

# بررسی پدیده یخبندان و اثرات آن در باغداری شهرستان مرند

دکتر شهریار خالدي

دانشیار گروه جغرافیا دانشگاه شهید بهشتی

## چکیده :

یخبندان‌های بهاری در این مقاله به صورت کاربردی و روش‌های مختلف از جمله آماری و سینوپتیکی، مورد مطالعه قرار گرفته است. نقش کم‌فشارها در فصول انتقالی و پرفشارهای حرارتی سبیری و آسیایی در شکل‌یابی جریان‌های سرد ایران قابل‌ملاحظه است. اوایل بهار از جمله مهم‌ترین زمان‌های یخبندان است که اغلب با خسارت‌های فراوان بر تولیدات باغداری همراه می‌شود. وجود بیش‌تر باغ‌ها در پهنه‌های دره‌ای در برابر یخبندان با اشکال مواجه می‌شود. در مجموع یخبندان‌های تشعشعی، انتقالی و تبخیری و نیز پدیده وارونگی دما، از جمله جنبه‌های میکروکلیمایی یخبندان در چارچوب مطالعاتی این مقاله قرار دارد. توان بالای شهرستان مرند در باغداری به‌ویژه درختان سیب از اهمیت به‌سزایی برخوردار است. از جمله درختانی که در برابر یخبندان از خود حساسیت نشان می‌دهد زرد آلو و بادام است که در مرند هر دو یا سه سال یک بار خسارت می‌بیند. پیش‌بینی و حفاظت در برابر یخبندان از دیگر اقدامات کاربردی است که با روش‌های فعال و غیرفعال همراه می‌گردد.

**واژه‌های کلیدی :** یخبندان بهاره، باغداری، آب‌وهواشناسی سینوپتیکی، پیش‌بینی و حفاظت.

## مقدمه

آب و هوا تعیین‌کننده ساختار و عملکرد محیط است. برنامه‌ریزی‌های بنیادی کشاورزی را می‌توان با پیش‌بینی‌های عناصر آب و هوایی محقق نمود. بارندگی، دما و خاک در پراکنش و توزیع گیاهان طبیعی و زراعی نقش به‌سزایی دارد.

تغییرات کوتاه‌مدت و درازمدت عناصر آب و هوایی در کمیت و کیفیت تولیدات اکوسیستم‌های کشاورزی به‌ویژه نواحی معتدل تأثیر چشمگیری بر جای می‌گذارد.

در این میان یخبندان‌های بهاری به عنوان یکی از مهم‌ترین بلاهای آب و هوایی تلقی می‌گردد که گاه هر ساله میلیون‌ها تن محصول کشاورزی و نیز میلیاردها دلار خسارت به بارمی‌آورد. از این‌رو شناخت، پیشگیری، کنترل و جلوگیری از پیدایش چنین پدیده‌های مخربی ضروری است.

آگاهی از عملکرد فرایندهای یخبندان و ویژگی‌های آن در ارتباط با خصوصیات آب و هوایی منطقی به نظر می‌رسد.

وقوع فرایندهای آب و هوایی خارج از سامانه‌های معمول جوی یک پهنه در ایجاد یخبندان‌های بهاری نقش به‌سزایی دارد و در محدوده آب و هواشناسی سینوپتیکی جای می‌گیرد. بنابراین، این پدیده بی‌نظمی‌هایی است که توسط عوامل محلی تشدید می‌گردد. گیاهان نیز در پاسخ به این نابهنجاری‌ها به دو شکل « آسیب‌پذیری » و یا « مقاومت » نمایان می‌شوند.

## مواد و روش‌ها

از روش‌های کتابخانه‌ای و مطالعه تحقیقات انجام‌یافته، پیرامون موضوع یخبندان و بررسی‌های آماری، از روش میدانی تحقیقات ناحیه‌ای و تجربی افراد

ذیصلاح استفاده شده است. کاربرد اطلاعات و آمار روزانه هواشناسی با کاربرد معکوس توابع توزیع مدل‌های ترکیبی نیز در این مطالعه اهمیت دارد. تحلیل سینوپتیکی یخبندان نیز بر مبنای تئوری‌های موجود و استفاده از نقشه‌های فشار سطوح بالا صورت می‌گیرد. روش پیش‌بینی سینوپتیکی شامل شناسایی توده‌های هوای عبوری، خصوصیات اولیه آنها و تجزیه و تحلیل نقشه‌های سینوپتیکی واقعی و احتمالی می‌شود.

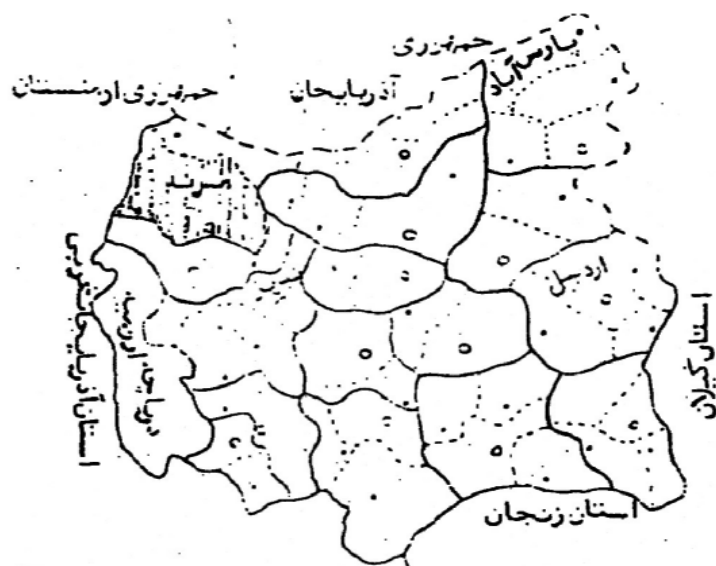
### موقعیت جغرافیایی پهنه مورد مطالعه

شهرستان مرند در شمال غربی آذربایجان شرقی و در شمالی‌ترین قسمت ایران واقع است. رود ارس در شمال، شهرستان اهر در شرق، شهرستان شبستر در جنوب و شهرستان‌های خوی و ماکو در غرب این شهرستان قرار دارد. عرض جغرافیایی مرند بین  $۱۵^{\circ}$ ،  $۴۵^{\circ}$  تا  $۵۰^{\circ}$ ،  $۴۵^{\circ}$  شمالی و طول جغرافیایی آن بین  $۳۷^{\circ}$ ،  $۳۸^{\circ}$  شرقی واقع است. وسعت این شهرستان  $۳۶۴۰$  کیلومتر مربع و  $۶/۹۶\%$  کل مساحت آذربایجان شرقی را شامل می‌شود.

$\frac{۲}{۳}$  این شهرستان کوهستانی و ناهموار، و  $\frac{۱}{۳}$  باقیمانده آن جلگه‌ای است. ارتفاع میانگین شهر مرند از سطح دریا  $۱۴۲۰$  متر است. (شکل ۱)

### آب و هوای منطقه مورد مطالعه

از جمله مهم‌ترین عوامل آب و هوایی می‌توان از جریان‌های عمده جوی که در شکل‌گیری نوع آب و هوای پهنه مورد مطالعه نقش دارد، نام برد. در زمستان، شهرستان مرند از جریان‌های شمال‌خاوری که در آسیای مرکزی و کوه‌های اورال منشأ می‌گیرد برخوردار می‌شود. به عبارت دیگر مرکز پرفشار



شکل ۱ - موقعیت شهرستان مرد

سیبری در شکل یابی این جریان‌ها نقش به‌سزایی دارد. از سوی دیگر پرفشارهای آزر و اسکاندیناوی نیز در این پهنه اثرات مهمی برجای می‌گذارد. تغییرات بارندگی سالانه در این پهنه چشمگیر است. حداکثر و حداقل بارندگی مرد به ترتیب ۴۸۰ و ۳۰۰ میلیمتر است. ماه‌های اسفند، فروردین و اردیبهشت درصد مهمی از بارش سالانه را دریافت می‌کند. در حالی که ماه‌های تیر و مرداد خشک‌ترین ماه‌ها محسوب می‌شود.

### عوامل مؤثر در کنترل دمای محیط

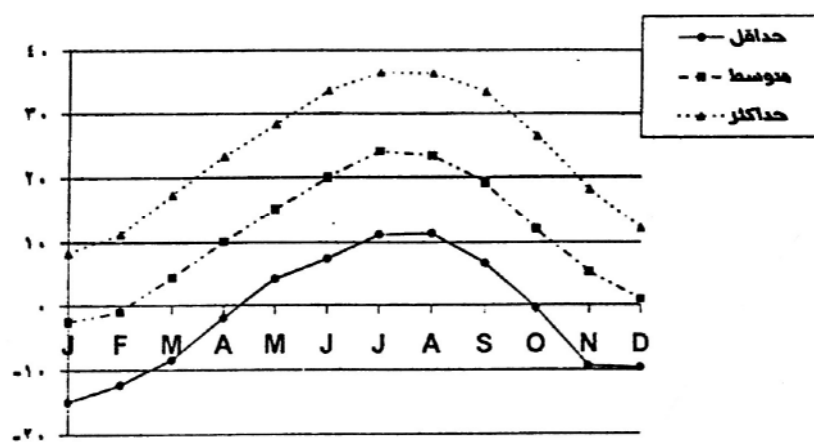
دما مهم‌ترین کنترل‌کننده فعالیت‌های زیست گیاهی است که نوسان‌های روزانه آن مراحل حیاتی گیاهان را به شدت تحت‌تاثیر قرار می‌دهد. ماه‌های تیر و مرداد با دمای میانگین  $23^{\circ}\text{C}$  گرم‌ترین ماه‌ها و دی ماه با میانگین  $4/1^{\circ}\text{C}$  - درجه سردترین ماه محسوب می‌شود. دمای میانگین ماه‌های آذر، دی و بهمن نیز زیر صفر است. پائین‌ترین دما در بهمن به  $22^{\circ}\text{C}$  - و حداکثر آن در تیر به  $40^{\circ}\text{C}$  سانتیگراد رسیده است.

بیشترین یخبندان در ماه‌های « آذر و دی » به وقوع می‌پیوندد که بیش از ۶۹ درصد ایام یخبندان است. در اسفندماه دو پدیده ذوب و انجماد در شبانه روز مشاهده می‌شود. معمولاً از اوایل فروردین حالت عمومی یخبندان به پایان می‌رسد، ولی احتمال وقوع یخبندان‌های کوتاه مدت به‌ویژه در شب تا ۱۵ فروردین وجود دارد.

به طور کلی یخبندان بر روی درختان خزان دار به‌ویژه آن‌هایی که مراحل شکوفه‌دهی زودرس دارند در اوایل بهار مشاهده می‌شود.

با توجه به قرارگرفتن پهنه مورد مطالعه در عرض جغرافیایی  $38^{\circ}$  درجه، گسترش پرفشار سیبری در فصل سرد و نفوذ کم‌فشارها در فصول انتقالی، استقرار کم‌فشارهای محلی در آذربایجان و وجود ناهمواری‌ها و ارتفاع جغرافیایی مرند می‌توان شاهد تغییرات و تنوع دما بود.

تغییرات آلبدو نیز در پهنه مورد مطالعه زیاد است. زیرا در پیش از مرحله شکوفه‌دهی درختان، سطح زمین اغلب پوشیده از برف است



شکل ۲ - میانگین دمای بیشینه، کمینه و روزانه

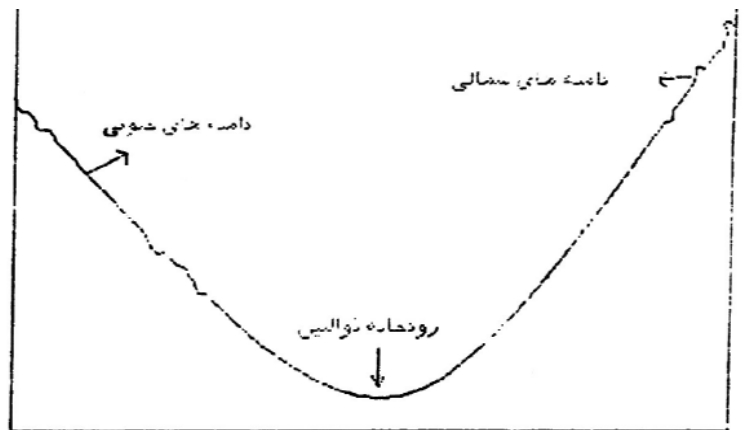
در این روند، اوضاع توپوگرافی از جمله عوامل مؤثر در دما تلقی می‌شود. از این رو کوه، قله، دره، دامنه و دشت اختلاف دمای زیادی از خود نشان می‌دهد. در پهنه مورد مطالعه اختلاف ارتفاع بالاترین و پائین‌ترین قسمت‌ها به ۲۰۰۰ متر می‌رسد. دشت مرند، از نظر ناهمواری‌ها بین دو قسمت ناهموار شمالی و جنوبی قرار دارد. این دو دره در شب‌های ماه‌های فروردین و اردیبهشت منبع تجمع هوای سرد به ویژه در شب‌ها است.

در این پهنه کوهستانی چهار ناحیه آب و هوایی وجود دارد: ارتفاعات پائین، متوسط، بلند و ارتفاعات سرد و خشک.

در بالاترین ارتفاع، روستاهای معروف یام و اردلان به ترتیب ۱۷۰۰ و ۱۸۰۰ متر از سطح دریا و پائین‌ترین ارتفاع در اطراف رودخانه ذوالبین به حدود ۱۲۰۰ متر می‌رسد. بنابراین، این اختلاف ارتفاع دوره شکوفه کردن درختان میوه

را با یک ماه تاخیر در پهنه‌های مرتفع‌تر همراه می‌کند. سرعت کاهش دما با ارتفاع، عموماً با افزایش میزان ابرناکی کاهش می‌یابد. (رجایی، ص ۴۸)

دره‌ها معمولاً منبع تجمع هوای سرد در شب قلمداد می‌شود و از پهنه‌هایی است که اغلب وارونگی دما در آنجا یافت می‌شود و باد کمتر می‌تواند شرایط اعتدال هوا را در آنجا فراهم کند، دامنه‌های شمالی برف بیشتری را به نسبت دامنه‌های جنوبی در خود جای می‌دهد. دامنه‌های جنوبی در بهار به سرعت گرم می‌شود، در حالی که دامنه‌های شمالی سرد باقی می‌ماند. اختلاف دما طی روزهای گرم بهاری بین شیب‌های شمالی و جنوبی به  $20^{\circ}\text{C}$  می‌رسد (شکل ۳). آنچه که اهمیت دارد نزول هوای سرد در دامنه شمالی کوه‌ها به دره رودخانه ذوالبین است.



شکل ۳- نیمرخ عرضی جهات مختلف دامنه‌ها در دشت مرند

### نفوذ هوای سرد به پهنه مورد مطالعه

گاه ممکن است بر اثر بارندگی‌های شدید ( باران و برف ) کاهش شدید دما و وزش شدید باد به وجود آید. از سوی دیگر ورود هوای سرد از شمال و خاور اروپا به ایران از طریق آذربایجان در اوایل بهار و پائیز مورد تأیید است که گاه تا اواخر فروردین توام با برف و تگرگ است و این پدیده موجب خسارت هنگفت به کشاورزی، به‌ویژه باغداری می‌شود .

ناپایداری هوا، پدیده‌های جوی ناگهانی را مساعد می‌کند که به‌طور عمده در بهار رخ می‌دهد و اغلب با تگرگ در اواخر بهار همراه می‌گردد که زیان زیادی به کشاورزان وارد می‌کند .

### اوضاع سینوپتیکی پهنه مورد مطالعه در فصل بهار

در بهار هوا به تدریج رو به گرم شدن می‌رود و سامانه پرفشار به تدریج از پهنه مورد مطالعه خارج می‌شود. بنابراین شرایط ورود کم‌فشار از این پهنه میسر می‌گردد. در نتیجه از اواسط اسفند ورود سیکلن‌ها به آنجا تشدید می‌شود و بارندگی‌هایی را موجب می‌گردد. تناوب نفوذ این سامانه‌های کم‌فشار در ماه‌های فروردین و اردیبهشت نسبت به ماه‌های دیگر سال بیشتر است. این سیستم‌ها به صورت موج‌های متوالی عمل می‌کند و قدرت ماندگاری آنها زیادتر است .

### یخبندان

در آب و هواشناسی کشاورزی « یخبندان به رویداد دمای پائین که سبب خسارت به بافت‌های گیاهی می‌شود » اطلاق می‌گردد .



یخبندان در واقع پدیده‌ای جغرافیایی است و از فرآیندهای مهم آب و هواشناسی تلقی می‌گردد، که در سطوح میکروکلیمایی بیشتر دیده می‌شود. یخبندان حاصل از افت دما است، ولی اگر به انجماد منتهی گردد، وارد مرحله اصلی خود می‌شود که با سرمازدگی، تغییر مقدار آلودگی، ایجاد حالت پایدار و هوای آرام ... دمای هوا را تحت تاثیر قرار می‌دهد. در شهرستان مرند، ماه‌های آبان، آذر، دی، بهمن، اسفند و فروردین به عنوان ماه‌های توام با یخبندان در نظر گرفته می‌شود. گرچه تعداد روزهای یخبندان ماه‌های اسفند و فروردین کم است، ولی در فعالیتهای کشاورزی به‌ویژه باغداری آثار مهمی را بر جای می‌گذارد.

### انواع یخبندان

۱- یخبندان‌های تشعشعی: یخبندان‌های تشعشعی ذخیره گرمای زمین در شب از طریق موج بلند زمین یا تشعشعات شبانه یا زمین‌تاب از دست می‌رود. اگر شدت این بازتاب زیاد باشد، افت دمای هوا به نقطه انجماد و یا پایین‌تر از آن می‌رسد و در نهایت پدیده وارونگی دما به‌ویژه در پهنه‌های کم‌ارتفاع و دره‌ای مشاهده می‌گردد. این نوع یخبندان در شرایط آسمان صاف و هوای آرام به وجود می‌آید. تحت این شرایط یخبندان، به اندام‌هایی از گیاه آسیب می‌رسد که به طور مستقیم در معرض هوا قرار داشته باشد. (کوچکی، نصیری ۱۹۷۳، ص ۹۲)

یخبندان‌های تشعشعی اغلب در اواخر پاییز و اوایل بهار روی می‌دهد و اغلب با حرکت آرام یک آنتی‌سیکلن توام با هوای سرد و خشک که در طی یک یا چند شب در پهنه ساکن می‌شود، هماهنگ است.

شرایط عمومی جو، تغییرات محلی در توپوگرافی و پوشش گیاهی بر شدت یخبندان تشعشعی تاثیر می‌گذارد. در صورت وقوع یخبندان تشعشعی همراه با برف در سطح زمین حتی بر جوانه درختان صدمه وارد می‌شود. (مجرد قره‌باغ، ص ۱۵)

۲- یخبندان‌های انتقالی: بر اثر عبور جبهه سرد از یک پهنه، می‌توان شاهد پیدایش یخبندان انتقالی بود. باد شدید، آسمان ابری و حتی برفی‌بودن هوامؤید وجود چنین یخبندانی است: نزول دما. (کوچکی، نصیری، ص ۹۰) گاه ممکن است یخبندان انتقالی توسط یخبندان تشعشعی تشدید و هر دو یخبندان در یک زمان حادث شود. (علیزاده، کوچکی، ص ۱۶۳) در نهایت به یخبندان انتقالی، یخبندان جبهه‌ای و بادی نیز گفته می‌شود. البته، یخبندان تشعشعی گاه پس از یخبندان انتقالی اتفاق می‌افتد (کوانتا، هواشناسی کشاورزی، ص ۳۸۷). یخبندان انتقالی با عبور یک سیکلن عمیق و یک جبهه سرد بسیار گسترده در پیشاپیش یک آنتی‌سیکلن همراه است.

۳- یخبندانهای تبخیری: کمبود انرژی گرمایی در اثر تبخیر علت پیدایش این نوع یخبندان است و هنگامی حادث می‌شود که رگبارهای باران سرد برگ‌ها و زمین را مرطوب می‌کند و به دنبال آن باد خشک می‌وزد. در نتیجه در ظرف چند دقیقه برگ‌ها خشک می‌شود و دمای برگ‌ها به زیر صفر می‌رسد. خسارت در این نوع یخبندان چشمگیر است (مجرد قره‌باغ، ص ۱۵).

دما از طریق انتقال گرما در بالا یا زیر سطح زمین متاثر می‌گردد. این انتقال از طریق همرفت، هدایت و تبدیل وضعیت‌های مختلف آب به صورت‌های دیگر توجیه می‌شود.

به‌طور کلی یخبندان‌ها را از دو جنبه آماری و سینوپتیک مورد بررسی قرار می‌دهند ( مجردقره‌باغ، صص ۲۲ و ۲۴). مطالعه سامانه‌های فشار و تشخیص اوضاع کم‌فشارها و پرفشارها و جبهه به شناسایی دقیق نوع یخبندان منجر می‌گردد. مبنای وضعیت غالب، منشاء مسیر حرکت و تداوم و حیطة گسترش سامانه‌های پدیدآورنده یخبندان به ایجاد الگوهایی بر مبنای پیدایش یخبندان و تفکیک نوع، شدت و تداوم آنها پیش‌بینی صورت می‌گیرد.

یخبندان از نظر شدت به سه قسمت تقسیم می‌شود:

- ۱) یخبندان ملایم: بین صفر و  $1/5$  - درجه سانتی‌گراد.
- ۲) یخبندان متوسط: بین  $1/5$  - و  $3$  - درجه سانتی‌گراد.
- ۳) یخبندان شدید: پائین‌تر از  $3$  - درجه سانتی‌گراد.

در کنار شدت یخبندان، تداوم آن اهمیت دارد که می‌تواند خسارت زیادی به بافت‌های گیاه (برگ، ساقه و ریشه) وارد کند.

### جنبه‌های میکروکلیمایی یخبندان

شرایطی که بر حیات گیاهان مؤثر واقع می‌شود معمولاً در مقیاس کوچک مشاهده می‌شود. میکروکلیماتولوژی در ارتباط با وضعیت سطح زمین تا ارتفاعی چهار برابر اندازه جسم یا گیاه موردنظر لحاظ می‌شود. به عنوان مثال برای

درک محدوده میکروکلیم در سطح یک باغ میوه، بیشترین توجه از سطح زمین تا ارتفاع حدود ۲۰ متر است .

### وارونگی دما

الف. تابشی : که بازتاب تابش در سطح زمین با ارتفاعات گوناگون است .  
ب. جبهه‌ای : که در اثر صعود هوای گرم بر روی هوای سرد صورت می‌گیرد .  
پ. دینامیک: که حاصل نشست و تراکم هوا در نتیجه جریان دینامیک هواست.  
در دره‌های کوهستانی، درجه شیب مناسب‌ترین و مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده وارونگی دما است .

### عوامل سینوپتیکی یخبندان

الف. گردش عمومی جو : پهنه مورد مطالعه دستخوش امواج هوای سرد نیز است .  
ب . مرکز پرفشار سرد : پرفشارهای سرد سیبری و آسیایی  
پ. جریان‌های هوا در سطوح بالا : یخبندان‌های بهاری ناشی از رود باد ( براتی، ص ۷۵ ) .  
سه علت سینوپتیک به قرار زیر است :  
۱. دسترسی به دالان قفقاز که از مهم‌ترین مسیرهای ریزش هوای سرد به ایران است ( شکل ۴ ) .  
۲. پهنه مورد مطالعه مکان محورهای فرود سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال در روزهای اوج یخبندان‌های بهاری است .

۳. جهت سامانه‌های یخبندان عمدتاً شمال غربی است و مسیر زبانه‌های پرفشار سرد را نشان می‌دهد.

شکل ۴ - مسیرهای ریزش هوای سرد سیبری به ایران

### باغداری

شهرستان مرند از جمله مهم‌ترین رویشگاه‌های قدیمی درختان مثمر سردسیری به شمار می‌رود. هم‌اکنون نیز در ارتفاعات میشو سلطان سنجر می‌توان شاهد وجود نمونه‌هایی از گونه‌های وحشی درختان میوه بود: سیب، زردآلو، آلوچه، گلابی، آلبالو، گردو، بادام، زالک، به، توت، مو ...

مرند با ۱۴۸۰۰ هکتار باغ‌های میوه و ۲۲۵۰ هکتار درختان چوبده ۲۲ درصد باغ‌های استان آذربایجان شرقی را به خود اختصاص داده است ( وزارت کشاورزی، ص ۸ ).

سیب ( ۵۴٪ ) و زرد آلو ( ۳۱٪ ) در مجموع ۸۵ درصد از کل باغ‌های میوه مرند را در بر گرفته است، ولی کشت گردو کمتر از یک درصد است . از بین انواع گوناگون درختان میوه، بعضی از آنها مثل آلبالو، به، آلو، گلابی و توت نسبت به سرمای بهاری مقاوم هستند و یخبندان‌های بهاری به آنها خسارت وارد نمی‌کند . ( کوانتا، ص ۳۷۰ )

#### سیب

مهم‌ترین و فراوان‌ترین درخت میوه در پهنه مورد مطالعه است که دارای انواع گوناگونی است. این میوه دیررس، مقاومت زیادی در مقابل یخبندان‌های اوایل بهار دارد و خطر سرمازدگی بهاری در این درخت به نسبت کمتر است :

۱. مرحله توسعه جوانه‌ها
۲. مرحله باز شدن جوانه‌ها: اگر دما کمتر از ۸ درجه باشد، جوانه‌ها دو هفته و بیشتر طول خواهد کشید که باز شوند. در دماهای کمتر از  $4^{\circ}\text{C}$  به جوانه‌ها خسارت وارد می‌شود .
۳. مرحله شکوفه کردن : در دمای  $2/2^{\circ}\text{C}$  - سرمازدگی گل‌ها آغاز می‌شود .

## زرد آلو

برطبق مطالعات انجام شده، زردآلو از حساس ترین درختان در برابر یخبندان های بهاری است. شکوفه های زردآلو هر دو سال یکبار خسارت می بینند ( کوانتا، ص ۳۷۸ ).

- جوانه زدن : جوانه های تازه ظاهر شده در برابر سرما از خود حساسیت بیشتری نشان می دهد و در دماهای  $^{\circ}\text{C} -6$  تا  $^{\circ}\text{C} -4$  تماماً خشک می شود. جوانه های مملو از آب در  $^{\circ}\text{C} -4$  از بین می روند. در حالی که جوانه ها خشک تر در  $^{\circ}\text{C} -6$  مقاوم هستند .

- باز شدن جوانه ها : در دمای  $^{\circ}\text{C} -3$  تا  $^{\circ}\text{C} -2$  در شب خسارت می بینند .  
- شکوفه کردن : دمای پائین تر از  $^{\circ}\text{C} -2$  تا  $^{\circ}\text{C} -1/8$  به گل های باز شده خسارت می زند .

در تقسیم بندی آب و هوایی کوهستانی، زردآلو به جز ارتفاعات پائین و بالا در سایر پهنه ها با موفقیت کشت می شود. بهترین آب و هوا برای زردآلو جایی است که تغییرات دمای زمستانی در آن کم و تابستان گرم داشته باشد. دما به طور مستقیم در مقاومت به سرما، خواب، صدمه یخبندان و رشد و تکامل میوه دخالت دارد ( حکیمی، ص ۲۰ ).

## بادام

این میوه نیز حساس ترین درخت در مقابل خسارت یخبندان است که زودتر از دیگر درختان به شکوفه می نشیند و زودتر نیز در معرض زیان های یخبندان واقع می شود. شکوفه های بادام هر سه سال یکبار خسارت می بینند. جوانه های

بادام در دمای  $6^{\circ}\text{C}$ - از بین می‌روند. به میوه‌های تازه تشکیل شده نیز در دماهای  $2^{\circ}\text{C}$ - الی  $1^{\circ}\text{C}$ - خسارت وارد می‌شود.

در این روند فیزیولوژی یخبندان نیز اهمیت زیادی دارد. از آسیب‌های ناشی از دماهای پایین و دماهای انجماد، آسیب‌های وارده به غشاءهای سلولی و بافت‌ها مهم‌ترین است.

از مهم‌ترین علائم یخزدگی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- آفتاب سوختگی زمستانی
  - شکافته شدن تنه درختان
  - مرگ انتهای شاخه‌ها
  - ریزش جوانه‌های گل پیش از شکفته شدن
  - ریزش میوه‌ها
  - سیاه شدن آوندهای چوبی
- یخزدگی درون و بیرون سلول‌ها را صدمه می‌زند که دمای سلول در ظرف مدتی کمتر از نیم‌ساعت از صفر به  $10^{\circ}\text{C}$ - افت می‌کند.

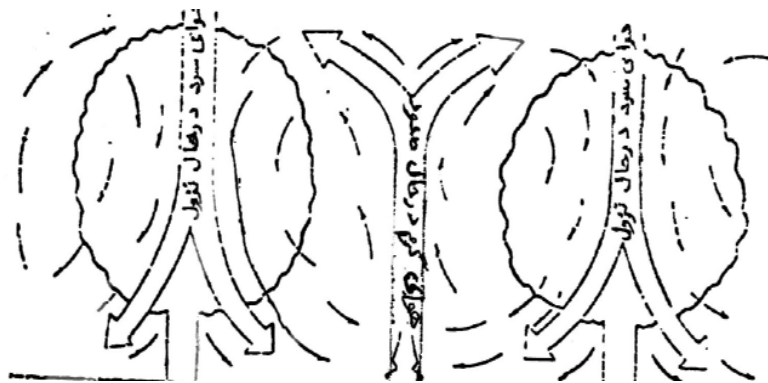
### پیش‌بینی و حفاظت

- پیش‌بینی عمومی، تعیین ویژگی‌های توده‌های هوا در طی شب و ساعات اولیه صبح، پهنه‌مورد مطالعه را فراخواهدخواند (مجردقره‌باغ، ص ۵۱).
- بهبتر است سیستم‌های فشار در سطح زمین و سطوح فوقانی در طول یک پهنه مورد بررسی قرارگیرد. هدف اصلی تعیین دما، محتوای رطوبتی، میزان افت دما، ابر آلودگی، گرادیان فشار، در طول دوره پیش‌بینی است.
- پیش‌بینی محلی: شرایطی که موجب بروز سرمای شبانه می‌شود با وضعیت فضایی - مکانی مورد توجه قرار می‌گیرد.



### روش‌های فعال حفاظت در برابر یخبندان

۱. حفاظت به وسیله بخاری : بهتر است از تعداد بیشتری بخاری با شعله کم نسبت به بخاری کمتر با شعله زیاد استفاده شود. تعداد بخاری‌های مورد نیاز بستگی به نیاز حرارتی و عوامل اقتصادی دارد. گرم کردن هوایی که پیرامون باغ وارد می‌شود، راندمان مبارزه با سرما را بالایی‌برد. در یک طرح کلی برای هر دو درخت یک بخاری کفایت می‌کند ( شکل ۵ ).



شکل ۵ - طرز گردش هوا در یک باغ میوه گرما داده شده ( کوانتا، ص ۱۸۰ )

۲. حفاظت توسط ماشین‌های مولد باد : ماشین‌های مولد باد، پروانه‌های قویی هستند که توسط موتور، حرکت می‌کنند. ارتفاع ماشین‌های مدل بالا به مراتب بلندتر از درختان میوه در باغ، می‌باشد. هدف از به کار بردن

- این وسایل مخلوط کردن هوای گرمتر نزدیک قسمت فوقانی لایه وارونگی با هوای سردتر درون ارتفاع سطح محوطه گیاه است .
۳. حفاظت توسط ترکیبی از ماشین‌های مولد باد و بخاری‌ها .
  ۴. حفاظت به وسیله غرقاب کردن : آبی که برای غرقاب کردن به کار می‌رود، بهتر است دمای بیشتری از سطح سرد زمین مزرعه یا باغ داشته باشد. استفاده از آب چاه بهتر است .
  ۵. حفاظت به وسیله آبیاری بارانی .
  ۶. حفاظت توسط سوخت‌های جامد : در داخل شکل یا قالب‌های دیگر سوخت‌های جامد را می‌سوزانند. به عنوان مثال دو قالب نفتی در زیر هر درخت هلو کار برد مؤثری در مبارزه با یخبندان دارد ( به‌ویژه پس از شکفته شدن شکوفه‌ها ) .
  ۷. حفاظت با سوخت‌های دیگر : سوزاندن چوب، ذغال‌سنگ لاستیک‌های مستعمل، کاه، کود حیوانی، بوته‌ها و برگ‌های خشک .
  ۸. حفاظت با سایر روش‌ها : استفاده از پوشش یا حفاظت توسط کف‌های بادوام ...

### روش‌های غیرفعال حفاظت

- ۱- جلوگیری با انتخاب زمین‌های مناسب : انتخاب زمین‌هایی که هوا در آن به خوبی جریان دارد. زمین‌های شیب‌دار و زمین‌های گود بدترین نوع انتخاب است .

۲- جلوگیری با انتخاب خاک‌های مناسب : خاکی که بتواند در طی روز حرارت زیاد ذخیره کند و در شب آن را پس دهد برای رشد محصولات عالی است .

۳- جلوگیری توسط انتخاب گونه‌های مناسب : گونه‌هایی که از نظر تحمل در مقابل یخبندان مقاوم‌ترند توصیه می‌شود. آن دسته گیاهانی که به فاصله چندین روز دیرتر شکوفه می‌دهند کمتر در معرض خطر یخبندان قرار دارد. برخی انواع سیب مقاوم ۹ روز دیرتر شکوفه می‌دهند . گیاهانی که رشد بلندتری دارند، اغلب در برابر یخبندان تحمل بیشتری دارند زیرا هوای سرد در بالای سطح زمین نشست می‌کند و ارتفاع بالاتر این مشکل را کمتر دارد .

۴- جلوگیری به‌سیله انتخاب پایه مناسب : پیوندزدن بر روی پایه‌های مقاوم یکی از موثرترین اقدام‌ها برای مقاوم ساختن درختان در مناطقی است که با خطر یخبندان همراه است . این پایه‌ها باعث به خواب‌رفتن گیاه و توقف رشد و نیز رشد آرام ساقه می‌شود. در نتیجه شکوفه‌کردن دیرتر صورت می‌گیرد .

۵- پیشگیری با سایر عملیات زراعی :

- استعمال کود - یک خاک متراکم و فشرده به جز محصول کاشته شده پوشش دیگری نداشته باشد .
- از عملیات شخم‌زدن در زمستان جلوگیری شود. - آبیاری سبب ازدیاد خصوصیات حرارتی خاک می‌شود. - پاک‌کردن علف‌های هرز و نیز پاک‌کردن مالچ‌ها. - پیوندزدن در اوایل زمستان و یا پس از فرونشستن یخبندان در بهار - ایجاد بادشکن در جایی

که یخبندان انتقالی وجود دارد. - سلامت گیاه، گیاه سالم کمتر به یخبندان حساس است و مبارزه با آفات و کنترل بیماری‌ها.

### مقاومت در برابر یخزدگی

۱. اجتناب از یخزدگی: ایجاد پوشش‌های حفاظتی، بالابردن دمای بافت‌ها در اثر افزایش تنفس و تولید حرارت، اجتناب از سوپرکولینگ (پائین بردن نقطه انجماد)
۲. تحمل یخزدگی: منبع انرژی، سرعت انجماد، مقدار آب میان‌بافتی، دما، کمبود آب (مقدار آب توان تحمل بافت‌های حساس گیاه را افزایش می‌دهد)، شوری (وجود املاح قابلیت تحمل شرایط دسترسی و سرعت افزایش آنرا کاهش می‌دهد)، تغذیه (استفاده از کودهای ازته).

### نتیجه‌گیری

تغییرات بارندگی و دمای سالانه و آلودگی در شهرستان مرند در حد قابل‌ملاحظه است. نفوذ هوای سرد به پهنه مورد مطالعه موجب کاهش شدید دما می‌شود که گاه تا اواخر فروردین با برف و تگرگ موجب خسارت هنگفت به کشاورزی می‌شود.

یخبندان پدیده‌ای جغرافیایی و حاصل افت دما است و اگر به حد انجماد و پائین‌تر از آن برسد، تغییرات مقدار آلودگی، ایجاد حالت پایدار و هوای آرام توام با سرمازدگی را موجب می‌شود.

هر سه نوع یخبندان تشعشعی، انتقالی و تبخیری در پهنه مورد مطالعه، آثار زیان‌باری را برجای می‌گذارد، و از جمله جنبه‌های میکروکلیمایی یخبندان، وارونگی دما از اهمیت چشمگیری برخوردار است.

شهرستان مرند از مهم‌ترین رویشگاه‌های دیرینه درختان مثمر سردسیری ایران محسوب می‌شود. سیب و زردآلو در مجموع ۸۵ درصد از کل باغ‌های میوه مرند را شامل می‌شود.

این در حالی است که برخی از گونه‌های سیب توان زیادی در برابر پدیده یخبندان از خود نشان می‌دهد، در حالی که زردآلو و بادام در این ارتباط بسیار آسیب‌پذیر به نظر می‌رسد.

جهت نشان دادن اهمیت پیش‌بینی‌های یخبندان، روش‌های فعال و غیرفعال حفاظت در برابر یخبندان به طور گسترده در این مقاله ارائه شده است.

## منابع و ماخذ

۱. اصلی‌نژاد، محمدرضا؛ توان‌های طبیعی شهرستان مرنند، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاداسلامی واحد شهر ری، ۱۳۷۶.
۲. براتی، غلامرضا؛ روابط سیستمی پرفشارهای مهاجر و یخبندان‌های بهاری ایران، فصل‌نامه تحقیقات جغرافیایی، شماره‌های ۵۴ و ۵۵، پائیز و زمستان، ۱۳۷۸.
۳. براتی، غلامرضا؛ طراحی و پیش‌بینی الگوهای سینوپتیک یخبندان‌های بهاره ایران، پایان‌نامه دوره دکتری دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۷۵.
۴. تقی‌زاده کشکی، ولی؛ بررسی سرمازدگی محصولات درختی شهرستان مرنند، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی، ۱۳۷۷.
۵. خالدی، شهریار؛ آب و هواشناسی کاربردی، نشر قومس، ۱۳۷۴.
۶. خالدی، شهریار؛ آب و هوا محیط زیست، نشر قومس، ۱۳۷۲.
۷. رجایی، عبدالحمید؛ آب و هوا شناسی، تبریز، ۱۳۷۱.
۸. شاعری‌نیا، رحیم؛ خطر یخبندان در کشاورزی، مجله زیتون، شماره ۱۱۳، وزارت کشاورزی، ۱۳۷۲.
۹. علیجانی، بهلول؛ کاویانی، محمدرضا؛ مبانی آب و هواشناسی، سمت، ۱۳۷۱.
۱۰. علیزاده، امین، کوچکی، عوض؛ کشاورزی و آب و هوا، مشهد، ۱۳۷۴.
۱۱. کمالی، غلامعلی؛ بررسی آماری نفوذ هوای سرد قطبی و خسارت وارده به محصولات کشاورزی شمال خراسان در دهه دوم اردیبهشت ماه، مجله نیوار، ۱۳۶۸.
۱۲. مجرد قره‌باغ، فیروز؛ تحلیل و پیش‌بینی یخبندان در آذربایجان (پایان‌نامه دکتری)، دانشگاه تربیت‌مدرس، ۱۳۷۷.
۱۳. کوانتا، سازمان هواشناسی کشور، راهنمای نیازها و محدودیت‌های هواشناسی کشاورزی ۱۵ محصول اصلی ایران، ۱۳۷۵.
۱۴. کوانتا، سازمان هواشناسی کشور، مطالعه هواشناسی کشاورزی، ۱۳۷۵.
۱۵. وزارت کشاورزی، طرح توسعه کشاورزی شهرستان مرنند، ۱۳۷۱.