جغرافیا و توسعه - شماره ۱۰ - پاییز و زمستان ۱۳۸۶
صص : ۱۰۶- ۸۹
وصول مقاله : ۱۳۸۵/۱۲/۲۰
تأیید نهایی: ۱۳۸۶/۸/۱۹

تحلیل همدید یخبندان‌های استان اردبیل

قاسم هژبرپور — **کارشناس ارشد اداره تحقیقات هواشناسی اردبیل**
دکتر بهلول علیجانی — **استاد اقلیم‌شناسی دانشگاه تربیت معلم تهران**

چکیده

به منظور تحلیل همدید یخبندان‌های خسارت بار استان اردبیل آمار روزانه چهار ایستگاه همدیدی اردبیل، پارس‌آباد، خلخال و مشکین‌شهر طی دوره آماری ۲۰۰۴- ۱۹۹۵ مطالعه شد. در طی دوره‌ی مطالعاتی دوره‌های یخبندان با دمای روزانه زیر صفر سلسیوس و تداوم بیشتر از دو روز انتخاب شدند و از بین این دوره‌های یخبندان طولانی‌ترین، زودترین و دیرترین یخبندان فراگیر استان انتخاب شد. سپس الگوهای سینوپتیک روزانه‌ی این دوره‌ها بررسی شد.

نتایج تحقیق نشان داد که بیشتر یخبندان‌های استان از نوع انتقالی هستند که در دوره سرد سال از آبان تا فروردین اتفاق می‌افتند. نواحی جنوبی و مرکزی سردتر از نواحی شمالی هستند. یخبندان‌های شدید و فراگیر استان ناشی از استقرار یک پرفشار در سطح زمین و یک ناوه‌ی عمیق در سطح ۵۰۰ هکتو پاسکال می‌باشند. پرفشار سطح زمین در بیشتر وقت‌ها از آنتی سیکلون‌های مهاجر غربی است. اما در روزهای سرد شدید زبانه‌ی پرفشار سیبری عامل اصلی یخبندان است. ناوه‌ی سطح ۵۰۰ هکتو پاسکال هم در یخبندان‌های شدید و فراگیر بسیار عمیق شده و هوای بسیار سرد عرض‌های بالا را به استان سرازیر می‌کند.

کلیدواژه‌ها: سامانه‌های فشار، یخبندان‌های شدید و فراگیر، الگوهای فشار و یخبندان، استان اردبیل.

مقدمه

یخبندان، یکی از زیان‌آورترین بلایای طبیعی است که معمولا با خسارت‌های فراوان مالی و حتی جانی همراه است.از بین عوامل اقلیمی، پدیده‌ی یخبندان نه تنها حیات تمامی موجودات زنده را با خطر مواجه می‌نماید بلکه نقش مهم و تعیین‌کننده‌ای در مسایل اقتصادی، زیست محیطی و عمرانی مانند جاده‌سازی، سدسازی و پل‌سازی دارد. سرمازدگی و یخبندان در

Archive of SID
www.SID.ir

مراحل مختلف رویشی برای محصولات کشاورزی و باغی بسیار مهم است. چرا که در صورت حادث شدن، منجر به محدودیت تولید می‌شود. پدیده یخبندان همه ساله خسارات زیادی به کشاورزان و باغداران وارد می‌کند. در سال گذشته ۱۵ درصد از کل مزارع نیشکر استان خوزستان به دلیل سرمازدگی در حدود ۱۵۰ میلیارد ریال خسارت دید، همچنین در فروردین ماه سال جاری (۱۳۸۶) بارش سنگین برف ، سرما و یخبندان به ۸۵۰۰ هکتار اراضی کشاورزی الیگودرز زیان وارد نمود. جدول ۱ هم نمونه‌هایی از خسارات وارده توسط این بلیه جوی به استان اردبیل را نشان می‌دهد.

جدول ۱: یخبندان های خسارت بار در استان اردبیل (ستاد حوادث استان)

سال	میزان خسارت (برحسب میلیون ریال)
۱۳۷۷	۷
۱۳۷۸	۱۱۱۸۹/۹
۱۳۸۱	۸۶۸۵۴
۱۳۸۲	۷۰۰۰۰/۲۵

مأخذ: ستاد حوادث استان اردبیل

روزنبرگ و مایرز[1] *(۱۹۶۲: ۴۷۹-۴۷۱)* رویدادهای تاریخی مربوط به وقوع یخبندان‌های زودرس پاییزه و دیررس بهاره را در ده مکان در داخل و اطراف دره پلت در ایالت نبراسکا مورد مطالعه قرار دادند. آنها ضمن شناسایی الگوهای توزیع یخبندان‌های نوع تابشی و یا انتقالی و الگوهای فشاری مؤثر را هم مشخص کردند. آنها با استفاده از توزیع نرمال یخبندان‌ها، پیش‌بینی‌های لازم را برای کشاورزی انجام دادند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که ۷ تا ۳۰ درصد یخبندان‌های دیررس بهاره و ۱۷ تا ۴۲ درصد یخبندان‌های زودرس پاییزه، ازنوع انتقالی هستند.آنان همچنین متوجه شدند که در منطقه‌ی مورد مطالعه بین دو تا پنج یخبندان تابشی در بهار بعد از آخرین یخبندان انتقالی و بین یک تا سه یخبندان تابشی در پاییز قبل از اولین یخبندان انتقالی روی می‌دهد. علاوه بر نتایج فوق، این دو محقق وضعیت توپرگرافی محل را بیش ازسایرعوامل در وقوع یخبندان مؤثر می‌دانند. همچنین شاخص‌های آماری متوسط فاصله‌ی بین اولین یخبندان تابشی و انتقالی را ۸ تا ۱۶ روز محاسبه کرده‌اند. بوتسما[2] *(۱۹۷۶: ۴۴۳-۴۲۵)* دمای حداقل و احتمال وقوع خطریخبندان را در سرزمین‌های کوهستانی کانادا مورد بررسی قرارداد. تام و شاو[3] *(۱۹۵۸: ۲۵۷-۲۵۱)* نشان دادند که تاریخ‌های وقوع یخبندان تصادفی بوده و از توزیع نرمال تبعیت می‌کنند به همین دلیل استفاده از میانگین و انحراف از معیار، شاخص‌های آماری معتبری برای مطالعه‌ی این پدیده به شمار می‌روند. با در

1- Rozenberg and Myers
2- Bootsma
3-Thom and Shaw

Archive of SID

www.SID.ir

دست داشتن این دو عامل، احتمال وقوع یخبندان‌های زودرس پاییزه و دیررس بهاره از یکدیگر مستقل هستند. بنابراین می‌توان طول مدت فصل رشد را با احتمالات مشخص محاسبه کرد. آنان با استفاده از ضریب همبستگی، رابطه‌ی بین ارتفاع و واریانس دما را مطالعه نمودند و به این نتیجه رسیدند که بین ارتفاع و واریانس دما رابطه‌ی معنی‌داری وجود دارد. تحقیقاتی در مورد رابطه‌ی سرمایش شبانه با مقدار رطوبت اتمسفر توسط دیفانت و مورت[1] *(۱۹۷۸: ۱۵۵-۱۵۰)* در خصوص علت یخبندان‌های تابشی صورت پذیرفت. وی با بررسی سری‌های یخبندان، تابع توزیع یخبندان را استخراج و از روش درجه- روز برای مطالعه‌ی یخبندان استفاده کرده است. و از آزمون کای اسکور(X^2) برای تأیید صحت تطبیق داده‌های یخبندان با توزیع نرمال استفاده نمود و آن را معتبر تشخیص داد.

رحیمی (۱۳۷۸) با توجه به آمار دمایی ثبت شده در ایستگاههای البرز مرکزی احتمال وقوع یخبندان و همچنین یخبندان‌های دیررس بهاره و زودرس پاییزه را با توجه به اهمیت آنها در کشاورزی بررسی و تاریخ وقوع آنها را پیش‌بینی نمود. از میان کارهای انجام شده در ایران، قدیمی‌ترین کار هاشمی (۱۳۴۸) با استفاده ازآمار ۶۰ ساله تهران، احتمالات وقوع سرما و تاریخ‌های اولین و آخرین یخبندان‌ها را در چهار آستانه حرارتی با استفاده از توزیع نرمال بررسی کرده است. علیزاده و همکاران *(۱۳۷۳: ۵۶-۳۸)* با استفاده از آمار دمای حداقل روزانه پانزده ایستگاه هواشناسی استان خراسان، تاریخ‌های اولین وقوع یخبندان پاییزه وآخرین وقوع یخبندان بهاره را در سه آستانه حرارتی باتوزیع‌های احتمال مطابقت داده و چنین نتیجه‌گیری کرده است که وقوع یخبندان‌های زودرس پاییزه و دیررس بهاره از توزیع گامای دو پارامتری تبعیت می‌کند. وی برهمین مبنا، آغاز و خاتمه‌ی یخبندان‌ها را در سه آستانه پیش‌بینی کرده است. علیجانی (۱۳۸۱) پراکندگی فشار را مهم‌ترین عنصر آب به شمار می‌آورد که تمام عناصر دیگر را کنترل می‌کند. بطوری‌که باید ابتدا الگوهای پراکندگی فشار در روی زمین تعیین و بعد بر اساس این الگوها عناصردیگر را مطالعه می‌کنند.

در زمینه‌ی مطالعات همدیدی براتی *(۱۳۷۸: ۱۵۰-۱۳۲)* طراحی الگوهای همدیدی یخبندان‌های بهاره ایران انجام داده است. مطابق با نتایج این تحقیق، جابجایی سامانه‌های پرفشار مهاجر از عرض‌های بالاتر (از سمت سیبری و اروپای مرکزی) به یخبندان‌های شدید و فراگیر می‌انجامد و برعکس، جابجایی از عرض‌های پایین‌تر (از سمت دریای مدیترانه) به یخبندان‌های ملایم و نیمه‌فراگیر منتهی می‌شود. ایشان در این پژوهش ۶۲ مورد یخبندان‌های بهاره را طی ۲۰ سال از ۱۳۴۷ الی ۱۳۶۶ با استفاده از آمار روزانه ایستگاه‌های هواشناسی کشور از نظر شدت، تداوم و گستره‌ی مکانی مورد مطالعه قرارداده و نتیجه گرفت که بیشتر یخبندان‌های بهاره درایران ریشه همدیدی دارند و از شمال‌غرب وغرب اروپا وارد کشور

1- Defant and Morth

Archive of SID

www.SID.ir

می‌شوند. علیجانی و براتی (۱۳۶۶) الگوهای فشار یخبندان‌های شمال غرب کشور را بررسی کردند. مجرد *(۱۳۷۹: ۳۳۷-۳۱۸)* علاوه بر ارایه‌ی تعریف جدیدی از یخبندان، ویژگی‌های یخبندان را به‌صورت نظام‌دار تحلیل و بر مبنای ۱۶ شاخص یخبندان استخراج کرده است. وی در تحقیقی دیگر (۱۳۷۶) به این نتیجه دست یافت که وجود همبستگی‌های خطی معتبر و معکوس بین سری‌های زمانی آغاز و خاتمه‌ی یخبندان نشان می‌دهد که هر قدرآغاز یخبندان در منطقه‌ی مورد مطالعه زودتر از میانگین درازمدت رخ دهد، خاتمه‌ی آن نیز در بهار دیرتر از میانگین درازمدت رخ خواهد داد. توکلی و حسینی *(۱۳۸۵: ۴۲-۳۱)* به ارزیابی شاخص‌های یخبندان و شروع پاییزه‌ی آن در ایستگاه اکباتان همدان پرداختند و به منظور پیش‌بینی یخبندان‌های پاییزه مدلی را ارایه نمودند که بررسی آن همبستگی خطی خوبی بین یخبندان‌های بهاره و پاییزه را نشان می‌دهد که می‌توان با داشتن یخبندان بهاره، تاریخ یخبندان پاییزه را پیش‌بینی نمود که این رابطه در سطح ۵ در صد معنی دار است.

بهیار *(۱۳۸۲: ۱۲۰-۱۰۷)* از دیدگاه همدیدی- دینامیکی پدیده‌ی سرمازدگی استان چهارمحال بختیاری را مورد بررسی قرار داده است. قطره سامانی (۱۳۸۳) به تحلیل همدیدی شروع و خاتمه یخبندان در استان چهارمحال بختیاری پرداخته است. پنجعلیزاده (۱۳۸۴) به تحلیل آماری و سینوپتیکی یخبندان‌های فراگیر شهر اردبیل پرداخت و به این نتیجه رسید که اکثر یخبندان‌های فراگیر از نوع فرارفتی و ترکیبی می‌باشند.

تحقیقات گسترده‌ای در زمینه‌ی اثر یخبندان‌ها بر روی محصولات کشاورزی انجام شده است *(بورکی و همکاران[1]، ۱۹۷۶: ۵۲۸-۵۰۷؛رجبی، ۱۳۸۴؛ قبادی‌و همکاران، ۱۳۸۰؛هژبرپور و همکاران، ۱۳۸۳)*. همه‌ی این مطالعات و کارهای دیگر دلالت بر اهمیت یخبندان دارد و محققین سعی می‌کنند که آنها را شناسایی و راه‌های تعدیل را هم پیشنهاد دهند. علیرغم اینکه استان اردبیل از مناطق سرد کشور است و هرساله خسارات زیادی از سرمای نابهنگام و شدید متحمل می‌شود، هنوز مطالعه‌ی جامع و دقیقی بویژه در زمینه‌ی الگوهای فشار صورت نگرفته است. بدین جهت این پژوهش سعی دارد که این مهم را انجام دهد.

مواد و روش کار

جهت بررسی سامانه‌های همدیدی یخبندان‌های استان اردبیل، آمارهای پارامترهای حداقل دمای روزانه، میانگین حداقل دمای روزانه و مجموع روزهای یخبندان چهار ایستگاه همدیدی (شکل ۱) برای دوره‌ی آماری ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۴ از سازمان هواشناسی و اداره‌ی کل استان اردبیل دریافت شد. مشخصات ایستگاهها در جدول ۲ نوشته شده است.

1- Burke, et

Archive of SID

www.SID.ir

شکل ۱: ایستگاه‌های مورد مطالعه در استان اردبیل

اداره تحقیقات هواشناسی استان اردبیل

جدول ۲: مختصات جغرافیایی ایستگاههای مورد مطالعه در استان اردبیل

نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض‌جغرافیایی	ارتفاع
اردبیل	۴۸/۱۷	۳۸/۱۵	۱۳۳۲
پارس آباد	۴۷/۴۷	۳۹/۳۷	۳۲
خلخال	۴۸/۳۱	۳۷/۳۸	۱۷۹۶
مشکین شهر	۴۷/۴۴	۳۸/۲۳	۱۵۶۸

همگنی سری داده‌ها با استفاده از روش آماری ران تست آزمون و تأیید شد. سپس روزهایی که دمای آنها کمتر از صفر درجه سلسیوس بود به عنوان روز یخبندان تلقی و استخراج شدند. از بین روزهای یخبندان دوره‌های یخبندان استخراج شدند. دوره یخبندان به دوره‌ای اطلاق شد که هر چهار ایستگاه دمای زیر صفر گزارش دادند و بیشتر از دو روز تداوم داشت (جدول ۳). هدف از انتخاب دوره‌های طولانی‌تر از دو روز اجتناب از یخبندان‌های تابشی است. فرض بر این است که یخبندان‌های انتقالی طولانی‌تر هستند. به منظور شناسایی الگوهای فشار دوره‌های یخبندان از نقشه های هوای سطح زمین و سطح ۵۰۰ هکتو پاسکال استفاده شد. با عنایت به جدول ۳ در حدود ۴۰ مورد یخبندان انتخاب گردید، اما برای تحلیل بهتر و تشخیص گسترش و فعالیت سامانه‌های جوی حاکم بر هر دو سطح، تنها سه دوره‌ی زودرس‌ترین، دیررس‌ترین و طولانی‌ترین یخبندان انتخاب گردید.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳: تاریخ‌های وقوع یخبندان انتقالی در طی دوره‌ی آماری برای استان اردبیل

تعداد روزهای یخبندان	خاتمه یخبندان		شروع یخبندان		
برحسب روز	روز	ماه	روز	ماه	سال
۵	۴	۱۲	۳۰	۱۱	۱۹۹۵
۱۰	۲۵	۱۲	۱۶	۱۲	۱۹۹۵
۱۶	۲۶	۱	۱۱	۱	۱۹۹۶
۷	۴	۲	۲۹	۱	۱۹۹۶
۳	۱۸	۲	۱۶	۲	۱۹۹۶
۷	۴	۳	۲۷	۲	۱۹۹۶
۳	۱۸	۳	۱۶	۳	۱۹۹۶
۲۹	۱۵	۲	۱۸	۱	۱۹۹۷
۳	۲۳	۲	۲۱	۲	۱۹۹۷
۱۱	۱۷	۳	۷	۳	۱۹۹۷
۹	۲۲	۱۲	۱۴	۱۲	۱۹۹۷
۲۲	۱۷	۱	۲۷	۱۲	۱۹۹۷
۲۷	۷	۳	۹	۲	۱۹۹۸
۱۳	۸	۱	۲۷	۱۲	۱۹۹۸
۱۳	۷	۲	۲۶	۱	۱۹۹۹
۱۰	۶	۱۲	۲۷	۱۱	۱۹۹۹
۱۱	۲۶	۱	۱۶	۱	۲۰۰۰
۸	۵	۲	۲۹	۱	۲۰۰۰
۳	۱۰	۲	۸	۲	۲۰۰۰
۳	۱۷	۲	۱۵	۲	۲۰۰۰
۴	۱۸	۳	۱۵	۳	۲۰۰۰
۳	۲۵	۱۲	۲۳	۱۲	۲۰۰۰
۱۳	۱	۲	۲۰	۱	۲۰۰۱
۳	۲۵	۲	۲۳	۲	۲۰۰۱
۳	۲۳	۱۲	۲۱	۱۲	۲۰۰۱
۷	۱۵	۱	۹	۱	۲۰۰۲
۱۱	۲۸	۱	۱۸	۱	۲۰۰۲

Archive of SID

www.SID.ir

ادامه جدول ۳

تعداد روزهای یخبندان	خاتمه یخبندان		شروع یخبندان		
برحسب روز	روز	ماه	روز	ماه	سال
۵	۲۱	۲	۱۷	۲	۲۰۰۲
۲۸	۵	۱	۹	۱۲	۲۰۰۲
۱۴	۳۰	۱	۱۷	۱	۲۰۰۳
۳	۱۹	۲	۱۷	۲	۲۰۰۳
۳	۴	۳	۲	۳	۲۰۰۳
۸	۲۸	۱۲	۲۱	۱۲	۲۰۰۳
۵	۴	۱	۳۱	۱۲	۲۰۰۳
۳	۱۲	۱	۱۰	۱	۲۰۰۴
۳	۲۱	۱	۱۹	۱	۲۰۰۴
۴	۲۰	۲	۱۷	۲	۲۰۰۴
۵	۷	۴	۳	۴	۲۰۰۴
۵	۱۴	۱۲	۱۰	۱۲	۲۰۰۴
۱۴	۳۰	۱۲	۱۷	۱۲	۲۰۰۴

مأخذ: نگارنده

نتایج

براساس شاخص‌های ارایه شده در بخش روش کار سه یخبندان مهم انتخاب شدند(جدول ۴). طبق جدول ۳ میانگین تداوم یخبندان‌های فراگیر استان اردبیل ۹ روز با ضریب تغییرپذیری ۸۰ درصد است. ۶۲ درصد دوره‌ها کمتر از میانگین تداوم دارند. فقط ۱۰ درصد دوره‌ها طولانی‌تر از ۲۰ روز دوام داشته‌اند. طولانی‌ترین دوره یخبندان ۲۹ روز دوام داشته است.

جدول۴: مشخصات یخبندان‌های منتخب

دوره‌ی‌تداوم یخبندان	خاتمه‌ی یخبندان		شروع یخبندان			عنوان
برحسب روز	روز	ماه	روز	ماه	سال	
۲۹	۱۵	۲	۱۸	۱	۱۹۹۷	طولانی‌ترین یخبندان
۱۰	۶	۱۲	۲۷	۱۱	۱۹۹۹	زودرس‌ترین یخبندان
۵	۷	۴	۳	۴	۲۰۰۴	دیررس‌ترین یخبندان

مأخذ: نگارنده

Archive of SID

www.SID.ir

طبق جدول ۴ زودرس‌ترین یخبندان در ۶ آذر ۱۳۷۸ به مدت ده روز رخ داده است. اما دیرترین یخبندان به مدت ۵ روز در ۱۵ فروردین ۱۳۸۳ اتفاق افتاده است. طولانی‌ترین یخبندان هم در ۲۸ دیماه ۱۳۷۶ برای مدت ۲۹ روز استان اردبیل را فرا گرفته بود. در زیر این دوره‌های یخبندان از نظر الگوهای فشار مؤثر بررسی می‌شوند.

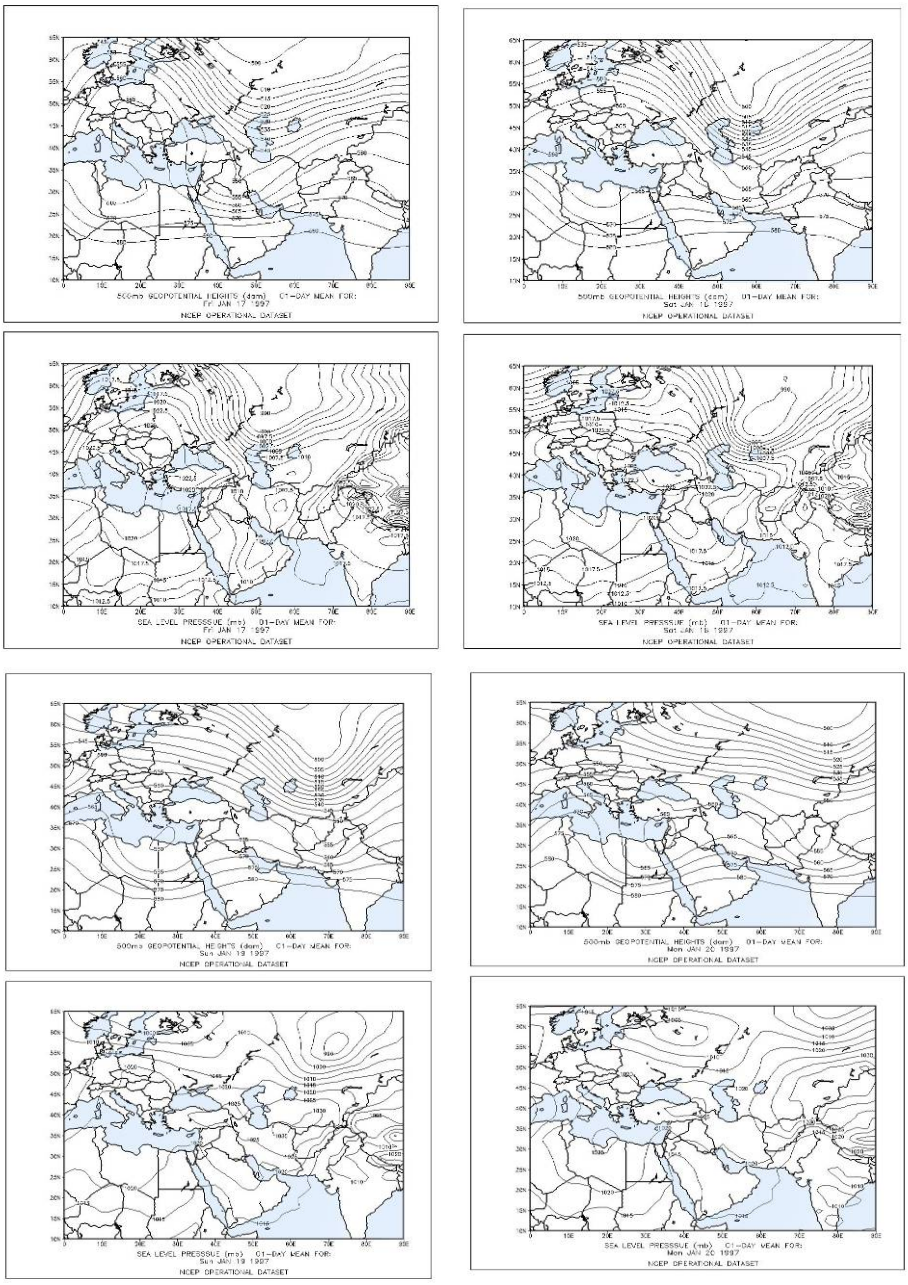
طولانی‌ترین یخبندان

این دوره با ۲۹ روز یخبندان به‌عنوان طولانی‌ترین یخبندان دوره مورد مطالعه انتخاب شد که از ۱۸ ژانویه برابر با ۲۸ دی‌ماه ۱۳۷۶شروع شد و در ۱۵ماه فوریه به پایان رسید. طبق شکل۲ در روز قبل از یخبندان، کشور ایران در سطح زمین تحت تأثیر دو سامانه‌ی جوی قرار دارد، یک سامانه‌ی کم‌فشار به‌صورت سلول بسته با فشار مرکزی ۱۰۰۵ هکتوپاسکال نواحی مرکزی، جنوب و جنوب‌شرقی کشور را فرا گرفته و در حال خارج شدن می‌باشد، سامانه‌ی دوم پرفشار فعالی است که در اروپا مستقر شده که زبانه‌های اولیه‌ی آن به نواحی شمال‌غربی کشور رسیده است. در همین مدت آرایش توپوگرافی سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال نشان‌دهنده‌ی شارش‌های ناوه‌ی کم‌ارتفاعی است که در شمال دریای خزر و عرض‌های بالا واقع شده است.

فردای همانروز یعنی در آغاز دوره‌ی یخبندان سامانه‌ی پرفشار با حرکت سریع و شرق سوی خود نه تنها جایگزین سامانه‌ی کم فشار شده بلکه مناطق وسیعی از دریای مدیترانه، ترکیه و حتی نواحی شمال‌غربی ایران راتحت استیلای خود قرارداده است. بطوری‌که منحنی هم‌فشار درونی این سامانه به ۱۰۲۵ هکتوپاسکال رسیده است. با گسترش این سامانه یورش هوای سرد از منطقه‌ی قفقاز به طرف ایران آغاز شده است. در روز نوزدهم ژانویه این سامانه به طرف مشرق حرکت کرده و بر شمال‌شرق ایران مستقر شده است. بطوری‌که فشار مرکزی آن زیاد شده و به ۱۰۳۰ هکتوپاسکال رسیده است. با نگرش به سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال یک موج کم‌عمق در حال فعالیت بوده که جریانات شمالی عقب آن سامانه‌ی سطح زمین را تقویت کرده‌اند.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۲: نقشه‌ی سطح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال از روز هفدهم تا بیستم ژانویه ۱۹۹۷

مأخذ: نگارندگان

www.SID.ir

مطالعه‌ی آمارهای ثبت شده نشان می‌دهد که نوسانات دمایی درمنطقه کاملا تحت تأثیر سیستم‌های اشاره شده قرار داشتند. به‌عنوان مثال حداقل دمای‌ایستگاه اردبیل در روز هجدهم ۹/۲- درجه بوده که فردای همانروز به ۱۸/۰- درجه سلسیوس رسیده و افت دمایی ۹ درجه سلسیوس را به همراه داشته است (جدول۵). همچنین میانگین روزانه‌ی دما در همین دوره‌ی زمانی معادل ۸/۵- درجه سلسیوس بوده است.

جدول۵ : حداقل دما و میانگین روزانه دمای ایستگاههای سینو پتیک در ژانویه ۱۹۹۷ (به درجه سلسیوس)

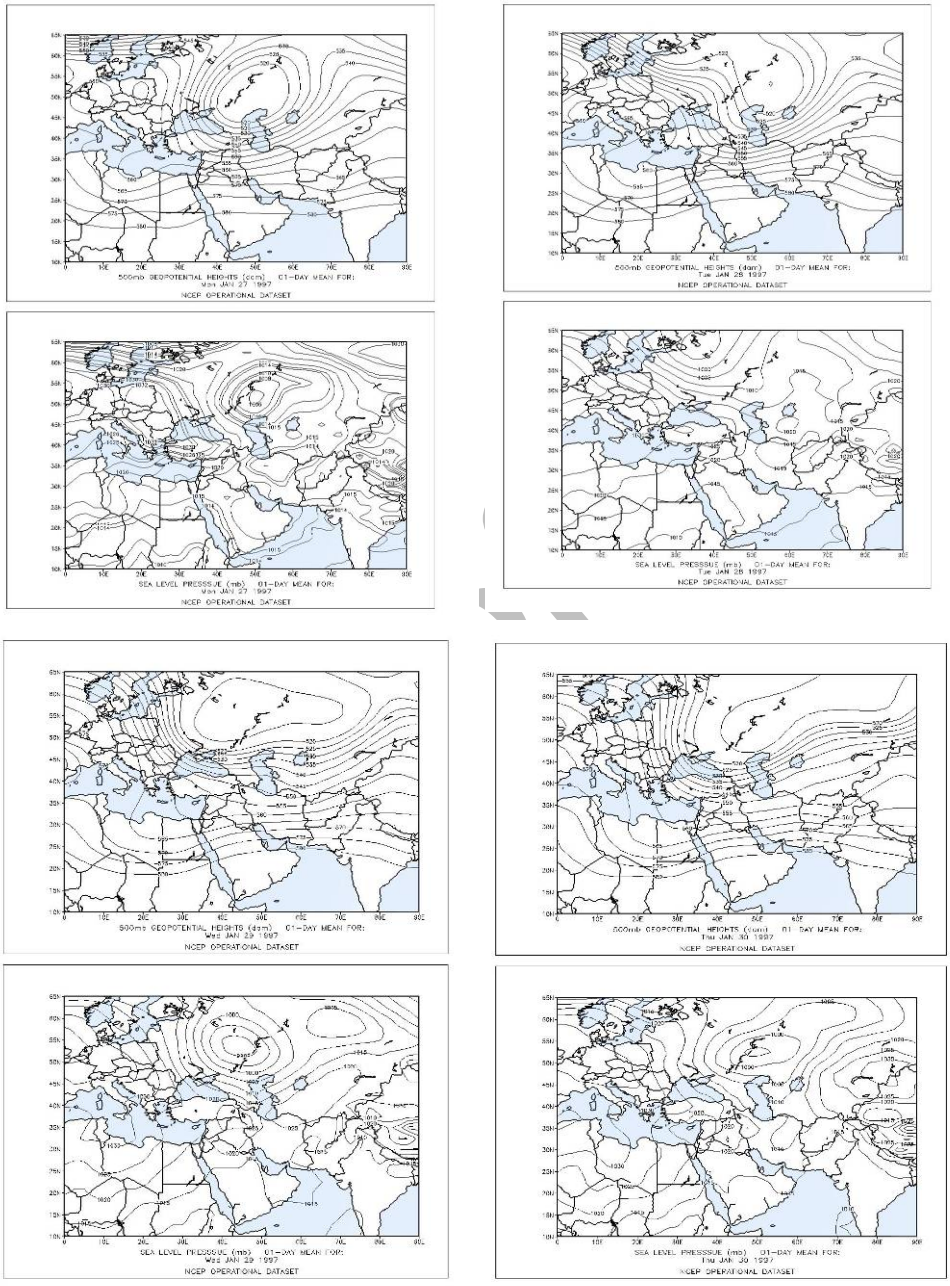
تاریخ	اردبیل		خلخال		مشکین شهر		پارس آباد	
	حداقل دما	میانگین روزانه دما	حداقل دما	میانگین روزانه دما	حداقل دما	میانگین روزانه دما	حداقل دما	میانگین روزانه دما
۱۹۹۷/۱/۱۸	-۹/۲	-۴/۴	-۱۶/۸	-۹/۴	-۶/۰	-۱/۵	۰/۴	۵/۰
۱۹	-۱۸ /۰	-۸/۵	-۱۷/۵	-۸/۷	-۵/۴	-۱/۸	-۰/۸	۲/۹
۲۰	-۵/۲	-۱/۸	-۱۸/۲	-۹/۰	-۴/۶	-۰/۹	-۲/۸	۵/۲
۲۱	-۱۵/۰	-۷/۴	-۱۷/۸	-۱۰/۲	-۴/۸	-۰/۹	-۰/۲	۷/۸
۲۲	-۱۵/۰	-۷/۲	-۱۷/۵	-۸/۷	-۴/۶	-۰/۹	۰/۰	۵/۵
۲۳	-۴/۸	-۱/۴	-۴/۸	-۳/۱	-۴/۶	-۳/۰	۲/۴	۵/۱
۲۴	-۱۶/۰	-۷/۴	-۱۶/۲	-۷/۵	-۶/۲	-۲/۴	-۳/۰	۳/۵
۲۵	-۷/۰	-۳/۰	-۱۵/۵	-۷/۹	-۵/۰	-۱/۵	-۲/۸	۵/۲
۲۶	-۸/۰	-۴/۰	-۱۱/۰	-۴/۵	-۶/۰	-۲/۵	۱/۸	۵/۶
۲۷	-۸/۰	-۷/۱	-۷/۶	-۵/۴	-۹/۸	-۷/۳	-۱/۶	۲/۵
۲۸	-۲۰/۰	-۱۲/۰	-۱۸/۵	-۱۳/۵	-۹/۶	-۷/۸	-۳/۸	۰/۷
۲۹	-۱۹/۸	-۱۰/۹	-۳۱/۵	-۱۹/۶	-۱۲/۰	-۶/۴	-۶/۸	۰/۴
۳۰	-۱۱/۰	-۵/۵	-۱۷/۰	-۱۰/۱	-۹/۴	-۴/۷	-۴/۰	۱/۲
۳۱	-۷/۸	-۶/۹	-۱۰/۲	-۷/۷	-۸/۰	-۵/۳	-۲/۰	۰/۹

مأخذ: نگارندگان

طبق جدول ۵ یخبندان و سرما در سراسر استان ادامه دارد. اوج سرما در روزهای ۲۸ و ۲۹ ژانویه مشاهده گردیده است. بطوری‌که ایستگاه همدید خلخال با حداقل مطلق دمای ۳۱/۵- درجه سلسیوس نه تنها در سطح استان بلکه در کل کشور سردترین ایستگاه بوده است. بر اساس نقشه‌های سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال عمده‌ترین عامل یخبندان عمیق شدن فرود سطح ۵۰۰ و دوام آن در منطقه است. این مسأله از نقشه‌های شکل ۳ نیز مشهود است. در این روزها ناوه‌های عمیق و فعال سطح ۵۰۰ هکتو پاسکال با سامانه پرفشار سرد اروپایی سطح زمین کاملاً همراهی دارد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۳: نقشه‌های همدیدی هوا از روز بیست و هفتم لغایت سی‌ام ژانویه ۱۹۹۷

مأخذ: نگارندگان

www.SID.ir

زودرس‌ترین یخبندان

یخبندان‌های زودرس و دیررس در کشاورزی یکی از زیان‌آورترین و مخرب‌ترین پدیده‌های اقلیمی محسوب می‌شوند زودرس‌ترین یخبندان استان اردبیل در دوره‌ی مطالعه در ۶ آذر ۱۳۷۸ برابر با ۲۷ نوامبر ۱۹۹۹ به مدت ۱۰ روز اتفاق افتاد. شکل ۴ نقشه‌ی سطح زمین را در روز ۲۷ نوامبر نشان می‌دهد. زبانه‌های یک سامانه پرفشار از سوی شمال غرب روی سواحل شمالی کشور گسترش یافته است. در ادامه سامانه ضمن تقویت به سوی کشورمان مهاجرت نموده بطوری‌که منجر به تشکیل یک سلول بسته پرفشار با فشار مرکزی ۱۰۳۰ هکتوپاسکال بر روی دریای‌خزر گشته و نواحی شمال‌غرب کشوررا کاملاً تحت تأثیر قرار داده است. بررسی آرایش توپوگرافی سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال نشان از فعالیت ناوه کم ارتفاع قوی و گذرا دارد که شارش‌هایی را ایجاد کرده که منجر به هدایت هوای سرد شمالی به سوی عرض‌های پایین‌تر و بویژه منطقه شده است. نتیجه‌ی فرآیند این سامانه‌ها، بارش برف در منطقه و افت شدید دما بوده است. شدت یخبندان بحدی بوده که نه تنها نواحی مرکزی و جنوبی استان بلکه نواحی شمالی استان که دارای اقلیم نسبتاً گرم و معتدلی است را نیز متأثر نموده و خسارات زیادی را به اقتصاد کشاورزی استان وارد ساخته است. نوسانات دمایی که در طول این دوره ثبت شده در جدول۶ ارایه گردیده است. حداقل دمای اتفاق افتاده در شهرستان اردبیل به ۱۹/۰درجه‌ی سلسیوس زیرصفر رسیده که در همان روز سردترین شهرستان کشور نیز معرفی شده است. باید به این نکته مهم اشاره داشت که چون یخبندان به مدت چندین روز متوالی تداوم داشته از این رو مبارزه با یخبندان غیرممکن و سخت می‌باشد.

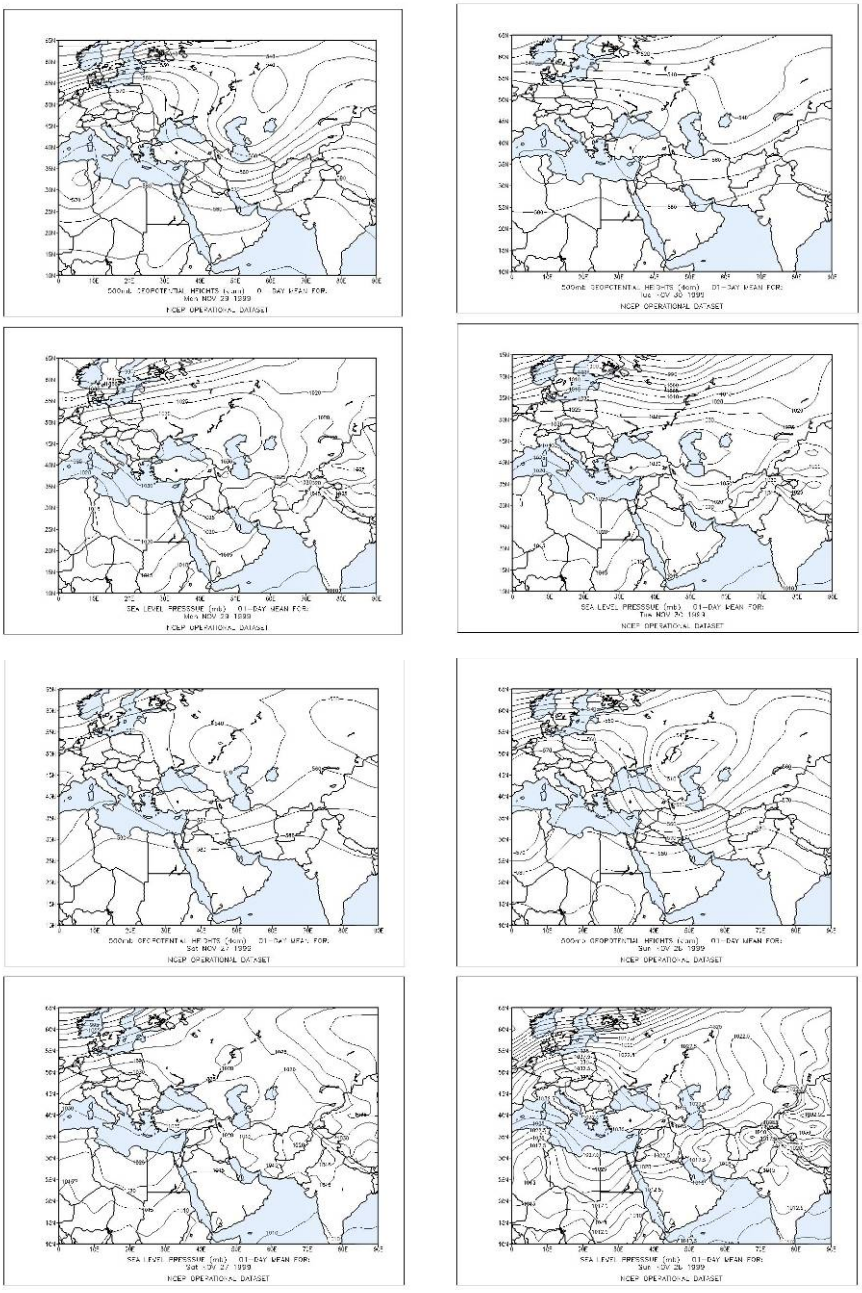
جدول ۶: حداقل دما و میانگین روزانه دمای ایستگاههای سینوپتیک در نوامبر۱۹۹۹ (به درجه سلسیوس)

تاریخ	اردبیل		خلخال		مشکین‌شهر		پارس‌آباد	
	حداقل دما	میانگین روزانه دما	حداقل دما	میانگین روزانه دما	حداقل دما	میانگین روزانه دما	حداقل دما	میانگین روزانه دما
۱۹۹۹/۱۱/۲۷	-۴/۰	-۳/۴	-۴/۸	-۳/۴	-۱۰/۰	-۶/۰	۰/۰	۳/۸
۱۹۹۹/۱۱/۲۸	-۱۹/۰	-۱۱/۳	-۸/۲	-۵/۱	-۱۲/۰	-۷/۴	-۱/۶	۴/۰
۱۹۹۹/۱۱/۲۹	-۱۸/۶	-۱۰/۸	-۱۸/۲	-۹/۶	-۷/۶	-۴/۵	-۰/۶	۴/۵
۱۹۹۹/۱۱/۳۰	-۱۴/۶	-۷/۸	-۱۶/۶	-۸/۸	-۸/۰	-۵/۷	۱/۴	۴/۱
۱۹۹۹/۱۲/۱	-۱۱/۸	-۷/۶	-۵/۶	-۲/۲	-۱۰/۰	-۴/۱	-۰/۴	۴/۰
۱۹۹۹/۱۲/۲	-۷/۲	-۲/۱	-۱۴/۶	-۷/۳	-۵/۴	-۰/۱	-۲/۲	۳/۵
۱۹۹۹/۱۲/۳	-۵/۴	۰/۷	-۴/۶	-۰/۵	-۴/۸	۱/۶	-۱/۸	۵/۷
۱۹۹۹/۱۲/۴	-۲/۰	۲/۵	-۱۳/۰	-۴/۳	۱/۰	۴/۲	-۱/۸	۵/۸
۱۹۹۹/۱۲/۵	-۶/۶	-۰/۸	-۱۱/۰	-۴/۱	-۴/۴	۰/۳	-۱/۴	۵/۱
۱۹۹۹/۱۲/۶	۰/۰	۳/۷	-۱۳/۰	-۴/۷	-۳/۸	۳/۰	-۱/۴	۵/۷

مأخذ: نگارندگان

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۴: نقشه‌های همدیدی هوا برای روز بیست و هفتم لغایت سی‌ام نوامبر ۱۹۹۹

مأخذ: نگارندگان

www.SID.ir

دیررس‌ترین یخبندان

شکل ۵ آرایش توپوگرافی نقشه ۵۰۰ هکتوپاسکال را در روز چهارم آوریل ۲۰۰۴ برابر با ۱۵ فروردین ۱۳۸۳ نشان می‌دهد. این نقشه حکایت از آن دارد که ناوه‌ی کم ارتفاع قوی با ارتفاع مرکزی ۵۲۰ دکامتر در شمال دریای خزر مستقر شده و امواج سرما را به سوی ایران هدایت کرده است. سامانه‌ی فوق با یک سلول بسته‌ی پرفشار شمالی مستقر بر روی دریای سیاه همراه است و زبانه‌های این پرفشار به مناطق‌شمالی کشور رسیده است. همانطور که از نقشه‌ی سطح زمین برمی‌آید استان اردبیل کم و بیش تحت فعالیت سامانه های کم فشار و پرفشار قرار دارد. فردای همانروز سامانه پرفشار ضمن حرکت شرق سوی خود تقویت شده و بر روی دریای خزراستقرار یافته و با شارش‌های سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال، همخوانی دارد. اوج فعالیت این سامانه مربوط به روز ششم آوریل می‌باشد که در نهایت افت نسبی دما، تداوم و تشدید یخبندان را به همراه داشته است. آنچه از جدول ۷ برمی‌آید این است که یخبندان از روز سوم تا هفتم آوریل در سطح استان مستولی بوده است.

جدول۷ : حداقل دما و میانگین روزانه دمای ایستگاههای سینوپتیک در آوریل ۲۰۰۴ (به درجه سلسیوس)

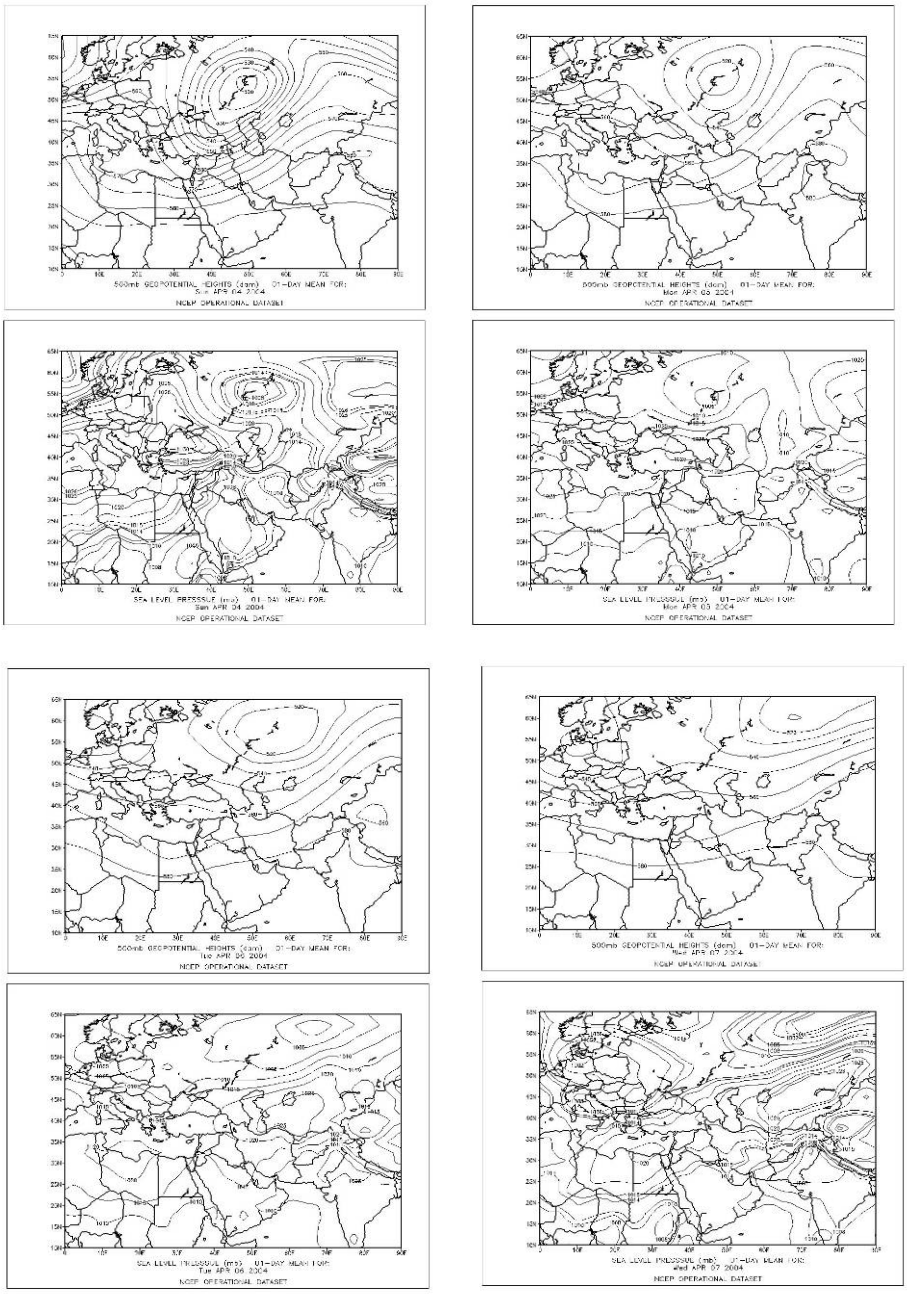
تاریخ	اردبیل		خلخال		مشکین شهر		پارس آباد	
	میانگین روزانه دما	حداقل دما	میانگین روزانه دما	حداقل دما	میانگین روزانه دما	حداقل دما	میانگین روزانه دما	حداقل دما
۲۰۰۴/۴/۳	۲/۸	-۴/۰	۱۰/۶	۶/۰	۱/۰	-۲/۴	۸/۵	۳/۰
۴	-۴/۳	-۵/۶	۳/۲	-۴/۲	-۶/۲	-۸/۰	۱/۸	۰/۲
۵	-۵/۶	-۹/۰	-۴/۴	-۷/۶	-۷/۰	-۱۲/۰	۲/۱	-۳/۴
۶	-۳/۸	-۱۲/۶	-۲/۴	-۱۱/۲	-۲/۲	-۹/۰	۶/۲	-۱/۸
۲۰۰۴/۴/۷	۲/۸	-۵/۴	۲/۸	-۵/۴	۵/۰	-۱/۰	۸/۸	-۰/۸

مأخذ: نگارندگان

با عنایت به اینکه یخبندان فوق به لحاظ زمانی در اولین ماه فصل بهار به وقوع پیوسته و به مدت ۳ الی ۴ روز نیز تداوم داشت است، طبعا وقوع ۱۲ درجه سلسیوس زیر صفر برای محصولات زراعی و باغی استان تا چه اندازه می‌تواند مضر باشد. گواه این ادعا استناد به آمار اخذ شده از ستاد حوادث استانداری است که خسارت‌های مالی فراوانی به اقتصاد نه تنها استان بلکه کشور نیز وارد شده است.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۵ : نقشه‌های همدیدی سطح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال برای روز چهارم لغایت هفتم آوریل

مأخذ: نگارندگان

www.SID.ir

نتیجه‌گیری

به منظور بررسی ریشه‌های سینوپتیک یخبندان‌های شدید و فراگیر استان اردبیل، روزهای یخبندان دوره‌ی آماری ۲۰۰۴- ۱۹۹۵ ایستگاه‌های سینوپتیک استان استخراج و به صورت دوره‌های یخبندان فراگیر تنظیم گردیدند. از بین این دوره‌های یخبندان ۳ یخبندان شدید و فراگیر به عنوان طولانی‌ترین، زودرس‌ترین، و دیرترین یخبندان استان انتخاب شدند. نتایج تحلیل نقشه‌های هوای این یخبندان‌ها نشان داد که:

در بیشتر روزهای یخبندان یک پرفشار سطح زمین در شمال منطقه‌ی مورد مطالعه ظاهر شده و به‌تدریج کل منطقه را فرا می‌گرفت. بیشتر این پرفشارها منشأ غربی داشتند. به عبارت دیگر فراوانی پرفشارهای مهاجر غربی بیشتر از گسترش زبانه‌های پرفشار سیبری بود. اما قدرت پرفشار سیبری در ایجاد سرماهای شدید بیشتر بوده است. در بیشتر روزهای اوج یخبندان سلول بسته پرفشار سیبری با فشار مرکزی ۱۰۴۰ تا۱۰۵۰ هکتوپاسکال بر روی منطقه شکل می‌گرفت. در زمان استقرار این الگو دمای استان کاهش می‌یافت و در اردبیل به ۳۳/۸- درجه سلسیوس می‌رسید.

در نقشه‌های سطح ۵۰۰ هکتو پاسکال غالباً یک ناوه ژرف و عمیق در منطقه مستقر می‌شد تا با شارش‌های خود هوای سرد شمالی را به عرض‌های پایین‌تر سرازیر نماید و موجب تداوم و تشدید یخبندان گردد.استقرار این ناوه عمیق ضمن شارش هوای بسیار سرد عرض‌های شمالی در عقب خود آنتی‌سیکلون‌های زیر خود را هم تقویت می‌کند. در روزهای بسیار سرد این ناوه هوای سرد را از مناطق شمال نوار قطبی به منطقه هدایت می‌کرد. تحلیل الگوهای فشار سطوح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال نشان داد که در روزهای یخبندان شدید هماهنگی الگوهای فشار سطح زمین و سطوح میانی مشهود بود. یعنی اینکه در روزهای بسیار سرد حتماً یک ناوه‌ی عمیق طوری بر روی منطقه قرار دارد که جریانات عقب آن هوای سرد را به استان سرازیر می‌کند و در سطح زمین هم پرفشار مستقر شده شرایط ناپایداری شدید و نزول هوای سرد را آسانتر می‌کند.نتایج این تحقیق نشان داد که عوامل اصلی یخبندان‌های فراگیر و شدید استان اردبیل الگوهای فشار هستند. در نتیجه باید مدیران استان در فکر فراهم نمودن راههای تعدیل و پیشگیری خسارات باشند چون خود پدیده یخبندان را نمی‌توان از بین برد. با ایجاد شبکه‌ی پایش و پیش‌بینی دقیق و به‌موقع می‌توان از میزان‌خسارت کشاورزان کاست.

تشکر و قدردانی

این مقاله بخشی از پایان‌نامه کارشناسی ارشد قاسم هژبرپور می‌باشد که مورد حمایت مالی سازمان هواشناسی کشور قرار گرفته است. به این وسیله از مسؤلین محترم سازمان هواشناسی و همچنین اداره‌ی کل هواشناسی استان قدردانی می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع و مآخذ

۱- براتی، غلامرضا (۱۳۷۸): *روابط سیستمی پرفشارهای مهاجر و یخبندان‌های بهاره‌ی ایران*. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی. ۵۳.

۲- بهیار، محمدباقر (۱۳۸۲): *بررسی پدیده‌ی سرمازدگی استان چهارمحال و بختیار از دیدگاه همدیدی- دینامیکی*. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی. ۶۹.

۳- پنجعلی‌زاده، محمد (۱۳۸۴): *تحلیل آماری و سینوپتیکی یخبندان‌های فراگیر شهر اردبیل*. رساله کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد واحد اردبیل.

۴- توکلی، محسن و حسینی، مهرداد (۱۳۸۵) : *ارزیابی شاخص‌های یخبندان و شروع پاییزه آن در ایران (مطالعه موردی ایستگاه اکباتان همدان)*. مجله علمی نیوار. ۶۰ و ۶۱ .

۵- رجبی رضا قشلاقی، کاظم (۱۳۸۴): *اثر یخبندان بر محصول سیب‌زمینی در نواحی مختلف استان اردبیل*. رساله کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد واحد اردبیل.

۶- رحیمی، محمد (۱۳۷۸) : *بررسی احتمال زمانی وقوع یخبندان‌های دیررس بهاره و زودرس پاییزه در البرز مرکزی*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران.

۷- علیجانی، بهلول (۱۳۸۱): *اقلیم‌شناسی سینوپتیک*. انتشارات سمت. تهران.

۸- علیجانی، بهلول و براتی غلامرضا (۱۳۶۶): *تحلیل همدیدی یخبندان*. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی.

۹- علیزاده، امین و دیگران (۱۳۷۳): *تاریخ وقوع اولین یخبندان‌های پاییزه و آخرین یخبندان‌های بهاره در خراسان*. مجله علمی نیوار .۲۴ .

۱۰- قبادی دارابخانی، غلامحسین (۱۳۸۰) : *بررسی و پیش‌بینی تاریخ‌های آغاز و خاتمه یخبندان و اثرات آن بر روی جوانه‌زنی گندم در غرب ایران*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. تهران.

۱۱- قطره‌سامانی، سعید (۱۳۸۳) : *تحلیل همدیدی شروع و خاتمه یخبندان در استان چهار محال بختیاری*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد واحد تهران مرکز.

۱۲- مجرد قره‌باغ، فیروز (۱۳۷۶): *تحلیل و پیش‌بینی یخبندان در آذربایجان*. رساله دکترا. دانشگاه تربیت مدرس تهران.

۱۳- مجرد قره‌باغ، فیروز (۱۳۷۹): *شاخص‌های یخبندان*. مجموعه مقالات دومین همایش سرما و یخزدگی گیاهان زراعی و باغی کشور. تهران.

Archive of SID

www.SID.ir

۱۴- هاشمی، فریدون (۱۳۴۸): *تجزیه و تحلیل استاتیستیکی از سرمای تهران*. انتشارات تحقیقات و بررسی علمی هواشناسی کل کشور.

۱۵- هژبرپور، قاسم و همکاران (۱۳۸۳): *طرح مطالعه و بررسی بحران‌های دمایی و اثر آن بر محصولات کشاورزی غالب استان اردبیل*. انتشارات سازمان هواشناسی کشور. تهران.

16- Bootsma, A (1976). Estimating minimum temperature and climatological freeze risk in hilly terrain. Agricultural Meteorology, 16.

17- Burke, M. J., Gusta, L.V., Quamme, H. A, Weise, C. J. and Li, P. H (1976) Freezing and injury to plants. Annual Review of Plant Physiology, 27.

18- Defant. F. and Morth. H.T (1978).Compendium of meteorology.Vol. 1. part 3. WMO- NO-364.

19- Rosenberg, N. J.and Myers, R. E (1962). The nature of growing season frost in Nebraska. Monthly weather Review, 90.

20- Show, R.H (1954) Leaf and air temperature under freezing condition. Plant Physiology, 29.

21- Thom, H. C. and. show, R. H (1958). Climatological analysis of freez data for Iowa. Monthly Weather Reviwe, 86.

Archive of SID

www.SID.ir