بررسی پدیده یخبندان و اثرات آن در باغداری شهرستان مرند

دکترشهریار خالدی
دانشیار گروه جغرافیا دانشگاه شهیدبهشتی

چکیده :

یخبندان‌های بهاری در این مقاله به صورت کاربردی و روش‌های مختلف از جمله آماری و سینوپتیکی، مورد مطالعه قرارگرفته است . نقش کم‌فشارها در فصول انتقالی و پرفشارهای حرارتی سیبری 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, ازجمله جنبه‌های میکروکلیمایی یخبندان در چار چوب 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 .

واژه‌های‌کلیدی : یخبندان‌بهاره, باغداری, آب‌وهواشناسی سینوپتیکی, پیش‌بینی و حفاظت .

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31]

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 به سزایی 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 بلایای 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 عوامـل محلی تشدید می‌گردد. گیاهان نیز در پاسخ به این نابهنجاری‌ها به دو شکل « آسیب‌پذیری » و یا « مقاومت » نمایان می‌شوند .

مواد و روش ها

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

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31]

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

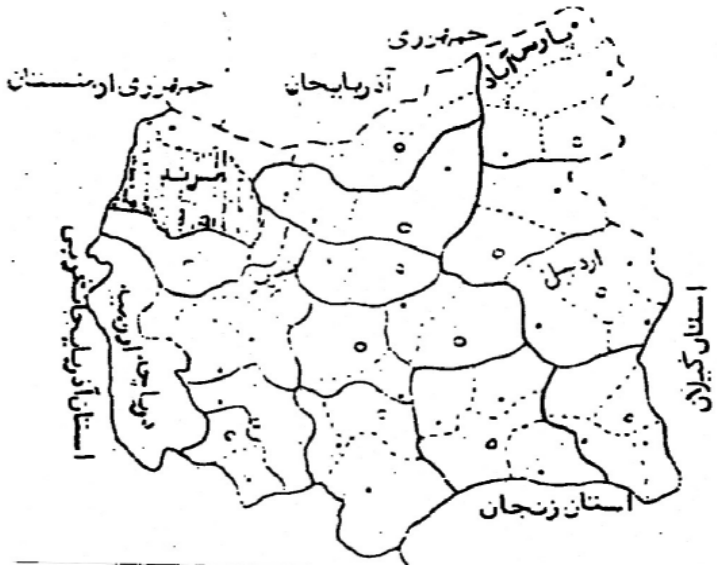
شهرستان مرند در شمال‌غربی آذربایجان‌شرقی و در شمالی‌ترین قسمت ایران واقع است. رود ارس در شمال، شهرستان اهر در شرق, شهرستان شبستر در جنوب و شهرستان‌های خوی و ماکو در غرب این شهرستان قرار دارد. عرض جغرافیایی مرند بین ´۱۵ ،°۴۵ تا ´۵۰ ،° ۴۵ شمالی و طول جغرافیایی آن بین ´۷، °۳۷ تا ´ ۵۶ ، °۳۸ شرقی واقع است. 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 موردمطالعه

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 عبارت‌دیگر مرکز پرفشار

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31]



شکل ۱ - موقعیت شهرستان مرند

سیبری در شکل‌یابی این جریان‌ها نقش به‌سزایی دارد. از سوی‌دیگر پرفشارهای آزور و اسکاندیناوی نیز در این پهنه اثرات مهمی برجای می‌گذارد.

تغییرات بارندگی سالانه در این پهنه چشمگیر است. حداکثر و حداقل بارندگی مرند به ترتیب ۴۸۰ و ۳۰۰ میلیمتر است. ماه‌های اسفند، فروردین و اردیبهشت درصد مهمی از بارش سالانه را دریافت می‌کند. در حالی‌که ماه‌های تیر و مرداد خشک‌ترین ماه‌ها محسوب می‌شود .

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31]

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 $۲۳^{o}c$ گرمترین ماه‌ها و دی ماه با میانگین ۴/۱- درجه سردترین ماه محسوب می‌شود. دمای میانگین ماه‌های آذر، دی و بهمن نیز زیر صفر است. پائین‌ترین دما در بهمن به $۲۲^{o}c$- و حداکثر آن در تیر به $۴۰^{o}c$ سانتیگراد رسیده است .

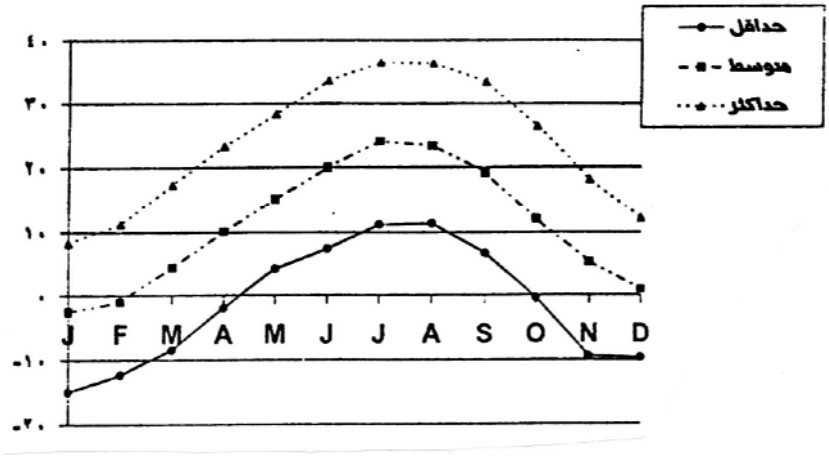
بیشترین یخبندان در ماه‌های « آذر و دی » به وقوع می‌پیوندد که بیش از ۶۹ درصد ایام یخبندان است. در اسفندماه دو پدیده ذوب و انجماد در شبانه روز مشاهده می‌شود. معمولاً از اوایل فروردین حالت عمومی یخبندان به پایان می‌رسد، ولی احتمال وقوع یخبندان‌های کوتاه مدت به‌ویژه در شب تا ۱۵ فروردین وجود دارد .

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

با توجه به قرارگرفتن پهنه موردمطالعه در عرض جغرافیایی ۳۸ 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 موردمطالعه زیاد است. زیرا در پیش از مرحله شکوفه‌دهی درختان، سطح زمین اغلب پوشیده از برف است

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31]



شکل ۲ - میانگین دمای بیشینه، کمینه و روزانه

در این روند، اوضاع توپوگرافی ازجمله عوامل مؤثردر دما تلقی می‌شود. از این‌رو کوه، قله، دره، دامنه ودشت اختلاف دمای زیادی ازخودنشان می‌دهد. در پهنه‌موردمطالعه اختلاف ارتفاع‌بالاترین وپائین‌ترین‌قسمت‌ها به۲۰۰۰ 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 .

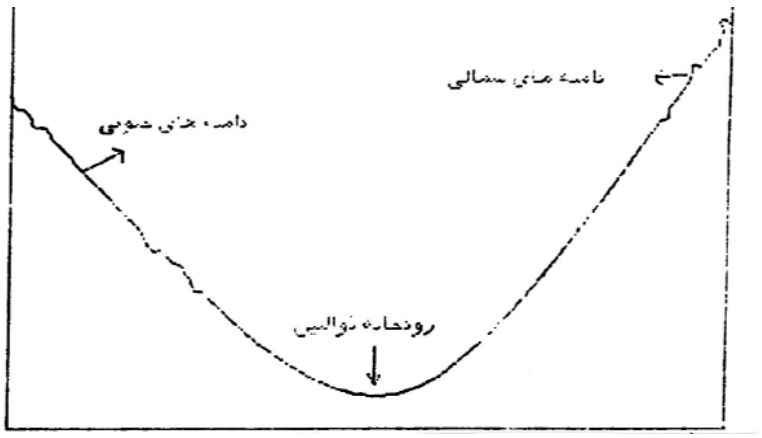
در این پهنه کوهستانی چهار ناحیه آب و هوایی وجود دارد : ارتفاعات پائین، متوسط، بلند و ارتفاعات سرد و خشک .

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 شکوفه‌کردن درختان میوه

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31]

را با یک ماه تاخیر در پهنه‌های مرتفع‌تر همراه می‌کند. سرعت کاهش دما با ارتفاع، عموماً با افزایش میزان ابرناکی کاهش می‌یابد . (رجایی، ص۴۸)

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 حالی‌که دامنه‌های شمالی سرد باقی می‌ماند. اختلاف دما طی روزهای گرم بهاری بین شیب‌های شمالی و جنوبی به $۲۰^{o}c$ می‌رسد (شکل۳). 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

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31]

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 سوی‌دیگر ورود هوای سرد از شمال و خاور اروپا به ایران از طریق آذربایجان در اوایل بهار و پائیز موردتأیید 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 به طورعمده در بهار رخ می‌دهد و اغلب با تگرگ در اواخر بهار همراه می‌گردد که زیان زیادی به کشاورزان وارد می‌کند .

اوضاع سینوپتیکی پهنه موردمطالعه در فصل بهار

در بهار هوا به تدریج رو به گرم‌شدن می‌رود و سامانه پرفشار به تدریج از پهنه موردمطالعه 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 .

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31]

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 آلبدو، ایجاد حالت پایدار و هوای آرام ... دمای هوا را تحت‌تاثیر قرار می‌دهد .

در شهرستان مرند، ماه‌های آبان، آذر، دی, بهمن، اسفند و فروردین به عنوان ماه‌های توام با یخبندان در نظرگرفته می‌شود. گرچه تعدادروزهای 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 پائین‌تر 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، ص۹۲)

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 .

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31]

شرایط عمومی جو، تغییرات محلی در توپوگرافی و پوشش گیاهی بر شدت یخبندان تشعشعی تاثیر می‌گذارد. در صورت وقوع یخبندان تشعشعی همراه بـا بـرف در سطح زمین حتی بر جوانه درختان صدمه وارد می‌شود. (مجرد قره‌باغ، ص۱۵)

۲- یخبندان‌های انتقالی : بر اثر عبور جبهه سرد از یک پهنه، می‌توان شاهد پیدایش یخبندان انتقالی بود. باد شدید، آسمان ابری و حتی برفی‌بودن هوامؤیدوجودچنین یخبندانی است : نزول دما. (کوچکی، نصیری، ص۹۰) گاه ممکن است یخبندان انتقالی توسط یخبندان تشعشعی تشدید و هر دو یخبندان در یک زمان حادث شود. (علیزاده، کوچکی، ص۱۶۳) در نهایت به یخبندان انتقالی، یخبندان جبهه‌ای و بادی نیز گفته می‌شود. البته، یخبندان تشعشعی گاه پس ازیخبندان انتقالی اتفاق می‌افتد (کوانتا، هواشناسی کشاورزی، ص۳۸۷). یخبندان انتقالی با عبور یک سیکلن عمیق و یک جبهه سرد بسیارگسترده 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 زیرصفر می‌رسد. خسارت در این نوع یخبندان چشمگیر است (مجرد قره‌باغ، ص ۱۵) .

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31]

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 .

به‌طورکلی یخبندان‌ها را از دو جنبه آماری و سینوپتیک موردبررسی 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 حیطه 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 ۱/۵- درجه سانتی‌گراد .
۲) یخبندان متوسط : بین ۱/۵- و ۳- درجه سانتی‌گراد .
۳) یخبندان شدید : پائین‌تر از ۳- 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 عنوان‌مثال برای

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31]

درک محدودهٔ میکروکلیما 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 دراثرصعودهوای گرم بر روی هوای سردصورت می‌گیرد .

پ. دینامیک: که‌حاصل‌نشست‌وتراکم هوا درنتیجه‌جریان‌دینامیک هواست.

در دره‌های کوهستانی، درجه شیب مناسب‌ترین و مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده وارونگی دما است .

عوامل سینوپتیکی یخبندان

الف. گردش عمومی جو : پهنه موردمطالعه دستخوش امواج هوای سرد نیز است .

ب . مرکز پرفشار سرد : پر فشارهای سرد سیبری و آسیایی

پ. جریان‌های هـوا در سطـوح بالا : یخبندان‌های بهاری ناشی از رود باد (براتی، ص۷۵) .

سه علت سینوپتیک به قرار زیر است :

۱. دسترسی به دالان قفقاز که از مهم‌ترین مسیرهای ریزش هوای سرد به ایران است (شکل۴) .
۲. پهنه موردمطالعه مکان محورهای فرود سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال در روزهای اوج یخبندان‌های بهاری است .

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31]

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، زالزالک، به، توت، مو ...

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31]

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 برگرفته 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 موردمطالعه 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 بازشدن جوانه‌ها: اگر دما کمتر از ۸ درجه باشد، جوانه‌ها دو هفته و بیشتر طول خواهدکشید که باز شوند. در دماهای کمتر از $-۴^{o}c$ به جوانه‌ها خسارت وارد می‌شود .
۳. مرحله شکوفه‌کردن : در دمای $-۲/۲^{o}c$ سرمازدگی گل‌ها آغاز می‌شود .

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31]

زرد آلو

برطبق مطالعات انجام‌شده، زردآلو از حساس‌ترین درختان در برابر یخبندان‌های بهاری است. شکوفه‌های زردآلو هر دو سال یک‌بار خسارت می‌بینند (کوانتا، ص ۳۷۸) .

- جوانه‌زدن : جوانه‌های تازه ظاهرشده در برابر سرما از خود حساسیت بیشتری نشان می‌دهد و در دماهای $-۶^{o}c$ تا $-۴^{o}c$ تماماً خشک می‌شود. جوانه‌های مملو از آب در $-۴^{o}c$ از بین می‌روند. در حالی‌که جوانه‌ها خشک‌تر در $-۶^{o}c$ مقاوم هستند .
- بازشدن جوانه‌ها : در دمای $-۳^{o}c$ تا $-۲^{o}c$ در شب خسارت می‌بینند .
- شکوفه کردن : دمای پائین تر از $-۲^{o}c$ تا $-۱/۸^{o}c$ به گل‌های باز شده خسارت می‌زند .

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

بادام

این میوه نیز حساس‌ترین درخت در مقابل خسارت یخبندان است که زودتر از دیگر درختان به شکوفه می‌نشیند و زودتر نیز در معرض زیان‌های یخبندان واقع می‌شود. شکوفه‌های بادام هر سه سال یک‌بار خسارت می‌بینند. جوانه‌های

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31]

بادام در دمای $-۶^{o}c$ از بین می‌روند. به میوه‌های تازه تشکیل‌شده نیز در دماهای $-۲^{o}c$ الی $-۱^{o}c$ 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
- شکافته‌شدن تنه درختان
- مرگ انتهای شاخه‌ها
- ریزش جوانه‌های گل پیش از شکفته‌شدن
- ریزش میوه‌ها
- سیاه‌شدن آوندهای چوبی

یخزدگی درون و بیرون سلول‌ها را صدمه می‌زند که دمای سلول در ظرف مدتی کمتر از نیم‌ساعت از صفر به $-۱۰^{o}c$ افت می‌کند .

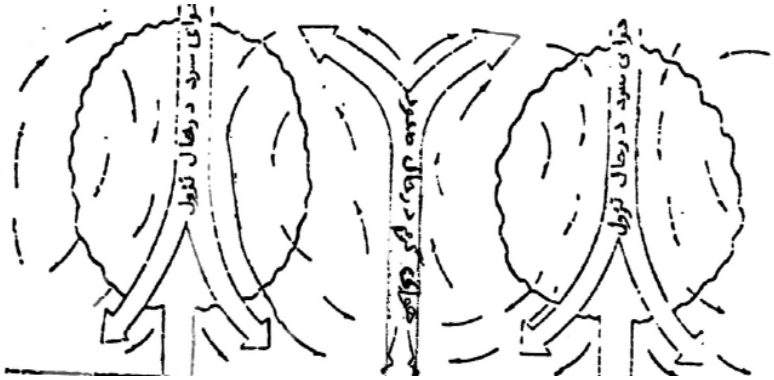
پیش بینی و حفاظت

- پیش‌بینی عمومی، تعیین ویژگی‌های توده‌های هوا در طی شب و ساعات اولیه‌صبح، پهنه‌موردمطالعه را فراخواهدخواند (مجردقره‌باغ ، ص۵۱) . بهتر است سیستم‌های فشار در سطح زمین و سطوح فوقانی در طول یک پهنه موردبررسی 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 .

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31]

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. گرم‌کردن هوایی که پیرامون باغ وارد می‌شود، راندمان مبارزه با سرما را بالامی‌برد. 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، ص۱۸۰)

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 کاربردن

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31]

این وسایل مخلوط‌کردن هوای گرمترنزدیک 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 غرقاب‌کردن : آبی که برای غرقاب‌کردن به کارمی‌رود، بهتر است دمای بیشتری از سطح سرد زمین مزرعه یا باغ داشته باشد. استفاده از آب چاه بهتر است .

۵. حفاظت به‌وسیله آبیاری بارانی .

۶. حفاظت توسط سوخت‌های جامد : در داخل شکل یا قالب‌های دیگر سوخت‌های جامد را می‌سوزانند. به عنوان‌مثال دو قالب نفتی در زیر هر درخت هلو کار برد مؤثری در مبارزه با یخبندان دارد (به‌ویژه پس از شکفته‌شدن شکوفه‌ها) .

۷. حفاظت با سوخت‌های دیگر : سوزاندن‌چوب، ذغال‌سنگ لاستیک‌های مستعمل، کاه، کودحیوانی، 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 .

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31]

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. آن‌دسته 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

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31]

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 (پائین‌بردن 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 آلبدو در شهرستان مرند در حد قابل‌ملاحظه است. نفوذ هوای سرد به پهنه موردمطالعه 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 آلبدو، ایجاد حالت پایدار و هوای آرام توام با سرمازدگی را موجب می‌شود .

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31]

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

شهرستان مرند ازمهم‌ترین 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 نشان‌دادن اهمیت پیش‌بینی‌های یخبندان، روش‌های فعال و غیرفعال حفاظت در برابر یخبندان به طورگسترده در این مقاله ارائه شده است .

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31]

منابع و ماخذ

۱. اصلی‌نژاد، محمدرضا؛ توان‌های طبیعی شهرستان مرند، 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 مرند، 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 نفوذهوای 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 مرند، ۱۳۷۱ .

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-31]