

فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال ۲۶، شماره سوم، پاییز ۱۳۹۰، شماره پیاپی ۱۰۲

S. Jahanbakhsh  
S. Rezaie  
A. Ghasemeh  
M. Tadayoni

سعید جهانبخش، استاد گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه تبریز  
سمیه رضایی، دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی - اقلیم شناسی - دانشگاه تبریز  
احمدرضا قاسمی، دانشجوی دکتری اقلیم شناسی دانشگاه تبریز  
معصومه تدیّتی، عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سمنان

E-mail: s\_jahan@tabrizu.ac.ir

شماره مقاله: ۸۲۴

شماره صفحه پیاپی ۱۷۲۴۸-۱۷۲۷۲

تحلیل سینوپتیکی یخبندان‌های بهاره تبریز (مطالعه موردی: سرمای بهار ۱۳۸۲ و

۱۳۸۳)

## چکیده

تغییرات دمای جو به علت عبور سیستم‌های هوا اغلب بسیار ناگهانی است و گیاهان نمی‌توانند خود را با این نوسان‌های شدید سازگار کنند و در نتیجه آسیب می‌بینند. از آنجایی که دماهای پایین تأثیرات مخربی بر روی تولیدات کشاورزی دارند، بررسی آن‌ها برای پیش‌بینی و جلوگیری از خسارات احتمالی بسیار مفید خواهد بود. در این مطالعه به منظور تعیین زمان‌های رخداد پدیده یخبندان، دمای حداقل روزانه ایستگاه تبریز برای یک دوره ۲۱ ساله انتخاب و استفاده شد. طولانی‌ترین و شدیدترین یخبندان بین روزهای ۷ تا ۱۲ فروردین ۱۳۸۲ و ۱۷ فروردین ۱۳۸۳ رخ داده است. برای تعیین الگوهای یخبندان این دو دوره، نقشه‌های همدیدی ۸۵۰، ۱۰۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال بررسی شد. نتایج نشان داد که موقعیت و قدرت سامانه‌های وضع هوای حاکم بر منطقه در زمان رخداد یخبندان کنترل‌کننده اصلی این پدیده محسوب می‌شوند. همچنین، شکل‌گیری کم‌فشارها و ناوهای حاصل از آنها نقش مهمی در یخبندان‌های بهاره منطقه داشته، الگوی اصلی سینوپتیکی حاکم در یخبندان‌های مورد بررسی، عمیق شدن ناوه کم فشار شمال دریای خزر است.

واژه‌های کلیدی: یخبندان‌های بهاره، سیستم‌های فشار، تبریز

## مقدمه

از دیدگاه هواشناسی، اصطلاح یخبندان هنگامی به کار می‌رود که دمای حداقل روزانه به زیر صفر درجه سلسیوس نزول کند، در حالی که از نظر فنی رویداد تشکیل کریستال-های یخ روی سطوحی که دمای آنها زیر صفر درجه سلسیوس قرار داشته و دمای لایه هوای بالای سطوح مزبور به نقطه شبنم رسیده باشد، یخبندان نامیده می‌شود. در علم کشاورزی، یخبندان به رویداد دمایی گفته می‌شود که سبب خسارت به بافت‌های گیاهی شود. این دمای بحرانی الزاما با دمای صفر درجه سلسیوس هماهنگ نبوده، ممکن است در دمایی بالاتر یا پایین‌تر از آن هم روی دهد. اما بر روی دمای صفر درجه تاکید بیشتری وجود دارد (کاویانی، ۱۳۸۶، ۱۹۳-۱۹۲). از بین عوامل اقلیمی، پدیده یخبندان نه تنها حیات طبیعی تمامی موجودات زنده را با خطر مواجه می‌نماید، بلکه نقش مهم و تعیین کننده‌ای در مسایل اقتصادی، زیست-محیطی و عمرانی مانند جاده سازی، سد سازی و پل سازی دارد. سرمایه‌دگی و یخبندان در مراحل مختلف رویش برای محصولات کشاورزی و باغی بسیار مهم است. چرا که در صورت حادث شدن، به محدودیت تولید منجر می‌شود (هژبرپور و علیجانی، ۱۳۸۶، ۹۰-۸۹).

یخبندان مخاطره‌ای اقلیمی است که به محصولات اقلیم‌های جنب حاره‌ای و معتدل آسیب جدی می‌رساند. با شناخت مناسب ویژگی‌های یخبندان و هشدار پیش از وقوع آن و با پذیرفتن سطوح محافظت از یخبندان، می‌توان از نگرانی بیشتر اجتناب کرد (ماوی و تاپر، ۱۳۸۸، ۶۴). بیشترین آسیب‌های یخبندان منحصر به فصل زمستان نیست، بلکه یخبندان‌های زودرس پاییزه و همچنین یخبندان‌های دیررس بهاره، که معمولا پس از یک دوره هوای گرم رخ می‌دهند، آسیب‌های شدیدتری به گیاهان وارد می‌کنند. در ایران، در دهه اخیر با بروز پدیده یخبندان در اغلب نقاط، به‌ویژه در مناطق کوهستانی شمال غرب کشور، بسیاری از دانشمندان علوم کشاورزی و آب و هواشناسی پژوهش‌های خود را در این زمینه متمرکز کرده‌اند و سعی در شناخت ویژگی‌ها، چگونگی و تأثیرات این پدیده

نموده‌اند (سلمان‌پور، ۱۳۸۶، ۲). گروه مهمی از این پژوهش‌ها، مطالعه شرایط سینوپتیکی در دوره‌های چند روزه یخبندان است. تحلیل یخبندان‌ها با استفاده از روش سینوپتیک می‌تواند ویژگی‌هایی چون منشأ، مسیر، شدت و فراوانی سیستم‌های فشار را شناسایی نموده و به شناخت بنیادی عوامل پدیدآورنده و ویژگی‌های آنها کمک مؤثری کند. در حقیقت، اقلیم‌شناسی همدیدی یک هدف بزرگ را دنبال می‌کند و آن پیدا کردن روابط میان گردش‌های جوی با محیط سطحی است؛ به طوری که ابتدا ساختارهای جوی را طبقه‌بندی می‌کند و به این ترتیب وضع اقلیم شناختی گردش‌ها را به دست می‌آورد (یارنال، ۱۳۸۵، ۱۳).

#### پیشینه تحقیق

##### الف: تحلیل‌های آماری یخبندان‌ها

وایلن و لی‌بوتلر<sup>۱</sup> (۱۹۹۸)، با استفاده از روش‌های آماری مختلف به مطالعه یخبندان در قسمت‌های شمالی مرکز ایالت فلوریدای آمریکا و کانادین پرایزر آمریکا پرداختند. آنها با استفاده از آزمون خی<sup>۲</sup> به برازش داده‌ها با توزیع‌های گوس و پواسون اقدام و در نهایت با مدل رگرسیونی، تاریخ‌های وقوع یخبندان را پیش‌بینی کردند. آنها نتیجه گرفتند که تاریخ وقوع پیش‌بینی شده یخبندان با تاریخ مشاهده آن تفاوت چندانی نداشته، ضرایب متفاوت تاریخ وقوع یخبندان‌ها در هر دو ایستگاه یاد شده، بیشتر از شرایط محیطی نظیر توپوگرافی آنها ناشی می‌شود.

مجرد قره باغ (۱۳۷۶)، یخبندان‌های آذربایجان را بررسی و مطالعه کرده و مدل‌هایی را برای پیش‌بینی یخبندان از طریق روش‌های آماری ارائه نمود. نتایج این تحقیق نشان داد که تنوری تقاطع، ویژگی‌های یخبندان را بر مبنای آستانه‌های بحرانی و محدودیت‌های دمایی فعالیت‌های زیستی به صورت مطلوب توجیه می‌کند.

---

1. Waylon, Peter R. and David. W. Leboutillier

خلجی (۱۳۸۰)، طی تحقیقی سرمای دیررس بهاره و یخبندان‌های زودرس پاییزه را در استان چهارمحال و بختیاری با در نظر گرفتن سرردهای مضر حرارتی و حداقل مطلق دما، مطالعه نموده است.

قاسمی (۱۳۸۴)، بر روی آمار دمای حداقل روزانه شهر کرمانشاه مطالعه‌ای انجام داد و در آن با استفاده از سه تعریف یخبندان ملایم، متوسط و شدید، دوره‌های برگشت هر یک را برای این شهر تعیین نمود. وی همچنین طول دوره بدون یخبندان را از تفاضل دو تاریخ آغاز و پایان برای این شهر محاسبه کرد.

توکلی و حسینی (۱۳۸۵)، با هدف ارزیابی شاخص یخبندان و تاریخ شروع آن در فصل پاییز، مطالعه موردی را بر روی داده‌های ایستگاه اکباتان همدان انجام دادند. آنها یک مدل همبستگی خطی را بین یخبندان‌های بهاره و پاییزه ارائه دادند که با داشتن شرایط و زمان وقوع یخبندان بهاره، امکان پیش بینی یخبندان پاییزه فراهم می‌شود.

حاجی میرزایی (۱۳۸۲)، با مطالعه نوسان‌های یخبندان در حوضه جنوبی رود ارس و لحاظ نمودن شاخص انحراف آب و هوایی (CDI) در طی دوره آماری ۱۳۶۴-۱۳۷۸ نتیجه گرفت که تاریخ‌های وقوع اولین یخبندان پاییزه به سمت نخستین زمستان و یخبندان بهاره به اواسط بهار جابه‌جا شده‌اند. در نهایت این که محصولات کشاورزی زود کاشت و دیرکاشت زراعی و درختان میوه زود شکوفه ده حوضه جنوبی رود ارس بیشتر در معرض خطر سرمازدگی و یخبندان قرار می‌گیرند.

صحرائیان و همکارانش (۱۳۸۴)، با استفاده از آمار ۱۳ ساله (۲۰۰۰-۱۹۸۶) ۲۶ ایستگاه سینوپتیکی، اقلیمی و تبخیرسنجی تاریخ‌های آغاز و خاتمه نخستین یخبندان‌های پاییزه و آخرین یخبندان‌های بهاره (بدون در نظر گرفتن نوع یخبندان) در منطقه آذربایجان شرقی و غربی را تعیین و بررسی کرده‌اند. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که در مناطق منتهالیه غرب و جنوب غرب آذربایجان غربی و شرق آذربایجان شرقی در مجاورت کوه سبلان و مناطق نزدیک به کوه سهند، یخبندان‌ها زودتر آغاز و دیرتر خاتمه می‌یابند و

طول دوره یخبندان نیز بیشتر است. همچنین، در نوار شمالی ۲ استان و نواحی جنوب دریاچه ارومیه یخبندان‌ها دیرتر آغاز و زودتر خاتمه یافته و طول دوره یخبندان کوتاهتر است.

مؤتمن (۱۳۸۵)، با استفاده از تئوری تقاطع به مطالعه یخبندان در شمال غرب آذربایجان پرداخته و نتیجه گرفت که دو عامل ارتفاع و عرض جغرافیایی در منطقه مورد مطالعه، از عوامل محلی مهم در وقوع یخبندان‌ها هستند.

### ب: تحلیل‌های سینوپتیکی یخبندان‌ها

وودهاوز<sup>۲</sup> (۱۹۹۷)، با استفاده از شاخص‌های سینوپتیکی اقیانوس آرام و آمریکای شمالی، تغییرات الگوهای سطح ۵۰۰ میلی‌بار را در ایالات متحده آمریکا مطالعه نمود. قاسمی و خلیلی (۲۰۰۶ و ۲۰۰۸)، نشان دادند که نوسان‌های دمای ایران، به‌ویژه شمال غرب و غرب کشور به شدت تحت تاثیر الگوهای فشاری از قبیل AO و NAO است. زاهدی (۱۳۶۲)، طی تحقیقی با مطالعه نقشه‌های سینوپتیکی از تاریخ ۳۰ مارس لغایت ۴ مه سال ۱۹۸۱، وقوع سرمای ناگهانی و یخبندان روزهای ۱۰ تا ۱۵ فروردین ۱۳۶۰ را بررسی کرده و نتیجه می‌گیرد یخبندان‌های شدید بهاری که ایران را زیر پوشش خود می‌گیرند، بیشتر منشأ شمالی دارند.

علیجانی (۱۳۶۹)، طی مطالعه‌ای بر روی پرفشار سیبری و اثر آن بر روی اقلیم شرق ایران نشان داد که پرفشار سیبری پدیده غالب دوره سرد سال آسیاست. وی نتیجه گرفت که پرفشار سیبری در اوایل دوره سرد در اطراف دریاچه بایکال مستقر بوده، به تدریج همزمان با پیشرفت فصل زمستان گسترده‌تر و قویتر می‌شود. این پدیده در اوج فعالیت خود با ارسال زبانه‌هایی به خاورمیانه اقلیم منطقه و ایران را کنترل می‌کند.

براتی (۱۳۷۵)، الگوهای همدید ایجاد کننده یخبندان‌های بهاره ایران را مطالعه کرده، اعتقاد دارد که جابه‌جایی سامانه‌های فشار از عرض‌های بالاتر به سوی ایران، یخبندان‌های شدید و فراگیر را باعث می‌شود. همچنین استقرار ناوه در ساحل شرقی دریای مدیترانه غالباً نشانه ورود موج یخبندان در همان روز به ایران است. وی عقیده دارد که جابه‌جایی محورهای فرود در تراز ~ هکتوپاسکال و پرفشار مهاجر در سطح زمین از غرب مدیترانه به سوی ایران و سپس ادغام آنها با فرود و پرفشار معمول و شدید سیبری به وقوع یخبندان‌های بهاره می‌انجامد. در روزهای اوج یخبندان‌های بهاره محور فرود با جهت شمال‌شرقی، جنوب‌غربی بر روی آذربایجان مشاهده می‌گردد.

بهیار (۱۳۸۲)، به منظور بررسی پدیده سرمزدگی در استان چهارمحال و بختیاری از دیدگاه همدیدی-دینامیکی و همچنین، شناخت عوامل مؤثر هواشناختی در رخداد این پدیده در استان، سرمزدگی هفتم اردیبهشت سال ۱۳۷۹ را بررسی کرده است. این مطالعه بر اساس تحلیل نقشه‌های همدیدی از دو روز قبل و پس از رخداد انجام شده است. وی نتیجه می‌گیرد که در ماه‌های فروردین و اردیبهشت در استان چهارمحال و بختیاری خسارت سرمزدگی بهاره زیاد بوده، تغییرات ناگهانی فشار و به دنبال آن دما، عامل اصلی وقوع پدیده یخبندان شدید است، زیرا ارتباط زیادی بین افزایش فشار و کاهش دما وجود دارد؛ به طوری که افزایش ناگهانی فشار، می‌تواند باعث رخ دادن پدیده سرمزدگی شود. عزیززی (۱۳۸۳)، در ارزیابی سینوپتیکی یخبندان‌های فراگیر در نیمه غرب ایران به این نتیجه رسید که در تمام روزهایی که پدیده یخبندان رخ داده است، یک سیستم کم ارتفاع در شمال دریای خزر و در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال مشاهده می‌شود. این سیستم معمولاً با سیستم کم ارتفاع نسبتاً قوی در غرب خود و در روی مدیترانه همراه است، و در روزهای یخبندان خطوط همدمای ۱۵- تا ۳۰- درجه سانتی‌گراد در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال از روی ایران عبور می‌کند.

هژبرپور و علیجانی (۱۳۸۶)، در پژوهشی با عنوان تحلیل همدید یخبندان‌های استان اردبیل به این نتیجه رسیدند که بیشتر یخبندان‌های این استان از نوع انتقالی است که در دوره سرد سال از آبان ماه تا فروردین ماه اتفاق می‌افتد. یخبندان‌های شدید و فراگیر استان ناشی از استقرار یک پرفشار در سطح زمین و یک ناوه عمیق در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال است و پرفشار سطح زمین در بیشتر اوقات ناشی از آنتی سیکلون‌های مهاجر غربی است، اما در روزهای سرد سال زبانه پرفشار سیبری عامل اصلی یخبندان است. گندمکار (۱۳۸۷)، با بررسی سینوپتیکی یخبندان‌های بهاره نجف آباد، علل وقوع یخبندان‌های منطقه مذکور را در شکل‌گیری مرکز پرفشار سیبری بر روی سطح دریا در آسیای میانه می‌داند که زبانه‌های این سیستم به سمت ایران کشیده شده، آن را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

از آنجایی که بیش از ۷۵٪ یخبندان‌های دیررس بهاره ایران در قسمت شمال غرب آن؛ یعنی جایی که شهرستان تبریز در آن قرار دارد، اتفاق می‌افتند (سلیمان‌پور، ۱۳۸۶، ص ۳۵) اهمیت بررسی یخبندان‌های بهاره در این منطقه دو چندان می‌شود. همچنین، به علت برخورداری شهرستان تبریز از جایگاه بالای تأمین محصولات باغی و زراعی در کشور و نیز دوره آماری طولانی مدت آن نسبت به سایر ایستگاه‌های منطقه شمال غرب ایران، مطالعه حاضر بر روی این منطقه متمرکز شده است. هدف از این تحقیق، بررسی فراوانی، شدت و مدت وقوع یخبندان‌های بهاره در ایستگاه تبریز است که به منظور شناخت علل و شناسایی شرایط لازم برای ایجاد یخبندان‌های بهاره با استفاده از روش سینوپتیک صورت گرفته است.

## مواد و روش‌ها

برای تعیین یخبندان‌های بهاره ایستگاه تبریز که با ارتفاع ۱۳۶۱ متر در ۳۸ درجه و ۵ دقیقه عرض شمالی و ۴۶ درجه و ۱۷ دقیقه طول شرقی در قسمت شمال غرب ایران واقع

شده است (سازمان هواشناسی کشور)، ابتدا آمار دمای حداقل روزانه از اداره کل هواشناسی استان اخذ شد و با مبنا قرار دادن دماهای زیر صفر درجه سلسیوس، به عنوان آستانه دماهای بحرانی برای رشد و نمو گیاهان، تاریخ‌های وقوع یخبندان‌های بهاره ایستگاه تبریز در طی دوره آماری ۲۱ ساله (۱۳۸۵-۱۳۶۵) استخراج گردید (جدول ۱).

جدول ۱- تاریخ‌های وقوع، مقدار و تداوم یخبندان‌های بهاره تبریز ۱۳۸۵-۱۳۶۵

تداوم روز	حداقل دما (°C)	شمسی		میلادی		سال		ردیف
		روز	ماه	روز	ماه	میلادی	شمسی	
۳	-۳/۶	۱	فروردین	۲۱	مارس	۱۹۸۶	۱۳۶۵	۱
	-۴/۲	۲	فروردین	۲۲	مارس	۱۹۸۶	۱۳۶۵	۲
	-۰/۴	۳	فروردین	۲۳	مارس	۱۹۸۶	۱۳۶۵	۳
۱	-۲	۶	فروردین	۲۶	مارس	۱۹۸۶	۱۳۶۵	۴
۳	-۱/۹	۱	فروردین	۲۱	مارس	۱۹۸۷	۱۳۶۶	۵
	-۲/۸	۲	فروردین	۲۲	مارس	۱۹۸۷	۱۳۶۶	۶
	-۲/۲	۳	فروردین	۲۳	مارس	۱۹۸۷	۱۳۶۶	۷
۱	-۰/۸	۸	فروردین	۲۸	مارس	۱۹۸۷	۱۳۶۶	۸
۲	-۰/۴	۱۲	فروردین	۱	آوریل	۱۹۸۷	۱۳۶۶	۹
	-۰/۲	۱۳	فروردین	۲	آوریل	۱۹۸۷	۱۳۶۶	۱۰
۱	-۰/۲	۱۸	فروردین	۷	آوریل	۱۹۸۷	۱۳۶۶	۱۱
۱	-۲/۲	۱	اردیبهشت	۲۱	آوریل	۱۹۸۷	۱۳۶۶	۱۲
۱	-۳/۲	۴	فروردین	۲۴	مارس	۱۹۸۸	۱۳۶۷	۱۳
۲	-۰/۸	۱۲	فروردین	۱	آوریل	۱۹۸۸	۱۳۶۷	۱۴
	-۱/۲	۱۳	فروردین	۲	آوریل	۱۹۸۸	۱۳۶۷	۱۵
۱	-۱	۱۷	فروردین	۶	آوریل	۱۹۸۸	۱۳۶۷	۱۶
۳	-۲	۹	فروردین	۲۹	مارس	۱۹۸۹	۱۳۶۸	۱۷
	-۴/۲	۱۰	فروردین	۳۰	مارس	۱۹۸۹	۱۳۶۸	۱۸
	-۲/۵	۱۱	فروردین	۳۱	مارس	۱۹۸۹	۱۳۶۸	۱۹
۳	-۳/۲	۱	فروردین	۲۱	مارس	۱۹۹۰	۱۳۶۹	۲۰



تحلیل سینوپتیکی یخبندان‌های بهاره تبریز (مطالعه موردی: سرمای بهار ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳) / ۹

	-۱/۲	۲	فروردین	۲۲	مارس	۱۹۹۰	۱۳۶۹	۲۱
	-۰/۴	۳	فروردین	۲۳	مارس	۱۹۹۰	۱۳۶۹	۲۲
۳	-۱	۱۳	فروردین	۲	آوریل	۱۹۹۰	۱۳۶۹	۲۳
	-۰/۴	۱۴	فروردین	۳	آوریل	۱۹۹۰	۱۳۶۹	۲۴
	-۰/۶	۱۵	فروردین	۴	آوریل	۱۹۹۰	۱۳۶۹	۲۵
۵	-۱/۶	۴	فروردین	۲۴	مارس	۱۹۹۲	۱۳۷۱	۲۶
	-۲/۵	۵	فروردین	۲۵	مارس	۱۹۹۲	۱۳۷۱	۲۷
	-۰/۶	۶	فروردین	۲۶	مارس	۱۹۹۲	۱۳۷۱	۲۸
	-۱	۷	فروردین	۲۷	مارس	۱۹۹۲	۱۳۷۱	۲۹
	-۱	۸	فروردین	۲۸	مارس	۱۹۹۲	۱۳۷۱	۳۰
۵	-۲/۸	۱	فروردین	۲۱	مارس	۱۹۹۳	۱۳۷۲	۳۱
	-۷/۶	۲	فروردین	۲۲	مارس	۱۹۹۳	۱۳۷۲	۳۲
	-۷	۳	فروردین	۲۳	مارس	۱۹۹۳	۱۳۷۲	۳۳
	-۳/۲	۴	فروردین	۲۴	مارس	۱۹۹۳	۱۳۷۲	۳۴
	-۰/۸	۵	فروردین	۲۵	مارس	۱۹۹۳	۱۳۷۲	۳۵
۲	-۱	۲	اردیبهشت	۲۲	آوریل	۱۹۹۳	۱۳۷۲	۳۶
	-۳	۳	اردیبهشت	۲۳	آوریل	۱۹۹۳	۱۳۷۲	۳۷
۲	-۳/۸	۷	فروردین	۲۷	مارس	۱۹۹۵	۱۳۷۴	۳۸
	-۰/۴	۸	فروردین	۲۸	مارس	۱۹۹۵	۱۳۷۴	۳۹
۱	-۳	۱	فروردین	۲۰	مارس	۱۹۹۶	۱۳۷۵	۴۰
۱	-۱	۳	فروردین	۲۲	مارس	۱۹۹۶	۱۳۷۵	۴۱
۱	-۰/۸	۹	فروردین	۲۸	مارس	۱۹۹۶	۱۳۷۵	۴۲
۱	-۰/۸	۱۷	فروردین	۵	آوریل	۱۹۹۶	۱۳۷۵	۴۳
۲	-۴	۱	فروردین	۲۱	مارس	۱۹۹۷	۱۳۷۶	۴۴
	-۱	۲	فروردین	۲۲	مارس	۱۹۹۷	۱۳۷۶	۴۵
۲	-۰/۸	۶	فروردین	۲۶	مارس	۱۹۹۷	۱۳۷۶	۴۶
	-۱/۴	۷	فروردین	۲۷	مارس	۱۹۹۷	۱۳۷۶	۴۷
۴	-۲	۲۱	فروردین	۱۰	آوریل	۱۹۹۷	۱۳۷۶	۴۸
	-۴/۸	۲۲	فروردین	۱۱	آوریل	۱۹۹۷	۱۳۷۶	۴۹
	-۳/۴	۲۳	فروردین	۱۲	آوریل	۱۹۹۷	۱۳۷۶	۵۰
	-۱/۲	۲۴	فروردین	۱۳	آوریل	۱۹۹۷	۱۳۷۶	۵۱

۱	-۰/۷	۲	فروردین	۲۲	مارس	۱۹۹۸	۱۳۷۷	۵۲
	-۰/۲	۵	فروردین	۲۵	مارس	۱۹۹۸	۱۳۷۷	۵۳
	-۳/۴	۶	فروردین	۲۶	مارس	۱۹۹۸	۱۳۷۷	۵۴
۲	-۱/۶		فروردین	۲	مارس	۲۰۰۳	۱۳۸۲	۵
	-۰/۸	۳	فروردین	۲۳	مارس	۲۰۰۳	۱۳۸۲	۵۶
۶	-۰/۸	۷	فروردین	۲۷	مارس	۲۰۰۳	۱۳۸۲	۵۷
	-۲/۳	۸	فروردین	۲۸	مارس	۲۰۰۳	۱۳۸۲	۵۸
	-۷/۸	۹	فروردین	۲۹	مارس	۲۰۰۳	۱۳۸۲	۵۹
	-۵/۸	۱۰	فروردین	۳۰	مارس	۲۰۰۳	۱۳۸۲	۶۰
	-۴	۱۱	فروردین	۳۱	مارس	۲۰۰۳	۱۳۸۲	۶۱
	-۰/۸	۱۲	فروردین	۱	آوریل	۲۰۰۳	۱۳۸۲	۶۲
۲	-۲/۶	۱	فروردین	۲۰	مارس	۲۰۰۴	۱۳۸۳	۶۳
	-۰/۶	۲	فروردین	۲۱	مارس	۲۰۰۴	۱۳۸۳	۶۴
۲	-۸/۶	۱۷	فروردین	۵	آوریل	۲۰۰۴	۱۳۸۳	۶۵
	-۵/۴	۱۸	فروردین	۶	آوریل	۲۰۰۴	۱۳۸۳	۶۶
۴	-۲/۵	۴	فروردین	۲۴	مارس	۲۰۰۵	۱۳۸۴	۶۷
	-۵/۶	۵	فروردین	۲۵	مارس	۲۰۰۵	۱۳۸۴	۶۸
	-۶/۷	۶	فروردین	۲۶	مارس	۲۰۰۵	۱۳۸۴	۶۹
	-۳	۷	فروردین	۲۷	مارس	۲۰۰۵	۱۳۸۴	۷۰
۱	-۰/۴	۱۷	فروردین	۶	آوریل	۲۰۰۵	۱۳۸۴	۷۱
۱	-۰/۶	۱	فروردین	۲۱	مارس	۲۰۰۶	۱۳۸۵	۷۲

طی این دوره برخی از یخبندان‌های بهاره تبریز از نظر شدت و تداومی که داشته‌اند قابل ملاحظه هستند که به شرح زیر هستند:

پایین‌ترین دمای بهاره اتفاق افتاده در دوره آماری مورد بررسی مربوط به روز هفدهم فروردین ۱۳۸۳ است که دما در این روز به  $-۸/۶$  درجه سلسیوس رسیده است. با توجه به تعریف آستانه‌های حرارتی یخبندان توسط ایران‌نژاد و شه‌بازیان (۱۳۸۷، ص ۱۶۱)، که به صورت یخبندان ملایم صفر تا  $-۱/۵$ ، یخبندان متوسط  $-۱/۵$  تا  $-۳$  و یخبندان شدید

پایین تر از ۳- طبقه‌بندی شده‌اند، یخبندان روز هفدهم فروردین ۱۳۸۳ جزو یخبندان‌های شدید محسوب می‌شود. وقوع چنین یخبندانی در نیمه دوم فروردین به دلیل شدت آن بسیار خطرناک ارزیابی می‌شود. طولانی‌ترین دوره وقوع یخبندان بهاره طی سال‌های مورد مطالعه، مربوط به روزهای هفتم تا دوازدهم فروردین ماه ۱۳۸۲ است که در این تاریخ، یخبندان به مدت شش روز تداوم داشته است. این دوره به دلیل یخبندان شدیدی که به همراه دارد (روز نهم فروردین ۱۳۸۲ که دما به  $-7/8$  درجه سلسیوس تنزل یافته است) از نظر اقتصادی برای محصولات بهاره زیان آور است.

در مرحله بعدی این تحقیق، برای بررسی سینوپتیکی یخبندان‌های ایستگاه تبریز از نقشه‌های سینوپتیکی ۱۰۰۰، ۸۵۰ و ۵۰۰ میلی‌بار استفاده شده است و برای دقت بیشتر نقشه‌های دوروز قبل و بعد از وقوع یخبندان نیز بررسی شده‌اند. بنابراین، تحقیق شامل دو دوره آماری است، اولی از ۵ تا ۱۴ فروردین ماه ۱۳۸۲ و دومی از ۱۵ تا ۲۰ فروردین ماه ۱۳۸۳ (جدول ۲).

جدول ۲- یخبندان‌های بهاره مورد بررسی در ایستگاه تبریز

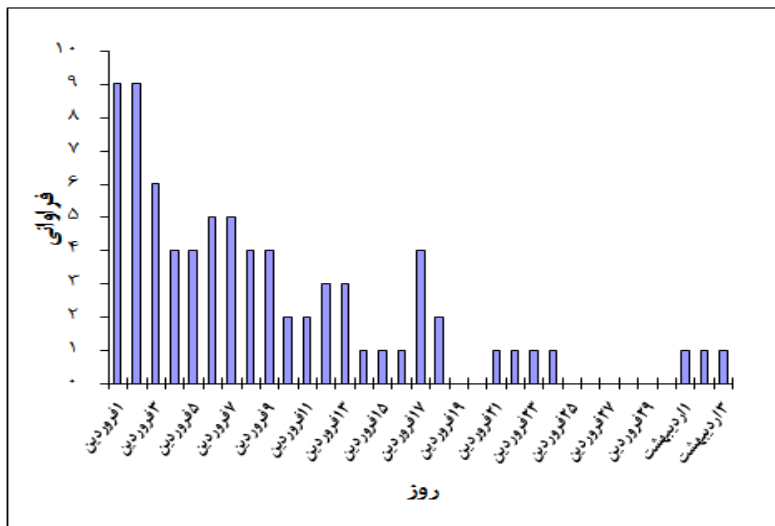
تداوم روز	حداقل دما (°C)	میلادی			شمسی		
		روز	ماه	سال	روز	ماه	سال
۶ روز	-۰/۸	۲۷	مارس	۲۰۰۳	۷	فروردین	۱۳۸۲
	-۲/۳	۲۸	مارس	۲۰۰۳	۸	فروردین	۱۳۸۲
	-۷/۸	۲۹	مارس	۲۰۰۳	۹	فروردین	۱۳۸۲
	-۵/۸	۳۰	مارس	۲۰۰۳	۱۰	فروردین	۱۳۸۲
	-۴	۳۱	مارس	۲۰۰۳	۱۱	فروردین	۱۳۸۲
	-۰/۸	۱	آوریل	۲۰۰۳	۱۲	فروردین	۱۳۸۲
۱ روز	-۸/۶	۵	آوریل	۲۰۰۴	۱۷	فروردین	۱۳۸۳

## بحث و نتیجه‌گیری

برای جلوگیری از افزایش تعداد شکل‌ها و با توجه به تغییرات الگوهای سینوپتیکی برای دوره اول، فقط نقشه‌های روزهای ۵، ۱۱، ۹، ۷ و ۱۴ فروردین سال ۱۳۸۲ و برای دوره دوم فقط نقشه‌های روزهای ۱۷، ۱۵ و ۱۹ فروردین سال ۱۳۸۳ ارائه شده‌اند. بدیهی است در تفسیر و اخذ نتایج، شرایط نقشه‌های ارائه نشده نیز مورد توجه بوده‌اند.

### تحلیلی بر فراوانی یخبندان‌های بهاره تبریز

نمودار (۱)، فراوانی وقوع یخبندان‌های بهاره تبریز را برای یک دوره ۲۱ ساله نشان می‌دهد. بیشترین فراوانی یخبندان مربوط به روزهای اول و دوم فروردین ماه و به تعداد ۹ مورد است. فراوانی وقوع یخبندان‌ها با نزدیک شدن به اواخر فروردین ماه و اوایل اردیبهشت ماه کمتر می‌شود که با توجه به افزایش دمای هوا امری طبیعی و منطقی است. نکته درخور توجه در این نمودار افزایش فراوانی وقوع یخبندان‌ها در روز ۱۷ فروردین است (در این روز پایین‌ترین دمای دوره ۲۱ ساله در ایستگاه تبریز به وقوع پیوسته است). این امر نشان می‌دهد که احتمال وقوع یخبندان در اواسط فروردین ماه نسبت به چند روز قبل زیاد است. این در حالی است که انتظار می‌رود هر چه به سمت اواخر فروردین ماه نزدیک شویم، احتمال وقوع یخبندان کاهش یابد.



نمودار شماره (۱) فراوانی یخبندان‌های بهاره تبریز

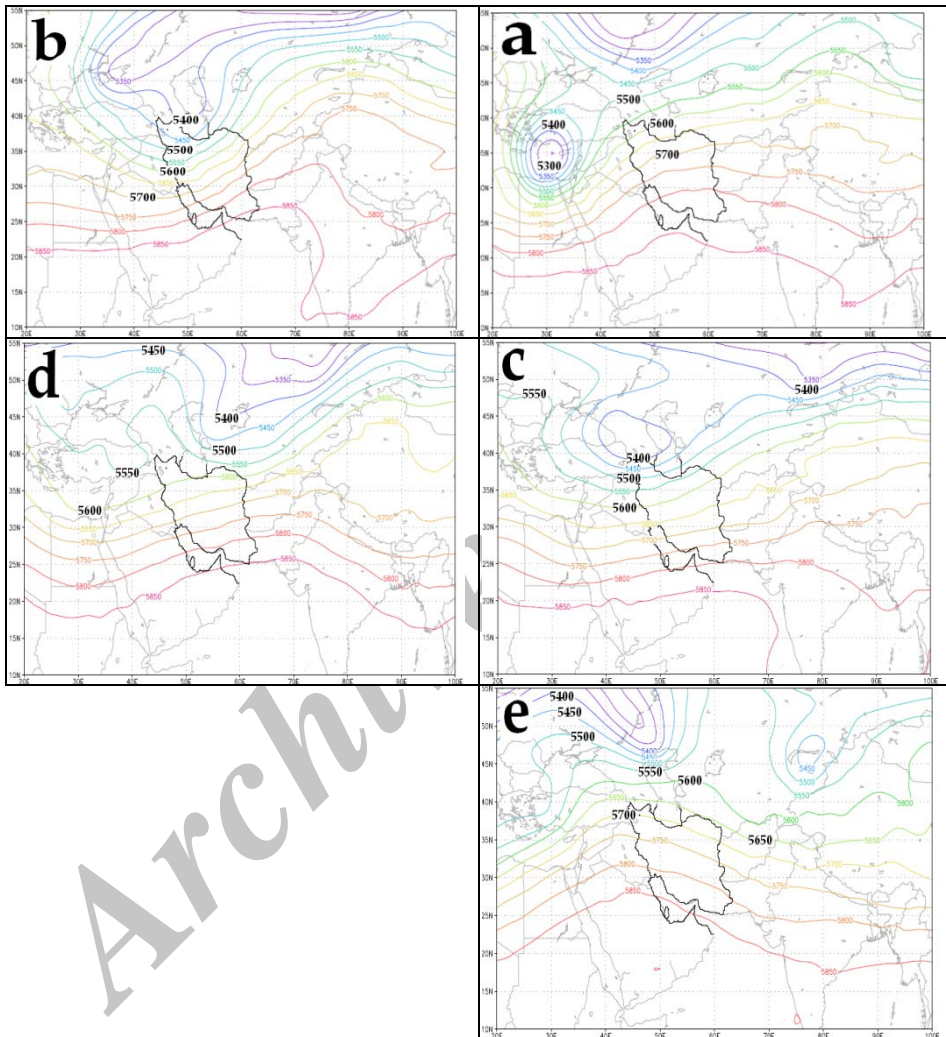
### بررسی‌های سینوپتیکی وقوع پدیده یخبندان در ایستگاه تبریز

الف: دوره ۵ تا ۱۴ فروردین ۱۳۸۲

۱- سطح ۵۰۰ میلی بار

همانطور که در شکل a-۱ نشان داده شده است، در روز ۵ فروردین ماه ۱۳۸۲ در شرق دریای مدیترانه مرکز کم فشاری قرار دارد. در این روز یک ناوه در شمال غرب دریای خزر دیده می‌شود که به مرزهای شمال غربی کشور نمی‌رسد. مرکز کم ارتفاع حاکم در شرق مدیترانه در روز هفتم فروردین ماه تضعیف شده (شکل b-۱) و فرصت برای توسعه ناوه غرب دریای خزر فراهم شده است، در نتیجه این ناوه عمیقتر شده و تمام نیمه غربی کشور را فرا می‌گیرد (شکل‌های c-۱ و d-۱). ایجاد این ناوه زمینه را برای هجوم هوای سرد عرض‌های بالا به منطقه مورد مطالعه فراهم می‌کند. در روز ۱۴ فروردین ماه ۱۳۸۲ (شکل e-۱) این ناوه عمیق از بین رفته و ریزش هوای سرد به منطقه متوقف شده است،

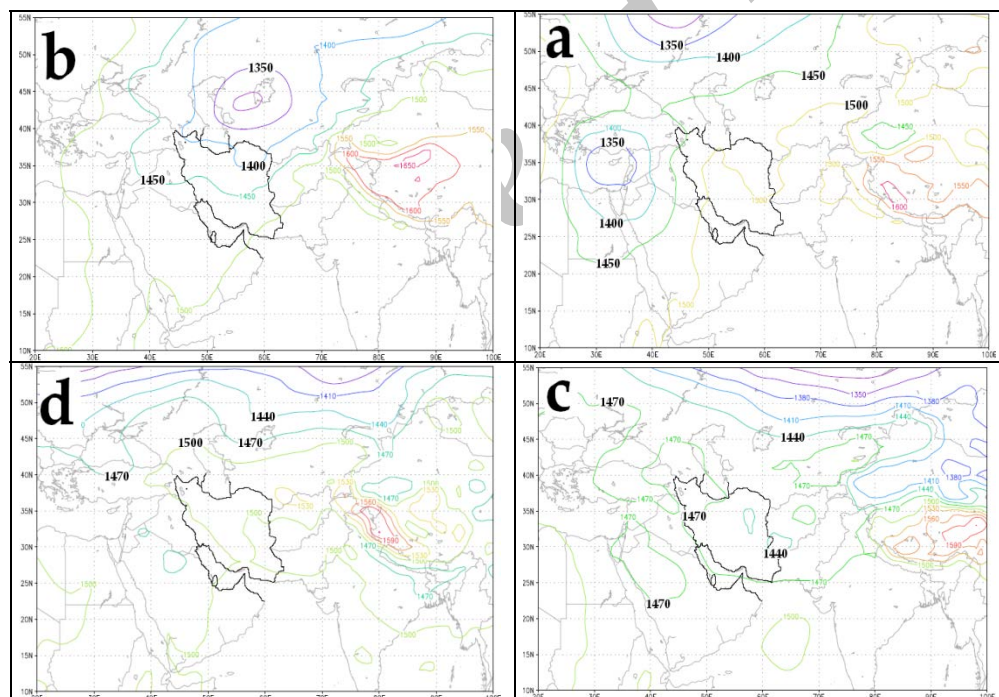
قابل ذکر است که این تاریخ دو روز بعد از دوره ۶ روزه یخبندان است که نشان دهنده از بین رفتن شرایط یخبندان است.

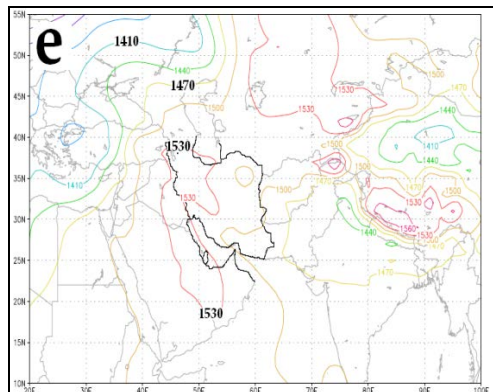


شکل ۱- نقشه ژئوپتانسیل ۵۰۰ میلی بار، a: فروردین، b: ۷ فروردین، c: ۹ فروردین، d: ۱۱ فروردین و e: ۱۴ فروردین ۱۳۸۲.

## ۲- سطح ۸۵۰ میلی بار

در روز ۵ فروردین ۱۳۸۲ (شکل شماره ۲-a)، مرکز کم ارتفاعی در خارج از مرزهای غربی ایران قرار گرفته است. این مرکز در سطح ۵۰۰ میلی بار نیز به خوبی مشاهد می‌شود (شکل ۱-a). این مرکز در روزهای بعد، از روی شمال غرب ایران عبور نموده، در شرق دریای خزر استقرار می‌یابد (شکل ۲-b). همچنین، ناوه عمیقی از این مرکز، شمال غرب کشور را در بر گرفته و موجب ریزش هوای سرد در این منطقه شده است و در روزهای بعد (شکل ۲-c, d, e) این مرکز از بین رفته است. در این روزها الگوی خاصی در سطح ۸۵۰ میلی بار در منطقه مشاهده نمی‌شود.





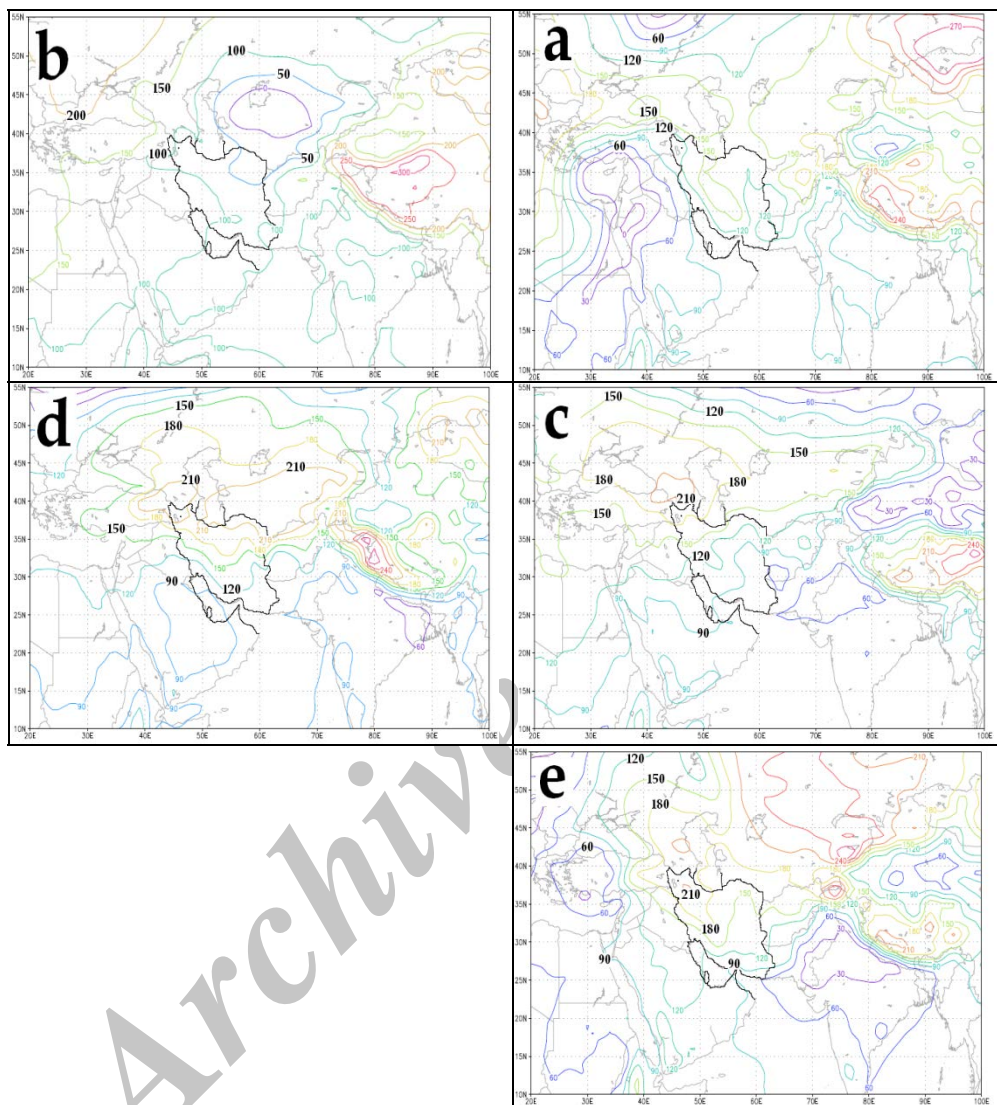
شکل ۲- نقشه ژئوپتانسیل ۸۵۰ میلی بار، a: ۵ فروردین، b: ۷ فروردین، c: ۹ فروردین، d: ۱۱ فروردین و e: ۱۴ فروردین ۱۳۸۲.

### ۳- سطح ۱۰۰۰ میلی بار

در نقشه‌های سطح زمین طی روزهای مورد مطالعه، در روز ۵ فروردین ماه ۱۳۸۲ (شکل ۳-a) مراکز کم فشاری در شرق مدیترانه قرار دارند و هم‌پتانسیل ۱۲۰ میلی‌باری از منطقه مورد مطالعه عبور می‌کند. این هم‌پتانسیل در روز ۷ فروردین ماه ۱۰۰ میلی‌بار است (شکل ۳-b). در روز ۹ فروردین ماه (شکل ۳-c) پرفشاری در مرزهای بیرونی شمال غرب کشور شروع به شکل‌گیری کرده و در روز ۱۱ فروردین ماه این پرفشار بر روی شمال غرب کشور کشیده شده است؛ به طوری که مرکز ۲۱۰ میلی‌بار آن، منطقه مورد مطالعه را در بر می‌گیرد (شکل ۳-d) و در روزهای بعد این مرکز ضعیف می‌شود (شکل ۳-e). شکل‌گیری این پرفشار بر روی منطقه شرایط را برای کاهش شدید دما فراهم می‌کند؛ به طوری که در روزهای استقرار این پرفشار در منطقه دما بین ۴- تا ۷/۸- متغیر است (جدول ۲).



تحلیل سینوپتیکی یخبندان‌های بهاره تبریز (مطالعه موردی: سرمای بهار ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳) ۱۷ /



شکل ۳- نقشه ژئوپتانسیل ۱۰۰۰ میلی بار، ا: ۵ فروردین، ب: ۷ فروردین، ج: ۹ فروردین، د: ۱۱ فروردین

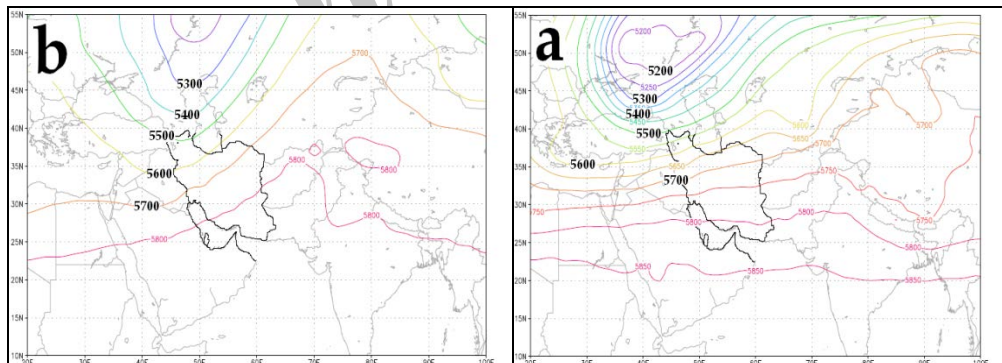
و: ۱۴ فروردین ۱۳۸۲.

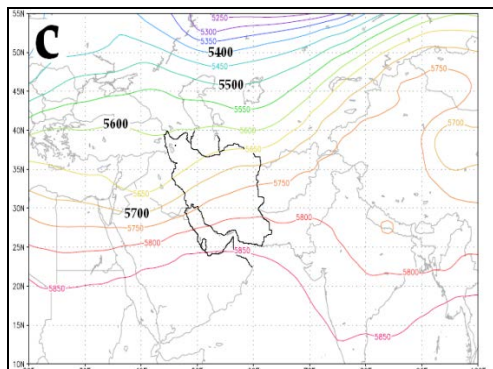
### ب: دوره ۱۵ تا ۲۰ فروردین ماه ۱۳۸۳

همانطور که در قبل اشاره شد، دمای پایین رخ داده در طول دوره آماری مورد بررسی، در این دوره و در روز ۱۷ فروردین اتفاق افتاده است.

#### ۱- سطح ۵۰۰ میلی بار

شکل شماره ۴-a ژئوپتانسیل ۵۰۰ میلی بار را در روز ۱۵ فروردین ماه (دو روز قبل از وقوع شدیدترین یخبندان) نشان می‌دهد. در این روز یک مرکز کم فشار قدرتمند بر روی روسیه قرار دارد. ناوه ضعیفی از این کم فشار بر روی مدیترانه کشیده شده است. این ناوه در روز ۱۷ فروردین ماه (شکل ۴-b) بسیار عمیق گردیده و در امتداد سواحل غربی دریای خزر تا شمال غرب کشور کشیده شده است. این ناوه عمیق موجب ریزش هوای بسیار سرد عرض‌های بالا (عرض‌های ۵۵ تا ۶۰ درجه) بر روی شمال غرب کشور شده است. در روزهای بعد این ناوه ضعیف شده و در روز ۲۰ فروردین ماه کاملاً از بین رفته است (شکل ۴-c).

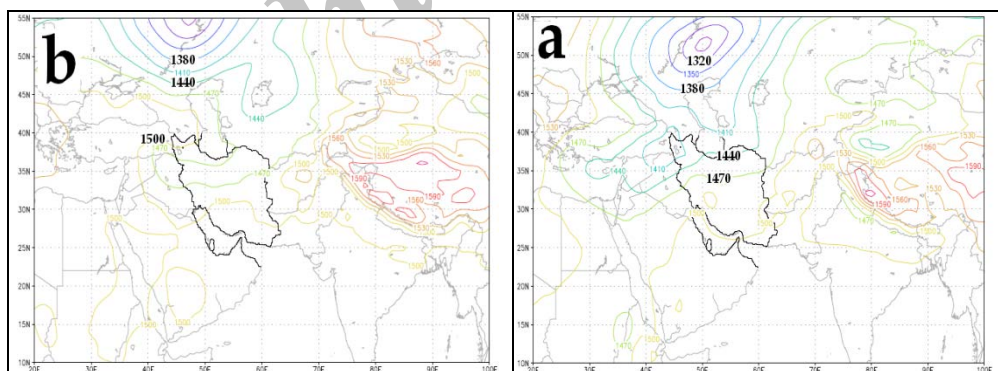


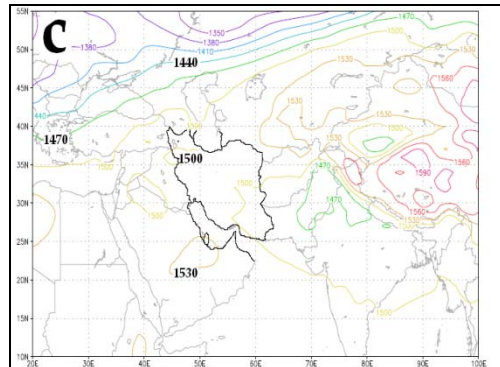


شکل ۴ ژئوپتانسیل ۵۰۰ میلی بار، a: ۱۵ فروردین، b: ۱۷ فروردین و c: ۱۹ فروردین ۱۳۸۳.

## ۲- سطح ۸۵۰ میلی بار

مرکز کم فشار مشاهده شده در سطح ۵۰۰ میلی بار در روز ۱۵ فروردین ماه در سطح ۸۵۰ میلی بار هم مشاهده می شود (شکل a-۵). این مرکز نسبت به موقعیت آن در ۵۰۰ میلی بار کمی به طرف شرق و شمال کشیده شده است. این مرکز در روزهای بعد به عرض‌های بالاتر منتقل شده، تأثیر آن بر منطقه بسیار کم می شود (شکل های c و b-۵).

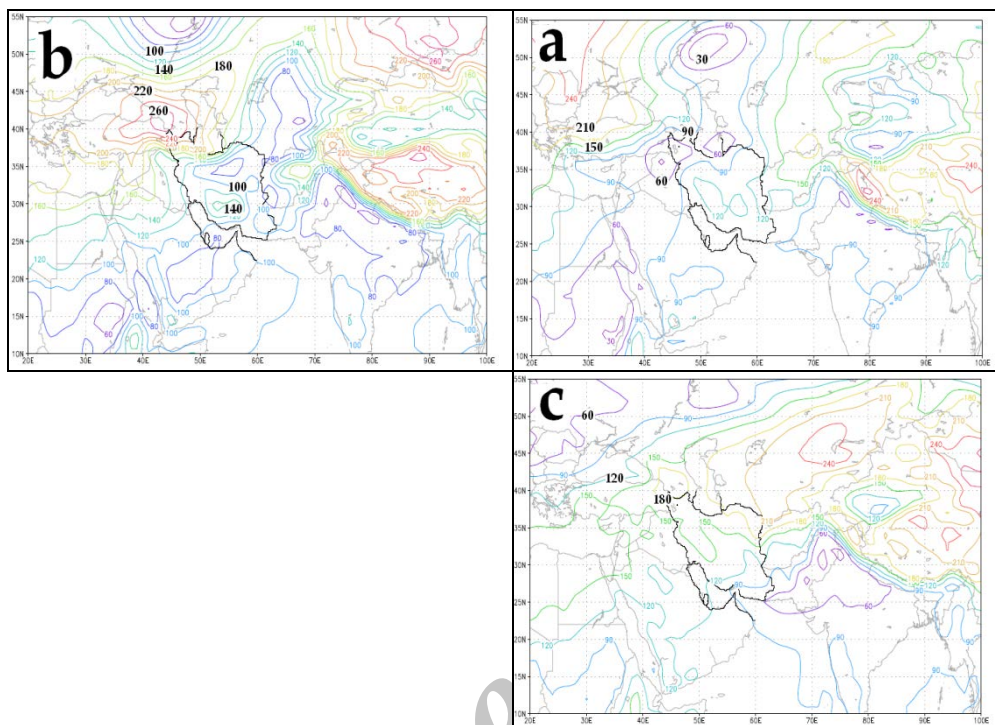




شکل ۵ - نقشه ژئوپتانسیل ۸۵۰ میلی بار، a: ۱۵ فروردین، b: ۱۷ فروردین و c: ۱۹ فروردین ۱۳۸۳.

### ۳- سطح ۱۰۰۰ میلی بار

کم فشار مشاهده شده در سطوح ۵۰۰ (f-a, b) و ۸۵۰ میلی بار (۵-a, b) در روزهای ۱۵ و ۱۷ فروردین ماه در سطح ۱۰۰۰ میلی بار هم مشاهده می شود (شکل های a, b-۶). این مسأله نشان دهنده قوی بودن این مرکز کم فشار است. شکل گیری این مرکز و ناوه عمیق منشعب شده از آن که در تمام سطوح ۸۵۰، ۱۰۰۰ و ۵۰۰ میلی بار قابل مشاهده است به خوبی می تواند وقوع شدیدترین یخبندان دوره ی مورد مطالعه در تبریز را توجیه کند. در روزهای بعد این کم فشار ضعیف شده (شکل c-۶) و قدرت خود را تا حد زیادی از دست داده است.



شکل ۶ - نقشه ژئوپتانسیل ۱۰۰۰ میلی بار، a: ۱۵ فروردین، b: ۱۷ فروردین و c: ۱۹ فروردین ۱۳۸۳.

### نتیجه گیری

در دوره آماری مورد مطالعه، پایین‌ترین دمایی که در فصل بهار در ایستگاه تبریز به وقوع پیوسته، مربوط به روز هفدهم فروردین ماه ۱۳۸۳ است که می‌توان از آن به عنوان یخبندان شدید و یا شدیدترین یخبندان بهاره رخ داده طی ۲۱ سال در ایستگاه تبریز نام برد؛ به طوری که دما در آن روز به  $-۸/۶$  درجه سلسیوس رسیده است. از آنجایی که این سرما پس از یک دوره گرم چند روزه، که دما در آن به حدود آستانه بحرانی نرسیده است، اتفاق می‌افتد موضوع قابل تأملی است که به بررسی دقیق نیاز دارد. همچنین، مشخص گردید که مداوم‌ترین یخبندان بهاره به روزهای هفتم تا دوازدهم فروردین ماه ۱۳۸۲ تعلق داشته و این یخبندان به مدت شش روز تداوم یافته است. شایان ذکر است که

در طی دوره اول (۵ تا ۱۴ فروردین ۱۳۸۲)، یخبندانی ملایم، در روز هفتم فروردین ماه با شدت ۰/۸- درجه سلسیوس اتفاق افتاده است که در روز هشتم به یکباره به شرایط یخبندان متوسط (۲/۳- درجه سلسیوس) می‌رسد. از روز نهم تا روز یازدهم فروردین ماه یخبندان شدیدی در منطقه حاکم بوده و در آخرین روز تداوم این دوره یعنی دوازدهم فروردین ماه ۱۳۸۲، دما دوباره به حد آستانه یخبندان ملایم رسیده است. بروز چنین نوسان‌هایی در یک توالی زمانی مشخص و نسبتاً طولانی مدت، که در آن شدت یخبندان از نوع ملایم تا شدید در حال تغییر است می‌تواند گیاه را کاملاً تضعیف نموده و از مقاومت آن بکاهد.

تحلیل سینوپتیکی یخبندان‌های بهاره تبریز نشان می‌دهد که وقوع یخبندان‌های مورد بررسی ناشی از ناوهای است که از کم‌فشار قدرتمند شمال دریای خزر از روزهای قبل از یخبندان شکل می‌گیرد و کم‌کم عمیق شده، سبب ریزش هوای سرد عرض‌های بالا به منطقه می‌گردد. در سردترین یخبندان ثبت شده در دوره مورد بررسی (۱۷ فروردین ۱۳۸۳)، عمیق شدن این تراف به طور واضح قابل مشاهده است. به عبارت دیگر، می‌توان نتیجه گرفت که هرگاه ناوه ذکر شده بر روی شمال غرب، عمیق گردد احتمال بروز یخبندان‌های شدید بسیار زیاد است. الگوی ذکر شده در بالا در سطوح پایین‌تر (۸۵۰ و ۱۰۰۰ میلی بار) نیز کم و بیش قابل مشاهده است. در مجموع، نتایج این تحقیق نشان داد که الگوی اصلی سینوپتیکی حاکم در یخبندان‌های مورد بررسی، عمیق شدن ناوه کم‌فشار شمال دریای خزر است. برخی از تحقیقات گذشته مانند براتی (۱۳۷۵)، استقرار ناوه در ساحل شرقی دریای مدیترانه را سبب ایجاد یخبندان در منطقه به شمار آورده‌اند که در این مطالعه این مسأله مشاهده نشد، زیرا در این مطالعه تنها شدیدترین و مداومترین یخبندان‌ها بررسی گردید.

## منابع

- ۱- ایران‌نژاد، حمید. شهبازیان، نسرین. (۱۳۸۷). مقاومت گیاهان زراعی به تنش‌های محیطی، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۲- براتی، غلامرضا. (۱۳۷۵). طراحی و پیش‌بینی الگوهای سینوپتیکی یخبندان‌های بهاره در ایران، دانشگاه تربیت مدرس، رساله دکتری اقلیم‌شناسی، گروه جغرافیا.
- ۳- بهیار، محمدباقر. (۱۳۸۲). بررسی پدیده سرمازدگی در استان چهارمحال و بختیاری از دیدگاه هم‌دیدگی-دینامیکی، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، تابستان ۱۳۸۲، شماره ۶۹.
- ۴- توکلی، محسن، حسینی، مهرداد. (۱۳۸۵). ارزیابی شاخص‌های یخبندان و شروع پاییزه آن در ایران (مطالعه موردی - ایستگاه اکباتان همدان)، مجله نوار، شماره ۶۱ و ۶۰، بهار و تابستان ۱۳۸۵، سازمان هواشناسی کشور، صص ۳۱-۴۲.
- ۵- حاجی میرزایی، بهرام. (۱۳۸۲). مطالعه نوسانات یخبندان و کاربرد آن در بازدهی محصولات کشاورزی حوضه جنوبی رود ارس، دانشگاه تبریز، پایان‌نامه کارشناسی ارشد گروه جغرافیا.
- ۶- خلجی، مهدی. (۱۳۸۰). تحلیل و پیش‌بینی سرمای دیررس بهاره و یخبندان زودرس پاییزه برای تعدادی از گیاهان زراعی و باغی در استان چهارمحال و بختیاری، نهال و بذر، شماره ۲، صص ۱۳۹-۱۲۶.
- ۷- زاهدی، مجید. (۱۳۶۲). سیر سرمای ناگهانی فروردین ۱۳۶۰ و خسارات ناشی از آن در آذربایجان (ایران)، نشریه دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه تبریز، ش ۱۳۰، صص ۲۷-۱۷.
- ۸- سازمان هواشناسی کل کشور.
- ۹- سلمان‌پور، رقیه. (۱۳۸۶). مطالعات نوسانات یخبندان و کاربرد نتایج آن در بازدهی محصولات باغی اهر، دانشگاه آزاد اسلامی اهر، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گروه جغرافیا.
- ۱۰- صحرانیان، فاطمه و همکاران. (۱۳۸۴). تعیین و بررسی آماری تاریخ‌های آغاز و خاتمه یخبندان‌های پاییزه و بهاره در منطقه آذربایجان شرقی و غربی، خلاصه مقالات کنفرانس بین‌المللی مخاطرات زمین، بلایای طبیعی و راهکارهای مقابله با آنها، دانشگاه تبریز، مهرماه ۱۳۸۴.
- ۱۱- عزیزی، قاسم. (۱۳۸۳). ارزیابی سینوپتیکی یخبندان‌های فراگیر بهاری در نیمه غرب ایران، مجله مدرس، تهران، ش ۳۲، صص ۹۹-۱۱۶.
- ۱۲- علیجانی، بهلول. (۱۳۶۹). چگونگی تشکیل فرابار سیبری و اثر آن بر اقلیم شرق ایران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال پنجم، شماره ۱۷، صص ۵۱-۴۱.
- ۱۳- قاسمی، محسن. (۱۳۸۴). بررسی تاریخ وقوع اولین یخبندان‌های پاییزه و آخرین یخبندان‌های بهاره در کرمانشاه، مجموعه مقالات همایش علمی کاربردی راه‌های مقابله با سرمازدگی، تهران.
- ۱۴- کاویانی، محمد رضا. (۱۳۸۶). میکروکلیماتولوژی، انتشارات سمت، تهران، ۳۳۷ صفحه.
- ۱۵- گندمکار، امیر. (۱۳۸۷). تحلیل سینوپتیکی یخبندان‌های بهاره نجف‌آباد، مجله فضای جغرافیایی، شماره ۲۳، صص ۱۶۵-۱۴۷.

- ۱۶-هاوی، هارپال اس. تاپر، گرائم جی (۱۳۸۸)؛ آب و هواشناسی کشاورزی (اصول و کاربردهای مطالعات آب و هوا در کشاورزی)، ترجمه حسین محمدی، انتشارات دانشگاه تهران، ۴۲۶ صفحه.
- ۱۷- مجرد قره باغ، فیروز. (۱۳۷۶). تحلیل و پیش بینی یخبندان در آذربایجان، دانشگاه تربیت مدرس تهران، رساله دکتری، گروه جغرافیا.
- ۱۸- مؤتمن. (۱۳۸۵). تحلیل یخبندانهای شمال غرب آذربایجان و تاثیر سرمای بهاره بر سردرختی های منطقه خوی، دانشگاه تبریز، پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه جغرافیا.
- ۱۹- هژبرپور، قاسم. علیجانی، بهلول. (۱۳۸۶). تحلیل همدید یخبندانهای استان اردبیل، فصلنامه جغرافیا و توسعه، شماره ۱۰، صص ۸۹-۱۰۶.
- ۲۰- یارنال، برنت. (۱۳۸۵). اقلیم شناسی همدید و کاربرد آن در مطالعات محیطی، ترجمه سید ابوالفضل مسعودیان، چاپ اول، انتشارات دانشگاه اصفهان، ۲۱۸ صفحه.

- 21- A. R. Ghasemi and D. Khalili.(2006): **The Influence of the Arctic Oscillation on Winter Temperature in Iran**, Theoretical and Applied Climatology, 85, 149-164.
- 22- A. R. Ghasemi and D. Khalili.(2008): **The Effect of the North Sea-Caspian Pattern on Winter Temperatures in Iran**, Theoretical and Applied Climatology, 92, 59-74.
- 23-Waylon, Peter R. and David. W. Leboutillier.(1998): **The statistical properties of freeze date variables and length of the growing season**, J.Climate, vol.2, pp.1314- 1328.
- 24-Woodhouse, C.A.(1997): **Winter Climate and Atmospheric Circulation Patterns in the Sonoran Desert, USA**, International Journal of Climatology, vol .17, 859-873.