونه های متعددی دیده شده که **محتوای رطوبتی** با مقاومت جوانه های گل ارتباط دارد. Hewett و همکاران (۱۹۷۸) پیشنهاد کردند که حضور آب در جوانه های گل ممکن است میزان خسارت را به دو روش مختلف افزایش دهد، یکی بوسیله اضافه کردن جایگاههای تشکیل هسته یخ و دوم تأثیر مستقیم در مقاومت پروتوپلاسمی.

### **حالت تغذیه ای** بخصوص محتوای کربوهیدراتی با مقاومت گیاه ارتباط دارد گرچه

دلیل آن هنوز مشخص نشده است. کربوهیدراتها با مقاومت سرمایی مرتبط هستند و به نظر می رسد که این خصوصیت مربوط به حفاظت سرمایی اجزاء سلول و توانایی به تأخیر انداختن تشکیل کریستالهای یخ باشد. تجمع کربوهیدراتهای محلول در آب نقطه انجماد شیره سلولی را کاهش می دهد، بنابراین دمای یخ زدگی کاهش می یابد. در گونه های چوبی سطح کربوهیدراتها با مقاومت جوانه های گل ارتباط دارد. در صورت عدم تشکیل میوه در سالهای قبل، مقاومت به سرمای جوانه های گل و محتوای سوربیتول، گلوکز، نشاسته، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آمینو اسیدهای اسیدی و آبدوست افزایش می یابد. این اختلافات می تواند اثر بار محصولات سالهای قبل را روی مقاومت جوانه ها توصیف

کند (Rodrigo, 2000)

## خسارت‌های حاصل از سرمازدگی:

آسیب‌های یخ زدگی در درختان میوه می‌تواند با درجه حرارت‌های پایین در پاییز یا زمستان قبل از خواب و همچنین در بهار در طی یا بعد از بیدار شدن جوانه‌ها اتفاق افتد. در حالی که درجه حرارت‌های پایین زمستان، به طور آشکار نواحی گسترش محصولات ویژه را محدود می‌کند، درجه حرارت‌های پایین بهار به طور جدی می‌تواند تولید محصول را در نواحی که یک محصول ویژه استقرار یافته تحت تأثیر قرار دهد. در اقلیم‌های معتدل پایین آمدن دما در طی شکوفه دادن اهمیت بیشتری نسبت به درجه حرارت‌های پایین زمستان دارد (Rodrigo, 2000). به دنبال قرار گرفتن گیاهان در دوره سرما، آنان در برابر خسارت یخ‌زدگی مقاوم می‌شوند و دوباره پس از گرم شدن کوتاه مدت مقاومت خود را از دست می‌دهند. میزان خسارت یخبندان با کاهش دما افزایش می‌یابد. دمای مرتبط با سطح خاصی از خسارت، دمای بحرانی یا دمای خسارت بحرانی برای آن سطح گفته می‌شود و با نماد "TCo" نشان داده می‌شود. مطالعه علمی و هدفمند استرس‌های طبیعی به شناخت بهتر عوامل بروز، روابط بین آنها و نتایج حاصل می‌انجامد. اطلاع از میزان حساسیت یا دمای

بحرانی بروز خسارت در ارقام مختلف یک گونه گیاهی، به انتخاب انواع مناسب برای کشت و کار در یک منطقه کمک شایان توجهی می نماید.

دمای بحرانی خسارت به پسته نقطه ای است که به جوانه ها خسارت وارد می گردد. این دما به نوع درخت، مرحله رشد و نمو و شرایط آب و هوایی منطقه بستگی دارد. اکثر باغداران معمولاً دمایی را بحرانی می دانند که طی آن ۱۰٪ جوانه ها از بین می رود، سردتر از این دما به حد بحرانی می رسد. همه باغداران باید جداول دمای بحرانی را در اختیار داشته باشند (قلی پور، ۱۳۸۵).

در مطالعه ای که بر روی دو رقم پسته قزوینی و اوحدی انجام گرفت مشاهده گردید در مراحل نموی مختلف (جوانه، جوانه متورم و گل باز شده)، دماهای بروز خسارت در سطوح تغییر رنگ و قهوه‌ای شدن بافتی متفاوت است. براساس نتایج مطالعات آزمایشگاهی و سرمازدگی طبیعی، دماهای بحرانی وقوع آسیب در سه مرحله گل، جوانه در حال باز شدن و جوانه رکود پسته به ترتیب ۲+، ۲- و ۴- درجه سانتی گراد به شرط قرارگیری درخت به مدت حدود ۲ ساعت و در مرحله میوه ۲- درجه سانتی گراد تعیین گردید. بنابر این گل‌های باز شده حساسترین و جوانه های باز نشده مقاوم ترین اندام در



مقابل استرس افت دما هستند. دماهای بحرانی دماهایی شناخته شدند که در آنها، در مرحله باز شدن جوانه ها، اندامهای در حال تکامل مادگی دچار مشکل شده و ممکن است اختلالاتی در رشد و نمو و باز شدن گلها به وجود آید. در گل های باز شده، آسیبهایی اولیه به ویژه به کلالة وارد می شود که می تواند دریافت گرده و رشد لوله گرده را با مشکل مواجه سازد. مطمئنا قرارگیری درخت در مدت زمان کوتاه تر، به وارد آمدن آسیب های کمتر و در مدت زمان طولانی تر، آسیب های عمیقتر خواهد انجامید. افت دما به میزان ۲ درجه می تواند به قهوه ای شدن اندام زایشی در هر کدام از مراحل سه گانه ذکر شده، که از آن به عنوان مرحله از دست رفتن حیات فیزیولوژیکی آنها یاد می شود، بیانجامد. دماهای پایین تر به تخریب کامل اندام که به آن مرحله نکروز گفته می شود، خواهد انجامید (قلی پور، ۱۳۸۵). دو رقم پسته قزوینی و اوحدی از نظر حد بحرانی دما اختلاف معنی دار نشان ندادند. با این حال تفاوت در زمان مراحل باز شدن جوانه و گل حتی برای یکی، دو روز در این رابطه می تواند مهم و شاید حیاتی باشد (قلی پور، ۱۳۸۵).

در اقلیمهای سرد درجه حرارت‌های پایین زمستان یا پاییز به طور عمده روی آوند چوب، پوست درخت، ریشه‌ها و جوانه‌ها اثر می‌گذارد و می‌تواند سبب مرگ درخت شود (Rodrigo, 2000).

## الف - خسارت سلولی:

خسارت سرما اساساً بوسیله تشکیل هسته یخ ایجاد می‌شود. بعد از یک دوره سرما سرنوشت سلول به جایگاه تشکیل کریستال یخ بستگی دارد. تشکیل کریستال یخ می‌تواند خارج سلولی باشد که در این حالت سلولها حداقل به طور موقت خودشان را حفظ می‌کنند یا اینکه سرما سریع و به صورت داخل سلولی باشد که کشنده است و سبب مرگ سلول می‌شود (Rodrigo, 2000).

برای تشکیل یخ در داخل سلول گیاهی، دمای سلول باید در ظرف مدتی کمتر از نیم ساعت از صفر به منهای ۱۰ درجه سانتیگراد تنزل نماید. این نوع یخبندان کمتر در طبیعت اتفاق می‌افتد و دلیل آن این است که شدت سرمای هوا و اختلاف کاهش ناگهانی جبهه باید آن قدر زیاد باشد که بتواند در مدت کمتر از نیم ساعت منجر به سرد شدن ناگهانی اندامهای گیاهی و انجماد سلولهای گیاهی شود (قطره سامانی و قطره سامانی، ۱۳۸۷). با توجه به اینکه در طبیعت اختلاف درجه حرارت بین سلول گیاهی و هوا بیش از چند درجه

نمی باشد، تشکیل هسته یخ در بیشتر بافت‌های گیاه، روی سطح دیواره ی سلولی، در آوندهای حمل کننده آب یا در فضاهای خارج سلولی آغاز می گردد. کریستال‌های یخ از طریق نواحی خارج سلولی پخش می شوند و موجب افزایش سریع در غلظت محلول خارج سلولی می شوند. بنابراین شیب پتانسیل آب ایجاد شده، با حرکت آب به خارج سلول همراه است. سلول به عنوان سیستم اسمتیک عمل می کند. با افزایش غلظت مایع خارج سلول، آب از طریق غشاء سلولی به خارج سلول حرکت می کند و سلول خشک می شود. مرگ سلول ممکن است از طریق آبردایی شدید باشد که منجر به انعقاد پروتوپلاسم می شود، و یا به خاطر فروپاشی و انهدام غشاهای سلولی و دیگر اجزاء سلول توسط کریستال‌های یخ باشد. این فروپاشی معمولاً به صورت چروکیدگی و یا بی‌رنگ شدن بافت مورد نظر مشخص می شود. بنابراین تشکیل یخ پیش‌نیازی برای آسیب‌دیدگی است. اگر چه نقطه ذوب یخ صفر درجه سانتی‌گراد است، اما دمای یخ‌زدن می‌تواند متنوع باشد. آب و محلول‌های رقیق اغلب در زیر نقطه ذوبشان به صورت مایع باقی می‌مانند، این عدم تشکیل یخ در دماهای زیر نقطه انجماد را فراسردی نامیده‌اند. در نتیجه سلول‌های پارانیشیمی بافت‌های فراسرد، آبردایی نمی‌شوند و طی یخ‌زدگی حجم و شکل اصلی

خود را حفظ می کنند. این فعل و انفعالات تا طلوع خورشید ادامه می یابد و گاهی منتج به تشکیل یخهایی چندین برابر سلول می گردد (Rodrigo, 2000). در این نوع یخ زدگی پروتوپلاسم توانایی خود را از دست داده و نمی تواند مجدداً رطوبت از دست داده را جذب نماید. به همین دلیل است که اندامهای خسارت دیده نسبت به اندامهای سالم گیاه وزن مخصوص کمتری دارند (قطره سامانی و قطره سامانی، ۱۳۸۷). بقاء گل ها یا میوه ها بعد از یک یخ بندان به مقدار آسیب به بافت های حیاتی و ظرفیت بازگشت سلول آسیب دیده به ادامه رشد و نمو وابسته است. نشانه های ظاهری آناتومیکی و مورفولوژیکی متنوعی برای آسیب های یخ زدگی بهاره در اندام های تولید مثلی درختان میوه خزان دار گزارش شده است (Rodrigo, 2000).

## **ب- اثرات درون بافتی:**

در درختان پسته اُفت دما در اوایل بهار به ویژه اگر مصادف با باز شدن جوانه ها و گلها باشد، گاه خسارات قابل توجهی بر جای می گذارد (Wilson, 1996).

حساسیت بافت های گیاهی به آسیب دیدگی ناشی از سرما و یخ زدگی متفاوت است. برگها توانایی سازگاری کمی دارند. ریشه ها کمتر از ساقه هایی که سرمای زمستانی را

پشت سر گذاشته اند به سرما مقاوم هستند (Weiser, 1970). بافتهای گل در مراحل مختلف رشد خود مقاومت متفاوتی نسبت به سرما دارند (رسول زادگان، ۱۳۷۰). مقاومت به سرما در طول زمستان و اوایل بهار قابل تغییر بوده و تحت تاثیر برخی عوامل قرار می گیرد. بافتها زمانی که دارای رشد فعالی هستند، مقاومت اندکی به سرما نشان می دهند. به همین دلیل جوانه های گل در حال خواب بیشترین مقاومت را دارا هستند در حالی که با تورم جوانه، مقاومت افت کرده و در گلهای باز شده به حداقل می رسد. خسارات وارده به جوانه ها و گلهای باز شده بسیار قابل توجه تر از خسارات وارده به جوانه های در حال خواب و باز نشده است (قلی پور، ۱۳۸۵).

اثر دماهای یخ زدن در همه جوانه های در حال خواب یکنواخت نیست، و کریستال های یخ تنها در برخی از بافت های گل تشکیل می شوند. توزیع کریستال های یخ در جوانه های یخ زده در طی فرآیند رفع سازگاری تغییر می کند. در جوانه های گل سازش یافته به سرما کریستال های یخ در محور و فلس های جوانه تشکیل می شود و در اندام های گل کریستال یخی دیده نمی شود. در حالیکه در جوانه گل رفع سازگاری شده کریستال یخ همانطور که در فلسها و محور جوانه هستند در اندام های گل نمو یافته نیز حضور دارند. این

کریستالها به طور مشخصی در بخشهای پایینی گل و ساقه ی گل تشکیل می گردند که سبب جدا شدن لایه اپیدرم از سلولهای مجاور می شوند. چندین تئوری به منظور توضیح تجمع انتخابی یخ در بافت‌های مختلف جوانه گل مطرح شده است. بنابراین حفاظت اندام‌های گل با این حقیقت در رابطه است که یک عدم وابستگی فیزیکی بین اندام‌ها وجود دارد و از جمله اینکه ارتباطات آوندی در گیاهان قطع می‌شود. با شکستن خواب، ارتباطات آوندی مجدداً برقرار شده و یخ می‌تواند داخل بافت‌های گل نفوذ کند. تئوری دیگری پیشنهاد می‌کند که اختلاف پتانسیل آب در بین بافتها، محل تشکیل کریستالهای یخ را تعیین می‌کند. ایجاد کریستالهای یخ منوط به تشکیل هسته های یخ داخلی است.

بعد از یک سرمای بهاره آسیبهای مختلفی در مرحله متورم شدن و شکوفا شدن گلها

گزارش شده است. این آسیبها شامل:

- جدایی اپیدرم و هیپودرم از کورتکس توسط یک لایه یخ
- ریزش خامه
- عدم رشد تخمکها
- پارگی در بافت کورتکس و از بین رفتن تعداد زیادی از سلولها

- ضخیم شدن دیواره سلولی، فقدان فعالیت مریستمی و تخریب بافتهای آوندی در

حفره ی تخمدان (حفره تخمدان به یخ زدگی حساس است)

- گاهی پارگی در اطراف دستجات گلبرگ و کاسبرگ

از آنجایی که خسارت معمولاً در دوره تقسیمات سلولی شدید وارد می شود، وقتی

تعداد معدودی از سلولها می میرند، ترمیم سریعاً انجام می شود. خسارتهای بافتی قبل و در

طی شکوفا شدن از بلوغ میوه جلوگیری می کند. ترمیم با تشکیل بافت کالوس کامل

می گردد که بستگی به شدت آسیب دارد. ناحیه سلولهای مرده ابتدا به رنگ قهوه ای

روشن ظاهر می شود و در نهایت تشکیل توده ای از سلولهای مرده به رنگ تیره همراه با

ترکهایی در نواحی آسیب دیده را می دهد. سلولهای مجاور نواحی آسیب دیده معمولاً

شکل، اندازه و جهت گیریهای غیر طبیعی دارند و دستجات آوندی تحت تأثیر آن از هم

گسیخته می شوند و تشکیل نواحی بزرگی از سلولهای بزرگ متلاشی شده با لایه هایی

پراکنده از سلولهای چوب پنبه در مجاورت بافت پارانسیم دستجات آوندی می دهند.

آسیب ها عموماً در مسیر دستجات آوندی اصلی در پوست وجود دارند. بنابراین به نظر

می‌رسد که سلول‌های کوتیکول مجاور دستجات آوندی از دیگر سلول‌های کورتکس برای آسیب یخ‌بندان مستعدترند (Rodrigo, 2000).

### ج- اثرات مرفولوژیکی :

اثرات آناتومیکی ایجاد شده بوسیله سرمای بهاره در اندامهای زایشی معمولاً سبب غیر طبیعی شدن شکل داخلی و خارجی می‌شوند که نمو طبیعی میوه را تحت تأثیر قرار می‌دهد یا حتی باعث ریزش آن می‌شود. به عنوان مثال جوانه های گل سیب، که توسط سرمای بهاره از بین رفته اند بعد از رفع سازگاری و بعنوان یک علامت خارجی به رنگ قهوه ای در می‌آیند، بعد جوانه ها خشک شده و می‌افتند (Rodrigo, 2000).

خسارتهای مرفولوژیکی سرمازدگی در جوانه ها عبارتند از تغییر رنگ بافتها، قهوه ای شدن اکسیداتیو بافتها، نابودی گل های در حال تکامل در داخل جوانه و سیاه شدگی کامل اندام و خسارتهای تازه باز شده عبارتند از پژمردگی کلالة و خامه، قهوه ای شدن کلالة و سپس خامه، سیاه شدگی تخمدان، بهم پیچیدن و نکروز گل آذین (Faust, 1997).



افت دما تا حد بحرانی در هر مرحله به کاهش میزان باز شدن طبیعی جوانه، باز شدن گل، گرده افشانی و مهمتر از همه، کاهش میزان رشد لوله گرده و لقاح خواهد انجامید که قطعاً باعث افزایش پوکی میوه و کاهش میزان عملکرد نهایی درخت خواهد شد. دماهای پایین تر به تشدید فعالیت‌های اکسیداسیونی سلولی، تخریب ساختارهای سلولی و در نهایت قهوه ای شدن بافتها که در اصل آسیب قطعی و غیر قابل برگشت استرس شناخته می شود می انجامد. اولین علائم قهوه ای شدن در کلاله قابل مشاهده است. این آسیب به بازداشت رشد لوله گرده که به عدم تشکیل میوه منجر می شود، می انجامد (قلی پور، ۱۳۸۵).

البته ممکن است که جوانه های گل ، بدون ظهور خسارت خارجی دچار خسارات داخلی مانند آسیب به خامه، تخمدان و پرچم شوند و حتی گلبرگها و کاسبرگها به نمو خود ادامه دهند. در این حالت نمو مادگی متوقف شده و در نهایت میوه های کوچک از درخت می افتند.

در حالت تمام گل، اولین نشانه مشاهده شده بعد از ذوب یخها در گلهای سیب، بی رنگی مایل به قهوه ای در پایه خامه است و خسارت وارده ممکن است خامه و تخمدان

را در بر گیرد که نتیجه آن از بین رفتن جفت و سقط تخمک یا تشکیل ترکهای بزرگ در بافت پوستی است. به دنبال یخ زدگی شدید علائم دیگری نیز ممکن است در گلها مشاهده شود، مانند ریزش خامه یا قهوه ای شدن گلبرگها، البته این علائم ممکن است در گونه های مختلف تفاوت داشته باشد. به عنوان مثال در گلابی علائم آسیب قبل از خامه ممکن است در تخمدان دیده شود. در هلو اولین بافتی که تحت تأثیر قرار می گیرد ممکن است مادگی، گلبرگها یا هر دو باشد (Rodrigo, 2000).

به نظر می رسد در گیاهان جنس *Prunus* تخمکها حساسترین بافت باشند. بنابراین در هلو تخمکها بدون هیچ آسیب خارجی مشخصی ممکن است قهوه ای شوند. زمانیکه تمام تخمک تحت تأثیر قرار می گیرد جنین سقط شده و میوه می ریزد. اما اگر فقط پوشش میوه تحت تأثیر قرار گیرد میوه ممکن است علیرغم سقط جنین به نمو خود ادامه دهد. در آلوی اروپایی خسارات خارجی فوراً ظاهر می شود. بنابراین میوه چه ها ممکن است متورم شده و یا حتی قهوه ای شوند. آسیب های داخلی در آلوی اروپایی شبیه هلو است. میوه گلابی در ارقامی که تمایل به بکرزایی دارند حتی وقتی که تخمکها کاملاً تخریب شده اند می تواند نمو پیدا کرده و بالغ شود (Modlibowska, 1962).

گلها و میوه هایی که تحت تأثیر سرمای بهاره قرار می گیرند می توانند مجدداً بازسازی شده و به نمو خود ادامه دهند. بقاء گلها و میوه ها بعد از یک دوره سرما بستگی به مقدار خسارت وارد شده به بافتهای حیاتی و ظرفیت سلولهای سالم باقی مانده برای ادامه رشد و در نهایت شرایط محیطی بویژه خطر خشک شدن بافتها دارد (Modlibowska, 1962).

عواقب سرما می تواند در زمان رسیدن میوه ها در شکل، ظاهر و اندازه میوه بروز کند. بنابراین بد شکلی میوه در نتیجه آسیب های وارد شده به کورتکس میوه و یا پهن شدن کالیکس میوه هایی مانند سیب و ضخیم شده گردن یا طویل شدن میوه در گلابی می باشد. گاهی نمو ساقه غیر طبیعی میوه نیز گزارش شده است (Simons and Doll, 1976).

زمانیکه پوست از هم گسیخته می شود یا آنقدر آسیب می بیند که هنگام رشد میوه ترک برمی دارد ظاهر خارجی میوه نیز تغییر می کند. بنابراین فلوژن های ترمیم شده تشکیل چوب پنبه می دهند که از فعالیت مریستمی ممانعت می کند و می تواند باعث لکه دار شدن و تغییر رنگ پوست شود و یا سبب توسعه شکاف یا تشکیل چوب پنبه گردد. این خسارات می توانند به طور عمودی یا افقی گسترش پیدا کنند. در حالیکه لکه های عمودی می توانند فقط در سطح میوه اثر کنند یا به داخل میوه نفوذ کنند، خسارات افقی در اطراف

میوه گسترش پیدا می کنند. بنابراین چوب پنبه های تشکیل شده مانند عدسکهای پراکنده یا لکه های سبز دیده می شوند، لکه های سرمازدگی (frost eyes) کاسه گل را احاطه می کند و حلقه های سرما زدگی (frost rings) بصورت نوارهای خرمایی رنگی میوه را احاطه می کنند که سبب ممانعت از رشد می گردد (Rodrigo, 2000).

یکی از شایع ترین علل شکاف ها و ترک هایی که در تنه درختان ایجاد می شود، هوای سرد است. ترک هایی که به این دلیل به وجود می آیند را ترک های ناشی از یخبندان می نامند و هنگامی به وجود می آیند که چوب های داخلی و خارجی در تنه درخت با تغییر دما، با سرعت های متفاوتی منبسط یا منقبض می شوند. این اتفاق هنگامی رخ می دهد که در فصل زمستان و به ویژه پس از یک روز آفتابی که تنه درخت توسط گرمای خورشید گرم شده است، دما به زیر صفر درجه نزول کند. سرعت متفاوت انبساط لایه های چوب داخلی و خارجی منجر به ایجاد فشاری می شود که ترک ها را در تنه درخت ایجاد می کنند. این ترک ها به طور ناگهانی ایجاد می شوند و ممکن است طول آنها به چندین سانتی متر برسد و تشکیل آنها معمولاً با صدای بلندی شبیه به شلیک تفنگ همراه است. این ترک ها معمولاً از نقاطی منشأ می گیرند که پوسته درخت قبلاً در آن نقاط آسیب فیزیکی

دیده است. درختان افرا و چنار بیشتر در معرض ترک‌های ناشی از یخ‌بندان قرار دارند. درختانی که به صورت پراکنده و تکی در یک ناحیه قرار دارند و درختانی که در خاک دارای زهکشی ضعیف رشد می‌کنند نیز بیشتر در معرض ترک‌خوردگی پوسته قرار دارند. ترک خوردگی تنه درختان پسته در منطقه قزوین زمستان ۱۳۸۶ نمونه ای از این آسیب می‌باشد.

در زمستان چون درخت پسته بدون فعالیت و جوانه‌ها داخل فلس‌هایی پوشیده هستند، می‌توانند دمای ۱۵-۲۰ درجه سانتیگراد زیر صفر را تحمل کنند. اما با گرم شدن هوا (دمای متوسط ۱۰ درجه سانتیگراد بالای صفر) و خروج جوانه‌ها از فلس، بسته به میزان رشد و شدت سرما، سرمازگی ایجاد می‌شود. جوانه‌های تازه باز شده بعد از خواب زمستانی، تحمل برودت صفر درجه را ندارند و ساختمان سلولی این جوانه‌ها در اثر انجماد ذرات آب درون آنها متلاشی می‌شود و تنها جوانه‌هایی که هنوز باز نشده‌اند ممکن است بعد از سرمازدگی زنده بمانند.

سرمازدگی درختان پسته معمولاً بعد از نیمه شب و قبل از طلوع آفتاب و در محدوده زمانی فروردین تا اوایل اردیبهشت ماه اتفاق می‌افتد. در این زمان به دلیل گرم شدن هوا و

سبز شدن درختان، ورود یک جبهه هوای سرد به منطقه باعث سرمازدگی می شود (وئوکی، ۱۳۷۶). اثرات سرمای بهاره بر روی درختان پسته در مراحل رشدی متفاوتی بروز می کند برخی از علائم و آسیب‌های ناشی از سرما و یخزدگی در گیاه پسته شامل موارد زیر می باشد:

- از بین رفتن جوانه‌ها
- آسیب به سرشاخه‌ها
- عدم تلقیح گل‌ها
- قهوه ای شدن جوانه‌های میوه آسیب دیده از سرما در سرشاخه‌ها
- سوختگی و تغییر رنگ برگ‌ها
- شکستن سرشاخه
- چروکیدگی و پیچیدگی برگ
- تغییر رنگ جوانه‌ها به رنگ قهوه ای
- پارگی برگ‌ها در نزدیک رگبرگ اصلی

مطالعات نشان داد که آسیب سرمازدگی زودتر از آنچه که ما در باغ و بر روی درخت به صورت ماکروسکوپی می‌بینیم، اتفاق می‌افتد. در حقیقت بخش مهمی از خسارت، در سطح بافتهای زایشی رخ می‌دهد که در مطالعات مربوطه باید مدنظر قرار گیرد. هر چند بخشی از این آسیب‌ها برگشت پذیر است، با این حال منجر به کاهش محصول از طریق کاهش راندمان گرده افشانی و تلقیح خواهد شد.

در صورتی که بتوان وقوع افت دما را پیش بینی کرد می‌توان با اعمال روشهای زراعی و غیره یا به تاخیر اندازی زمان باز شدن جوانه و گل جلوی وارد آمدن آسیب‌های ناشی از افت دما را گرفت. برای مثال، بررسی دو ساله باغات نشان داد که زمان شروع عملیات زراعی مانند شخم و آبیاری، رابطه مستقیم و مثبت بر روی زمان باز شدن جوانه‌ها و گلها دارد. بنابراین تاخیر در انجام این عملیات می‌تواند روش پیشگیرانه خوبی در این رابطه باشد.

آزمایشات نشان می‌دهد که چگونه تغییر دمایی در حد ۲-۱ درجه می‌تواند آسیب سرمازدگی را از حالت سالم به مرحله تغییر رنگ برگشت پذیر و نیز مرحله تغییر ناپذیر قهوه‌ای شدن سوق دهد. این موضوع ثابت می‌کند که افزایش دما در حد چند درجه از

طریق روشهای مختلف زراعی یا شیمیایی می تواند جلوی خسارت دماهای پایین را به طور قابل ملاحظه ای بگیرد (قلی پور، ۱۳۸۵).

### توصیه:

سرماى وارده و تغییرات جوی ایجاد شده در چند سال اخیر نشان می دهند که محصول پسته یکی از محصولات حساس به سرماى بهاره بوده و احتمال سرمازدگی بالا در چند سال آینده بنا بر تغییرات جوی دور از انتظار نخواهد بود. مطالعات نشان داده است که حدود دو سوم از کل اراضی کشاورزی دنیا در معرض سرما و یخبندان قرار دارند. در دنیای کنونی سرمازدگی قابل پیش بینی و تا حدی قابل پیشگیری است و با شناخت کامل نوع سرما و روشهای حفاظتی می توان با آن مقابله کرد (Hewett et al 1987). با انتخاب ارقام مقاوم به سرما و به کارگیری روشهای مقابله با سرمازدگی می توان تا حدی با این پدیده جوی مبارزه کرد.





سرما زدگی بر روی جوانه های تورم یافته



از بین رفتن خوشه های گل در اثر سرمای بهاره



از بین رفتن سرشاخه ها در اثر سرمای بهاره



از بین رفتن جوانه‌ها و عدم تلقیح گل‌ها در اثر سرمای بهاره در درخت





پارگی برگها در نزدیک رگبرگ اصلی بر اثر سرمای بهاره



سوختگی برگ و شکستن سرشاخه درخت پسته در اثر سرمای بهاره



چروکیدگی و پیچیدگی برگ‌های پسته آسیب‌دیده از سرما (راست) و مقایسه آن با برگ سالم (چپ)



از بین رفتن جوانه‌ها و آسیب به سرشاخه‌ها در اثر سرمای بهاره در درخت پسته



## منابع:

- ایران نژاد، حمید و شهبازیان، نسرین. زراعت غلات، جلد اول: گندم. انتشارات کار نو. تهران.
- حکم آبادی، حسین. جوانشاه، امان الله. ۱۳۸۶. بررسی فنی امکان استفاده از ماشین های مولد مه برای جلوگیری از خسارت سرمای بهاره باغات پسته. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی. مؤسسه تحقیقات پسته کشور. شماره طرح: ۸۵۰۳۰-۰۰۰۰-۰۲-۱۵۰۰۰۰-۰۱۴-۰۲.
- راشد محصل، محمد حسن، محمد حسینی، مهدی عبدی، عبدالله ملافیلابی. زراعت غلات. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه مشهد. ۱۳۷۶.
- رسول زادگان، یوسف. ۱۳۷۰. میوه کاری در مناطق معتدله (ترجمه). دانشگاه صنعتی اصفهان.
- قطره سامانی، مهرداد و قطره سامانی، سعید. ۱۳۸۷. اثر تنش سرما بر تولید بادام در منطقه سامان شهر کرد. گزارش پایانی طرح. <http://www.chaharmahalmet.ir/agp/ag02.pdf>.
- قلی پور، یوسف. ۱۳۸۵. مطالعه سرمازدگی گل‌های ارقام عمده تجارتنی پسته منطقه قزوین و تعیین سطح مقاومت. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی قزوین. شماره طرح: ۱۱۵-۲۲-۸۱-۰۴-۱۳۰-۰۱۰-۸۱-۲۲-۱۱۵.
- کافی، م. و ع. مهدوی دامغانی. (ترجمه). ۱۳۸۱. مکانیزم‌های مقاومت گیاهان به تنش‌های محیطی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۴۶۷ صفحه.

- میر محمدی میبدی، سید علی محمد، سعید ترکش اصفهانی. مدیریت تنشهای سرما و یخزدگی گیاهان زراعی و باغی. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد دانشگاه صنعتی اصفهان.

چاپ اول. ۱۳۸۳.

- وثوقی، علی. ۱۳۷۶. نکاتی درباره سرمازدگی. ماهنامه پسته ایران (۷) انتشارات شرکت تعاونی تولید کنندگان پسته رفسنجان.

- George M.F and M. Becwar. 1982. Freezing avoidance by deep undercooling of tissue water in winter-hardy plants. *Cryobiology*. 19:628-639.
- Hewett, E.W., Young, K., Probesting, E.L., Mills, H.H., 1978. Modification of critical freezing temperatures in fruit buds by elevated tissue water content. *Hortscience* 13, 247-249.
- Faust, M. 1997. *Physiology of Temperate Zone Fruit Trees*. Academic Publishers
- Modlibowska, I., 1962. Frost damage and recovery in plant tissues. *Proceedings of the XVIII Int. Hort. Cong.*, 180- 189.
- Rodrigo, J., 2000. Spring frosts in deciduous fruit trees – morphological damage and flower hardiness. *Scientia Horticulturae* 85, 155- 173.
- Simons, R.K., and Doll, C.C., 1976. Morphological and anatomical response of apples to a late spring frost in relation to stage of fruit development. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 101, 315- 320.
- Wilson, J.M. 1996. The mechanism of chill and drought hardiness . *New Physiologist*, 97, 257-270.
- Weiser, C.J. 1970. Achievements in plant chilling stress and injuries studies. *Science*, 169: 1269-1275.

لیست نشریات مؤسسه تحقیقات پسته کشور مربوط به سالهای ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۸

ردیف	نام نشریه	شماره نشریه	نویسنده	قیمت (ریال)
۱	رده بندی پسته	۲۳	علی تاج آبادی پور و همکاران	۵۰۰۰
۲	نگهداری سیستم های خرد آبیاری	۲۴	ناصر صداقتی	۵۰۰۰
۳	علل سمپاشی های بی رویه در باغ های پسته استان کرمان	۲۵	حمید هاشمی راد	۵۰۰۰
۴	زنبورهای مغزخوار پسته	۲۶	مهدی بصیرت	۵۰۰۰
۵	خصوصیات برخی ارقام مهم پسته ایران	۲۷	علی اسماعیل پور	۱۰۰۰۰
۶	توصیه های فنی نگهداری پسته در انبار	۲۸	فاطمه میردامادپها	۵۰۰۰
۷	ثبت فعالیت های کشاورزی و حسابداری ساده باغ در کاهش مشکلات پسته کاران	۲۹	محمد عبداللهی عزت آبادی و همکاران	۵۰۰۰
۸	روش های ساده تخمین میزان جریان آب جهت بهینه سازی مصرف آب در باغ های پسته	۳۰	ناصر صداقتی	۵۰۰۰
۹	معرفی بورس پسته	۳۱	محمد عبداللهی عزت آبادی	۵۰۰۰
۱۰	علل و انگیزه های بهره برداری از آبهای زیر زمینی در مناطق پسته کاری	۳۲	امان اله جوانشاه و همکاران	۵۰۰۰
۱۱	اقتصاد استفاده از سیستم های آبیاری تحت فشار در مناطق پسته کاری	۳۳	محمد عبداللهی عزت آبادی و همکاران	۵۰۰۰
۱۲	نماتوهای زیان آور پسته	۳۴	معصومه حقدل	۵۰۰۰
۱۳	اقتصاد استفاده از دستگاه های آب شیرین کن در مناطق پسته کاری	۳۵	محمد عبداللهی عزت آبادی و همکاران	۵۰۰۰
۱۴	کاربرد گچ در کشاورزی	۳۶	سلمان محمودی	۵۰۰۰
۱۵	پسته و نقش آن در تغذیه و سلامت انسان	۳۷	احمد شاکر اردکانی	۵۰۰۰
۱۶	موسسه تحقیقات پسته کشور در یک نگاه	۳۸	ناصر صداقتی	-
۱۷	تأمین نیاز سرمایی و اهمیت آن در پسته	۳۹	حسین حکم آبادی و همکاران	۵۰۰۰
۱۸	سنگ های پسته	۴۰	حمید هاشمی راد	۵۰۰۰
۱۹	سوسک شاخک بلند پسته	۴۱	حمید هاشمی راد	۵۰۰۰
۲۰	سال آوری در پسته و عوامل موثر بر آن	۴۲	زنده یاد محمود سیدی و همکاران	۵۰۰۰
۲۱	میوه های غیر طبیعی پسته (علایم و دلایل)	۴۳	حمید هاشمی راد و همکاران	۱۲۰۰۰

ردیف	نام نشریه	شماره نشریه	نویسنده	قیمت (ریال)
۲۲	قارچ ریشه و کاربرد آن در کشاورزی	۴۴	فرامرز صالحی	۵۰۰۰
۲۳	بیمه محصول و نقش آن در مدیریت ریسک تولید پسته	۴۵	رضا صداقت	۵۰۰۰
۲۴	کاربرد سیستم تجزیه و تحلیل خطر و نقاط کنترل بحرانی (HACCP) در واحدهای فرآوری پسته	۴۶	احمد شاکر اردکانی	۵۰۰۰
۲۵	قرارداد های متقابل کشاورزی و نقش آنها بر مدیریت تولید و بازار پسته	۴۷	رضا صداقت	۵۰۰۰
۲۶	راهنمای نمونه برداری آب، خاک و برگ در باغهای پسته	۴۸	ناصر صداقتی	۵۰۰۰
۲۷	اضافه کردن خاک به باغ های پسته، مشکل یا رفع مشکل؟	۴۹	سید جواد حسینی فرد و حسین رضائی تاج آبادی	۵۰۰۰
۲۸	استفاده از کودهای آلی در مناطق پسته کاری کشور	۵۰	سید جواد حسینی فرد	۵۰۰۰
۲۹	شاخص های مهم در انتخاب ارقام پسته	۵۱	عبدالحمید شرافتی	۵۰۰۰
۳۰	نحوه عمل آوری و استفاده از کودهای حیوانی در باغ های پسته	۵۲	سلمان محمودی میمند	۵۰۰۰
۳۱	شب پره هندی و روش های کنترل آن	۵۳	مهدی بصیرت	۸۰۰۰
۳۲	اصول و نکات ایمنی استفاده از سموم در کشاورزی	۵۴	سید حسین علوی	۵۰۰۰
۳۳	Pistachio kernel and its role in nutrition and health	۵۵	احمد شاکر اردکانی	۵۰۰۰
۳۴	راهنمای تهیه و مصرف پسته	۵۶	احمد شاکر اردکانی	۵۰۰۰
۳۵	ضایعات پسته و کاربردهای آن	۵۷	احمد شاکر اردکانی افسانه امینیان	۸۰۰۰
۳۶	شوری و علائم شناسایی آن در باغهای پسته	۵۸	ناصر صداقتی	۵۰۰۰
۳۷	بیماری سرخشکیدگی درختان پسته در ایران	۵۹	معصومه حقدل	۵۰۰۰
۳۸	سوسک های طوقه و ریشه درختان پسته (کاپنودیس پسته)	۶۰	حمید هاشمی راد	۵۰۰۰
۳۹	سوسک های سر شاخه خوار و پوست خوار پسته و روشهای کنترل آن	۶۱	حمید هاشمی راد	۵۰۰۰
۴۰	علائم کمبود برخی از عناصر غذایی در نهال های پسته	۶۲	مریم افروشه، حسین حکم آبادی	۸۰۰۰
۴۱	جذب، توزیع و ذخیره سازی عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در سال های پر بار و کم بار درختان بارور پسته	۶۳	مهدی کریمی زارچی	۶۰۰۰
۴۲	بررسی خصوصیات خاک در قسمت های مطلوب و نامطلوب باغ های پسته	۶۴	مژده حیدری، سید جواد حسینی فرد	۵۰۰۰
۴۳	فیزیولوژی سرما زدگی در درختان پسته	۶۵	نادیا سهرابی، حسین حکم آبادی، علی تاج آبادی پور	۷۰۰۰
۴۴	پایه های متداول درختان پسته در ایران و دنیا	۶۶	علی اسماعیل پور، علی محمدی مکاری	۷۰۰۰



لیست کتب مؤسسه تحقیقات پسته کشور

ردیف	نام کتاب	قیمت (ریال)	نام نویسنده
۱	بیماریهای درختان خشکباری در مناطق معتدله	۵۰۰۰۰	امیرحسین محمدی معصومه حقدل
۲	شناخت خاک و تغذیه درختان پسته	۲۲۰۰۰	فرامرز صالحی
۳	تشخیص و رفع عناصر غذایی در پسته	۲۲۰۰۰	حمید علیپور سید جواد حسینی فرد
۴	(CD) تقویم مدیریت باغ پسته	۲۵۰۰۰	گروه نگارندگان
۵	پسیل پسته و سایر پسیل های مهم ایران	۳۳۰۰۰	محمد رضا مهرنژاد
۶	برداشت، فرآوری، انبارداری و بسته بندی پسته	۳۳۰۰۰	احمد شاکر اردکانی
۷	گرمایش جهانی، رکود و نیاز سرمایی در درختان مناطق معتدله	۳۵۰۰۰	امان اله جوانشاه، فاطمه ناظوری
۸	راهنمای تولید پسته	۱۰۰۰۰۰	ناصر صداقتی و همکاران

علاقه مندان به خرید نشریات و کتب می توانند جهت کسب اطلاعات بیشتر با بخش خدمات فنی و تحقیقاتی این موسسه تماس حاصل فرمایند. هزینه پستی به عهده خریدار می باشد.

تلفن: ۰۳۹۱-۴۲۲۵۲۰۴-۷

دورنگار: ۰۳۹۱-۴۲۲۵۲۰۸

آدرس: رفسنجان - ص پ ۴۳۵ - ۷۷۱۷۵ مؤسسه تحقیقات پسته کشور