

تعیین طول دوره رویش بالقوه در برخی از نواحی شمال غرب کشور

کیوان نوحی^۱

۱- عضو هیأت علمی پژوهشکده هواشناسی

چکیده

تاریخ‌های آغاز و خاتمه یخبندان بر مبنای دمای کمینه دیدبانی شده در پناهگاه هواشناسی (دماهای کمینه کمتر یا مساوی صفر درجه) برای ۲۰ ایستگاه همدیدی (سینوپتیک) در برخی از نواحی استان‌های زنجان، قزوین، تهران، قم، آذربایجان غربی و شرقی در دوره مشترک ۱۳ ساله تعیین و یخبندان‌های فرارفتی با بررسی مقادیر فراسنج‌های جوی در ساعات دیدبانی و در برخی با کمک نقشه‌های همدیدی از یخبندان‌های تابشی تفکیک شده‌اند. در این بررسی درصد رخداد اولین یخبندان‌های پائیزه و آخرین یخبندان‌های بهاره برحسب نوع یخبندان در دوره مشترک تعیین شده است. طول فصل رشد بالقوه که به صورت مدت زمان بین آخرین یخبندان فرارفتی بهاره و اولین یخبندان فرارفتی پاییزه تعریف می‌شود (طول دوره رویش فرارفتی)، محاسبه و نشان داده شد که در مقایسه با فصل رشدی که با محاسبه فاصله زمانی از آخرین رخداد دمای صفر درجه سلسیوس یا کمتر در بهار تا اولین رخداد دمای صفر یا کمتر در پاییز (طول دوره رویش تابشی- فرارفتی) تعیین می‌شود، طولانی‌تر است که این مقدار از ۶۵ روز در سراب تا ۵ روز در تبریز تغییر می‌کند. با توجه به نتایج به دست آمده و بررسی موقعیت مکانی و نوع محصولات زیر کشت، برآورد قابلیت اجرای عملیات محافظت از یخبندان برای محصولات کشاورزی در مناطق مورد مطالعه و رسیدن به فصل رشد بالقوه، امکان پذیر می‌شود.

کلمات کلیدی: تاریخ آغاز یخبندان، تاریخ خاتمه یخبندان، یخبندان فرارفتی، یخبندان تابشی، دوره رویش

مقدمه

یکی از مهمترین عوامل خسارت‌زا در تولیدات کشاورزی پدیده سرما و یخبندان است. به گزارش صندوق بیمه محصولات کشاورزی خسارات ناشی از سرما و یخبندان در استان‌های مورد مطالعه در برخی از سال‌ها قابل توجه و چشمگیر است به طوری که در استان تهران از سال زراعی ۶۹-۱۳۶۸ تا سال زراعی ۸۱-۱۳۸۰ از کل اراضی بیمه شده محصول گندم ۳۷۲۱ هکتار در اثر سرما و یخبندان خسارت دیده و مبلغ ۳۵۲/۲۴۷/۹۱۰ ریال غرامت پرداخت شده است. در استان زنجان از سال زراعی ۷۱-۱۳۷۰ تا سال ۸۱-۱۳۸۰ از کل اراضی بیمه شده گندم، ۱۸۸۶ هکتار از سرما خسارت دیده است که مبلغ غرامت ۲۲۷/۲۷۸/۳۰۴ ریال بوده است. مقدار غرامت برای خسارت ۶۳۹۶ هکتار از این محصول در استان قزوین ۶/۷۶۴/۰۹۱/۲۰۳ ریال در ۶ سال گزارش شده است. در پی تحلیل آماری و خسارات ناشی از وقوع بلایای طبیعی براساس آمار و اطلاعات ۱۰ ساله (۱۳۶۹-۱۳۷۸) در ۲۸ استان کشور نشان داده شد که آذربایجان غربی و شرقی با داشتن فراوانی ۲۸۰ و ۱۳۳ مورد رخداد سرمازدگی و یخبندان به ترتیب رتبه‌های اول و دوم را در کشور احراز کرده‌اند. در ایالات متحده آمریکا خسارت ناشی از عوامل جوی بیشترین ضرر اقتصادی را ایجاد می‌کند. برای نمونه به گفته آتاوای در دسامبر ۱۹۹۰ در کالیفرنیا یخبندان در حدود ۵۰۰ میلیون دلار به میوه و در حدود ۴۵۰۰۰۰ هکتار به درختان مرکبات خسارت وارد کرده است. در همین منطقه یخبندان در سال ۱۹۹۸ در حدود ۷۰۰ میلیون دلار خسارت وارد کرده است.

میانگین تاریخ‌های اولین دمای صفر درجه سلسیوس در پائیز و آخرین دمای صفر درجه در بهار به عنوان یک معیار معقول از رخداد یخبندان و تعریف طول فصل رشد در کشاورزی به کار می‌رود. اگر احتمالات یا چگونگی توزیع این تاریخ‌ها در اطراف میانگین تعیین شود، استفاده از این داده‌ها مفیدتر خواهد شد. از چنین جداولی به ویژه برای تخمین دوره بدون یخبندان برای محصول معین استفاده می‌شود.

تام و شاو نشان دادند که سری‌های تاریخ یخبندان که از دماهای کمینه هوا استخراج می‌شود بصورت تصادفی توزیع

یافته‌اند و از توزیع نرمال پیروی می‌کنند. سمیعی و همکاران با بهره‌گیری از روش‌های آماری و با استفاده از داده‌های روزانه دمای کمینه ایستگاه‌های همدیدی جداول مربوط به تاریخ‌های شروع و خاتمه یخبندان‌های پاییزه و بهاره را در سطوح احتمال انتخابی و در ۱۲ آستانه بحرانی دما ارائه نموده‌اند. ترسیم نقشه‌های هم احتمال تاریخ رخداد اولین یخبندان پاییزه و آخرین یخبندان بهاره و طول دوره بدون یخبندان با بکارگیری توزیع نرمال در سطوح احتمالی انتخابی در سطح کشور توسط کمالی انجام شده است.

کالما یخبندان را در دو گروه تعریف کرده است، "فرارفتی" و "تابشی". یخبندان‌های فرارفتی به هجوم بزرگ مقیاس هوای سرد با آتمسفر بادی و دمایی که حتی در طی روز غالباً زیر صفر است، مربوط می‌شود. این نوع یخبندان با شرایط ابری، باد قوی یا متوسط، نبود وارونگی دمایی و رطوبت کم همراهی می‌شود. دو مورد از بدترین یخبندان‌های فرارفتی در سال‌های ۱۹۹۰ و ۱۹۹۸ در لندکو کالیفرنیا در مناطق عمده کشت مرکبات رخ داد. مسئله قابل توجه در حوادث مذکور این بود که با نزدیک شدن هوای سرد به منطقه دماهای حداکثر در روز به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش نشان می‌داد. یخبندان‌های تابشی به سرد شدن، به دلیل از دست دادن انرژی از طریق تبادل تابشی در طی شب‌های صاف و آرام و با وارونگی دمایی، مربوط می‌شود. در برخی از موارد ترکیبی از هر دو شرایط فرارفتی و تابشی رخ می‌دهد. در برخی از موارد ممکن است حتی یخبندان‌های ضعیف تابشی، چنانچه با فرارفت هوای سرد ترکیب شود، خسارت زیادی ایجاد کند.

معمولاً فرض می‌شود که آخرین یخبندان در بهار و اولین یخبندان در پائیز از نوع تابشی است. روزنبرگ و مایرز در یک مطالعه در نبراسکا دریافتند که ۷ تا ۳۰٪ از آخرین یخبندان‌های بهاره و ۱۷ تا ۴۲٪ از اولین یخبندان‌های پاییزه از نوع فرارفتی هستند. آن‌ها همچنین دریافتند که در منطقه مورد مطالعه در بهار ۲ تا ۵ یخبندان تابشی بعد از آخرین یخبندان فرارفتی و در پائیز یک تا سه یخبندان تابشی قبل از اولین یخبندان فرارفتی رخ می‌دهد و چنانچه کشاورزی محصول خود را علیه یخبندان‌های تابشی محافظت کند، فصل رشد به-

پس از عبور سامانه، تابش شبانه زمین سبب کاهش دمای کمینه به نقطه یخبندان می‌شود. تداوم روزانه این نوع یخبندان‌ها و تداوم ساعتی روزهای یخبندان بسیار کم است به طوری که امکان مبارزه با آن وجود دارد ولی چنانچه توده هوای مهاجم از سرمای کافی برخوردار باشد کاهش دمای بیشینه و کمینه در زمان استقرار توده هوای سرد زیاد بوده و دمای کمینه به صفر و زیر صفر رسیده و یخبندان از نوع فرارفتی را ایجاد می‌کند.

یخبندان‌های تابشی نباید به عنوان یک خطر اجتناب‌ناپذیر برای کشاورزی پذیرفته شود. در مناطقی که فراوانی و شدت یخبندان‌های تابشی محدود است، با اعمال روش‌های فعال امکان حذف و یا به حداقل رساندن خسارت وجود دارد. از طرفی چون بسیاری از روش‌های محافظت در حضور وارونگی دمایی بهتر کار می‌کنند، از این رو در یخبندان‌های فرارفتی، هیچکدام از روش‌های مبارزه، محافظت موثری را ایجاد نمی‌کنند.

روزنبرگ و مایرز دریافتند که برای مقاصد کشاورزی دانستن نوع یخبندان مفیدتر از دانستن میانگین تاریخ‌های رخداد دمای کمینه ویژه است. نامبردگان دریافتند که سری‌های آماری اولین و آخرین یخبندان فرارفتی تصادفی بوده و به صورت نرمال توزیع یافته‌اند. در بررسی حاضر ماهیت اولین یخبندان پائیزه و آخرین یخبندان بهاره با بکارگیری گزارشات روزانه جوی و در برخی موارد همراه با تحلیل نقشه‌های همدیدی تشخیص داده شد و با استفاده از اطلاعات حاصله طول فصل رشد بالقوه تعریف شد.

مواد و روش‌ها

در این بررسی گزارشات آماری ۲۰ ایستگاه سینوپتیک در استان‌های زنجان، قزوین، تهران، قم، آذربایجان غربی و شرقی بکار گرفته شد و دوره آماری بکار رفته از (۱۹۸۷-۱۹۸۶) تا (۲۰۰۰-۱۹۹۹) بوده است. در جدول (۱) مختصات جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه و در شکل (۱) موقعیت مکانی آن‌ها نشان داده شده است. با استفاده از دمای کمینه روزانه، تاریخ‌های عبور دمای صفر درجه سلسیوس در پائیز و

طور میانگین ۱۵ تا ۳۲ روز بسته به محل افزایش می‌یابد. روزنبرگ و همکاران اشاره می‌کنند که بطور میانگین یخبندان‌های فرارفتی در بهار زودتر از یخبندان‌های تابشی و در پاییز دیرتر از یخبندان‌های تابشی رخ داده و دمای محیط غالباً بسیار پائین‌تر می‌رود و دوره دوام این نوع یخبندان‌ها طولانی است. از آنجائی که این نوع یخبندان‌ها همراه با وزش باد قوی است، فنون علمی جهت استفاده علیه آن‌ها محدود بوده و اکثر روش‌های محافظت از یخبندان، برای یخبندان‌های تابشی عملی و موثر است. براتی در بررسی علل اصلی یخبندان‌های بهاره ایران نشان داد که اکثر یخبندان‌های بهاره ایران از نوع فرارفتی بوده و با یک سیستم کم‌فشار همراه است.

بررسی‌های همدیدی نشان می‌دهد که در اوایل فصل پاییز به دلیل انتقال پرفشارهای سبیری و پرفشارهای اروپای مرکزی و شمالی به نواحی شمال غربی ایران، دمای هوا در نواحی تحت مطالعه کاهش یافته و معمولاً این کاهش دما به میزانی نیست که دمای کمینه به صفر برسد ولی در برخی از موارد پس از عبور این سامانه‌ها تابش شبانه از زمین سردتر، سبب کاهش دما به صفر و زیر صفر شده و یخبندان تابشی رخ می‌دهد. این نوع یخبندان‌ها طولانی نبوده و معمولاً در طی یک شبانه روز از ۲ تا ۳ ساعت تداوم ندارد. به همین دلیل مبارزه با این نوع یخبندان‌ها آسانتر است. در اواسط پاییز با ورود سامانه‌های تشکیل شده در نواحی شمالی، فرارفت هوای سرد سبب کاهش دمای حداکثر شده و در زمان استقرار توده هوای سرد، دمای کمینه به صفر و زیر صفر می‌رسد که به دلیل تداوم و دمای کمتر در این نوع یخبندان‌ها مبارزه با آن‌ها مشکل بوده و معمولاً از آن صرف‌نظر می‌شود.

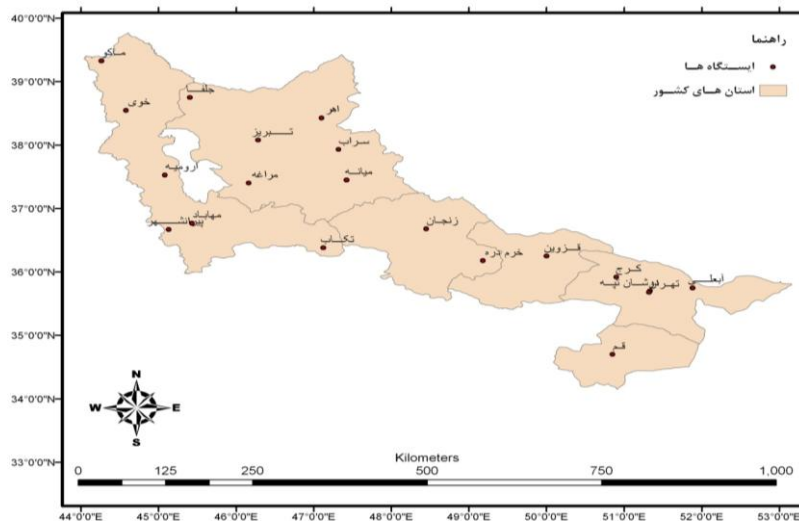
یخبندان‌های بهاره نیز شرایط مشابهی با یخبندان‌های پاییزه دارند. بدین معنی که در این فصل پرفشارهای اروپای شمالی و مرکزی، معمولاً از طریق جمهوری آذربایجان و یا از سوی کرانه‌های دریای خزر و با تقویت پرفشار سبیری، سبب انتقال هوای سرد نسبی به مناطق تحت مطالعه می‌شود. این فرارفت هوای سرد چنانچه از برودت کافی برخوردار نباشد سبب کاهش زیاد دما در زمان استقرار هوای سرد نمی‌شود ولی

یخبندان در سال میلادی بعدی قرار گرفته است. نظر به اهمیت رخداد یخبندان‌های فرارفتی در این نواحی، تعیین تاریخ آغاز یخبندان‌های فرارفتی در پائیز و تاریخ پایان آن‌ها در بهار و بطور کلی تفکیک این دو نوع یخبندان از یکدیگر اهمیت ویژه‌ای دارد.

بهار با اجرای یک برنامه کامپیوتری استخراج شد. برای اجرای فرآیندهای آماری بر روی تاریخ‌های استخراج شده و دستیابی به تحلیل‌های دقیق لازم بود که تاریخ‌ها تبدیل به اعداد شوند. از این رو تمامی تاریخ‌ها با انتخاب مبداء اول سپتامبر دارای ارزش کمی شدند. لازم به ذکر است که در هر سال ابتدا تاریخ شروع یخبندان استخراج شده و تاریخ خاتمه

جدول شماره ۱: مختصات جغرافیایی ایستگاه‌های همدیدی در استان‌های مورد مطالعه

ردیف	نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (متر)	ردیف	نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (متر)
۱	ارومیه	۴۵ ۰۵	۳۷ ۳۲	۱۳۱۵٫۹	۱۱	مهاباد	۴۵ ۴۳	۳۶ ۴۶	۱۳۸۵
۲	اهر	۴۷ ۰۴	۳۸ ۲۶	۱۳۹۰٫۵	۱۲	میانه	۴۷ ۴۲	۳۷ ۲۷	۱۱۱۰
۳	پیرانشهر	۴۵ ۰۸	۳۶ ۴۰	۱۴۵۵	۱۳	آبلی	۵۱ ۵۳	۳۵ ۴۵	۲۴۶۵
۴	تبریز	۴۶ ۱۷	۳۸ ۰۵	۱۳۶۱	۱۴	دوشان تپه	۵۱ ۲۰	۳۵ ۴۲	۱۲۰۹
۵	تکاب	۴۷ ۰۷	۳۶ ۲۳	۱۷۶۵	۱۵	قم	۵۰ ۵۱	۳۴ ۴۲	۸۷۷/۴
۶	جلفا	۴۵ ۴۰	۳۸ ۴۵	۷۳۶٫۲	۱۶	قزوین	۵۰ ۰۰	۳۶ ۱۵	۱۲۷۸/۳
۷	خوی	۴۴ ۵۸	۳۸ ۳۳	۱۱۰۳	۱۷	کرج	۵۰ ۵۴	۳۵ ۵۵	۱۳۱۲/۵
۸	سراب	۴۷ ۳۲	۳۷ ۵۶	۱۶۸۲	۱۸	خرمدره	۴۹ ۱۱	۳۶ ۱۱	۱۵۷۵
۹	ماکو	۴۴ ۲۶	۳۹ ۲۰	۱۴۱۱٫۳	۱۹	تهران	۵۱ ۱۹	۳۵ ۴۱	۱۱۹۰/۸
۱۰	مراغه	۴۶ ۱۶	۳۷ ۲۴	۱۴۷۷٫۷	۲۰	زنجان	۴۸ ۲۷	۳۶ ۴۱	۱۶۶۳



شکل شماره ۱: موقعیت جغرافیای ایستگاه‌های مورد مطالعه

یخبندان‌هایی که عمدتاً به دلیل فرارفت رخ داده‌اند از یخبندان‌هایی که در اثر تابش ایجاد شده‌اند، دفاتر ثبت گزارش‌های همدیدی هر یک از ایستگاه‌ها در اختیار قرار گرفت. در این مرحله در هر روزی که دمای حداقل صفر درجه سلسیوس و یا کمتر گزارش شده بود، تغییرات کلیه پارامترهای جوی در ساعات دیدبانی، از روزهای قبل و بعد از

یخبندان‌های فرارفتی و انتقال توده هوا از ناحیه‌ای به ناحیه دیگر با تغییرات بارز فراسنج‌های جوی بویژه دمای بیشینه و کمینه همراه است به طوری که در بیشتر موارد تغییری در حدود ۱۰ درجه سلسیوس و گاهی بیشتر ایجاد می‌شود و سبب ریزش هوای سرد با چگالی زیاد شده و در نتیجه پرفشار در روی منطقه تشکیل می‌شود. بر این اساس برای تشخیص

میان، تهران، دوشان تپه و کرج یخبندان‌هایی که در پاییز با فرارفت هوای سرد آغاز می‌شوند دارای درصد بالاتری نسبت به یخبندان‌های تابشی هستند. در صورتی که در نواحی ارومیه، خوی، ماکو، مهاباد، قزوین، زنجان، خرمدره و آبدلی اولین یخبندان پاییزه اکثراً از نوع یخبندان تابشی است. لازم به ذکر است که این نوع یخبندان همراه با فرارفت هوای سرد بوده ولی کاهش دما به اندازه‌ای نیست که توده هوا سبب رخداد یخبندان شود بلکه پس از استقرار توده هوای مزبور، بدلیل دمای بسیار کمتر آن نسبت به روزهای قبل و همچنین صاف شدن آسمان یخبندان‌های تابشی رخ می‌دهد. مسئله جالب توجه این است که در نواحی سراب و تکاب. آغاز کلیه یخبندان‌ها در پاییز در طول دوره آماری در اثر تابش صورت گرفته است که بنظر می‌رسد این مسئله بدلیل موقعیت خاص جغرافیائی این دو ناحیه باشد. بررسی ارقام مربوط به آغاز یخبندان در این جدول گویای این مطلب است که درصد‌های محاسبه شده برای ایستگاه‌های تبریز، جلفا، و مراغه یکسان است. بدین معنی که در هر یک از ایستگاه‌های مذکور ۶۹ درصد از اولین یخبندان‌ها از نوع فرارفتی بوده و ۳۱ درصد از نوع تابشی است.

بررسی سال به سال تاریخ رخداد اولین یخبندان فرارفتی در این سه ناحیه بیانگر آنست که در ۱۰ سال از ۱۳ سال مطالعه، اولین یخبندان‌های فرارفتی در مراغه و جلفا و تبریز در یک روز و یا با فاصله بسیار کمی از یکدیگر رخ داده است در صورتی که در مورد تبریز و مراغه در ۱۲ سال از ۱۳ سال تاریخ رخداد یخبندان‌های فرارفتی تقریباً همزمان بوده است که این امر نشان دهنده آنست که نواحی فوق از یک سامانه جوی تاثیرپذیر هستند و چنانچه فرارفت هوای سردی بر یکی از مناطق فوق اثر گذارد دو منطقه دیگر نیز با فاصله ۱ تا ۲ روز تحت تاثیر قرار می‌گیرند.

یخبندان‌های بهاره در نواحی ارومیه، اهر، تبریز، جلفا، ماکو، مراغه، میان، خرم دره، تهران، دوشان تپه و کرج در بیش از ۵۰ درصد سال‌ها با فرارفت هوای سرد خاتمه می‌یابد. در تبریز ۹۲ درصد از آخرین یخبندان‌ها در بهار از نوع فرارفتی و فقط در حدود ۸ درصد از نوع تابشی است، از اینرو

روزی که یخبندان رخ داده مورد بررسی قرار گرفت تا مشخص شود که یخبندان رخ داده از نوع فرارفتی است یا تابشی. این بررسی برای هر ایستگاه و در هر سال از اولین روزی که در پائیز دمای صفر درجه مشاهده گردید اجرا شد تا تاریخ اولین یخبندان فرارفتی تعیین شود. در بهار نیز برای تعیین آخرین یخبندان فرارفتی به همین ترتیب عمل شد. سپس در برخی از موارد برای اطمینان از فرارفتی بودن یخبندان، نقشه‌های همدیدی مربوط به رخداد فرارفت هوای سرد از روزهای قبل تا بعد از تاثیرگذاری سرمای فرارفتی مورد بررسی قرار گرفت. در این ارتباط نقشه‌های همدیدی سطح زمین و تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال در هر روز در ساعات 1200 UTC و 0000 UTC بررسی شد و سامانه‌های جوی ایجاد کننده فرارفت و گسترده‌گی ناحیه تحت تاثیر مورد شناسائی قرار گرفت. به هر حال تقریباً در کلیه موارد فرارفت هوای سرد به منطقه قبل از رخداد یخبندان‌های تابشی بروز می‌کنند. تفکیک این دو نوع یخبندان با تشخیص اینکه فرارفت هوای سرد در دورن خودش قادر به کاهش دما به نقطه انجماد است یا حرکت هوا به اندازه‌ای ضعیف است که امکان تشکیل وارونگی و وقوع یخبندان تابشی فراهم می‌شود، انجام پذیرفت.

در این بررسی از یخبندان‌هایی که سبب کاهش دمای کمینه در پناهگاه هواشناسی به صفر درجه سلسیوس یا کمتر شده است، بدون توجه به نوع آن «یخبندان تابشی- فرارفتی» یاد می‌شود. چنانچه پس از بررسی مشخص شد که یخبندان از نوع فرارفتی بوده است، اصطلاح، «یخبندان فرارفتی» به کار رفته است. محاسبات آماری مربوط به این بررسی با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام شده است.

نتایج و بحث

درصد رخداد اولین و آخرین یخبندان از انواع تابشی و فرارفتی

درصد رخداد اولین یخبندان‌های پاییزه و آخرین یخبندان‌های بهاره بر حسب نوع یخبندان در جدول (۲) ارائه شده است. بررسی این جدول نشان می‌دهد که در طول دوره آماری در ایستگاه‌های اهر، پیرانشهر، تبریز، جلفا، مراغه،

یخبندان‌های دیررس بهاره در این ناحیه دارای اهمیت زیادی وارد شدن خسارت به محصولات باغی حتمی بوده و قابل بوده و در مواقعی که شدت فرارفت هوای سرد زیاد باشد مبارزه نیست.

جدول شماره ۲- توزیع درصد رخداد اولین سرمای پاییزه و آخرین سرمای بهاره

ردیف	ایستگاه	آغاز یخبندان		خاتمه یخبندان	
		فرارفتی (%)	تابشی (%)	فرارفتی (%)	تابشی (%)
۱	ارومیه	۳۱	۶۹	۵۴	۴۶
۲	اهر	۵۴	۴۶	۶۹	۳۱
۳	پیرانشهر	۶۲	۳۸	۴۶	۵۴
۴	تبریز	۶۹	۳۱	۹۲	۸
۵	تکاب	۰	۱۰۰	۸	۹۲
۶	جلفا	۶۹	۳۱	۶۹	۳۱
۷	خوی	۳۱	۶۹	۲۳	۷۷
۸	سراب	۰	۱۰۰	۸	۹۲
۹	ماکو	۳۹	۶۱	۶۹	۳۱
۱۰	مراغه	۶۹	۳۱	۷۷	۲۳
۱۱	مهاباد	۴۶	۵۴	۴۶	۵۴
۱۲	میانه	۵۴	۴۶	۶۲	۳۸
۱۳	قزوین	۴۳	۵۷	۳۶	۶۴
۱۴	قم	۵۰	۵۰	۳۶	۶۴
۱۵	زنجان	۱۴	۸۶	۲۹	۷۱
۱۶	خرم‌آباد	۴۳	۵۷	۷۱	۲۹
۱۷	آبعلی	۴۳	۵۷	۳۶	۶۴
۱۸	تهران	۸۶	۱۴	۷۹	۲۱
۱۹	دوشان تپه	۵۷	۴۳	۵۷	۴۳
۲۰	کرج	۷۱	۲۹	۵۷	۴۳

میانگین تاریخ رخداد انواع مختلف یخبندان

تفکیک یخبندان‌های فرارفتی و تابشی در هر ایستگاه در طول دوره آماری صورت پذیرفت و سری‌های تاریخ اولین و آخرین یخبندان فرارفتی بدست آمد. در جدول (۳) میانگین، زودترین و دیرترین تاریخ‌های رخداد یخبندان تابشی - فرارفتی در پاییز و بهار و در جدول (۴) میانگین، زودترین و دیرترین تاریخ‌های رخداد یخبندان فرارفتی ارائه شده است. به طوری که نشان داده شده است. بکارگیری معیار هواشناسی " یخبندان فرارفتی " میانگین‌های تفاوتی برای سری جدید یخبندان ارائه نموده است.

میانگین طول دوره رویش

طول دوره بدون یخبندان به فاصله بین آخرین رخداد دمای صفر درجه در بهار و اولین رخداد دمای صفر درجه در پاییز

گفته می‌شود. در این تعریف نوع یخبندان مورد نظر نیست از این رو بصورت طول دوره رویش (تابشی - فرارفتی) تعریف می‌شود. از طرفی فاصله بین آخرین یخبندان فرارفتی در بهار و اولین یخبندان فرارفتی در پاییز طول دوره رویش بالقوه - نامیده می‌شود زیرا چنانچه بتوان با یخبندان‌های تابشی که بعد از آخرین یخبندان فرارفتی در بهار و یا قبل از اولین یخبندان فرارفتی در پاییز رخ می‌دهد مبارزه کرد، طول دوره رویش به حد بالقوه می‌رسد. در جدول (۵) میانگین‌های حاصل از این محاسبات نشان داده شده است. میانگین تعداد روزهای افزوده شده به طول دوره رشد که در نتیجه مبارزه علیه یخبندان حاصل می‌شود در نواحی تبریز، جلفا، مراغه، تهران و کرج کمتر از ۱۰ روز است. از این رو به نظر نمی‌رسد که چنین مبارزه‌ای دارای ارزش اقتصادی باشد. در ارومیه، اهر، پیرانشهر، ماکو، مهاباد، میانه، قزوین، خرمدره و قم از ۱۰ تا

نواحی حتی رخداد یخبندان‌های تابشی نیز سبب کاهش زیاد دما و تداوم آن می‌شود به طوری که بعید به نظر می‌رسد با اعمال روش‌های فعال مبارزه با سرما به افزایش معقول دما رسید.

۲۰ روز به میانگین طول دوره رشد افزوده می‌شود. در نواحی خوی، زنجان، آبدلی و دوشان تپه مبارزه علیه یخبندان بیش از ۲۰ روز به طول دوره رویش اضافه می‌کند. در نواحی سراب و تکاب گرچه آغاز و خاتمه یخبندان‌ها در همه سال‌ها از نوع تابشی است ولی به دلیل موقعیت جغرافیایی و ارتفاع این

جدول شماره (۳): میانگین، زودترین و دیرترین تاریخ آغاز و خاتمه یخبندان‌های تابشی فرارفتی

ردیف	ایستگاه	تاریخ آغاز یخبندان			تاریخ خاتمه یخبندان		
		میانگین	زودترین	دیرترین	میانگین	زودترین	دیرترین
۱	ارومیه	۱۷ آبان	۲۰ مهر	۲۶ آبان	۲۰ فروردین	۱۷ اردیبهشت	
۲	اهر	۳ آبان	۱۷ مهر	۲۹ آبان	۲۴ فروردین	۱۵ اردیبهشت	
۳	پیرانشهر	۲۳ آبان	۶ آبان	۱۱ آذر	۱۷ فروردین	۳ اردیبهشت	
۴	تبریز	۲۳ آبان	۱۱ آبان	۱۵ آذر	۱۱ فروردین	۳ اردیبهشت	
۵	تکاب	۲۲ مهر	۸ مهر	۱۶ آبان	۶ اردیبهشت	۱۵ اردیبهشت	
۶	جلفا	۲۵ آبان	۱۶ آبان	۱۴ آذر	۱۱ فروردین	۱۵ اردیبهشت	
۷	خوی	۹ آبان	۱۶ مهر	۲۳ آبان	۱۹ فروردین	۱۵ اردیبهشت	
۸	سراب	۱۰ مهر	۲۴ شهریور	۲۴ مهر	۱۶ اردیبهشت	۱ خرداد	
۹	ماکو	۱۱ آبان	۱۹ مهر	۲۸ آبان	۱۷ فروردین	۱۵ اردیبهشت	
۱۰	مراغه	۲۵ آبان	۱۰ آبان	۱۴ آذر	۱۱ فروردین	۴ اردیبهشت	
۱۱	مهاباد	۲۲ آبان	۲۰ مهر	۱۴ آذر	۱۴ فروردین	۲۵ فروردین	
۱۲	میانه	۲۵ آبان	۱۱ آبان	۱۴ آذر	۱۱ فروردین	۱۵ اردیبهشت	
۱۳	تهران- مهرآباد	۲۰ آذر	۲۰ آبان	۱۸ دی	۲۴ اسفند	۱۱ فروردین	
۱۴	کرج	۲۶ آبان	۵ آبان	۲۰ آذر	۱۱ فروردین	۱۵ اسفند	
۱۵	آبدلی	۱۱ آبان	۱۵ مهر	۴ آذر	۳ اردیبهشت	۴ خرداد	
۱۶	دوشان تپه	۱۴ آذر	۹ آذر	۲ بهمن	۲۴ اسفند	۶ بهمن	
۱۷	قم	۲۸ آبان	۲۰ آبان	۱۴ آذر	۱۵ اسفند	۱۱ فروردین	
۱۸	قزوین	۲۱ آبان	۲۸ مهر	۹ آذر	۱۶ فروردین	۱۵ اردیبهشت	
۱۹	زنجان	۲۹ مهر	۳۰ شهریور	۱۶ آبان	۸ اردیبهشت	۴ خرداد	
۲۰	خرمدره	۱۰ آبان	۱۶ آذر	۹ آذر	۱۷ فروردین	۱۵ اردیبهشت	

جدول شماره (۴): میانگین، زودترین و دیرترین تاریخ آغاز و خاتمه یخبندان‌های فرارفتی

ردیف	ایستگاه	تاریخ آغاز یخبندان			تاریخ خاتمه یخبندان		
		میانگین	زودترین	دیرترین	میانگین	زودترین	دیرترین
۱	ارومیه	۲۷ آبان	۱۶ آبان	۲۰ آذر	۱۱ فروردین	۲۶ اسفند	۴ اردیبهشت
۲	اهر	۱۳ آبان	۱۷ مهر	۲۹ آبان	۲۰ فروردین	۸ فروردین	۱۵ اردیبهشت
۳	پیرانشهر	۱ آذر	۱۸ آبان	۲۹ آذر	۸ فروردین	۲۲ اسفند	۲۵ فروردین
۴	تبریز	۲۹ آبان	۱۵ آبان	۲۰ آذر	۱۰ فروردین	۲۵ اسفند	۳ اردیبهشت
۵	تکاب	۲۷ آبان	۶ آبان	۱۲ آذر	۲۰ فروردین	۸ فروردین	۴ اردیبهشت
۶	جلفا	۱ آذر	۱۸ آبان	۲۰ آذر	۶ فروردین	۱۸ اسفند	۴ اردیبهشت
۷	خوی	۲۲ آبان	۶ آبان	۱۴ آذر	۹ فروردین	۲۵ اسفند	۴ اردیبهشت
۸	سراب	۲۰ آبان	۴ آبان	۱۲ آذر	۲۲ فروردین	۱۶ فروردین	۱۶ اردیبهشت
۹	ماکو	۲۱ آبان	۵ آبان	۱۳ آذر	۱۲ فروردین	۲۶ اسفند	۴ اردیبهشت
۱۰	مراغه	۳۰ آبان	۱۵ آذر	۲۱ آذر	۹ فروردین	۲۵ اسفند	۲۴ فروردین
۱۱	مهاباد	۳ آذر	۲۱ آبان	۲۱ آذر	۸ فروردین	۲۱ اسفند	۲۳ فروردین
۱۲	میانه	۲ آذر	۲۱ آبان	۱۵ آذر	۶ فروردین	۲۶ اسفند	۲۱ فروردین
۱۳	تهران - مهرآباد	۲۳ آذر	۲۰ آبان	۹ بهمن	۲۱ اسفند	۲۶ بهمن	۱۲ اسفند
۱۴	کرج	۳۰ آبان	۵ آبان	۲۲ آذر	۱۰ فروردین	۹ اسفند	۱۲ اردیبهشت
۱۵	آبعلی	۲۱ آبان	۱۸ مهر	۱۱ آذر	۲۳ فروردین	۱۱ فروردین	۱۸ اردیبهشت
۱۶	دوشان تپه	۲۹ آذر	۲۱ آبان	۹ بهمن	۱۵ اسفند	۱۶ دی	۲۰ فروردین
۱۷	قم	۶ آذر	۲۲ آبان	۲۴ آذر	۱۰ اسفند	۱۹ بهمن	۶ فروردین
۱۸	قزوین	۱ آذر	۲۱ آبان	۲۱ آذر	۸ فروردین	۲۴ اسفند	۲۳ فروردین
۱۹	زنجان	۱۹ آبان	۱۹ مهر	۱۱ آذر	۲۴ فروردین	۹ فروردین	۱۵ اردیبهشت
۲۰	خرمدره	۲۴ آبان	۴ آبان	۱۱ آذر	۱۴ فروردین	۲۹ اسفند	۱۵ اردیبهشت

جدول شماره (۵): میانگین تعداد روزهای بین آخرین یخبندان در بهار و اولین یخبندان در پائیز

تفاوت (روز)	طول دوره رویش (روز)		ایستگاه
	(فرارفتی)	(تابشی - فرارفتی)	
۱۸/۸	۲۳۲/۶	۲۱۳/۸	ارومیه
۱۳/۴	۲۰۸/۲	۱۹۴/۸	اهر
۱۵/۸	۲۳۸/۳	۲۲۲/۵	پیرانشهر
۵/۱	۲۳۴/۳	۲۲۹/۲	تبریز
۵۳	۲۲۲/۳	۱۶۹/۳	تکاب
۹/۸	۲۳۹/۸	۲۳۰	جلفا
۲۲/۴	۲۳۰/۲	۲۰۷/۸	خوی
۶۴/۹	۲۱۴/۸	۱۴۹/۹	سراب
۱۵/۴	۲۲۶/۶	۲۱۱/۲	ماکو
۵/۸	۲۳۵/۷	۲۲۹/۹	مراغه
۱۵/۳	۲۴۱/۱	۲۲۵/۸	مهاباد
۱۰/۳	۲۴۰/۸	۲۳۰/۵	میانه
۶	۲۷۷/۸	۲۷۱/۸	تهران
۶/۱	۲۳۶/۳	۲۳۰/۲	کرج
۲۴/۴	۲۱۳/۵	۱۸۹/۱	آبعلی
۲۵/۱	۲۹۰/۲	۲۶۵/۱	دوشان تپه
۱۷	۲۶۹/۱	۲۵۲/۱	قم
۱۷	۲۳۷/۴	۲۲۰/۴	قزوین
۳۷/۳	۲۱۱/۳	۱۷۴	زنجان
۱۷/۶	۲۲۵/۱	۲۰۷/۵	خرمدره

منابع

۴- کمالی، غلامعلی. ۱۳۸۰. بررسی سرماهای زیانبخش به

کشاورزی ایران و تهیه اطلس اقلیمی آن، گزارش نهایی طرح پژوهشی، سازمان هواشناسی کشور.

5. Attaway, J.A. 1997. A history of Florida citrus freezes. Lake Alfred, Florida: Florida Science Source, Inc.

6. Kalma, J.D., Laughlin, G.P., Caprio, J.M. & Hamer, P.J.C. 1992. Advances in Bioclimatology, 2. The Bio climatology of Frost. Berlin: Springer-Verlag. 144p.

7. Rosenberg, N. J. and R. E. Myers. 1962. The nature of growing season frosts in and along the Platte valley of Nebraska, Monthly Weather Review. 90: 471-476.

۱- براتی، غ. ۱۳۷۵. طراحی و پیش‌بینی الگوهای سینوپتیکی یخبندان‌های بهاره در ایران رساله دکتری اقلیم‌شناسی، گروه جغرافیای دانشگاه تربیت مدرس.

۲- پژوهشکده هواشناسی، ۱۳۸۱. ۱۳۸۱، تعیین پتانسیل وقوع بلایای جوی و اقلیمی کشور، پروژه مطالعه روش‌های مدیریتی در مقابله با بحران‌های جوی و اقلیمی و سازماندهی سیستم‌های هشدار پدیده‌های مخرب جوی، گزارش ۳، جلد دوم، سازمان هواشناسی کشور.

۳- سمیعی، محمود، عسگری، مهدی و خداداد باستانی ۱۳۶۷. شروع و خاتمه یخبندان در ایران، سازمان هواشناسی کشور.

- Model. Boulder, Colorado: Natural Hazards Research and Applications Information Center, University of Colorado. Quick Response Research Report #125. 31p.
11. WMO, 1981. Guide to agricultural meteorological practices, WMO-No.134, Geneva.
 12. WMO, 2001. Lecture notes for training agricultural meteorological personnel, WMO-No. 551, Geneva.
 8. Rosenberg, N. J., B.L. Blad, and S.B. Verma. 1983. Microclimate the biological environment. Wily, New York. 495 pp.
 9. Thom, H. C. S. and R. H. Shaw. 1958. Climatological analysis of freeze data for Iowa, Monthly Weather Review, 86: 251-257.
 10. Tiefenbacher, J.P., Hagelman, R. R. & Secora, R. J. 2000. California citrus freeze of December 1998: Place, Perception and Choice-Developing a Disaster Reconstruction