

# تحلیل سینوپتیکی موج سرمای ۸-۱۵ دیماه ۱۳۸۵ در ایران

حسن لشکری<sup>۱\*</sup>، قاسم کیخسروی<sup>۲</sup>

۱- دانشیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

۲- مربی گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

دریافت: ۸۶/۲/۲۰

پذیرش: ۸۷/۱۰/۲۳

## چکیده

هدف نهایی از این تحقیق شناخت عوامل مؤثر دینامیکی و همدیدی بر پدیده یخبندان در کشور ایران است تا بتوان با پیش‌بینی آن در آینده شدت خسارت‌ها را کاهش داد.

در موج سرمای ۸ - ۱۵ دی‌ماه ۱۳۸۵، تعداد کثیری انسان و حیوان تلف شده و فشار گاز در بخش‌های زیادی از کشور تقلیل پیدا کرد و رفت و آمد در بسیاری از شهرها و جاده‌های کوهستانی دچار مشکل جدی شد. به دلیل نفوذ یک موج سرمای گسترده به داخل کشور در روزهای ۸ - ۱۵ دی‌ماه بین ۷۵ - ۸۰ درصد از پهنه کشور دچار یخبندان شد.

این تحقیق نشان می‌دهد که عمده سامانه‌های منجر به یخبندان از شرایط سینوپتیکی زیر پیروی می‌کنند:

- در ترازهای دریا و تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال (که از لحاظ شرایط سینوپتیکی شبیه هم بوده‌اند) زبانه سردی از نزدیک قطب و با امتداد شمال - جنوب تا نیمه جنوبی ایران امتداد دارد که سبب انتقال هوای سرد قطبی و جنب قطبی تا جنوب کشور شده است؛

- تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال (تروپوسفر میانی) در روز شروع موج سرما، مرکز کم ارتفاعی با منحنی ۴۹۲ ژئوپتانسیل دکامتر روی شمال سیبری بسته شده است که زبانه نسبتاً عمیقی با راستای شمالی - جنوبی تا جنوب ایران گسترش پیدا کرده است. در ادامه این مرکز کم ارتفاع و زبانه به تدریج به عرض‌های پایین‌تر گسترش پیدا کرده و تقریباً تا پایان روز چهارم موج سرما (اول ژانویه) این روند ادامه داشته است و زبانه سرد قطبی بدون حرکت قابل ملاحظه‌ای به سمت شرق یا غرب، باعث تداوم ریزش هوای سرد قطبی در لایه‌های میانی جو روی ایران شده است. از روز چهارم، ناوه سیبری

E-mail: dr\_lashkari61@yahoo.com

\* نویسنده مسؤول مقاله:

شروع به حرکت به سمت شرق کرده و هوای پایداری را تا پایان موج سرما بر منطقه حاکم کرده است. - شرایط سینوپتیکی حاکم در تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال شباهت بسیار زیادی با تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال دارد. بنابراین با نفوذ یک موج سرما از سمت شمال و با امتداد شمالی-جنوبی و بلوکه شدن سیستم روی منطقه به مدت ۸ روز تداوم داشته و با انتقال هوای سرد آرکتیکی سرمای شدید را روی ایران حاکم کرده است.

**کلید واژه‌ها:** یخبندان، موج سرما، سینوپتیک، ایران.

## ۱- مقدمه

دما به عنوان شاخصی از شدت گرما، یکی از عناصر اساسی شناخت هواست و نظر به دریافت نامنظم انرژی خورشید به وسیله زمین دستخوش تغییرات بسیاری است که به نوبه خود باعث تغییرات گسترده دیگری در سایر عناصر هواشناسی می شود [۸، ص ۱۵۰].

تغییرات شدید دمایی پدیده‌ای نامطلوب برای زیست جانوران، گیاهان و آثار نامطلوبی نیز بر عناصر طبیعی، سازه‌ها و تأسیسات دارد. وقتی دمای هوا از حد معینی پایین می‌رود، شرایط برای زیست و فعالیت مطلوب جانداران دچار اشکال می شود چون که هر مرحله از فعالیت زیستی نیازمند دمای معینی است که این محدوده دمایی را آستانه دمایی می‌گویند. چنین آستانه‌هایی را نیز می‌توان برای سازه‌ها، ماشینها و تأسیسات قائل شد. وقتی دما به زیر صفر نزول می‌کند، اثر دما بر برخی از عناصر جاندار و غیر جاندار تشدید می‌شود.

از نظر جوشناسی و اقلیم‌شناسی برودت هوا یا کاهش دما را سرما می‌نامند و یخبندان حالتی است که دمای هوا پایین‌تر از  $0^{\circ}\text{C}$  برسد [۲، ص ۲۶۱] یا وضعیت جوی که دمای هوا تا نقطه انجماد یا زیر نقطه انجماد کاهش پیدا کند [۳، صص ۹۱، ۳۶۹-۳۷۴].

پدیده یخبندان از جمله پدیده‌های جوی است که به دلیل زیان‌های شدید و گاه وسیع از آن مورد بررسی و تحقیق بشر قرار گرفته است. زیان‌های این پدیده در برنامه‌های عمرانی، ترابری، کشاورزی، ترافیک و خدمات شهری بیشتر بررسی شده است. همواره سعی بر این بوده است تا این پدیده قبل از وقوع پیش‌بینی شود تا بتوان خسارت‌های ناشی از آن را کاهش داد.

فصل یا فصل‌های وقوع یخبندان بستگی به عواملی از جمله عرض جغرافیایی دارد و

ممکن است در هر فصلی روی دهد.

یخبندان‌ها ممکن است علل متفاوتی داشته باشند. یخبندان تشعشی از اتلاف شبانه حرارت زمین در اثر تشعشع زیاد ناشی می‌شود و در اواخر پاییز و اوایل بهار در عرض‌های متوسط، در زمستان در عرض‌های پایین و در تابستان در بسیاری از مناطق عرض‌های بالا و نیز در بسیاری از ارتفاعات بالا روی می‌دهد.

یخبندان تبخیری، علت وقوع این نوع یخبندان کمبود انرژی گرمای در اثر تبخیر است و موقعی به‌وجود می‌آید که باران سطح برگ‌ها را خیس کرده و دمای آن کاهش یافته، سپس باد خنک جریان پیدا کرده و باعث می‌شود که رگبرگ‌ها خشک شده و مدتی بعد دما به زیر نقطه انجماد کاهش پیدا می‌کند.

یخبندان‌های انتقالی از انتقال توده هوای سرد در مقیاس وسیع به یک منطقه ناشی می‌شود و از علایم مشخصه آن می‌توان به سرمای خشک و شدید، وزش بادهای شدید و احتمالاً ابری و حتی برفی بودن هوا اشاره کرد. وسعت عمل این نوع یخبندان زیاد است و تداوم آن در منطقه ممکن است طولانی باشد [۴، صص ۳۶۹-۳۷۴].

ایران به دلیل قرارگیری در عرض‌های جغرافیایی میانه در هر یک از فصول سال تحت تأثیر توده‌های هوای مختلف قرار می‌گیرد.

در برخی از سال‌ها توده‌های هوای قطبی و آرکتیک بخش اعظم کشور ایران را دربرگرفته و مشکلات و خسارت‌های غیر قابل جبرانی به منابع، سازه‌ها و محیط زیست طبیعی وارد می‌کند. موج سرمای ۸- ۱۵ دیماه ۱۳۸۵ از جمله توده‌های هوایی بود که به دلیل شدت سرما و پهنه پوشش آن مشکلات اجتماعی- اقتصادی هنگفتی را وارد کرد.

در اثر گسترش این موج سرما فشار گاز در بخش‌های زیادی از کشور تقلیل پیدا کرد و علاوه بر اینکه صدور گاز ایران به کشورهای طرف قرارداد قطع شد، در داخل کشور نیز بخش‌های عمده‌ای از کشور دچار اختلال در گازرسانی شد و باعث اختلال در رفت و آمد وسایط نقلیه گردید و زندگی مردم از حالت عادی خارج شد.

برخی از اخبار منتشر شده در مورد موج سرما (از طرف خبرگزاری جمهوری اسلامی)<sup>۱</sup> به شرح زیر است [۵].

در تاریخ ۱۳۸۵/۱۰/۰۹ جنوب آذربایجان غربی سردترین شب را در ۱۵ سال اخیر سپری کرد؛

1. www.irna.ir

۸۵/۱۰/۰۹ رودخانه خلخال یخ بست؛

۸۵/۱۰/۱۳ سرما و یخبندان ۳۰۰ کنتور آب خانگی را در الیگودرز ترکاند؛

۸۵/۱۰/۱۴ قطع گاز شهری مردم شهرهای خلخال و مشکین شهر را با مشکل روبه رو کرد؛

۸۵/۱۰/۱۴ سرما و یخبندان بیش از ۲۶۰۰ کنتور آب را در همدان شکست؛

۸۵/۱۰/۱۴ فاجعه انسانی در راه است، بحران قطع گاز در غرب کشور؛

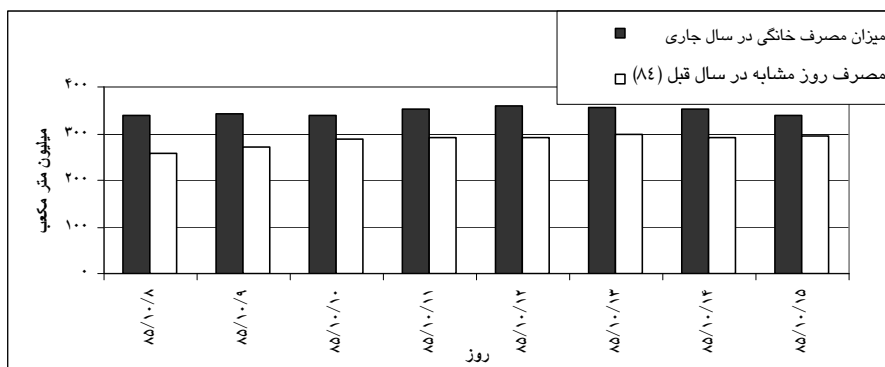
۸۵/۱۰/۱۴ بجنورد سردترین شب را در ۱۰ سال اخیر پشت سرگذاشت.

در جدول ۱ مقایسه‌ای بین میزان مصرف خانگی گاز در طی این ۸ روز نسبت به دوره مشابه در سال قبل انجام شده است. بیشترین درصد رشد را روز هشتم دیماه با ۳۲ درصد نسبت به سال قبل داراست و کمترین درصد رشد مربوط به روز پانزدهم با مقدار ۱۵ درصد می‌باشد. به‌طورکلی میزان مصرف خانگی گاز در طی این ۸ روز به ۲۷۷۷ میلیون مترمکعب و در سال ۱۳۸۴ به میزان ۲۲۸۲ میلیون مترمکعب رسیده است. همچنین میزان مصرف کل گاز اعم از مصرف خانگی، تجاری، نیروگاه‌ها و صنایع به مقدار ۳۱۱۲ میلیون متر مکعب و در سال ۱۳۸۴ به میزان ۲۸۹۳ میلیون متر مکعب بوده است. شکل‌های ۱ و ۲ مقدار مصرف گاز در طی روزهای یاد شده را نشان می‌دهند (شرکت ملی گاز ایران) <sup>(۱)</sup> [۶].

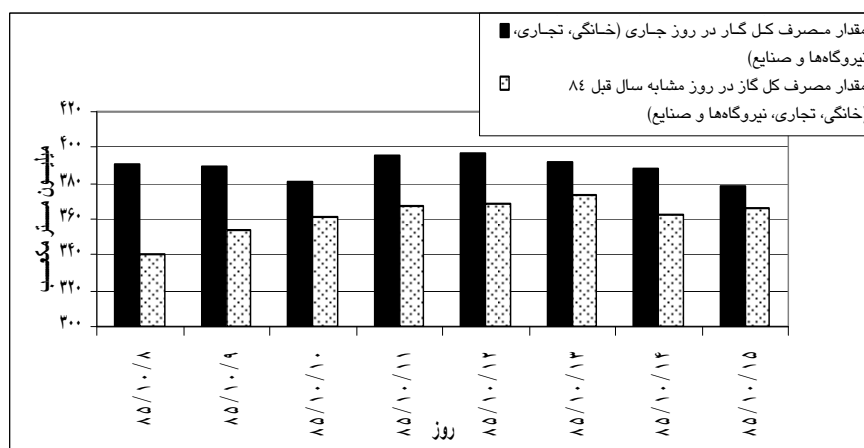
جدول ۱ توزیع دمای کمینه سطح کشور در روز ۸ دی ماه

| گروه | طبقه دمای | درصد پوشش منطقه |
|------|-----------|-----------------|
| ۱    | < -۱۵     | ۵/۲۲            |
| ۲    | -۱۵ - -۱۰ | ۹/۵۸            |
| ۳    | -۱۰ - -۵  | ۸/۶             |
| ۴    | -۵ - ۰    | ۲۲/۸۹           |
| ۵    | ۰ - ۵     | ۳۲/۱۱           |
| ۶    | ۵ - ۱۰    | ۱۳/۶۸           |
| ۷    | > ۱۰      | ۷/۸۸            |

1. www.nigc.ir



شکل ۱ نمودار مقایسه بین مصرف گاز خانگی در سال های ۸۵ و ۸۴



شکل ۲ نمودار مقایسه مقدار مصرف کل گاز در سال ۸۵ و ۸۴

## ۲- پیشینه تحقیق

مطالعه در مورد سرما و یخبندان در جهان به مطالعه ریکنگل<sup>۱</sup> به حدود ۱۵۰ سال قبل بر می گردد.

1. Rechnagle

روزنبرگ و مایزر<sup>۱</sup> با مطالعه خود در پنج نقطه ایالت نبراسکا نشان دادند که ۷-۳۰ درصد آخرین یخبندان‌ها و ۱۷-۴۲ درصد اولین یخبندان از نوع فرارفتی هستند [۷، صص ۴۷۱-۴۷۸].

وستال<sup>۲</sup> احتمال وقوع اولین و آخرین یخبندان‌ها را که به ترتیب در پاییز و بهار اتفاق می‌افتد، براساس آستانه‌های مورد نیاز در ایالت‌های ساحلی و جنوب شرقی اقیانوس اطلس بررسی کرد. او یک روش احتمالی را برای ایجاد سری‌های اولین و آخرین آستانه‌های دمایی به‌کار گرفته است. او با استفاده از یک مثال عددی، برازندگی تاریخ‌های وقوع یخبندان‌های زودرس پاییزه و دیررس بهار را با توزیع نرمال مورد بررسی قرار داده [۸، ص ۹۹].

بوتسما<sup>۳</sup> نیز درجه حرارت کمینه و احتمال وقوع خطر یخبندان را در زمینه‌های کوهستانی واقع در کشور کانادا مورد بررسی قرار داد. او معتقد است درجه حرارت کمینه بین ایستگاه هواشناسی مبنا و مزرعه را در مناطق کوهستانی، مرتبط با عوامل متعدد اقلیمی می‌داند که باید از طریق روش‌های همبستگی و رگرسیون خطی چندگانه و گام به گام تعیین شوند [۹، صص ۴۲۵-۴۴۳].

آویسار و ماهر<sup>۴</sup> یک مدل سه بعدی را در مقیاس محلی برای شبیه سازی خرد اقلیم نزدیک سطح زمین مناطق غیر یکنواخت (ناهمگن) در طول رخداد‌های یخبندان تابشی توسعه داده‌اند. این مدل بر اساس معادلات حرکت، حرارت، رطوبت و پیوستگی در اتمسفر و نیز معادلات انتشار حرارت و رطوبت در خاک پایه‌ریزی شده است [۱۰، صص ۴۱۳-۴۰۰].

میچالسکا<sup>۵</sup> با مطالعه احتمال زمانی وقوع یخبندان‌های دیررس بهار در هلند، تاریخ کاشت مناسب ذرت در بهار را مورد بررسی قرار داد و در این مطالعه، تأثیر دمای خاک را نیز در تعیین کاشت ذرت در نظر گرفت [۱۱، صص ۱۰۲-۹۷].

کاجفز<sup>۶</sup> تاریخ‌های وقوع یخبندان‌های زودرس پاییزه را در ۹ مکان در منطقه گورنچسکا در اسلونی و در طول سالهای ۱۹۴۷ - ۱۹۸۷ مورد مطالعه قرار داد. وی یخبندان‌های متوسط اولین یخبندان را به دست آورد. همچنین رابطه تاریخ وقوع اولین یخبندان و ارتفاع

1. Rozenberg & Myers

2. Vestal

3. Bootsma

4. Avissar & Mahrer

5. Michalska

6. Kajfez

محل نیز در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفته است [۱۲، صص ۲۶-۱۹].  
 بوئر<sup>۱</sup> و همکاران ارتفاع را بهترین کنترل کننده ویژگی‌های یخبندان و عامل مهم در پیش‌بینی این ویژگی‌ها می‌دانند. همچنین آنها از مناطق گندم خیز استرالیا در مورد شروع و خاتمه یخبندان تحقیقاتی انجام دادند و به این نتیجه رسیدند که در منطقه مطالعه شده اولین یخبندان در پاییز اتفاق می‌افتد [۱۳، صص ۱۷۴۳-۱۷۳۱].

فریچ<sup>۲</sup> و همکاران شواهدی مبنی بر طولانی‌تر شدن فصل رشد و کاهش تعداد روزهای یخبندان را برای بسیاری از عرض‌های بالا و میانی نیمکره شمالی در طی ۵۰ سال اخیر ارائه داده‌اند [۱۴، صص ۲۱۲-۱۹۳].

دوب و پرکساریو<sup>۳</sup> به تحلیل حوادث اقلیمی شدید از قبیل سیل، خشکسالی، سیکلون‌ها، توفان، تگرگ، تندر، موج گرما و سرما در ۱۰۰ سال گذشته در هند پرداختند. در نهایت نتیجه گرفتند که این عوامل بر اثر رشد جمعیت و مهاجرت به سوی شهرها افزایش پیدا می‌کند. میزان زیان‌های اقتصادی را حدود ۵۰-۱۰۰ بیلون تخمین زدند و نتیجه گرفتند که حدود ۲۵۰۰۰۰ نفر جان خود را در طی این ۱۰۰ سال از دست داده‌اند [۱۵، صص ۱۷۸-۱۷۳].

وتیکویچ<sup>۴</sup> گسترش بادهای با دمای سرد شمال غربی را به وسیله توده‌های هوا عامل اصلی یخبندان‌ها در روسیه، اروپا و قزاقستان می‌داند [۱۶، صص ۳۰۵-۱۸۳]. دینگ<sup>۵</sup> در بررسی خود به منظور مطالعه موسمی‌های زمستانه و یورش هوای سرد در چین به تحلیل الگوهای بزرگ مقیاس و انتقال توده‌های هوای سرد و گسترش نفوذ زبانه‌های سرد به سمت استوا پرداخت [۱۷، صص ۳۰۵-۱۸۳].

لافلین<sup>۶</sup> و کالما<sup>۷</sup> با بررسی درجه حرارت کمینه در ۳۱ نقطه از یک مرتع موج دار به وسعت ۱۰۷ کیلومتر مربع در طول ۳۰ شب زمستانی سال ۱۹۸۲ و به کارگیری یک مدل رگرسیونی چند متغیره از عواملی چون سرعت باد در طول شب، هدر رفت‌های حرارتی در تمام طول موج‌ها در طول شب موفق به ارائه الگوهای فضایی احتمال وقوع یخبندان در مقیاس محلی شدند. در تهیه این مدل از الگوهای هواشناسی و زمینی به صورت ترکیبی

1. Boor
2. Frich
3. Prakasa Rao & Dobe
4. Vitkovitch
5. Ding
6. Laughlin
7. Kalma

استفاده شده است [۱۸، صص ۱۶-۱].

براتی در طراحی الگوی یخبندان‌های بهاره ایران به این نتیجه رسید که جابه جایی سامانه‌های پرفشار مهاجر از عرض‌های بالاتر به یخبندان‌های شدید و فراگیر منتهی می‌شود و بر عکس جابه جایی از عرض‌های پایین‌تر (از سمت دریای مدیترانه) به یخبندان‌های ملایم و نیمه فراگیر منتهی می‌شود. همچنین به این نتیجه رسیدند که بیشتر یخبندان‌های بهاره در ایران ریشه همدیدی دارند و از شمال غرب اروپا وارد کشور می‌شوند [۱۹].

عزیزی 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 هم دمای ۱۵- تا ۳۰- درجه سانتیگراد در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال از روی ایران عبور می‌کند [۲۰، صص ۱۱۶-۹۹].

هژبرپور و علیجانی 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 تا فروردین اتفاق می‌افتند. یخبندان‌های شدید و فراگیر استان ناشی از استقرار یک پرفشار در سطح زمین و یک ناوهای عمیق در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال می‌باشد و پرفشار سطح زمین در بیشتر وقت‌ها از آنتی سیکلون‌های مهاجر غربی است. اما در روزهای سرد سال زبانه پرفشار سیبری عامل اصلی یخبندان است [۲۱، صص ۱۰۶-۸۹].

یوسفی و عزیزی در تحقیقی با استفاده از داده‌های حداقل و فشار سه ایستگاه انزلی، بابلسر و گرگان در طی دوره آماری ۱۹۷۱ - ۱۹۸۰ مبادرت به زمان یابی ورود پرفشار سیبری به سواحل جنوبی خزر کردند. بر این اساس دهه دوم اکتبر برابر با دهه سوم مهر با بیشترین فراوانی به میزان ۵۰ درصد به عنوان آغاز مرحله فعالیت پرفشار سیبری در منطقه شناخته شد [۲۲، صص ۱۰۰-۸۱].

چوخانی زاده در بررسی آثار سینوپتیکی پرفشار سیبری روی دماهای شمال شرقی ایران به این نتیجه رسید که ماه اکتبر همزمان با تشکیل پرفشار سیبری می‌باشد و از فراوانی و شدت بالایی برخوردار است. ولی از ماه نوامبر به بعد با افزایش تعداد روزهای تشکیل پرفشار سیبری، مقادیر فشار مرکزی آن نیز افزایش پیدا کرده و در نتیجه با گسترش نصف النهاری، زبانه جنوب غربی سامانه مذکور با عبور از شمال شرق کشور، موجب کاهش شدید

دما در منطقه می‌شود [۲۳، صص ۱۱-۱۰].

پنجعلی‌زاده به تحلیل آماری و سینوپتیکی یخبندان‌های فراگیر شهر اردبیل پرداخت و به این نتیجه رسید که اکثر یخبندان‌های فراگیر از نوع فرافتی و ترکیبی می‌باشند [۲۴، ص ۶].

### ۳- روش کار

برای مطالعه الگوی گسترش موج سرما بر روی کشور، آمار ایستگاه‌های کشور که بالغ بر ۲۴۸ ایستگاه سینوپتیک و کلیماتولوژی می‌شود از سایت اینترنتی سازمان هواشناسی کشور<sup>۱</sup> برای روزهای ۸ - ۱۵ دی ماه ۱۳۸۵ دریافت شد [۲۵]. با توجه به اینکه هدف، علاوه بر دست پیدا کردن به الگوی گسترش موج سرما، برآورد تعداد ایستگاه‌های همراه با یخبندان همراه با طبقه‌بندی آنها نیز بوده است. معدل دمای کمینه کلیه ایستگاه‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. بعد از استخراج دوره شروع و پایان موج سرما، نقشه سینوپتیکی این روزها در ترازهای ۱۰۰۰، ۸۵۰، ۵۰۰ و ۳۰۰ هکتوپاسکال در ساعت صفر به وقت گرینویچ مورد تحلیل قرار گرفته است.

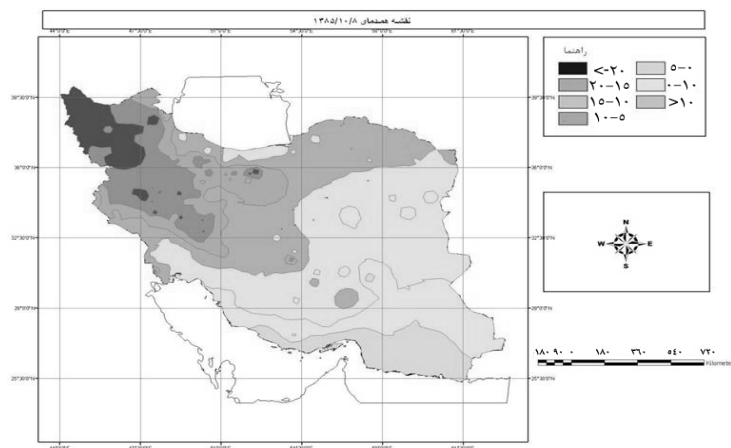
### ۴- وضعیت دما در روز ۸ دی ماه ۱۳۸۵

شکل ۳ وضعیت دمای هوا را در سطح کشور در روز ۸ دی ماه ۱۳۸۵ (که شروع موج سرما در کشور می‌باشد) نشان می‌دهد. در این روز موج از سمت شمال غرب وارد ایران شده و به تدریج به سمت جنوب گسترش پیدا کرده است. همان طور که در جدول ۲ ملاحظه می‌شود، ۴۶/۴۱ درصد از مساحت کشور دمای هوا زیر صفر درجه و ۹۲/۱۲ درصد از مساحت کشور دما زیر ۱۰ درجه سانتیگراد قرار داشته که برای رسیدن دما به مرز آسایش از وسائل گرم کننده مکانیکی استفاده شده است.

1. www.irimo.ir

جدول ۲ میزان مصرف گاز از ۸ - ۱۵ دیماه ۱۳۸۵ و مقایسه آن در دوره مشابه در سال قبل

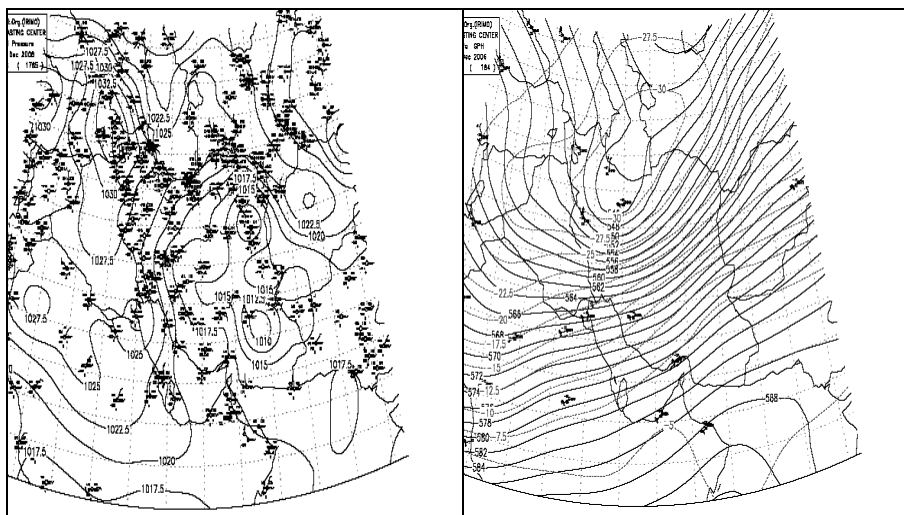
| روز      | میزان مصرف خانگی به میلیون متر مکعب | مصرف روز مشابه در سال قبل (۸۴) به میلیون متر مکعب | درصد رشد نسبت به سال قبل | صنایع) به میلیون متر مکعب (صنایع) به میلیون متر مکعب | مصرف کل گاز در روز مشابه سال قبل (۸۴) خانگی، تجاری، نیروگاهها و صنایع) به میلیون متر مکعب | میانگین مصرف هر خانوار در روز به متر مکعب |
|----------|-------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| ۸۵/۱۰/۸  | ۲۳۹                                 | ۲۵۶                                               | ۳۲                       | ۳۹۱                                                  | ۳۴۱                                                                                       | ۲۸                                        |
| ۸۵/۱۰/۹  | ۳۴۳                                 | ۲۷۲                                               | ۲۶                       | ۳۹۰                                                  | ۳۵۴                                                                                       | ۲۸                                        |
| ۸۵/۱۰/۱۰ | ۳۳۹                                 | ۲۸۷                                               | ۱۸                       | ۳۸۱                                                  | ۳۶۱                                                                                       | ۲۸                                        |
| ۸۵/۱۰/۱۱ | ۳۵۲                                 | ۲۹۳                                               | ۲۰                       | ۳۹۵                                                  | ۳۶۷                                                                                       | ۲۹                                        |
| ۸۵/۱۰/۱۲ | ۳۵۹                                 | ۲۹۰                                               | ۲۴                       | ۳۹۷                                                  | ۳۶۸                                                                                       | ۳۰                                        |
| ۸۵/۱۰/۱۳ | ۳۵۵                                 | ۲۹۸                                               | ۱۹                       | ۳۹۲                                                  | ۳۷۳                                                                                       | ۲۹                                        |
| ۸۵/۱۰/۱۴ | ۳۵۱                                 | ۲۹۰                                               | ۲۱                       | ۳۸۸                                                  | ۳۶۳                                                                                       | ۲۹                                        |
| ۸۵/۱۰/۱۵ | ۳۳۹                                 | ۲۹۶                                               | ۱۵                       | ۳۷۸                                                  | ۳۶۶                                                                                       | ۲۸                                        |



شکل ۳ توزیع دمای کمینه سطح کشور در روز ۸ دی

بررسی نقشه‌های سینوپتیکی کشور نشان می‌دهد قبل از شروع این موج سرما، سیستم

باران‌زایی اغلب قسمت‌های مختلف کشور را در بر گرفته و بعد از عبور این سیستم موج سرما وارد کشور شده است. در این تحلیل نقشه ترازهای مختلف از سطح دریا تا ۳۰۰ هکتوپاسکال مورد بررسی قرار گرفته است. شکل ۴ نقشه ترازهای فوق را برای روز اول شروع موج سرما نشان می‌دهد. در این روز بر روی نقشه سطح دریا سلول پرفشاری شمال آفریقا و غرب مدیترانه را در بر گرفته است که زبانه‌های آن از سمت غرب و شمال وارد ایران شده و با زبانه پرفشار سیبری بر روی دریاچه خزر ادغام شده است. مرکز پرفشاری نیز با منحنی هم فشار ۱۰۳۲/۵ هکتوپاسکال بر روی شمال غرب ایران بسته شده است. به این ترتیب جریان‌های شمالی بر روی شمال غرب و غرب کشور حاکم شده و هوای سرد عرض‌های بالا وارد کشور شده است.



شکل ۴ شرایط سینوپتیکی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال و تراز سطح متوسط دریا در روز ۸ دی

بر روی نقشه تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال مرکز پراارتفاعی در موقعیت پرفشار سطح زمین بسته شده است. پشته این مرکز در امتداد جنوبی - شمالی اروپای غربی را تا قطب فراگرفته است. هسته سردی با دمای کمتر از ۱۰- درجه سانتیگراد بر روی شمال غرب کشور (بر روی استان آذربایجان غربی) بسته شده است. بر روی نقشه تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در بخش غربی جریان شمالی بوده و باعث فرارفت سرد بر روی این منطقه شده است. هسته سردی با دمای ۳۰- شمالی بوده و باعث فرارفت سرد بر روی این منطقه شده است.

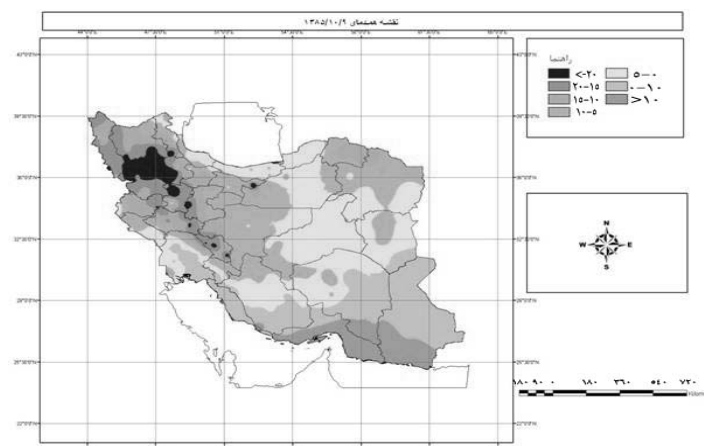
درجه سانتی گراد روی نیمه جنوبی دریای خزر و شمال کشور بسته شده است. این ناوه سرد امتداد ناوه سردی است که بر بخش شمالی سیبری بسته شده است.

## ۵- وضعیت دما در روز ۹ دی ماه ۱۳۸۵

شکل ۵ وضعیت دمای هوا را در روز ۹ دی ماه ۱۳۸۵ نشان می‌دهد. بر اساس جدول ۳ در این روز ۷۳/۸ درصد از مساحت کشور دمای هوا زیر صفر درجه سانتی گراد قرار داشته و ۹۲/۸ درصد، دما زیر ۱۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

جدول ۳ توزیع دمای کمینه سطح کشور در روز ۹ دی ماه

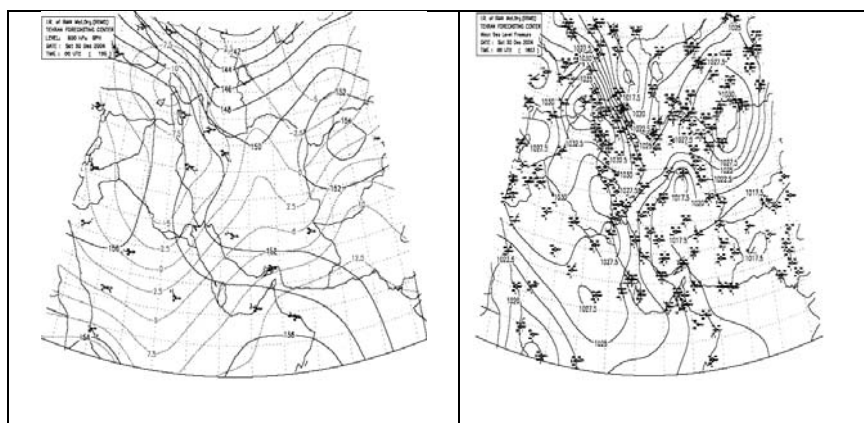
| گروه | طبقه دمای   | درصد پوشش منطقه |
|------|-------------|-----------------|
| ۱    | $< -20$     | ۲/۹             |
| ۲    | $-20 - -15$ | ۷               |
| ۳    | $-15 - -10$ | ۹               |
| ۴    | $-10 - -5$  | ۲۳/۳            |
| ۵    | $-5 - 0$    | ۳۱/۶            |
| ۶    | $0 - 10$    | ۱۹/۱            |
| ۷    | $> 10$      | ۷/۲             |



شکل ۵ توزیع دمای کمینه سطح کشور در روز ۹ دی ماه

در روز دوم موج سرما مرکز پرفشاری که روز قبل روی شمال غرب ایران بسته شده بود، حدود ۵ هکتوپاسکال تقویت شده است. حرکت کند پشته روی اروپا سبب شده است ناوه سرد روی سیبری و اروپای شرقی بدون حرکت قابل ملاحظه روی موقعیت قبلی خود استقرار داشته و به این ترتیب هوای جنب قطبی از طریق جریان‌های شمالی پشت ناوه بر روی ایران منتقل شود. در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال نیز شرایط سینوپتیکی حاکم بر روی نقشه سطح زمین حاکمیت دارد. به دلیل عمیق شدن پشته روی اروپای غربی و ایستایی آن بر روی این منطقه مانع از حرکت ناوه سرد روی سیبری به سمت شرق شده و هوای سرد قطبی به‌وسیله جریان‌های شمالی پشت ناوه تا شمال ایران ریزش کرده و جریان‌های شمالی زبانه‌واچرخندی این سرما را تا جنوب ایران منتقل می‌کند. هسته هوای سرد با دمای ۱۰- درجه سانتی گراد در موقعیت روز قبل در شمال غرب ایران بدون حرکت قابل توجه قرار دارد. در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال نیز پشته روی غرب اروپا عمیق‌تر شده و سبب تشدید جریان‌های شمالی در شرق خود و در نتیجه باعث عمیق شدن ناوه سرد سیبری به سمت عرض‌های پایین و گسترش آن بر روی ایران شده است. منحنی هم‌دمای ۱۰- درجه سانتی گراد از جنوب کشور عبور می‌کند.

شرایط سینوپتیکی حاکم در تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال نیز با ترازهای زیرین منطبق است و بیانگر هماهنگی ترازهای زیرین و میانی جو می‌باشد. هسته سرعت جت همچنان بر روی استان خوزستان قرار دارد و سرعت آن نسبت به روز قبل ۵۰ نات افزایش پیدا کرده و به ۲۰۰ نات رسیده است. ناوه سرد همچنان از روی شمال سیبری تا جنوب کشور عربستان را در بر گرفته است (شکل ۶).

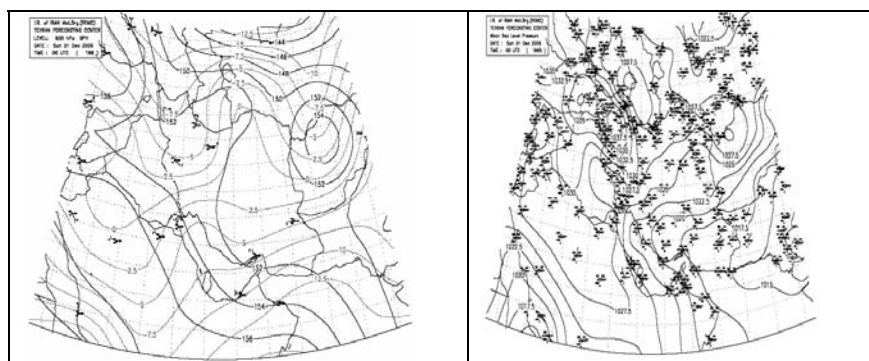


شکل ۶ شرایط سینوپتیکی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال و تراز متوسط دریا در روز ۹ دی ماه

## ۶- وضعیت دما در روز ۱۰ دی ماه ۱۳۸۵

در این روز ۷۷/۸ درصد از مساحت کشور دارای دماهای پایین‌تر از صفر درجه سانتی‌گراد و ۹۳/۵ درصد، دارای دماهای زیر ۱۰ درجه سانتیگراد می‌باشد.

در روز سوم موج سرما، شرایط سینوپتیکی حاکم در ترازهای مختلف با تغییرات بسیار اندکی شباهت زیادی به شرایط سینوپتیکی روزهای قبلی دارد (شکل ۷). در نقشه تراز دریا همچنان پشته عمیق روی اروپا از شمال آفریقا تا نزدیک قطب را فرا گرفته است ولی به دلیل تضعیف مرکز کم فشاری روی سیبری (حدود ۵ هکتوپاسکال) به سمت شرق جابه‌جا شده است، بر روی ایران تغییرات بسیار جزئی است. از سمت شرق زبانه‌های کم فشار پاکستان بخش شرق و جنوب شرق ایران را در بر گرفته و در نتیجه در سراسر کشور ایران جریان‌های شمالی بوده و سبب ریزش‌های سرد سیبری روی ایران می‌باشد.



شکل ۷ شرایط سینوپتیکی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال و تراز متوسط دریا در روز ۱۰ دی ماه

در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال نیز شرایط سینوپتیکی حاکم نسبت به روز قبل تغییرات اندکی را نشان می‌دهد. مرکز کم ارتفاع روی سیبری حدود ۸ ژئو پتانسیل دکامتر نسبت به روز قبل تضعیف شده است. در نتیجه با حرکت رو به شرق این مرکز، پشته روی اروپا نسبت به روز گذشته به سمت شرق جابه جا شده است. مرکز پر ارتفاع آזור نسبت به روز قبل ۴ ژئو پتانسیل دکامتر تقویت شده و به سمت شرق گسترش بیشتری پیدا کرده و سبب شده است جریان‌های شمالی بر روی بخش غربی ایران تشدید شود.

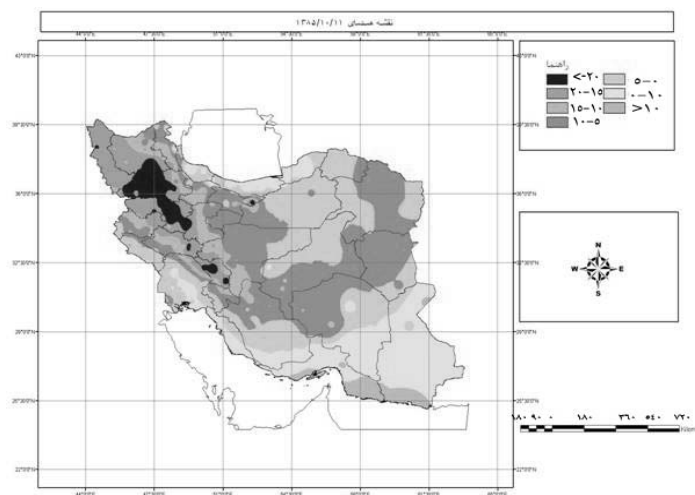
در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال نیز پشته کاملاً امتداد جنوبی- شمالی پیدا کرده و با تشدید جریان‌های شمالی در ضلع شرقی خود باعث عمیق شدن هر چه بیشتر ناوه سرد سیبری شده است. در نتیجه جریان‌های سرد تراز میانی تا جنوب ایران را نیز در بر گرفته است. مرکز کم ارتفاع بسته ناوه سیبری حدود ۷-۸ درجه عرض جغرافیایی به سمت جنوب جابه جا شده است. ناوه کنتوری و ناوه حرارتی کاملاً بر هم منطبق شده‌اند. در تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال پشته حرکت شرق سو پیدا کرده و به همین دلیل ناوه، سرد سیبری نیز جابجایی اندکی به سمت شرق دارد. هسته جت جابجایی سریعی از جنوب غرب ایران به جنوب شرق ایران داشته و بر روی زابل قرار دارد.

## ۷- وضعیت دمایی ۱۱ دی ماه ۱۳۸۵

شکل ۸ وضعیت دمای کمینه را در روز ۱۱ دیماه ۱۳۸۵ نشان می دهد.  
بر اساس جدول ۴ در این روز ۷۷/۳ درصد از مساحت ایران دمای کمتر از صفر درجه سانتی گراد و ۹۷/۳ درصد آن دارای دماهای کمتر از ۱۰ درجه سانتی گراد می باشد.

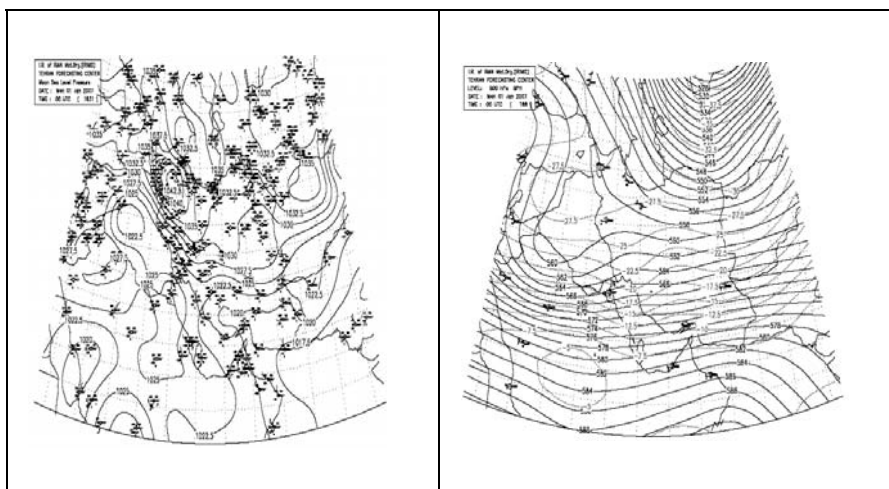
جدول ۴ توزیع دمای کمینه سطح کشور در روز ۱۱ دی ماه

| گروه | طبقه دمای   | درصد پوشش منطقه |
|------|-------------|-----------------|
| ۱    | $< -20$     | ۳/۴             |
| ۲    | $-20 - -15$ | ۸/۵             |
| ۳    | $-15 - -10$ | ۶/۴             |
| ۴    | $-10 - -5$  | ۳۰/۴            |
| ۵    | $-5 - 0$    | ۲۸/۶            |
| ۶    | $0 - 10$    | ۲۰              |
| ۷    | $> 10$      | ۲/۷             |



شکل ۸ توزیع دمای کمینه سطح کشور در روز ۱۱ دی ماه

شکل ۹ شرایط سینوپتیکی حاکم در روز چهارم موج سرما را نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود که مرکز پرفشار جنب حاره نسبت به روز قبل حدود ۵ هکتوپاسکال تقویت شده و زبانه شرقی آن تمام ایران را در بر گرفته است. همین وضعیت برای سلول پرفشار مستقر بر شمال غرب ایران اتفاق افتاده است. این سلول ضمن تقویت ۵ ژئوپتانسیلی با راستای شمال غربی- جنوب شرقی بخش شمال غربی ایران را در بر گرفته است. زبانه‌های این پرفشار با پرفشار سیبری ادغام شده و سراسر ایران را پوشش می‌دهد. در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال مرکز پر ارتفاع آזור روی شمال آفریقا با راستای غربی- شرقی از مجمع‌الجزایر آזור تا غرب ایران را فرا گرفته است. زبانه شرقی این پرفشار از سمت شمال غرب وارد ایران شده و غرب کشور را در بر گرفته و باعث تشدید جریان‌های سرد شمالی در غرب کشور شده است. با حرکت شرق سوی ناوه سیبری ناوه دیگری شرق اروپا را در برگرفته و در حال گسترش به عرض‌های جنوبی می‌باشد. در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال پشته شرق اروپا همچنان با محور جنوبی- شمالی تا عرض‌های جنب قطبی گسترش پیدا کرده و با افزایش تاوایی مثبت در ضلع شرقی خود باعث تقویت مؤلفه نصف النهاری و عمیق شدن ناوه سیبری و گسترش آن به عرض‌های پایین شده است. بلوکه شدن سرد چال بر روی صحرای آفریقا سبب شده است تا انتهای جنوبی ناوه سیبری بر روی شرق مدیترانه و عراق به سمت غرب برگشت پیدا کرده و محور ناوه به سمت غرب کشیدگی پیدا کند.

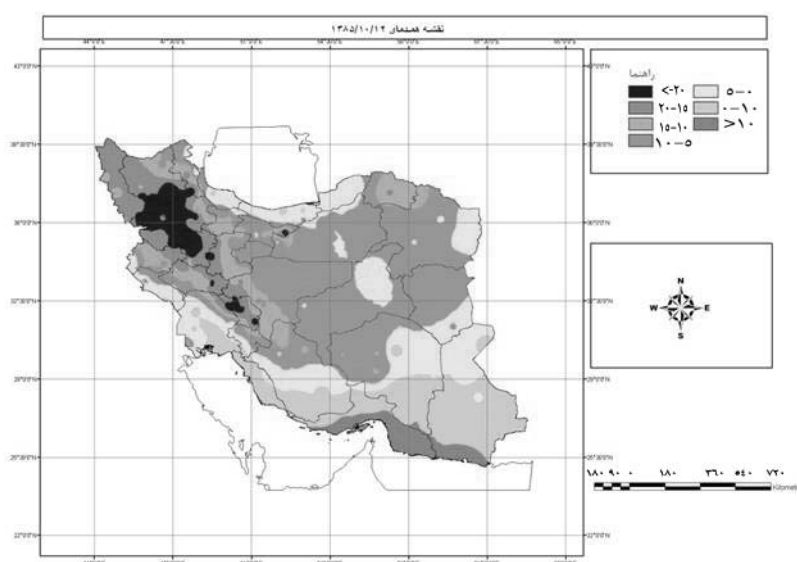


شکل ۹ شرایط سینوپتیکی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و تراز متوسط دریا در روز ۱۱ دی ماه

هسته سرعت جت در تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال به دو هسته فرعی با سرعت ۱۴۵ نات روی کشور کویت و شمال سیستان (ایران) قرار گرفته است و کنتورها روی ایران عموماً حالت مداری پیدا کرده که نشان‌دهنده پایداری جو بر روی ایران می‌باشد.

## ۸- وضعیت دمایی روز ۱۲ دی ماه ۱۳۸۵

شکل ۱۰ وضعیت دمای کمینه را در روز ۱۲ دی ماه ۱۳۸۵ نشان می‌دهد. در این روز ۸۰/۲ درصد از مساحت ایران دارای دمای کمتر از صفر درجه سانتی‌گراد و ۹۶/۴ درصد، دمای کمتر از ۱۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.



شکل ۱۰ توزیع دمای کمینه سطح کشور در روز ۱۲ دی ماه

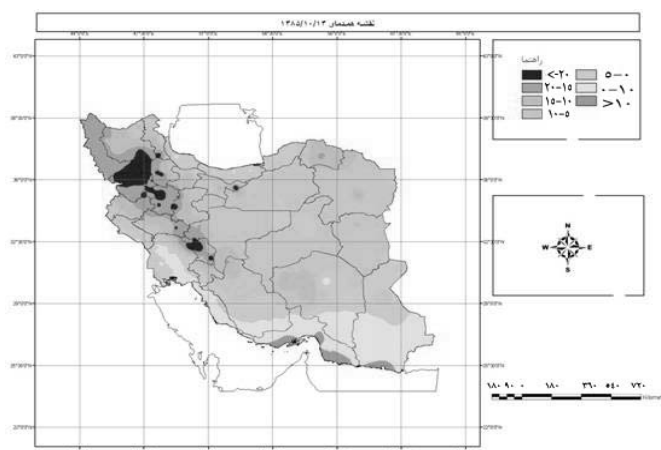
پرفشار سیبری حدود ۵ هکتوپاسکال تقویت شده و زبانه جنوبی آن بخش شمال و شرق ایران را در بر گرفته است. سلول پرفشار فرعی (که روی غرب و شمال غرب ایران قرار داشت) همچنان غرب ایران را در بر گرفته است. به این ترتیب بخش اعظم کشور تحت

زبان‌های پرفشار سیبری قرار دارد. هسته سرد در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال همچنان بر روی شمال غرب ایران قرار داشته و منحنی همدمای صفر درجه سانتی گراد از مرکز کشور عبور می‌کند. در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال پشته‌ای از بخش مرکزی دریای خزر تا عرض‌های جنب قطبی قرار گرفته و ناوه روی سیبری کاملاً به سمت شرق جابه‌جا شده است ولی روی ایران این ناوه به دلیل حرکت کند مرکز کم ارتفاع روی شمال آفریقا به سمت غرب برگشت پیدا کرده و همچنان این ناوه سرد بر روی ایران استقرار دارد و حرکت کندی به سمت شرق پیدا کرده است.

در تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال جت جنب حاره همچنان روی جنوب ایران و شمال شبه جزیره عربستان قرار داشته و هسته سرعت جت با سرعت ۲۰۰ نات بر روی استان بوشهر قرار گرفته است.

## ۹- وضعیت دمایی روز ۱۳ دی ماه ۱۳۸۵

شکل ۱۱ وضعیت دمای کمینه را در روز ۱۳ دی ماه ۱۳۸۵ نشان می‌دهد. در این روز همانند روزهای قبل موج سرما از سمت شمال غربی ایران وارد شده و به تدریج به سمت جنوب شرقی گسترش پیدا کرده است. دماهای پایین در عرض‌های بالا و دماهای بالاتر از صفر درجه سانتی‌گراد در نواحی ساحلی دریای خزر، خلیج فارس و دریای عمان مشاهده می‌شود.

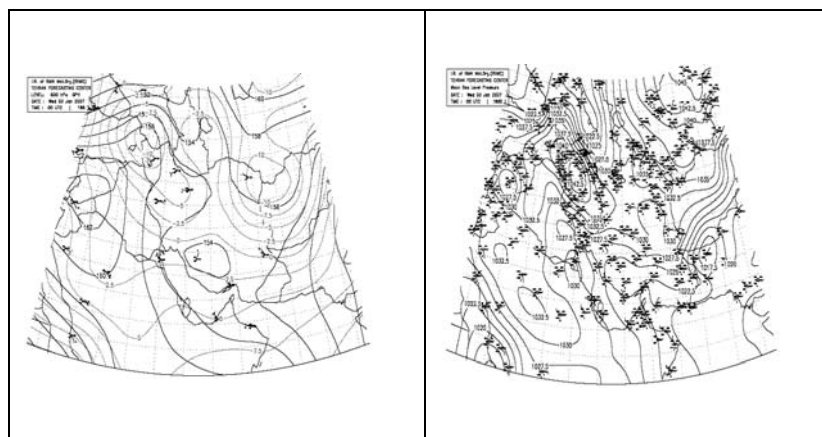


شکل ۱۱ توزیع دمای کمینه سطح کشور در روز ۱۳ دی ماه



در این روز ۸۳/۹ درصد از مساحت کشور دما، زیر صفر درجه سانتیگراد و ۱۶/۱ درصد آن دارای دمای بالاتر از صفر درجه سانتیگراد می‌باشد.

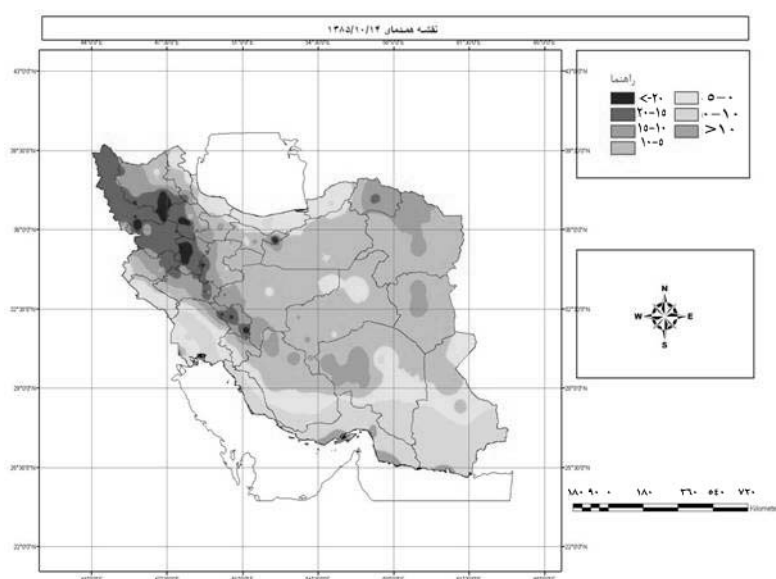
در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال نیز زبانه پر ارتفاع از سمت غرب و زبانه دیگری از سمت شمال شرق با پربند ۱۵۶ ژئوپتانسیل دکامتر تقریباً سراسر کشور را به جزء جنوب شرق آن را در برگرفته است. هسته هوای سردی با منحنی هم دمای ۱۰- درجه سانتیگراد همچنان بر شمال غرب ایران حاکم است و منحنی هم دمای صفر درجه سانتیگراد با امتداد غربی- شرقی از مرکز کشور عبور می‌کند. در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال ایران تحت تأثیر یک ناوه کنتوری (ناوه سرد) با امتداد شمال شرقی- جنوب غربی می‌باشد. هسته هوای سرد با منحنی ۲۰- درجه سانتیگراد همچنان در شمال غرب کشور قرار دارد. جهت جریان‌ها به جزء جنوب شرق و غرب کشور، شمال غربی بوده و سبب فرارفت هوای سرد از عرض‌های بالا بر روی کشور شده و همچنان موج سرما را بر کشور حاکم کرده است. در تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال هسته جت با سرعت مرکزی ۱۶۰ نات بر روی شمال استان سیستان و بلوچستان منتقل شده است (شکل ۱۲).



شکل ۱۲ شرایط سینوپتیکی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال و تراز متوسط دریا در روز ۱۳ دی ماه

## ۱۰- وضعیت دمایی روز ۱۴ دی ماه ۱۳۸۵

شکل ۱۳ وضعیت دمای روز ۱۴ دی ماه ۱۳۸۵ را نشان می دهد. در این روز دماهای کمتر از ۱۰ درجه سانتیگراد تقریباً تمامی مساحت ایران (۹۹/۲ درصد) را در بر گرفته اند. ۴۸/۷ درصد از مساحت کشور در حالت یخبندان می باشد.



شکل ۱۳ توزیع دمای کمینه سطح کشور در روز ۱۴ دی ماه

در این روز زبانه پرفشار سیبری تقریباً تمام کشور را فرا گرفته است. منحنی ۱۰۲۰ هکتوپاسکال با امتداد شمال شرقی - جنوب غربی از مرکز کشور پاکستان عبور کرده و پس از عبور از روی دریای عرب از جنوب شبه جزیره عربستان عبور می کند. در درون این زبانه پرفشار هسته پرفشاری با منحنی ۱۰۴۰ هکتوپاسکال با راستای شمال غربی - جنوب شرقی، غرب و شمال غرب ایران را دربر گرفته است. در نتیجه ملاحظه می شود که هوای کاملاً پایدار و سردی بر تمام کشور حاکم است. در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال مرکز پرارتفاع نسبت به روز قبل به سمت شرق و شمال جابه جا شده و به مرز غربی کشور نزدیک شده است. هسته

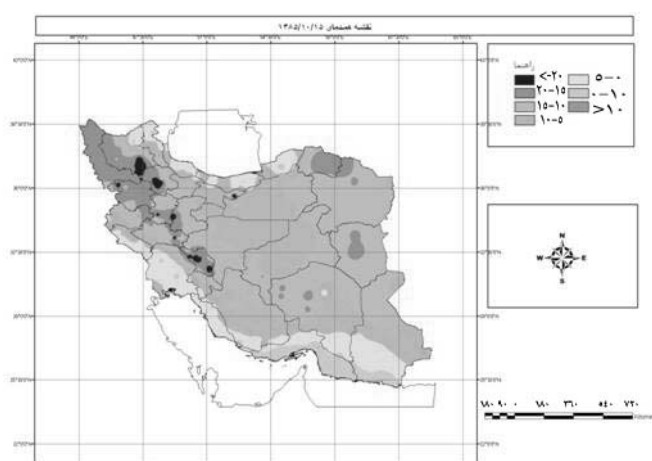
سرد و با منحنی ۵- درجه سانتی‌گراد همچنان بر شمال غرب ایران حاکم است. ولی نسبت به روز قبل ۵ درجه سانتی‌گراد گرمتر شده است. به همین دلیل منحنی هم دمای صفر درجه سانتی‌گراد بخش‌هایی از شرق و شمال شرق و غرب و شمال غرب ایران را در بر می‌گیرد. در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال نیز ناوه کنتوری حرکت قابل ملاحظه‌ای به سمت شرق پیدا کرده به طوری‌که محور ناوه تقریباً از کشور ایران خارج شده است. در تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال نیز هسته جت کاملاً به سمت شرق منتقل شده و روی شمال شرق چین قرار گرفته است. به این ترتیب با جابه جایی سامانه به سمت شرق به تدریج موج سرما نیز در روزهای آینده تضعیف شده و با انتقال موج ناپایداری که هم اکنون روی شرق مدیترانه و اروپای شرقی قرار دارد، هوا رو به بهبودی خواهد رفت.

## ۱۱- وضعیت دمایی در روز ۱۵ دی ماه ۱۳۸۵

شکل ۱۴ وضعیت دمایی را در روز ۱۵ دی ماه ۱۳۸۵ نشان می‌دهد. در این روز به طور کلی از شدت یخبندان کاسته شده و طبقه دمایی کمتر از ۲۰- درجه سانتی‌گراد که ۰/۸۳ درصد منطقه را احاطه کرده است. کمترین مساحت را نسبت به روزهای قبل در بر می‌گیرد و به صورت هسته‌های خیلی کوچکی در نواحی شمال غربی ایران پراکنده شده‌اند. بر اساس جدول ۸۱/۸۲، ۵ درصد از کشور ایران دارای دمای صفر درجه سانتی‌گراد و ۱۸/۱۸ درصد از کشور، دمای بالاتر از صفر درجه سانتی‌گراد می‌باشد. سلول پرفشاری که روز قبل غرب کشور را در بر گرفته بود، بدون تغییر فشار قابل توجه کوچک تر شده است. ولی در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال مرکز پر ارتفاع ۴ ژئوپتانسیل دکامتر تضعیف شده و سلول گسترده‌ای با منحنی ۱۵۶ ژئوپتانسیل دکامتر بخش اعظم کشور ایران را در بر گرفته و ناوه کنتوری در شرق مدیترانه در حال نزدیک شدن به ایران می‌باشد.

جدول ۵ توزیع دمای کمینه سطح کشور در روز ۱۵ دی ماه

| گروه | طبقه دمایی  | درصد پوشش منطقه |
|------|-------------|-----------------|
| ۱    | $< -20$     | ۰/۸۳            |
| ۲    | $-20 - -15$ | ۱۱/۲۱           |
| ۳    | $-15 - -10$ | ۳۷/۹۸           |
| ۴    | $-10 - -5$  | ۳۱/۸۰           |
| ۵    | $-5 - 0$    | ۱۴/۱۶           |
| ۶    | $0 - 10$    | ۳/۹۹            |
| ۷    | $> 10$      | ۰/۰۳            |



شکل ۱۴ توزیع دمای کمینه سطح کشور روزه ۱۵ دی ماه

در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال پشته‌ای که روز قبل تمام ایران را در بر گرفته بود به مرکز و شرق ایران جابه‌جا شده و ناوه عمیقی که بر روی شرق مدیترانه شکل گرفته و تا جنوب سودان گسترش یافته‌است، در سمت غرب وارد ایران شده است. چنین شرایطی نیز در تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال حاکم

است. در نتیجه موج سرما از مرزهای شرقی ایران در حال خارج شدن می‌باشد.

## ۱۲- نتیجه‌گیری

تنوع اقلیمی در ایران سبب شده است تا شکل‌های مختلفی از الگوهای معماری در نقاط مختلف کشور به وجود آید، که گاهی اوقات این الگوها متناسب با یک اقلیم سرد نیست. از طرفی به دلیل برخورداری از سوخت فسیلی فراوان و ارزان قیمت، در طراحی مسکن توجه بسیار کمی به شرایط محیطی شده است. به همین دلیل برای گرم و سرد کردن مسکن باید مقدار قابل توجهی انرژی مصرف کرد که این مقدار ممکن است چندین برابر استاندارد دنیا باشد. به همین دلیل هجوم یک موج سرما به کشور اختلال عجیبی در سیستم توزیع انرژی ایجاد می‌کند و مشکلات فراوانی را در زندگی روزمره مردم، حمل و نقل و غیره به وجود خواهد آورد.

ملاحظه شد که بعد از عبور یک سیستم باران‌زا از کشور، زبانه پرفشار بر کشور گسترش پیدا کرد و با توجه به شرایط سینوپتیکی حاکم باعث تداوم ریزش هوای سرد بر روی کشور گردید که با حرکت کند سیستم بیش از یک هفته بر بخش اعظم کشور حاکم شد. شرایط جوی حاکم در هر یک از ترازهای جوی در طی دوره حاکم شدن موج سرما به شرح زیر بوده است:

در لایه زیرین جو، ابتدا زبانه‌ای از پرفشار جنب حاره در امتداد غربی- شرقی از سمت غرب روی ایران گسترش پیدا کرد و هسته پرفشاری روی شمال غرب کشور ایجاد کرد. این شرایط تا روز سوم (۳۱ دسامبر) ادامه داشت. در طی این مدت زبانه سردی با امتداد شمال- جنوب از نزدیک قطب تا ساحل جنوبی دریای خزر امتداد داشت و سبب ریزش هوای آرکتیکی به درون زبانه پرفشار حاکم بر ایران شد. از روز چهارم موج سرما در اثر تداوم ریزش هوای آرکتیکی روی منطقه پرفشار سیبری شکل‌گرفت و در روز ششم موج سرما (سوم ژانویه) کاملاً تقویت شد که زبانه این پرفشار بخش اعظم کشور را فرا گرفت. این شرایط با شدت و ضعف تا پایان روز پنجم ژانویه ادامه داشت.

در تمام مدت فعالیت موج سرما، مرکز پرفشار شمال غرب ایران بدون تغییر مکان قابل ملاحظه ای روی شمال غرب (استان‌های آذربایجان) حاکمیت داشته است.

در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال در شرایط سینوپتیکی شبیه به تراز دریا از روز اول شروع موج سرما تا پایان روز سوم موج سرما زبانه سردی از نزدیک قطب و با امتداد شمال-

جنوب تا نیمه جنوبی ایران امتداد دارد و سبب انتقال هوای قطبی و جنب قطبی تا جنوب کشور شده است.

در این مدت مرکز پرفشاری روی شمال صحرا و مدیترانه غربی با منحنی هم ارتفاع ۱۶۰ - ۱۶۴ ژئوپتانسیل دکامتر بسته شده است که زبانه شرقی آن با راستای غربی- شرقی در حال گسترش به سمت شرق می‌باشد. از روز چهارم موج سرما ناوه سرد روی سیبری به سمت شرق جابه جا شده و مثل گسترش زبانه شرقی پرفشار شمال صحرا روی ایران، موج عمیق و سردی بر اروپای شرقی در حال شکل گیری بوده است که سبب ریزش هوای سرد قطبی به درون زبانه پرفشار صحرا می‌شود و در روزهای سوم تا پنجم ژانویه با بسته شدن یک مرکز پراارتفاع این وضعیت همچنان ادامه دارد.

در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال (تروپوسفر میانی) در روز شروع موج مرکز کم ارتفاعی با منحنی ۴۹۲ ژئوپتانسیل دکامتر روی شمال سیبری بسته شده است که زبانه نسبتاً عمیقی را با راستای شمالی- جنوبی تا جنوب ایران ایجاد کرده است، به طوری که منحنی هم ارتفاع ۵۸۰ ژئوپتانسیل دکامتر از جنوب ایران عبور می‌کند. در ادامه این مرکز کم ارتفاع به تدریج به عرض‌های پایین تر جابه جا شده و زبانه نیز به عرض‌های پایین‌تر گسترش پیدا کرده و تقریباً تا پایان روز چهارم موج سرما (یکم ژانویه) این روند ادامه داشته است. و زبانه سرد قطبی بدون حرکت قابل ملاحظه به سمت شرق یا غرب باعث تداوم ریزش هوای سرد قطبی در لایه های میانی جو بر روی ایران شده است.

از روز اول موج سرما تا روز سوم موج سرما پشته نامتقارنی از مدیترانه غربی تا اروپای شرقی را در بر گرفته است که مانع از حرکت ناوه سرد سیبری به سمت شرق شده است. ولی در روز چهارم پشته شرق اروپایی حالت نصف‌النهاری پیدا کرده و از پشته جنوبی (روی مدیترانه) بریده شده و به همین دلیل ناوه سیبری شروع به حرکت به سمت شرق کرده و از روز چهارم تا پایان موج، ایران تحت تأثیر یک پشته نسبتاً عمیق قرار دارد که تا نزدیکی قطب شمال امتداد دارد و هوای پایداری را بر منطقه حاکم کرده است.

شرایط سینوپتیکی حاکم در تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال شباهت بسیار زیادی با شرایط سینوپتیکی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال دارد. محور جت حاره از روز اول موج سرما تا روز ششم موج سرما روی بخش غربی خلیج فارس تا کویت قرار داشته و فقط در دو روز پایانی موج سرما به شرق ایران منتقل شده است. به این ترتیب با نفوذ یک موج سرما از سمت شمال و

با امتداد شمالی- جنوبی و بلوکه شدن سیستم روی منطقه به مدت ۸ روز تداوم داشته و با انتقال هوای سرد آرکتیکی روی ایران سرمای شدید را روی ایران حاکم کرده است.

### ۱۳- منابع

- [۱] کمالی، غ: «سرمایهای زیان بخش به کشاورزی ایران در قالب معیارهای احتمالاتی»: فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ش ۶۳-۶۴، ۱۳۸۱.
- [۲] جوادی، ش: «اگرومتئورولوژی (اثرگرما و سرما روی روئیدنیها)»: انتشارات دانشگاه تبریز، ۱۳۵۰.
- [۳] ذوالفقاری، ح: «فرهنگ آب و هواشناسی»: انتشارات یادواره کتاب، چ. ۱، ۱۳۸۳.
- [4] Rosenberg N.J., Blad B. , Verma S. Microclimate the Biological Environment; 2nd edn., New York: wily, 1983.
- [۵] سایت خبرگزاری جمهوری اسلامی ([www.irna.ir](http://www.irna.ir)).
- [۶] شرکت ملی گاز ایران ([www.nigc.ir](http://www.nigc.ir)).
- [7] Rozanberg.N.J., R.E.Myers., The nature of growing seeson frost in and along the platte valley of Nebraska, Monthly weather review. November, 1962.
- [8] Vestal C.K; First and last occurrences of low temperatures during the cold season, Monthly weather review, Vol.99, 8, 1971.
- [9] Boostsma A., Estimating minimum temperature and climatological freeze risk in hilly terrain, Agricul, Meteorol, Vol.16, 1976.
- [10] Avisar R., Mahrer. Y., Mapping frost-sensitive areas with a three - dimemsional local - scal numerical model. partI: Phisicaland letcher .J. Applied Meteorol, Vol.27, 1978.
- [11] Michalska B.; Suggested terms of corn sowing in the main yield in Poland dependent on soil temperature and frosts .Agrotechniczna (Poland), Vol.106, 1986.
- [12] Kajfez B.I., Earlyoutamn frost in upper Caroniola Slovenia. Zbornik

Biotenhniske Univerze 9yOGOLAVIA, Vol.53, 1989.

- [13] Boor R, mpebell, I.C,letcher, D.J., Characteristics of frost in a major wheat –growing reajon of Australia. Aust.J.Agric.Res, Vol.44, No.8, 1989.
- [14] Frich P.L.V.Aiexander, DellaMarta P, Gleason B, Haylock M, Klin Tank A, Peterson T, Global changes in climatic extremes during the 2th half of the 20<sup>th</sup> century; Climate, Res, 2002.
- [15] Dube R.K. Prakasa Rao G S., Extreme Weather Events Over India in the Last 100 years, J.Ind.Geophys, Union Vol.9, No.3, (July 2005).
- [16] Vithkevich V.I. ;Agricultural Meteorology; Jerualem (Mpnson); 1963.
- [17] Ding Y, krishnamurti T.N; Heat budget of the Siberian High and winter Monsoon, Monthly weather Review, Vol.115, 1987.
- [18] Laughlin J.P., Kalma J.D, frost hazard assessment from local weather and terraindata, agricultural and frost meteorol, Vol.40, 1987.
- [۱۹] براتی، غ.ر.؛ «روابط سیستمی پرفشارهای مهاجر و یخبندان‌های بهاره ایران» فصلنامه تحقیقات جغرافیایی (۱۴)، پیاپی ۵۲-۵۳، ۱۳۷۸.
- [۲۰] عزیزی، ق.؛ «ارزیابی سینوپتیکی یخبندان‌های فراگیر بهاری در نیمه غرب ایران»؛ مجله مدرّس، تهران، دوره ۸ ش ۴، پیاپی ۳۲، بهار ۱۳۸۳.
- [۲۱] هژبرپور، ق.، علیجانی، ب؛ «تحلیل همدید یخبندان‌های استان اردبیل»؛ فصلنامه جغرافیا و توسعه، ش ۱۰، ۱۳۸۶.
- [۲۲] یوسفی، ح، عزیزی، ق.؛ «زمانیابی ورود پرفشار سیبری به سواحل جنوبی دریای خزر»؛ مجله مدرّس دوره ۹ ش ۴، پیاپی ۴۲، زمستان ۱۳۸۴.
- [۲۳] چوخانی‌زاده مقدم، م.؛ « تحلیل سینوپتیکی اثر پرفشار سیبری بر دمای شمال شرق ایران»؛ رساله دکتری دانشگاه تهران، ۱۳۷۶.
- [۲۴] پنجعلی‌زاده، م.؛ « تحلیل آماری و سینوپتیکی یخبندان‌های فراگیر شهر اردبیل»؛ رساله کارشناسی/ارشد، دانشگاه آزاد واحد اردبیل، ۱۳۸۴.
- [۲۵] سازمان هواشناسی کشور (www.irimo.ir).