

دکتر بهلول علیجانی

غلامرضا براتی

دانشگاه تربیت معلم تهران

شماره مقاله : ۳۵۵

## تحلیل سینوپتیک یخبندان فروردین ۱۳۶۶

**Dr. Buhul Aljani**

**Gh. R. Barati**

*Training University of Tehran*

### **The Synoptic Analyze of the Spring frost of Iran in 1987**

The most intensive spring frost of Iran in 1987 was studied in terms of its intensity, duration and spatial expansion. The study utilized the daily minimum temperatures of 30 stations and daily weather maps of surface and 500 hpa and thickness charts. The results showed that a day before freeze, westerly trough moved eastward from the eastern Mediterranean region and the anticyclone over the Black sea crept eastward to join the Asian high. On this day the freezing stations were 22. But as the westerly trough at 500 hpa was intensified, the central pressure of Asian high was maximized and moved southward, close to Iran. The Black sea anticyclone joined with Asian high and a high pressure ridge expanded all over Iran. The number of freezing stations reached 31 and the freezing wave extended to the most southern parts of Iran (Fasa). After the peak day, the trough moved over India, the high pressure ridge became weaker and finally was disappeared. As a result the number of freezing stations reached the minimum.

This finding confirms that the main factor of the spring freeze was synoptic, ie, the movement of the atmospheric pressure systems.

مقدمه

یخبندانهای بهاره، هر سال خسارات فراوانی بر محصولات کشاورزی وارد می‌کنند. کشاورزان

بیشتر نقاط ایران<sup>(۲۱)</sup>، و حتی در نواحی جنوب<sup>(۳)</sup>، از این یخبندانها متضرر می‌شوند. برای نمونه یخبندان اردیبهشت ۱۳۶۸، حدود یک میلیارد و چهارصد میلیون تومان خسارت به بار آورد<sup>(۱)</sup>. شناسایی و بررسی علل ایجاد آنها می‌تواند از دامنه خسارات بکاهد. بدین جهت در این تحقیق، شدیدترین یخبندان بهاره سال ۱۳۶۶ با روش سینوپتیک، بررسی شده است.

پراکندگی فشار، مهمترین عنصر آب و هوایی به شمار می‌رود و تمام عناصر دیگر را کنترل می‌کند. از سوی دیگر تغییرات فشار در سطوح بالایی جو، به عنوان عامل اصلی پیدایش و تغییر اوضاع جوی یک منطقه به حساب می‌آید<sup>(۵)</sup>. مسلماً یخبندان بهاره نیز به عنوان یک تغییر کوتاه مدت آب و هوایی، متأثر از تغییرات فشار در الگوهای سینوپتیک سطوح بالای جو است.

تحقیقات نشان می‌دهد، یخبندانهای انتقالی، ناشی از الگوهای سینوپتیک، به مراتب برای امور کشاورزی، بویژه باغداری خسارت بارتر است<sup>(۷۶)</sup>. از این رو اهداف مرحله‌ای تحقیق به شرح زیر تعیین شدند:

- ۱- شناسایی علل اصلی یخبندان اوایل فروردین ۱۳۶۶.
- ۲- شناسایی مسیر ورود سیستمهای سینوپتیک عامل یخبندان.
- ۳- شناسایی میزان هماهنگی تغییرات سیستمها در سطح زمین با سطح  $500 \text{ hpa}$ .
- ۴- تعیین حداکثر گسترش مکانی یخبندان بهاره در روز اوج.

#### پیشینه تحقیق

پدیده خسارت بار یخبندانهای بهاره، ابتدا فقط از نظر توصیف آثار زیانبار آن روی محصولات کشاورزی مورد توجه محققین بوده است. توجه به اهمیت دوره عاری از یخبندان<sup>(۸)</sup> و معرفی پاره‌ای از گونه‌های گیاهی مقاوم در برابر یخبندان<sup>(۹، ۱۰)</sup>، از آن جمله‌اند. اما بتدریج در تحقیقات بعدی، انواع یخبندانها مانند نوع تابشی و نوع فرارفتی یا بادی مورد توجه قرار گرفت.

از سوی دیگر محققین در مورد بررسی حملات هوای سرد، متوجه عواملی چون الگوهای سیاره‌ای شدند<sup>(۱۱)</sup>. برای نمونه آقایان سینگ و چنگلان<sup>(۱۲۷)</sup>، با بررسی نقشه‌های سینوپتیک، دریافته‌اند که یورش هوای سرد از سمت هیمالیا و عرضهای بالا، روی دشتهای گنگ و سنلیج از طریق گسترش زیانه‌های پرفشار صورت گرفته است و یا این که گسترش و نفوذ پرفشار سرد و قوی موجود، روی منطقه بایکال - مغولستان، عامل یورش سرمای شدید و افت ناگهانی دما در سراسر یا بخشی از چین به عنوان یک فرآیند جوی است.

مجموعه تحقیقات یاد شده از یک سو بخوبی روند سینوپتیکی شدن و کاربردی شدن تحقیقات مربوط به یخبندانهای بهاره و از سوی دیگر روابط تنگاتنگ این پدیده را با سیستمهای سینوپتیک

نشان می‌دهد.

مطالعات انجام شده در ایران نیز، کم و بیش این روند را نشان می‌دهند. توجه به خساراتی که یخبندانها بویژه نوع انتقالی، روی محصولات نظیر بادام و هلو<sup>(۱)</sup> و انگور<sup>(۱۳)</sup> به بار می‌آورد، در واقع بررسی «آثار» زیانبار یخبندانهای بهاره است نه علل آن. حتی در تعاریف ارائه شده نیز، کمتر اثری از سیستمهای فشار و نقشه‌های هوا دیده می‌شود. در یکی از تعاریف آمده است: «از نظر فنی رویداد تشکیل کریستل‌های نازک یخ را روی سطوحی که درجه حرارت آنها زیر صفر و درجه حرارت لایه هوای بالای آن به نقطه شبنم رسیده باشد، یخبندان نامند» و در هواشناسی کشاورزی عملی، یخبندان به «رویداد درجه حرارت پایین که سبب خسارت به بافتهای گیاهی می‌شود»، گفته می‌شود<sup>(۱۴)</sup>. البته با روشهای آماری، تحقیقات ناحیه‌ای و گاه دقیقی روی یخبندانهای بهاره و پاییزه در ایران انجام گرفته است. از جمله مهمترین آنها می‌توان استفاده از اطلاعات روزانه ایستگاههای هواشناسی با کاربرد معکوس توابع توزیع مدلهای ترکیبی، جداول تخمین تاریخ وقوع، شروع و خاتمه یخبندانها در سطوح احتمالات انتخابی و در ۱۲ آستانه بحرانی دما به‌مراه نمودارهای بافتی و چندین روش آماری دیگر را برای تجزیه و تحلیل اطلاعات تاریخ شروع و خاتمه یخبندانهای پاییزه و بهاره نام برد<sup>(۱۵)</sup>، اما با توجه به این که تغییرات فشار در سطوح بالای جو به عنوان عامل اصلی پیدایش و تغییر اوضاع جوی یک منطقه به حساب می‌آید<sup>(۵)</sup>، هرگز نمی‌توان با تحقیقات صرفاً آماری به علل یخبندانهای بهاره دست یافت. به همین منظور برای پیش‌بینی و تعیین شدت، مدت و جهت ورود و بسیاری دیگر از ویژگیهای کمی و کیفی یک موج یخبندان، وجود نقشه‌های هوای سطح زمین و سطوح بالا ضروری است تا بتوان موج مذکور را از بدو پیدایش و در حقیقت پیش از ورود به کشور شناسایی کرد. از این رو روش سینوپتیک این تحقیق، در زمره کاملترین و پیشرفته‌ترین روشهای مطالعه یخبندانهای بهاره است. افزودن آمار دماهای حداقل روزانه (صفر و زیر صفر) ایستگاههای سطح زمین، طی دوره وقوع یخبندان، امکان تطبیق این داده‌ها را با تغییرات روزانه آرایش سیستمها در نقشه‌های هوا فراهم آورد و بیش از پیش بر صحت و وقت نتایج افزود.

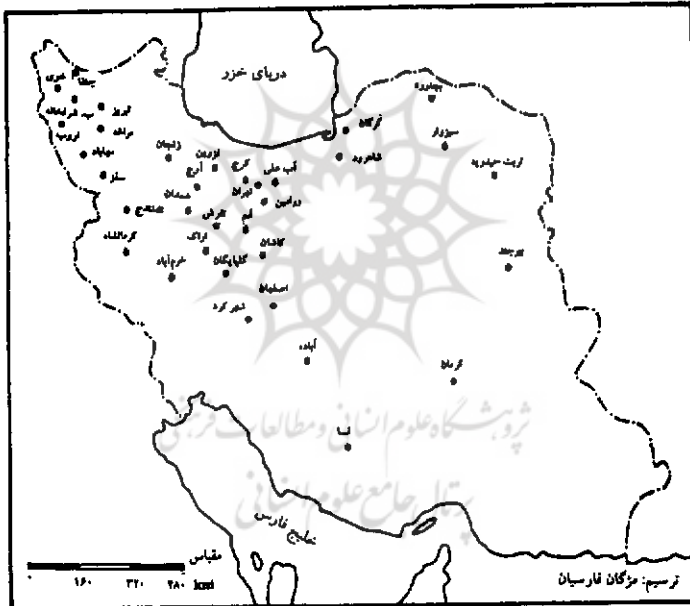
## روش کار

برای رسیدن به هدف تحقیق فرضیه زیر ساخته شد:

یخبندان بهاره اوایل فروردین ۱۳۶۶، ریشه سینوپتیک دارد. یعنی همزمان و متناسب با ورود یک سیستم سینوپتیک مانند یک موج عمیق غربی، یخبندان شروع می‌شود و پیش از آن ایستگاههای ایران دمای بالای صفر دارند و سپس با خروج یا اضمحلال فرود سطح  $500 \text{ hpa}$ ، تعداد ایستگاههای دارای یخبندان، رو به کاهش می‌گذارد.

در این تحقیق، یخبندان بهاره چنین تعریف می‌شود: «حداقل روزانه دمای صفر یا زیر صفر که دست کم در دو ایستگاه با فاصله دو درجه طول یا عرض جغرافیایی ثبت شده باشد و جنبه دینامیکی و غیر تابشی بودن آن، همزمان به وسیله نقشه‌های هوا تأیید شود». یخبندان مورد بررسی در این تحقیق، بزرگترین یا شدیدترین یخبندان بهاره سال ۱۳۶۶ است، چراکه در روز اوج، بیشترین تعداد «ادی»\* را در سراسر ایران زیر پوشش گرفته است.

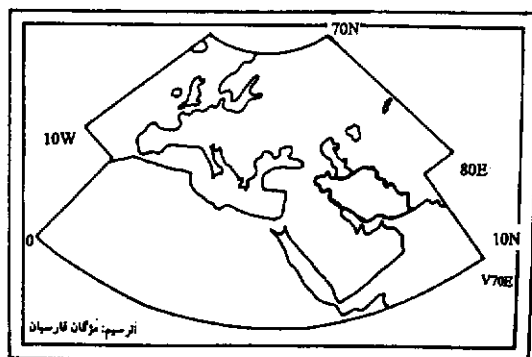
برای بررسی این فرضیه، حداقل دمای روزانه (صفر و زیر صفر) ۶۰ ایستگاه سازمان هواشناسی در فصل بهار (۲۹ اسفند تا ۳۱ خرداد ۱۳۶۶) از مرکز اطلاعات و خدمات ماشینی سازمان هواشناسی گرفته شد. شکل شماره ۱، پراکنش «ادی»ها را نشان می‌دهد.



شکل شماره ۱: نقشه پراکندگی «ادی»ها

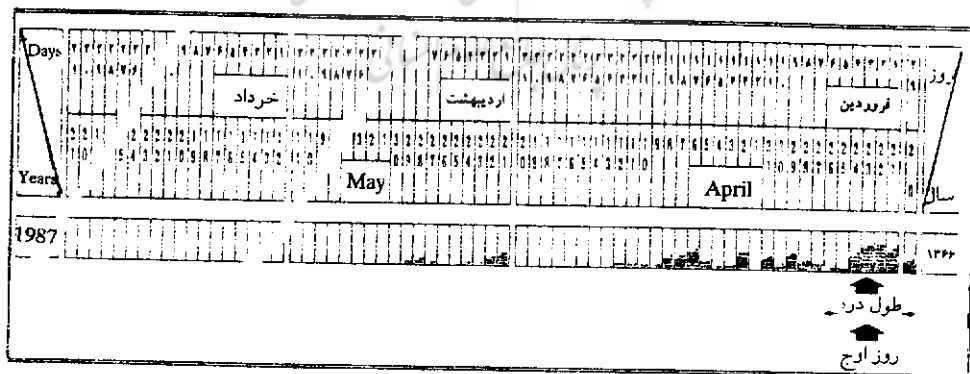
سپس نقشه‌های روزانه هوای سطح زمین و سطح  $500 \text{ hpa}$  از یک روز پیش از شروع تا پایان یخبندان، در مقیاس نیمکره شمالی، ساعت ۱۲ گرینویچ، چاپ کشور روسیه از کتابخانه سازمان هواشناسی کشور تهیه گردید، آن‌گاه ردیابی و بررسی سیستمهای فشار در محدوده  $10^\circ$  غربی تا  $80^\circ$  شرقی و استوا تا  $70^\circ$  شمالی انجام شد (شکل شماره ۲).

\* ایستگاه دارای یخبندان.



شکل شماره ۲: نقشه محدوده مورد مطالعه

در مرحله بعد با استفاده از آمار حداقلهای روزانه دما، هر روز یخبندان هر «ادی» به تفکیک سال، به صورت یک نقطه در شکل شماره ۳ وارد شد. چنان که ملاحظه می شود، تعداد نقاط از ۲۹ اسفند به بعد در حال نوسان است. شروع هر افزایش نشانه ورود یک موج یخبندان و شروع هر کاهش، پس از روز اوج، نشانه خروج یا اضمحلال موج یخبندان منظور شده است. از این رو هر نقطه، یک «ادی» در سطح ایران است. روزی که بیشترین مساحت از ایران، توسط بیشترین تعداد «ادی» زیرپوشش یخبندان رفته بود، به عنوان روز اوج شدیدترین یخبندان بهار سال ۱۳۶۶ شناخته شد. در این تحقیق با توجه به شکل شماره ۳ و گسترش مکانی موج یخبندان، روز ۲۹ اسفند روز آغاز، روز ۳ فروردین روز اوج و روز ۶ فروردین روز پایان یخبندان منظور شده است.



شکل شماره ۳: جدول پراکنش زمانی یخبندان بهار ایران (۲۹ اسفند تا ۶ فروردین ۱۳۶۶)

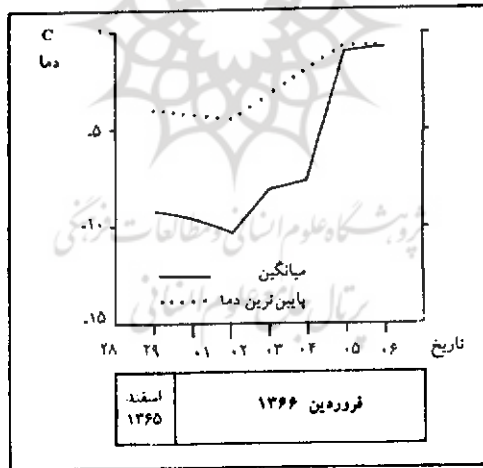
در مرحله بعد پراکنش روزانه «ادی»ها از شروع تا پایان، برای تعیین مسیر ورود و خروج و تعیین حوزه نفوذ موج یخبندان ترسیم شد. به منظور مطالعه ویژگیهای سینوپتیک یخبندان، با انطباق

کاغذهای شفاف روی نقشه‌های هوای روزانه سطوح زمین و ۵۰۰ hpa (در دوره یخبندان)، منشأ و مسیر حرکت سیستمهای فشار سطح زمین و محورهای فرود سطح ۵۰۰ hpa، هر یک در الگویی جداگانه ترسیم و آنگاه منحنیهای همفشار و موقعیت جبهه‌های روز اوج نیز به الگوی سطح زمین افزوده شد (شکلهای شماره ۳۰ و ۳۱).

### نتایج

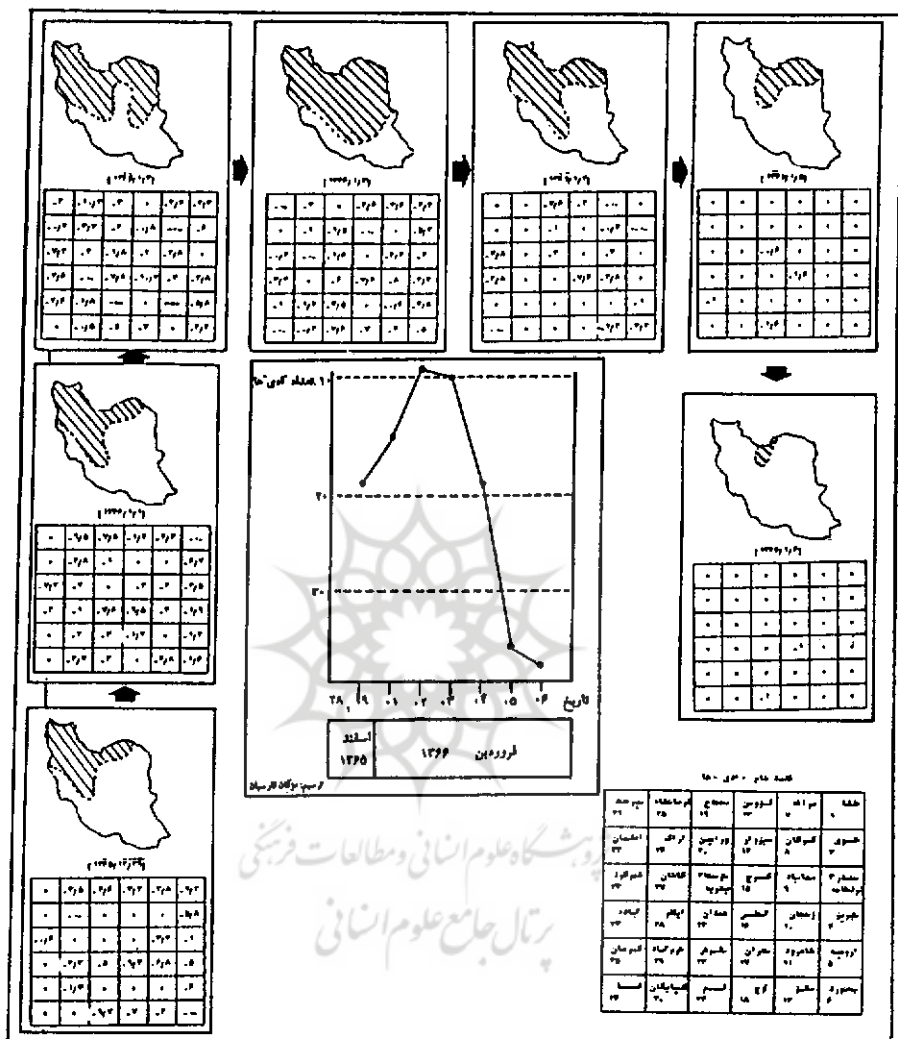
#### الف) بررسی آماری یخبندان:

با استفاده از دماهای حداقل روزانه ۳۵ «ادی» مجموعه ویژگیهای کمی و کیفی زیر به دست آمد: چنان که در شکل شماره ۴ ملاحظه می‌شود، میانگین دمای «ادی»ها و حداقل دمای آنها، طی این یخبندان ۷ روزه، روندی نسبتاً مشابه دارد. هر دو منحنی در روز دوم فروردین کمترین دما را نشان می‌دهند. همچنین هماهنگی آنها با شکل شماره ۵ قابل توجه است. در حالی که در روز دوم فروردین، میانگین و حداقل دمای «ادی»ها به کمترین میزان خود رسیده است، تعداد «ادی»ها نیز از همه روزها بیشتر است که نشانه توازن و نظم مکانی - زمانی یخبندان مذکور است.



شکل شماره ۴: نمودار روند تغییرات دما طی دوره یخبندان

شکل شماره ۵، همزمان شدت، مدت، فراوانی و گسترش مکانی یخبندان را نشان می‌دهد. تحلیل این شکل به تنهایی هرگونه تردیدی را در سینوپتیک بودن ریشه یخبندان اوایل فروردین ۱۳۶۶، از ذهن می‌زداید؛ چراکه وزود موج یخبندان از سوی شمال غرب در ۲۹ اسفند ۱۳۶۵، آن‌گاه پیشروی و رسیدن آن تا جنوب استان فارس در روز اوج و سپس پسروی تدریجی آن به شمال کشور طی روندی منظم، نمی‌تواند زابیده‌عاملی غیر از حرکت سیستمهای فشار باشد.



• جدولها، نام و دمای «ادی»ها را بر حسب درجه C و ت یک رقم بعد از اعشار نشان می دهند.  
 •• نقشه‌ها، حدود و گسترش یخبندان را طی روزهای وقوع نشان می دهند.

شکل شماره ۵: ویژگیهای آماری یخبندان

(ب) بررسی سینوپتیک

روز ۲۸ اسفند ۱۳۶۵، روز قبل از شروع موج یخبندان است. نقشه سطح ۵۰۰ hpa (شکل شماره ۷)، یک فرود غربی را نشان می دهد که به ایران نزدیک می شود. محور فرود روی فلسطین است و

درونیترین هم ارتفاع بسته آن نیز روی دریای سیاه قرار دارد. در همین روز چنان که شکل شماره ۸ نشان می‌دهد، زبانه‌های پرفشار سرد آسیایی، تقریباً هیچ نفوذی روی ایران ندارند و از طریق غرب دریای سیاه به یک پرفشار مهاجر روی مدیترانه متصل است. البته هنگامی که پرفشار سرد آسیایی روی سیبری باشد، می‌توان آن را پرفشار سیبری هم نامید.

در روز ۲۹ اسفند (شکل شماره ۹)، یعنی اولین روز یخبندان، محور فرود، حداقل  $10^{\circ}$  به سمت شرق جابه جا شده است و مرکز کم ارتفاع نیز از دریای سیاه روی دریای خزر منتقل شده است. همزمان در شکل شماره ۱۰، زبانه‌های پرفشار شمال غرب ایران را فرا گرفته است و کانون پرفشار مهاجر مدیترانه، با مرکز پرفشار آسیایی ارتباط کامل برقرار کرده است. در روز اول فروردین (شکل شماره ۱۲)، فرود در محدوده ایران، از حالت ۷، اندکی به حالت U تغییر کرده است و در سطح زمین نیز (شکل شماره ۱۳)، زبانه پرفشار،  $\frac{2}{3}$  ایران را پوشانده است. در روز سوم و چهارم فروردین، چنان که نقشه‌های سطح ۵۰۰ hpa (شکل‌های شماره ۱۵ و ۱۸) نشان می‌دهند، فرود قویتر شده است. در سراسر این چهارروز، یعنی از روز شروع تا روز اوج؛ بویژه روز اوج، ریزش هوای سرد از روی دریای سیاه صورت گرفته است. نقشه‌های سطح زمین نیز (شکل‌های شماره ۱۶ و ۱۹) طی این دو روز، تقویت بیشتر زبانه پرفشار را نشان می‌دهد؛ بطوری که در روز اوج سراسر ایران را فرا گرفته است. نقشه‌های «ادی»ها نیز در این دو روز، بیشترین تعداد «ادی» و پیشروی قلمرو آنها را تا جنوبیترین نواحی ایران (فسا) نشان می‌دهند (شکل‌های شماره ۱۷ و ۲۰).

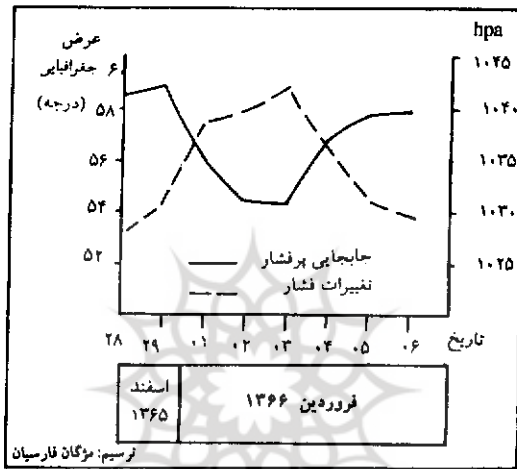
در روز چهارم فروردین، موقعیت محور فرود به نیمه شرقی ایران جابه جا شده، رفته رفته کم عمقتر می‌شود (شکل شماره ۲۱). در سطح زمین نیز (شکل شماره ۲۲)، محور زبانه پرفشار، از شمالی - جنوبی به شمال شرقی - جنوب غربی تغییر یافته است و ضمن ضعیف شدن به شمال شرق ایران منتقل شده است. روز پنجم فروردین که ششمین روز یخبندان است چنان که شکل شماره ۲۴ نشان می‌دهد، محور فرود از ایران خارج شده است و روی پاکستان و افغانستان دیده می‌شود. زبانه پرفشار روی ایران نیز، در حال اضمحلال است (شکل شماره ۲۵). از این رو تعداد «ادی»ها به ۴ مورد کاهش یافته است (شکل شماره ۲۶). در این روز در حالی که تأثیرات فرود مورد بررسی از ایران مرتفع می‌شود، فرودی دیگر از غرب ترکیه به ایران نزدیک می‌شود تا موجی دیگر از یخبندان را حاکم نماید.

در روز ششم فروردین که آخرین روز از موج یخبندان مورد بررسی است، چنان که شکل شماره ۲۷ نشان می‌دهد، محور فرود حتی از قلمرو فلات ایران نیز خارج شده، روی هندوستان مشاهده می‌شود. در سطح زمین نیز (شکل شماره ۲۸)، زبانه پرفشار به شمال دریای مازندران پسروی کرده است و سیستم‌های کم فشار کاملاً جایگزین شده‌اند. از این رو، تعداد «ادی»ها به کمترین میزان خود طی اوایل



فروردین ۱۳۶۶ یعنی ۲ مورد کاهش یافته است (شکل شماره ۲۹).

شکل شماره ۶، تغییرات میزان فشار مرکزی و موقعیت پرفشار سرد آسیایی را طی روزهای وقوع یخبندان نشان می‌دهد. چنان که ملاحظه می‌شود به تناسب شدت یافتن و اضمحلال یخبندان، فشار مرکزی پرفشار آسیایی افزایش و سپس کاهش یافته است. همچنین جابه جایی نصف‌النهاری مرکز پرفشار سرد آسیایی روندی معکوس نشان می‌دهد.



شکل شماره ۶: جا به جایی نصف‌النهاری پرفشار سرد آسیایی و تغییرات فشار مرکزی آن طی دوره یخبندان

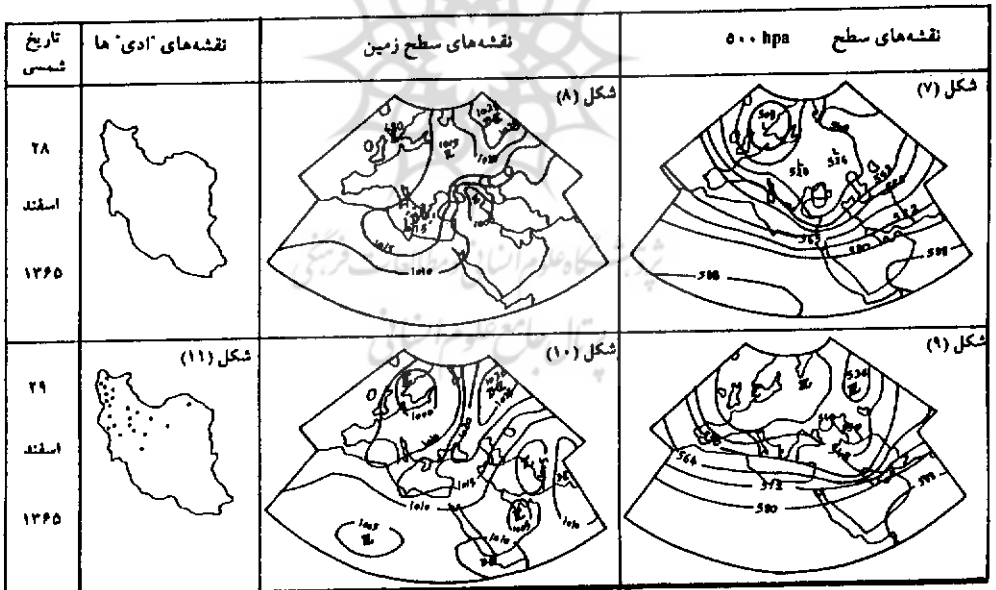
بنابراین از مقایسه شکل‌های شماره ۵ و ۶ ملاحظه می‌شود؛ روزی که پرفشار در موقعیت جنوبی‌تر قرار دارد، فشار مرکزی آن بیشتر است و سطح زیرپوشش یخبندان نیز به حداکثر می‌رسد. برعکس با کاهش فشار مرکزی پرفشار آسیایی و دور شدن آن از ایران، تعداد «ادی»ها و سطح زیرپوشش یخبندان کاسته می‌شود.

### هماهنگی ویژگی‌های آماری و سینوپتیک

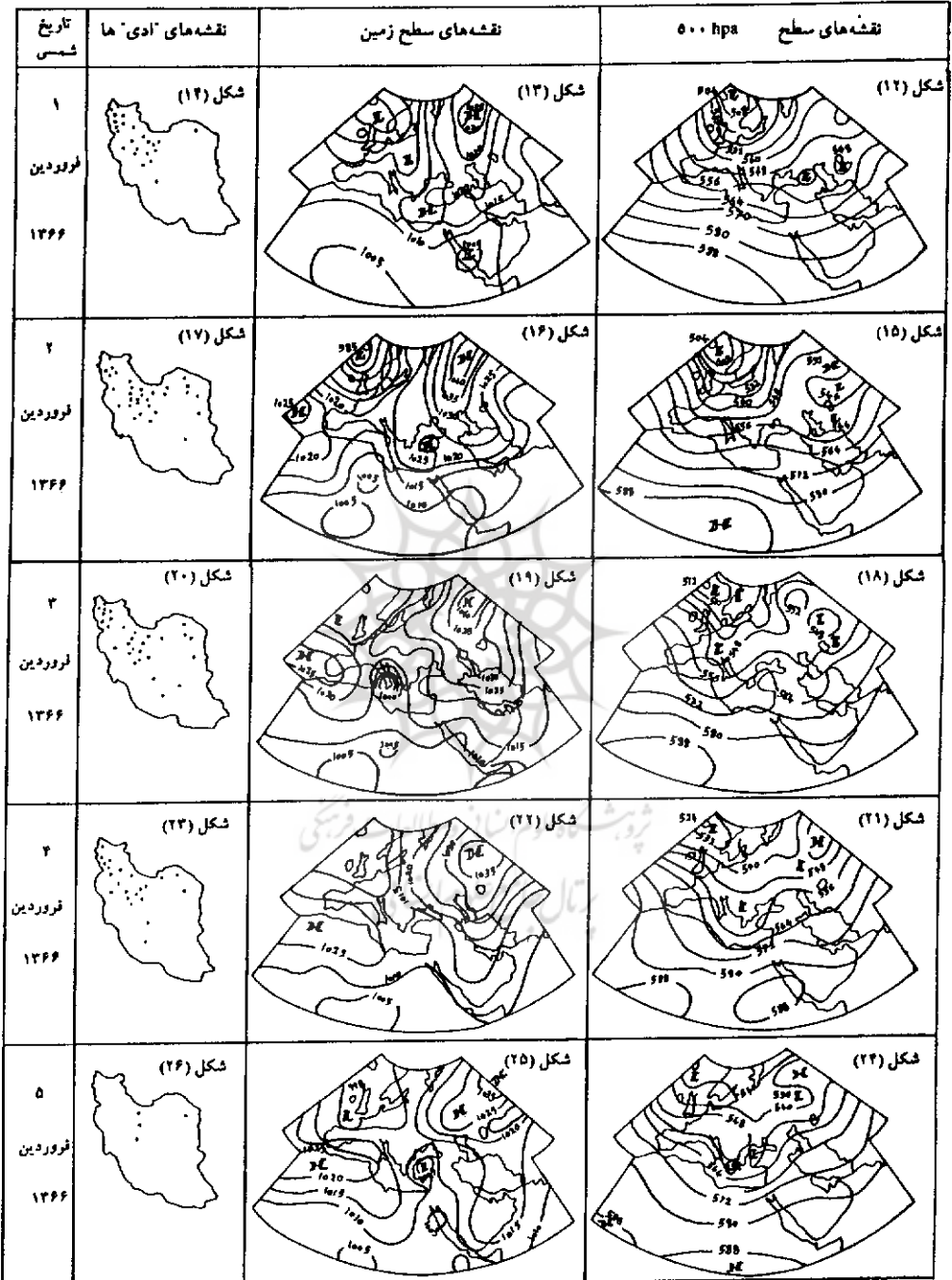
هماهنگی آشکار و قوی موجود میان داده‌های آماری (دمای «ادی»ها) و الگوهای سینوپتیکی نقشه‌های هوا، فرضیه سینوپتیک بودن یخبندان را به نحوی محکم اثبات می‌کند. اگر نقشه ایران (شکل شماره ۱۱) به وسیله خط ممتدی از سرخس تا اروند به دو نیمه شمال غربی و جنوب شرقی تقسیم شود، ملاحظه می‌شود در روز اول یخبندان، «ادی»های نیمه شمال غربی، زیر پوشش یخبندان رفته‌اند. نقشه سطح ۵۰۰ hpa نیز در این روز نسبت به روز قبل یک فرود قوی را نشان می‌دهد که بیش از ۱۰ درجه در طول جغرافیایی به ایران نزدیک شده است. محور از روی فلسطین به غرب ایران جابه جا شده است (شکل‌های شماره ۹ تا ۱۱).

چنان که در نقشه‌های روز سوم فروردین (شکل‌های شماره ۱۸ تا ۲۰)، یعنی روز اوج یخبندان،

ملاحظه می‌شود، آرایش سیستمهای سطح زمین و سطح  $500 \text{ hpa}$ ، همه در جهت تشدید یخبندان است. در این روز بخش عقب فرود که محل ریزش هوای سرد است، روی ایران قرار داشته، نسبت به قبل عمیقتر شده است. مرکز پرفشار آسیایی به سوی ایران جابه جا شده، فشار مرکزی آن زیادتر شده است. همچنین یک زبانه پرفشار روی ایران گسترش یافته، محور آن روی نیمه شرقی مشاهده می‌شود. طی ۳ روز بعد، تعداد «ادی»ها به سمت شمال و شمال شرق به نحو چشمگیری کاهش یافته است (شکلهای شماره ۲۳، ۲۶ و ۲۹) که نشانه خروج موج یخبندان از ایران است. ویژگیهای آرایش سیستمها در نقشه‌های هوا نیز با این پسروری، هماهنگی و انطباق قابل ملاحظه‌ای نشان می‌دهد. یعنی فرود کم عمق گشته، به متناهی شرق ایران جابه جا شده، و سرانجام بطور کامل از ایران فاصله گرفته است. همزمان پرفشار سرد آسیایی نیز ضعیف شده، محور زبانه آن از شمال غربی - جنوب شرقی به شمال شرقی - جنوب غربی تغییر یافته و بکلی از ایران خارج شده است و جای آن را سیستمهای کم فشار اشغال کرده است.



شکلهای شماره ۷ تا ۱۱



شکل‌های شماره ۱۲ تا ۲۶

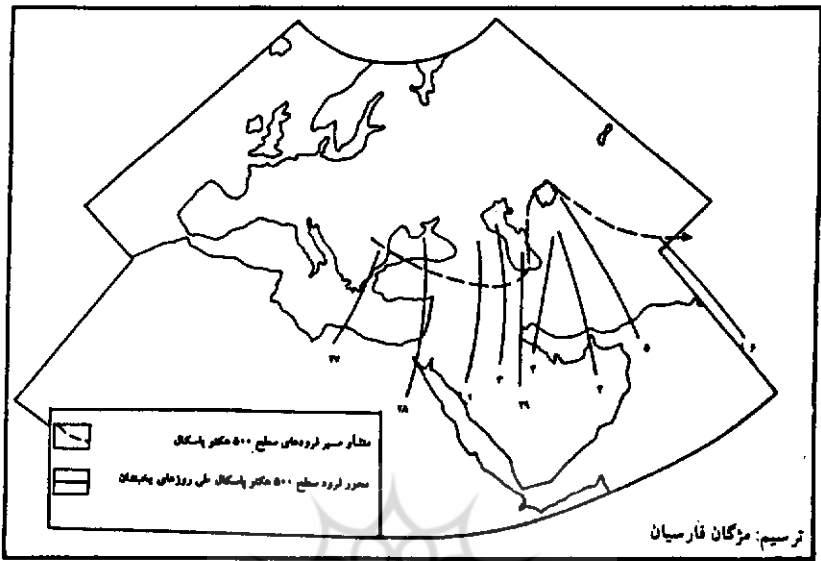
تاریخ شمسی	نقشه‌های "ادی" ها	نقشه‌های سطح زمین	نقشه‌های سطح ۵۰۰ hpa
۶ فروردین ۱۳۶۶	شکل (۲۹)	شکل (۲۸)	شکل (۲۷)

## شکل‌های شماره ۲۷ تا ۲۹

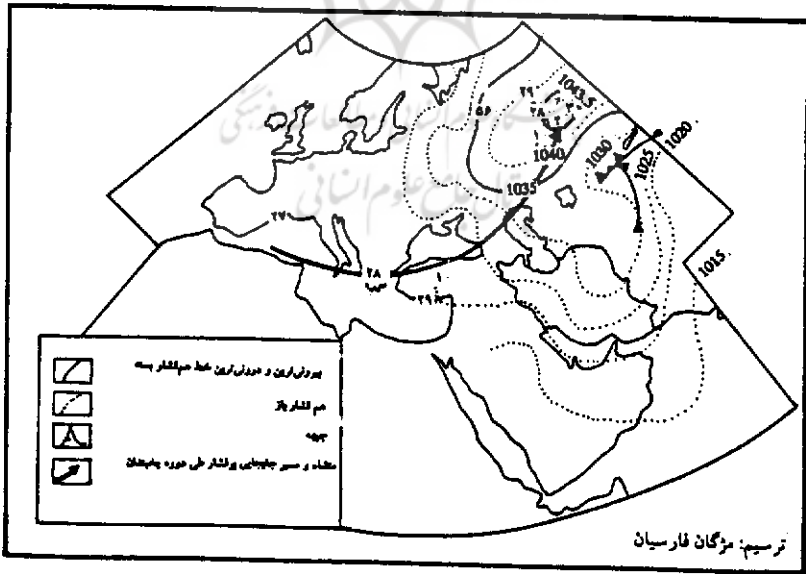
در الگوهای جامع سطح زمین (شکل شماره ۳۰) و سطح بالا (شکل شماره ۳۱)، تغییر ویژگیهای روزانه آرایش سیستمها از یک روز پیش از شروع یخبندان بهاره تا آخرین روز با هم نشان داده شده است. باره‌ای از این ویژگیها، آغاز تا پایان یخبندان را در بر می‌گیرند.

فرود سطح ۵۰۰ hpa، از دو روز پیش از آغاز یخبندان، از حوزه بالکان منشأ گرفته، جابجایی سریع به سمت شمال ایران دارد. در روز اوج این جا به جایی کندتر شده، ماندگاری بیشتری در شرق ایران دارد و در مجموع نشان می‌دهد قریب ۱۰° به عرضهای پایین تر جابه جا شده است. همزمان یک پرفشار مهاجر از مدیترانه غربی به سمت دریای سیاه و شمال مازندران جا به جا شده، در روز اوج در شمال آرال با پرفشار آسیایی یکی می‌شود. جهت جابه جایی سیستمها هم در سطح زمین و هم در سطح بالا بر خلاف حرکت عقربه‌های ساعت است که باعث می‌شود تا سیستمها بتوانند از منشأ اروپایی به سوی ایران که در عرضهای جنوبیتری است، نزدیکتر شوند و ریزش هوای سرد را ممکن سازند.

در روز اوج، زبانه پرفشار سرد از سمت شمال شرق به سوی ایران نفوذ کرده است؛ در نتیجه استان خراسان زیر فشار ۱۰۳۰ hpa و تقریباً بقیه ایران زیر فشار ۱۰۲۰ hpa است. انتهای محور زبانه در امتداد شمالشرقی - جنوبغربی تا مرکز عربستان نفوذ کرده و ریزش هوای سرد را مستقیماً از سیبری مرکزی باعث شده است. از این رو فراگیری سراسری یخبندان در سوم فروردین (شکل شماره ۱۷) بخوبی قابل توجیه می‌شود.



شکل شماره ۳۰: الگوی سطح ۵۰۰ hpa



شکل شماره ۳۱: الگوی سطح زمین

## خلاصه

مجموعه تحلیل‌های به عمل آمده از یخبندان اوایل فروردین سال ۱۳۶۶، نشان داد که منشأ ریشه‌های این یخبندان به خارج از مرزهای جغرافیایی ایران مربوط است. یعنی حرکات مداری - نصف‌النهاری و در عین حال سیاره‌ای گردش عمومی جو، سیستم‌های یخبندان‌زا را در شرایط بهینه به سوی ایران سوق داد. از جمله مهمترین این سیستمها، فرود عمیق سطح  $500 \text{ hpa}$  بود. این فرود در مسیر جا به جایی به سمت شرق، با رسیدن روی ایران، امکان ریزش هوای سرد را در بستر عقب خود فراهم آورد که این ریزش با جا به جایی بیشتر فرود به سمت شرق و یکی شدن با مرکز کم‌ارتفاع روی سیبری در سطح  $500 \text{ hpa}$ ، گسترش مکانی یخبندان بهاره ایران را در روز اوج به حداکثر رساند. در سطح زمین نیز در این روز، پرفشار غربی با پرفشار سیبری یکی شد. سرانجام تطبیق کامل و سه جانبه آمار یخبندان ایستگاههای هواشناسی، سیستمهای سطوح بالا و سیستمهای سطح زمین، سینوپتیک بودن این یخبندان را به اثبات رساند.

هرچند این تحقیق، چیرگی عوامل سینوپتیک را بر غیر سینوپتیک مانند تابش، ناهمواریها و ارتفاع از سطح دریا به صورت مستدل مشخص کرد، اما این که دقیقاً در یخبندانهایی از این نوع، سهم دخالت این عوامل تا چه حد است، پرسشی است که تحقیقات دیگری را می‌طلبد.

## منابع و مأخذ

- ۱- اطلس راههای ایران، گیتاشناسی.
- ۲- بهراد، عبدالاحد، «خسارات وارده از سرما، نگرگ و یخبندان به باغات انگور کشور و روشهای مقابله با آن»، مجله زیتون؛ ۱۳۶۳، ص ۵۸ - ۶۰.
- ۳- دامغانی، رضا، «بررسی تأثیر سرمای بهاره در کاهش تلفیح گل‌های درختان خرما»، مجله زیتون، شماره ۱۱۲، وزارت کشاورزی، ۱۳۷۲.
- ۴- سازمان هواشناسی، سالنامه ۱۳۶۶.
- ۵- سمیعی، محمود، مهد عسگری، خداد باستانی، «تجزیه و تحلیل اقلیمی اطلاعات و احتمالات شروع و خاتمه یخبندان پاییزه و بهاره در آستانه‌های بحرانی دما و طول فصل رویش در ایران»، گزارش فنی شماره ۱۱، اداره کل اطلاعات و خدمات ماشینی، سازمان هواشناسی، ۱۳۷۱، ص ۱.
- ۶- شاعری نیا، رحیم، «خطر یخبندان در کشاورزی»، مجله زیتون، شماره ۱۱۳، وزارت کشاورزی، ۱۳۷۲.
- ۷- عطار، علی، شهید اخوان، بررسی تأثیر سرمای بهاره بر درختان میوه، وزارت کشاورزی، ۱۳۶۸.

۸- علیجانی، بهلول، مبانی آب و هواشناسی، انتشارات سمت، ۱۳۷۱.

۹- کمالی، غلامعلی، «بررسی آماری نفوذ هوای سرد قطبی و خسارات وارده به محصولات کشاورزی شمال خراسان در دهه دوم اردیبهشت ماه ۱۳۶۸، مجله نیوار، بهار ۱۳۶۸.

۱۰- کوانتا (مهندسین مشاور با همکاری انستیتو هواشناسی و آبشناسی رومانی)، توسعه و مدرنیزه کردن خدمات هواشناسی، مطالعات هواشناسی کشاورزی، جلد دوم، سازمان هواشناسی، ص ۳۷۷.

۱۱- منیمی، عباس، سرمازدگی و طرق حفاظت باغهای مرکبات از خطر سرما و اصلاح آنها، وزارت کشاورزی، ۱۳۴۳.

۱۲- نقشه‌های هوای سطحهای زمین، ۵۰۰ hpa و ضخامت، ساعت ۱۲ گرینویچ، چاپ کشور روسیه، ماه مارس ۱۹۸۷.

13- Chengelan, B. (ed), *Synoptic Meteorology In china*, China Ocean Press, Beijing, 1984.

14- Ding, yihui & T. N. krishnamurti, «Heat Budget of the Siberian High and Winter Monsoon», *Monthly Weather Review*, Vol. 115, October 1989.

15- Donahue roy, L.; Jame, E. Chiristhiansen & Everette F. Evens, *Exploring Agricultural*, 5th edition, pentice - Hall INC press, 19, p. 388.

16- Sing Jasbir, S. S. Dhillon, *Agricultural Geography*, Tata Mc Graw - Hill Publishing, 1984, p. 63.

17- Smith L. p & S. A. Seorle, *Weatherwise Gardening*, LondenBl-andford Press, 1958. p. 15.

18- Sutherland J. A., *Introduction to Agricultural*, Sixth Edition, Mc Graw Hill, 1980, p. 9.

19- Whiteside, S. M., Gorsey and L. W. Timmer; *Compandium of Citrus Deases*, APS Press, 1988, p. 58-59.