

بررسی و تحلیل تاریخ آغاز و خاتمه یخبندان‌های تابشی-فرارفتی و فرارفتی در استان‌های آذربایجان غربی و شرقی

• کیوان نوحی، • مزده پدram، • فاطمه صحرائیان و • غلامعلی کمالی

اعضاء هیات علمی پژوهشکده هواشناسی

تاریخ دریافت: مردادماه ۱۳۸۴ تاریخ پذیرش: آذرماه ۱۳۸۵

Email: knoohi@yahoo.com

چکیده

تاریخ‌های آغاز و خاتمه یخبندان بر مبنای دمای حداقل دیدبانی شده در پناهگاه هواشناسی (دمای حداقل کمتر یا مساوی صفر درجه سلسیوس) برای ۱۲ ایستگاه سینوپتیک منطقه آذربایجان در یک دوره مشترک ۱۳ ساله تعیین گردیده و یخبندان‌های فرارفتی با کمک نقشه‌های سینوپتیک و بررسی ساعتی پارامترهای جوی از یخبندان‌های تابشی - فرارفتی تفکیک گردیدند. در این ارتباط سری‌های زمانی اولین یخبندان پائیزه و آخرین یخبندان بهاره از نوع فرارفتی و تابشی - فرارفتی تشکیل شده و مشخص گردید که این سریها تصادفی بوده و از تابع توزیع نرمال تبعیت می‌کنند. این بررسی نشان می‌دهد که به طور میانگین یخبندان‌های فرارفتی در منطقه از ۶ تا ۴۰ روز دیرتر از یخبندان‌های تابشی - فرارفتی در پائیز آغاز گردیده و ۱ تا ۲۵ روز زودتر در بهار خاتمه می‌یابد. طول فصل رشد بالقوه که به صورت فاصله بین آخرین یخبندان بهاره فرارفتی و اولین یخبندان پائیزه فرارفتی تعریف می‌شود محاسبه گردید و نشان داده شد که نسبت به فصل رشدی که با محاسبه فاصله زمانی از رخداد آخرین دمای صفر یا کمتر در بهار تا اولین رخداد دمای صفر یا کمتر در پاییز تعیین می‌گردد، با توجه به شرایط محلی از ۵ تا ۶۵ روز طولانی‌تر است. چنانچه با اعمال مدیریت صحیح، با یخبندان‌های تابشی مبارزه گردد می‌توان از طولانی‌تر شدن فصل رشد به نحو مطلوب استفاده کرد. تعداد یخبندان‌های تابشی قبل از اولین یخبندان فرارفتی در پائیز و بعد از آخرین یخبندان فرارفتی در بهار محاسبه گردید تا از این طریق قابلیت اجرای عملیات محافظت از سرما برای محصولات ویژه در منطقه مورد ارزیابی قرار گیرد.

کلمات کلیدی: یخبندان تابشی، یخبندان فرارفتی، طول فصل رشد، آذربایجان غربی، آذربایجان شرقی

Pajouhesh & Sazandegi No:75 pp: 78-85

Analysis of first fall and last Spring advection and radiation-advection frosts in Azerbaijan provinces

By: K. Noohi, M. Pedram, F. Sahraian, G. A. Kamali

Atmospheric Science and Meteorological Research Center (ASMERC)

Dates of first fall and last spring frosts on the basis of minimum shelter temperature equal or less than 0°C were determined for 12 synoptic stations for period 1986-2000 in Azerbaijan region. The advection frost was determined based on using of synoptic maps and studying of meteorological elements in different hours. In this work, we found that series of first fall and last spring advection and radiation-advection frosts are random and normally distributed. This study shows that on the average advection frosts start from 6 to 40 days later than radiation-advection frosts in fall and ends 2 to 25 days earlier in spring. Potential growing season that is interval between last spring and first fall advection frost is found to be from 5 to 65 days longer than the growing season defined by the interval from last spring to first fall occurrences of minimum temperature equal or less than 0°C . Crop protection against radiation frosts can bring about too much benefit. To assess whether practical protection of some special crops against radiation frosts is done or not, the number of radiation frosts before first advection frost in fall and after last advection frost in spring, were determined.

Keywords: Advection frost, Radiation frost, Length of growing season, West Azabaigan, East Azarbaigan

مقدمه

در سطوح احتمالی انتخابی توسط کمالی (۵) صورت پذیرفته است. یخبندان براساس وضعیت جوی و عوامل بوجود آورنده آن به دو نوع فرارفتی و تابشی تقسیم می‌گردد. یخبندان تابشی که در خلال شب‌های بدون باد و صاف رخ می‌دهد با یخبندان فرارفتی که در اثر انتقال توده هوای سرد در مقیاس وسیع رخ می‌دهد متفاوت است. یخبندان‌های تابشی نباید به عنوان یک خطر اجتناب ناپذیر برای کشاورزی پذیرفته شود. در مناطقی که هم فراوانی و هم شدت چنین یخبندان‌هایی محدود است با انجام عملیات مدیریتی مناسب بر روی خاک و گیاه، و در شرایط کاملاً سخت این نوع یخبندانها با اعمال روش‌های فعال، امکان حذف و یا به حداقل رساندن خسارت وجود دارد (۱۰). در حالت یخبندان‌های فرارفتی، هیچکدام از روش‌های مبارزه، محافظت موثری را ایجاد نمی‌کنند. در خلال یک یخبندان فرارفتی، فرایندهای تابشی نیز در تبادل گرما سهیم هستند. Rosenberg (۶) اشاره می‌کند که به طور میانگین یخبندان‌های فرارفتی در بهار زودتر از یخبندان‌های تابشی و در پاییز دیرتر از یخبندان‌های تابشی رخ داده و دوره دوام این نوع یخبندان‌ها طولانی‌تر است.

فرارفت هوای سرد در اسفند ۱۳۸۲، پس از گرم‌شدن نسبی هوا و بازشدن شکوفه‌ها، سبب نوسانات شدید دمائی در سطح وسیعی از کشور گردید. این سرمای نابهنگام که به زلزله سبز معروف شد، باعث خساراتی بالغ به حدود ۱۱۰۰ میلیارد ریال به باغداران و کشاورزان استان آذربایجان شرقی گردید. این امر سبب شد که ۵۲ محصول کشاورزی این استان تحت پوشش بیمه محصولات کشاورزی قرار گیرد (۳).

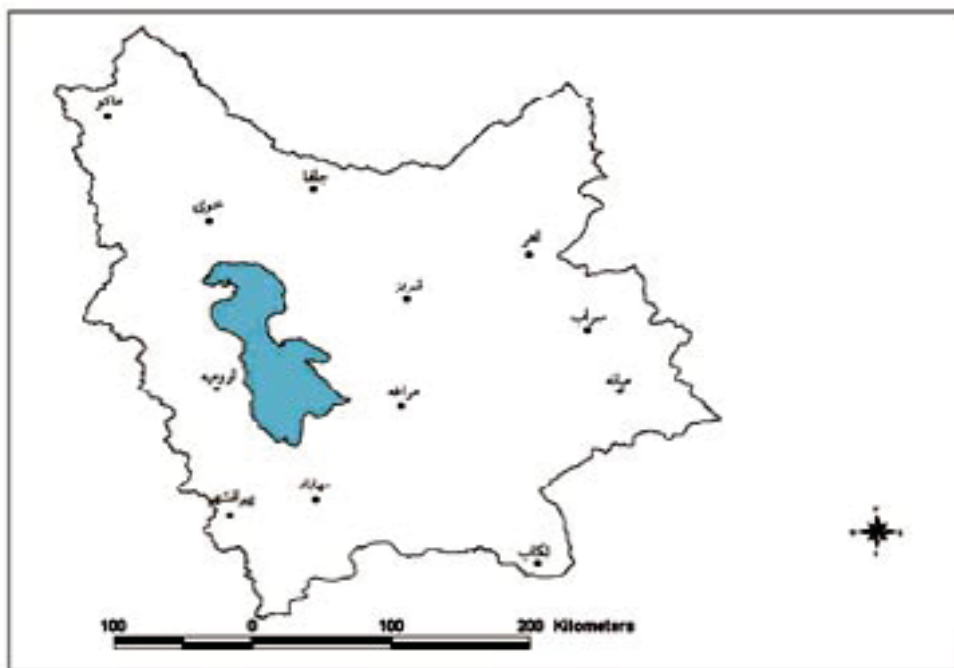
Rosenberg (۷) تاریخ‌های رخداد اولین یخبندان پاییزه و آخرین یخبندان بهاره مربوط به دمای آستانه صفر درجه سلسیوس را در دره پلت در ایالت نبراسکا روی آمار ۳۰ ساله مورد مطالعه قرار داد و پس از تعیین نوع یخبندان مشخص گردید که سری‌های آماری اولین و آخرین یخبندان

یکی از مهمترین عوامل خسارت‌زا بر تولیدات کشاورزی پدیده سرما و یخبندان است. به سبب آسیب‌های ناشی از پدیده یخبندان پتانسیل تولید بسیاری از محصولات کشاورزی و باغی در مناطق آسیب‌پذیر کشور کاهش می‌یابد. 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 (۲).

تاریخ‌های رخداد اولین دمای صفر درجه در پائیز و آخرین رخداد آن در بهار به لحاظ کشاورزی دارای اهمیت می‌باشد. از تاریخ‌های رخداد اولین و آخرین یخبندان‌ها در پائیز و بهار میانگین طول دوره رویش به دست می‌آید. این اطلاعات در تعیین گونه‌ها و واریته‌های مناسب جهت کاشت در منطقه به کار می‌آید. اگر احتمالات یا چگونگی توزیع این تاریخ‌ها در اطراف میانگین تعیین گردد، استفاده از این داده‌ها مفیدتر خواهد شد. این جداول به ویژه برای تخمین دوره بدون یخبندان برای محصول معین بکار می‌رود (۹). Show و Tom (۸) نشان دادند که سری‌های تاریخ یخبندان که از دماهای حداقل هوا استخراج می‌گردد به صورت تصادفی توزیع یافته‌اند و از توزیع نرمال پیروی می‌کنند. از این رو محاسبه جداول احتمالات امکان‌پذیر می‌گردد. سمیعی (۴) با بهره‌گیری از روش‌های آماری و با استفاده از داده‌های روزانه دمای حداقل ایستگاه‌های همدیدی و با کاربرد معکوس توزیع مدل‌های ترکیبی جداول مربوط به تخمین تاریخ‌های شروع و خاتمه یخبندان‌های پاییزه و بهاره را در سطوح احتمالی انتخابی و در ۱۲ آستانه بحرانی دما ارائه نموده است. در این بررسی برای اولین بار طول دوره رویش استخراج گردیده است. ترسیم نقشه‌های هم احتمال تاریخ رخداد اولین یخبندان پاییزه و آخرین یخبندان بهاره و طول دوره بدون یخبندان

دیگر با تغییرات بارز پارامترهای جوی مانند فشار، دمای حداقل، دمای حداکثر، سمت و تندی باد، ابرناکی و بروز پدیده‌هایی که بیانگر فرارفت هوای سرد می‌باشند، همراه هستند. براین اساس برای تشخیص نوع یخبندان‌ها، دفاتر ثبت گزارش‌های همدیدی هر یک از ایستگاهها در اختیار قرار گرفت. در این مرحله از بررسی تغییرات کلیه پارامترهای فوق‌الذکر در ساعات دیدبانی، قبل و بعد از روزی که دمای حداقل صفر درجه سلسیوس گزارش گردیده بود، مورد بررسی قرار گرفت تا مشخص گردد که یخبندان رخ داده از نوع فرارفتی است یا تابشی. این بررسی برای هر ایستگاه و در هر سال برای تعیین آغاز و خاتمه یخبندانهای فرارفتی در طول دوره ریسک صورت پذیرفت. دوره ریسک برای تعیین آغاز یخبندان عبارتست از فاصله بین زودترین و دیرترین تاریخ

فرارفتی تصادفی بوده و به صورت نرمال توزیع یافته‌اند. در بررسی حاضر ماهیت اولین یخبندان پاییزه و آخرین یخبندان بهاره با بکارگیری گزارشات ساعتی پارامترهای جوی همراه با نقشه‌های همدیدی تشخیص داده شد و با استفاده از اطلاعات حاصله طول فصل رشد بالقوه تعریف گردید. با تعیین تاریخ‌های آغاز و خاتمه یخبندانهای فرارفتی، امکان مبارزه با یخبندان در نواحی مختلف استان قابل ارزیابی می‌گردد. در این بررسی گزارشات آماری ۱۲ ایستگاه سینوپتیک (۱) واقع در استانهای آذربایجان غربی و شرقی مورد استفاده قرار گرفت. نقشه و محل ایستگاهها در شکل ۱- و مختصات جغرافیائی آنها در جدول ۱- ارائه گردیده است

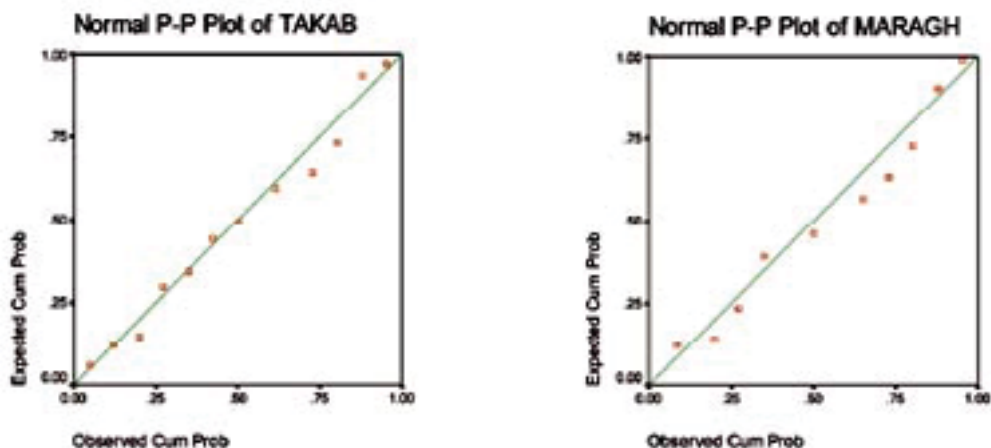


شکل (۱): موقعیت ایستگاه‌های سینوپتیک مورد مطالعه در استانهای آذربایجان غربی و شرقی

آغاز و خاتمه یخبندان در منطقه که با استناد به رخدادهای حداقل صفر درجه در پناهگاه هواشناسی، در طول دوره آماری موجود ایستگاهها رخ داده است. این فاصله زمانی برای آغاز یخبندان بین ۹ سپتامبر تا ۱۸ دسامبر و برای خاتمه یخبندان بین ۱۰ مارس تا ۲۰ ژوئن می‌باشد. این فواصل زمانی در اجرای برنامه کامپیوتری پیش گفته نیز لحاظ گردیده است. محاسبات آماری مربوط به این بررسی با استفاده از نرم افزار SPSS انجام گردید. تصادفی بودن سری‌های آغاز و خاتمه یخبندانهای فرارفتی با آزمون گردش حول میانه (Run test) و نرمال بودن این سری‌ها با بکارگیری کاغذ نرمال به نام منحنی نرمال P-P مورد آزمون قرار گرفت. پس از تعیین نوع یخبندان به لحاظ اطمینان از فرارفتی بودن آن نقشه‌های همدیدی مربوط به رخدادهای فرارفت هوای سرد از روزهای قبل تا بعد از تاثیرگذاری یخبندان فرارفتی مورد بررسی قرار گرفت. در این ارتباط نقشه‌های همدیدی سطح زمین و تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال در هر روز در ساعات ۱۲:۰۰ UTC و ۰۰:۰۰ UTC بررسی گردید و سامانه‌های جوی ایجادکننده فرارفت و گسترده‌گی ناحیه تحت تاثیر مورد شناسائی قرار گرفت. بهرحال تقریباً در کلیه موارد فرارفت هوای سرد به منطقه قبل

مواد و روش‌ها

دوره آماری بکار رفته در این بررسی از (۱۹۸۸-۱۹۸۷) تا (۲۰۰۰-۱۹۹۹) می‌باشد. با استفاده از دمای حداقل روزانه، تاریخ‌های عبور دمای صفر درجه سلسیوس در پائیز و بهار با اجرای یک برنامه کامپیوتری استخراج گردید. جهت 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 گردیده و تاریخ خاتمه یخبندان در سال میلادی بعدی قرار می‌گیرد. نظر به اهمیت پتانسیل بالای رخدادهای یخبندانهای فرارفتی در این نواحی، تعیین تاریخ آغاز یخبندانهای فرارفتی در پائیز و تاریخ پایان آنها در بهار و به طور کلی تفکیک این دو نوع یخبندان از یکدیگر اهمیت ویژه‌ای دارد. یخبندانهای فرارفتی و انتقال توده هوا از نقطه‌ای به نقطه



شکل (۲): آزمون نرمال بودن سری‌های خاتمه یخبندان فرارفتی در نواحی تکاب و مراغه

نتایج و بحث

درصد رخداد اولین و آخرین یخبندان از انواع تابشی و فرارفتی

درصد رخداد اولین یخبندان پائیزه و آخرین یخبندان بهاره برحسب نوع یخبندان در جدول ۳ ارائه گردیده است. بررسی این جدول نشان می‌دهد که در طول دوره آماری در ایستگاه‌های اهر، پیرانشهر، تبریز، جلفا، مراغه و میانه یخبندان‌هایی که در پاییز با فرارفت هوای سرد آغاز می‌شوند دارای درصد بالاتری نسبت به یخبندان‌های تابشی می‌باشند. در صورتی که در نواحی ارومیه، خوی، ماکو و مهاباد اولین یخبندان پائیزه 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

از رخداد یخبندان‌های تابشی بروز می‌کنند. این مسئله با تشخیص اینکه فرارفت هوای سرد در درون خودش قادر به کاهش دما به نقطه انجماد است یا حرکت هوا به اندازه‌ای ضعیف است که تشکیل و وارونگی تابشی امکان پذیر می‌گردد، انجام پذیرفت.

در این بررسی از یخبندان‌هایی که سبب کاهش دمایی حداقل در پناهگاه هواشناسی به صفر درجه سلسیوس یا کمتر از آن شده است، بدون توجه به نوع آن یخبندان تابشی - فرارفتی یاد می‌گردد. چنانچه پس از بررسی، نوع یخبندان فرارفتی تشخیص داده شود، یخبندان فرارفتی بکار می‌رود. تفکیک یخبندان‌های فرارفتی و تابشی به عنوان نمونه برای ایستگاه مراغه در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول (۱): مختصات جغرافیایی ایستگاه‌های سینوپتیک مورد مطالعه در استانهای آذربایجان غربی و شرقی

ردیف	نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (متر)
۱	ارومیه	۴۵ - ۰۵	۳۷ - ۳۲	۱۳۱۵/۹
۲	اهر	۴۷ - ۰۴	۳۸ - ۲۶	۱۳۹۰/۵
۳	پیرانشهر	۴۵ - ۰۸	۳۶ - ۴۰	۱۴۵۵
۴	تبریز	۴۶ - ۱۷	۳۸ - ۰۵	۱۳۶۱
۵	تکاب	۴۷ - ۰۷	۳۶ - ۲۳	۱۷۶۵
۶	جلفا	۴۵ - ۴۰	۳۸ - ۴۵	۷۳۶/۲
۷	خوی	۴۴ - ۵۸	۳۸ - ۳۳	۱۱۰۳
۸	سراب	۴۷ - ۳۲	۳۷ - ۵۶	۱۶۸۲
۹	ماکو	۴۴ - ۲۶	۳۹ - ۲۰	۱۴۱۱/۳
۱۰	مراغه	۴۶ - ۱۶	۳۷ - ۲۴	۱۴۷۷/۷
۱۱	مهاباد	۴۵ - ۴۳	۳۶ - ۴۶	۱۳۸۵
۱۲	میانه	۴۷ - ۴۲	۳۷ - ۲۷	۱۱۱۰

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 تاثیر پذیر 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. بررسی ارقام مربوط به خاتمه یخبندان در جدول-۳ نشان می‌دهد که در بیش از ۵۰٪ مواقع خاتمه یخبندان‌ها در ایستگاه‌های ارومیه، اهر، تبریز، جلفا، ماکو، مراغه، میانه، از نوع فرارفتی و در بقیه ایستگاهها خاتمه یخبندان‌های بهاره اکثراً از نوع تابشی می‌باشد. در ایستگاه تبریز ۹۲ درصد از آخرین یخبندان‌ها در بهار از نوع فرارفتی و فقط در حدود ۸ درصد از نوع تابشی می‌باشد، از اینرو در مواقعی که شدت فرارفت هوای سرد زیاد باشد وارد شدن خسارت به محصولات باغی حتمی بوده و قابل مبارزه نمی‌باشد. در ایستگاه‌های تکاب و سراب در حدود ۸ درصد از یخبندان‌های بهاره با فرارفت هوای سرد خاتمه می‌یابد و در بقیه موارد خاتمه یخبندان‌های بهاره از نوع تابشی است. در نواحی اهر و جلفا و ماکو

سبب رخداد یخبندان گردد بلکه پس از استقرار توده هوای مزبور، به دلیل 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 پائیز در طول دوره آماری در اثر تابش صورت گرفته است که به نظر می‌رسد این مسئله به دلیل موقعیت خاص جغرافیائی این دو ایستگاه باشد.

بررسی ارقام مربوط به آغاز یخبندان در جدول-۳ گویای این مطلب است که درصدهای محاسبه شده برای ایستگاههای تبریز، جلفا، و مراغه یکسان می‌باشد. بدین معنی که در هر یک از ایستگاه‌های مذکور ۶۹/۲ درصد از اولین یخبندان‌ها از نوع فرارفتی بوده و ۳۰/۸ درصد از نوع تابشی است. بررسی سال به سال تاریخ رخداد اولین یخبندان فرارفتی در این سه ایستگاه بیانگر آن است 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

جدول (۲)- تاریخ‌های آغاز و خاتمه یخبندان‌های تابشی_فرارفتی، تابشی و فرارفتی در طول دوره مورد بررسی در ایستگاه مراغه

تاریخ آغاز یخبندان						
سال	تابشی-فرارفتی	شماره روز	تابشی	شماره روز	فرارفتی	شماره روز
۱۹۸۷-۱۹۸۸	۱۱ - نوامبر	۷۲	۱۱ - نوامبر	۷۲	۲۸ - نوامبر	۸۹
۱۹۸۸-۱۹۸۹	۱۴ - نوامبر	۷۵	۰	۰	۱۴ - نوامبر	۷۵
۱۹۸۹-۱۹۹۰	۲۰ - نوامبر	۸۱	۰	۰	۲۰ - نوامبر	۸۱
۱۹۹۰-۱۹۹۱	۱۴ - نوامبر	۷۵	۰	۰	۱۴ - نوامبر	۷۵
۱۹۹۱-۱۹۹۲	۱۷ - نوامبر	۷۸	۱۷ - نوامبر	۷۸	۲ - دسامبر	۹۳
۱۹۹۲-۱۹۹۳	۲۳ - نوامبر	۸۴	۰	۰	۲۳ - نوامبر	۸۴
۱۹۹۳-۱۹۹۴	۱۳ - نوامبر	۷۴	۰	۰	۱۳ - نوامبر	۷۴
۱۹۹۴-۱۹۹۵	۶ - نوامبر	۶۷	۰	۰	۶ - نوامبر	۶۷
۱۹۹۵-۱۹۹۶	۱۲ - نوامبر	۷۳	۰	۰	۱۲ - نوامبر	۷۳
۱۹۹۶-۱۹۹۷	۱۲ - نوامبر	۷۳	۰	۰	۱۲ - نوامبر	۷۳
۱۹۹۷-۱۹۹۸	۲۷ - نوامبر	۸۸	۲۷ - نوامبر	۸۸	۱۲ - دسامبر	۱۰۳
۱۹۹۸-۱۹۹۹	۵ - دسامبر	۹۶	۰	۰	۵ - دسامبر	۹۶
۱۹۹۹-۲۰۰۰	۱ - نوامبر	۶۲	۱ - نوامبر	۶۲	۲۸ - نوامبر	۸۹
میانگین	۱۶ - نوامبر	۷۶/۸			۲۱ - نوامبر	۸۲/۴۶
انحراف معیار		۸/۸۸				۱۰/۸۳
ضریب تغییرات		۰/۱۲				۰/۱۳۱
کشیدگی		۰/۶۴				۰/۴۶۹
پخی		۰/۸				-۰/۸

تاریخ خاتمه یخبندان						
سال	تابشی-فرارفتی	شماره روز	تابشی	شماره روز	فرارفتی	شماره روز
1987-1988	8 - آوریل	220	8- آوریل	220	2 - آوریل	214
1988-1989	31 - مارس	0	0	212	31 - مارس	212
1989-1990	5 - آوریل	0	0	217	5 - آوریل	217
1990-1991	16 - مارس	0	0	197	16 - مارس	197
1991-1992	28 - مارس	0	0	209	28 - مارس	209
1992-1993	24 - آوریل	0	0	236	24 - آوریل	236
1993-1994	17 - مارس	0	0	198	17 - مارس	198
1994-1995	28 - مارس	0	0	209	28 - مارس	209
1995-1996	27 - مارس	208	27 - مارس	208	21 - مارس	202
1996-1997	13 - آوریل	0	0	225	13 - آوریل	225
1997-1998	26 - مارس	0	0	207	26 - مارس	207
1998-1999	28 - مارس	0	0	209	28 - مارس	209
1999-2000	28 - مارس	209	28 - مارس	209	16 - مارس	197
میانگین	31 - مارس			212	29 - مارس	210/2
انحراف معیار				10/54		11/3
ضریب تغییرات				0/05		0/05
کشیدگی				0/863		0/96
پخی				1/168		1/04

تکاب و مراغه نشان می‌دهد

بررسی جدول-۴ گویای آن است که به طور میانگین اولین یخبندان‌های فرارفتی در پائیز در منطقه در فاصله ۴ تا ۲۴ نوامبر (۱۳) آبان تا ۳ آذر) رخ می‌دهد. زودترین تاریخ رخداد اولین یخبندان فرارفتی در ناحیه اهر و دیرترین تاریخ رخداد اولین یخبندان فرارفتی در مهاباد بوده و میانگین منطقه در روز ۱۷ نوامبر می‌باشد. رخداد اولین دمای صفر درجه در پائیز با آغاز یخبندان تابشی-فرارفتی در منطقه از ۲ اکتبر تا ۱۶ نوامبر (۱۰ مهر تا ۲۵ آبان) متغیر است. تاریخ‌های رخداد اولین یخبندان تابشی-فرارفتی و فرارفتی به جز در نواحی سراب و تکاب دارای تفاوت فاحش نمی‌باشد که این امر نشان می‌دهد که در اکثر مواقع یخبندان پائیزه در اثر فرارفت هوای سرد آغاز می‌گردد. این تفاوت بیانگر آن است که به غیر از نواحی سراب و تکاب، می‌توان برداشت محصولات پائیزه را از ۶ تا ۱۳ روز به عقب انداخت و این امر زمانی مقدور است که امکانات مبارزه با سرماهای تابشی فراهم باشد.

میانگین تاریخ خاتمه یخبندان‌های فرارفتی در منطقه مورد مطالعه از ۲۶ مارس تا ۱۱ آوریل (۶ فروردین تا ۲۲ فروردین) محاسبه گردیده است. زودترین تاریخ مربوط به جلفا و میانه و دیرترین تاریخ مربوط به سراب می‌باشد. به جز نواحی اهر، تکاب و سراب که خاتمه یخبندان‌های فرارفتی از ۹ تا ۱۱ آوریل رخ می‌دهد، در ۹ ایستگاه دیگر یخبندان‌های فرارفتی از ۲۶ مارس تا اول آوریل خاتمه می‌یابند. ذکر این نکته لازم است که به دلیل کمی سال‌هایی که آغاز یا خاتمه یخبندان‌ها به دلیل تابش است، عمل میانگین‌گیری جهت تعیین میانگین

در حدود ۶۹ درصد از آخرین یخبندان‌های بهاره از نوع فرارفتی می‌باشد. بررسی سال به سال تاریخ رخداد آخرین یخبندان‌های فرارفتی در بهار در نواحی ماکو و جلفا نشان دهنده همگونی بسیار زیاد این دو ناحیه به لحاظ تأثیرپذیری تقریباً یکسان از سامانه‌های ورودی به منطقه مورد مطالعه می‌باشد. در صورتی که چنین همسانی در سامانه‌های پائیزه این دو ناحیه مشاهده نگردید.

گرچه در آغاز یخبندان‌های فرارفتی در نواحی مراغه و تبریز، بیش از ۹۰٪ مواقع همگونی وجود دارد ولی در بهار فقط در ۹ سال از ۱۳ سال مورد مطالعه خاتمه یخبندان‌های فرارفتی این دوناحیه در یک تاریخ و یا با فاصله یک روز رخ داده است.

مقایسه بین در صد آغاز یخبندان‌های فرارفتی در پائیز و خاتمه یخبندان‌های فرارفتی در بهار گویای آن که در بهار درصد بالاتری از خاتمه یخبندان‌ها از نوع فرارفتی است.

میانگین تاریخ‌های رخداد انواع مختلف یخبندان

در جدول (۴) میانگین تاریخ آغاز و خاتمه یخبندان‌های تابشی-فرارفتی و فرارفتی ارائه گردیده است. سری‌های تاریخ اولین و آخرین یخبندان تابشی-فرارفتی و فرارفتی در کلیه ایستگاه‌ها مورد آزمون گرفت که نتایج به دست آمده حاکی از تصادفی بودن همه آنها می‌باشد اما تعداد کمی از سری‌های مذکور نسبت به توزیع نرمال تا حدی انحراف دارند که به نظر می‌رسد این امر به دلیل کوتاهی طول دوره آماری باشد. شکل (۲) برای نمونه، آزمون نرمال بودن سری‌های خاتمه یخبندان فرارفتی را در

جدول (۳): درصد توزیع انواع یخبندان‌های بهاره و پائیزه

نام ایستگاه	آغاز یخبندان		خاتمه یخبندان	
	تابشی (%)	فرارفتی (%)	تابشی (%)	فرارفتی (%)
۱ ارومیه	۶۹/۲	۳۰/۸	۴۶/۲	۵۳/۸
۲ اهر	۴۶/۲	۵۳/۸	۳۰/۸	۶۹/۲
۳ پیرانشهر	۳۸/۵	۶۱/۵	۵۳/۸	۴۶/۲
۴ تبریز	۳۰/۸	۶۹/۲	۷/۷	۹۲/۳
۵ تکاب	۱۰۰	۰	۹۲/۳	۷/۷
۶ جلفا	۳۰/۸	۶۹/۲	۳۰/۸	۶۹/۲
۷ خوی	۶۹/۲	۳۰/۸	۷۶/۹	۲۳/۱
۸ سراب	۱۰۰	۰	۹۲/۳	۷/۷
۹ ماکو	۶۱/۵	۳۸/۵	۳۰/۸	۶۹/۲
۱۰ مراغه	۳۰/۸	۶۹/۲	۲۳/۱	۷۶/۹
۱۱ مهاباد	۵۳/۸	۴۶/۲	۵۳/۸	۴۶/۲
۱۲ میانه	۴۶/۲	۵۳/۸	۳۸/۵	۶۱/۵

جدول (۴): میانگین تاریخ‌های رخداد انواع مختلف یخبندان در پائیز و بهار

نام ایستگاه	آغاز یخبندان		خاتمه یخبندان	
	تابشی - فرارفتی	فرارفتی	تابشی - فرارفتی	فرارفتی
ارومیه	۸ - نوامبر	۱۸ - نوامبر	۹ - آوریل	۳۱ - مارس
اهر	۲۵ - اکتبر	۴ - نوامبر	۱۳ - آوریل	۹ - آوریل
پیرانشهر	۱۴ - نوامبر	۲۲ - نوامبر	۶ - آوریل	۲۸ - مارس
تبریز	۱۴ - نوامبر	۲۰ - نوامبر	۳۱ - مارس	۳۰ - مارس
تکاب	۱۴ - اکتبر	۱۸ - نوامبر	۲۶ - آوریل	۹ - آوریل
جلفا	۱۶ - نوامبر	۲۲ - نوامبر	۳۱ - مارس	۲۶ - مارس
خوی	۳۱ - اکتبر	۱۳ - نوامبر	۸ - آوریل	۲۹ - مارس
سراب	۲ - اکتبر	۱۱ - نوامبر	۶ - مه	۱۱ - آوریل
ماکو	۲ - نوامبر	۱۲ - نوامبر	۶ - آوریل	۱ - آوریل
مراغه	۱۶ - نوامبر	۲۱ - نوامبر	۳۱ - مارس	۲۹ - مارس
مهاباد	۱۳ - نوامبر	۲۴ - نوامبر	۳ - آوریل	۲۸ - مارس
میانه	۱۶ - نوامبر	۲۳ - نوامبر	۳۱ - مارس	۲۶ - مارس
میانگین	۴ - نوامبر	۱۷ - نوامبر	۹ - آوریل	۱ - آوریل
دیرترین	۱۶ - نوامبر	۲۴ - نوامبر	۶ - مه	۱۱ - آوریل
زودترین	۲ - اکتبر	۴ - نوامبر	۳۰ - مارس	۲۶ - مارس

تاریخ رخداد یخبندان‌های تابشی معنی‌دار نمی‌باشد. از این جهت این میانگین فقط در مورد دو ناحیه سراب و تکاب که در کلیه سال‌ها آغاز و خاتمه یخبندان‌ها از نوع تابشی است معنی‌دار می‌باشد. از این رو این دو ناحیه به لحاظ تفاوت در رخداد یخبندان‌های تابشی و فرارفتی مورد بحث قرار می‌گیرد. در نواحی سراب و تکاب میانگین رخداد اولین یخبندان‌های تابشی به ترتیب در ۲ اکتبر (۱۰ مهر) و ۱۴ اکتبر (۲۲ مهر) رخ می‌دهد در حالیکه میانگین رخداد اولین یخبندان فرارفتی در پائیز به ترتیب در ۱۱ نوامبر (۲۰ آبان) و ۱۸ نوامبر (۲۷ آبان) حادث می‌گردد، بطوریکه تفاوت حاصل به ترتیب برابر با ۴۰ و ۳۵ روز است. این محاسبات در مورد خاتمه یخبندان‌ها در مورد سراب ۲۵ و در تکاب ۱۷ روز است. با این ترتیب اگر صرفاً دمای هوا جهت آغاز رشد لحاظ گردد در صورت امکان محافظت از یخبندان‌های تابشی کشت بهاره در این نواحی به ترتیب ۲۵ و ۱۷ روز زودتر قابل اجرا است. بهرحال به علت طولانی بودن دوره یخبندان در ناحیه سراب در بین محصولات زراعی کشت شده در منطقه، سیب زمینی که یک محصول سردسیری است دارای بالاترین سطح زیر کشت بوده و از بین درختان میوه درخت سیب که دارای نیاز سرمایی بیشتری است در منطقه به طور عمده کشت می‌گردد.

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 پائیز گفته می‌شود. در این تعریف نوع یخبندان موردنظر نبوده از این رو به صورت طول دوره رویش (تابشی-فرارفتی) تعریف می‌شود. از طرفی فاصله بین آخرین یخبندان فرارفتی در بهار و اولین یخبندان فرارفتی در پائیز را طول دوره رویش بالقوه می‌نامیم زیرا چنانچه بتوان با یخبندان‌های تابشی که بعد از آخرین یخبندان فرارفتی و یا قبل از اولین یخبندان فرارفتی رخ می‌دهند مبارزه کرد طول دوره رویش به حد بالقوه می‌رسد، در جدول ۵- میانگین طول دوره رویش تابشی-فرارفتی و فرارفتی نشان داده شده است.

با تکیه بر طول دوره رویش بالقوه، طول دوره رویش در سراب و تکاب به ترتیب ۶۵ روز و ۵۳ روز افزایش می‌یابد. میانگین افزایش طول دوره رشد در بقیه نواحی از ۵ تا ۲۲ روز محاسبه گردیده است.

شایان ذکر است که در نواحی سراب و تکاب در صورت مبارزه با سرما و یخبندان‌های تابشی امکان افزایش مقادیر فوق به دوره بدون یخبندان وجود دارد ولی بررسی ساعتی تداوم دمای یخبندان در این نواحی نشان داد که یخبندان‌های تابشی در روزهای متوالی تداوم داشته بطوریکه هر روز ساعات زیادی در دمای یخبندان قرار دارد. از این رو در نواحی مذکور تصمیم‌گیری در مورد اجرای عملیات مبارزه با یخبندان می‌بایست از روی احتیاط صورت پذیرد.

جدول (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

جدول ۶- تعداد روزهای یخبندان در فاصله بین اولین یخبندان تابشی در پائیز با آخرین یخبندان تابشی در بهار و یخبندان فرارفتی مربوط

ایستگاه	اولین یخبندان تابشی در پائیز	آخرین یخبندان فرارفتی در بهار تا آخرین یخبندان تابشی
	دامنه تغییرات (روز)	دامنه تغییرات (روز)
میانه	۰ تا ۸	۰ تا ۳
تکاب	۴ تا ۲۷	۰ تا ۱۰
خوی	۰ تا ۱۶	۰ تا ۹
پیرانشهر	۰ تا ۹	۰ تا ۴
تبریز	۰ تا ۹	۰ تا ۱
مراغه	۰ تا ۷	۰ تا ۳
ماکو	۰ تا ۹	۰ تا ۳
اهر	۰ تا ۴	۰ تا ۳
جلفا	۰ تا ۱۰	۰ تا ۲
سراب	۸ تا ۳۱	۰ تا ۱۰
ارومیه	۰ تا ۱۴	۰ تا ۳
مهاباد	۰ تا ۷	۰ تا ۴

Microclimate the biological environment. Wiley, New York. 495 pp.

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

8- Thom, H. C. S. and R. H. Shaw, 1958; Climatological analysis of freeze data for Iowa, Monthly Weather Review, 86: 251-257.

9- WMO, 1981; Guide to agricultural meteorological practices, WMO-No. 134, Geneva.

10- WMO, 2001; Lecture notes for training agricultural meteorological personnel, WMO- No. 551, Geneva.

با توجه به اینکه در تبریز و مراغه در صورت مبارزه فقط ۵ یا ۶ روز به طول دوره رویش اضافه می‌گردد، بنظر می‌رسد در این نواحی مبارزه علیه یخبندان صرفاً صرف هزینه بوده و بازتابی در کاهش خسارت نخواهد داشت زیرا در اکثر موارد آغاز و خاتمه یخبندان‌ها با فرارفت هوای سرد همراه است که قابل مبارزه نمی‌باشد. بهر حال مبارزه غیر فعال در منطقه علیه یخبندان مانند استفاده از ارقام مقاوم به سرما و کشت در دامنه‌ها در درازمدت نتایج مفیدی به همراه دارد.

جهت تصمیم‌گیری برای مبارزه با یخبندان تعداد یخبندان‌های تابشی که قبل از آغاز یخبندان فرارفتی در پائیز و یا بعد از خاتمه یخبندان فرارفتی در بهار رخ می‌دهد، مورد شمارش قرار گرفت که نتایج در جدول ۶ ارائه گردیده است.

در سال‌هایی که آغاز یا خاتمه یخبندان از نوع فرارفتی بوده تعداد چنین روزهایی صفر منظور می‌گردد. از آنجائیکه فقط در نواحی سراب و تکاب آغاز یخبندان در طول دوره مطالعاتی از نوع تابشی بوده است، قبل از رسیدن فرارفت هوای سرد همواره روزهای یخبندان وجود دارد. به طوری که تعداد این روزها در این نواحی در برخی از سال‌ها به حدود یک ماه می‌رسد. حد بالای تعداد چنین روزهایی در بهار به طور نسبی بسیار کمتر است زیرا درصد بیشتری از یخبندان‌ها در بهار با فرارفت هوای سرد خاتمه می‌یابد. تعداد این روزها به غیر از نواحی سراب و تکاب و خوی در بقیه نواحی حداکثر از صفر تا ۴ روز است یعنی بعد از آخرین فرارفت هوای سرد که سبب یخبندان گردیده است تا ۴ روز امکان رخداد روزهای یخبندان وجود دارد. تعداد این روزها در نواحی سراب و تکاب ۰ تا ۱۰ روز و در خوی ۰ تا ۹ روز است. با توجه به اینکه مبارزه با یخبندان صرفاً در مورد یخبندان‌های تابشی امکان پذیر است، با استناد به تعداد شب‌های مورد لزوم برای مبارزه می‌توان تصمیمات بهتری در این مورد اتخاذ نمود. مسئله صرفه اقتصادی و ارزش محصولات حفاظت شده در این مناطق مقوله دیگری است که می‌بایست در جای خود مورد بررسی قرار گیرد.

منابع مورد استفاده

- ۱- آمار و اطلاعات خدمات ماشینی بانک اطلاعات اقلیمی، سازمان هواشناسی کشور.
- ۲- پژوهشکده هواشناسی، ۱۳۸۱؛ تعیین پتانسیل وقوع بلایای جوی و اقلیمی کشور، پروژه مطالعه روش‌های مدیریتی در مقاله با بحران‌های جوی و اقلیمی و سازماندهی سیستم‌های هشدار پدیده‌های مخرب جوی، گزارش ۳، جلد دوم، سازمان هواشناسی کشور.
- ۳- خبرگزاری ایسنا، کد خبر: ۱۳۸۲/۷/۸؛ ۰۴۹۲-۰۰۳۰۷-۸۳۰۷.
- ۴- سمیعی، م.، م.، عسگری، خ.، باستانی، ۱۳۶۷؛ شروع و خاتمه یخبندان در ایران، سازمان هواشناسی کشور.
- ۵- کمالی، غ. و همکاران، ۱۳۸۰؛ بررسی سرماهای زیان بخش به کشاورزی ایران و تهیه اطلس اقلیمی آن، گزارش نهایی طرح پژوهشی، سازمان هواشناسی کشور.
- 6- Rosenberg, N. J. , B.L. Blad, and S.B. Verma. 1983;