دوفصل نامه آب و هواشناسی کاربردی
سال دوم، شماره دوم، پیاپی (۳)، پاییز و زمستان ۱۳۹۴

واکاوی مکانی - زمانی بارش برف های سنگین غرب کشور (مطالعه موردی: استان کردستان)

فرشاد صفرپور*، دانشجوی دکترای آب و هواشناسی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه اصفهان، ایران
جواد خوشحال دستجردی، دانشیار اقلیم شناسی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه اصفهان، ایران
خداکرم حاتمی، دانشجوی دکترای آب و هواشناسی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه اصفهان، ایران
بهمن بیگلو، دانشجوی دکترای آب و هواشناسی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه اصفهان، ایران
علی هاشمی، دانشجوی دکترای آب و هواشناسی کشاورزی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه اصفهان، ایران
* نویسنده مسئول : farshadclima2008@gmail.com

وصول: ۹۳/۱۱/۲۹ پذیرش: ۱۳۹۵/۸/۲۵
صص: ۸۲- ۶۹

چکیده

در این پژوهش ابتدا با ایجاد ماتریس داده‌های روزانه بارش برف ایستگاه‌های سینوپتیک استان کردستان، روزهای دارای برف سنگین و فراگیر در طول دوره آماری ۲۰ ساله (۲۰۱۲-۱۹۹۲) شناسایی شد. سپس بر اساس شرط گستردگی رخداد برف در بیش از ۴ ایستگاه، روزهای برفی انتخاب شدند. بر این اساس ۱۰۰۲ روز برفی شناسایی شد و بر اساس شرط گستردگی رخداد برف در ۴ ایستگاه یا بیشتر ۲۷۳ روز رخداد برف برای تحلیل گردش‌های جوی استخراج گردید. با توجه به این روزها، داده‌های جوی ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال با ابعاد ۱۰۵۴ ×۲۷۳ (۱۰۵۴ نقطه در روی ستون و ۲۷۳ روز در روی ردیف) استخراج شد و برای تحلیل خوشه‌ای با محاسبه‌ی فاصله‌ی اقلیدسی و ادغام آن به روش «وارد» ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال به ۳ خوشه طبقه‌بندی گردید و در هر خوشه یک روز به عنوان الگوی گردشی نماینده روزهای رخداد برف انتخاب و مورد تجزیه تحلیل قرار گرفت. نتایج تحقیق نشان داد که استقرار ناوه‌ای عمیق در غرب ایران و قرارگیری شرق ناوه یا سردچال بالایی بر روی منطقه مورد مطالعه در تراز میانی جو و حاکمیت کم فشار در تراز دریا و حرکات قائم جو (امگای منفی) نقش اساسی در شکل‌گیری بارش دارد. اما کاهش دما در ترازهای پایین (۸۵۰ هکتوپاسکال) و رسیدن به آستانه‌های ۵- و کمتر، بارش را به شکل پدیده‌ی برف رخنمون می‌سازد.

واژه های کلیدی: واکاوی مکانی - زمانی، الگوی گردشی، برف سنگین و کردستان.

مقدمه

پدیده بارش حاصل اندرکنش‌های پیچیده جو است که در میان رویدادهای اقلیمی، با توجه به نقش حیاتی آن اهمیت ویژه‌ای دارد. اهمیت بررسی پدیده بارش زمانی آشکارتر است که یک مکان شاهد ریزش ناچیز، قابل‌توجه و یا

ناگهانی بارش باشد. بارش‌های سنگین اغلب بر روی قلمروهای کوچک رخ می‌دهند با این حال ممکن است این رویدادها نتیجه سامانه‌های بزرگ‌مقیاس باشند و همچنین انرژی و رطوبتشان را از مناطق دوردست دریافت کنند (کاویانی و علیجانی، ۱۳۷۹: ۲۶۱). برف به عنوان یک عنصر اقلیمی با توجه به فصل بارش، جامد بودن آب و پیامدهایی که با خود می‌آورد، درخور مطالعه و توجه پژوهش‌گران محیط زیست است. ریزش‌های جوی به صورت برف در ایجاد جریان‌های سطحی و تغذیه سفره‌های زیرزمینی نقش اساسی بر عهده داشته و از لحاظ ریز اقلیم نیز به دلیل هدایت گرمایی ضعیفی که دارد، محافظ خوبی برای پوشش گیاهی خود در مقابل سرما به شمار می‌رود (کاویانی، ۱۳۸۰: ۱۰۴). در رابطه با تحلیل همدید بارش‌های سنگین مطالعات گسترده‌ای در سطح جهان انجام شده که از جمله آن‌ها می‌توان موارد زیر را نام برد:

فایرس[1] (۱۹۸۸) به تحلیل همدیدی نوع آب و هوا با استفاده از بارش روزانه ماه ژانویه در دریاچه چارلز لویز پرداخته، کیبلس[2] (۱۹۸۹) با استفاده از نقشه‌های سطح ۷۰۰ هکتوپاسکال، توزیع حداکثر بارش طی ماه‌های ژوئن و سپتامبر در منطقه بی‌مودال را بررسی کرده، بلترامدو[3] و کمبرلین[4] (۱۹۹۳) ارتباط گردش‌های جوی و تغییرات بارش‌های سالانه در منطقه سومالی را مطالعه کرده و بین این بارش‌ها و فشار در روی اقیانوس هند همبستگی مثبتی به دست آورده‌اند. وانگ[5] و همکاران (۲۰۰۹) به بررسی تغییرات سیکلون‌های برون حاره در آسیای شمال‌شرقی با استفاده از الگوهای سینوپتیک پرداختند. همچنین دلدن[6] و همکاران (۲۰۰۱) با توجه به الگوهای سینوپتیک، به بررسی وضعیت سینوپتیک توفان‌های تندری در غرب اروپا پرداختند. هومار[7] و همکاران (۲۰۰۱) به شناسایی همدیدی و متوسط مقیاس رخداد ترنادو در جزایر باله آریک پراختند. در همین رابطه کوداما[8] و بارنز[9] (۱۹۹۷) حادثه بارش سنگین روی دامنه‌های جنوبی هاوایی را با استفاده از الگوهای سینوپتیک بررسی کردند و یوما[10] (۱۹۹۸) رخداد بارش سنگین در جنوب چین را با استفاده از الگوهای جوی مطالعه کرده است.

در رابطه با بررسی همدیدی گردش‌های جوی و ارتباط آن با وقوع بارش در ایران می‌توان به زمینه‌های مطالعاتی مانند تاثیر نوسانات پرفشار جنب‌حاره‌ای در تغییر فصل ایران (حجازی‌زاده، ۱۳۷۲)، بلوکینگ و اثر آن بر بارش‌های ایران (عزیزی، ۱۳۷۵)، بررسی همدید نقش دریای سیاه بر بارش ایران (مفیدی، ۱۳۷۹) و بررسی پراکندگی مکانی و زمانی بارش ایران نسبت به عوامل همدید ایجادکننده آن (عربی، ۱۳۸۵) اشاره کرد. خوشحال دستجردی (۱۳۷۶) به بررسی و تحلیل الگوهای همدیدی - کلیماتولوژی بارش‌های بیش از ۱۰۰ میلیمتر در سواحل جنوبی دریای خزر پرداخته است. مفیدی و زرین (۱۳۸۴) با بررسی الگوهای گردش ترازهای ۸۵۰، ۵۰۰، ۲۰۰، و ۵۰ هکتوپاسکال و سطح زمین، الگوهای همدید ۱۸ طوفان با منشأ سودانی را بررسی کردند. حبیبی (۱۳۸۵) نقش سامانه‌های بندالی در

[1] Faiers
[2] Keables
[3] Beltramdo
[4] Kamberline
[5] Wang
[6] Delden
[7] Homar
[8] Kodama
[9] Barnes
[10] Yama

چرخندزایی روی دریای مدیترانه و اثر آن‌ها در سیل سال ۲۰۰۰ غرب ایران را مورد مطالعه قرار داده است. کریمی‌نیا و همکاران (۱۳۸۸) به بررسی نوسانات بارش برف‌های سنگین در شمال‌غرب پرداختند. امیدوار و همکاران (۱۳۸۹).به تحلیل همدیدی اثرهای سردچال در وقوع بارش‌های شدید در نواحی مرکز و جنوب غرب ایران پرداختند. فهیمی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۱) به تحلیل سینوپتیک و فضایی طوفان برف استان گیلان پرداختند و سه الگوی بارش برف را برای روزهای برفی تعیین کردند.

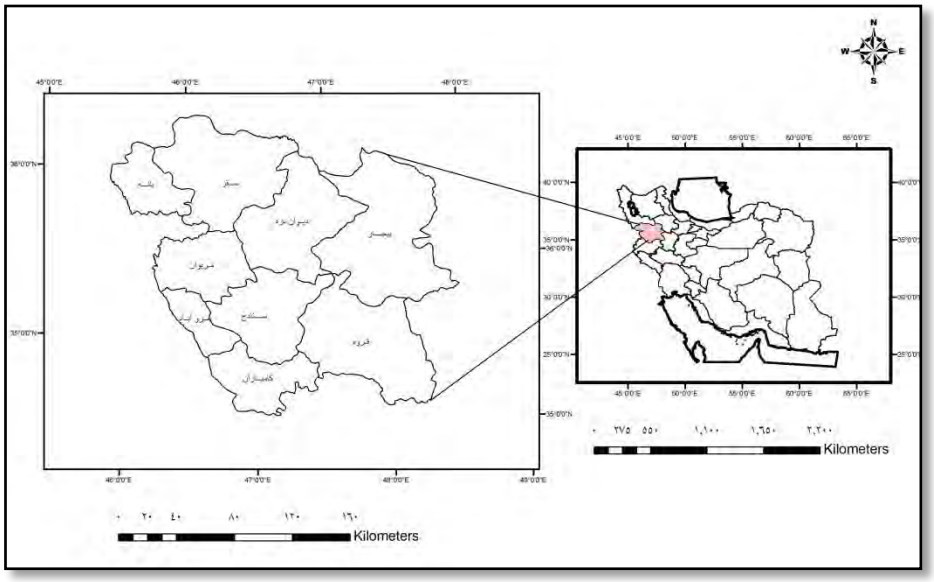
هدف این تحقیق بررسی نقش الگوهای فشار و سامانه‌های همدید در بارش برف‌های شدید غرب کشور و به‌ویژه استان کردستان با استفاده از الگوهای جوی سطح زمین و ترازهای بالای جو می‌باشد. در پژوهش حاضر با ترسیم نقشه‌های همدید مربوط به متغییرهای مختلف داده‌های جو بالا برای روز نماینده الگو، سعی شده تا عوامل دینامیک و ترمودینامیک به‌وجودآورنده رخداد برف‌های سنگین در غرب کشور، شناسایی و تبیین گردد.

داده‌ها و روش‌شناسی

پژوهش حاضر به لحاظ ماهیت کاربردی و از نظر روش از نوع تحقیقات توصیفی – تحلیلی می‌باشد. هدف از مطالعات همدید یافتن رابطه‌ی بین پدیده‌های محیطی و الگوهای گردشی جو است (یارنال: ۹). در این مطالعه از رویکرد محیطی به گردشی برای شناخت الگوهای گردشی روزهای برفی استفاده شده است. بنابراین دو پایگاه داده مورد نیاز است یکی داده‌های مربوط به ایستگاه‌های سینوپتیک از قبیل روزهای برفی، ارتفاع برف، دمای کمینه و دمای روزانه که از اداره کل هواشناسی استان دریافت شده و دیگری اطلاعات مربوط به متغیرهای ترازهای مختلف جوی از قبیل ارتفاع ژئوپتانسیل، فشار تراز دریا ، دما، باد مداری و نصف النهاری و حرکات صعودی جو(امگا) و وزش رطوبتی روزهای رخداد برف که از سایت www.cdc.noaa.gov به صورت روزانه دریافت شده است.

منطقه‌ی مورد پژوهش استان کردستان است که دارای ۹ ایستگاه سینوپتیک می‌باشد (نگاره ۱). در این تحقیق از ۶ ایستگاه که دارای اطلاعات روزهای برفی بوده، در دوره آماری مورد مطالعه ۱۹۹۲ تا ۲۰۱۲ استفاده شده است. در این تحقیق برای شناخت الگوهای گردشی روزهای برفی شرط گستردگی رخداد برف در استان مد نظر قرار گرفت و روزهایی که در بیش از ۴ ایستگاه گزارش رخداد برف ثبت شده بود، برای تحلیل الگوهای گردشی استخراج گردید.

در دوره‌ی آماری مورد پژوهش ۱۰۰۲ روز رخداد برف گزارش شده است که گستردگی آن از یک تا ۶ ایستگاه همزمان بوده است. بنابراین بر اساس شرط گستردگی رخداد برف در ۴ ایستگاه یا بیشتر ۲۷۳ روز رخداد برف برای تحلیل گردش‌های جوی استخراج گردید و داده‌های ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در محدوده‌ی ۳۰- درجه طول غربی تا ۱۰۰ درجه طول شرقی و عرض جغرافیایی ۱۰ تا ۸۰ درجه شمالی با ابعاد ۱۰۵۴ ×۲۷۳ (۱۰۵۴ نقطه در روی ستون و ۲۷۳ روز در روی ردیف) استخراج گردید. سپس داده‌های ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال بر اساس تحلیل خوشه‌ای با محاسبه‌ی فاصله اقلیدسی و ادغام آن به روش وارد به سه خوشه طبقه‌بندی گردید و در هر خوشه یک روز به عنوان الگوی گردشی روزهای رخداد برف انتخاب شد و مورد تجزیه تحلیل قرار گرفت.



نگاره ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

نتایج و بحث

برای شناخت الگوهای گردشی در روزهای برفی با کاربرد تحلیل خوشه‌ای بر روی داده‌های فشار تراز دریا ۳ خوشه مجزا شناسایی شد و در هر خوشه یک روز به عنوان روز نماینده‌ی الگو بر مبنای تحلیل همبستگی انتخاب گردید که روزهای نماینده‌ی الگو در هر خوشه در جدول زیر آورده شده است.

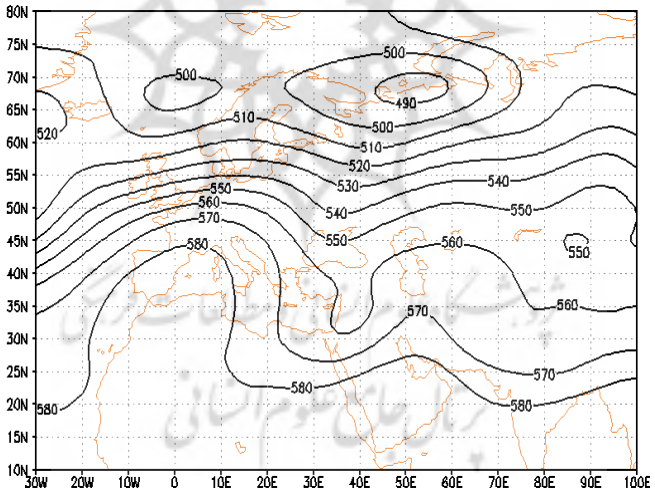
جدول ۱- ویژگی الگوهای نماینده بر مبنای تحلیل همبستگی

روز شمسی	ماه شمسی	سال شمسی	روز میلادی	ماه میلادی	سال میلادی	درصد فراوانی	همبستگی درون گروهی	همبستگی روز نماینده الگو	الگو
۸	۱۱	۱۳۸۰	۲۸	۱	۲۰۰۲	۲۶	۰/۷۲۹۲۴	۰/۸۳۹۳۸	روز نماینده الگوی اول
۲۰	۱۱	۱۳۸۳	۸	۲	۲۰۰۵	۱۷	۰/۴۸۳۱۲	۰/۶۳۹۰۱	روز نماینده الگوی دوم
۲۲	۱۰	۱۳۸۶	۱۲	۱	۲۰۰۸	۲۸	۰/۴۳۸۷۶	۰/۶۱۰۶۳	روز نماینده الگوی سوم

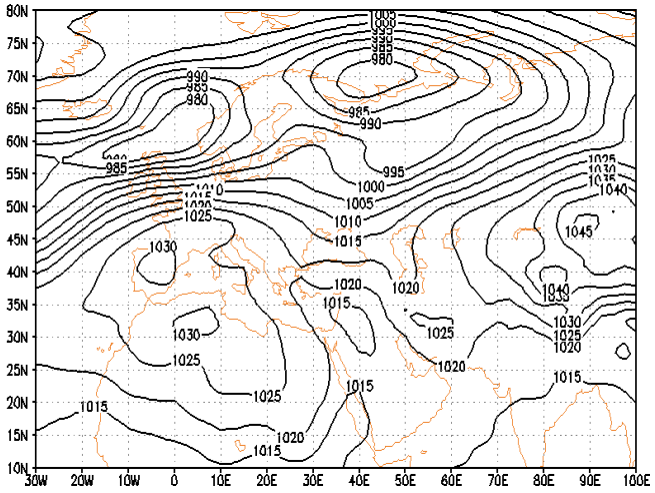
الگوی اول (۲۸ ژانویه ۲۰۰۲)

این الگو دارای ۲۸ درصد فراوانی سالانه است که در بروز پدیده‌ی برف در منطقه‌ی مورد مطالعه نقش اساسی دارد. نقشه‌ی ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال نشان می‌دهد که ناوه‌ای عمیق با ارتفاع ۵۵۰ دکامتر و با محوریت شرق دریای مدیترانه و دریای سیاه تا شمال آفریقا گسترده شده است و هوای گرم شمال آفریقا به عرض‌های ۴۵ درجه

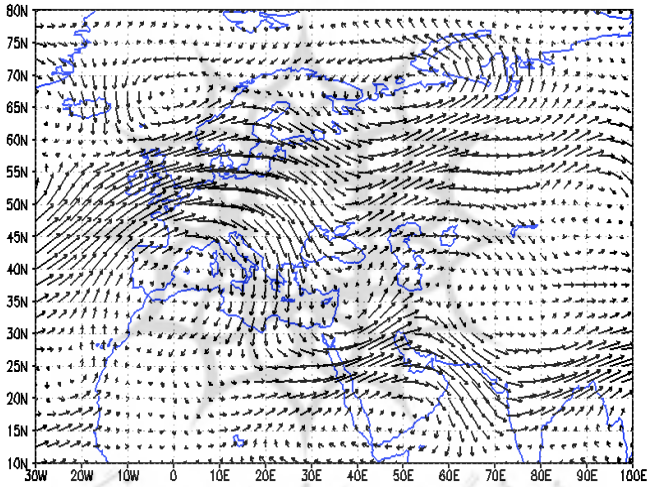
شمالی نفوذ نموده که در عمیق شدن ناوه تاثیر داشته است. این شرایط باعث قرارگیری قسمت شرق ناوه یا منطقه‌ی هم‌گرایی پایینی و واگرایی بالایی بر روی استان کردستان شده است (نگاره ۲). همچنین نقشه‌ی فشار تراز دریا در این روز نشان می‌دهد که کانون کم‌فشار جنب قطبی تا عرض جغرافیایی ۵۰ درجه شمالی گسترش یافته و زبانه‌ای از آن تا مناطق جنوبی دریای خزر گسترده شده که این زبانه منطبق با ناوه تراز میانی جو است. همچنین کانون کم‌فشاری با فشار ۱۰۱۵ هکتوپاسکال در شرق دریای مدیترانه حاکمیت دارد و با گردش پادساعتگرد رطوبت دریای مدیترانه و دریای سرخ را به سمت استان هدایت می‌کند (نگاره ۳). نقشه‌ی وزش باد در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال نشان می‌دهد که جهت وزش باد حالت پادساعتگرد است و بر روی استان کردستان جهت وزش باد جنوب‌غربی است. این وضعیت هوای مرطوب دریای مدیترانه و دریای سرخ را به سمت استان سرازیر می‌کند (نگاره ۴). نقشه‌ی امگای تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال در این الگو نشان می‌دهد که در غرب ایران جریانات منفی حاکم است و شرایط ناپایداری و صعود هوا را تبیین می‌کند (نگاره ۵). با توجه به نقشه‌ی همدمای تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال در روز الگو، می‌توان دید که منحنی صفر درجه سانتی‌گراد به صورت هسته‌ای جداگانه در شمال‌غرب کشور و استان کردستان حاکمیت دارد که این حالت نشان‌دهنده‌ی سرمایش شدید هوا در ترازهای فوقانی و در سطح منطقه است (نگاره ۶). نقشه رودباد تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال در روز الگو بیان می‌کند که مسیر گذر رودباد در روی ایران بوده و سرعت کانونی آن به ۵۵ متر بر ثانیه می‌رسد و قسمت واگرایی بالایی رودباد بر روی استان گسترش دارد که در تشدید ناپایداری زیرین نقش دارد (نگاره ۷).



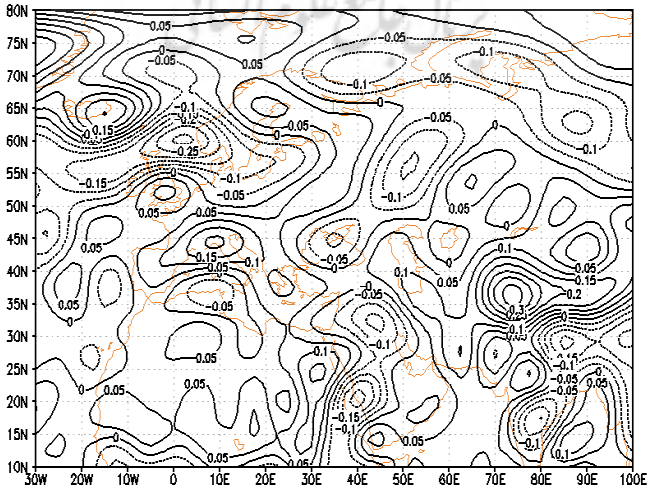
نگاره ۲- نقشه‌ی ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال (۲۸ ژانویه ۲۰۰۲)



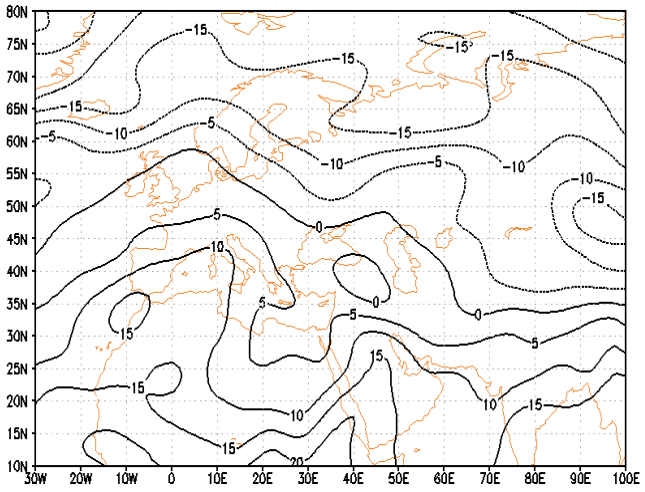
نگاره ۳- نقشه‌ی فشار تراز دریا (۲۸ ژانویه ۲۰۰۲)



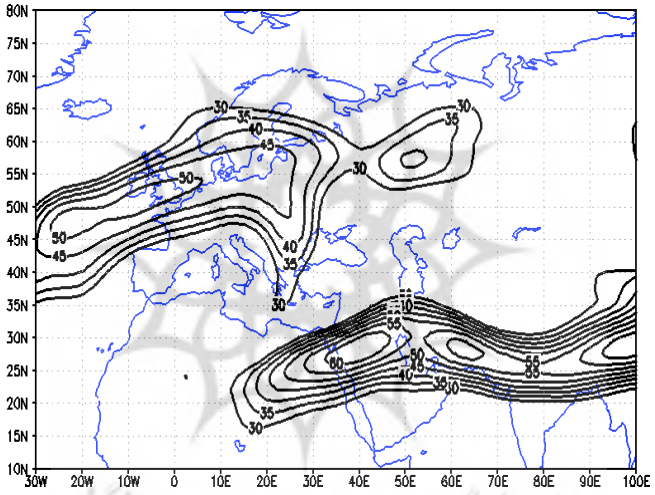
نگاره ۴- نقشه‌ی وزش باد (۲۸ ژانویه ۲۰۰۲)



نگاره ۵- نقشه‌ی امگای تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال (۲۸ ژانویه ۲۰۰۲)



نگاره ۶- نقشه‌ی همدمای تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال (۲۸ ژانویه ۲۰۰۲)

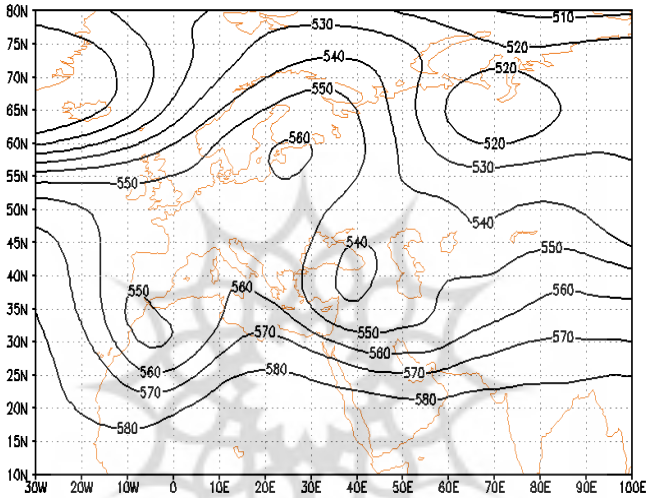


نگاره ۷- نقشه‌ی رودباد تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال (۲۸ ژانویه ۲۰۰۲)

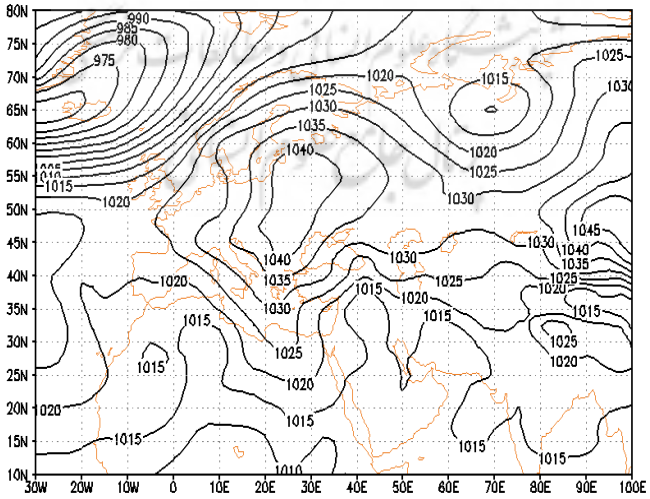
الگوی دوم (۸ فوریه ۲۰۰۵)

این الگو دارای ۳۲ درصد فراوانی رخداد در سال است که در بروز پدیده‌ی برف نقش اساسی دارد. نقشه‌ی ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال مربوط به این الگو نشان می‌دهد که کانون کم‌ارتفاعی (سردچال) در شرق دریای سیاه شکل گرفته که باعث تغییر در جهت حرکت امواج غربی شده است. این کانون کم ارتفاع بر روی منطقه مورد مطالعه قرار گرفته که با جریان پاد ساعتگرد خود، باعث ریزش هوای سرد به منطقه شده است (نگاره ۸). نقشه‌ی فشار تراز دریا در این الگو نشان می‌دهد که کانون پرفشاری در شمال دریای مدیترانه واقع است و با گردش ساعتگرد، باعث ریزش هوای سرد به عرض‌های پایین شده است. بر روی استان کردستان منحنی کم فشاری که نشان‌دهنده‌ی شکل‌گیری کم فشار است، عبور می‌کند (نگاره ۹). نقشه‌ی وزش باد نشان می‌دهد که جهت وزش باد از شمال دریای سرخ و جنوب دریای مدیترانه به سمت غرب کشور است (نگاره ۱۰). حرکات صعودی جو (امگا) در

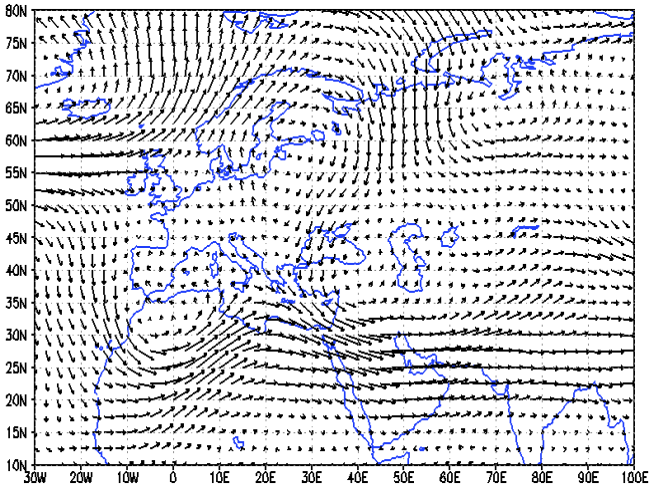
این الگو نشان می‌دهد که در شمال‌غرب و غرب ایران جریانات صعودی حاکمیت دارد و استقرار این سامانه حرکات صعودی و ناپایداری را تبیین می‌کند (نگاره ۱۱). با توجه به نقشه‌ی همدمای تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال می‌توان گفت که منحنی ۵- درجه سانتیگراد از سطح استان کردستان عبور می‌کند و در عرض‌های جنوبی ایران کاهش دما به صفر درجه رسیده است که نشان‌دهنده‌ی کاهش شدید دما در اکثر نقاط ایران است. این کاهش دما در ترازهای پایین منجر به رخداد برف شده است (نگاره ۱۲). نقشه رودباد در روز الگو حاکی از آن است که در جنوب استان کردستان سرعت مرکزی رودباد به بیش از ۷۰ متر بر ثانیه رسیده است و و در روی استان نیز حاکمیت رودباد وجود دارد (نگاره ۱۳).



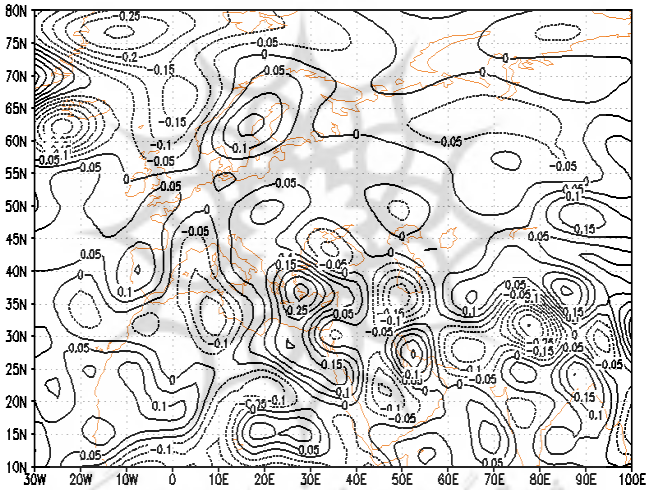
نگاره ۸- ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال (۸ فوریه ۲۰۰۵)



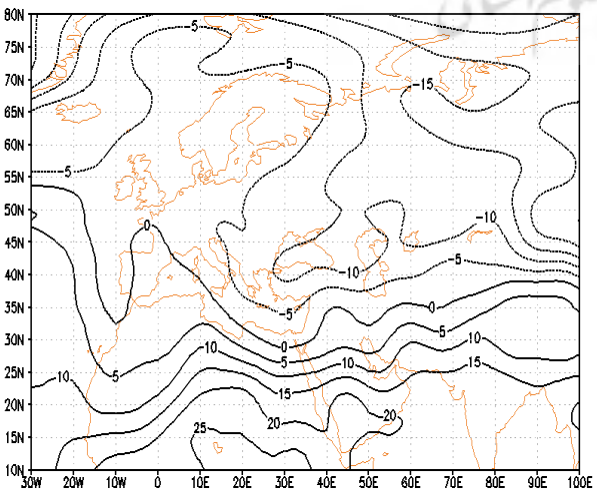
نگاره ۹- نقشه‌ی فشار تراز دریا (۸ فوریه ۲۰۰۵)



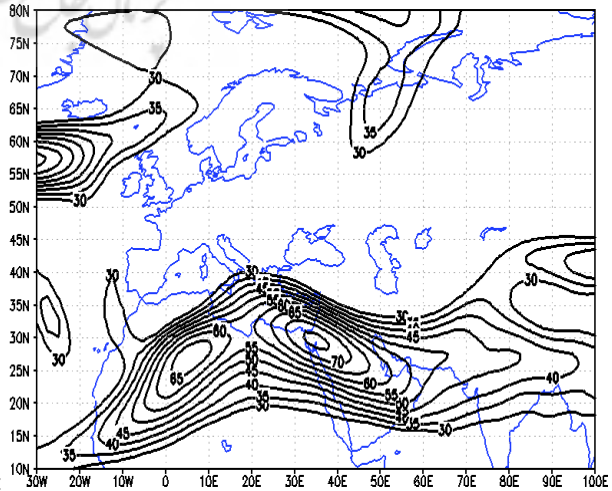
نگاره ۱۰– نقشه‌ی وزش باد (۸ فوریه ۲۰۰۵)



نگاره ۱۱– نقشه ی امگا تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال (۸ فوریه ۲۰۰۵)



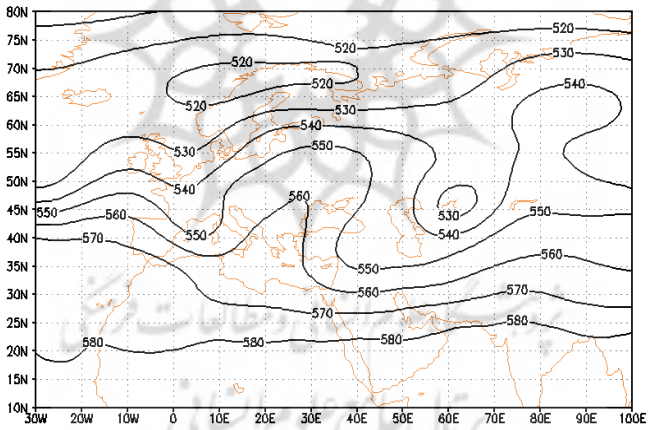
نگاره ۱۳– نقشه رودبار تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال (۸ فوریه ۲۰۰۵)



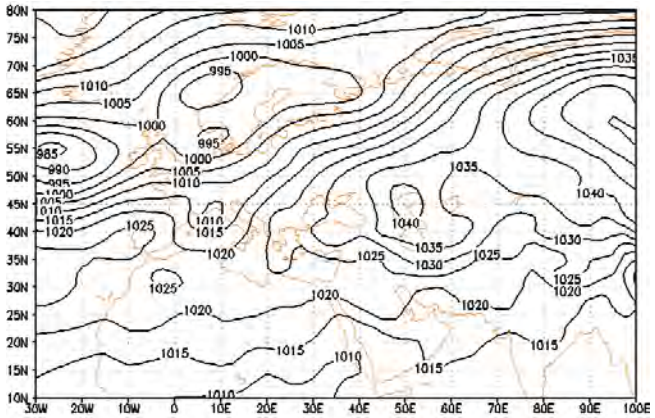
نگاره ۱۲– نقشه‌ی همدمای تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال

الگوی سوم (۱۲ ژانویه ۲۰۰۸)

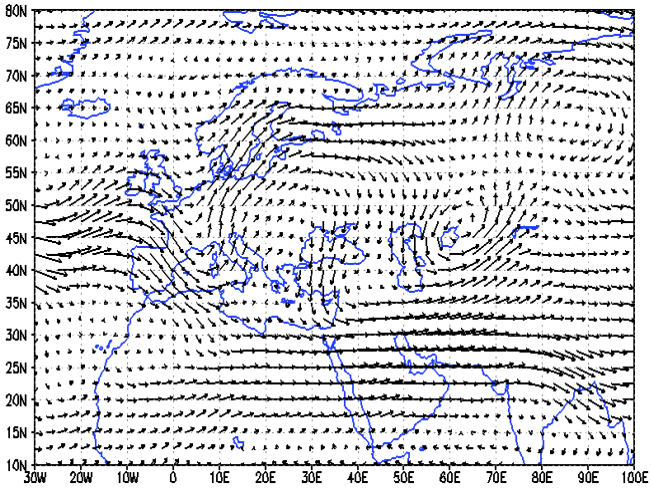
این الگو دارای ۴۰ درصد فراوانی رخداد در سال است. نقشه‌ی ارتفاع ژئوتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال مربوط به این الگو نشان می‌دهد که منطقه مورد مطالعه در جلو محور فرود در منطقه‌ی واگرایی بالایی قرار گرفته و قسمت عقب ناوه یا شرق پشته باعث ریزش هوای سرد عرض‌های بالا بر روی دریای سیاه و دریای مدیترانه شده است (نگاره ۱۴). نقشه‌ی فشار تراز دریا در این الگو نشان می‌دهد که در روی دریای خزر کانون پرفشاری قرار دارد که در درون زبانه‌ای از پرفشار سیبری شکل گرفته و غرب کشور در جنوب این پرفشار قرار گرفته است (نگاره ۱۵). در این الگو جهت وزش باد در روی منطقه پادساعتگرد است و جریانات هوای سرد همراه با رطوبت را از دریای سیاه و دریای مدیترانه به غرب کشور هدایت می‌کند (نگاره ۱۶). حرکات قائم جو (امگا) در این الگو نشان می‌دهد که جریانات منفی بر روی غرب کشور وجود دارد و وجود این سامانه باعث شکل‌گیری ناپایداری شده است (نگاره ۱۷). نقشه‌ی همدمای تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال در روز الگو نشان می‌دهد که کاهش دما به زیر صفر درجه‌ی سانتی‌گراد تا ۳۰ درجه‌ی عرض جغرافیایی ایران کشیده شده و دمای استان کردستان در این تراز به زیر ۵- درجه سانتی‌گراد رسیده است که نشان‌دهنده‌ی سرمایش جو استان است که شرایط رخداد برف را مهیا نموده است (نگاره ۱۸). نقشه‌ی رودباد در تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال بیان‌گر آن است که کانون سرعت رودباد (جت استریم) با سرعتی بیش از ۵۵ متر بر ثانیه در مرکز ایران قرار دارد و این موقعیت رودباد نقش مهمی در ایجاد ناپایداری بر روی استان داشته است (نگاره ۱۹).



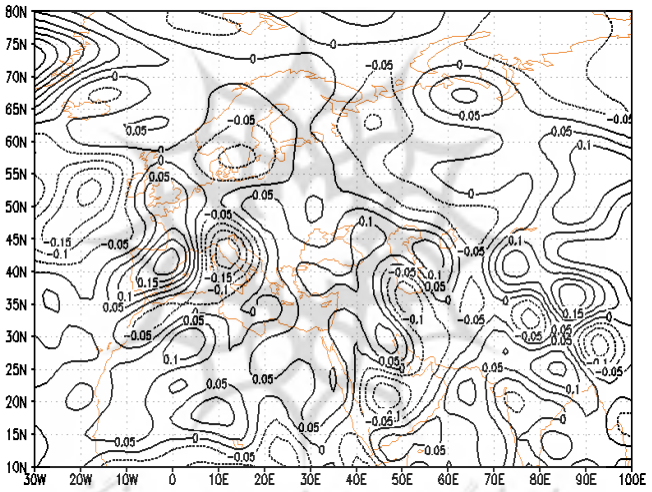
نگاره ۱۴- ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال (۱۲ ژانویه ۲۰۰۸)



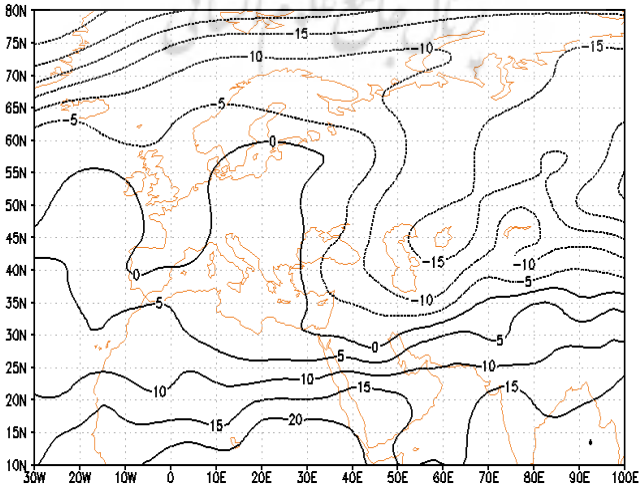
نگاره ۱۵- نقشه ی فشار تراز دریا (۱۲ ژانویه ۲۰۰۸)



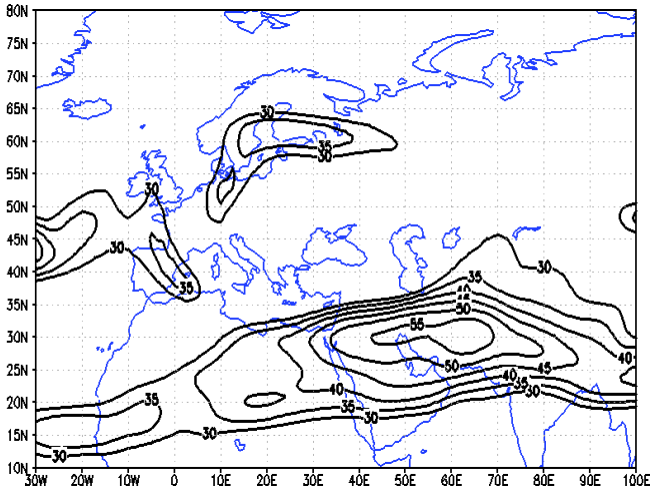
نگاره ۱۶– نقشه‌ی وزش باد (۱۲ ژانویه ۲۰۰۸)



نگاره ۱۷– نقشه‌ی امگا تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال (۱۲ ژانویه ۲۰۰۸)



نگاره ۱۸– نقشه‌ی همدمای تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال (۱۲ ژانویه ۲۰۰۸)



نگاره ۱۹- رودباد تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال (۱۲ ژانویه ۲۰۰۸)

نتیجه‌گیری

در دوره‌ی آماری مورد پژوهش ۱۰۰۲ روز رخداد برف گزارش شده بود که گستردگی آن از یک تا ۶ ایستگاه همزمان بوده است. بر اساس شرط گستردگی رخداد برف در ۴ ایستگاه یا بیشتر ۲۷۳ روز رخداد برف برای تحلیل گردش‌های جوی استخراج شد و داده‌های ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال با ابعاد ۱۰۵۴ ×۲۷۳ (۱۰۵۴ نقطه در روی ستون و ۲۷۳ روز در روی ردیف) استخراج گردید. سپس داده‌های ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال بر اساس تحلیل خوشه‌ای به سه خوشه طبقه‌بندی گردید و در هر خوشه یک روز به عنوان الگوی گردشی روزهای رخداد برف انتخاب شد و مورد تجزیه تحلیل قرار گرفت. نتایج تحلیل همدید نشان داد که در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال ناوه‌ی عمیق با محوریت غرب کشور تا دریای سرخ ایجاد می‌شود که با شکل‌گیری سردچال همراه است و بر روی استان کردستان قسمت شرق ناوه یا منطقه‌ی واگرایی بالایی حاکمیت دارد که ناپایداری این تراز را تبیین می‌کند. فشار تراز دریا در روزهای رخداد برف نسبت به مناطق اطراف تحت حاکمیت کم‌فشار است و کانون پرفشار قوی بر روی دریای سیاه و دریای مدیترانه و کانون پرفشار سیبری در روزهای رخداد برف دیده می‌شود. حرکات قائم جو (امگا) در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال به صورت جریانات منفی است که نشان دهنده‌ی ناپایداری و صعود هوا است. کاهش دما در ترازهای پایین (۸۵۰ هکتوپاسکال) و رسیدن به آستانه‌های ۵- درجه‌ی سانتی‌گراد و کمتر بارش را به نگاره پدیده‌ی برف رخنمون می‌سازد. در تحقیقاتی که توسط دیگر محققان انجام گرفته، بیشتر یک مورد از طوفان‌های برف و علل همدیدی رخداد آن بررسی شده است که در اکثر این تحقیقات منشا بارش برف جریانات سودانی و مدیترانه‌ای و منبع رطوبتی آن‌ها دریای سرخ و مدیترانه تشخیص داده شده است. اما پژوهش حاضر بر این بوده که علاوه بر منشا بارش، به ساختار بارش برف نیز بپردازد. بدین‌منظور تمامی روزهای برفی استخراج شده و بر اساس آن الگوی‌های همدید به وجود آورنده بارش برف در غرب کشور تحلیل و واکاوی شد.

منابع

۱- امیدوار، کمال، صفرپور، فرشاد، محمودآبادی، مهدی و الفتی، سعید (۱۳۸۹)، تحلیل همدیدی اثرهای سردچال در وقوع بارش‌های شدید در نواحی مرکز و جنوب غرب ایران، مجله مدرس علوم انسانی، دوره چهاردهم، شماره‌ی ۴، صص ۱۸۹-۱۶۱.

۲- امینی‌نیا، کریم، لشکری، حسن و بهلول علیجانی، (۱۳۸۸)، بررسی و تحلیل نوسانات بارش برف سنگین در شمال‌غرب ایران، مجله‌ی فضای جغرافیایی، شماره ۲۹، ۱۶۳-۱۴۵.

۳- حبیبی، فریده (۱۳۸۵)، تحلیل همدیدی و دینامیکی سامانه‌های بندالی، روش تشخیص سامانه‌های بندالی و تأثیر آن روی منطقه ایران، مجله فیزیک زمین و فضا، شماره ۳، صص ۶۹-۸۹.

۴- حجازی‌زاده، زهرا (۱۳۷۲)، نوسانات فشار زیاد جنب حاره و اثر آن در تغییر فصل ایران، رساله دکتری جغرافیا طبیعی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس.

۵- خوشحال دستجردی، جواد (۱۳۷۶)، الگوی سینوپتیک - کلیماتولوژی برای بارش‌های بیش از صد میلی‌متر در سواحل جنوبی دریای خزر، رساله دکتری جغرافیای طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس.

۶- عربی، زهرا (۱۳۸۵)، تحلیل سینوپتیکی بارندگی دوره ۲۱ تا ۲۶ تیر ماه ۱۳۷۸ در ایران، فصلنامه پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۵۶، صص ۱- ۱۵.

۷- عزیزی، قاسم (۱۳۷۵)، بلوکینگ و اثر آن بر بارش‌های ایران، رساله دوره دکتری، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس.

۸- فهیمی‌نژاد، الهام، حجازی‌زاده، زهرا، علیجانی، بهلول و ضیائیان، پرویز (۱۳۹۱)، تحلیل سینوپتیکی و فضایی طوفان برف استان گیلان، مجله جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، شماره نوزدهم، صص ۳۰۲-۲۸۱.

۹- کاویانی، محمدرضا (۱۳۸۰)، میکروکلیماتولوژی، انتشارات سمت.

۱۰- کاویانی، محمدرضا و بهلول علیجانی (۱۳۷۹)، مبانی آب و هوا شناسی، انتشارات سمت، چاپ هفتم، تهران.

۱۱- مفیدی، عباس (۱۳۷۹)، بررسی سینوپتیکی نقش دریای سیاه بر بارش‌های ایران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد، واحد علوم و تحقیقات.

۱۲- مفیدی، عباس و آذر زرین (۱۳۸۴)، بررسی سینوپتیکی تأثیر سامانه‌های کم فشار سودانی در وقوع بارش‌های سیل آسا در ایران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۷۷، صص ۱۱۳-۱۳۶.

۱۳- یارنال، برنت (۱۳۸۵)، اقلیم‌شناسی همدید و کاربرد آن در مطالعات محیطی، ترجمه سید ابوالفضل مسعودیان، انتشارات دانشگاه اصفهان، چاپ اول.

14- Beltramdo. G, Camberlin. P (1993), Intrnnual Variability of rainfall in the Eastern Horn of Africa & Indicators of Atosheric Circulation, Int. J. Climatol, 13, 533-546.

15- Delden.Van Aarnour (2001), The Synoptic setting of thunderstorms in Western Europe. Atmospheric Research. Vol 56. Pp 89- 110.

16- Faiers. G. E (1988), A Synoptic Weather Type Analysis of January Hourly precipitation at Lake Charls, Louisiana, phys, Geogra, 8, 99-119.

17- Homar.v, Gaya.M, ramis.C (2001), A Synoptic and mesoscale diagnosis of a tornado autbreak in the Balearic Islands. Atmospheric Research. vol 56. pp 31-55.

18- Keables. M. J (1989), A Synoptic Climatology of Bimodal precipitation Distribution in the upper Midwest, J.Climato. 2, 1289-1294.

19- Kodama. Kevin, Barnes. Gary.M (1997), Heavy Rain Events over the South- facing Slopes of Hawaii: Attendant conditions. Weather and Forecasting. vol 12. Pp 347- 367.

20- Wang Xinmin, Zhai Panmao, Wang Cuicui (2009), Variations in Extropical Cyclon Activity in Northern East Asia, Journal of Atmospheric Sciences, Vol 26, No 3, pp 471- 479.

21- Yama. Kai (1998), a Synoptic Overview of Heavy Rain Event in Soutern China. Weather and Forecasting. vol 2. pp 89-112.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی