

مطالعه اثر رودباد قطبی بر بارش های فصل سرد ایران

داریوش سپاده^۱، برومند صلاحی^{۲*}، بهلول علیجانی^۲، بتول زینالی^۴

^۱ دانشجوی دکتری اقلیم‌شناسی سینوپتیک، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
^۲ استاد آب و هواشناسی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
^۳ استاد آب و هواشناسی، گروه جغرافیا، دانشکده جغرافیا، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
^۴ دانشیار آب و هواشناسی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۱/۱۷ ، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۴/۱۴

چکیده

در این پژوهش، تأثیر رودباد قطبی بر بارش های روزانه ایستگاه های همدید ایران در فصل سرد (پاییز و زمستان) طی دوره ۳۰ ساله (۱۹۸۸-۲۰۱۷) مطالعه شده است. بر اساس آستانه بارش بیش از ۳۰ میلی‌متر به‌عنوان بارش شدید و بر پایه صدک ۹۵ ام، تعداد ۹۷۲ روز به‌عنوان روزهای رخداد بارش سنگین در ۳۱ ایستگاه همدید ایران شناسایی و خوشه بندی شدند و روزهای نماینده ی هر خوشه انتخاب گردیدند. در ادامه به‌منظور یافتن الگوهای رفتاری و بررسی کنش متقابل رودباد قطبی بر تشدید فرآیندهای جبهه زایی و رخداد بارش سنگین، داده های مؤلفه باد مداری و نصف‌النهاری، واگرایی، ارتفاع ژئوپتانسیل، سرعت قائم جو (امگا)، تاوایی، رطوبت نسبی، رطوبت ویژه، دما و میانگین فشار تراز دریا مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج حاصل از این تحلیل ها ۶ الگوی گردشی را در منطقه نشان داد که هر یک از این الگوها به علت حاکمیت و استقرار ناوه ها و پشته های متعدد در جو، بر مسیر انتقال رودباد جبهه قطبی به عرض های میانی زمین و همچنین نوسان موقعیت میانگین فصلی آن تأثیر گذار بوده اند. نتایج نشان داد که حالت نصف‌النهاری محور رودباد باعث ایجاد و تولید هسته های سرعت وقوع بارش های بیشتر در منطقه غرب ایران شده است.

کلمات کلیدی: ایران، بارش، رودباد قطبی، تحلیل همدید

قلمرو آب و هوایی عمدتاً تابعی از همان اجزای گردش عمومی هواست که در همسایگی آن محل فعال هستند (مسعودیان، ۱۳۹۰). با این وصف، تغییرات ناگهانی، سریع و شدید اقلیمی ناشی از فرایندهای جوی مؤثر بر گرمایش زمین یکی از پیچیده‌ترین مسائل پیش روی بشر بوده است که اثرات و پیامدهای مهمی در اجزای چرخه هیدرولوژیکی از جمله بارش بر جای می‌نهد. بارش از مهم‌ترین عناصر اقلیمی محسوب می‌شود که در تعیین نقش پراکندگی سایر عناصر اقلیمی می‌تواند مؤثر باشد. ایران از جمله کشورهایی است که دارای تنوع آب و هوایی زیادی می‌باشد و با توجه به گستردگی آن و همچنین موقعیت ریاضی و جغرافیایی خاص، در معرض انواع پدیده‌ها و مخاطرات آب و هوایی مانند توفان، سیل، خشک‌سالی، گرد و غبار و ... قرار می‌گیرد. مسئله‌ای که در ایران وجود دارد عدم شناخت الگوهای رودباد با توجه به اثرات مخرب آن است. با شناسایی این الگوها می‌توان روند حرکتی رودبادها را پیش‌بینی کرد و از اثرات مخرب آن‌ها بر پدیده‌هایی مانند سیل، توفان و گرد و غبار و ... کاست. رخداد رودباد قطبی و پیامدهای آن نظیر بارش، در برخی عرض‌های جغرافیایی سبب تفکیک دو اقلیم متفاوت در شمال و جنوب می‌گردد. تغییرات زمانی و مکانی رودبادها نقش مهمی در تعیین فصول ایران دارند. سرعت و موقعیت رودباد (مداری، نصف‌النهاری) و ارتفاع رخداد آن نقش مهمی در سامانه‌های اقلیمی ایفا می‌کنند. رودبادها بر روی نقشه‌های هوا به صورت کمربند یا نوارهایی با سرعت زیاد رؤیت می‌شوند. رودبادها هسته‌هایی از سرعت هستند که در بستر امواج کوتاه و بلند حرکت کرده و دارای مناطق همگرایی و اگرایی هستند (علیچانی، ۱۳۸۱). هسته‌های سرعت، در حاشیه استوایی بادهای غربی بیش از نواحی دیگر حرکت می‌کنند و در نتیجه، دو بستر نسبتاً متمایز را به وجود می‌آورند که رودباد قطبی و رودباد جنب حاره نامیده می‌شوند (کاوایی و علیچانی، ۱۳۷۱). رودباد قطبی حاصل شیو دمایی هوای قطبی و حاره‌ای است (مسعودیان، ۱۳۹۰). رودباد قطبی در حوالی جنبه قطبی و رودباد جنب حاره در فاصله مداری ۲۰ تا ۳۰ درجه حلقه‌های ناپیوسته‌ای را به دور کره زمین

تشکیل می‌دهند (مسعودیان، ۱۳۹۰). رودباد قطبی که حاصل تضاد حرارتی در محل تشکیل جنبه قطبی است در تشکیل چرخندهای برون حاره و ایجاد ناپایداری در جو زیرین خود کمک می‌کند. موقعیت جغرافیایی ایران سبب شده تا همیشه تحت تأثیر سامانه‌های مختلف جوی قرار گیرد. جابجایی‌های سالانه‌ی سامانه‌های مختلف جوی در طی زمان، تنوع مکانی-زمانی آب و هوای ایران را در پی دارد (قویدل رحیمی، ۱۳۸۹). در زمینه نرمال‌های اقلیمی و پراکندگی آن‌ها تاکنون مطالعات مختلفی در ایران و در کشورهای مختلف و سراسر جهان صورت گرفته است. مسعودیان و محمدی (۱۳۹۰) فراوانی رودبادها در ارتباط با بارش‌های ابرسنگین ایران را مطالعه کردند و بیان داشتند که فراوانی رودبادها در خلیج فارس و جنوب غرب ایران قابل ملاحظه است. پروین (۱۳۹۲) ارتباط موقعیت مکانی رودباد در ارتباط با وقوع سیل دریاچه ارومیه را به روش خوشه‌بندی مطالعه و در نهایت ۷ الگو را شناسایی کرد. لشکری و همکاران (۱۳۹۵ و ۱۳۹۶) بیان کردند که سامانه پرفشار جنب حاره‌ای عربستان مهم‌ترین سامانه کنترل‌کننده اقلیم منطقه جنوب و جنوب غرب ایران است. آن‌ها یافتند که در برخی از سال‌ها جابجایی شمال و جنوب سوی گردش عمومی جو در سلول هدلی روی منطقه مورد مطالعه شرایط همیدی را فراهم می‌کند که هسته‌های پرفشار جنب حاره‌ای عربستان بسیار دیرتر از شرایط نرمال از منطقه خارج شده و زودتر از موعد به سمت منطقه برگشته است و طول دوره بارشی را کوتاه می‌کند. ذکی زاده و همکاران (۱۳۹۷) نیز تأثیر رودبادها بر بارش‌های سنگین ایران را بررسی کردند. لشکری و محمدی (۱۳۹۷ و ۱۳۹۴) به بررسی نقش تغییرات مکانی پرفشار عربستان و رودباد جنب حاره‌ای در الگوی همیدی جنوب و جنوب غرب ایران پرداختند. حلبیان و همکاران (۱۳۹۳)، ابراهیمی نیک (۱۳۹۰)، ذوالفقاری و همکاران (۱۳۹۸) و مبارک حسن و همکاران (۱۳۹۱) در خصوص ارتباط رودبادها و بارش‌های حدی بر روی ایران مطالعاتی را انجام دادند. همچنین ناصرپور و همکاران (۱۳۹۶) و امیدوار و سپندار (۱۳۹۶) الگوهای بارش سنگین و سیل خیز ایران را بررسی نمودند و در بررسی‌های خود به نتایج مشابهی دست یافتند. عساکره و همکاران (۱۳۹۳) و قائمی و همکاران

(۱۹۵۴)، لائورا^۲ (۲۰۲۱) و لی^۱ و همکاران (۲۰۰۸) در خصوص ارتباط بارش های سنگین و رودباد در کشورهای آمریکا و چین انجام شده است. پژوهش های زیادی درباره سامانه های گوناگون جوی نظیر پرفشار جنب حاره، پرفشار سیبری، کم فشار سودان، فعالیت بادهای غربی و سامانه های مشابه آن ها در جو ایران زمین در فصل های مختلف انجام گرفته است. نتایج این پژوهش ها در پیش بینی اقلیم کشور جایگاه ویژه ای دارد. در این پژوهش، به شناسایی رفتار فصلی رودباد قطبی و تأثیر آن بر بارش های فصول سرد سال (پاییز و زمستان) و بر اساس فصل بندی شمسی پرداخته شده است تا بتوان به ارتباط بارش های ایران با موقعیت رودبادهای جوی، تعیین بهترین موقعیت رودباد برای ایجاد بارش در منطقه مورد مطالعه و بررسی ارتباط بین موقعیت مکانی رودبادهای با سیستم های همدیدی بارش را در سطح زمین دست یافت. پژوهش حاضر با تأکید بر هسته رودباد جنبه قطبی انجام گرفته و به تغییرات فصلی در دوره زمانی طولانی تری توجه کرده است.

مواد و روش ها

هدف از مطالعات همدید، یافتن رابطه بین پدیده های محیطی و الگوهای گردش جو است. بر این اساس، در این پژوهش که هدف آن بررسی اثرات رودباد قطبی بر بارش های فصل سرد می باشد، از رویکرد گردشی به محیطی و به منظور پیشبرد اهداف، از دو پایگاه داده اقلیمی استفاده گردیده است. ابتدا داده های بارش روزانه ۳۱ ایستگاه همدید ایران به عنوان پایگاه محیطی در بازه زمانی ۱۹۸۸-۲۰۱۷ اخذ گردید. با توجه به انتخاب بازه ۳۰ ساله آماری و در دسترس نبودن آمار تعدادی از ایستگاه های همدیدی کشور طی دوره مشترک، بر اساس ایستگاه های موجود و در نظر گرفتن پراکندگی جغرافیایی مناطق کشور، مبادرت به انتخاب ایستگاه های همدیدی مراکز استان ها گردید. شکل (۱) موقعیت پراکندگی ایستگاه های همدیدی در منطقه مورد مطالعه را نشان می دهد. این داده ها به عنوان پایگاه اول شناخته می شوند. سپس به منظور ارتباط این بارش ها با رودبادهای جوی، فراسنج های اقلیمی فشار،

(۱۳۹۱) نیز به بررسی و مطالعه تأثیرات رودباد جنب حاره ای بر روی ایران پرداختند. دهقانپور و عاشوری قلعه رودخانه (۱۳۹۷)، پژوه (۱۳۹۹)، قانقرمه (۱۳۹۹) و حلبیان و حسینی پور (۱۴۰۰) نیز در کارهای خود به ارزیابی نقش رودباد در رخداد بارش و طوفان پرداختند. کید و اسکن^۱ (۲۰۰۸) رابطه شرایط جوی بالا را با رخداد بارش های سنگین تابستان در یوتا بررسی نمودند. هودسون^۲ (۲۰۱۲) در اندازه گیری حرکت رودبادهای دو نیمکره شمالی و جنوبی در ۱۹۷۹ تا ۲۰۱۰، با تحلیل ازن موجود در شکستگی تند جبهه ها و با استفاده از داده های موجود در این زمینه و نیز با بهره گیری از رگرسیون خطی، عوامل عمده در جنبش جریان رودباد جنب حاره ای را مشخص کرده است. وینترز و مارتین^۳ (۲۰۱۴) استقرار هم زمان رودبادهای دو الگوی انطباق و مجاورت طبقه بندی کردند. انطباق رودبادهای به معنای همپوشانی قائم گردش های چرخندی و اچرخندی آن ها به گونه ای است که تأثیر این انطباق بر تقویت و یا تضعیف منطقه ورودی و یا خروجی رودباد واقع در ترازهای پایین تر جو، بر تقویت و یا تضعیف بخش دیگر و رخداد برهم کنش های مستقیم و غیرمستقیم میان رودبادهای تأثیرگذار باشد. در مطالعه دیگری هندلوس^۴ و همکاران (۲۰۱۷) مشخص کردند که استقرار و موقعیت رودباد جنب حاره ای در تنظیم و تبادل جریان های جوی بین دو منطقه حاره و برون حاره از اهمیت بسیاری برخوردار است. لومبران^۵ و همکاران (۲۰۲۱) به تغییرات و جابجایی های طوفان ها در دو نیم کره پرداختند و ارتباط این رویدادها را با جریان های رودباد بررسی کردند و نشان دادند این جریان ها زمانی ایجاد می شوند که هوای سرد قطب ها با هوای گرم مناطق استوایی برخورد می کند و طوفان ها و پدیده های دیگری مانند باران و خشک سالی ایجاد می کند؛ بنابراین درک قانونمندی های سامانه اقلیمی زمین نیازمند شناخت مؤلفه های مؤثر بر این سامانه است (مفیدی و زرین، ۱۳۸۴). پژوهش های دیگری توسط جانسون و دانیلز^۶

1 -Kid and Skan

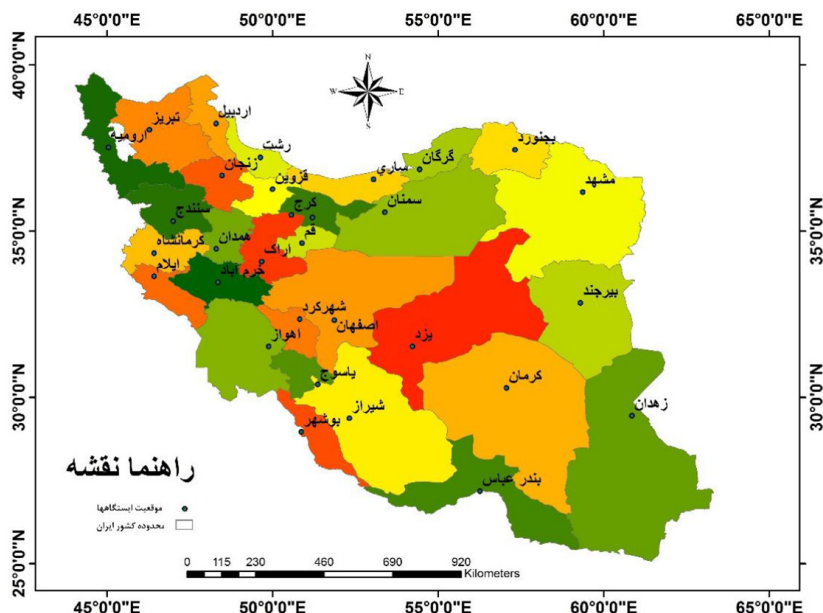
2 -Hudson

3 -Winters and Martin

4 - Handlos

5 - Lombrana

6 -Johnson and Daniels



شکل ۱. نقشه موقعیت پراکندگی ایستگاه‌های همدیدی در منطقه مورد مطالعه

بر اساس روش برزو و عزیزی (۱۳۹۴) آستانه بارش بیش از ۳۰ میلی‌متر به‌عنوان بارش سنگین در نظر گرفته شد. به همین منظور پس از تعیین بارش‌های سنگین ۳۱ ایستگاه همدید بر پایه صدک ۹۵ ام (عسگری و همکاران، ۱۳۸۶) با روش همبستگی درون‌گروهی تعداد ۹۷۲ روز به‌عنوان روزهای رخداد بارش سنگین (بیش از ۳۰ میلی‌متر) مشخص گردیدند. سپس با استفاده از تعداد نقاط شبکه ای (۱۲۷۱ نقطه) و تعداد روزهای بارش بیش از ۳۰ میلی‌متر به‌عنوان روزهای رخداد بارش سنگین (۹۷۲ روز بارش) یک ماتریس ۱۲۷۱×۹۷۲ تشکیل گردید. ۹۷۲ فراوانی روزها (زمان) و ۱۲۷۱ تعداد یاخته (مکان) است. بعد از انجام تحلیل عاملی (مؤلفه مبنا) حدود ۱۳ عامل با پرش بالای ۱ به دست آمدند. قاعده کلی در خصوص انتخاب عامل‌ها این است که اگر تعداد متغیرهای یک عامل کم‌تر از ۳ مورد باشد آن عامل ضعیف و بی‌ثبات است اما عامل‌های مطلوب و مستحکم، آن‌هایی هستند که حداقل از ۵ متغیر و بیش‌تر تشکیل شده‌اند (حبیب‌پور و صفری، ۱۳۸۸). بر این اساس فقط ۶ مؤلفه و خوشه انتخاب و با استفاده از همبستگی درون‌گروهی روز نماینده هر الگو مشخص گردید. برای هر روز

ارتفاع ژئوپتانسیل، امگا، مؤلفه مداری باد، نم نسبی و نم ویژه، سطوح مختلف جو برای عرض جغرافیایی ۰ تا ۸۰ درجه شمالی و طول ۱۰ تا ۱۲۰ درجه شرقی از تارنمای سازمان ملی جو اقیانوسی ایالات متحده با مختصات $۲/۵ \times ۲/۵$ درجه در مقیاس‌های زمانی ۶ ساعته طی بازه زمانی نرمال ۳۰ ساله از ۱۹۸۸ تا ۲۰۱۷ استخراج شدند. این فراسنج‌های سطوح بالایی جو به‌عنوان پایگاه دوم داده‌ها شناخته می‌شوند. جهت شناسایی شرایط همدید به وجود آورنده بارش‌های ثبت شده در ایستگاه‌های کشور، نقشه‌های رودباد و تابع همگرایی شار رطوبت نیز ترسیم گردیدند. در ادامه با استفاده از تحلیل نقشه‌های رودباد، همگرایی شار رطوبتی و دیگر فراسنج‌های اقلیمی سطوح مختلف جو، ارتباط بین رخداد بارش در سطح ایستگاه‌های ایران و رودبادهای جوی بررسی شدند. سپس با استفاده از داده‌های فوق و با اسکریپت نویسی در محیط نرم‌افزار گردس (GRADS) موقعیت مکانی، الگوها و اثرات برهم‌کنش رودباد قطبی بر رخدادهای بارش ایستگاه‌ها مشخص شدند.

اندازه‌گیری، مشاهده و محاسبه

بارش‌ها نیز با استفاده از نقشه‌های رطوبت، تغییرات نم‌ویژه (q) و رطوبت نسبی با توجه به نمایش بهتر بیشینه و فراوانی رودباد قطبی در تراز ۲۰۰ هکتوپاسکال و تأثیر رودباد قطبی بر اقلیم زمین در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال از طریق دیدگاه همدیدی مورد بررسی و مطالعه قرار گرفتند. در نهایت، با محاسبه مقادیر هر یک از این مؤلفه‌ها در زمان رخداد بارش، تأثیر برهم‌کنش رودبادها بر بارش‌های سنگین تبیین شدند.

نتایج و بحث

شکل (۲) نشان می‌دهد که فصل زمستان بیشترین بارش میانگین روزانه را به خود اختصاص داده است. با توجه به بیشترین بارش میانگین روزانه، توزیع بیشینه بارش فصلی بعد از فصل زمستان، به ترتیب فصل پاییز و بهار می‌باشد و فصل تابستان کم‌ترین بارش را داراست. در فصل زمستان تقریباً همه جای ایران بارندگی دارد. در مجموع ۴۱ درصد بارندگی تمام کشور در روزهای زمستان انجام می‌گیرد چراکه در این فصل کل ایران در سیطره بادهای غربی و اغتشاشات حاصل از آن‌ها قرار دارد و در سطح زمین نیز چرخندهای متعددی تشکیل می‌گردد.

تغییرات مکانی بارندگی ایران بسیار فاحش است (شکل ۳). این تفاوت فاحش از نظر وسعت مکانی نیز چشم‌گیر است. مساحت منطقه مرطوب بسیار ناچیز و فقط به سواحل دریای خزر محدود شده است و بعد از آن منطقه محدودی نیز در دامنه‌های بادگیر زاگرس مشاهده می‌شود. در حالیکه قسمت اعظم کشور از جمله زاهدان، هرمزگان، کرمان و یزد را منطقه کم‌باران تشکیل می‌دهد.

بر اساس نتایج جدول (۱) شرایط همدیدی رخدادهای

میانگین بارش کشور از رابطه زیر محاسبه و داده‌ها از بزرگ به کوچک مرتب شدند (مسعودیان و همکاران، ۱۳۹۰):

تعداد کل یاخته‌ها (۱۲۷۱) / مجموع بارش تمام یاخته‌ها در یک روز معین = میانگین بارش کشور (۱)

بیشینه بارش هر روز نیز از رابطه زیر به دست می‌آید (مسعودیان و همکاران، ۱۳۹۰):

$$Max_Pj = Max (P_{i,j}) \quad (2)$$

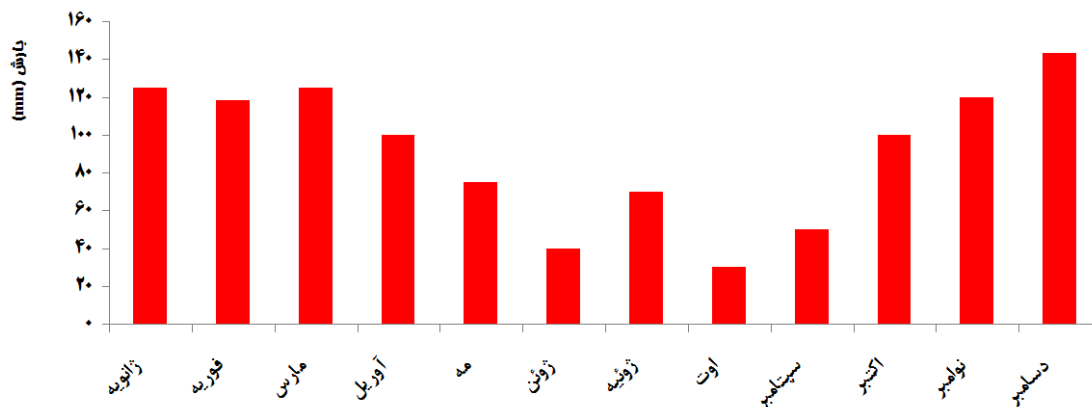
$$I = 1 \dots 1271, \quad j = 972$$

با اعمال تحلیل خوشه‌ای سلسله مراتبی با روش مؤلفه مبنا و معیار مربع فواصل اقلیدسی به روش ادغام وارد روزهای نماینده هر خوشه با بررسی کنش متقابل رودباد قطبی بر تشدید فرآیندهای جبهه‌زایی و رخداد بارش سنگین شناسایی شدند. سپس با استفاده از طبقه‌بندی الگوهای نقشه‌ای به روش بردار ویژه، الگوهای گردشی مؤثر در استقرار هم‌زمان رودباد قطبی و بارش سنگین فصل پاییز و زمستان استخراج شدند که مشخصات الگوها در جدول (۱) مربوط به بخش نتایج نشان داده شدند.

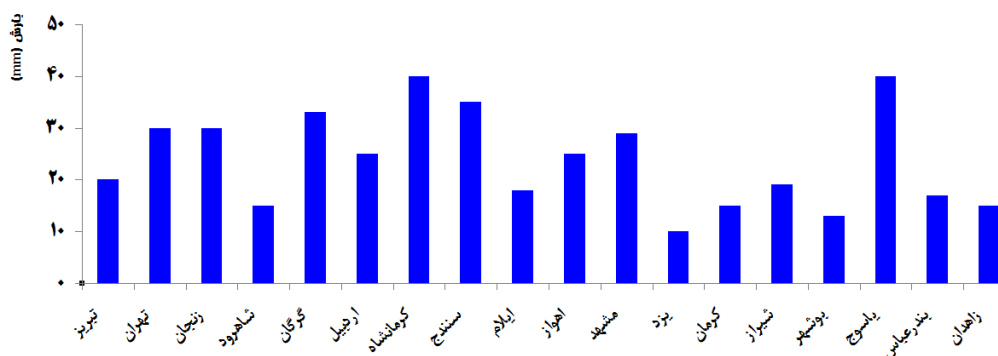
در ادامه، نوع حرکت و وضعیت رودباد قطبی در الگوهای مورد مطالعه و مقایسه الگوهای به دست آمده نقشه‌های کنتوری هر الگو از جمله ارتفاع ژئوپتانسیل، امگا، باد مداری (v) و نصف‌النهاری (u) در دو تراز ۲۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال در ۴ زمان دیده‌بانی بررسی شدند. منشأ رطوبت

جدول ۱. خصوصیات کلی الگوها در تراز ۲۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال طی ۲۰۱۷-۱۹۸۸

فصل	الگوی رودباد	روز نماینده	فراوانی رخداد	سرعت هسته
	الگوی ۱	۲۸ اکتبر ۲۰۱۵	۲۷۰	۳۰ متر بر ثانیه
	الگوی ۲	۲۳ نوامبر ۱۹۹۴	۳۰۱	۲۵ متر بر ثانیه
	الگوی ۳	۱۳ دسامبر ۲۰۱۳	۴۹۶	۶۰ متر بر ثانیه
	الگوی ۴	۲۱ ژانویه ۲۰۰۳	۳۲۲	۲۰ متر بر ثانیه
زمستان	الگوی ۵	۸ فوریه ۲۰۰۶	۵۴۸	۶۰ متر بر ثانیه
	الگوی ۶	۲۰ مارس ۱۹۹۸	۴۰۹	۱۵ متر بر ثانیه



شکل ۲. نمودار میانگین بیشترین بارش روزانه ماه‌های مختلف سال طی دوره مورد بررسی



شکل ۳. نمودار میانگین بارش سالانه ایستگاه‌های مورد مطالعه

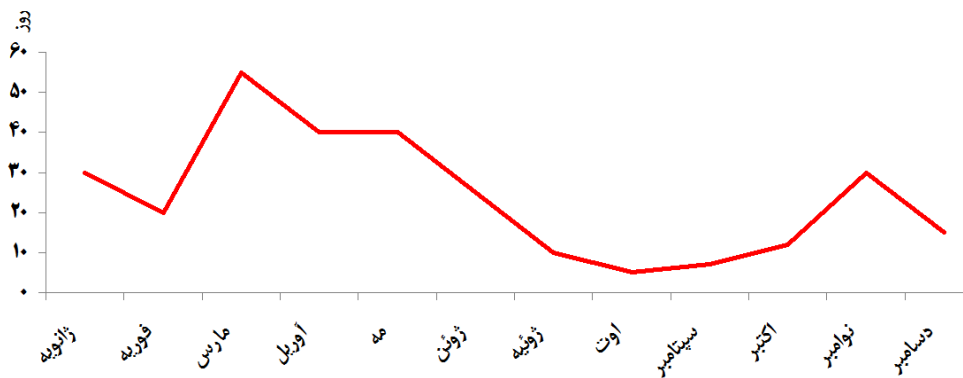
در این پژوهش سرعت رودباد بیش از ۳۰ متر بر ثانیه به‌عنوان آستانه در نظر گرفته شده است) روند مؤلفه‌های مداری و نصف‌النهاری الگوها به‌صورت جداگانه محاسبه و حالات مختلف آن‌ها بررسی شد. بیشترین رخداد رودباد قطبی، در مدار ۲۰ و ۶۰ درجه و در ماه‌های سرد بوده است (شکل ۴). فصل زمستان ناهنجاری شدیدتری نسبت فصول دیگر داشته چراکه بیشترین تعداد رودباد در ماه مارس با ۵۵ بار رخداد بوده است. در نتیجه، تعداد دفعاتی که هسته رودباد قطبی بر روی ایران قرار داشته است، از نظر زمانی مربوط به فصل سرد زمستان است؛ بنابراین تحلیل بر روی الگوهای دوره سرد اجرا شد. برای مشخص کردن تغییرات رودباد، الگوهای مورد نظر بر روی نقشه ترسیم و نقشه‌های الگوی سوم و پنجم رسم شد. سپس مکان رودباد در هر کدام از این الگوها مشخص شد.

بارشی ایران در ۶ الگو مشخص و بر مبنای بیشترین فراوانی دسته‌بندی و ضرایب همبستگی آنان در سطح اطمینان ۹۵ درصد تأیید و با توجه به بیشترین سرعت و فراوانی الگوی ۳ در فصل پاییز و الگوی ۵ در فصل زمستان، روز نماینده این الگوها مشخص و از آنجایی که در روزهای نماینده، بارش ایستگاه‌ها در این الگوها چشم‌گیر بودند. برای حصول از شرایط همدیدی در این الگوها حالات اصلی ترازهای ۲۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال مربوط به داده‌های مؤلفه مداری و نصف‌النهاری باد، واگرایی، سرعت قائم جو (أمگا)، رطوبت نسبی، رطوبت ویژه، دما و میانگین فشار ارتفاع ژئوپتانسیل طی ۳۰ سال بررسی و الگوهای حاکم و شرایط اقلیمی منطقه در دوره استیلای هر کدام از این الگوها تبیین شدند (علی‌جانی، ۱۳۸۵).
به‌منظور دستیابی به وضعیت زمانی و مکانی رودباد قطبی

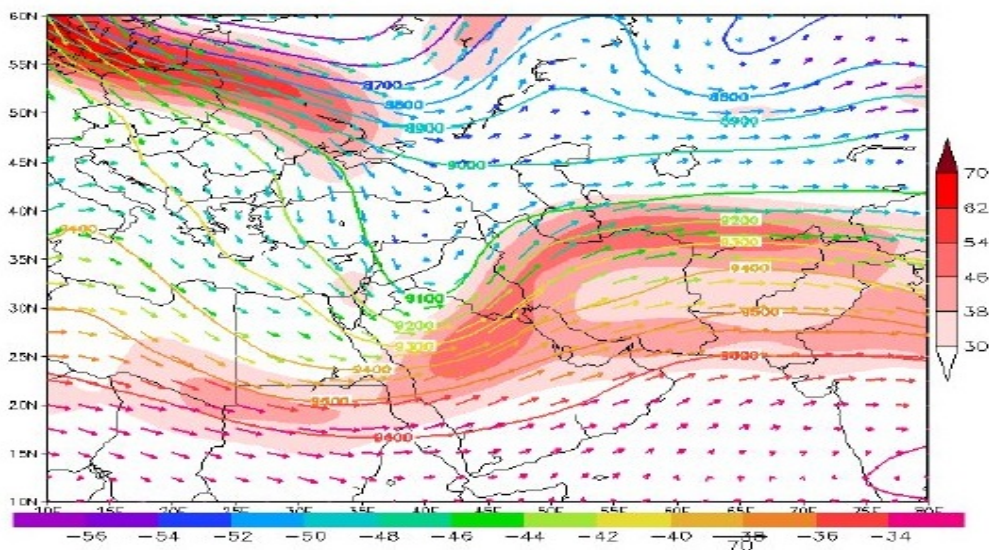
الگوی ۱۳ دسامبر ۲۰۱۳

به منظور ایجاد تصویری اولیه از رودباد قطبی، میانگین سرعت این سامانه بر فراز ایران، برای بالاترین تراز رخدادهای آن در تراز ۲۰۰ هکتوپاسکال آورده شده است. مطابق شکل (۵) فرود عمیقی در نصف‌النهار ۴۰ تا ۵۰ درجه تشکیل شده است و بادهای غربی در این محل استقرار یافته‌اند. سرعت مداری باد در تراز میانی به بالای ۷۰ متر بر ثانیه رسیده و این نشان از استقرار رودباد قطبی در این الگو است. قرارگیری محور فرود در غرب منطقه، سبب ایجاد شرایط لازم برای وقوع وزش چرخندگی مثبت و صعود هوا شده است. نیمه جنوبی به

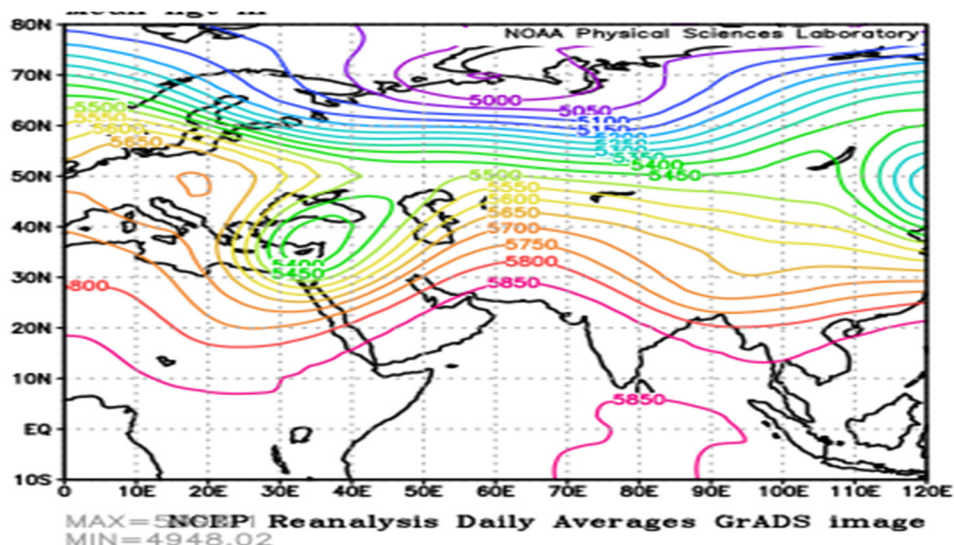
وزش مداری نزدیک و این نشان دهنده حرکت محور ناوه به سمت شرق و نصف‌النهار ۶۰ درجه است. نتایج این الگو نشان می‌دهد که وقوع بارش‌های سنگین در غرب و شمال غرب ایران با فعالیت رودباد قطبی و تغییرات نصف‌النهاری آن در فصل پاییز و زمستان مرتبط است. به‌طور کلی تغییرات زمانی و جابجایی مکانی محور رودباد و فرود بلند همراه آن بسیار مؤثر می‌باشد. متغیرترین قسمت بارش‌های شدید محدوده استیلای رودباد قطبی و فرود همراه آن، مناطق غرب و شمال غرب کشور است بطوریکه بارش‌ها و به‌طور کلی اثرات اقلیمی رودباد قطبی در ایران با جابجایی زمانی - مکانی محور و فرود همراه آن همبستگی مثبت دارند.



شکل ۴. نمودار روزهای رخداد و استقرار رودباد قطبی در ماه‌های مختلف سال



شکل ۵. نقشه متوسط هسته‌ی رودباد قطبی تراز ۲۰۰ هکتوپاسکال بر روی منطقه در الگوی فصل پاییز



شکل ۶. نقشه موقعیت تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال بر روی منطقه در الگوی فصل پاییز

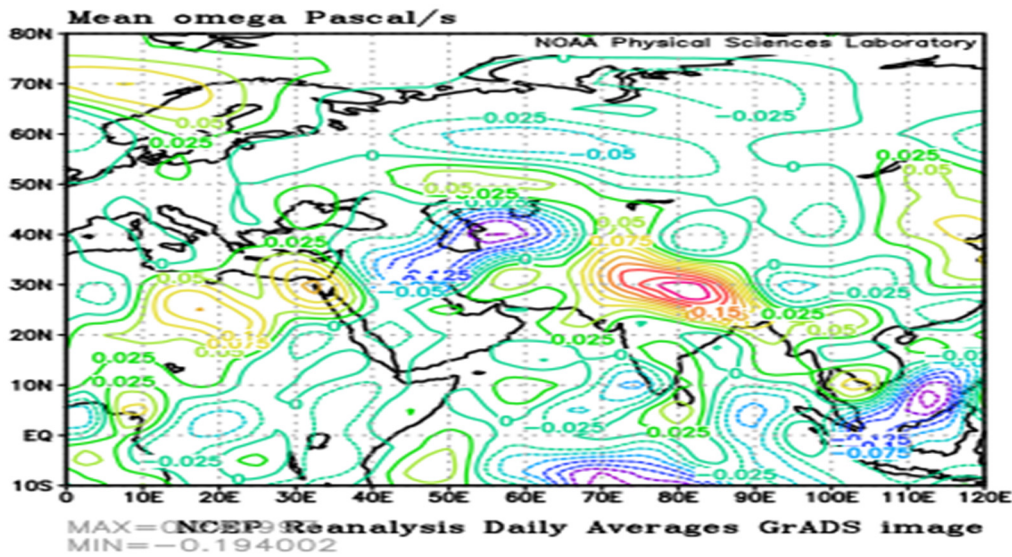
حاصل از آن در نصف‌النهار ۳۵ تا ۶۰ درجه شرقی قرار گرفته است. در عرض‌های شمالی‌تر، محور ناوه حاصل تا ۶۵ درجه شرقی نیز می‌رسد ولی تکرار این الگو در مناطق جنوبی روند کاهشی داشته است.

در عقب فرود، هوای سرد دریای سرخ و سیاه به عرض‌های پایین تر از قبیل عراق و غرب ایران ریزش کرده است. سردچالی با ارتفاع ۵۷۵۰ متر بر روی جنوب اروپا مستقر شده و هوای سرد شمال اروپا به غرب و مرکز ایران ریزش کرده و در برخورد با هوای گرم ناپایدار گشته است و به سمت عرض‌های بالاتر صعود می‌کند.

نقشه حرکت قائم هوا در تراز ۲۰۰ هکتوپاسکال حاکی از صعود و ناپایداری هوا در روز الگو است. در این نقشه، مقادیر منفی نمایانگر صعود هوا و مقادیر مثبت مبین نزول هوا است. بر اساس این نقشه در کل ایران به جز غرب، شرایط همگرایی و ناپایداری جوی حاکم است. قرارگیری در جلوی فرود و استقرار سردچال با مقدار عددی ۱- شاخص اُمگا در غرب ایران نشان دهنده واگرایی جو در این قسمت است (شکل ۷).

در این تراز محور ناوه تا دریای سرخ امتداد یافته و عربستان و کشورهای عربی حوزه خلیج فارس در جلوی محور فرود قرار گرفته و شرایط واگرایی و صعود هوا در تراز بالا و همگرایی سطح زمین را تجربه کرده است. با توجه به ریزش

همانند نتایج کار مسعودیان و همکاران (۱۳۹۰) رودباد قطبی در تراز مورد بررسی از نظر زمانی عمدتاً در غرب منطقه دیده می‌شود و در بیشتر موارد تا تراز پایین گسترده یافته و با ناپایداری بر روی بخش‌های وسیعی از ایران بارش‌های سنگینی ایجاد کرده است. این قسمت ناهنجاری شدیدتری دارد چراکه تسلط چرخندگی مثبت و فرود در منطقه رخ داده است. هنگامی که محور فرود حوالی نصف‌النهار ۴۰ درجه است بخش بیشتری از منطقه (از ۲۰ تا ۴۵ درجه شمالی) زیر نفوذ فرود یاد شده قرار گرفته است. در شدیدترین وضعیت، محور فرود تا ۴۸ درجه شرقی پیشروی کرده و تمام منطقه زیر نفوذ فرود و منطقه چرخندگی مثبت قرار گرفته است. طبق بررسی الگو، تعداد دفعاتی که محور فرود در شرق منطقه قرار داشته، کاهش و سال‌هایی که محور در غرب قرار گرفته، افزایش یافته است. رودباد قطبی در مناطق شرق و جنوب شرق ایران رخداد زیادی نداشته ولی بخش‌های شمالی و غربی محل اصلی استقرار رودباد در هنگام بروز بارش‌های شدید و فراگیر در ایران بوده است. با توجه به نقشه تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، موج بادهای غربی از غرب به شرق در حرکت است و یک مرکز کم فشار عمیق در نصف‌النهار ۳۰ تا ۴۰ درجه شرقی تشکیل شده است (شکل ۶). نیمه شمالی منطقه مورد بررسی، تحت استیلای چرخندگی منفی و ناپایداری قرار گرفته است. فرود



شکل ۷. نقشه روند حرکت قائم جو تراز ۲۰۰ هکتوپاسکال در الگوی فصل پاییز

بیشترین مقدار خود می رسد (علیچانی، ۱۳۷۴). نقشه سرعت باد (شکل ۹) نشان می دهد با توجه به حرکات صعودی در جو ایران، یک هسته بیشینه سرعت در شمال غرب با سرعت مرکزی ۴۸ متر بر ثانیه قرار گرفته است. در هسته سرعت فراز اروپا مقدار آن ۵۴ متر بر ثانیه و در شمال آفریقا به ۶۰ متر بر ثانیه می رسد (شکل ۹). در ایران این سرعت بین ۴۰ تا ۵۴ متر بر ثانیه متغیر است. در این فصل، خطوط هم سرعت فشردگی بیشتری از تمام فصلها دارند.

هوای سرد از غرب پشته به سمت شرق و عرض های پایین تر حرکت کرده و رطوبت کافی از دریای سرخ دریافت و به جو ایران نفوذ کرده تا این که خود را به سطح ناپایدار غرب و جنوب غرب رسانده است. هسته همگرایی که در نقشه دیده می شود در بارش ها مؤثر بوده است. بررسی سرعت عمودی هوا در این الگو نشان از فرارفت هوا است.

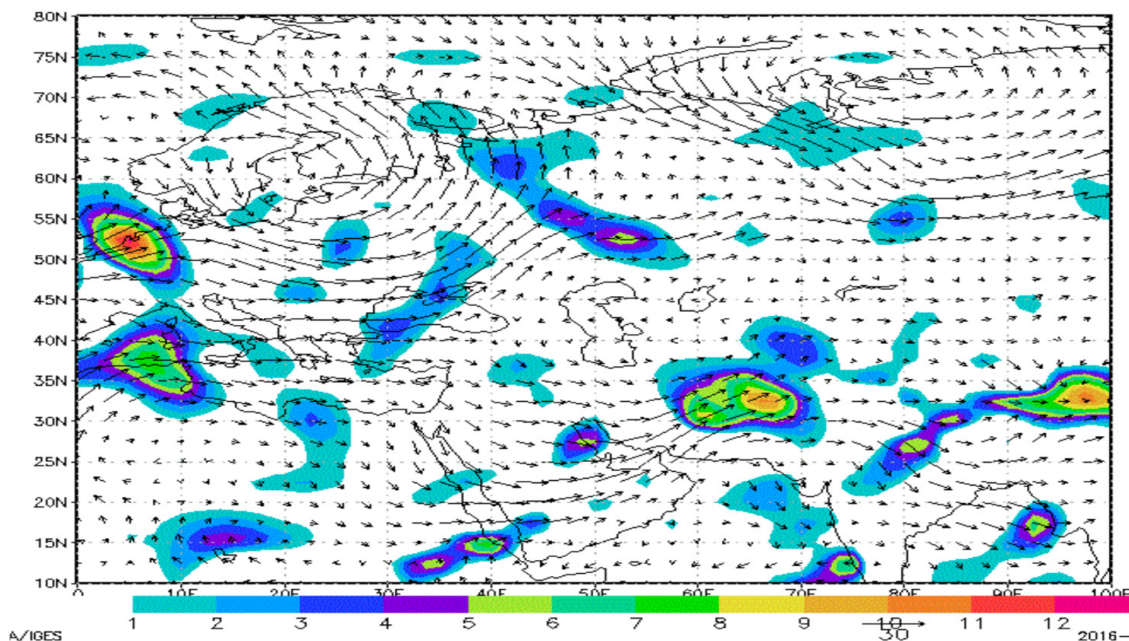
با توجه به نقشه تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال فرودی عمیقی از موج بادهای غربی در غرب ایران با جهت شمالی - جنوبی از سوریه، عراق، دریای سرخ تا شمال آفریقا امتداد دارد و ایران در جلوی فرود قرار گرفته و شرایط صعود و بارش حاکم است (شکل ۱۰). در نیمه شمالی آن سردچال قوی با ارتفاع ۵۱۵۰ متر بر روی غرب روسیه مستقر شده است. در این سردچال هوای سرد عرض های بالاتر به عرض های پایین تر حرکت کرده و در برخورد با هوای گرم به زیر آن رانده شده و به سمت عرض های بالا چرخش پیدا

هوای سرد از غرب به سمت ایران، شرایط جوی در عراق نسبت به ایران متفاوت شده چراکه شرایط همگرایی در تراز ۵۰۰ و واگرایی در سطح زمین حاکم بوده و مقدار عددی +۱ شاخص امگا نشان دهنده نوع حرکت باد به صورت نزولی در عراق است. نقشه صعود قائم جو، شرایط پایداری و ناپایداری جو سرعت و نوع حرکت عمودی در جو را به نمایش می گذارد.

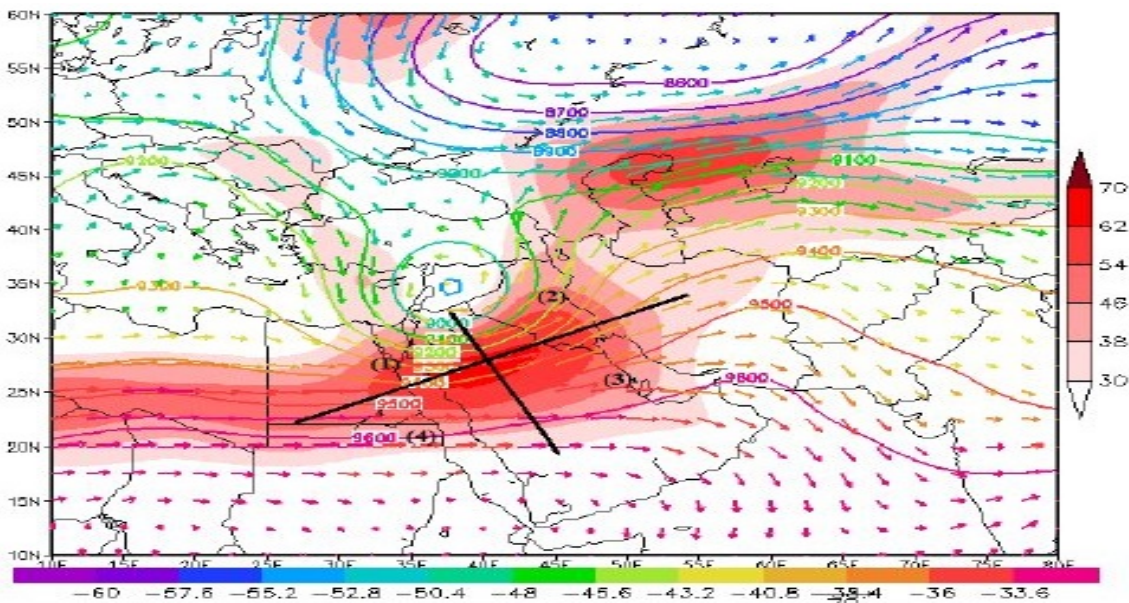
در تراز ۲۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال، منحنی های هم ارتفاع ژئوپتانسیل و امگا نشان دهنده این است که ایران در جلوی فرود قرار گرفته و حالت صعودی بر جو آن حاکم است. نقشه شار همگرایی رطوبت نیز نشان می دهد که یک هسته بیشینه ی شار رطوبت در ایران و بر روی جنوب شرق قرار گرفته است. جریانات جوی از شرق پشته به سمت شرق عربستان و عرض های پایین تر حرکت و پس از عبور از کشورهای نظیر قطر و عربستان رطوبت کافی از خلیج فارس دریافت و به منطقه شرق ایران نفوذ کرده است. هسته های همگرایی شار رطوبت دیگری نیز در نقشه دیده می شود اما مهم ترین آن ها هسته شرق می باشد که در وقوع بارش های آن روز مؤثر بوده است (شکل ۸).

الگوی ۸ فوریه ۲۰۰۶

در فصل زمستان با توجه به اینکه بیشترین تفاوت دمایی در جو حادث می شود، متوسط سرعت در هسته رودباد قطبی به



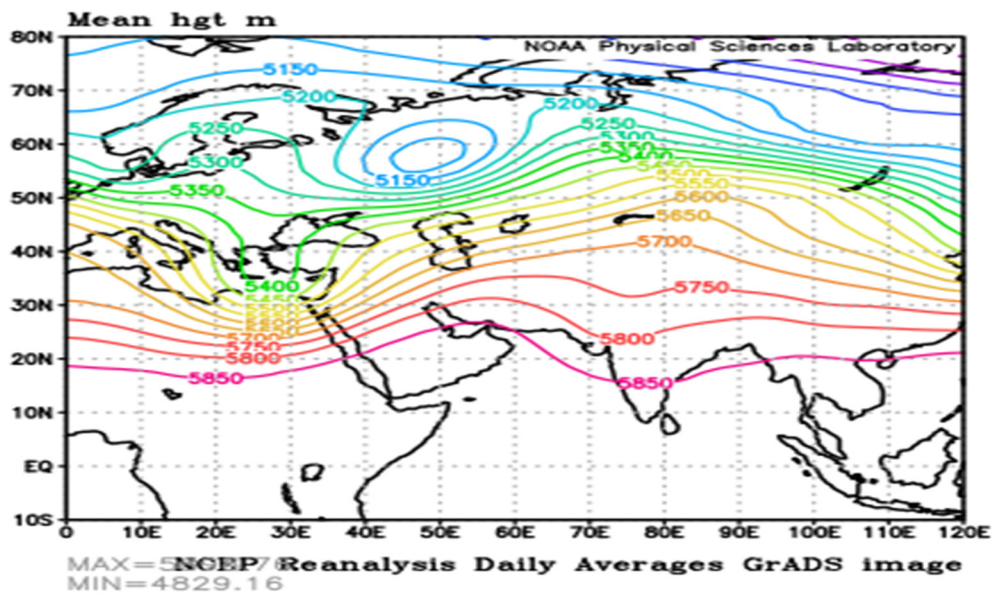
شکل ۸. نقشه شار رطوبت تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در الگوی فصل پاییز



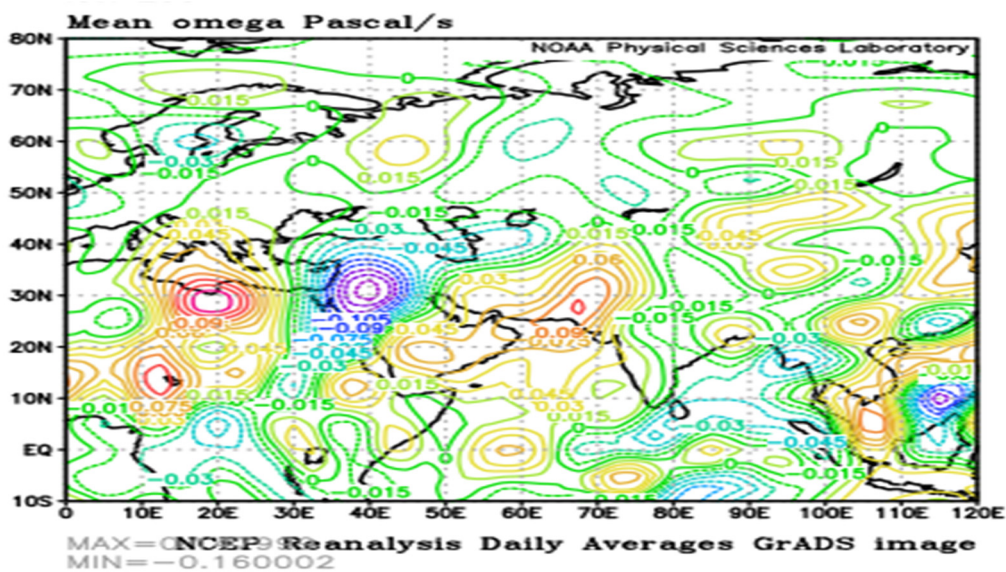
شکل ۹. نقشه متوسط هسته رودباد قطبی تراز ۲۰۰ هکتوپاسکال بر روی منطقه در الگوی فصل زمستان

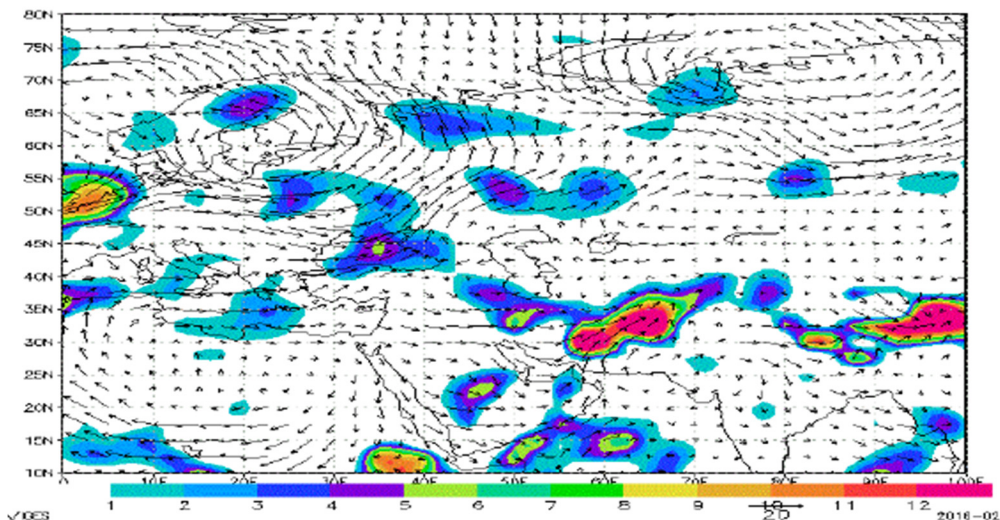
حاکمی از صعود و ناپایداری هوا در روز نماینده و نشان دهنده واگرایی جو در این قسمت است. بر اساس این نقشه در غرب و شمال غرب ایران شرایط همگرایی و ناپایداری جوی حاکم

می کند و در غرب سردچال باعث بارش می شود. در نقشه حرکت قائم جو در تراز ۲۰۰ هکتوپاسکال الگوی فصل زمستان مقدار عددی ۱- شاخص اُمگا در غرب ایران



شکل ۱۰. نقشه موقعیت تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال جو بر روی منطقه در الگوی فصل زمستان





شکل ۱۲. نقشه شار رطوبت تراز میانی جو در الگوی فصل زمستان

جمع بندی

به طور کلی در این پژوهش، به منظور مطالعه کنش های متقابل فصلی رودباد قطبی و بارش های شدید، به بررسی و تحلیل روند رودباد قطبی در دو فصل پاییز و زمستان پرداخته شده است. نتایج نشان داد که در منطقه مورد بررسی مقدار معنی داری روند برای فصل های فصل پاییز و زمستان وجود دارد. هسته رودباد جبهه قطبی در دو فصل پاییز و زمستان، به طور تقریبی در عرض ۳۵ درجه شمالی مستقر بوده، در صورتیکه در فصل تابستان این هسته در عرض های شمالی تر قرار گرفته است. از آنجایی که در فصل سرد سال تاوه قطبی دارای حرکات جنوب سو است، موجب رانده شدن رودباد به عرض های جنوبی می شود. همچنین، در فصل سرد سال حاکمیت هوای سرد در جو به سبب سنگینی آن وجود گرادیان شدید ارتفاعی در این توده هوا، موجب افزایش گستره ارتفاعی رخداد آن می شود. در فصل گرم سال، عقب نشینی تاوه قطبی به عرض های شمالی تر سبب پیشروی شمال سو در رودباد جبهه قطبی می شود. از طرفی یکنواختی دمایی در فصل گرم در مناطق حاره و عرض های میانی، بسیار بیشتر از فصل سرد است که این خود سبب کاهش سرعت می شود. نتایج نشان داد که از بین الگوهای طبقه بندی شده،

الگوی پاییز و زمستان با توجه به فراگیر بودن بارش، به عنوان روز نماینده الگوها انتخاب و مورد تحلیل و تفسیر همیدی قرار گرفتند. در این الگوها و به ویژه در تراز ۲۰۰ هکتوپاسکال سرعت باد به بیش از ۶۰ متر بر ثانیه رسیده است که به عنوان رودباد شناخته می شود. این رودباد که موازی با جریان های غربی در حرکت است با محور شمال شرق- جنوب غرب تا کشور ایران کشیده شده و هسته آن دقیقاً بر روی منطقه قرار گرفته است. در زیر رودباد بیشترین بارش ها رخ داده و در بعضی از ایستگاه ها مانند ایلام ۱۶۲ میلی متر بارش به ثبت رسیده است. مناطقی که در زیر نیمه شمالی سمت راست رودباد قرار گرفته اند از جمله کرمانشاه، سنندج، اردبیل و تبریز بیشترین میزان بارش ها را به ترتیب ۵۰، ۳۵، ۳۳ و ۳۰ میلی متر دریافت کرده اند؛ بنابراین شمال غرب کشور بارش مطلوبی را نسبت به سایر مناطق دریافت کرده است. بر اساس ساختمان و ریخت شناسی رودبادها در طرف واگرایی، خروجی آن به سمت شمال و شمال غرب می باشد و تضاد شدید دمایی در این ناحیه وجود دارد؛ بنابراین می بایست انتظار ناپایداری و صعود هوا را در این نواحی داشت. کاویانی و علیجانی (۱۳۷۱) نیز بیان داشتند که ناحیه چپ خروجی هسته رودباد (ربع دوم) محل بیشترین واگرایی سطوح بالا و همگرایی سطوح

در فصل سرد، بیشینه سرعت و در فصل گرم کمینه سرعت رودباد رخ داده است. با توجه به پهنه‌بندی بارش در الگوی مذکور، بارش باران در ایران با ساختار رودباد کاملاً منطبق است؛ زیرا مسیر هسته رودباد به‌گونه‌ای است که رطوبت را از دریای مدیترانه انتقال می‌دهد و این موضوع پدیده‌های مهمی نظیر بارش‌های سنگین در بخش‌های غرب و شمال غرب کشور را تقویت می‌کند. به‌طور کلی، در فصل‌های پاییز و زمستان تغییرات روند سرعت و محور رودباد جبهه قطبی، پهنه بیشتری را در بر گرفته است. نتایج بررسی روند نشان داد که در منطقه مورد بررسی مقدار معنی‌داری روند برای فصل‌های مذکور وجود دارد. با توجه به اطلاعات حاصل از نقشه‌های متوسط سرعت در فصل زمستان، تغییر سرعت نسبت به قبل بیشتر بوده است. روند سرعت در فصل پاییز نیز نشان داد که در این فصل، روند منفی در ورودی راست و چپ هسته وجود داشته است.

مراجع

- ابراهیمی نیک، م.، ۱۳۹۰، نقش موقعیت رودباد جنب‌حاره‌ای و قطبی بر ترسالی‌ها و خشکسالی‌های جنوب غرب ایران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد اقلیم‌شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی تهران، ایران.
- امیدوار، ک.، سپندار، ن.، ۱۳۹۶، تحلیل سینوپتیک و ترمودینامیک بارش سنگین و سیلابی روزهای ۵ تا ۸ آبان ۱۳۹۴ در استان کرمانشاه، م. اطلاعات جغرافیایی، ۱۰۷، ۲۳۸-۲۵۶.
- برزو، ف.، عزیزی، ق.، ۱۳۹۴، پیشنهاد معیاری ساده برای برآورد بارش سنگین در مناطق مختلف ایران، م. پژوهش‌های جغرافیایی طبیعی، ۹۳، ۴۳۱-۴۵۰.
- پروین، ن.، ۱۳۹۲، بررسی ارتباط موقعیت مکانی رودبادهای تراز میانی جو و وقوع سیل در حوضه آبریز دریاچه ارومیه، تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۲۹، ۲۳۵-۲۵۰.
- پژوه، ف.، شناسایی الگوهای رودباد مؤثر در بارش‌های سیل‌خیز فصل سرد نیمه جنوبی ایران، م. تحلیل فضایی مخاطرات محیطی (۷)، ۱۹۶-۱۷۷.
- حبیب پور، ک.، صفری، ر.، ۱۳۸۸، راهنمای جامع کاربرد SPSS در تحقیقات پیمایشی، انتشارات متفکران. تهران
- حلبیان، ا.، ح.، حسینعلی پورجزی، ف.، ۱۳۹۳، تحلیل فراوانی رودبادهای مرتبط با بارش‌های حدی و فراگیر در کرانه‌های غربی خزر، م. تحقیقات جغرافیایی، ۱۱۲، ۲۲۰-۲۰۵.
- حلبیان ا.ح.، حسینعلی پور، ف.، ۱۴۰۰، واکاوی بسامد رخداد رودبادها در زمان بارش‌های فرین در آذربایجان شرقی، م. مخاطرات محیط طبیعی، ۲۹، ۱۸-۱.
- خداداده، س.، ۱۳۹۰، تحلیل سینوپتیک موقعیت جریان‌های جت و ارتباط آن با بارش‌های شدید در شمال غرب ایران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.
- دهقانپور، ع.، عاشوری قلعه رودخانی، ز.، ۱۳۹۷، تحلیل فراوانی رودبادهای مرتبط با رخداد طوفان‌های حوضه آبریز ارمنند، م.

زیرین جو است که این موضوع باعث فراهم آوردن بیشتر صعود هوا در این ناحیه می‌شود و در این پژوهش نیز این ناحیه از رودباد بر روی منطقه مورد مطالعه باعث بارندگی‌های شدید در استان‌های شمالی و شمال غربی شده است؛ اما مناطقی که در قسمت همگرایی سطح بالا واگرایی سطوح پایین جو قرار گرفته‌اند باعث تشکیل پرفشار زمینی شده و مانع هرگونه صعود و ریزش باران می‌شود. همچنین در این پژوهش این نتیجه به دست آمد که حالت نصف‌النهاری محور رودباد باعث ایجاد و تولید هسته‌های سرعت شده و مایل شدن هسته رودباد به وزش نصف‌النهاری سبب شد تا جریان هوا چرخندگی انحنایی یابد. یافته‌های این تحقیق نتایج کار خداداده (۱۳۹۰) را تأیید می‌کند. نتایج کار او به‌مانند این تحقیق نشان داد که حالت نصف‌النهاری محور رودباد باعث ایجاد و تولید هسته‌های سرعت وقوع بارش‌های بیشتر در منطقه غرب ایران شده است. نتایج وی پژوهش حاضر را مبنی بر اینکه تغییرات در فصل‌های یاد شده در امتداد محور رودباد و در نواحی چهارگانه هسته به وقوع پیوسته است تأیید می‌کند. نتایج تحلیل توصیفی رودباد جبهه قطبی در این پژوهش همانند نتایج کار ذکی زاده و همکاران (۱۳۹۷) است که برای بارش‌های سنگین فصل زمستان صورت گرفت و بیانگر وجود چهار الگوی رودباد قوی با هسته بیشینه سرعت در ترازهای میانی جو بود؛ اما مطابق نتایج این پژوهش درباره روند رودبادها که دو فصل پاییز و زمستان را بررسی کرده است نشان از شدت و ضعیف رودبادها در منطقه مورد مطالعه داشته است و کاهش شدت پاییزه رودباد در سده آینده پیش‌بینی می‌شود. همچنین بررسی روند در مؤلفه‌های مداری و نصف‌النهاری رودباد در فصل‌های مذکور نشان داد که با تغییرات شمال سو و نصف‌النهاری رودباد به ترتیب در پاییز و زمستان، تضعیف هسته و افزایش گستره فعالیت آن محتمل است. همچنین یافته‌های این تحقیق همانند نتایج کار عساکره و همکاران (۱۳۹۶) در ارتباط با تغییرات فصلی رودباد جنب حاره‌ای است که نشان دهنده دو هسته بر فراز آسیا و آفریقا بود، حاکی از وجود دو هسته متوسط اصلی رودباد جبهه قطبی، یک هسته بر فراز اروپا، دیگری بر روی شمال آفریقا و وجود سردچال بر روی دریای خزر و قزاقستان (آسیا) طی دوره مورد بررسی است. نتایج نشان می‌دهد که

- جغرافیا و مخاطرات محیطی، ۲۸، ۱۴۶-۱۳۱.
- ذکی زاده، م.، سلیقه، م.، ناصرزاده، م.، واکبری، م.، ۱۳۹۷، تحلیل آماری و همدیدی مؤثرترین الگوی ایجاد کننده بارش های سنگین ایران، م.مخاطرات محیط طبیعی، ۲، ۷۹۸-۷۸۳.
- ذوالفقاری، ح.، جلیلیان، آ. و صحرائی، ج.، ۱۳۹۸، الگوی برهم کنش جت های جنب حاره و جبهه قطبی در بارش های سنگین بهار و پاییز ایران، م. فیزیک زمین و فضا، ۲، ۴۰۰-۳۸۳.
- زرین، آ.، مفیدی، ع.، ۱۳۸۴، وردش پذیری فعالیت خورشیدی و اثر آن بر اقلیم ایران زمین مطالعه موردی: اقلیم خاورمیانه و ایران، م. جغرافیای سرزمین، ۲، ۱۰۴-۸۳.
- عساکره، ح.، بیرانوند، آ.، فتاحیان، م. و شادمان، ح.، ۱۳۹۶، تحلیل روند جابجایی رودباد و پرفشار جنب حاره بر فراز خاورمیانه و رابطه آن با اقلیم ایران، م. فضای جغرافیایی، ۵۸ (۳): ۳۱۵-۳۰۳.
- عساکره، ح.، بیرانوند، آ. و قائمی، ه.، ۱۳۹۳، روند تغییرات فصلی جنب حاره در محدوده اقلیمی ایران طی دهه های اخیر، م. پژوهش های جغرافیای طبیعی، ۷۲، ۴۷-۵۷.
- عسگری، ا.، رحیم زاده، ف.، محمدیان، ن. و فتاحی، ا.، ۱۳۸۶، تحلیل روند نمایه های بارش های حدی در ایران، تحقیقات منابع آب، ۳، ۵۵-۴۲.
- علیچانی، ب.، ۱۳۷۴، آب و هوای ایران، انتشارات دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.
- علیچانی، ب.، ۱۳۸۱، اقلیم شناسی همدید، انتشارات سمت، تهران، ایران.
- علیچانی، ب.، ۱۳۸۵، اقلیم شناسی سینوپتیک، چاپ دوم، انتشارات سمت، تهران، ایران.
- قائمی، ه.، عساکره، ح. و بیرانوند، آ.، ۱۳۹۱، تحلیل احتمالاتی رخداد روزانه رودباد جنب حاره بر روی منطقه اقلیمی ایران، م. اندیشه جغرافیا، ۶، ۴۴-۱.
- قانقرمه، ع.، ۱۳۹۹، ارزیابی تغییر موقعیت رودباد جنب حاره ای مستقر بر روی ایران و آینده نگری آن براساس دو مدل اقلیمی GFDL-CM3 و CanESM2، م. مخاطرات محیط طبیعی، ۲۵، ۱۲۲-۹۹.
- قویدل رحیمی، ی.، ۱۳۸۹، نگاشت سینوپتیک اقلیم ایران با استفاده از نرم افزار Grads، انتشارات سپاه دانش، تهران، ایران.
- کاویانی، م.، علیچانی، ب.، ۱۳۷۱، مبانی آب و هواشناسی، انتشارات سمت، تهران، ایران.
- لشکری، ح.، متکان، ع.، آزادی، م. و محمدی، ز.، ۱۳۹۵، تحلیل همدیدی نقش پرفشار عربستان و رودباد جنب حاره ای در کوتاه ترین طول دوره بارشی جنوب و جنوب غرب ایران، فصلنامه علوم محیطی، ۴، ۷۴-۵۹.
- لشکری، ح.، متکان، ع.، آزادی، م. و محمدی، ز.، ۱۳۹۶، تحلیل همدیدی نقش پرفشار عربستان و رودباد جنب حاره ای در خشکسالی های شدید جنوب و جنوب غرب ایران، پژوهش های دانش زمین، ۳، ۱۶۳-۱۴۱.
- لشکری، ح.، محمدی، ز.، ۱۳۹۴، اثر موقعیت پرفشار جنب حاره ای عربستان بر سامانه های بارشی در جنوب و جنوب غرب ایران، م. پژوهش های جغرافیای طبیعی، ۴۳، ۷۳-۹۰.
- لشکری، ح.، محمدی، ز.، ۱۳۹۷، نقش جابه جایی پرفشار عربستان و رودباد جنب حاره ای در الگوهای همدیدی و ترمودینامیکی ترسالی های شدید جنوب و جنوب غرب ایران، پژوهش های جغرافیای طبیعی، ۳، ۵۰۹-۴۹۱.
- مبارک حسن، ا.، مشکواتی، ا.، آزادی، م. و مزرعه فراهانی، ف.، ۱۳۹۱، نقش رودباد در چرخندزایی میانه مدیترانه، م. پژوهش های اقلیم شناسی، ۱۱، ۵۲-۴۱.
- مسعودیان، ا.، ۱۳۹۰، آب و هوای ایران، انتشارات شریعه توس، اصفهان، ایران.
- مسعودیان، ا.، دارند، م.، کارساز، س.، ۱۳۹۰، پهنه بندی بارش غرب و
- شمال غرب ایران ب روش تحلیل خوشه ای، فصلنامه جغرافیای طبیعی، ۱۱، ۴۴-۳۵.
- مسعودیان، ا.، محمدی، ب.، ۱۳۹۰، تحلیل فراوانی رودبادهای مرتبط با بارش های سنگین ایران، مجله تحقیقات منابع آب ایران، ۲، ۸۰-۹۱.
- ناصرپور، س.، قاسمی، ف.، ا. و آرزومندی، ل.، ۱۳۹۶، شناسایی الگوهای سینوپتیکی بارش های سیل خیز غرب ایران، م. فضایی مخاطرات محیطی، ۴، ۸۶-۶۹.
- ناصرزاده، م.، سلیقه، م.، ذکی زاده، م. و واکبری، م.، ۱۳۹۷، تحلیل آماری و سینوپتیکی مؤثرترین الگوی رودباد ایجاد کننده بارش های سنگین ایران، م. مخاطرات محیط طبیعی، ۱۵، ۴۸-۳۱.
- Alijani, B., 2002, Synoptic Climatology, First Edition, Tehran, Samat Publications.
- Ebrahimi Nik, M., 2011, The Role of Tropical and Polar Jetstream on Wetlands and Droughts in Southwestern Iran, Master Thesis in Climatology, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University of Tehran.
- Halabian, A., Hosseinalipour Jazi, F., 2014, Frequency analysis of storms related to marginal and pervasive precipitation in the western shores of the Caspian Sea, Geographical Research Quarterly, 112 (7): 220-205.
- Handlos, E., Zachary, J. and Martin, E., 2017, Composite Analysis of Large-Scale Environments Conducive to Western Pacific Polar/Subtropical Jet Superposition. Journal of climate, University of Wisconsin-Madison, Madison, Wisconsin, 29(3): 7145-7156. http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep_reanalysis.pressure.html.
- Hudson, R., 2012, Measurements of the movement of the jet streams at mid-latitudes, in the Northern and Southern Hemispheres, 1979 to 2010, Atmos Chem. Phys, 12(3): 7797-7808.
- Johnson, D., Daniels, M., 1954, Rainfall in relation to the jet stream, Quarterly Journal Of The Royal Meteorological Society, 344(80): 212-217.
- Kaviani, M., Alijani, B., 1992, Basics of Meteorology. Tehran: Samat Publications. First Edition.
- Lashkari, H., Matkan, A., Azadi, M. and Mohammadi, Z., 2017, Synoptic analysis of the role of Saudi high pressure and tropical winds in the shortest rainfall period in southern and southwestern Iran, Earth Science Research, 8(30): 141-163.
- Lashkari, H., Mohammadi, Z., 2015, Effect of Saudi subtropical high pressure position on precipitation systems southern and southwestern Iran, Natural Geography Research, 43(1): 73-90.
- Lashkari, H., Mohammadi, Z., 2018, The Role of High Pressure Spatial Displacement of Saudi Arabia and Tropical Windstorm in the Synoptic and Thermodynamic Pattern of Extreme Wet years in Southern and Southwestern Iran, Natural Geography Research, 50(3): 499-509.
- Laura, M., 2021, Deadly weather as far apart as China, Germany and the U.S. reveal the devastating impact of a swinging jet stream. Bloomberg Green AM PDT, 3(31): 212-218

- 31.
- Omidvar, K., Sepandar, N., 2017, Synoptic and thermodynamic analysis of heavy rainfall and floods from November 26 to 29, 2015 in Kermanshah province, Quarterly Journal of Geographical Information, 107(6): 238-256.
- skiem, A. and kidden., D., 2008, On the relationship between large-scale climate models and regional synoptic pattern that drive Victorian rainfall, Hydrol Earthsyst, 12(4):22-44.
- Winters, A., Martin, E., 2014, The Role of a Polar/Subtropical Jet Superposition in the May 2010 Nashville Flood, 2014, weather & forecasting, 29(6): 954-974.
- Zakizadeh, M., Saligheh., M., Naserzadeh, M. and Akbari., M., 2018, Statistical and synoptic analysis of the most effective pattern of heavy rainfall in Iran, natural hazards, 2(4): 798-783.
- Zarrin, A., Mofidi, A., 2005, Solar activity and its effect on the climate of Iran-land Case study: Middle East and Iran climate, Geographical Quarterly of the land, 2(8): 104-83
- Zulfaqari, H., Halabian., A. and Sahraie., J., 2018, Pattern of interaction of subtropical jets and polar fronts in heavy spring and autumn rainfalls of Iran, Earth and space physics, 2(1): 400-383.
- Lee, Kyou., Jeong-Gyun, P. and Wan KIM, J., 2008, Heavy Rainfall Events Lasting 18 Days from July 31 to August 17,1998, over Korea, Journal of the Meteorological Society of Japan, 86 (2): 313-333.
- Lombrana, L., Hayley, W. and Brain, S., 2021, Deadly weather as far apart as China, Germany and the U.S. reveal the devastating impact of a swinging jet stream. Bloomberg Green AM PDT, 3(31): 212-218
- Mobarak Hasan, A., Meshkati, A., Azadi, M. and Mazeae Farahani, M., 2012, The role of Jetstream in the Mediterranean cyclogenesis, Climatological Research, 11(2): 52-41.
- Lashkari, H., Mohammadi, Z.,2018, The Role of High Pressure Spatial Displacement of Saudi Arabia and Tropical Windstorm in the Synoptic and Thermodynamic Pattern of Extreme Wet years in Southern and Southwestern Iran, Natural Geography Research, 50(3): 499-509
- Naserpour, S., Ghasemifar, A. and Arzomandi, L., 2017, Identifying Synoptic Patterns of Flood Precipitation in Western Iran, Spatial Journal of Environmental Hazards, 4(2): 86-69.
- Naserzadeh, M., Saligheh, M., Zakizadeh, M. and Akbari, M., 2017, Statistical and synoptic analysis of the most effective model of Jetstream leading heavy rain in Iran, Journal of Natural Hazards, 15(3): 48-

A study of the effect of the polar Jet stream on the precipitation of the cold season in Iran

Darush Sepadeh¹, Bromand Salahi^{2*}, Bohloul Alijani³, Batool Zeynali⁴

¹ PhD student of Synoptic Climatology, Faculty of Social Science, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

² Professor of climatology, Faculty of Social Science, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

³ Professor of climatology, Faculty of Geography, Kharazmi University, Tehran, Iran.

⁴ Associate Professor of climatology, Faculty of Social Science, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

*Corresponding Author Email: bromand416@yahoo.com

Received: 18 April 2021 , accepted: 18 July 2021

ABSTRACT

In this research, the influence of the polar jet streams on the daily rainfall of synoptic stations in Iran in the cold season (autumn and winter) during a period of 30 years (1988-2017) has been studied. Based on the threshold of rainfall exceeding 30 mm as heavy rainfall and based on the 95th percentile, 972 days were identified and clustered as days of heavy rainfall in 31 synoptic stations of Iran, and the representative days of each cluster were selected. In the following, in order to find behavioral patterns and investigate the interaction of the polar jet stream on the intensification of the processes of frontal formation and the occurrence of heavy precipitation, the data of the zonal and meridian wind component, divergence, geopotential height, vertical velocity of the atmosphere (omega), vorticity, relative humidity, specific humidity, temperature and average sea level pressure were studied. The results of these analyzes showed 6 circulation patterns in the region, each of these patterns, due to the dominance and establishment of numerous troughs and ridges in the atmosphere, on the path of the polar front jet stream transfer to the middle latitudes of the earth and also the fluctuations of its seasonal average position have been influential. The results showed that the meridian mode of the jet stream axis has caused the creation and production of cores for the rate of occurrence of more rainfall in the western region of Iran.

Keywords: Iran, Precipitation, Polar Jet Stream, Synoptic Analysis

HOW TO CITE THIS ARTICLE

Sepadeh, D.; Salahi, B.; Alijani, B.; Zeynali, B. (2021). A study of the effect of the polar Jet stream on the precipitation of the cold season in Iran. *J. Meteorol. Atmos. Sci.*, 4(3): 178-192

COPYRIGHTS

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to the JMAS Journal. This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

