بررسی و تحلیل همدید– دینامیک ریزش برف در استان یزد

کمال امیدوار[1]

تاریخ دریافت مقاله: ۹٤/۰٦/۳۱ تاریخ پذیرش مقاله: ۹٤/۰۹/۲٤

****

چکیده

در بیشتر مناطق کشور به ویژه در ارتفاعات بلند، نوع غالب بارش به صورت برف است که می‌تواند منبع اصلی تأمین کننده آب رودها، چشمه‌ها، سفره‌های آبی زیر زمینی و قنات‌ها محسوب شود. به سبب موقعیت جغرافیایی و شرایط توپوگرافی، ارتفاعات بلند استان یزد نیز یکی از مناطق برف‌خیز کشور است. هدف این تحقیق شناخت، بررسی و تحلیل همدید- دینامیک ریزش برف در استان یزد است. بدین منظور پس از شناسایی موقعیت جغرافیایی منطقه و با توجه داده‌های مورد نیاز، ۱۲دوره بارشی برف در طول دوره آماری ۱۹۹۹تا ۲۰۱۱ شناسایی شدند. برای شناسایی حرکت توده هوا و بررسی سامانه‌های همدید به استان، از داده‌های برف و بارش روزانه و نقشه‌های همدید سطح زمین و ترازهای فوقانی جو، رودباد، امگا، چرخندگی و وزش رطوبتی، از پایگاه NCEP/NCAR استخراج و نقشه‌های مربوطه در محیط GrADS ترسیم شده است: پس از بررسی‌های ترمودینامیکی هوایی که استان یزد را تحت تأثیر خود قرار می‌دهد و مطالعه ویژگی‌های دینامیکی از نظر تقویت و تضعیف سامانه‌های فشاری و تحلیل همدید آن‌ها، سه الگوی همدیدی و فشاری استخراج شده است. در الگوی اول سامانه‌های ترکیبی شرق مدیترانه و سودانی به همراه عمیق‌تر شدن ناوه شرق مدیترانه و نفوذ هوای سرد از زبانه‌های پرفشار عرض‌های بالا و شمال کشور، سبب ریزش برف به ویژه در ارتفاعات استان یزد می‌شود. در الگوی دوم با ایجاد پدیده بلوکینگ سبب ماندگاری هوای سرد به مدت چند روز در استان به همراه ناوۀ عمیق شرق مدیترانه و دریای سرخ و فعالیت همزمان این دو توده هوای جبهه‌ای سبب ریزش برف و سرمای شدید در استان یزد می‌شود. در الگوی سوم با استقرار و نفوذ پرفشار دریای خزر و سیبری و ایجاد پدیده کم فشار بریده (سردچال) در نواحی شمالی و مرکزی ایران باعث ریزش برف در نواحی مرکزی و استان یزد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: برف، نقشه همدید، الگوی همدید،بلوکینگ، کم فشار بریده، استان یزد.

****

۱- استاد اقلیم شناسی، دانشگاه یزد Komidvar@yazd.ac.ir

مقدمه

یکی از اشکال مختلف بارش، برف است که از چگالش توده‌های هوای مرطوب در طی صعود و در شرایطی که دمای هوا کمتر از نقطه انجماد باشد صورت می‌گیرد.در این شرایط به جای قطره‌های آب ، بلورهای شش وجهی برف ایجاد می‌شود که به تدریج در اثر برخورد و پیوستن به یکدیگر دانه‌های برف با اندازه‌ها و شکل‌های مختلف به وجود می‌آید *(غیور و همکاران،۱۳۸۳: ۳۳-۱۵)*. بخش زیادی از بارش در سطح کره زمین به صورت برف ریزش می‌کند که برای مدتی کم یا زیاد در سطح زمین باقی می‌ماند و در نهایت در چرخه هیدرولوژی وارد می‌شود. در بسیاری از مناطق سطح زمین، آب حاصل از ذوب برف منبع اصلی ذخیره آب‌های سطحی و زیر زمینی و حتی عامل اصلی سیلاب به شمار می‌رود. از لحاظ ریز اقلیم، پوشش برف به دلیل رسانش گرمایی ضعیف، پوشش خوبی برای زمین زیر خود در مقابل سرما به شمار می‌آید *(کاویانی،۱۳۸٦: ۱۲۱)*.

با وجود این که گردش عمومی هوا به لحاظ زمانی و مکانی دارای الگوهای متنوعی است ولی تغییرات شدید عوامل و عناصر جوّی سبب ناهنجاری‌هایی در این الگو شده و نتیجه آن تغییر در رژیم دما، رطوبت و فشار مناطق مختلف کره زمین می‌باشد. یکی از این تغییرات مهم جوی ریزش برف است. به طور کلی ریزش برف به دمای محیط بستگی دارد. در نواحی پست واقع در عرض‌های پایین برف به ندرت ریزش می‌کند، در حالی که در عرض‌های قطبی، میانی و ارتفاعات بلند بخش زیادی از بارش سالانه به صورت برف است. در نتیجه در یک مکان معین، سهم برف نسبت به کل بارش، با کاهش دما یا افزایش ارتفاع بیشتر می‌شود *(علیجانی و کاویانی،۱۳۸۲: ۲٦۲-۲٦۱)*.

در برخی مناطق ایران به ویژه در ارتفاعات، نوع بارش غالب به صورت برف است که منبع مهم جریان رودخانه‌ها و چشمه‌ها نیز محسوب می‌شود *(غیور و همکاران،۱۳۸۳:۱٦)*. در شرایط ایران که آب ناشی از ذوب برف بخش زیادی از منابع تغذیه کننده جریان‌های سطحی و زیرزمینی را تشکیل می‌دهد، شناسایی الگوهای همدید ریزش برف ضمن کمک به پیش‌بینی بارش برف، در بخش هیدرولوژی نیز می‌تواند مفید واقع شود *(سازمان هواشناسی کشور،۱۳۸۷: ۲۱٦-۲۱۳)*.

به سبب شرایط توپوگرافی و موقعیت جغرافیایی، ارتفاعات بلند استان یزد از جمله ارتفاعات شیر کوه، عقدا و خرانق در استان یزد، یکی از مناطق نسبتاً برف خیز کشور است و برف‌های ثبت شده در این منطقه نیز قابل بررسی است.

هدف این تحقیق شناخت الگوهای همدید و فشاری سامانه‌هایی است که منجر به ریزش برف در ارتفاعات استان یزد شده و زمینه لازم برای شناخت بیشتر و پیش بینی رخداد چنین برف هایی در این منطقه را ایجاد نموده و می‌تواند ذخیره بسیار مناسبی جهت تغذیه چشمه‌ها و تقویت و تغذیه سفره‌های آب زیر زمینی و قنات‌ها در این منطقه از کشور باشد.

پیشینه تحقیق

بویدن[1] *(۱۹٦٤: ۳٦۵-۳۵۳)* با مقایسه شش عامل پیش‌بینی کننده برای تعیین نوع بارش (برف یا باران) نتیجه گرفت که بهترین عامل ارتفاع تراز یخبندان و پس از آن، ترکیبی از فشار ضخامت لایه ۱۰۰۰-۸۵۰ هکتوپاسکال است. یانکین[2] *(۱۹٦۸: ۸۵۳-۸۵۱)* که با در نظر گرفتن آستانه بارش برف ۱۰ سانتی‌متری در مدت ۱۲ ساعت، الگوهای همدید آن را با استفاده از نقشه‌های ضخامت برای دوره زمانی ۱۹٦۳ تا ۱۹٦۷ در غرب آمریکا شناسایی کرد. بیرکلند و ماک[3] *(۱۹۹٦: ۲۸٦-۲۸۱)* ضمن توصیف الگوهای چرخشی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال برای روزهای همراه با حداقل ۳۲ سانتیمتری بارش برف در ایالت مونتانای آمریکا، ارتباط بسیار نزدیک چنین بارش‌هایی را که منجر به وقوع بهمن می‌شوند با ارتفاع غیر متعارف تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال را اثبات نمودند.

1- Boyden
2- Younkin
3- Birkeland & Mock

پل و راسل[1] *(۱۹۶۶: ۶۶۷-۶۶۳)* در تحلیل بارش برف سنگین در مرکز و شرق آمریکا بیان می‌کند که پیش بینی‌های اخیر برای راهنمایی و مدیریت بارش برف سنگین تنها به یک درجه موفقیت رسیده است. دانیال و جیم[2] *(۲۰۰۱: ۹-۱)* در مطالعه ای به این نتیجه می‌رسند که در پاییز ۱۹۹۹ رویداد سیکلون بریده شده تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال موجب بارش برف در سطح کوه‌های شمال نیویورک و شمال ورمونت می‌شود. کونراد و کنت[3] *(۲۰۰٤: ۱۲۵-۱۱٦)* پس از مطالعه‌ی بارش برف سنگین ۱۸ و ۱۹ مارس ۱۹۵٦ در شمال شرقی ساحل اطلس ایالات متحده به این نتیجه می‌رسند که ماه مارس ۱۹۵٦ در این منطقه با فصل تأخیر توفان‌های برفی مشخص می‌شود و این توفان به طور نامتعارفی به وجود می‌آید و پیش بینی را دچار مشکل می‌کند. برین[4] و همکاران *(۲۰۰٤: ۵-۱)* در مطالعه موردی توفان بسیار کمیاب تندری همراه با بارش برف بیان می‌کنند در بعد از ظهر ۱۱ فوریه ۲۰۰۳، توفان تندری با عبور از مرکز و شمال غرب لینوس با بادهای بیشتر از ۵۰ نات با ریزش برف سنگین همراه بود. بیکر[5] و همکاران *(۲۰۰٤: ۱۸۹-۱۷۹)* در بررسی جریان شمال غربی بارش برف جنوب ارتفاعات آپالاش با استفاده از نقشه‌های هوای روزانه نوا، الگوهای همدید و فضایی بارش برف را برای دوره اکتبر ۱۹۸۰ تا می ۱۹۹۰ این منطقه مشخص کردند. استبان[6] و همکاران *(۲۰۰۵: ۳۲۹-۳۱۹)* در تحقیقی با استفاده از نقشه‌های ترکیبی فشار سطح دریا، تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و نقشه ضخامت الگوهای گردش جوی مربوط به روزهای بارش برف سنگین در ناحیه آندورا از کوه‌های پیرنه را بررسی کردند. نتایج تحقیق هفت الگوی گردشی را نشان داد که بیشتر آنها جزء جریان‌های اطلس و بقیه با فرارفت مدیترانه که می‌تواند با هوای سرد قاره ای ترکیب شود را نشان می‌دهد. امینی نیا و همکاران *(۲۰۱۰: -۱۷* *۲٤)* الگوهای جوّی مربوط به روزهای بارش برف سنگین در منطقه شمال غرب ایران را بر اساس تحلیل مؤلفه‌های اصلی روزهایی که حداقل شدت برف ۱۵ سانتیمتر در مدت ۲٤ ساعت بود را با استفاده از نقشه‌های ترکیبی فشار سطح دریا، تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و ضخامت ۱۰۰۰ تا ۵۰۰ هکتوپاسکال بررسی کردند. نتایج شش الگوی مشخص شده نشان از نفوذ رطوبت جریان جنوب غربی به دلیل فعالیت سیستم کم فشار بر عراق است که بسیاری از این گروه‌ها با جریان شرقی یا شمال شرقی سرد، مخلوط و عامل اصلی محسوب می‌شود.

در ایران مطالعات چندی در رابطه با پدیده برف از اوایل دهه ۱۳٦۰ به بعد صورت گرفته است که بیشتر در زمینه هیدرولوژی برف وکمتر درباره الگوهای همدیدی آن بوده است. پدرام (۱۳۷۵) در تحلیل همدید ریزش برف در ایران، نتایج حاصل برای یک روز برفی در ۲۳ بهمن ۱۳۷۲ در تهران را نشان داد که استقرار کم فشار مدیترانه ای در غرب به همراه گسترش یک جبهه سرد به سمت کشور و همراهی با مرکز کم ارتفاع در ترازهای بالایی جو، باعث ریزش برف در استان‌های غرب کشور و تهران می‌شود. غیور و همکاران(۱۳۸۳) با استفاده از داده‌های مربوط به درجه حرارت و نیز آمار میانگین بارش ماهانه و سالانه ایستگاه‌های شمال تهران به برآورد سطح پوشش و مقدار برف در ماه‌های مختلف سال پرداخته اند. نتایج محاسبات آن‌ها نشان می‌دهدکه برف گیری در این حوضه از اکتبر شروع شده و در ماه‌های دسامبر و ژانویه به حداکثر خود می‌رسد. فرید مجتهدی و همکاران *(۱۳۸۵ :۱۵٦-۱۳۳)* در واکاوی همدید رخداد بارش برف سنگین فوریه سال ۲۰۰۵ گیلان به این نتیجه رسیدند که استقرار سامانه پرفشار شبه بندالی در شمال شرق دریای خزر و حرکت غرب سوی آن به اروپای شرقی و همزمان با حرکت شرق سوی انتهای ناوه اسکاندیناوی- شرق مدیترانه و قرارگیری آن به صورت ناوه مورب در شمال شرق ایران باعث ریزش سنگین برف در این استان شده است. سازمان هواشناسی کشور(۱۳۸۷) با

1- Paul & Russel
2- Denial & Jeam
3- Conrad& Kenneth
4- Brain
5- Baker
6- Eesteban

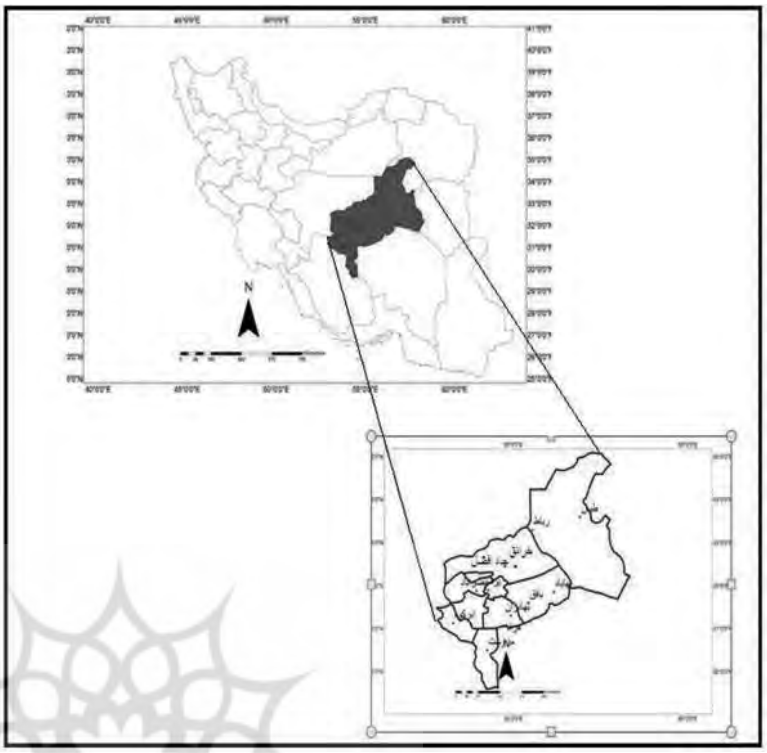
استفاده از داده‌های روزانه مربوط به تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و تراز دریا چهار الگوی همدید بارش‌های برف سنگین را برای غرب و جنوب غرب ایران استخراج کردند. صفری و صلاحی *(۱۳۸۹: ۱۵-۱)* با استفاده از نقشه‌های همدید به صورت روزانه تراز سطح دریا و تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال الگوی دینامیکی جو در دوره ریزش برف در کرمانشاه را بررسی کردند. نتایج نشان داد که بسیاری از ریزش‌های برف سنگین در این شهر، با زبانه‌های پرفشاری و قرار گیری این شهرستان در زیر جلو فراز موج بادهای غربی در ارتباط است. شکل گیری پرفشار در شمال دریای خزر و گسترش ناوه ای از اسکاندیناوی تا شرق مدیترانه و به صورت مورب و شرق سو تا غرب و شمال غربی ایران، سبب ریزش برف در منطقه مورد مطالعه شده است. پروانه و همکاران *(۱۳۸۹: ۴۰-۱)* در شناسایی علل همدید روزانه بارش برف سنگین در غرب ایران نتیجه گرفتند که در روزهای همراه با بارش برف سنگین در منطقه در بیشتر موارد پرفشار سیبری گسترش وسیعی داشته است و زبانه‌ای از آن به شرق ارال و زبانه دیگری به سمت جنوب تا تبت گسترش و در مواردی نیز زبانه آن از طریق دریای خزر و نیمه شمالی ایران به سمت اروپا امتداد یافته است.

فهیمی نژاد و همکاران *(۱۳۹۱:۳۰۲-۲۸۱)* توفان برف ۲۰۰۵ استان گیلان را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که سه الگوی پرفشار ترکیبی زبانه پرفشار بالکان و سیبری در دریای خزر، الگوی پرفشار بالکان و پرفشار سیبری باعث ریزش برف سنگین در این استان شده است. درگاهیان و علیجانی *(۱۳۹۲: ۱۴-۱)* به منظور شناخت و بررسی الگوهای بلوکینگ مؤثر بر بارش برف سنگین و مداوم ایران از داده‌های روزانه ارتفاع ژئوپتانسیلی سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال در فصل سرد در یک دوره ۶۰ ساله، چهار الگوی غالب بلوکینگ بر بارش را استخراج کردند که از این چهار الگو تنها یک الگو بر بارش برف مداوم و شدید مؤثر بود. الگوی بلوکینگ امگا منجر به بارش برف مداوم و سنگین می‌شود و ریزش هوای سرد از عرض‌های بالا سبب تقویت سامانه بارشی شده و فراهم بودن سایر شرایط همدید لازم، مانند وجود پرفشار قوی در سطح زمین، منجر به ریزش برف مداوم و سنگین می‌شود. شکیبا (۱۳۹۲) با تحلیل همدید برف سنگین در شمال غرب ایران به نتیجه رسید که در تمام الگوهای جوّی در تراز میانی ناوه‌ای در شرق دریای مدیترانه و در غرب منطقه مورد مطالعه عمیق شده که در تراز زیرین سبب ایجاد همگرایی و مقادیر منفی امگا و در نتیجه جریان‌های صعودی به ویژه در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال موجب بارش برف سنگین در این منطقه از کشور می‌شود.

ریزش برف در استان یزد نسبتاً کم اتفاق می‌افتد، با این حال تحقیقی در زمینه شناسایی و تحلیل همدید- دینامیک ریزش برف دراین استان انجام نشده است که هدف این پژوهش می‌باشد.

داده‌ها و روش‌ها

جهت شناسایی و تحلیل همدید- دینامیک غالب ریزش برف در استان یزد، پس از بررسی موقعیت جغرافیایی منطقه (نگاره ۱)، دوره‌های ریزش برف شناسایی شدند. بدین منظور، با توجه به آمار و اطلاعات بارش روزانه برف، ۱۲ دوره برف ریزش کرده در استان یزد در طول دوره آماری ۱۹۹۹ تا ۲۰۱۱شناسایی گردیدند (جدول ۱) .برای شناسایی حرکت توده هوا،ناپایداری‌ها و بررسی همه سامانه‌های همدید در طول دوره آماری مورد نظربه سمت استان و تهیه و تحلیل نقشه‌های همدید سطح زمین، ترازهای فوقانی جو (ترازهای ۸۵۰،۵۰۰ و ۳۰۰هکتوپاسکال)، رودباد، امگا، چرخندگی، و وزش رطوبتی در ساعت‌های صفر و ۱۲ گرینویچ از دو روز قبل از ریزش برف تا پایان آن از پایگاه داده‌های مرکز ملی پیش بینی محیطی NCFP/NCAR استخراج و با استفاده از نرم افزار GrADS نقشه‌های مربوط به این دوره‌های برفی ترسیم گردیدند. داده‌های روزانه برف و بارش و دمای حداقل نیز از سازمان هواشناسی کشور و اداره کل هواشناسی استان یزد تهیه شده است. برای بررسی ویژگی‌های ترمودینامیک هوایی که استان را



نگاره۱- موقعیت جغرافیایی و ایستگاه‌های منطقه مورد مطالعه

تحت تأثیر خود قرار می‌دهد (از نظر پایداری و ناپایداری) و مطالعه خصوصیات دینامیکی از نظر امکان تقویت و تضعیف سامانه‌های فشاری ، از داده‌های ایستگاه جوّ بالای منطقه نیزاستفاده شده است. پس از بررسی ریزش برف ایستگاه ها، ناپایداری‌های جوی در منطقه به کمک مهمترین شاخص‌های ناپایداری Ki و Si محاسبه شده است.

سپس با مطالعه و تحلیل همدیدی-دینامیکی تمام ۱۲ دوره ریزش برف، سه الگوی همدید و فشاری که باعث ریزش برف با شرایط مختلف در استان یزد شده‌اند و در برگیرنده تمام این دوره‌های برفی است، شناسایی شده و سپس این سامانه‌ها تحلیل گردیدند. جهت کم شدن حجم مقاله از هر الگو یک دوره بارش برف تحلیل و از برخی نقشه‌های مربوطه در ساعت صفر گرینویچ استفاده شده است.

نتایج و بحث

با مطالعه و تحلیل همدید- دینامیک ۱۲ دوره بارش برف در طول دوره آماری مورد نظر در استان یزد، سه الگو که بیشترین تأثیر را بر بارش‌های برف در استان داشتند استخراج گردید:

الگوی اول

در این الگو ضمن نفوذ هوای سرد از عرض‌های بالا، کم فشارهای واقع در شرق مدیترانه و عربستان با هم ترکیب شده و ضمن عمیق تر شدن ناوه شرق مدیترانه و حرکت شرق سوی آن، ایران و استان را تحت تأثیر خود قرار داده است. در روزهای بعد نیز نفوذ هوای سرد به همراه زبانه‌های پرفشار در نیمه شمالی ایران و تشکیل مراکز کم فشار مناسب شرق مدیترانه و سودانی و ترکیب آن‌ها سبب استقرار چند روزه این سامانه‌ها بر روی ایران و استان یزد و ریزش برف به ویژه در ارتفاعات استان یزد شده است. نمونه این الگو در دوره برفی روزهای ۷تا ۱۵ژانویه۲۰۰٤ تحلیل می‌شود.

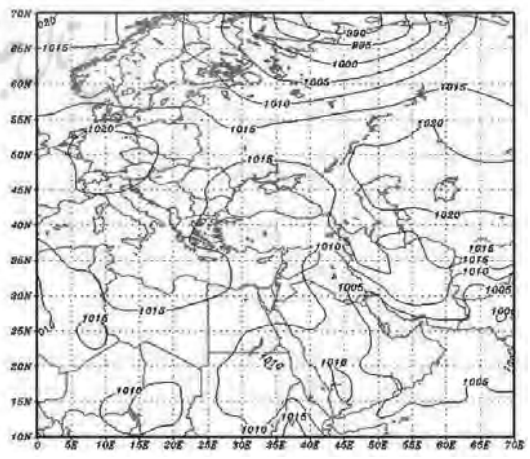
بررسی پارامترهای ترمودینامیک جو بالای منطقه نشان می‌دهد که با توجه به شاخص‌های ناپایداری Si و Ki در روز ۷ژانویه که به ترتیب ۳ و۲٦ بوده، شرایط و وضعیت

جدول ۱ - تاریخ دوره‌های برفی در استان یزد

سال	ماه و روز	سال	ماه و روز	سال	ماه و روز
۱۹۹۹	آوریل۲-۸	۲۰۰۳	مارس۲۳-۲۹	۲۰۰٤	ژانویه۷-۱۵
۲۰۰٦	دسامبر۱-۳	۲۰۰۷	آوریل۱-۳	۲۰۰۷	دسامبر۱۸-۲۲
۲۰۰۸	ژانویه٦-۱۱	۲۰۰۹	فوریه۱۹-۲۳	۲۰۰۹	دسامبر۱-۳
۲۰۰۲	ژانویه۵-۱۳	۲۰۱۱	ژانویه۱۰-۱٦	۲۰۱۱	فوریه۱-۳

ناپایداری در لایه‌های میانی جو استان در روز ۷ ژانویه حاکم است. به طور کلی در تمام روزهای بارشی انتخابی این دوره ، جو نسبتاً ناپایداری را در لایه‌های میانی و زیرین جو داشته که بیشتری ناپایداری آن در روز ۱۲ ژانویه رخ داده است زیرا شاخص‌های ناپایداری Si و Ki به ترتیب در این روز ۱ و ۳۰ را نشان می‌دهد.

با مشاهده دمای پتانسیل تر در روز ۱۲ ژانویه و مقایسه آن در سطح زمین با تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال و کمتر شدن آن در لایه میانی (تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال) جو منطقه، نشان از وجود هوای ناپایداری است.مقایسه پارامترهای دما، نسبت آمیزه و دمای پتانسیل در روزهای ۷ و ۱۲ ژانویه و حتی در روزهای دیگر این دوره بارشی در سطح زمین و ترازهای ۷۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال نشان می‌دهد که توده هوای غالب براین استان از نوع حاره ای دریایی (mT) است.

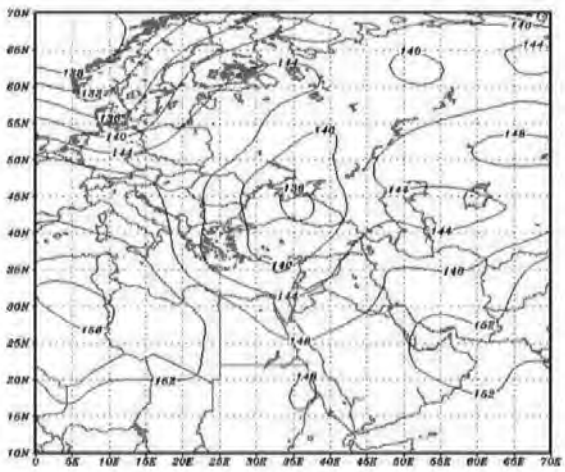


نگاره ۲: نقشه سطح زمین در ساعت صفر گرینویچ روز ۷ژانویه ۲۰۰٤

با توجه به این که نسبت آمیزه در سطح زمین و تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال به ترتیب ۷ و ۵ گرم بر کیلوگرم است و در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال آن هم در دمای ۱٤- و ۱۵- درجه سلسیوس حدود ۲ گرم بر کیلوگرم می‌باشد، بنابراین نشان از وجود آب و رطوبت نسبتاً کافی و ناپایداری در جو این منطقه است و تغذیه مناسب رطوبت و گرما از آب‌های جنوب کشور توسط سامانه‌های باران زا در این دوره بارشی انتخابی را به اثبات می‌رساند.

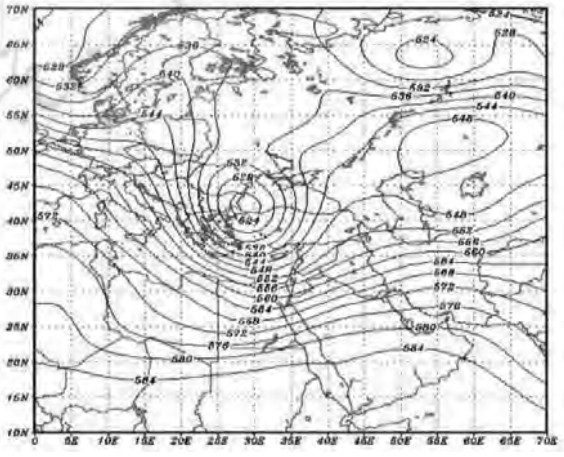
جریان‌های جوی حاکم بر منطقه در روز ۷ ژانویه

بررسی نقشه‌های هواشناسی سطح زمین در ساعت صفر گرینویچ حاکی از استقرار مرکز کم فشار ۱۰۰۵ هکتوپاسکال بر روی شرق مدیترانه ، شرق عربستان و نواحی مرکزی و جنوبی ایران بوده که زبانه هم فشار ۱۰۱۵ هکتوپاسکال آن سواحل دریای خزر تا نواحی مرکزی کشور را تحت پوشش خود قرار داده است. بر روی غرب دریای سرخ و مرکز عربستان سلول بسته کم فشار ۱۰۱۰ هکتوپاسکال مشاهده می‌شود (نگاره ۲) که در اواخر این روز این مرکز کم فشار مستقر بر روی عربستان و نواحی جنوبی ایران با کم فشار مستقر در شرق مدیترانه با هم ترکیب شده و سبب بارش‌های قابل ملاحظه ای در برخی ایستگاه‌های منطقه شده است. در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال کم ارتفاع بسته ۱۳٦ ژئوپتانسیل دکامتر با محور تقریباً قائم در شرق مدیترانه، غرب و شمال غرب ایران قرار داشته که زبانه‌های ۱٤٤ و ۱٤۸ ژئوپتانسیل دکامتر آن بیشتر نواحی ایران را تحت تأثیر خود قرار داده است و پشته ضعیفی در نواحی غرب ایران قرار دارد (نگاره ۳).



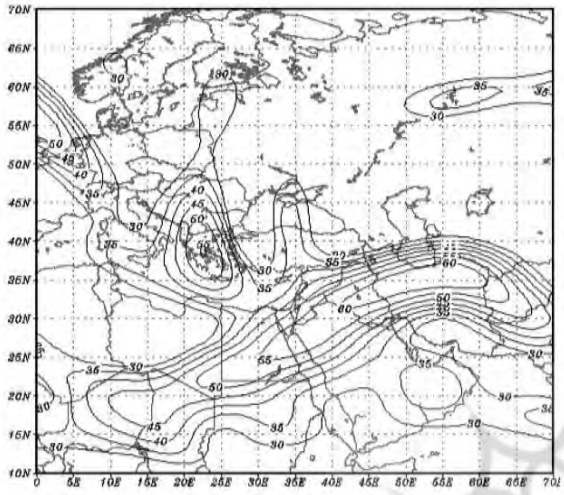
نگاره ۳: نقشه تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال در ساعت صفر گرینویچ روز ۷ ژانویه ۲۰۰٤

در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، این کم ارتفاع به صورت بسته و با همان مکان و محور قائم و با مرکز ۵۲٤ ژئوپتانسیل دکامتر دیده می‌شود. پربندهای ۵۵۲ الی ۵۸۰ ژئوپتانسیل بر روی ایران کشیده شده اند. وجود پر ارتفاع ۵۸۸ دکامتر بر روی عربستان سبب شده که پشته ضعیفی در نواحی غربی ایران دیده شود. (نگاره ٤) در ساعت ۱۲ همین روز جریان‌های جنوبی و جنوب غربی بر روی ایران دیده می‌شود.



نگاره ٤: نقشه تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در ساعت صفر گرینویچ روز ۷ ژانویه ۲۰۰٤

در نقشه رودباد این روز کوران شدیدی از شمال شرق افریقا تا نواحی غربی شمال ایران قرار داشته و تندی آن به بیش از ۱۲۰ تات (٦۰ متر بر ثانیه) می‌رسد. (نگاره ۵).



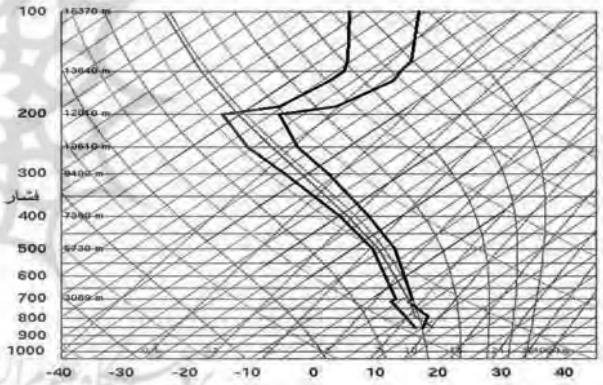
نگاره ۵: نقشه رودباد در ساعت صفر گرینویچ روز ۷ ژانویه ۲۰۰٤

جریان‌های جوی حاکم بر منطقه در روز ۸ ژانویه

نقشه‌های سطح زمین این روز نشان دهنده تقویت کم فشار سطح زمین (۱۰۰۰ هکتوپاسکال) و گسترش آن بر روی کشور است. در ترازهای ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال ضمن تقویت مرکز کم ارتفاع مذکور به سمت شرق نیز گسترش یافته و پربندهای کشیده شده بر روی کشورمان را کمی از حالت مداری خارج کرده و حالت جنوبی تر یافته است که نشان از حرکت سریع تر و باز شدن تدریجی مراکز کم ارتفاع مزبور می‌باشد. در نقشه رودباد این روز نیز تقریباً همان شرایط روز قبل حاکم است. تنها محور ناوه کمی به طرف شرق منتقل شده است.

در نقشه وزش رطوبتی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال این روز بر روی نواحی جنوب شرق ایران، دریای عمان و شرق عربستان یک حرکت واچرخندی بسیاری خوبی مشاهده می‌شود که این شرایط باعث تغذیه خوب رطوبت و گرما به درون سامانه‌های کم فشار شرق مدیترانه و تقویت آن‌ها شده است.

در نقشه چرخندگی روز ۸ ژانویه یک چرخندگی مثبت یا سیکلونی در شرق مدیترانه و غرب ایران و چرخندگی منفی یا آنتی سیکلونی در نواحی جنوب شرق ایران و شرق عربستان دیده می‌شود که این شرایط منطبق بر استقرار سامانه‌های کم فشار و پر فشار در منطقه است. در نقشه امگای تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال روز ۸ ژانویه نیز به خوبی وجود دو هسته صعودی (امگای منفی) در شرق مدیترانه (غرب ایران) و جنوب عربستان دیده می‌شود که این شرایط نیز به خوبی جریان‌های صعودی و ناپایداری جو این مناطق را نشان می‌دهد. نمودار اسکیوتی این روز نیز نشان می‌دهد که در سطوح پایین و میانی جو منطقه نیمرخ دما و رطوبت به هم نزدیک شده و نشانگر ناپایداری هوا و وجود رطوبت کافی در این روز و در این سطوح جو استان یزد است (نگاره ٦).

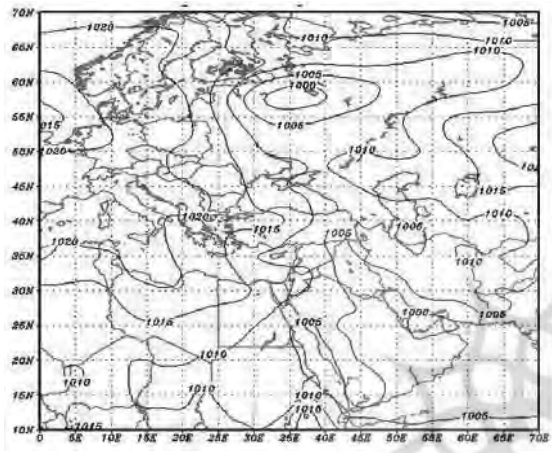


نگاره ٦: نمودار اسکیوتی روز ۸ ژانویه ۲۰۰٤ ایستگاه جو بالا در منطقه

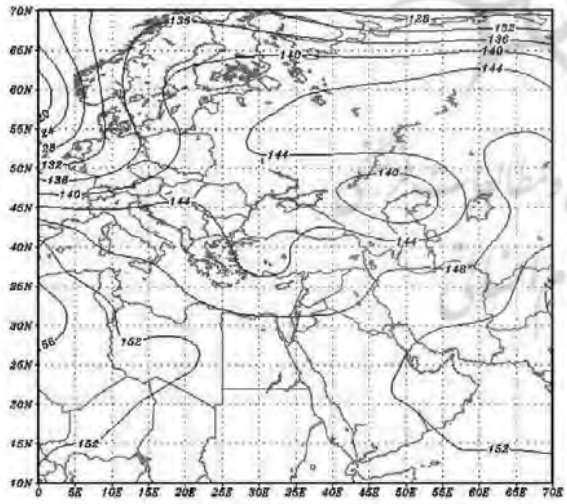
در این روز در بیشتر ایستگاه‌های استان بارش‌های شدیدی بوقوع پیوسته به طوری که در ایستگاه‌های منشاد، باغستان، بند پایین ، تنگ چنار، بردستان، ده بالا، ده چاه، بیداخوید، دامک و فخر آباد به ترتیب ۵۳، ۳۰، ۳۸/۵ ، ۲٤/۷، ۲۰، ۳۸، ٤۷، ۲۵، ۱۸ و ۲٦ میلیمتر بارش و در ارتفاعات استان از جمله مناطق تفت، ده بالا، نیر، بیداخوید، و بردستان بارش برف گزارش شده است.

جریان‌های جوّی حاکم بر منطقه در روز ۹ ژانویه

بررسی نقشه‌های سطح زمین تا سطوح فوقانی این روز بیانگر حرکت سامانه مذکور، به سمت شرق و تضعیف آن است. به طوری که کم فشار ۱۰۰۵ هکتوپاسکال بر روی دریای خزر و زبانه پر فشار ۱۰۲۰ هکتوپاسکال ناشی از عرض‌های بالاتر از سمت شمال غرب همراه با نفوذ هوای سرد می‌باشد. بر روی نواحی جنوبی ایران نیز کم فشار ۱۰۰۰ هکتوپاسکال حاکم است (نگاره ۷).



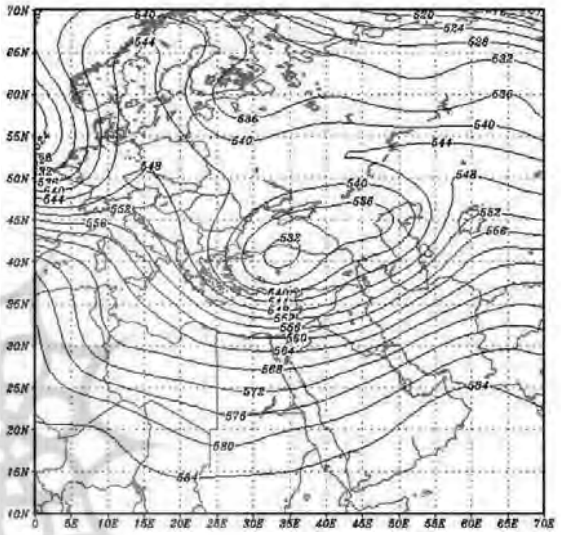
نگاره ۷: نقشه سطح زمین در ساعت صفر گرینویچ روز ۹ ژانویه۲۰۰٤



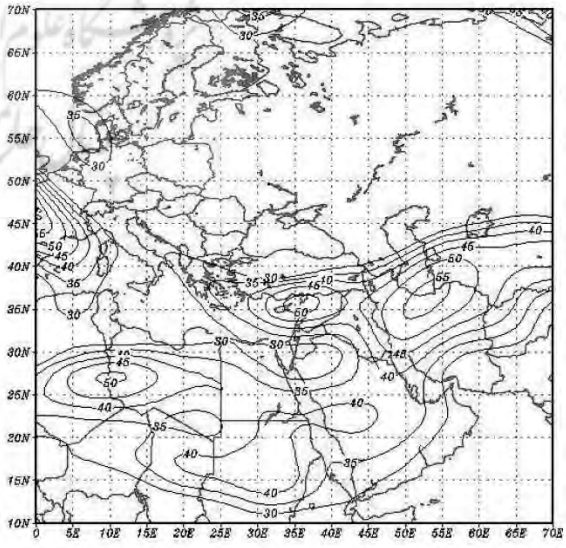
نگاره ۸: نقشه تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال در ساعت صفر گرینویچ روز ۹ ژانویه ۲۰۰٤

در نقشه تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال دیده می‌شود که در نواحی شمال و شمال غرب ایران همراه با ریزش هوای سرد و نواحی جنوبی کشور فرارفت هوای گرم است(نگاره ۸).

در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال محور ناوه شرق مدیترانه (۵۳۲ ژئوپتانسیل دکامتر) کمی به طرف شرق منتقل شده است (نگاره ۹). همین وضعیت در نقشه تراز رودباد این روز نیز دیده می‌شود و منطقه کوران شدید و گسترده ای با سرعت بیش از ۵۵ متر بر ثانیه از دریای سرخ، عربستان تا نواحی مرکزی و شمالی ایران را در بر گرفته است (نگاره ۱۰).



نگاره ۹: نقشه تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در ساعت صفر گرینویچ روز ۹ ژانویه ۲۰۰٤



نگاره ۱۰: نقشه رودباد در ساعت صفر گرینویچ ۹ ژانویه ۲۰۰٤

جریان جوّی حاکم بر منطقه در روز ۱۰ ژانویه

در این روز همچنان حاکمیت استقرار سلول‌های کم فشار ۱۰۰۵ و ۱۰۱۰ هکتوپاسکال در تمام مناطق کشور است. در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال نیز کم ارتفاع بسته ۱۳٦ ژئوپتانسیل دکامتر در شمال دریای خزر بسته شده که زبانه‌های آن نواحی شمالی ایران تحت تأثیر خود قرار داده است و پر ارتفاع ۱۵٦ ژئوپتانسیل دکامتر نیز در جنوب شرق ایران، شرق عربستان و دریای عمان مستقر است. در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال نیز پربندهای ٥٤٤ الی ٥٨٤ ژئوپتانسیل بر روی ایران گسترده شده است. وضعیت نقشه‌های امگا، وزش رطوبتی و چرخندگی همانند روزهای قبل بوده با این تفاوت که ناپایداری‌ها به طرف شرق و منطقه مورد مطالعه کشیده شده است.

جریان‌های جوی حاکم بر منطقه در روزهای ۱۱ الی ۱٤ ژانویه

بررسی نقشه سطح زمین در روز ۱۱ ژانویه حاکی از نفوذ پرفشار ۱۰۲۰ هکتوپاسکال از عرض‌های بالا به همراه هوای سرد در نیمه جنوبی کشور است. در شرق شبه جزیره عربستان و ایران نیز مراکز کم فشار ۱۰۰۰ و ۱۰۰۵ هکتوپاسکال دیده می‌شود. این در حالی است که در ترازهای فوقانی پشته ضعیفی در غرب کشور مشاهده می‌شود.

در روز ۱۲ ژانویه در نقشه سطح زمین نفوذ هوای سرد به همراه زبانه پرفشار ۱۰۲۰ هکتوپاسکال در شمال غرب و شمال شرق دیده می‌شود. در مقابل مراکز کم فشار شرق مدیترانه و شبه جزیره عربستان با هم ترکیب شده و از ترکیه تا نواحی شرق مدیترانه و شبه جزیره عربستان را در برگرفته اند.

در سطوح فوقانی نیز ناوه شرق مدیترانه ضمن عمیق تر شدن به سمت شرق منتقل شده و گرادیان شدید ارتفاعی بر روی آن‌ها به خوبی مشاهده می‌شود. در روزهای بعد تا ١٤ ژانویه این سامانه ترکیبی مدیترانه ای و سودانی به

طرف شرق و شمال شرق حرکت کرده و ایران را به مدت چند روز تحت تهاجم خود قرار داده است و سبب برف و بارش‌های زیادی در استان یزد و مناطق مرکزی ایران شده است. در این دوره بارشی در ایستگاه‌های فیض آباد ۵۳/۵، علیقلی بردستان ۱۴۳ ، منشاد و کرخنگان ۱۵۹، ده بالا ۱۲۹/٦، طبس ۳۵/۵ ، فخرآباد ٤٤/۵، طزرجان ۹٦ میلیمتر بارش و در مناطق ده بالا، تفت، نیر و سخوید، بیداخوید و ارتفاعات استان ریزش برف گزارش شده است.

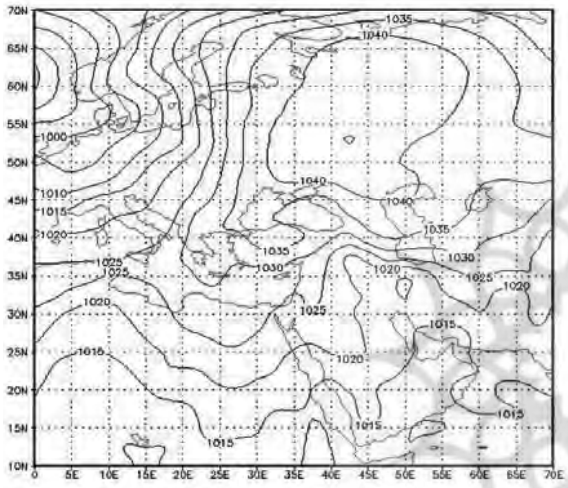
الگوی دوم

علت اصلی ریزش برف در این الگو ،استقرار چند روزه پرفشاری بر روی شمال کشور و روسیه بوده که با حرکت واچرخندی خود به طور مرتب هوای سرد عرض‌های بالا را به طرف ایران منتقل کرده و با ایجاد پدیده بلوکینگ موجب ماندگاری هوای سرد به مدت چند روز در ایران و منطقه مورد مطالعه می‌شود. همچنین ناوه عمیق کم فشار شرق مدیترانه و دریای سرخ بر روی ایران و استان فعالیت کرده و فعالیت هم زمان این دو توده هوای جبهه ای به مدت چند روز موجب ریزش برف و سرمای شدید در ایران و استان یزد می‌شود.نمونه خوب این الگو در دوره برفی روزهای ٦تا۱۱ ژانویه۲۰۰۸ تحلیل می‌شود.

از ویژگی‌های مهم این دوره بارشی غلبه سرمای شدید و ایجاد یخبندان بر ایران مرکزی و استان یزد است. در طی این دوره دمای بیشتر ایستگاه‌های استان به زیر صفر درجه سلسیوس رسید. در برخی ایستگاه‌ها کاهش دما در این دوره به حدود ۱۸ درجه سلسیوس رسید. دمای حداقل مطلق ایستگاه‌های نصرآباد، بهاباد و ده بالا به ۱۷- درجه سلسیوس رسید.

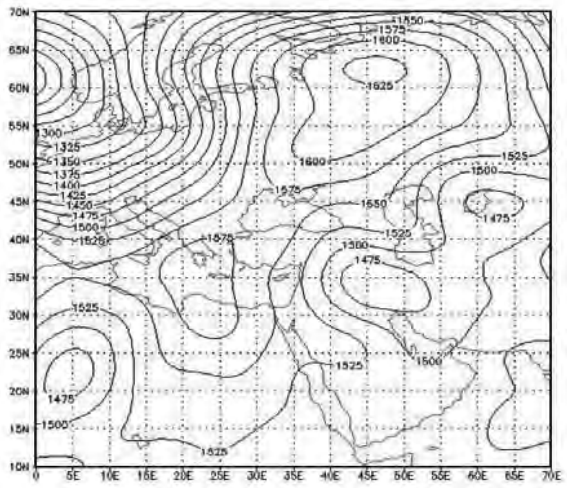
جریان‌های جوی حاکم بر استان یزد در روز ٦ ژانویه ۲۰۰۸

در ساعت صفر گرینویچ در نقشه سطح زمین این روز مرکز پرفشار ۱۰٤۰ هکتوپاسکال بر روی روسیه دیده می‌شود که منحنی‌های هم فشار ۱۰۳۵ تا ۱۰۱۵ هکتوپاسکال آن تا نواحی شمالی و غربی ایران امتداد می‌یابد. در مناطق مرکزی و جنوبی ایران کم فشار ۱۰۱۰ هکتوپاسکال مشاهده می‌شود که هم فشار ۱۰۱۵ هکتوپاسکال آن از نواحی خلیج فارس، غرب، مرکز و شرق ایران عبور می‌کند. پرفشاری که در شرق عربستان قرار دارد، می‌تواند با حرکت واچرخندی خود رطوبت و گرما را به درون کم فشار مذکور تغذیه کرده و آن را تقویت کند. (نگاره ۱۱).

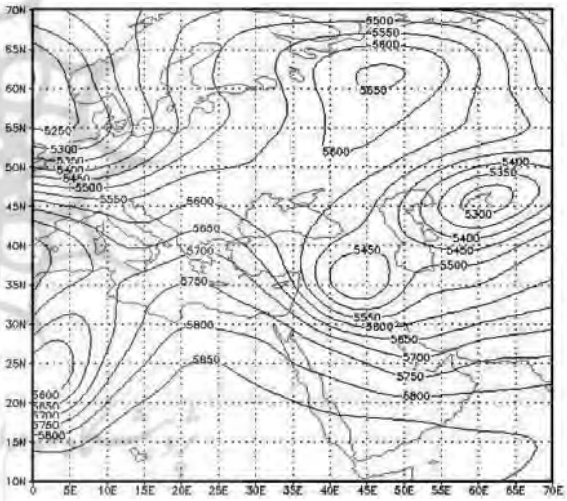


نگاره ۱۱: نقشه سطح زمین در ساعت صفر گرینویچ روز ٦ ژانویه ۲۰۰۸

فعالیت هم زمان دو سامانه پرفشار شمالی و کم فشار جنوبی ایران باعث می‌شود تا هم شاهد وزش هوای سرد از عرض‌های شمالی و هم ریزش بارش و برف در مناطق مرکزی و جنوبی باشیم. در این روز در برخی از مناطق استان از جمله یزد، میبد، عقدا، بافق، مروست، رباط پشت بادام و طبس به ترتیب ۳، ۵، ۵/۸، ۱/۹، ۱/۲، ۹/۳، و ۷/۲ سانتیمتر برف گزارش شده است. در ساعت صفر گرینویچ همین روز در نقشه سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال مرکز پر ارتفاع روسیه بر روی شمال ایران و مرکز کم ارتفاع ۱٤۸ ژئوپتانسیل دکامتر در نوحی غربی تا مرکز ایران دیده می‌شود. در این ساعت و ۱۲ ساعت بعد مرکز کم ارتفاع مذکور (۱٤۰ دکامتر) کاملاً بر روی ایران استقرار می‌یابد که توسط پر ارتفاع شرق عربستان تقویت می‌شود. (نگاره ۱۲).



نگاره ۱۲: نقشه سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال در ساعت صفر گرینویچ روز ٦ ژانویه ۲۰۰۸

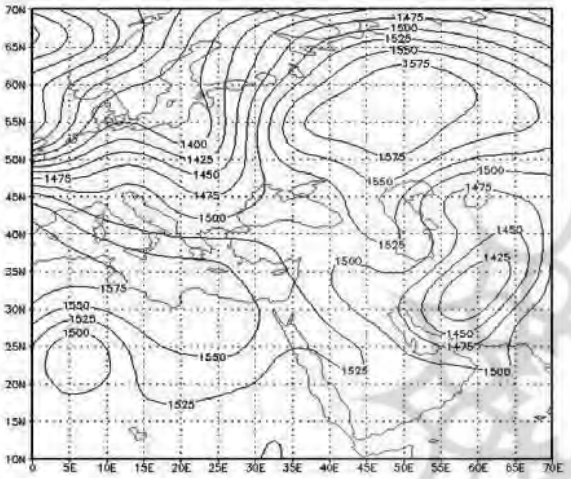


نگاره ۱۳- نقشه تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در ساعت صفر گرینویچ روز ٦ ژانویه ۲۰۰۸

در ساعت صفر تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال این روز (نگاره ۱۳) ناوه‌ای عمیق با محور شمالی - جنوبی در نواحی غربی و جنوبی ایران دیده می‌شود که توسط پشته عمیق شرق مدیترانه تقویت شده است. شاخص‌های ناپایداری در این روز در منطقه Si برابر ۹ و ki مساوی ۱۱ می‌باشد و هر دو گویای هوای پایدار در منطقه هستند.

جریان‌های جوی حاکم بر منطقه در روز ۷ ژانویه

در ساعت صفر گرینویچ این روز در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال مرکز کم ارتفاع و ناوه ۱٤۰ دکامتر بر روی نواحی مرکزی و شرقی ایران دیده می‌شود که منحنی‌های هم ارتفاع ۱٤٤ و ۱٤۸ دکامترآن تمام ایران را پوشش می‌دهد. در نواحی شمالی ایران مرکز پرارتفاع ۱۵٦ ژئوپتانسیل دکامتر در روسیه بسته شده و پرارتفاع ۱٦۰ ژئوپتانسیل دکامتر نیز بر روی اروپا دیده می‌شود که پشته ۱۵۲ دکامتر آن تا شرق مدیترانه، دریای سرخ و غرب عربستان امتداد می‌یابد (نگاره ۱٤).



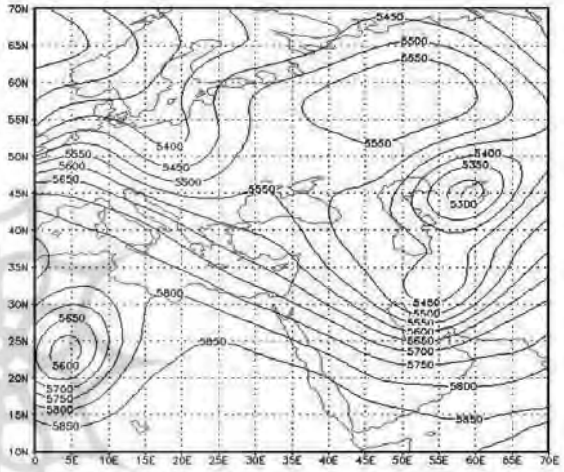
نگاره ۱٤: نقشه تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال در ساعت صفر گرینویچ روز ۷ ژانویه ۲۰۰۸

در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در همین ساعت و روز، ناوه عمیقی با مرکز ۵٤۰ دکامتر ایران را تحت تأثیر قرار داده است. محور ناوه تقریباً شمالی - جنوبی بوده و از مناطق غرب ایران عبور می‌کند (نگاره ۱۵).

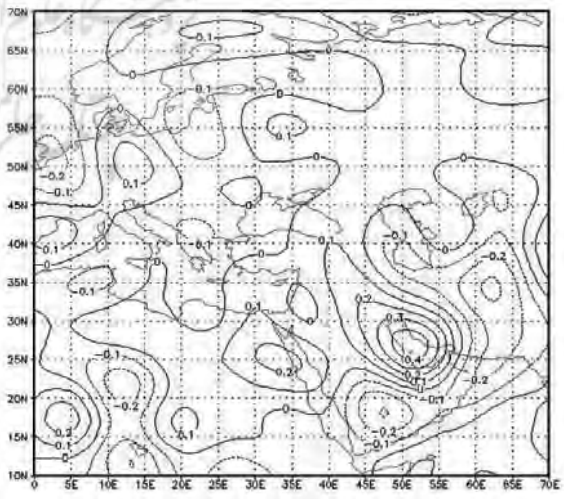
در این روز در بیشتر ایستگاه‌های استان یزد یخبندان و ریزش برف و در ایران مرکزی یخبندان شدید گزارش شده است. ارتفاع برف در ایستگاه‌های میبد، گاریزات، مروست، یزد و رباط به ترتیب ۵، ٤، ۱/۲، ۰/۳ و ۲٤ سانتی متر به ثبت رسیده است.با ترسیم نقشه امگای تراز ۸۵۰ هکتو پاسکال و وجود مقادیر منفی در جوّ استان نشان از ناپایداری شدید نیمرخ جو، صعود هوا و تقویت همرفت دارد (نگاره ۱٦) .

نمودار اسکیوتی این روز نشان می‌دهد که در سطوح پایین جو منطقه خطوط دما و رطوبت به هم نزدیک شده

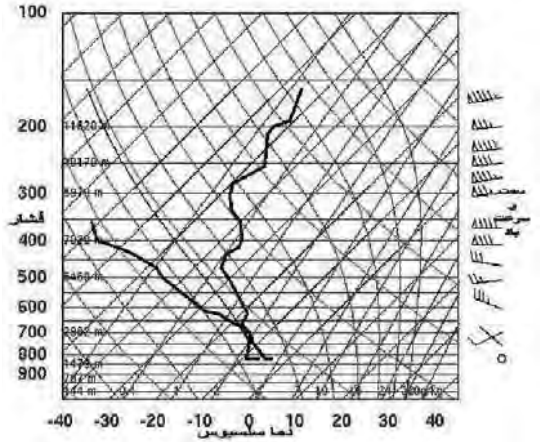
و نشانگر ناپایداری هوا و وجود رطوبت خوب در این روز و در این سطوح است (نگاره ۱۷). باد در سطوح پایین جو، جنوب غربی و در بالای جو به صورت غربی می‌وزد. بررسی سطوح مختلف جو استان در روز ۷ ژانویه نشان از ناپایداری هواست .شاخص ناپایداری Si در ایستگاه یزد ۳ و هوای ناپایدار را نشان می‌دهد دما در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال ۱۵- درجه سلسیوس و نسبت آمیزه ۱/۲ گرم بر کیلوگرم بوده که این شرایط حضور توده هوای mA در استان یزد است.



نگاره ۱۵: نقشه سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال در ساعت صفر گرینویچ روز ۷ ژانویه ۲۰۰۸



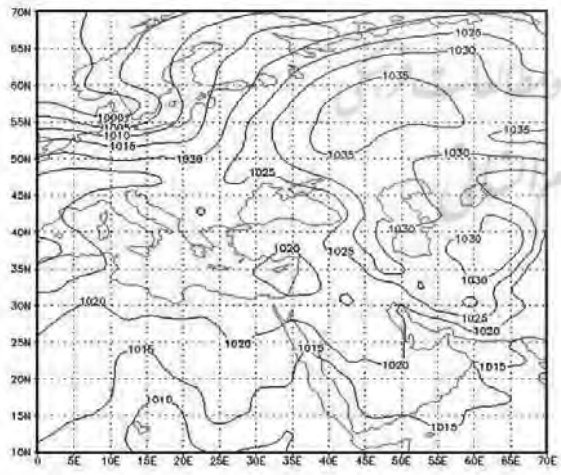
نگاره ۱۶ : نقشه امگای تراز۸۵۰ هکتوپاسکال در ساعت صفر روز ۷ ژانویه ۲۰۰۸



نگاره ۱۷: نمودار اسکیوتی روز ۷ ژانویه ۲۰۰۸ ایستگاه جو بالا در منطقه

جریان‌های جوی حاکم بر استان یزد در روزهای ۸ و ۹ ژانویه

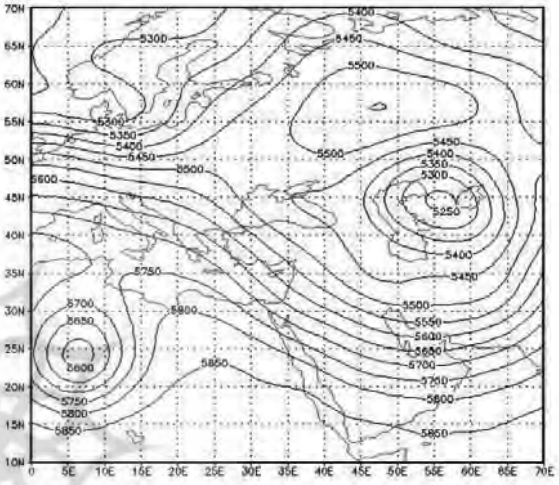
نقشه سطح زمین این روز حاکی از ادامه فعالیت کم فشار شرق ایران است (نگاره ۱۸) بوده که در ساعت‌های دیگر از مرزهای شرقی کشور خارج می‌شود. وجود پرفشار شمال کشور باعث ریزش هوای سرد و ریزش برف و ادامه سرما در استان است. ارتفاع برف در ایستگاه بید اخوید ۸ سانتیمتر گزارش شده است.



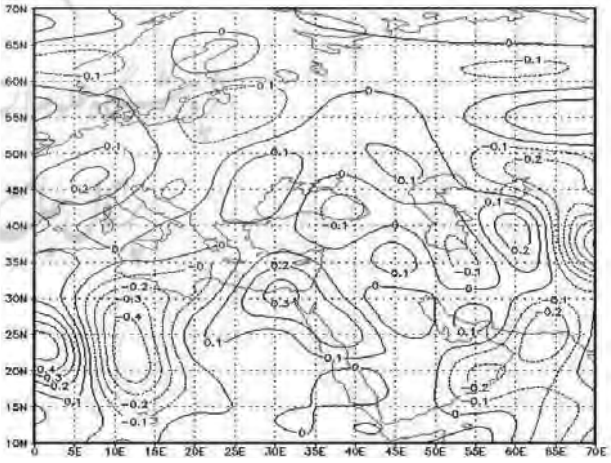
نگاره ۱۸: نقشه سطح زمین در ساعت صفر گرینویچ روز ۸ ژانویه ۲۰۰۸

در ساعت صفر گرینویچ در نقشه تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال نیز دیده می‌شود که کم ارتفاع روی ایران از کشور خارج شده

و همانند روزهای گذشته پرارتفاع روسیه (۱۵۲ دکامتر) هنوز در حال فعالیت است و هم ارتفاع ۱٤۸ دکامتر آن نیمه شمالی کشور را متأثر کرده است. در نقشه تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال این روز مشاهده می‌شود که پرارتفاع ۵۵۲ دکامتر روسیه در شمال دریای خزر مستقر شده است و پشته ٥٤۸ دکامتر نیز در شمال شرق آفریقا قرار گرفته است (نگاره ۱۹).



نگاره ۱۹: نقشه تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در ساعت صفر گرینویچ روز ۸ ژانویه ۲۰۰۸



نگاره ۲۰: نقشه امگای ۸۵۰ هکتوپاسکال در ساعت صفر روز ۸ ژانویه ۲۰۰۸

نقشه امگای تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال این روز پایداری هوا در منطقه مورد مطالعه و غرب ایران (مقادیر مثبت امگا) را نشان می‌دهد (نگاره ۲۰). در این روز سامانه مؤثر بر ایران در حال عبور از شرق کشور است ولی همچنان ادامه سرما در استان گزارش شده و ناپایداری‌های جوی به شرق کشور کشیده شده است.

در روز ۹ ژانویه در نقشه سطح زمین دیده می‌شود که غیر از پرفشار روسیه، پر فشار دیگری در شمال شرق کشور ایجاد شده که در ۱۲ ساعت بعد این دو با هم ترکیب شده‌اند. در نقشه تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال در شرق دریای خزر کم ارتفاع ۱٤۰ دکامتر فعال است و در نقشه ۵۰۰ هکتوپاسکال نیز همچنان در شمال ایران پرارتفاع روسیه (۵۲۲ دکامتر) فعال بوده و باعث ادامه سرما در کشور و منطقه است.

در روزهای ۱۰ و ۱۱ ژانویه در جنوب غرب دریای سرخ کم فشار دیگری تشکیل شده ودر شمال کشور پرفشار روسیه به طرف ایران جابه جا شده و این شرایط مناسبی را برای ادامه برف و سرما به ویژه در ارتفاعات استان یزد موجب شده است.

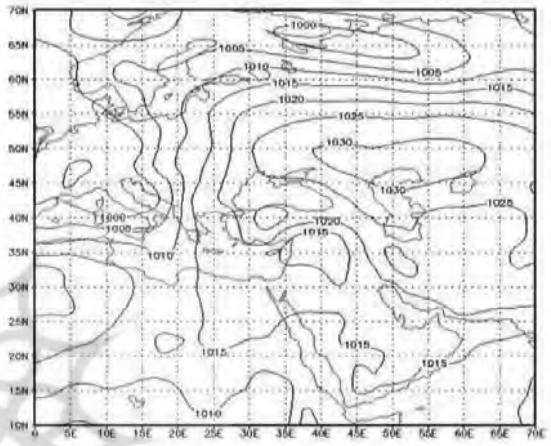
الگوی سوم

در این الگو، استقرار و نفوذ پرفشار شمال دریای خزر و سیبری و تشکیل و استقرار چند روزه پدیده کم فشار بریده یا سردچال گسترده ای در نواحی شمالی و مرکزی ایران بوده است که شاخه جنوبی سامانه‌های ناپایدار آن با تغذیه مناسب رطوبت و گرما از آب‌های جنوبی کشور باعث ریزش برف و باران در مناطق مرکزی و استان یزد شده است. نمونه خوب این الگو در دوره برفی روزهای۲۹ نوامبرتا۳ دسامبر ۲۰۰۹ دیده می‌شود.

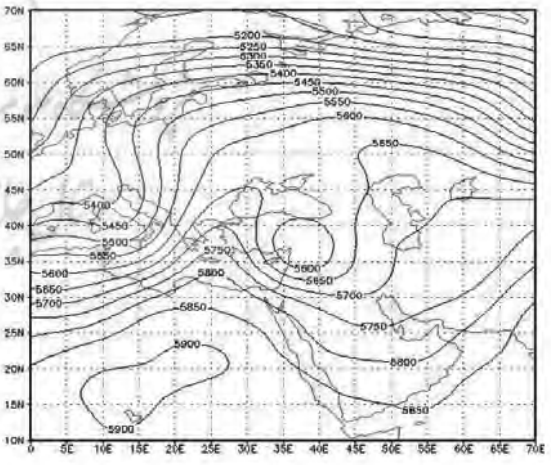
جریان‌های جوّی حاکم بر استان یزد در روز ۲۹ نوامبر ۲۰۰۹

در نقشه سطح زمین این روز در شمال دریای خزر مرکز پرفشار ۱۰۳۰ هکتوپاسکال مشاهده می‌شود. این پرفشار سطح گسترده ای از ایران را تحت تأثیر خود قرار می‌دهد و هم فشار ۱۰۲۰ هکتوپاسکال آن تا مرکز کشور

و استان یزد امتداد می‌یابد. وجود همین پرفشار سبب شده تا جریان‌های جنوبی نتوانند وارد کشور شوند. بنابراین اکثر نواحی کشور از هوای پایدار برخوردار است. در این روز در جنوب دریای سرخ کم فشار ۱۰۱۰ هکتوپاسکال دیده می‌شود که هم فشار ۱۰۱۵ هکتوپاسکال آن تا جنوب غرب کشور کشیده شده است(نگاره ۲۱).

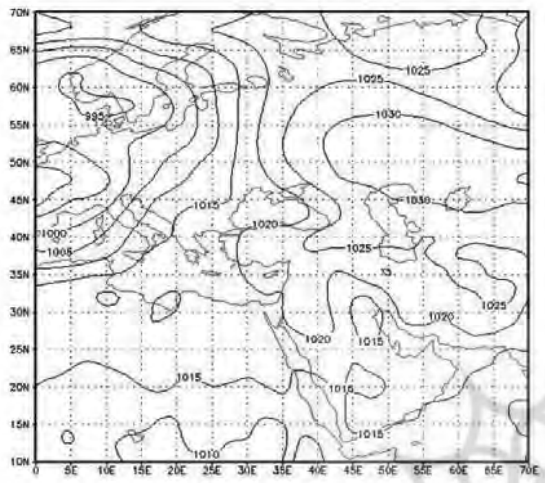


نگاره ۲۱: نقشه سطح زمین در ساعت صفر گرینویچ روز ۲۹ نوامبر ۲۰۰۹



نگاره ۲۲: نقشه سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال در ساعت صفر روز ۳۰ نوامبر ۲۰۰۹

در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال این روز مرکز کم ارتفاع ۵٦۰ ژئوپتانسیل دکامتر در غرب کشور مشاهده می‌شود که مانند یک سیستم مانع در مسیر حرکت ناوه بادهای غربی در شرق مدیترانه قرار دارد و آن را به دو شاخه شمالی و جنوبی تقسیم می‌کند. شاخه جنوبی آن از دریای سرخ و عربستان عبور می‌کند (نگاره ۲۲).



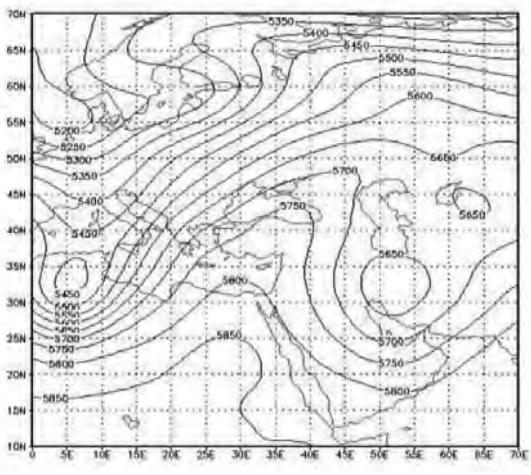
نگاره ۲۳: نقشه سطح زمین در ساعت گرینویچ صفر گرینویچ روز ۳۰ نوامبر ۲۰۰۹

جریان‌های حاکم بر استان یزد در روز ۳۰ نوامبر ۲۰۰۹

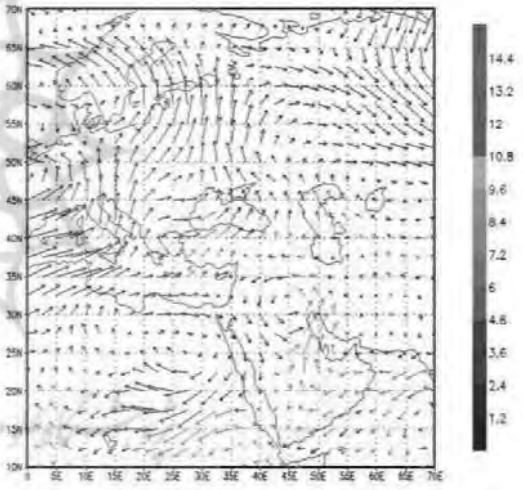
در این روز با نفوذ بیشتر کم فشار مستقر در جنوب غرب ایران، پرفشار ۱۰۳۰ هکتوپاسکال روز قبل به طرف شمال کشور عقب نشینی کرده و با ریزش هوای سرد شرایط را برای نفوذ بیشتر و ایجاد بارش‌های جنوب و مرکز کشور و منطقه مورد مطالعه فراهم نموده است (نگاره ۲۳).

در همین زمان در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال این روز ناوه عمیق شرق مدیترانه تا نواحی غرب ایران کشیده شده است و شاخه جنوبی آن پس از عبور از آب‌های جنوبی کشور از سمت جنوب و جنوب غرب وارد ایران شده است (نگاره ٢٤).

در نقشه وزش رطوبتی این روز در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال بر روی جنوب شبه جزیره عربستان یک حرکت واچرخندی دیده می‌شود که باعث تغذیه گرما و رطوبت به درون کم فشار مستقر در جنوب کشور و مرکز عربستان شده است. (نگاره ۲۵).



نگاره ۲٤: نقشه تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در ساعت صفر گرینویچ روز ۳۰ نوامبر ۲۰۰۹

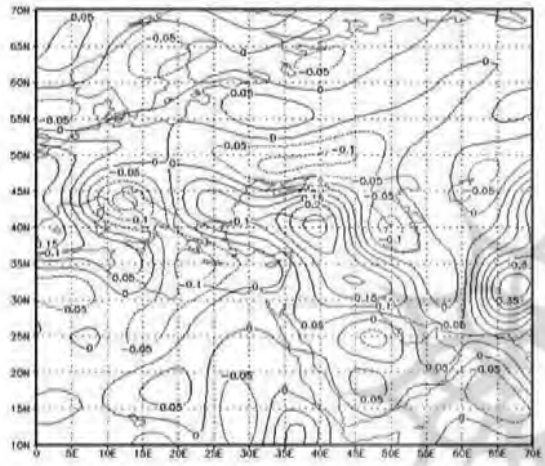


نگاره ۲۵: نقشه وزش رطوبتی سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال در روز ۳۰ نوامبر ۲۰۰۹ (gr/kg)

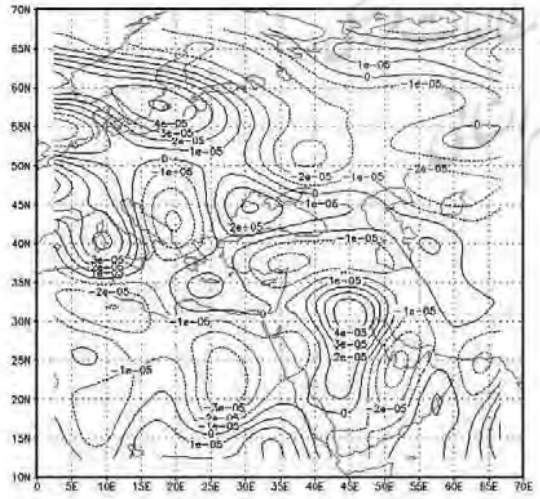
در نقشه امگای سطح زمین این روز در غرب منطقه مورد مطالعه ناپایداری و یک هسته صعود در جنوب عربستان دیده می‌شود. این نقشه از پدیده سردچال پیروی می‌کند. در ضلع شرقی سردچال و در طول ۵۰ درجه شرقی یک هسته صعود دیده می‌شود (نگاره ۲٦).

در نقشه چرخندگی این روز نیز یک چرخندگی مثبت یا سیکلونی در نواحی شرق دریای سرخ، غرب خلیج فارس و کشور عراق دیده می‌شود (نگاره ۲۷) که هنوز به طور کامل به استان و منطقه نرسیده است.

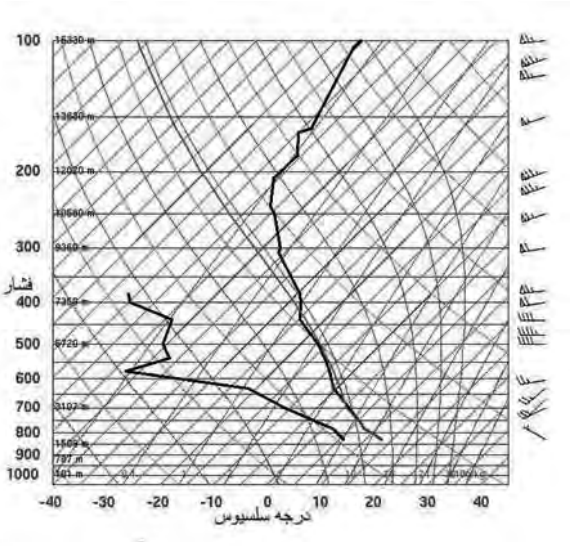
نمودار اسکیوتی این روز نیز نشان از ناپایداری هوا و وجود رطوبت کافی در این روز و در این منطقه است (نگاره ۲۸). شاخص‌های ناپایداری Si برابر صفر و Ki ، ۲۵ را در این روز نشان می‌دهند که هر دو نشان از ناپایداری‌های شدید جو استان یزد هستند.



نگاره ۲٦: نقشه امگای سطح زمین در روز ۳۰ نوامبر ۲۰۰۹ (pascal/s)



نگاره ۲۷: نقشه چرخندگی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال روز ۳۰ نوامبر ۲۰۰۹



نگاره ۲۸: نمودار اسکیوتی۳۰ نوامبر ۲۰۰۹ ایستگاه جو بالا در منطقه

جریان‌های حاکم بر کشور در روز اول دسامبر ۲۰۰۹

در نقشه سطح زمین این روز، پرفشار مستقر در شمال خزر و روسیه به علت همراهی یک پشته در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال تقویت شده (۱۰۴۵ هکتوپاسکال) و زبانه‌های آن (ریزش هوای سرد) تا مناطق مرکزی و غرب کشور امتداد می‌یابد. وجود سردچال باعث حرکت آهسته کم فشارهای جنوبی و جنوب غربی ایران شده و نیز استقرار کم فشار ۱۰۱۵ هکتوپاسکال در مرکز ایران باعث ادامه بارش‌های قابل توجهی در استان یزد شده است.

در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال این روز مرکز کم ارتفاع غرب ایران در روز قبل از منشأ خود جدا شده و به صورت یک سردچال (کم فشار بریده) در آمده است که به تدریج به داخل و مرکز کشور پیشروی کرده است .

در نقشه وزش رطوبتی این روز نیز دیده می‌شود که واچرخند مستقر در روی عربستان با حرکت به سمت شرق و عبور از آب‌های جنوبی کشور، رطوبت و گرما را به درون کم فشارمستقر در جنوب ایران تغذیه می‌کند. در نقشه امگای روز قبل، هسته صعودی واقع در طول ۵۰ درجه شرقی به سمت جنوب شرق کشور جابه جا شده و تا نواحی مرکزی و شمالی کشور امتداد یافته است. شاخص‌های ناپایداری Si عدد ۲- و Ki عدد ۳۶ (ناپایداری شدید) در منطقه را نشان می‌دهند.

در روزهای ۲و۳ دسامبر ۲۰۰۹ با تشکیل پشته عمیقی در غرب کشور، ناوه مستقر در مرکز ایران و استان یزد نیز عمیق‌تر شده و سردچال روز قبل بیشتر بخش‌های کشور را فرا گرفته است و شاخه جنوبی آن با تغذیه مناسب رطوبت از آب‌های جنوبی کشور، سبب ادامه ناپایداری‌ها و بارش‌های برف و باران قابل توجه در مناطق مرکزی و استان یزد شده است. در روزهای بعد این پدیده به سمت شرق کشور تغییر مکان داده ولی همچنان شرایط را برای حضور هوای سرد و ادامه ریزش برف و باران در منطقه مورد مطالعه فراهم کرده است. در این دوره بارشی به مدت ۳۶ ساعت ریزش برف در بیشتر مناطق استان از جمله در مناطق خضرآباد و نصرآباد به ترتیب ۳۰ و۴۰ و در ارتفاعات استان یزد بیش از ۸۰ سانتی متر و افت شدید دما گزارش شده است. همچنین موجب آب گرفتگی در شهر یزد و تعطیلی مدارس در مناطق ده بالا، طزرجان و علی آباد گردیده است.

نتیجه‌گیری

با بررسی و تحلیل همدید- دینامیک ۱۲ سامانه برف و بارش زا در طول دوره آماری در استان یزد، سه الگوی همدید و فشاری زیر استخراج می‌شود:

در الگوی اول ضمن نفوذ هوای سرد از عرض‌های بالا، کم فشارهای واقع در شرق مدیترانه و عربستان با هم ترکیب شده و ضمن عمیق تر شدن ناوه شرق مدیترانه و حرکت شرق سوی آن، ایران و استان را تحت تأثیر خود قرار داده است. در روزهای بعد نیز نفوذ هوای سرد به همراه زبانه‌های پرفشار در نیمه شمالی ایران و تشکیل مراکز کم فشار مناسب شرق مدیترانه و سودانی و ترکیب آن‌ها سبب استقرار چند روزه این سامانه‌ها بر روی ایران و استان یزد و ریزش برف و بارش‌های قابل توجهی به ویژه در ارتفاعات این استان شده است.

درالگوی دوم به علت استقرار چند روزه پرفشاری بر روی شمال کشور و روسیه و با حرکت واچرخندی خود به طور مرتب هوای سرد عرض‌های بالا را به طرف ایران هدایت کرده و با ایجاد پدیده بلوکینگ موجب ماندگاری هوای سرد به مدت چند روز در ایران و منطقه مورد مطالعه می‌شود. همچنین ناوه عمیق کم فشار شرق مدیترانه و دریای سرخ بر روی ایران و استان فعالیت کرده و فعالیت هم زمان این دو توده هوای جبهه ای به مدت چند روز موجب ریزش برف و سرمای شدید در ایران و استان یزد می‌شود.

علت اصلی ریزش برف در الگوی سوم در استان، استقرار و نفوذ پرفشار شمال دریای خزر و سیبری و تشکیل و استقرار چند روزه پدیده کم فشار بریده یا سردچال گسترده ای در نواحی شمالی و مرکزی ایران بوده است که شاخه جنوبی سامانه‌های ناپایدار آن با تغذیه مناسب رطوبت و گرما از آب‌های جنوبی کشور باعث ریزش برف و باران در مناطق مرکزی و استان یزد شده است.

لازم به یادآوری است با توجه به رخداد کم بارش برف در استان یزد تا به حال مطالعه ای آن هم جامع درباره تحلیل همدید- دینامیک از همه دوره‌های بارش برف در این استان انجام نشده است. در این تحقیق تمام دوره‌های ریزش برف استان در طول دوره آماری مورد نظر تحلیل شده و از نظر ساز و کار و علل ایجاد، الگوهای همدید- دینامیک آن‌ها استخراج گردیده است که چنین مطالعه ای بدین شکل تا به حال در استان یزد صورت نپذیرفته که از نوآوری برخوردار است.

پیشنهادات

- جهت مدیریت بهینه منابع آب،در ارتفاعات مختلف و بلند استان یزد ایستگاه‌های برف سنجی احداث شود.
- تجهیز ایستگاه‌های برف سنجی به برف سنج‌های الکتریکی جهت دسترسی به آمار دقیق برف به منظور مطالعات کامل تر درباره منابع آب در این استان.
- اندازه‌گیری مداوم و به موقع ایستگاه جو بالای همدید یزد در ساعات صفر و ۱۲ گرینویچ.

منابع و مآخذ

۱- پدرام، مژده (۱۳۷۵).الگوی سینوپتیکی پیش بینی برف در ایران، پایان نامه کارشناسی ارشد اقلیم شناسی به راهنمایی هوشنگ قائمی، موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران.
۲- پروانه، شیراوند و درگاهیان؛ بهروز، هنگامه و فاطمه (۱۳۸۹)، بررسی الگوهای سینوپتیکی روزانه بارش برف سنگین در غرب ایران، همایش کاربرد جغرافیای طبیعی در برنامه ریزی محیطی ،۵ و ٦ خرداد، خرم اباد، صص ۱-٤۰.
۳- درگاهیان و علیجانی؛ فاطمه و بهلول (۱۳۹۲)، بررسی اثر بلوکینگ بر رخداد برف‌های سنگین و مداوم ایران، فصلنامه جغرافیایی سرزمین، شماره ۳۸، صص ۱-١٤.
٤- سازمان هواشناسی کشور(۱۳۸۷). طرح پژوهشی بررسی الگوهای سینوپتیکی بارش‌های برف سنگین در غرب و جنوب غرب ایران، مجری طرح هنگامه شیراوند، صص۲۱۳-۲۱٦.
۵- شکیبا، آمنه (۱۳۹۲)، تحلیل آماری و سینوپتیکی بارش برف سنگین در شمال غرب ایران، پایان نامه کارشناسی ارشد اقلیم شناسی در برنامه ریزی محیطی به راهنمایی سلیمان صادقی، دانشگاه فردوسی مشهد.
٦- صفری، و صلاحی، هدیه و برومند (۱۳۸۹)، تحلیل آماری و سینوپتیکی بارش‌های برف سنگین شهرستان کرمانشاه، پنجمین همایش ملی زمین شناسی و محیط زیست، تهران، صص ۱-۱۵.
۷- علیجانی و کاویانی؛ بهلول و محمدرضا (۱۳۸۲). مبانی آب و هوا شناسی ، تهران، انتشارات سمت، صص۲٦۱-۲٦۲.
۸- غیور، کاویانی، محسنی؛ حسنعلی، محمدرضا و بهرام؛ (۱۳۸۳). برآورد سطح پوشش و مقدار ریزش برف در ارتفاعات شمال تهران، مطالعه موردی: حوضه رودخانه تجریش، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۷۵،صص۱۵-۳۳.
۹- فهیمی‌نژاد، حجازی‌زاده، علیجانی، رضائیان؛ الهام، زهرا، بهلول و پرویز (۱۳۹۱). تحلیل سینوپتیکی و فضایی توفان برف در استان گیلان(فوریه۲۰۰۵). جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، شماره۱۹،صص۲۸۱-۳۰۲.

۱۰- فرید مجتهدی، خوش‌اخلاق، نیری و افشارمنش ؛ نیما، فرامرز ، معصومه و حمیده (۱۳۸۵)، واکاوی همدیدی رخداد بارش برف سنگین فوریه ۲۰۰۵ استان گیلان، مجله علوم جغرافیایی، شماره ٤، صص ۱۳۳-۱۵٦.

۱۱- کاویانی، محمدرضا (۱۳۸٦)، میکروکلیماتولوژی، انتشارات سمت، تهران، ۳۳۷صفحه.

12- Amininia. k, Lashkari. H, Alijani. B and Khorshiddoust. AM. (2010), Analysis and Review of heavy snow synoptic conditions in North West of Iran by Using PCA and Clustring, J. Int. Enviromental Application Science, Vol. 5(1): pp17-24.

13- Baker. P ,Charls.E and Kornard.IT (2004) .Northwest flow snowfall in the southern Appalachian:Spatial and synoptic patterns, 61st Eastern Snow Conf, Portland, Maine,USA.pp 179-189.

14- Boyden, C.J, (1964). A Comparison of snow predictors. Mete. Mag., London, 93. Pp 353-365.

15- Brain. P ,Patrick.S,Market.A and Paul.R (2004). A case study of a rare sever thunderstorm with snowfall, National Weather Service.Department of Soil,Environmental and Atmospheric Sciences pp 1-5.

16- Birkeland. KW and Mock. CJ (1996). Atmospheric circulation patterns associated with heavy Snow fall events, Bridger Bowl, Montanam U.S.A. Mountain Research and Development. Vol 16,NO3 PP 281-286.

17- Conrad .P and Kenneth.S (2004). The heavy snowstorm of March 18-19 , 1956,The climax of a record late-season snow accumulation in southern New England, Monthly Weather Review, Mrch 1956.pp 116-125.

18- Daniail. PJ and Jeam.PA (2001). Characteristic of upslope snowfall event in northern New York and northern Vermont: Diagnostic and model simulation of several northwest-flow cases , Department of Earth and Atmospheric Sciences,pp 1-9.

19- Esteban,P Jones.PD,Martin.J and Masem.M (2005). Atmosphere circulation patterns related to heavy snowfall days in Andorra, Pyrenees, International Journal of Climatology, No 25, pp 319-329.

20- Paul. AG and Russel.JY (1996). Synoptic climatology of heavy snowfall over the central and eastern United States, National Meteorology Center, Nov,pp 663-667.

21- Younkin. R.J. (1968). Circulation Pattern associated With heavy Snow fall over the Western United States. Monthly Weather Review 96: pp 851-853.