

بررسی پدیده سرمازدگی در استان چهارمحال و بختیاری از دیدگاه همدیدی - دینامیکی

خلاصه

سرمازدگی و یخبندان از دیرباز باعث ایجاد وحشت در کشاورزان شده و خسارتهای مالی زیادی را بر آنها وارد آورده است. ظاهراً عامل یخبندان، دما می باشد ولی در اصل هرگونه نوسان در پارامترهای هواشناسی از قبیل فشار، رطوبت نوع ابر و مه در سطح زمین و لایه های بالای جو عامل ایجاد و تغییر دما می باشد در این تحقیق یک مورد سرمازدگی که در روز هفتم اردیبهشت در استان چهارمحال و بختیاری اتفاق افتاد انتخاب و در کلیه ساعات از دو روز قبل و بعد از وقوع یخبندان پارامترهای هواشناسی مذکور مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت. هدف نهایی از این تحقیق شناخت عوامل مؤثر دینامیکی و همدیدی بر روی سرمازدگی و یخبندان در استان چهارمحال و بختیاری بود تا بتوان با به کارگیری آن در آینده از وقوع این حادثه جلوگیری کرد و از شدت خسارتها کاست. محاسبات انجام شده نشان داد که میزان گرمای هدر رفته در لحظه سرمازدگی در حدود ۷۱ برابر میزان این گرما در حالت عادی بوده است بر این اساس جهت جلوگیری از وقوع این حوادث از قبل با اعمال این میزان گرما به جو از روشهای مختلف می توان تا حدودی از بروز این پدیده جلوگیری کرد. تغییرات ناگهانی فشار، رطوبت و دیگر متغیرهای هواشناسی عامل این پدیده است. استفاده از ارقام غیر مقاوم در این مورد باعث تشدید خسارات می گردد. نوع خاک، آبیاری و عملیات زراعی دیگر نقش مهمی در این پدیده دارد.

واژه های کلیدی: ژئوپتانسیل متر- فشار- دما - گرما - هم فشار

مقدمه

دما یکی از فاکتورهای مهم در رشد و نمو گیاهان می‌باشد. نوسان دما، برآیندی از تغییر در کلیه فراسنجهای هواشناسی است. به طوری که کاهش ناگهانی دما می‌تواند از تغییرات ناگهانی پارامترهای دینامیکی و همدیدی سرچشمه بگیرد. همچنین باعث ایجاد پدیده سرمازدگی گشته که هر چه زمان این کاهش کوتاه‌تر باشد شدت حادثه قوی‌تر و خسارتهای بیشتری خواهد داشت. شناخت و آگاهی از نوسانات دمایی نقش حیاتی در پیش‌بینی و کاهش این خسارات دارد زیرا با شناخت زمان وقوع این پدیده و بکارگیری روشهای مصنوعی و مکانیکی ایجاد گرما بر روی گیاهان، می‌توان اثرات آن را کاهش داد.

تاریخچه تحقیق در مورد وقوع سرما و یخبندان در گیاهان زراعی

تحقیق در مورد عوامل مؤثر بر سرمازدگی و یخبندان نیاز به بررسی و شناخت تاریخ وقوع یخبندان و عوامل مؤثر بر آن دارد. با توجه به اینکه اولین سرماهای پاییزه و آخرین سرماهای بهار به علت غافلگیری کشاورزان و عدم اتخاذ تدبیرهای لازم توسط آنها می‌تواند خسارت بارتترین نوع سرمازدگی باشد از دیرباز، اطلاع از این تاریخها مورد توجه محققین بخش کشاورزی واقع شده است. اولین بار در سال ۱۹۳۶، هربر^۱ و اشمیر دریافتند که گونه‌های سوزنی برگ، نسبت به دیگر گیاهان، سرماهای پاییزه را بهتر تحمل می‌کنند و در دماهای پایین‌تری دچار سرمازدگی می‌شوند. مولتن^۲ و شویب با تحلیل بر روی دمای حداقل و حداکثر روزانه دریافتند که دوره یخبندان و میانگین سالانه دما، به عنوان تابعی وابسته به ارتفاع و عرض جغرافیایی ایستگاه هواشناسی بوده و همبستگی معنی‌داری بین آنها وجود دارد. روزنبرگ و مایر^۳، سرمازدگی را به دو نوع تابشی و همرفتی تقسیم کردند و مطالعات گسترده‌ای را برای نقاط مختلف انجام دادند. هاشمی در سال ۱۳۴۸ با استناد به تحقیقات انجام شده در امریکا، سربهای زمانی شروع و خاتمه سرما و یخبندان در تهران را برای چهار آستانه حرارتی تحلیل نمود. علیزاده و کمالی بر روی اطلاعات دمای حداقل روزانه استان خراسان تحلیلی انجام دادند و نتیجه گرفتند که به احتمال ۸۰ درصد، یخبندانهای ملایم شهر مشهد در ۲۹ اسفند ماه خاتمه می‌یابد. رحیمی در پایان‌نامه کارشناسی ارشد خود و بر اساس اطلاعات

آماري در ارتفاعات مختلف البرز مركزي، تاريخ وقوع يخبندهاي زودرس پاييزه و ديررس بهار را در سه شدت، يخبندان ضعيف، متوسط و شديد تحليل كرد.

ويكنويج در سال ۱۹۶۲ در بررسي منابعي در خصوص تحقيقات انجام شده، مشخص نمود كه علل تغييرات ناگهاني دما در سطح زمين به ويژه در فصل بهار به طور مستقيم به تغييرات الگوهاي فشار و فرآيندهاي ديناميكي جو مربوط است. او نتيجه گرفت كه علاوه بر الگوهاي فشار تابش را نيز بايستي در مطالعات، دخالت داد. در سال ۱۹۶۹ يالمن^۴ و نيوتن مدلي را ارايه دادند كه بر اساس اين مدل گردش عمومي جو، ايران در محل حضور دو رژيم هادلي و راسبي قرار مي گيرد. در سال ۱۹۸۸ ميلادي آقاي اس. ام. وايت^۵ سايد يخبندها را به دو نوع فرارفتي و تشعشعي تقسيم كرد و متذكر مي شود كه نوع يخبندان فرارفتي براي محصولات باغي خسارت بارتر از ساير انواع يخبندها است. تعداد زيادي از محققين معتقدند كه در مورد يورشهاي هواي سرد و موسمي به ايران توجه به چهار مورد: تحليل الگوهاي بزرگ مقياس، تأثير فلات تبت برگردش عمومي موسمي هاي زمستانه، گسترش و نفوذ زبانه هاي هواي سرد از عرضهاي بالا به سمت استوا و روابط آن با تبادلات انرژي گرمائي ميان مناطق حاره و عرضهاي مياني و انتقال توده هاي هواي سرد از روي اقيانوسهاي گرم ضروري مي باشد.

روش تحقيق

جهت شناخت عوامل هواشناختي مؤثر بر وقوع سرمازدگي و يخبندان در كشاورزي منطقه چهارمحال و بختياري اقدام به بررسي و مطالعه يكي از موارد يخبندهاي شديد در منطقه مورد بررسي و مطالعه قرار گرديد. آمار و اطلاعات اين تحقيق شامل آمار و اطلاعات سطح زمين و سطوح فوقاني جو و نقشه هاي هواشناسي روزهاي مذكور بود. اين يخبندان شديد كه در روز هفتم ارديبهشت ۱۳۷۹ در شهرستان شهر كرد اتفاق افتاد، باعث ايجاد خسارات زيادي بر محصولات كشاورزي گرديد.

آمار و اطلاعات سطح زمين وجو بالا

آمار و اطلاعات مربوط به ايستگاه همديدي (سينوپتيك) شهر كرد از دو روز قبل از وقوع يخبندان تا دو روز بعد از وقوع اين پدیده جمع آوري و مورد تحليل قرار گرفت. اطلاعات مورد بررسي شامل: فشار، دمای حداقل هوا و خاک، دمای خشک، دمای تر، میزان پوشش ابر در آسمان

و رطوبت نسبی بود که از روز پنجم تا دهم اردیبهشت ماه ۱۳۷۹ مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت، همچنین برای افزایش دقت و بررسیهای دقیق تر گرافهای دستگاههای ثبت در روزهای مورد نظر نیز مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت.

به منظور انجام محاسبات دینامیکی و تعیین شاخصهای مربوط، آمار و اطلاعات سطوح فوقانی جو برای روزهای مذکور مورد نیاز بود که متأسفانه به علت عدم تجهیز استان چهارمحال و بختیاری به ایستگاه جو بالا، از اطلاعات جو بالای شهر اصفهان استفاده گردید. بدین منظور اطلاعات مربوط به کلیه ترازهای جو شامل ۱۰۰۰، ۸۵۰، ۷۰۰، ۵۰۰، ۴۰۰، ۳۰۰، ۲۰۰ و ۱۰۰ هکتوپاسکال^۶ استخراج گردید. این اطلاعات شامل ارتفاع هر تراز از سطح زمین (ژئوپتانسیل^۷ متر)، رطوبت، سمت و سرعت باد و دمای هر لایه بود. این اطلاعات مربوط به ساعت ۱۲ گرینویچ از روز پنجم تا دهم اردیبهشت ۱۳۷۹ بود.

نقشه‌های همدیدی

نقشه‌های مربوط به ترازهای سطح زمین، ۸۵۰، ۷۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال مورد بررسی و تحلیل واقع شدند و خطوط هم دما، هم فشار، هم ارتفاع، هم رطوبت در هر یک از سطوح مذکور مورد بررسی و تحلیل قرار گرفتند.

جهت محاسبه ضخامت لایه‌های مختلف جو در روزهای مذکور، از طریق درون‌یابی مورد استفاده قرار گرفت. نقشه‌های پیش‌یابی و واقعی هواشناسی همه‌روزه در مرکز پیش‌بینی سازمان هواشناسی کشور ترسیم و آنالیز می‌شود و بر این اساس پیش‌بینی‌ها تا ۷۲ ساعت آینده انجام می‌پذیرد. در مراکز هواشناسی استانها منحصراً نقشه‌های دو لایه سطح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال ترسیم و آنالیز می‌گردد. با توجه به اینکه در نقشه‌های پیش‌یابی فاصله درجات گرید ۵ درجه طول و عرض جغرافیایی است و عملاً استان چهارمحال و بختیاری بر روی نقاط شبکه قرار ندارد، از روش درون‌یابی، جهت برآورد مقادیر استفاده گردید. محاسبه ارتفاع ترازهای مذکور برای نقاط به روش زیر انجام شد.

$$H1 = \frac{5}{30 - \text{عرض جغرافیایی منطقه}} \times [(\text{ارتفاع در نقطه با عرض جغرافیایی}) \times 30 + \text{طول } 50 \text{ درجه}]$$

۳۵ و طول ۵۰ درجه

$$H_2 = H_1 - (\text{ارتفاع در نقطه ای با عرض } 30 \text{ و طول } 50 \text{ درجه})$$

بایستی عدد حاصله بر حسب متر باشد.

پس از آن عملیات فوق بر روی اطلاعات نقشه سطح زمین (پیش‌یابی) انجام گرفت.

$$P_1 = \frac{5}{\text{عرض جغرافیایی منطقه}} \times \left[\begin{array}{l} \text{فشار در نقطه‌ای با عرض جغرافیایی} \\ \text{۳۵ و طول } 50 \text{ درجه} \end{array} \right] - \left[\begin{array}{l} \text{فشار در نقطه با عرض جغرافیایی} \\ \text{۳۰ و طول } 50 \end{array} \right]$$

$$P_2 = P_1 - (\text{فشار در نقطه‌ای با عرض } 30 \text{ و طول } 50 \text{ درجه})$$

$$H = 8 \times P$$

$$\text{THICKNESS} = H_2 - H_1$$

این محاسبات برای روز واقعه و قبل از آن نیز انجام شد و از طریق تفاضل این مقدار با مقدار روز قبل تغییرات ضخامت بین دو لایه ۵۰۰ و ۱۰۰۰ برآورد گردید. محاسبات نشان داد که به ازای هر ۱۰ متر تغییر ارتفاع ۱ درجه تغییر دما خواهیم داشت و بر این اساس می‌توان دمای روزهای آینده را در شرایطی که آسمان صاف و بدون ابر و پدیده است محاسبه کرد. سایر روشهای سینوپتیکی و دینامیکی انجام شده براساس آمار و اطلاعات و نتایج نقشه‌های پیش‌یابی انجام شد.

نتایج

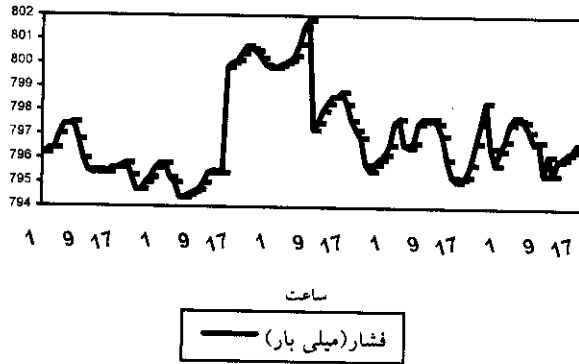
استان چهارمحال و بختیاری در غرب کشور، حد فاصل عرض جغرافیایی '۸, ۳۱° و '۴۴, ۳۲° و طول جغرافیایی '۴۴, ۴۹° و '۲۵, ۵۱° قرار گرفته است. تغییرات ارتفاع در این استان بین ۱۰۰۰ تا ۴۲۲۱ متر است. این استان در مسیر حرکت سامانه‌های غربی کشور قرار دارد و دارای تغییرات نسبتاً زیاد متغیرهای اقلیمی است. متوسط بارندگی استان ۳۳۶ میلی‌متر و متوسط دمای سالانه ۱۰/۹ درجه سانتی‌گراد محاسبه شده است. حداقل مطلق دما (۳۲-) درجه سانتی‌گراد حداکثر مطلق دما (۴۲) درجه سانتی‌گراد بوده است.

نتایج آمار و اطلاعات سطح زمین

بررسی آمار بلندمدت خسارت سرمازدگی در استان چهارمحال و بختیاری مؤید این مطلب است که در ماههای فروردین و اردیبهشت سرمازدگی بهاره زیاد اتفاق می‌افتد همچنین بر اساس اطلاعات اخذ شده تجربی، فراوانی وقوع سرمازدگی تشعشعی بیش از یخبندانهای فرارفتی است ولی

در عمل میزان خسارتهای ناشی از سرمازدگی فرا رفتی خیلی بیشتر بوده است. در این روز دمای حداقل نسبت به روز قبل $6/5$ درجه سانتی‌گراد کاهش داشته است. این در حالی است که وضعیت جوی ظاهراً تغییر محسوسی نداشته است. به طوری که در روز ششم آسمان صاف همراه با غبار محلی، در روز هفتم نیز آسمان صاف بوده و بیشینه سرعت باد در روز ششم 9 متر بر ثانیه جهت جنوب غربی، در روز هفتم سرعت 8 متر بر ثانیه در همان جهت بوده است. رطوبت در روز ششم بین 5 و 55 درصد و در روز هفتم 2 تا 47 درصد در نوسان بوده است. میزان تبخیر روز ششم $8/2$ و روز هفتم $7/5$ و تعداد ساعات آفتابی روز ششم $10/1$ و روز هفتم $11/3$ ساعت بوده است. دمای حداقل خاک از $1/5$ به $5/2-$ درجه سانتی‌گراد کاهش داشته است. در این دو روز، نوع محصول، خاک و دیگر شرایط مکانی تغییر نداشته است. نکته قابل توجه این است که در لردگان واقع در جنوب استان با مختصات جغرافیایی $31^{\circ} 31'$ و $50^{\circ} 49'$ در این روز افزایش دما گزارش شده است. پس با توجه به مطالب فوق علت وقوع سرمازدگی چیست؟ آیا عوامل فیزیکی خاک، نوع محصول، خواص دینامیکی یا سینوپتیکی یا پارامترهای هواشناسی مؤثر است. جهت حل این مسأله کلیه گرافهای رسم شده در روز مذکور و همچنین اطلاعات مربوط به میزان ابر مورد بررسی قرار گرفت که نشان داد در روز پنجم آسمان پوشیده از ابر بوده است، در روز ششم نیز آسمان از مقدار کمی ابر پوشیده شده بود و بقیه روزها ابری در آسمان مشاهده نشده است. اطلاعات مربوط به رطوبت بیانگر این است که میزان رطوبت نسبت به روز قبل و بعد از سرمازدگی تغییر چشمگیری نداشته و میزان رطوبت طی این پنج روز نسبتاً کم بوده است. به طور کلی مشخص گردید که هیچ‌گونه پدیده خاصی طی این دوره 5 روزه مشاهده نشده است. تغییرات دما نسبت به زمان، در نمودار 1 ترسیم شده است. این نمودار بیانگر کاهش قابل توجه دما در ساعت 18 به وقت گرینویچ در روز هفتم است که سبب وقوع پدیده سرما زدگی شده است. فشار- زمان در نمودار 2 ترسیم شده است که در آن محور افقی بر حسب ساعت گرینویچ و محور قائم آن فشار (هکتوپاسکال) می‌باشد. این نمودار مشخص کرد که در روزهای پنجم و ششم اردیبهشت ماه 1379 فشار در بعضی ساعات به مقدار جزئی نوساناتی داشته است ولی این تغییرات چشمگیر نبوده و در آن ساعات هیچ‌گونه سرمازدگی اتفاق نیفتاده است. ولی در روز هفتم ساعت 18 افزایش ناگهانی فشار مشاهده شده به طوری که طی یک ساعت $4/5$ میلی‌بار فشار هوا افزایش یافت و پس از آن نیز در حدود 1 تا 2 میلی‌بار افزایش بیشتر مشاهده شده است. در بقیه ساعات تغییرات فشار جزئی بوده است. مقایسه نمودار فشار- زمان

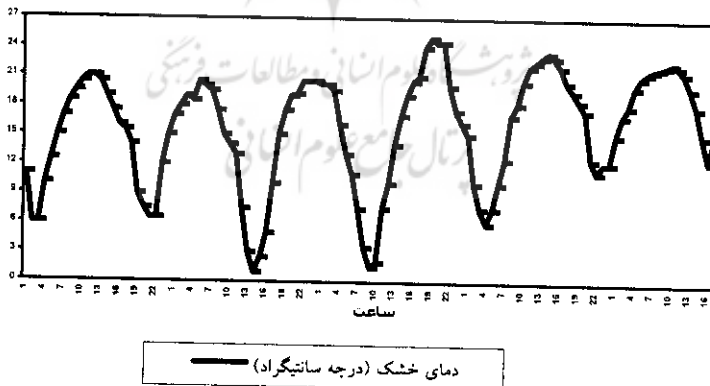
و دما - زمان نشان می‌دهد که دقیقاً کاهش دما و افزایش ناگهانی فشار همزمان بوده و هر دو مورد خیلی سریع به وقوع پیوسته‌اند که می‌توان عامل اصلی سرمازدگی را در این شوک ناگهانی یافت.



نمودار ۱ تغییرات ساعتی دمای خشک طی پنج روز قبل و بعد از سرمازدگی در شهر کرد

نتایج تحلیل اطلاعات جو بالا

بررسیهای آمار و اطلاعات سطوح فوقانی جو نشان داد که در روز ششم ارتفاع تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال در حدود ۲ ژئوپتانسیل دکامتر بوده که نسبت به روز پنجم ۱۳ ژئوپتانسیل دکامتر کاهش یافته است. در روز هفتم نسبت به روز ششم افزایش ارتفاعی در حدود ۱۹ ژئوپتانسیل متر



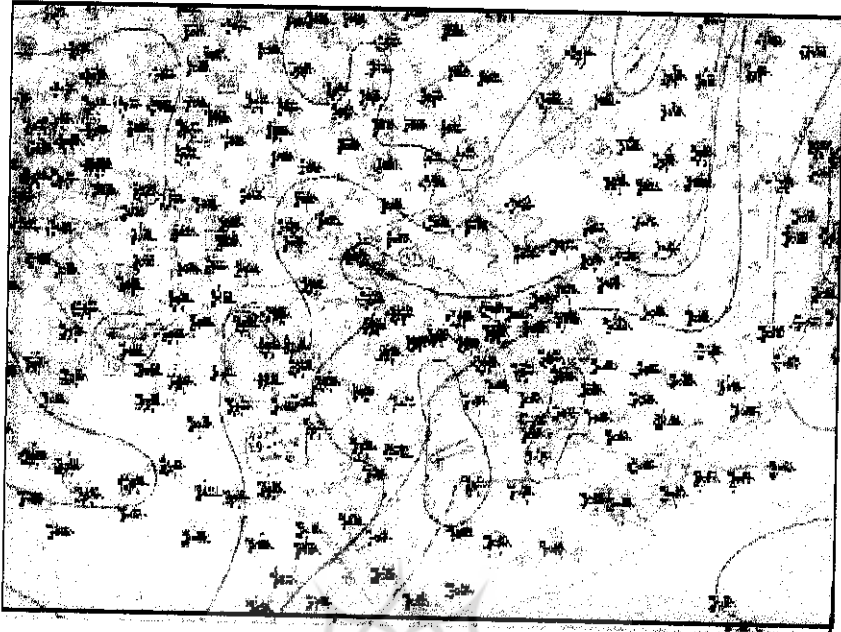
نمودار ۲ تغییرات ساعتی فشار طی پنج روز قبل و بعد از سرمازدگی در شهر کرد

رخ داده است که بیانگر وجود یک سامانه پر ارتفاع بر روی تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال می‌باشد و

خود معرف خروج سامانه کم ارتفاعی از منطقه می‌باشد. بر روی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال در روز ششم کاهش ارتفاع و در روز هفتم افزایش ارتفاع، به وقوع پیوسته است. در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال روز ششم کاهش ارتفاع و در روزهای هفتم تا نهم افزایش ارتفاع به چشم می‌خورد. در این تراز کمترین رطوبت، کمینه، دمای نقطه شبنم و شروع وزش باد با سرعت بیشینه در جهت ۲۵۷ درجه در روز هفتم اتفاق افتاده است. در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در روز ششم نسبت به روز پنجم کاهش ارتفاع و در روزهای بعدی افزایش ارتفاع به چشم می‌خورد. این افزایش ناگهانی ارتفاع می‌تواند عامل ایجاد تغییرات در شرایط آب و هوایی باشد. رطوبت نیز به طور ناگهانی در روز هفتم افزایش و در روز هشتم کاهش یافته که خود باعث تغییر گرمای نهان تبخیر در جو می‌باشد. به طوری که به ازاء تبخیر ۱ گرم آب موجود در جو مقدار ۸۰ کالری از گرمای محیط گرفته می‌شود و باعث به سرد شدن لایه‌های زیرین جو می‌گردد. در روز هفتم تندی باد نیز افزایش چشمگیری در جهت ۲۶۸ درجه داشته است. در تراز ۴۰۰، ۳۰۰، ۲۰۰ و ۱۰۰ هکتوپاسکال در روز ششم نسبت به روز پنجم کاهش ارتفاع و در دیگر روزها افزایش ارتفاع مشاهده شده است. از طرفی در روز هفتم و هشتم در تراز ۴۰۰ هکتوپاسکال کمترین دما، رطوبت و دمای نقطه شبنم اندازه‌گیری شده است. سرعت باد نیز در روز هفتم ۳۳/۴ متر بر ثانیه در جهت ۲۶۰ درجه بوده است. در تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال در روز ششم و هفتم، رطوبت و دمای نقطه شبنم کمینه می‌باشد. وزش باد در این تراز با سرعت ۳۷/۱ و در جهت ۲۵۶ درجه بوده است. در تراز ۲۰۰ و ۱۰۰ هکتوپاسکال شروع وزش باد در روز هفتم در جهت ۲۵۰ درجه بوده که در تراز ۱۰۰ هکتوپاسکالی افزایش ارتفاع نیز قابل توجه است.

تحلیل نقشه‌های همدیدی

در روز سه‌شنبه، پنجم اردیبهشت ماه ۱۳۷۹ بر روی تراز سطح زمین مرکز پرفشاری با ایزوبار ۱۰۱۵ هکتوپاسکال، شرق دریای مدیترانه، مصر، شاخ افریقا و شمال غرب افریقا را شامل شده بود. خط فشاری ۱۰۱۰ هکتوپاسکال از دریاچه آرال به شمال و مرکز دریای خزر و با یک حرکت واچرخندی به شمال ایران، غرب خراسان و سپس به سمت غرب ایران و از آنجا به جنوب دریای سرخ کشیده شده است. همچنین خط فشاری ۱۰۰۵ هکتوپاسکال از عرضهای شمالی به سمت شرق و مرکز ایران و سپس به جنوب ایران و خلیج فارس و از آنجا با یک حرکت چرخندی، دبی، شارجه، خلیج فارس و دریای عمان را شامل شده است.



شکل ۲ گره مربوط به سطح زمین در روز ۲۵ آوریل ۲۰۰۱ در ساعت ۰۰:۰۰ (UTC)

بر روی نقشه ۸۵۰ هکتوپاسکال پربند ۱۴۸ ژئوپتانسیل دکامتر از عرضهای شمالی به سمت آذربایجان شوروی و از آنجا به آذربایجان ایران، مناطق شمالی کشور و سپس به شمال و شرق خراسان امتداد یافته و از آنجا به شمال آسیا منحرف شده است، گرادیان شدید خطوط دمایی در منطقه شمال باعث ریزش هوای سرد به عرضهای شمالی ایران گردیده است. پربند ۱۵۲ ژئوپتانسیل دکامتر از غرب افریقا به جنوب دریای مدیترانه، آذربایجان شوروی، آذربایجان ایران، غرب و جنوب ایران و از آنجا به جنوب دریای سرخ منحرف گردیده است.

این خط کنتوری که همین مرکز واپرخندی می باشد عامل انتقال هوای سرد از شمال ایران به جنوب بود که کاهش دما را نیز در اکثر مناطق همراه داشت. رطوبت قابل توجهی بر روی دریای سیاه و مدیترانه مشاهده می شد که در حال عبور بود.

بر روی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال مرکز کم ارتفاعی با پربند ۳۰۴ ژئوپتانسیل دکامتر بسته شده که این سیستم شمال دریای خزر و دریاچه آرال را شامل شده است. در این تراز رطوبت چشمگیری بر روی مدیترانه مشاهده می شود. پربند ۳۰۸ ژئوپتانسیل دکامتری از شمال غرب تا شمال شرق آفریقا، سپس در همین راستا تا آذربایجان ایران و جنوب دریای خزر، خراسان و از آنجا به

عرضهای شمال رفته است. خط کنتوری ۳۱۲ ژئوپتانسیل دکامتر نیز به موازات ۳۰۸ ژئوپتانسیل دکامتر با اختلاف ۲ تا ۳ درجه عرض جغرافیایی در جنوب آن قرار گرفته است. قطع خطوط کنتوری و دما در این تراز تقریباً موازی یا با زاویه کم می‌باشد که بیانگر حالت فشار و رد هم ارز می‌باشد. پربند ۳۱۶ ژئوپتانسیل دکامتر نیز از جنوب عربستان بر روی بوشهر و از آنجا به مرکز خراسان انتقال یافته است. بر روی غرب ایران حرکت موجی شکل مشاهده می‌شود که استان مورد مطالعه را نیز شامل شده است. بر روی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال ناوه چرخندی که از مرکز دریای مدیترانه به دریای سرخ و سودان امتداد یافته، مشاهده می‌شود. خطوط کنتور ۵۶۸، ۵۷۲، ۵۸۰، ۵۸۴ و ۵۸۸ ژئوپتانسیل دکامتر در یک امتداد و به موازات یکدیگر، با اختلاف چند درجه عرض جغرافیایی از آفریقا به سمت ایران کشیده شده که در این میان استان مورد نظر بین دو پربند ۵۷۲ و ۵۷۰ ژئوپتانسیل دکامتر قرار گرفته است فاصله کم خطوط کنتور باعث وزش باد در ارتفاعات می‌شود.

در روز ششم اردیبهشت ۱۳۷۹ بر روی نقشه تراز سطح زمین پربند ۱۰۱۰ هکتوپاسکال از روی سودان به سمت دریای سرخ، خلیج فارس، غرب، مرکز و شمال ایران و سپس به استان خراسان و از آنجا به عرضهای شمالی منحرف شده است. همچنین خط فشاری ۱۰۰۵ هکتوپاسکال نیز از جنوب دریای سرخ به سوی خلیج فارس، جنوب، مرکز و شرق ایران سپس به عرضهای شمالی امتداد یافته است. در این روز استان چهارمحال و بختیاری در تراز سطح زمین بین دو پربند ۱۰۰۵ و ۱۰۱۰ هکتوپاسکال قرار گرفته و گرادیان فشاری نسبت به روز قبل افزایش یافته است. بر روی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال مرکز چرخندی (کم ارتفاعی) با مقدار ۵۶۴۰ ژئوپتانسیل دکامتر بر روی دریاچه آرال بسته شده است. خطوط ارتفاع ۵۶۸۰، ۵۷۲۰، ۵۸۰۰ و ۵۸۴۰ ژئوپتانسیل به طور موازی به فواصل ۱/۵ تا ۲ درجه عرض جغرافیایی رسم شده‌اند. در این تراز استان چهارمحال و بختیاری بین دو پربند ۵۷۶۰ و ۵۸۰۰ ژئوپتانسیل قرار گرفته که این دو پربند از نواحی غرب دریای مدیترانه به سمت شرق دریای مدیترانه و از آنجا به غرب و مرکز ایران و سپس به عرضهای شمالی امتداد یافته است. این دو پربند توسط خطوط همدمای ۱۵- درجه سانتی گراد قطع شده و سیملوله‌هایی را تشکیل داده که نمایانگر فرارفت دما و ایجاد کژفشاری ضعیف بر روی منطقه می‌باشد.

تحلیل کلی این روز نشان می‌دهد که استان چهارمحال و بختیاری در جلوی محور پشته (ریح) قرار گرفته که این محور در حال عبور و سیستم کم ارتفاعی در حال رسیدن به منطقه می‌باشد. مقایسه نقشه‌های مربوط به این روز و روز قبل، نمایانگر عبور سیستم کم ارتفاع بوده که از شمال غرب

دریای خزر به سمت شرق حرکت کرده و به عرضهای جنوبی‌تر نیز کشیده شده است. محور ناوه این چرخند از استان عبور کرده و باعث ایجاد تغییرات ناگهانی دما در منطقه گشته است.

در روز هفتم اردیبهشت ۱۳۷۹ بر روی نقشه تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال مرکز کم ارتفاع بریده‌ای (چرخند) با ارتفاع ۱۴۸ ژئوپتانسیل دکامتر بر روی شرق دریای مدیترانه بسته شده که رطوبت بسیار خوبی را نیز شامل شده است. همچنین مرکز چرخند بریده‌ای نیز بر روی سودان و دریای سرخ و غرب عربستان با ارتفاع ۱۴۸ ژئوپتانسیل دکامتر بسته شده است. در این تراز خطوط همدمای با فواصل تقریباً مساوی از یکدیگر رسم شده که بر روی ایران فاصله این خطوط زیاد نیست و مبین گرادیان ضعیف ارتفاع می‌باشد، به طوری که خط همدمای ۲۰+ درجه سانتی‌گراد از روی سودان به دریای سرخ و از آنجا به عربستان و سپس به شمال خلیج فارس و جنوب ایران و از آنجا به مرکز خراسان و عرضهای شمالی خارج از ایران کشیده شده است. خط همدمای ۱۵+ درجه سانتی‌گراد به موازات خط همدمای ۲۰+ از روی شرق آفریقا به گرجستان و آذربایجان شوروی و از آنجا به مرکز دریای سرخ و سپس به مشهد و شمال شرق ایران و از آنجا به عرضهای شمال شرق در خارج از ایران امتداد یافته است. بر روی ایران نیز مرکز پراارتفاعی نقش گرفته و از روی استان چهارمحال و بختیاری در حال خروج می‌باشد. به طور کلی مراکز پراارتفاع بر روی این شکل به صورت بریده می‌باشند که مبین سعی در رسیدن به تعادل است که این خود با نوسانهای دمایی یا ارتفاع شدید همراه خواهد بود. بر روی نقشه تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال این روز نیز تقریباً الگویی مثل تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال ولی منظم و گویاتر وجود دارد، به طوری که بر روی جنوب خلیج فارس، جنوب ایران و دریای عمان مرکز پراارتفاعی با ارتفاع ۳۱۲ ژئوپتانسیل دکامتر قرار گرفته است. مرکز چرخندی با ارتفاع ۳۰۲ ژئوپتانسیل دکامتر بر روی شمال دریای مدیترانه و جنوب دریای سیاه بسته شده که رطوبت مناسبی دارد. این مرکز نسبت به تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال در قسمت شمال غرب قرار دارد و نسبت به تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال تقریباً در یک موقعیت قرار گرفته است. در این تراز مرکز بسته ۳۰۴ ژئوپتانسیل دکامتر پیرامون مرکز بسته ۳۰۲ ژئوپتانسیل دکامتر و با فاصله ۱ تا ۲ درجه عرض جغرافیایی قرار گرفته است. ناوه‌ای از عرضهای بالاتر به سمت پایین کشیده شده که با خود ریزش هوای سرد را به همراه دارد. همچنین پریند ۳۱۲ ژئوپتانسیل دکامتر از عرضهای شمالی به دریای مدیترانه و از آنجا به دریای سرخ و سپس به شرق ایران و با یک حرکت چرخندی

به شمال شرق ایران و شمال دریای سیاه امتداد یافته است. خط ۳۱۶ ژئوپتانسیل دکامتر نیز همانطوری که گفته شد به صورت یک مرکز واچرخندی بسته، عرضهای جنوبی را احاطه کرده است. بر روی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال نیز تا حدودی الگویی مشابه دو تراز قبل ولی با نظم بیشتر و گرادیان ارتفاع و دمای بیشتر مشاهده می‌شود. در این تراز سیم‌لوله‌هایی تشکیل شده که وجود فرارفت دما بر روی منطقه را نشان می‌دهد. بر روی غرب دریای مدیترانه و جنوب دریای سیاه مرکز کم ارتفاعی با مقدار ۵۶۰ ژئوپتانسیل دکامتر بسته شده است و مرکز وسیع‌تری نیز با ارتفاع ۵۶۴ ژئوپتانسیل دکامتر در اطراف آن بسته شده است. پربند ۵۶۸ ژئوپتانسیل دکامتر از سمت عرضهای شمالی به روی دریای مدیترانه و سپس با یک حرکت چرخندی به سمت آذربایجان شوروی و عرضهای شمالی حرکت کرده است. پربند ۵۷۲ ژئوپتانسیل دکامتر نیز به موازات ۵۶۸ ژئوپتانسیل دکامتر و با فاصله ۱ تا ۱/۵ درجه عرض جغرافیایی رسم شده و از عرضهای شمالی به دریای مدیترانه و آذربایجان شوروی و جنوب دریای خزر و از آنجا به مشهد و سپس به عرضهای شمالی امتداد یافته است. پربند ۵۷۶ ژئوپتانسیل دکامتر نیز به موازات ۵۷۲ ژئوپتانسیل دکامتر و به فاصله ۲ درجه عرض جغرافیایی رسم شده که ایران را نیز تحت‌الشعاع قرار داده و از شمال غرب به مرکز و شرق کشور گسترش یافته است. خط ۵۸۰ ژئوپتانسیل دکامتر مسیری مانند ۵۷۶ ژئوپتانسیل دکامتر طی کرده، با این تفاوت که در حدود ۱ تا ۲ درجه عرض جغرافیایی جنوب آن واقع گردیده و قسمتهای جنوبی ایران را شامل شده است. خط ۵۸۴ ژئوپتانسیل دکامتر نیز از جنوب آفریقا و مرکز دریای سرخ به مرکز خلیج فارس و جنوب ایران گسترده شده است.

بحث

در قسمتهای قبلی علل و عوامل وقوع سرمازدگی از دیدگاه سینوپتیکی - دینامیکی مورد بررسی قرار گرفت. براساس مشاهدات و محاسبات انجام شده مشخص شد که تغییرات ناگهانی فشار و به دنبال آن دما عامل اصلی در وقوع پدیده یخبندان شدید می‌باشد. از دیدگاه فیزیکی می‌توان نتیجه گرفت که میزان گرمایی که در واحد جرم هوا در اثر کاهش دما از جو گرفته می‌شود برابر است با $Q=C*\Delta\theta$ که در این معادله $\Delta\theta$ تغییر دما و C ظرفیت گرمایی ویژه می‌باشد. محاسبات انجام شده در روز مذکور نشان داد که مقدار $\Delta\theta$ به طور میانگین در طی ۵ روز قبل و بعد از سرمازدگی برابر با ۰/۰۹۱۶۷- بوده است. این تغییر دما به‌طور میانگین در هر ساعت میزان گرمایی در حدود $0/09167 \times C$ ژول را از محیط گرفته است. در زمان وقوع پدیده سرمازدگی دما بدین

علت کاهش داشته است که برای جرم واحد در حدود $6/5 \times C$ ژول گرما از محیط گرفته شده است. با مقایسه این میزان گرما و گرمای میانگین، نتیجه‌گیری می‌شود که در زمان سرمازدگی ۷۱ برابر گرما نسبت به میانگین از محیط گرفته شده است که معادل ۷۱ ساعت صرف گرمای میانگین می‌شود. این شرایط بدین معنی است که به‌طور میانگین ۷۱ ساعت طول می‌کشد تا به‌طور طبیعی این میزان جبران شود. حال اگر از قبل شرایط مهیا باشد با استفاده از تکنیک‌هایی مانند ایجاد مه مصنوعی، استفاده از دستگاه مولد باد، آبیاری غرقابی و ... می‌توان چنین انرژی را ایجاد کرد و سریعاً به گیاه انتقال داد تا بتوان خسارت را کاهش داد. تغییرات ناگهانی دما مشابه ضربه‌ای قوی در زمان بسیار کوتاه می‌باشد. رابطه $ft = mv$ برای این نوع پدیده‌ها به کار برده می‌شود و اگر زمان (t) ضربه طولانی شود یا نیروی وارده (f) زیاد باشد نوسانات داخل جسم (Δv) بیشتر می‌شود در زمان سرمازدگی نیز به همین منوال است هرچه زمان کاهش دما بیشتر باشد و روند سرد شدن پس از وقوع سرمازدگی ادامه یابد زمان جبران طولانی‌تر و امکان کنترل آن مشکل‌تر خواهد شد. به‌طور کلی نتایج تحقیق به شرح زیر می‌باشد.

۱) تک‌تک پارامترهای هواشناسی از قبیل: فشار هوا، میزان پوشش ابر، نوع پدیده جوی و ... در کاهش دما مؤثرند.

۲) تغییرات ناگهانی هر یک از پارامترها نسبت به تغییرات تدریجی بر روی وقوع پدیده سرمازدگی مؤثرترند.

۳) ارتباط زیادی بین افزایش فشار و کاهش دما وجود دارد، به طوری که افزایش ناگهانی فشار، باعث رخ دادن پدیده‌ی سرمازدگی نیز می‌تواند باشد.

۴) طبق رابطه $F.t = m\Delta V$ هر نوع شوکی که زمان اثر آن طولانی‌تر باشد می‌تواند اثرات مخرب‌تری داشته باشد.

۵) روابط ضخامت لایه $500/1000$ هکتوپاسکال در روزهایی که وضعیت جوی آرام و بدون پدیده است می‌تواند به خوبی نوسانات دمایی را نشان دهد.

۶) تغییرات گرمای نهان و محسوس یکی از اساسی‌ترین عوامل تغییر دما می‌باشد.

۷) زمان خروج و ورود یک سامانه‌ی جوی نقش مهمی در تغییر دما دارد به طوری که ورود یک مرکز پرفشار در ساعتهای شب می‌تواند عامل کاهش ناگهانی دما و وقوع سرمازدگی شود.

۸) در زمان کاهش دما با توجه به رابطه: $Q=C*\Delta\theta$ هر چه کاهش دما بیشتر باشد میزان انرژی که جو از دست می‌دهد بیشتر است و انرژی بیشتری جهت برقراری تعادل مورد نیاز است که می‌توان از طریق ماشین مولد باد، سوزاندن آتش و ... ایجاد مه مصنوعی، آبیاری غرقابی از وقوع سرمازدگی جلوگیری کرد.

۹) براساس فراوانی سرمازدگی در یک منطقه، استفاده از ارقام مقاوم گیاه از مهمترین موارد کاهش خسارتهای سرما و یخبندان به حساب می‌آید.

منابع و مآخذ:

- ۱- امیر قاسمی، تراب: ۱۳۸۱، سرمازدگی گیاهان.
- ۲- ایکانی، وحید: ۱۳۷۹، سرمازدگی و راههای نفوذ هوای سرد، سازمان حفظ نباتات.
- ۳- بهیار، محمد باقر، کمالی، غلامعلی، امینی، لایلا، باقری، اعظم، پرند، اکرم: ۱۳۸۰، پیش‌بینی دمای حداقل خاک و روشهای مبارزه با یخبندان و سرمازدگی در استان چهارمحال و بختیاری.
- ۴- بهیار، محمد باقر: زمستان ۱۳۷۵، اطلس بلایای طبیعی استان چهارمحال و بختیاری.
- ۵- خواجه نوری، علی: ۱۳۶۸، پدیده زیان‌آور یخبندان در کشاورزی و نحوه جلوگیری یا نقصان خطرات احتمالی آن، نشریه خاک و آب (مجموعه مقالات).
- ۶- سجادی نائینی، منصوره: ۱۳۷۹، روشهای مقابله با سرمازدگی و یخبندان، سازمان حفظ نباتات.
- ۷- سعادت، رامین: طراحی و ساخت سیستم هشداردهنده سرما در باغات میوه، کارشناس اداره حفظ نباتات استان شهرکرد.
- ۹- علیزاده، امین؛ کمالی، غلامعلی؛ موسوی، فرهاد و موسوی، محمد: ۱۳۷۴، اقلیم‌شناسی، چاپ اول، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۸- علیزاده، امین؛ کوچکی، عوض: زمستان ۱۳۶۸، کشاورزی و آب و هوا، نشریات جاوید.
- ۱۰- کریمی، مهدی: ۱۳۷۸، روشهای مقابله با سرما و یخ‌زدگی، سازمان حفظ نباتات.
- ۱۱- کریمی، مهدی: ۱۳۷۹، روشهای حفاظت گیاهان از سرما و یخبندان، سازمان حفظ نباتات.
- ۱۲- کمالی، غلامعلی، ایکانی، وحید: ۱۳۷۸، بررسی سرماهای زیانبخش به کشاورزی ایران، سازمان حفظ نباتات.
- ۱۳- مهندسین مشاور کوانتا، (فاقد تاریخ انتشار): پیش‌بینی دمای حداقل با روش آماری، کار مشترک سازمان هواشناسی کشور و انستیتو هواشناسی و آب‌شناسی رومانی، تهران، سازمان هواشناسی کشور.
- ۱۴- مهندسین مشاور کوانتا، (فاقد تاریخ انتشار)، راهنمای نیازها و محدودیتهای هواشناسی کشاورزی ۱۵ محصول اصلی ایران، کار مشترک سازمان هواشناسی کشور و انستیتو هواشناسی و آب‌شناسی رومانی، تهران، سازمان هواشناسی کشور.
- ۱۵- هاشمی، فریدون: ۱۳۴۸، تجزیه و تحلیل استاتستیکی از سرمای تهران، تهران سازمان هواشناسی کشور.

16-Carl son, Toby N. Mid: 1991, Latitude Weather systems-london: Routledge, Xx,507P:ill, maps, 24cm. Include bibliographical references (p.487-498) and index 1. meteorology I.T. e.

17- Haltiner, George. J: 1980, Numerical prediction and dynamic meteorology/ George J. Haltiner, Roger Terry Williams- 2nded- New York Wiley. Xvii, 477p., table, 23 cm firsted. 1971 published under title: numerical weather Prediction Bibliography: p.444-470 Includes index 1.Numerical weather forecasting. 2.Dynamic meteorology williams, Roger, Terry 1936-ll.Title.

18-Palmen, E -Atmospheric circulation systems: their structure and physical interpretation /E.

19-Palmen and C.W.Newton. Orlando: 1969. Academic press, Xvii, 603p:charts. 24cm- international Geophysics, vol. (3) Includes bibliographical references and index Atmospheric circulation. L. Neuton, C.W, 1920- Joint- authorll. Ttue. Lll. Series.

20- Practical work in synoptic meteorology/ edited by A.S.Z verev. Leningrad. Hydrometeorological pub. House. 335 p:ill. 22.5cm Includes bibliographical references. Synoptic meteorology. I. Zverev, A.s., ed, 1972.*

21-Schmiding, T. W. and Dethier, B. E: 1986. statistical analysis of freeze hazard in New York State, physical Geography.