

بررسی اثر بلاکینگ بر رخداد برف های سنگین و مداوم ایران

فاطمه درگاهیان^۱، دکتر بهلول علیجانی^۲

۱- دانشجوی دکتری آب و هواشناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

۲- استاد و مدیر قطب علمی تحلیل فضایی و مخاطرات محیطی دانشگاه خوارزمی تهران

چکیده

با وجودی که وقوع بارش هر برف سنگینی ممکن است ناشی از رخداد پدیده بلاکینگ نباشد اما وقوع برف های مداوم و سنگین (۴ روز و بیشتر) می تواند با رخداد پدیده بلاکینگ مرتبط باشد. به منظور شناخت و بررسی الگوهای بلاکینگ موثر بر بارش برف سنگین و مداوم ایران، داده های روزانه ارتفاع ژئوپتانسیلی سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال در فصل سرد (اکتبر تا مارس)، در یک دوره ۶۰ ساله در یک شبکه افقی با قدرت تفکیک فضایی ۲/۵*۲/۵ از سایت NCEP-NCAR برای ۴۰ درجه غربی تا ۱۰۰ درجه شرقی طول جغرافیایی و ۲۰ تا ۸۰ درجه شمالی عرض جغرافیایی اخذ گردید. به منظور استخراج رخداد بلاکینگ، داده ها براساس یک شاخص کمی اقلیم شناختی، به نام شاخص آشکارکننده دو بعدی در محیط نرم افزار MATLAB براساس شروط آشکارسازی رخداد بلاکینگ برنامه نویسی شدند. سپس تمامی رخدادهای بلاکینگ با تداوم ۴ روزه و بیشتر استخراج گردید. با توجه به حجم داده ها از طریق تکنیک مولفه های اصلی و خوشه بندی اقدام به استخراج الگوهای غالب بلاکینگ گردید. در بین الگوهای غالب بلاکینگ ۴ الگو بر بارش موثر بودند که از این چهار الگو تنها یک الگو بر بارش برف مداوم و شدید موثر بود. نتایج نشان داد که در بین الگوهای موثر بر بارش، تنها الگوی بلاکینگ امگا تراف سمت راست منجر به بارش برف مداوم و سنگین می شود و ریزش هوای سرد از عرض های بالا سبب تقویت سامانه بارشی شده و فراهم بودن سایر شرایط سینوپتیکی لازم، از قبیل وجود پرفشار قوی در سطح زمین، موقعیت خط همدمای صفر درجه سانتیگراد در سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال و ضخامت لایه ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ در نقشه های هم ضخامت در حضور رخداد پدیده بلاکینگ، منجر به ریزش برف مداوم و سنگین می شود.

کلید واژه ها: الگوی بلاکینگ، تراف سمت راست بلاکینگ امگا، برف سنگین و مداوم، ایران

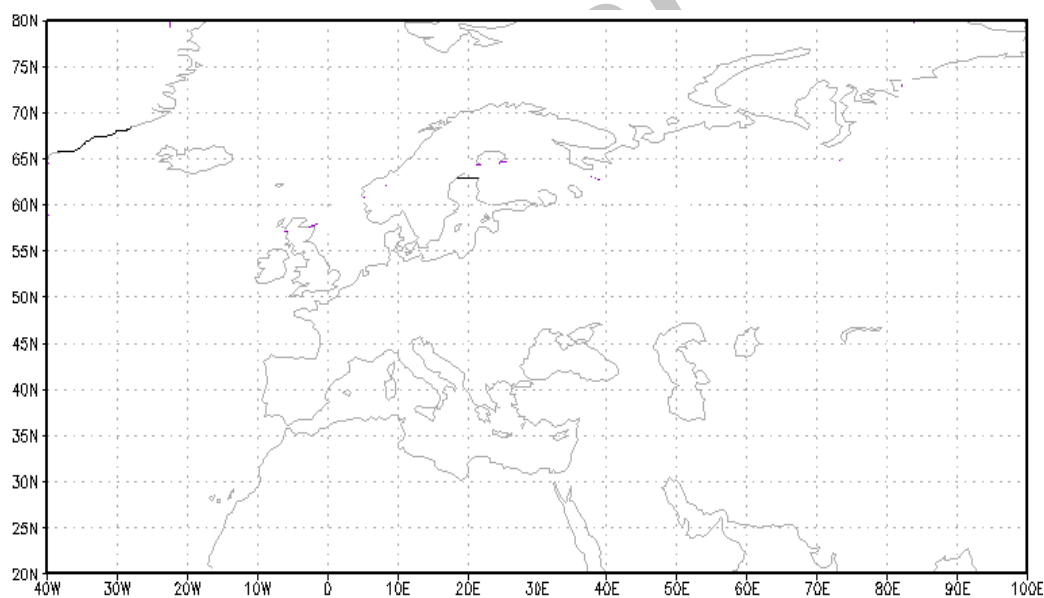
مقدمه

برخی از الگوهای بلاکینگ موثر بر بارش، گاهی با داشتن شرایط ویژه منجر به بارش های برف شدید و مداوم می شوند. برف های بیش از ۴ متر سال های ۱۳۲۸ و ۱۳۵۰ در شمال کشور و سایر مناطق با شدت کمتر، بارش برف سهمگین ۱۷ تا ۲۳ بهمن ۱۳۸۳ که در برخی مناطق مانند رشت و انزلی به بیش از دو متر و برخی مناطق تهران به بیش از ۸۰ سانتیمتر رسید و منجر به خسارات اقتصادی زیاد شده و سلامت افراد زیادی را به خطر انداخت (گرفتار شدن

هشت هزار مسافر در جاده قزوین- رشت) ناشی از رخداد پدیده بلاکینگ بوده است که از جمله آثار اقلیمی دیگر پس از آن، به سرمای شدید می توان اشاره کرد که باعث قطعی گاز در نیمه شمالی و غربی کشور گردید. بارش برف بیش از ۱۹۰ سانتی متر در دی ۱۳۸۶ در غرب، شمال و غرب کشور نیز از دیگر موارد رخداد برف سنگین ناشی از رخداد پدیده بلاکینگ بوده است (درگاهیان، ۱۳۹۲). بر آورد میزان و ارتفاع برف های مداوم و سنگین که عمدتاً ناشی از رخداد بلاکینگ هستند، کار ساده و دقیقی نیست و همواره با مشکلات عدیده ای همراه است. اولاً تعداد ایستگاه های برف سنجی در مناطق برفگیر کشور کم است، در ثانی برف به طور نقطه ای اندازه گیری می شود و ثالثاً عملیات برفسنجی از نظر تعداد اندازه گیری و زمان اندازه گیری در ایستگاه های مناطق مختلف کشور باهم متفاوت است. از طرفی بین پایان ریزش برف و عملیات اندازه گیری آن به دلایلی از قبیل کمبود نیروی انسانی، تجهیزات مورد نیاز و همچنین بسته بودن و صعب العبور بودن مسیر های کوهستانی فاصله زمانی وجود دارد و اندازه گیری میزان برف، به موقع انجام نمی شود. برای داشتن اطلاعات مربوط به برف تنها دانستن عمق آخرین برف کافی نیست بنابراین وجود ایستگاه های برفسنجی الکترونیکی به دفعات مرتب و فواصل زمانی منظم که بتواند ارتفاع برف را اندازه گیری کند و برف تازه را از برفی که قبلاً بر روی زمین بوده است تشخیص دهد ضروری به نظر می رسد زیرا به منظور مدیریت منابع آب داشتن آمار دقیق برف از اهمیت زیادی برخوردار است. امروزه با استفاده از تکنولوژی جدید مانند تصاویر ماهواره، تنها می توان اطلاعاتی راجع به وسعت و عمق برف و حتی آب معادل آن بدست آورد که البته این داده ها، تخمینی بوده و آب معادل برف تنها به طور تقریب بدست می آید. در صورتی که اگر برف توسط برف سنج الکترونیکی اندازه گیری شود، برف تازه و آب معادل آن دقیق قابل اندازه گیری بوده و امکان اجرای برنامه های توسعه پایدار بر پایه منابع آب با اطمینان بیشتری انجام می شود. در ایستگاه های سینوپتیک که اغلب در حومه شهرها هستند، ارتفاع برف اندازه گیری می شود اما همچنان برف تازه به طور جداگانه اندازه گیری نمی شود و تشخیص برف تازه از ارتفاع کل برف بستگی به آگاهی و توانایی پژوهشگر دارد. بارش برف از جمله عوارض آب و هوایی است که به ندرت شرایط برای تداوم بارش آن مهیا است. تنها تحت شرایط رخداد بلاکینگ است که بارش برف می تواند ۵ روز و بیشتر تداوم داشته باشد (درگاهیان، ۱۳۹۲). بارش برف سنگین و مداوم علاوه بر آثار اقلیمی مثبت آن در منطقه تحت پوشش اغز قبیل افزایش ذخایر رطوبت، نفوذ تدریجی آب در زمین و تقویت آب زیر زمینی در منطقه برفی، گاهی مواقع در صورت تداوم و شدت، خسارات اقتصادی و اجتماعی را می تواند بر جامعه تحمیل کند؛ لذا شناسایی و سپس پیش بینی و ارائه پیش آگاهی به موقع در زمینه رخداد آن از اهمیت زیادی جهت کاهش خسارات و اقدامات لازم برای مقابله، برخوردار است. گاهی مواقع یک برف می تواند سنگین باشد اما تداوم زیادی نداشته باشد، به تجربه ثابت شده که در صورت تداوم، خسارات به مراتب بیشتر است. بلاکینگ به علت شبه ایستور بودن و حرکت شرق سوی بسیار کند منجر به ماندگاری شرایط سینوپتیکی و به تبع آن شرایط آب و هوایی خاصی برای چند روز متوالی می گردد بنابراین پس از بارش برف سنگین و مداوم منطقه تحت پوشش برف برای چند روز با ریزش هوای سرد از عرض های بالا مواجه شده و دمای بسیار سردی را تجربه می کند (عزیزی و همکاران ۱۳۸۸ و ۱۳۹۱). در رابطه با اثر بلاکینگ بر روی بارش برف تاکنون مطالعات چندانی صورت نگرفته است. راپرت و همکاران، ۲۰۰۴ در مطالعه بارش و شیت های یخ در شرق قطب جنوب در ارتباط با فراوانی رخداد بلاکینگ در

عرض های میانی به نقش بلاکینگ اشاره کرده اند رابطه بین پوشش برف و الگوی بلاکینگ در نیمکره شمالی برای ۳۱ سال بررسی شده است. نتایج، شواهد قوی از ارتباط بین پوشش برف فصلی و رخداد بلاکینگ را ارائه داده اند (باریوپدرو همکاران، ۲۰۰۶). در کشورمان در مورد بارش برف سنگین و شدید مطالعاتی انجام شده است برف سنگین بهمن ۸۳ از دیدگاه سینوپتیکی و فضایی در استان گیلان مطالعه (فهیمی نژاد و همکاران، ۱۳۹۱) و در تهران بر اساس مدل‌های پیش بینی عددی شبیه سازی شده است (مزرعه فراهانی و همکاران، ۱۳۸۷) مورد بررسی قرار گرفته شده اما از با توجه به پدیده بزرگ مقیاس بلاکینگ مورد بررسی قرار نگرفته است. سایر مطالعات مربوط به تحلیل های آماری و سینوپتیکی این پدیده در یک منطقه محدود و یا یک حوضه می باشد، (پدرام، ۱۳۷۵، **علیجانی و همکاران ۱۳۸۷**، امینی نیا و همکاران، ۱۳۸۹، پروانه و همکاران، ۱۳۸۹، صفری و همکاران، ۱۳۸۹، ، نکو نام و همکاران ۱۳۸۹) اما تاکنون در ارتباط با برف مداوم و ارتباط آن با پدیده بلاکینگ مطالعه ای انجام نشده است. در این مطالعه پس از استخراج الگوهای بلاکینگ منجر به برف سنگین و مداوم، دو رخداد عمده در ارتباط با بلاکینگ بررسی شده است؛ یکی از نظر شدت بارش برف و دیگری از نظر گسترش فضایی رخداد بلاکینگ و وسعت منطقه تحت تاثیر. ریزش برف زمستان ۸۳ از شدت زیادی برخوردار بود به طوری که در برخی نقاط کشور از جمله استان گیلان ارتفاع برف به بیش از ۲ متر رسیده است. این توفان برف از دیدگاه های اقلیمی و سینوپتیکی مورد بررسی قرار گرفته و مساحت پوشش برفی آن با استفاده از تصاویر ماهواره ای MODIS برآورد شده (فهیمی نژاد و همکاران، ۱۳۹۱) و همچنین از دیدگاه دینامیکی و ترمودینامیکی نیز بررسی و با استفاده از مدل ARPS¹ برای منطقه تهران در سه تفکیک فضایی ۴ و ۱۰ و ۳۰ کیلومتر شبیه سازی شده است (فراهانی و همکاران، ۱۳۸۷)، اما از دیدگاه سیستمی و بزرگ مقیاس مورد توجه واقع نشده است. به منظور بررسی شرایط این دو رخداد و ارتباط آنها با پدیده بزرگ مقیاس بلاکینگ، الگوی سینوپتیکی آنها در سطح زمین، ۵۰۰ هکتوپاسکال، موقعیت خط همدمای صفر در سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال و وضعیت لایه ضخامت، یعنی ضخامت جو بین لایه ۱۰۰۰ تا ۵۰۰ هکتوپاسکال، مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. شناسایی الگوهای سینوپتیکی منجر به برف شدید و مداوم به منظور پیش بینی و پیش آگاهی آنها در راستای آمادگی برای کاهش خسارات حائز اهمیت می باشد. خسارات ناشی از رخداد برف های سنگین ناشی از سامانه های همراه با پدیده بلاکینگ به مراتب بیشتر از خسارات ناشی از برف های سنگین و شدید به هر دلیل دیگری می باشد؛ زیرا ریزش برف مرتبط با بلاکینگ که ناشی از ناپایداری تراف سمت راست بلاکینگ امگا است، به علت حرکت کند و شبه ایستا سامانه برای چندین روز متوالی ادامه دارد و ثانیاً چون بلاکینگ یک پدیده بزرگ مقیاس با پدیده های همدیدی متفاوت است پس از گذر تراف سمت راست و اتمام ریزش برف، منطقه تحت تاثیر در زیر نفوذ هوای سرد ناشی از عرض های بالا واقع شده و به علت افت شدید دما مسائل عدیده ای را برای ساکنان منطقه به همراه می آورد (دی ماه ۸۶). در این مطالعه الگوهای بلاکینگ موثر بر بارش های برف مداوم و سنگین در سال ۲۰۰۵ و ۱۹۹۲ مورد بررسی تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. یکی دیگر از خسارت بارترین برف های سنگین و مداوم که در حضور بلاکینگ رخ داد، برف ۲۰۰۷ (دی ماه ۱۳۸۶) بوده که بخش هایی از کشور علاوه بر بارش سنگین برف از سرمای فوق العاده بعد از آن، بر اثر قرار گیری طولانی مدت منطقه تحت تاثیر جلو محور ریج

بلاکینگ، خسارات زیادی را متحمل شدند به طوری که در بسیاری از ایستگاه های نیمه غربی کشور دما به زیر منفی ۳۰- درجه سانتیگراد رسید. طی این رخداد، بارش برف سنگین ابتدا استانهای شمال و شمال غرب کشور را در بر گرفته و کم کم به سمت نواحی البرز جنوبی رسید و سپس سراسر پهنه زاگرس را در بر گرفت به طوری که بیش از ۲۰ استان کشور را تحت تاثیر قرار داد و خسارات زیادی را در بخش های مختلف از جمله حمل و نقل، انرژی و کشاورزی به کشور وارد کرد. برخی از الگوهای بلاکینگ منجر به بارش، می توانند منجر به ریزش برف مداوم نیز شوند تنها به شرط اینکه مرکز بلاکینگ در عرض های خیلی بالا تشکیل شده باشد و ریزش هوای سرد از عرض های خیلی بالا انجام شود. سایر شرایط نظیر موقعیت خط صفر درجه سانتیگراد در سطح ۸۵۰ هکتوپاسکالی و فاصله خطوط هم ارتفاع ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ هکتوپاسکالی که به اصطلاح ضخامت لایه ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ می باشد از اهمیت زیادی برخوردار است. در این مطالعه وقوع دو رخداد برف سنگین و مداوم در حضور رخداد بلاکینگ در نظر گرفته شده که یکی از نظر شدت برف و دیگری از نظر گسترش فضایی و وسعت منطقه تحت تاثیر حائز اهمیت می باشند. با توجه به بزرگ مقیاس بودن پدیده بلاکینگ و با اطلاع از موقعیت و منشاء رخداد های بلاکینگ موثر بر ایران، منطقه مورد مطالعه را از ۴۰ درجه غربی تا ۱۰۰ درجه شرقی طول جغرافیایی و از ۲۰ تا ۸۰ درجه شمالی عرض جغرافیایی در نظر گرفته شده است که در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه

داده ها و روش کار

به منظور شناسایی الگوهای بلاکینگ موثر بر بارش برف سنگین و مداوم ابتدا داده های مربوط به سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال در دوره سرد سال و برای یک دوره آماری ۶۰ ساله برای یک محدوده جغرافیایی از ۴۰ درجه غربی تا ۱۰۰ درجه شرقی طول جغرافیایی و ۲۰ تا ۸۰ درجه عرض شمالی در یک شبکه جغرافیایی با قدرت تفکیک فضایی ۲/۵*۲/۵ از سایت NCEP-NCAR اخذ گردید. این داده ها دارای فرمت netcdf بوده و در نرم افزار Grads طی

برنامه ای پردازش شد و به داده های سطح ۵۰۰ در نرم افزار Excel تبدیل شده، سپس برای برنامه نویسی بر اساس شاخص آشکارسازی دوبعدی رخدادهای بلاکینگ در محیط MATLAB آماده گردید. پس از استخراج رخدادهای با توجه به حجم داده ها از تکنیک مولفه های اصلی و خوشه بندی به روش چند هسته ای K-means برای شناسایی الگوهای غالب فشار مرتبط با بلاکینگ استفاده شد. از بین تمام الگوهای مختلف شناسایی شده مرتبط با دما و بارش ابتدا الگوهای موثر بر بارش شناسایی شد. از بین الگوهای موثر بر بارش الگوی موثر بر بارش برف مداوم و سنگین شناسایی و سایر شرایط سینوپتیکی مرتبط با آن مشخص گردید.

یافته های تحقیق

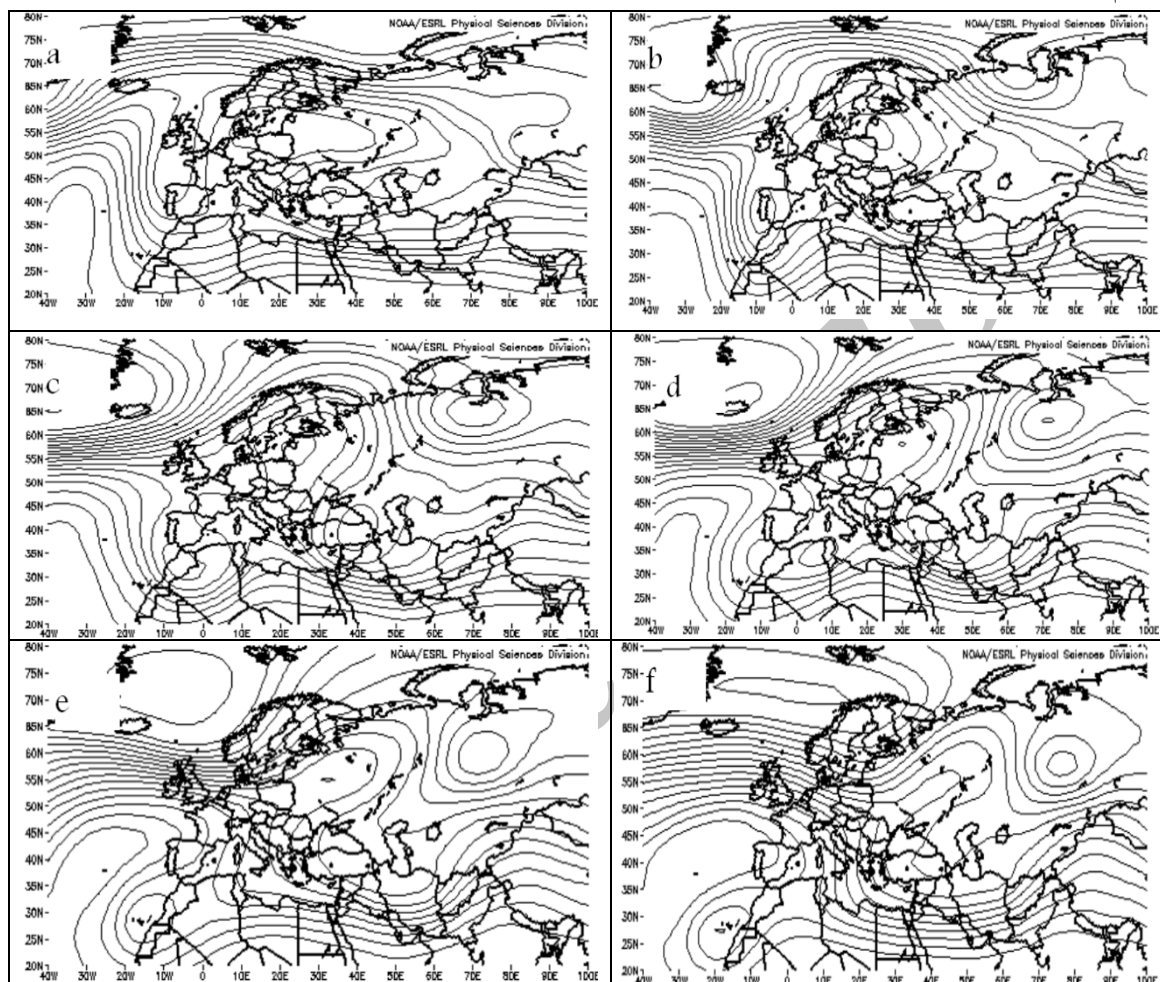
۱- الگوی بلاکینگ منجر به برف ۶ تا ۱۱/۲/۲۰۰۵؛ (بهمن ۸۳ شدت)

برخی از الگوهای بلاکینگ منجر به بارش، می توانند به بارش برف نیز منجر شوند. بررسی الگوهای بلاکینگ منجر به بارش نشان داد که الگوهای بلاکینگ نوع امگا بیشترین فراوانی را دارند. این نوع بلاکینگ با یک پشته بسیار قوی در سطوح میانی و فوقانی جو و دو ترف جانبی و انحراف شدید شارشهای جوی در رودباد در سطح ۳۰۰ و ۲۰۰ هکتوپاسکال همراه است. در سطح زمین یک پرفشار قوی با پشته بلاک و یک زوج کم فشار با ترف های جانبی منطبق می باشد. کل عارضه بلاکینگ یک پدیده بزرگ مقیاس محسوب می شود که قسمتهای مختلف آن با عوارض همدیدی متنوعی همراه است و هر منطقه با توجه به موقعیت قرار گیرش نسبت به این پدیده شرایط اقلیمی متفاوتی را برای چند روز و گاهی حتی چند هفته تجربه می کند. در الگوی بلاکینگ امگا هم ترف سمت راست و هم ترف سمت چپ می تواند به بارش های مداوم و گاهاً سنگین منجر شود؛ اما تنها الگوی امگا ترف سمت راست می تواند به بارش برف سنگین و مداوم منجر شود. بررسی الگوهای بلاکینگ منجر به بارش نشان داد، بلاکینگ هایی که مرکز آنها در عرض های جغرافیایی بالاتر از ۶۰ درجه قرار دارد و ترف سمت راست آنها کشور ما بویژه نیمه شمالی و غربی را در بر می گیرند، می توانند برف مداوم و سنگین به همراه داشته باشند؛ زیرا در این صورت ریزش هوای سرد از عرض های بسیار بالا سبب تقویت و تداوم سامانه و کاهش ضخامت جو و در نتیجه کاهش دما شده و منجر به ریزش برف مداوم و گاهاً سنگین با توجه به سایر شرایط می شود. بارش های برف ناشی از این پدیده بیشتر نیمه شمالی و غربی کشور را در بر می گیرد، نیمه شمالی با توجه به مجاورت آن با منبع عظیم رطوبت دریای خزر و همجواری آن با رشته کوه بزرگ البرز و نوار غربی ایران هم به خاطر شرایط توپوگرافی و موقعیت جغرافیایی آن، از مناطق برف خیز کشور بوده و فراوانی برفهای سنگین ثبت شده در آنها بیش از دیگر نقاط کشور است. که البته همه رخدادهای برف آنها ناشی از رخدادهای بلاکینگ نیست اما مواردی که از تداوم ۵ روز و بیشتر و حتی گاهی ۴ روز برخوردارند در بیشتر موارد ناشی از رخدادهای بلاکینگ است.

۱-۱ شرایط سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال

شکل ۲ وقوع رخدادهای بلاکینگ را در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال نشان می دهد که برای ۶ روز متوالی منجر به بارش برف در نقاطی از شمال، شمال غرب و غرب کشور شده است. شدت ریزش برف در شمال کشور به دلیل فراهم بودن سایر شرایط از جمله جهت جریان باد و منبع عظیم رطوبت دریای خزر و غیره، بیشتر و سنگین تر بوده است.

بررسی شرایط سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال نشان می دهد که ایران تحت تاثیر تراف سمت راست سیستم بلاکینگ است که مرکز آن در عرض های بالاتر از ۶۰ درجه بوده و ریزش هوای سرد از عرض های بالای ۷۰ درجه سبب تقویت ناپایداری و تداوم ریزش برف بوده است. در این رخداد در سه روز اول رخداد الگوی امگا حاکم بوده، اما در سه روز دوم الگوی امگا به الگوی دو قطبی تبدیل شده است.



شکل ۲: الگوی بلاکینگ منجر به برف ۶ تا ۲۰۰۵/۲/۱۱ در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال

۲-۱ شرایط سطح زمین

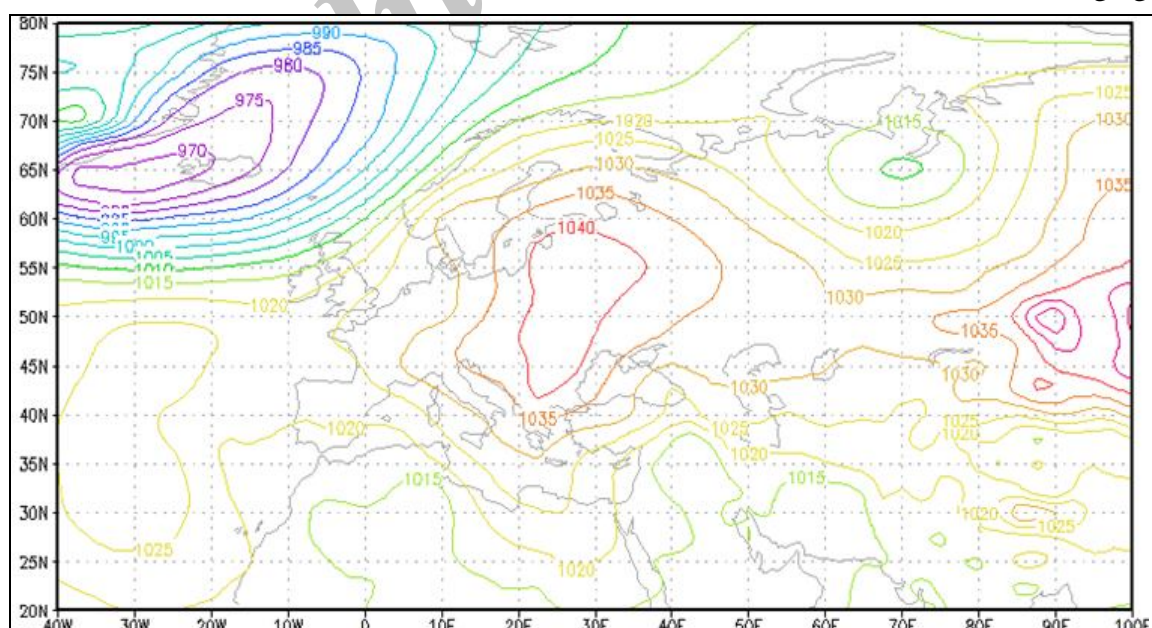
در سطح زمین نفوذ و استقرار یک زبانه پرفشار از پرفشار ادغامی سیبری با مرکزیت ۱۰۵۰ و پرفشار بالکان با مرکزیت ۱۰۴۰ میلیباری بر روی کشور و عبور آن از روی دریای خزر سبب فرارفت هوای سرد و کسب رطوبت به ویژه برای شمال و شمال غرب و سپس غرب کشور شده است. این زبانه پرفشار از ۶ تا ۱۲ فوریه بر کشور حاکم بوده است. به علت استقرار سیستم بلاکینگ توده هوای سرد عرض های بالا مدت زمان بیشتری برای کسب رطوبت داشته و با فراهم بودن سایر شرایط در سایر سطوح جو منجر به بارش برف سنگین و مداوم گردیده است. در شکل ۳ میانگین فشار سطح زمین ۲۰۰۵/۲/۶ تا ۲۰۰۵/۲/۱۱ در طی رخداد بلاکینگ موثر بر بارش برف نشان داده شده است.

۳-۱ شرایط لایه هم ضخامت (۱۰۰-۵۰۰ هکتوپاسکال)

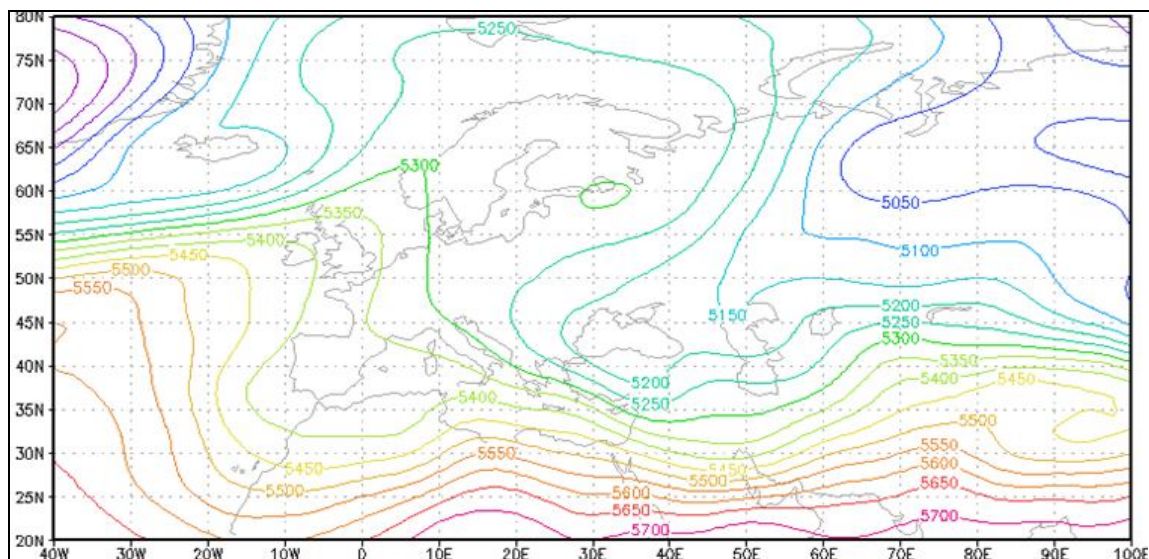
نقشه های ضخامت، حاصل تفاضل اختلاف ارتفاع بین سطح ارتفاع ژئوپتانسیلی ۵۰۰ و ۱۰۰۰ هکتوپاسکال می باشد. از این نقشه ها می توان در تفسیر بسیاری از پدیده های سینوپتیک استفاده کرد. از جمله این پدیده ها نوع بارش، محل جبهه و سایر پدیده ها می باشد (علیجانی ۱۳۸۱). از آنجایی که ضخامت اتمسفر در جایی که سرد باشد، کاهش و منطقه ای که گرم باشد، افزایش می یابد، لذا از نقشه های ضخامت برای تحلیل سینوپتیکی تغییرات دما نیز می توان استفاده کرد. در برخی از منابع ضخامت ۵۲۰۰ را برای برف در نظر گرفته اند. اما با توجه به این که شرایط سطح زمین از جمله ارتفاعات و جهت قرار گیری آنها تاثیر زیادی بر روی شرایط رخداد برف دارد، لذا این ضخامت می تواند متفاوت باشد. به طوری که در قاره امریکا منحنی صفر درجه سطح زمین، با ضخامت ۵۳۰۰ متر مطابقت دارد. در منطقه مورد مطالعه ما، شکل ۴ میانگین لایه ضخامت در زمان رخداد بلاکینگ منجر به برف را نشان می دهد، در طول این مدت منحنی هم ضخامت ۵۳۰۰ متر بر روی غرب و ۵۲۵۰ متر بر روی شمال غرب کشور حاکم بوده است.

۴-۱ موقعیت خط همدمای صفر درجه سانتیگراد

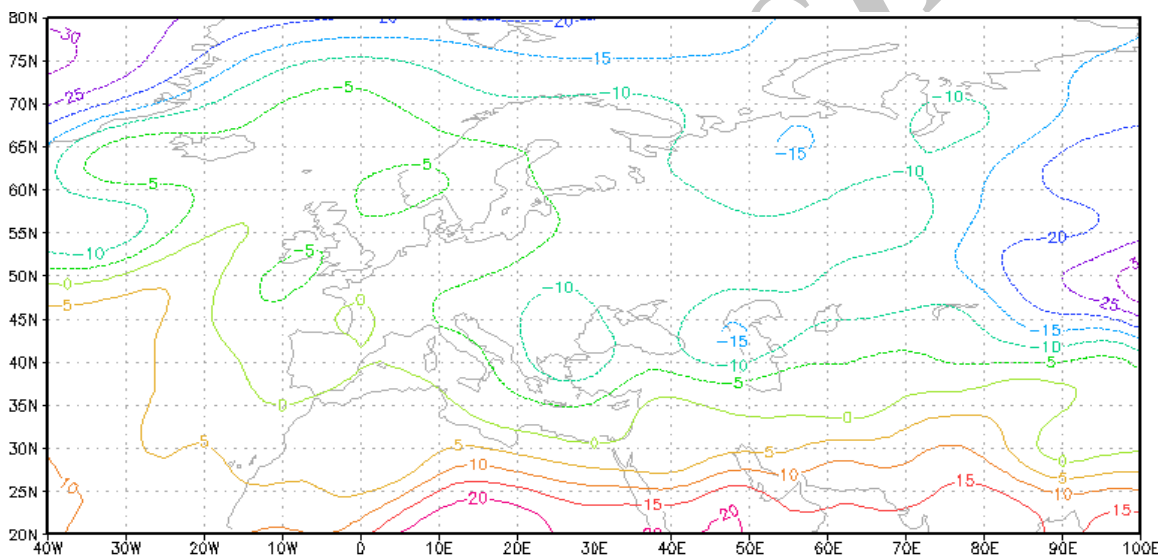
علاوه بر نقشه های ضخامت که به تعیین نوع بارش کمک می کند، در نقشه سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال از موقعیت خط صفر درجه سلسیوس که مرز تقسیم میان بارش باران و برف است، نیز می توان استفاده کرد. در شکل ۴ که نقشه میانگین موقعیت خط صفر درجه سلسیوس برای ۶ تا ۲۰۰۵ / ۲ / ۱۱ را در غرب ایران نشان می دهد. بعلاوه مناطق شمال غرب و شمال حتی در موقعیت خط همدمای کمتر از صفر واقع شده اند. به این ترتیب با کمک نقشه ضخامت و موقعیت خط همدمای صفر، در صورت رخداد بلاکینگ وقوع بارش برف برای چند روز آینده قابل پیش بینی می باشد.



شکل ۳: میانگین فشار سطح زمین ۶ تا ۲۰۰۵ / ۲ / ۱۱



شکل ۴: میانگین نقشه ضخامت (۵۰۰-۱۰۰۰) تا ۶ / ۲ / ۲۰۰۵



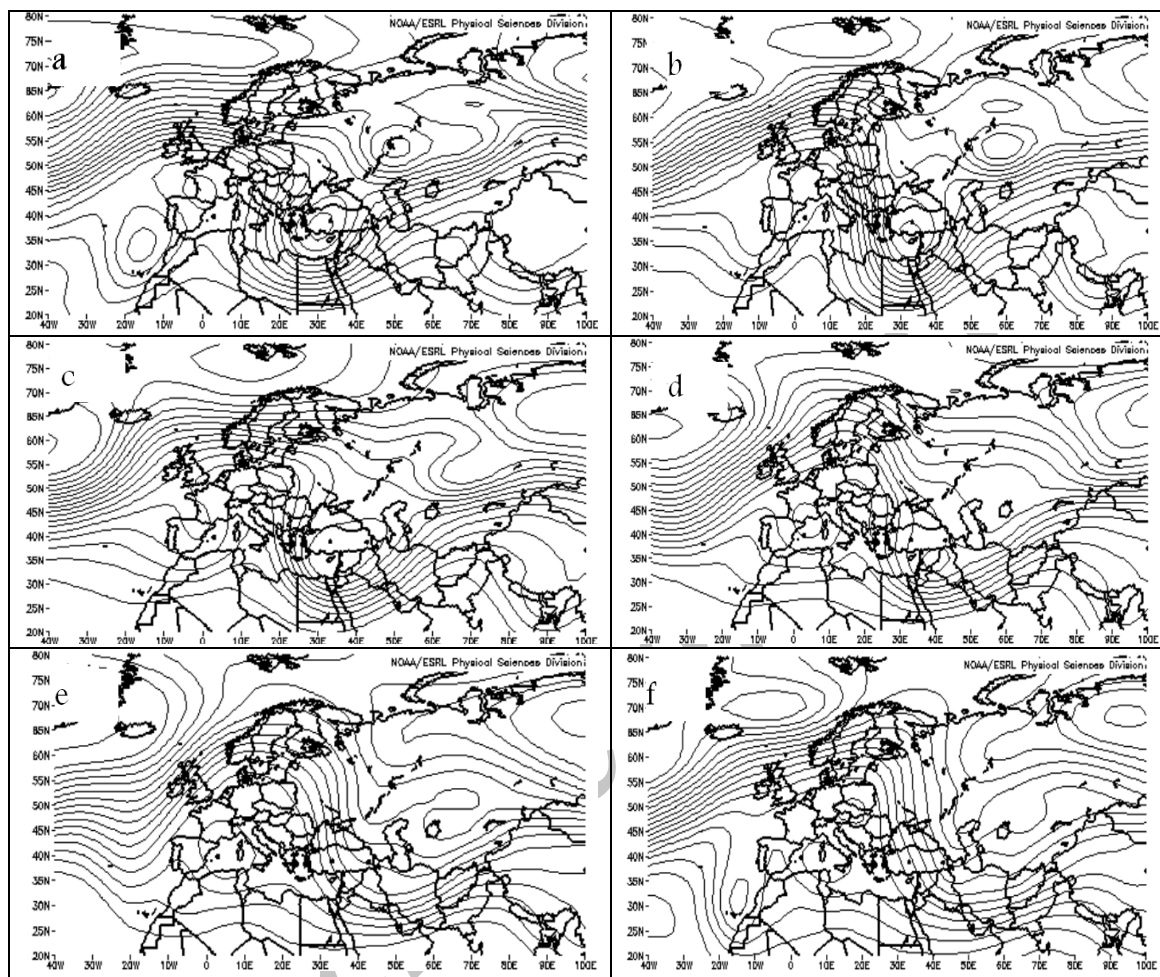
شکل ۵: نقشه میانگین موقعیت خط همدمای صفر درجه در سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال ۶ تا ۲ / ۲ / ۲۰۰۵

۲- الگوی بلاکینگ منجر به برف ۲۳ تا ۱۹۹۲/۲/۲۸ (وسعت)

۲-۱ شرایط سطح ۵۰۰ میلیباری

برف سنگین و با دوام ۶ روزه که از ۲۳ تا ۱۹۹۲/۲/۲۸ تداوم داشته، ناشی از یک الگوی بلاکینگ از نوع امگا بوده است. مرکز این بلاکینگ بر روی شمال اروپا بوده است. غرب و سپس به تدریج مرکز و شمال شرق کشور تحت تاثیر تراف سمت راست این بلاک واقع شده اند. در این سیستم ریزش هوای سرد از عرض های ۶۰ درجه و بالا سبب تقویت آن شده و بلاکه شدن آن برای چند روز سبب تداوم و بارش برف آن شده است. چون تراف از عمق بیشتری برخوردار است و تا عرض های خیلی پایین گسترش پیدا کرده، منطقه تحت تاثیر از گسترش بیشتری برخوردار است. در شکل ۶، موقعیت سیستم بلاکینگ در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال نشان داده شده است. در فصول سرد سال با نفوذ تاوه قطبی به عرض های پایین تر، احتمال ریزش برف افزایش می یابد. در بررسی الگوها مشاهده می شود که برای ریزش برف سنگین نفوذ تاوه قطبی به عرض های پایین ضروری است. بررسی ها نشان می دهد

که فشردگی پهنه بادهای غربی موجب کشیدگی تاوه قطبی به منطقه می شود و لازمه این پیشروی وجود ناوه عمیق شرق مدیترانه است که با شکل دهی جریان جنوب غربی شدید، موجب ریزش هوای سرد در منطقه مورد مطالعه می شود.



شکل ۶: الگوی روزانه بلاکینگ منجر به برف در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال ۲۳ تا ۱۹۹۲/۲/۲۸

۲-۲ شرایط سطح زمین

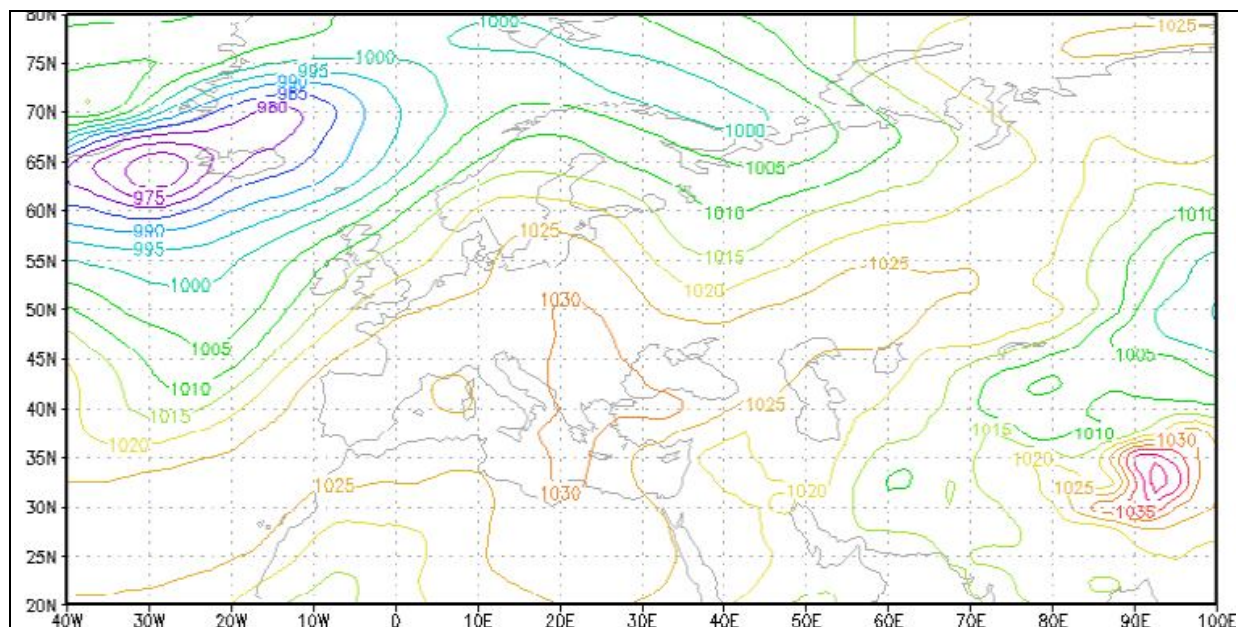
در شکل شماره ۷ میانگین شرایط سطح زمین در زمان رخداد بلاکینگ نشان داده شده است. در بررسی الگوها سطح زمین، نکته قابل توجه نفوذ شدید زبانه کم فشار سودان در سراسر ایران است و همراه آن زبانه کم فشار شرق اروپا با نفوذ به شمال خزر موجب فشردگی منحنی های هم فشار در منطقه می شود و ریزش هوای سرد از ناوه و تزریق رطوبت لازم از زبانه کم فشاری سودانی سبب ریزش برف در منطقه مورد مطالعه می شود. نفوذ سامانه سودانی که دارای رطوبت و گرمای زیادی می باشد، می تواند در تامین رطوبت بارش منطقه موثر باشد.

۲-۳ شرایط لایه هم ضخامت (۱۰۰-۵۰۰ هکتوپاسکال)

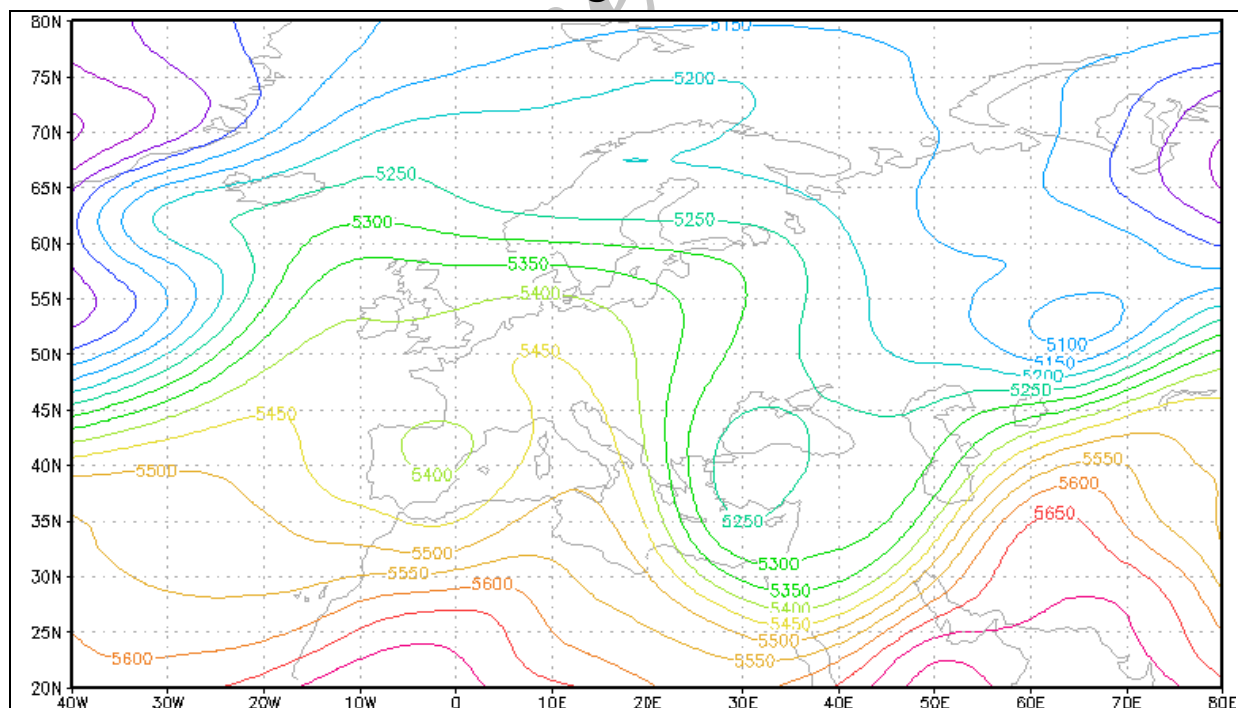
برف ۲۳ تا ۱۹۹۲/۲/۲۸، یکی از رخدادهای بارش شدید و مداوم در حضور رخداد بلاکینگ است. نقشه میانگین ضخامت برای این ۶ روز نشان می دهد که خط هم ضخامت ۵۳۰۰ حتی تا نزدیک عرض ۳۰ درجه جغرافیایی کشیده شده و از نیمه غربی کشور ما عبور کرده است (شکل ۸).

۲-۴ موقعیت خط همدمای صفر درجه سانتیگراد

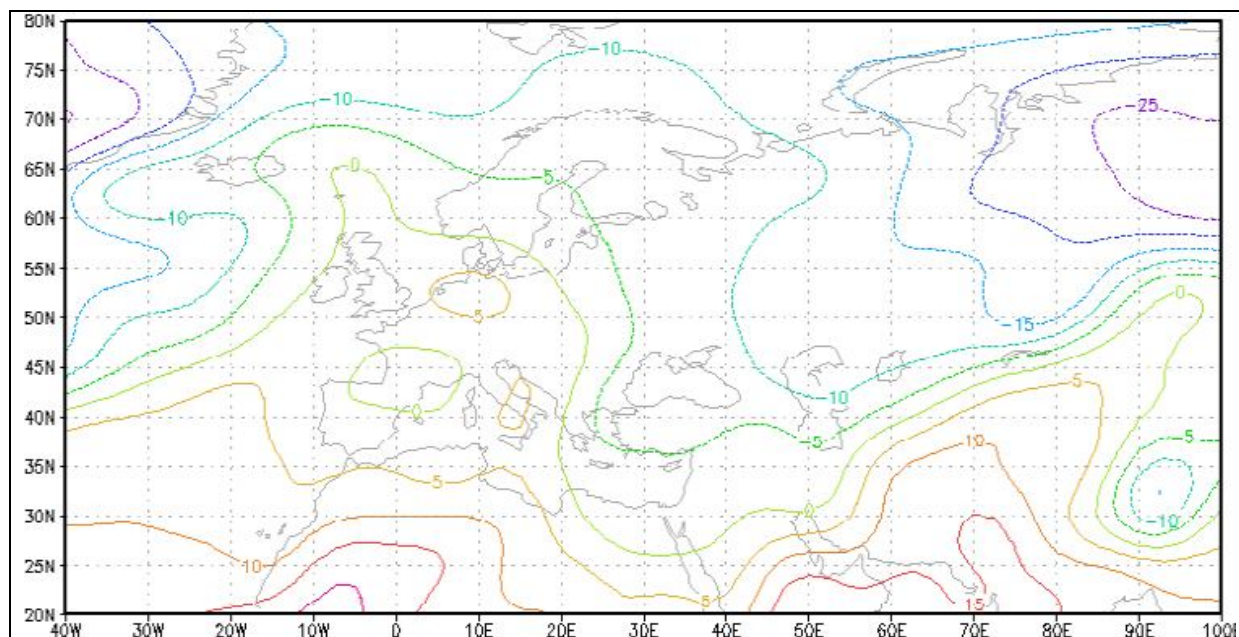
شکل ۹، میانگین نقشه همدمای صفر درجه سانتیگراد در سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال را برای رخداد برف ۲۳ تا ۲۸ فوریه ۱۹۹۲ نشان می دهد. خط همدمای ۰- درجه از شمال ایران عبور می کند و خط صفر درجه تا عرض ۳۰ درجه جغرافیایی کشیده شده و کل نیمه غربی کشور را در بر گرفته است.



شکل ۷: میانگین نقشه هم فشار سطح زمین ۲۳ تا ۲۸ فوریه ۱۹۹۲



شکل ۸: میانگین نقشه ضخامت (۱۰۰۰-۵۰۰) ۲۳ تا ۲۸ فوریه ۱۹۹۲



شکل ۹ میانگین نقشه همدمای صفر درجه سانتیگراد در سطح ۸۵۰ تا ۲۳: ۲۸/۲/۱۹۹۲

نتیجه گیری

ریزش برف های سنگین و مداوم در حضور بلاکینگ به علت طول زمان ریزش و حجم بالای آن، با وجودی که مهمترین و بهترین منبع تغذیه سفره های آب زیرزمینی هستند، می توانند خسارات اقتصادی اجتماعی بالایی را بویژه در بخش حمل و نقل، انرژی (برق و گاز) و کشاورزی به جامعه تحمیل کنند. الگوهای بلاکینگ با توجه به موقعیت و شدتشان، می توانند بر وسعت و شدت ریزش برف موثر باشند. بارش برف سنگین ممکن است دلایل دیگری داشته باشد اما ریزش برف سنگین و مداوم تنها در حضور پدیده بلاکینگ امکان پذیر است بنابراین در این مطالعه الگوهای بلاکینگ منجر به بارش برف مداوم و سنگین شناسایی شده است. در این مطالعه، استخراج الگوهای غالب بلاکینگ نشان داد که برخی از آنها بر روی دما و برخی بر روی بارش موثرند. ۴ الگوی بلاکینگ بر بارش موثر بود که در بین این ۴ الگوی موثر بر بارش، تنها الگوی بلاکینگ امگا تراف سمت راست به عنوان الگوی بلاکینگ موثر بر بارش برف شناسایی شد؛ زیرا ریزش هوای سرد از عرض های بالا سبب تقویت سامانه بارشی شده و فراهم بودن شرایط پرفشار در سطح زمین و حرکت شرق سوی کند سامانه و سایر شرایط منجر به وقوع برف سنگین مداوم و گاهی در وسعت زیاد می گردد. سایر شرایط سینوپتیکی لازم در بارش برف از قبیل موقعیت خط همدمای صفر در سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال و ضخامت لایه ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ در نقشه های هم ضخامت نیز بررسی گردید. نتایج نشان داد که همزمان با رخداد برف های سنگین و مداوم ناشی از بلاکینگ خط همدمای صفر و حتی کمتر تا عرض های پایین رخنه کرده و ضخامت جو به ۵۳۰۰ و گاهی کمتر رسیده است. از آن جایی که بارش برف های سنگین و مداوم ناشی از تراف سمت راست بلاکینگ است، پس از اتمام بارش برف به علت ویژگی شبه ایستا بودن پدیده بلاکینگ منطقه برای چند روز تحت تاثیر ریزش هوای سرد از عرض های بالا در جلو محور ریح بلاکینگ قرار

گرفته و با افت شدید دما و تداوم پدیده یخبندان و سرما، خسارات ناشی از ریزش برف سنگین را دو چندان می کند.

پیشنهادات

- ۱- در آمار هواشناسی، برف مانند سایر پارامتر های آب و هوایی نظیر دما و بارش، دارای آمار قابل دسترس نیست و جزء پدیده ها محسوب می شود لذا بهتر است مانند پارامترها آمار دقیق و قابل ارائه و قابل دسترس باشد.
- ۲- در آمار مربوط به پدیده برف اطلاعات مربوط به برف روی زمین و برف تازه باید تفکیک شود.
- ۳- تجهیز ایستگاه های برف سنجی به برفسنج های الکترونیکی جهت دسترسی به آمار دقیق برف جهت بهره برداری و برنامه ریزی بهینه و مدیریت منابع آب.

منابع

- ۱- امینی نیا، کریم، لشگری، حسن، علیچانی، بهلول، ۱۳۸۹، بررسی و تحلیل نوسانات بارش برف سنگین در شمال غرب ایران، فصلنامه فضای جغرافیایی، سال دهم، شماره ۲۹، ص ۱۴۵-۱۶۵.
- ۲- بهبودی، عظیم، ۱۳۸۱، تحلیل آماری و سینوپتیکی بارش های برف سنگین منطقه اردبیل، پایان نامه کارشناسی ارشد.
- ۳- پدرام، مزده، ۱۳۷۵، الگوی سینوپتیکی پیش بینی برف در ایران، رساله کارشناسی ارشد دانشگاه تهران.
- ۴- پدرام، مزده، قائمی، هوشنگ، هدایتی، اکرم، مرتضوی، افسانه، ۱۳۹۱، ریزش برف و ارتباط آن با دما در استان کردستان، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۱۰۶، ص ۱۴۹-۱۶۶.
- ۵- پرهمت، جهانگیر، ثقفیان، بهرام، صدقی، حسین، ۳۸۴، بررسی کاربرد مدل SRM در شبیه سازی رواناب حاصل از ذوب برف با استفاده از داده های ماهواره ای در حوزه های بدون آمار برف، مجله تحقیقات منابع آب ایران شماره ۱، ص ۱-۱۱.
- ۶- پروانه، بهروز، شیراوند، هنگامه، درگاهیان، فاطمه، ۱۳۸۹، بررسی الگوهای سینوپتیکی روزانه بارش برف سنگین در غرب ایران، همایش کاربرد جغرافیای طبیعی در برنامه ریزی های محیطی.
- ۷- ذوالفقاری، حسن، معصوم پور، جعفر، رشیدی، الهه، میری، مرتضی، ۱۳۹۱، تاثیر سامانه های بندالی جو بر وقوع و استمرار دوره های خشک غرب و شمال غرب ایران، فصلنامه علمی پژوهشی سال سوم، شماره ۹-۱۰.
- ۸- صفری، هدیه، صلاحی، برومند، ۱۳۸۹، تحلیل آماری و سینوپتیکی بارش های برف سنگین شهرستان کرمانشاه، پنجمین همایش ملی زمین شناسی و محیط زیست.
- ۹- عزیزی، قاسم، خلیلی، مانده، ۱۳۹۰، نقش بلاکینگ در رخداد دماهای فرین ایران، پژوهش های جغرافیای طبیعی، صص ۳۹-۵۵.

- ۱۰- عزیزى، قاسم، اکبری، طیبه، داوودی، محمود، اکبری، مهری، ۱۳۸۸، تحلیل همیدی موج سرمای شدید دی ماه ۱۳۸۶ ایران، پژوهش های جغرافیای طبیعی، صص ۱۹-۱.
- ۱۱- علیجانی، بهلول، هوشیارفرد، محمود، ۱۳۸۷، شناسایی الگوهای سینوپتیکی سرماهای شدید شمال غرب، پژوهش های جغرافیایی، صص ۱۶-۱.
- ۱۲- فهیمی نژاد، الهام، حجازی زاده، زهرا، علیجانی، بهلول، صیائیان، پرویز، ۱۳۹۱، تحلیل سینوپتیکی و فضایی توفان برف استان گیلان، نشریه جغرافیا و توسعه ی ناحیه ای شماره ۱۹، صص ۳۰۲-۲۸۱.
- ۱۳- معاونت پژوهش و مطالعات پایه، گزارش برف سنجی سال ۱۳۹۰-۸۹.
- ۱۴- مزرعه فراهانی، مجید، احمدنیا، مصطفی، علیزاده، امید، ۱۳۸۷، کاربست مدل پیش بینی عددی ARPS بر شبیه سازی توفان برف بهمن ۱۳۸۳ در تهران، مجله فیزیک زمین و فضا شماره ۴، صص ۱۷۵-۱۵۵.
- ۱۵- نکو نام، زری، مزیدی، احمد، ۱۳۸۹، تحلیل پوشش برف در حوضه فخرآباد یزد، مجموعه مقالات چهارمین کنگره بین المللی جغرافیادانان جهان اسلام.
- 16- Barriopedro, D., R. Garcna-Herrera, Lupo, A. R and Herna'nde, E. 2006, climatology of Northern Hemisphere blocking. *J. Climate*, 19, pp 1042-10.
- 17- Barriopedro, D., Garcna-Herrera R., 2006, Northern Hemisphere snow cover and atmospheric blocking , *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 8, 02665, 2006.
- 18- Cattiaux, J., R. Vautard, C. Cassou, P. Yiou, V. Masson-Delmotte, and F. Codron , 2010, Winter 2010 in Europe: A cold extreme in a warming climate, *Geophys. Res. Lett.*, 37.
- 19- Claudio Scarchilli, Massimo Frezzotti, Paolo Michele Ruti. 2010, Snow precipitation at four ice core sites in East Antarctica: provenance, seasonality and blocking factors. *Climate Dynamics*. Online publication date: 3-Dec-2010.
- 20- Croci-Maspoli, M., C. Schwierz, H. C. Davies, 2007, A Multifaceted Climatology of Atmospheric Blocking and Its Recent Linear Trend. *J. Climate*, 20 , pp 633-649.
- 21- Davini, P., Cagnazzo, C., Neale, R., Tribbia, J. 2012, Coupling between Greenland blocking and the North Atlantic Oscillation pattern. *Geophysical Research Letters* 39:14
- 22- Dong, L., Vogelsang, T. J., Colucci, S.J. 2007, Notes and Correspondence Inter decadal Trend and ENSO-Related Interannual Variability in Southern Hemisphere Blocking, *Department of Earth and Atmospheric Sciences*.
- 23- Davini, P., Cagnazzo, C., Neale, R., and Tribbia, J. 2012, Coupling between Greenland blocking and the North Atlantic Oscillation pattern, *Geophys. Res. Lett.*, 39.
- 24- Davini, P., C. Cagnazzo, S. Gualdi, and A. Navarra, 2012, Bidimensional diagnostics, variability and trends of Northern Hemisphere Blocking. *J. Climate* pp6496-6509.
- 25- Lupo, A.R., and Smith, P.J. 1995, Climatological Features of Blocking Anticyclones in the Northern Hemisphere." *Tellus*, vol 47A, pp 439 - 456.
- 26- Marques, R. F. C., V. Brahmananda Rao, 1999, A Diagnosis of a Long-Lasting Blocking Event over the Southeast Pacific Ocean. *Mon. Wea. Rev.*, 127, pp1761-1776.

- 27-Massom, Robert A., Michael J. Pook, Josefino C. Comiso, Neil Adams, John Turner, Tom Lachlan-Cope, Timothy T. Gibson, 2004, Precipitation over the Interior East Antarctic Ice Sheet Related to Midlatitude Blocking-High Activity. *J. Climate*, 17, 1914–1928.
- 28-Massom, Robert A., Michael J. Pook, Josefino C. Comiso, Neil Adams, John Turner, Tom Lachlan-Cope, Timothy T. Gibson, 2004, Precipitation over the Interior East Antarctic Ice Sheet Related to Midlatitude Blocking-High Activity. *J. Climate*, 17, 1914–1928.
- 29- Norel Rimbu, Gerrit Lohmann, Klaus Grosfeld. 2007, Northern Hemisphere atmospheric blocking in ice core accumulation records from northern Greenland, *Geophys Geophysical Research Letters*. Volume 34, Issue 9, May 2007.
- 30- Pfahl, S., Wernli, H., 2012, Quantifying the relevance of atmospheric blocking for co-located temperature extremes in the Northern Hemisphere on (sub-)daily time scales, *Geophysical Research Letters*, Volume 39.
- 31-Seager, R., Y. Kushnir, J. Nakamura, Ting, M., and Naik, N., 2010, Northern Hemisphere winter snow anomalies: ENSO, NAO and the winter of 2009/10, *Geophys. Res. Lett.*, 37.
- 32- Scarchilli, C., Frezzotti, M., Michele, P., 2010, Snow precipitation at four ice core sites in East Antarctica: provenance, seasonality and blocking factors, *Clim Dyn* 37:2107–2125.
- 33- Sillmann, J., Croci-Maspoli, M., KALLACHE, M.K., Katz, R. W. 2011, Extreme Cold Winter Temperatures in Europe under the Influence of North Atlantic Atmospheric Blocking, National Center for Atmospheric Research.
- 34- Tania Buehler, Christoph. C. Rarble, Thomas. F. Stocker, 2011, The relationship of winter season North Atlantic blocking frequencies to extreme cold or dry spells in the ERA-43, *Tellus A* Volume 63, Issue 2, pages 212–222.
- 35-Woollings, T., Charlton-Perez, A., Ineson, S., Marshall, A.G., Masato, G. 2010, Associations between stratospheric variability and tropospheric blocking. *Journal of Geophysical Research*.