

بررسی و تحلیل همدیدی دینامیکی سازوکارهای بارش فراگیر زمستانه ایران

دریافت مقاله: ۹۶/۴/۸ پذیرش نهایی: ۹۷/۳/۱

صفحات: ۳۷-۵۵

مسعود جلالی: استادیار گروه اقلیم شناسی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.

Email: o.jalali22@yahoo.com

مهری دوستکامیان: دانشجوی دکتری تغییر اقلیم، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.

Email: s.mehdi@znu.ac.ir

امین شیری کریم وندی: کارشناس ارشد آب و هواشناسی سینوپتیک، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.

Email: aminshiri85@yahoo.com

چکیده

هدف از این مطالعه بررسی و تحلیل سازوکار بارش‌های فراگیر زمستانه ایران می‌باشد. برای این منظور داده‌های بارش روزانه ۴۸۳ ایستگاه سینوپتیک و کلیماتولوژی مرتب شده و سپس بارش‌های فراگیر استخراج و مورد تحلیل قرار گرفته است. بهمنظور بررسی و واکاوی سازوکار بارش‌های فراگیر زمستانه پارامترهای دینامیکی و همدیدی نظیر شار رطوبت، تواویی، فشار سطح زمین، ارتفاع ژئوپتانسیل و مؤلفه نصفالنهاری و مداری باد برای ترازهای ۱۰۰۰، ۸۵۰، ۷۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال مورد تحلیل قرار گرفته است. نتایج نشان داد که سازوکار دینامیکی و همدیدی بارش‌های فراگیر زمستانه ایران تحت تأثیر الگوی ترکیبی جو نظیر کم‌فشار مدیترانه - کم‌فشار دو هسته‌ای خلیج فارس، کم‌فشار بسته ایران مرکزی - پرفشار شرق اروپا، کم‌فشار اورال - پرفشار خاورمیانه، کم‌فشار عربستان - پرفشار اروپا و کمربند پرفشار سیبری - کم‌فشار ایران مرکزی قرار دارند. بیشترین منبع تغذیه شار رطوبتی بارش‌های زمستانه حاصل اندکنش ترازهای میانی جو بهویژه ترازهای ۸۵۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکال بوده است. در حالی که وردش‌های جوی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال نقش به سزایی در سازوکار دینامیکی بارش‌های فراگیر زمستانه ایران داشته است.

کلیدواژگان: شار رطوبت، تواویی، کم‌فشار مدیترانه، بارش زمستانه، ایران

مقدمه

بارش یک عنصر بسیار مهم و تأثیرگذار بر جوامع انسانی می‌باشد، بطوریکه امروزه رکن اصلی مطالعات در گلیه برنامه‌ریزی‌های محیطی و اقتصادی به شمار می‌آید. در هر مکانی بارش زمانی اتفاق می‌افتد که هوای مرطوب و عامل صعود فراهم شود. هردوی این شرایط بهوسیله الگوهای گردش اتمسفر فراهم می‌شوند (علیجانی، ۱۳۸۱: ۲۰۳-۲۰۲). بارش و فرآیندهای ناشی از آن به عنوان عاملی مخاطره انگیز در بروز حوادث طبیعی مثل سیل مطرح می‌باشند (ماریناکی^۱ و همکاران ۱۳۸۸: ۱۳۱-۱۳۵؛ عزیزی ۱۳۸۸: ۱-۱۸). سرزمین ایران به لحاظ موقعیت جغرافیایی و ویژگی‌های خاص آب و هوایی، از سرزمین‌های خشک و نیمه‌خشک جهان محسوب می‌شود. یکی از موانع عدمی توسعه و پیشرفت کشور نیز از گذشته محدودیت‌های کمی و کیفی منابع آب بوده است. تغییرات شدید آب و هوایی در قالب گرمایش جهانی، منجر به تغییر الگوهای دما و بارش و پدید آمدن ناهنجاری‌های اقلیمی در اغلب نقاط جهان شده است. با توجه به موقعیت جغرافیایی، میانگین بارش ایران بسیار کمتر از میانگین جهانی بارش هست. نکته‌ی قابل توجه در ارتباط با بارش ایران علاوه بر مقدار کم بارش، تغییرپذیری آن می‌باشد (عزیزی و یاراحمدی، ۱۳۸۶: ۱۶۱-۱۷۴). با توجه به اینکه بارش جایگاه مهمی در انرژی و چرخه آب جهانی دارد. آگاهی درست از مقادیر بارش رسیده به سطح زمین، بهویژه برای ارزیابی آب شرب و مدیریت کاربری زمین، کشاورزی و هیدرولوژی و مواردی مانند کاهش خطر سیلاب و خشکسالی اهمیت دارد (نظری پور و صداقت، ۱۳۹۴: ۴۲۱). عوامل کنترل‌کننده آب‌وهوای ایران به دو دسته درونی و بیرونی تقسیم می‌شوند، عوامل درونی به عواملی مانند موقعیت جغرافیایی، وضعیت ناهمواری‌ها و پوشش زمین گفته می‌شود که در محل موردنظر وجود دارند و تغییر نمی‌کنند. عوامل بیرونی آن‌هایی هستند که در داخل ایران مستقر نیستند و از بیرون وارد کشور شده و اقلیم آن را کنترل می‌کنند. ورود این سامانه‌ها تابع سیستم‌های آورنده آن‌هاست، مثلاً یک سال ممکن است براثر ورود زیاد چرخدندهای مدیترانه‌ای، بارش زیاد و سال دیگر به دلیل نیامدن آن‌ها هیچ بارانی رخ ندهد. این عوامل در قالب سامانه‌های گردش عمومی هوا، آب‌وهوای ایران را تحت تأثیر خود قرار می‌دهند (علیجانی، ۱۳۸۵: ۲۷). الگوهای گردش جوی نقش اصلی را در رخداد پدیده‌های محیطی بهویژه در مناطق معتدله دارند. برخی از الگوهای گردش جوی، سبب ایجاد دوره‌های مرطوب و برخی دیگر موجب ایجاد دوره‌های خشک و کم‌آبی می‌شوند؛ بنابراین از آنجایی که وقوع رخدادهای خشکسالی و ترسالی ریشه در گردش عمومی جو دارد با شناخت الگوهای گردش جوی، امکان بررسی این پدیده‌ها قبل از وقوع و نیز، ارزیابی آثار آن‌ها تا حدودی فراهم می‌شود (فتاحی و رحیم زاده، ۱۳۸۸: ۳۸). پژوهش‌های انجام شده نشان می‌دهد که پدیده‌های سیل و خشکسالی، متأثر از تغییرات ناگهانی الگوهای گردش جوی است (رسولی، بایانیان، قائمی و زوار رضا، ۱۳۹۱، خوش‌الخلق، نبوی و عباسی، ۱۳۹۱، حلیان، پورجزی و صابری، ۱۳۹۱، باقری، ۱۳۹۲).

طبقه‌بندی الگوهای گردش جوی روزانه، از گذشته موردنظره اقلیم شناسان بوده است. بررسی متغیرهای اقلیم‌شناسی، مانند بارش و دما در یک مکان و زمان معین، نشان می‌دهد که این متغیرها بهشت تحت تأثیر الگوهای گردش جوی هستند. از این‌رو متغیرهای هواشناسی، مانند بارش و دما و پدیده‌های وابسته به آن‌ها

1. Marinaki

مانند سیل، خشکسالی، یخbandانها و ... به انواع ویژه‌ای از الگوهای گردش جوی مربوط می‌شوند (هوث^۱، ۱۹۹۶: ۸۹۵). درباره مهمترین توده‌های هوا و الگوهای جوی مؤثر بر بارش در نقاط مختلف دنیا مطالعات فراوانی انجام شده است. در تحقیقی روی بارش‌های مدیترانه، رومرو^۲ و همکاران (۱۹۹۸: ۷۶۵-۷۸۵) الگوهای جوی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال را در ارتباط با بارش‌های مدیترانه خوشبینی کرده و این الگوها را مهم‌ترین عامل ریزش بارش‌های مدیترانه دانسته‌اند. در تحقیقی دیگر Maheras^۳ و همکاران (۲۰۰۴: ۱۶۹۵-۱۷۱۲) الگوهای گردشی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال یونان را بررسی کرده و شش الگوی واچرخندی، هشت الگوی چرخندی، دو نوع مختلف چرخند و واچرخندی و چهار الگوی ویژه آب و هوایی را شناسایی کرده‌اند. همچنین Sarponi^۴ و همکاران (۲۰۰۹: ۱۰۱۴-۱۰۲۵)، ارتباط بین رژیم‌های بارشی در فلسطین اشغالی و موقعیت و شدت فربارهای قبرس را بررسی کردند. مطالعه آن‌ها نشان داد که بارش فصلی و روزانه وابستگی بالایی به عمق چرخندها در توزیع فضایی بارش تولیدشده بر روی افغانستان اشغالی داشته‌است. چرخندی قرارگرفته بر روی شرق قبرس اساساً برای بخش‌های جنوبی منطقه موردمطالعه بسیار ثمربخش بوده است. آن‌هایی که در غرب و شمال فلسطین اشغالی قرارگرفته‌اند برای شمال این کشور سودمند بوده‌اند. حساسیت بالای بارش در مکان چرخندی‌های سطحی، نقش مهم انتقال رطوبت سطوح پایین‌تر در شکل‌گیری بارش را تأیید می‌نماید. در ایران نیز تحقیقات متعددی در زمینه شناسایی الگوهای بارشی مؤثر بر روی بارش‌های فرآگیر ایران صورت گرفته است از جمله‌ی این تحقیقات می‌توان به تحقیق سلیقه نجار (۱۳۸۵: ۱-۱۳) بامطالعه سازوکار بارش‌های جنوب شرق ایران، سه الگوی چرخندی بادهای غربی، موج‌های کوتاه بادهای غربی با تراف عمیق‌تر و زبانه کم‌پرشار مونسونی هندوستان را در به وجود آمدن این بارش‌ها مهم دانسته است. با این حال الگوهای گردشی در شمال غرب ایران بیشتر تحت تأثیر سامانه پرفشار سیبری، اثرات کوهستان روی پدیده‌های جوی، سیستم‌های پرفشار اروپا و کم‌پرشار مونسون می‌باشند (اشجعی باشکند، ۱۳۷۹: ۱). از طرف دیگر بارش‌های شمال کشور درنتیجه وجود پرفشار و چرخش پادساعت‌گرد وابسته به تأثیر زبانه پرفشار مستقر بر روی سواحل خزر بوده است. این نکته نشان می‌دهد که در الگوی پرفشار و ترکیبی مهم‌ترین مکانیسم بارش وجود سیکلون در منطقه است (مفیدی و زرین، ۱۳۸۶: ۱۳۱-۱۵۴). در عین حال با توجه به مطالعات صورت گرفته توسط محققان خارجی و داخلی تحلیل شرایط همدیدی و دینامیکی الگوهای گردش جوی، در شناسایی عوامل مؤثر بر وقوع بارش، بسیار حائز اهمیت است. این شناخت می‌تواند با رابطه بین گردش‌های جوی با محیط سطحی زمین از طریق دو رویکرد گردشی به محیطی و محیطی به گردشی در یک منطقه قابل بررسی باشد.

روش تحقیق

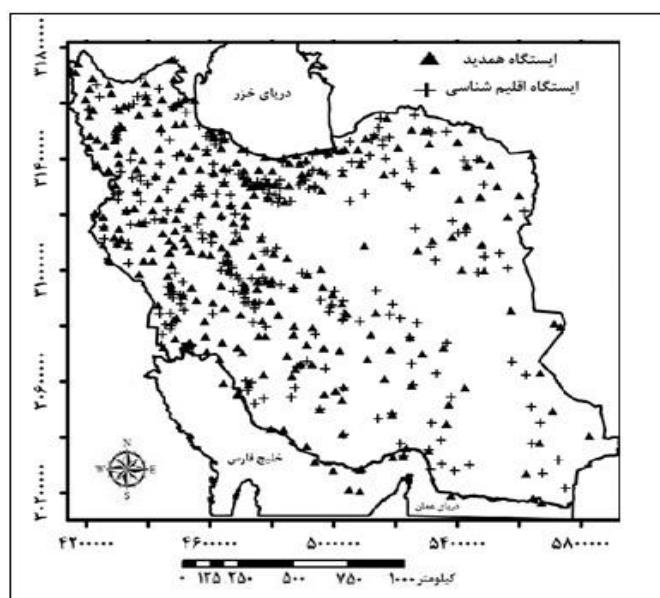
هدف از این مطالعه بررسی و تحلیل همدیدی دینامیکی سازوکارهای بارش فرآگیر زمستانه ایران می‌باشد. برای این منظور از دو پایگاه داده‌ای بهره گرفته شده است:

داده‌های محیطی: این گروه از داده‌ها از طریق میان‌یابی مقادیر ایستگاهی بارش روزانه برای دوره‌ی آماری ۱۳۴۰

2. Huth
3. Romero
4. Maheras
5. Saaroni

تا ۱۳۹۰ بدست آمده است. دوره‌ی آماری ۵۰ ساله با استفاده از داده‌های بارش روزانه ۴۸۳ ایستگاه همدیدی و اقلیم‌شناسی کشور دریافت شده است، مرتب و میان یابی شده‌اند شکل(۱). بعد از تشکیل پایگاه داده‌ای بهمنظور تعیین روز بارشی از سه شرط استفاده شده است: ۱) روزی که مقدار بارش از یک میلی‌متر بالاتر باشد. ۲) حداقل دو روز تداوم داشته باشد. ۳) حداقل ۵۰ درصد پوشش مکانی داشته (با شرط پیوستگی مکانی) باشد. با تعیین این شرط‌ها فقط بارش‌های فراغیر برای هر کدام از یاخته‌های مورد بررسی، انتخاب می‌شوند و مفهوم نسبی بودن بارش فراغیر برای مناطق مختلف کشور رعایت می‌شود. شرط دوم نیز تداوم این بارش‌ها به مدت حداقل ۲ روز می‌باشد. با در نظر گرفتن این شرط بارش‌های با منشاً سامانه‌ای از بارش‌های محلی که براثر عوامل محیطی رخ می‌دهند تفکیک می‌شوند.

داده‌های جوی: جهت بررسی و تحلیل همدیدی دینامیکی سازوکارهای بارش فراغیر زمستانه ایران از داده‌های فشار تراز دریا، ارتفاع ژئوپتانسیل، نم ویژه، دمای جو، مولفه‌های باد مداری و مولفه باد نصف‌النهاری، شار رطوبتی جو و تاوایی استفاده شده است. این متغیرها از پایگاه داده‌ای مرکز ملی پیش‌بینی محیطی و مرکز ملی تحقیقات جوی NCEP/NCAR وابسته به سازمان ملی جو و اقیانوس‌شناسی ایالات متحده دریافت شده و در ترازهای ۵۰۰، ۸۵۰، ۷۰۰ و ۱۰۰۰ هکتوپاسکال استفاده شده است. قدرت تفکیک مکانی این داده‌ها $2/5 \times 2/5$ درجه‌ی قوسی می‌باشد. این داده‌ها در تارنمای www.esrl.noaa.gov قابل دست‌یابی است. با توجه به موضوع پژوهش و بهمنظور نمایش کامل سامانه‌های مؤثر در ایجاد و تداوم بارش‌های فراغیر زمستانه ایران محدوده‌ی مطالعه‌ی سامانه‌های جوی از ۱۰ درجه‌ی طول غربی تا ۱۰۰ درجه‌ی طول شرقی و ۷۰ تا ۱۰ درجه‌ی عرض شمالی تعیین شده است. دلیل این امر پوشش کامل سامانه‌های گردش جوی بزرگ‌مقیاس و نحوه‌ی حرکت این سامانه‌ها بر کشور ایران بوده است.

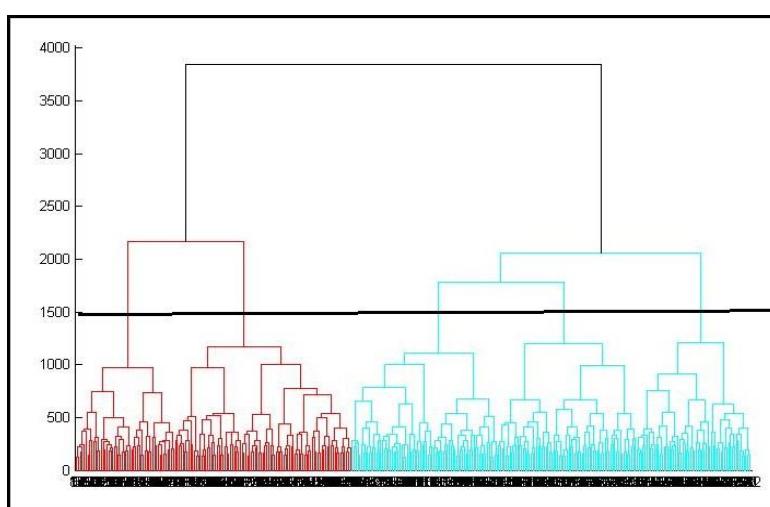


شکل(۱). پرائنس ایستگاه‌های مورد مطالعه

بعد از استخراج روزهای بارشی فراگیر، به منظور شناسایی الگوهای بارش فراگیر ایران از تحلیل خوشهای استفاده شده است. در گام بعدی باهدف انجام طبقه‌بندی بر روی داده‌های فشار سطح دریا و شناسایی روزهای نماینده اقدام به انجام تحلیل خوشهای بر روی این داده‌ها شد. هدف از انجام تحلیل خوشهای، پیدا کردن دسته‌های واقعی افراد و کاهش حجم داده‌ها می‌باشد. به عبارت دیگر هدف، شناسایی تعداد کمتری از گروه‌های بطوری که داده‌هایی که دارای شباهت بیشتری با یکدیگر هستند در یک گروه قرار گیرند به صورتی که پراش درون‌گروهی کمینه و پراش بین گروهی بیشینه شود. در این روش گروه‌بندی داده‌ها بر اساس فاصله‌یا شباهت بین آن‌ها صورت می‌گیرد. برای اندازه‌گیری فاصله‌ی بین داده‌ها روش‌های مختلفی وجود دارد که یکی از پرکاربردترین این روش‌ها، روش فاصله‌ی اقلیدسی می‌باشد. به منظور انتخاب روزهای نماینده گروه‌های بدست‌آمده از طبقه‌بندی داده‌های مربوط به فشار سطح دریا از روش همبستگی لوند استفاده شده است. به این ترتیب برای انتخاب روز نماینده روزی که بیشترین شباهت را با بیشترین تعداد روزهای گروه دارد، انتخاب می‌شود. ضریب همبستگی معرف درجه همانندی الگوهای دو نقشه با همدیگر است. برای این کار باید ضریب همبستگی آستانه معینی را پذیرفت. مقدار ضریب همبستگی در این‌گونه موارد نوعاً بین ۰/۵ تا ۰/۷ تغییر می‌کند (یارتال، ۱۳۹۰).

نتایج

با اجرای تحلیل خوشهای بر روی داده‌های فشار همراه با بارش‌های فراگیر زمستانه ۵ الگو شناسایی شده است که نتایج آن در شکل(۲) و جدول(۱) آورده شده است. همان‌طوری که مشاهده می‌شود بیشتر رخداد الگوهای بارشی زمستانه ایران با توجه به فرآونی ۹۳ روز، زمانی رخ خواهد داد که کمربند پرفشار سیبری – کم‌فارش ایران مرکزی بر ایران حاکم باشد. در حالی که بیشترین مجموع بارشی ایران در زمان حاکمیت کم‌فارش بسته ایران مرکزی-پرفشار شرق اروپا رخ داده است. در صورتی که در زمان حاکمیت الگوی بارشی کم‌فارش مدیترانه – کم‌فارش دو هسته‌ای خلیج فارس مجموع بارش ایران به ۳۶۰۳ میلی‌متر می‌رسد جدول(۱).



شکل(۲). دندروگرام حاصل از تحلیل خوشهای بر روی داده‌های فشار سطح زمین

جدول(۱). بعضی از مشخصات الگوهای شناسایی شده بارش فراگیر زمستانه ایران

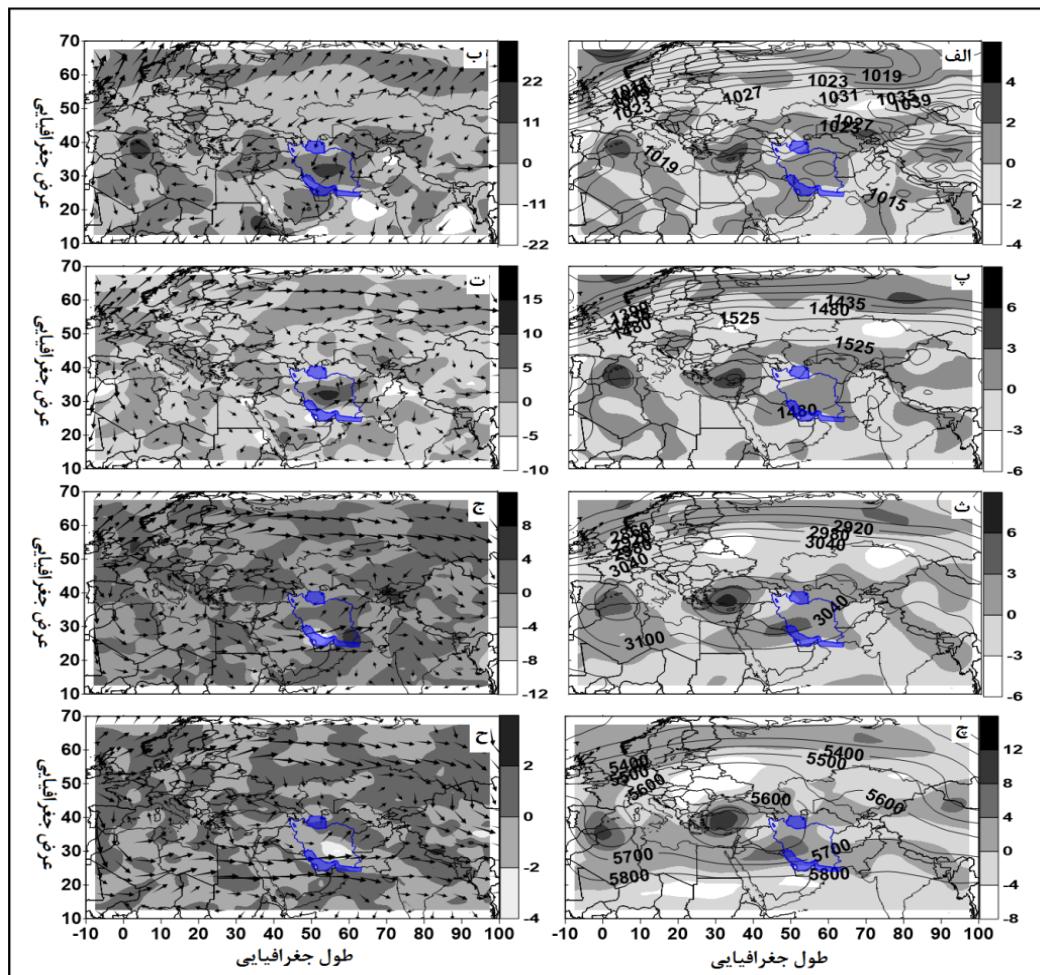
الگوها	درصد فراگیر	مجموع بارش	فراوانی
کم‌فشار مدیترانه – کم‌فشار دو هسته‌ای خلیج‌فارس	۵۰/۱۳۲	۳۶۰۳	۷۷
کم‌فشار بسته ایران مرکزی- پرفشار شرق اروپا	۸۱/۰۳۵	۵۸۲۴	۷۳
کم‌فشار اورال – پرفشار خاورمیانه	۵۶/۹۹۲	۴۰۹۶	۶۰
پرفشار اروپا- کم‌فشار عربستان	۵۸/۳۱۴	۴۱۹۱	۵۲
کمریند پرفشار سیری - کم‌فشار ایران مرکزی	۵۵/۳۲۲	۳۹۷۶	۹۳

الگوی اول) کم‌فشار شرق مدیترانه- کم‌فشار دو هسته‌ای خلیج‌فارس

با توجه به نقشه فشار تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال شکل(۳-الف) یک ناحیه پرفشار گسترده با مرکزیت ۱۰۳۰ هکتوپاسکال بر روی اوکراین و دریای سیاه مستقر شده و به سمت شرق تا فراقستان پیشروی کرده است. زبانه‌های آن از سمت شمال و شمال غرب وارد ایران شده بطوريکه فرارفت هوای سرد عرض‌های بالاتر را به همراه دارد و نزول و واگرایی هوای سرد بر روی سطح زمین را موجب می‌شود. بر روی نواحی مرکزی ایران فشار ۱۰۱۰ هکتوپاسکال ناشی از نفوذ منطقه کم‌فشار خلیج‌فارس دیده می‌شود که با توجه به نقشه شار رطوبت در همین تراز شکل(۳-ب) همگرایی جریانات سطحی و فرارفت هوای گرم و مرتبط از سمت جنوب و جنوب غربی بر روی ایران را در پی دارد که به دنبال آن صعود قائم و همگرایی جریانات گرم و مرتبط را بر روی ایران به همراه می‌آورد. این آرایش فشاری گرادیان نسبتاً خوبی در نیمه شمالی کشور بهویژه نواحی شمال غربی ایجاد کرده و سبب ناپایداری شدید در محل برخورد دو توده هوا در این منطقه می‌شود.

علاوه بر آن مرکز کم‌فشار دیگری نیز بر روی سوریه و شرق مدیترانه به میزان ۱۰۱۴ هکتوپاسکال قرارگرفته است. در محل استقرار مرکز کم‌فشار فوق هسته همگرایی رطوبتی بر روی سوریه و مرکز ترکیه قرار دارد که از روی دریای مدیترانه نشات می‌گیرد. تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال شکل(۳-پ) به دلیل نزدیکی به سطح زمین تحت تأثیر ویژگی‌های سطح زمین بوده و بهنوعی نمایشگر ویژگی‌های تعدیل شده سطح زمین می‌باشد (عزیزی، ۱۳۸۸:۸). دو مرکز کم ارتفاع بسته‌ای به میزان ۱۴۴۰ ژئوپتانسیل متر بر روی جنوب ترکیه و شرق مدیترانه و به میزان ۱۴۶۰ ژئوپتانسیل متر کاملاً بر روی مرکز کشور واقع شده است. وجود بیشینه تاوایی مثبت بر روی این مراکز بیانگر جریانات چرخدنی و حرکات قائم هوا در این تراز می‌باشد. بر عکس منطقه کمینه تاوایی بر روی شمال دریای سیاه درست منطبق بر مرکز پر ارتفاع ۱۵۴۰ ژئوپتانسیل متر دیده می‌شود که جریانات نزولی را به صورت واپرخندی بر روی نواحی شمال غرب کشور می‌ریزد. با توجه به مقدار تاوایی بر روی نقشه تراز سطح دریا کمینه وزش تاوایی موجب ایجاد جریان همگرایی و بیشینه وزش تاوایی موجب جریان واگرایی در سطوح فوقانی جو می‌شوند (قویدل رحیمی، ۱۳۸۹: ۱۶۳). در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال شکل(۳-ت) هسته همگرایی نسبتاً قوی رطوبتی بر روی مرکز ایران قرار دارد که با توجه به قرارگیری مرکز کم‌فشار خلیج‌فارس بر روی ایران و شکل‌گیری صعود قائم و همگرایی جریانات رطوبتی در تراز فوق سبب شکل‌گیری هسته رطوبتی قوی بر روی ایران شده است. منبع تأمین رطوبت در این تراز خلیج‌فارس و دریای عمان می‌باشد. در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال شکل (۳-ث) مطابق با الگوی ۸۵۰ هکتوپاسکالی مرکز کم ارتفاع ۲۹۶۰ ژئوپتانسیل متر بر روی جنوب ترکیه و شرق مدیترانه قرارگرفته است. ناوه دیگری بر روی جنوب غرب کشور و خلیج‌فارس دیده

می‌شود. بیشینه تاوایی مثبت به مقدار $5^{-1} \times 10^5$ و فرارفت آن بر روی ایران، افزایش همگرایی جریانات زیرین و سرعت قائم هوا را در این تراز موجب شده است. با توجه به نقشه شار رطوبتی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال شکل (۳-ج) هسته همگرایی نسبتاً قوی بر روی جنوب شرق ایران منطبق بر قسمت جلویی ناوه قرار دارد در حالی که بر روی جنوب ایران و روی خلیج فارس جریان واگرایی شدید رطوبتی ملاحظه می‌شود، در سایر نواحی ایران منطبق بر کم ارتفاع همگرایی، جریانات رطوبتی به سمت عرض‌های بالاتر مشاهده می‌شود. در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال شکل (۳-ج)، با توجه به ارتفاع بالای این تراز نسبت به سطح زمین در مسافت‌های طولانی بادهای غربی نمی‌توانند در مسیر موازی با مدارها بوزند، به‌طوری‌که مکرر از حالت مداری خارج شده و به‌صورت موج‌هایی ظاهر می‌شوند (ذوقفاری، ۱۳۹۳: ۵۶). بر روی جنوب غرب کشور ناوه‌ای با بیشینه تاوایی $5^{-1} \times 10^5$ متر بر ثانیه، همگرایی جریانات صعودی ترازهای پایین و واگرایی سطوح فوقانی را نشان می‌دهد. در نقشه شار رطوبتی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال شکل (۳-ج) هسته واگرایی شدید رطوبتی بر روی جنوب و جنوب شرق ایران دیده می‌شود ضمناً در این تراز جریانات شمال سو بر روی ایران حاکم است. به‌طورکلی می‌توان گفت عمدۀ بارش‌های این روز متأثر از جریانات گرم و مرطوب جنوبی است. دریای سرخ و خلیج فارس منبع رطوبتی بارش‌ها به‌ویژه در نیمه جنوبی کشور بوده و مدیترانه تأمین‌کننده رطوبت بخشی از بارش‌های شمال غرب کشور می‌باشد.



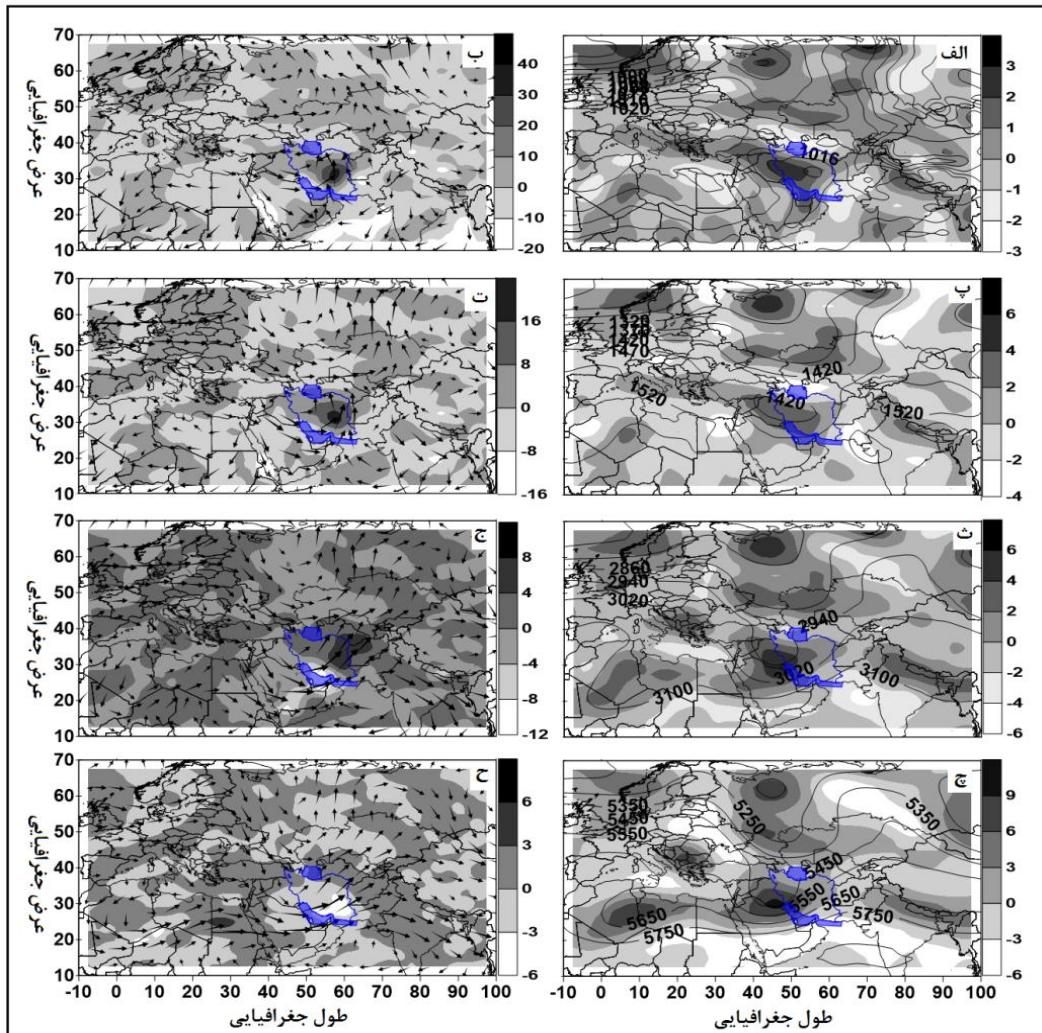
شکل (۳) نقشه (الف): فشار تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال و تاوایی متر بر ثانیه 5×10^{-5} . نقشه (ب): همگرایی رطوبت تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال بر حسب گرم بر کیلوگرم و جریان باد بر حسب متربر ثانیه. نقشه (پ): ارتفاع تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال بر حسب ژوپیتانسیل متر و تاوایی متر بر ثانیه 5×10^{-5} . نقشه (ت): همگرایی رطوبتی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال بر حسب گرم بر کیلوگرم و جریان باد بر حسب متربر ثانیه. نقشه (ث): ارتفاع تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال بر حسب گرم بر کیلوگرم و جریان باد بر حسب متربر ثانیه 5×10^{-5} . نقشه (ج): همگرایی رطوبتی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال بر حسب گرم بر کیلوگرم و جریان باد بر حسب متربر ثانیه. نقشه (ح): همگرایی رطوبتی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال بر حسب گرم بر کیلوگرم و جریان باد بر حسب متربر ثانیه.

الگوی دوم) کم‌فشار بسته ایران مرکزی- پرفشار اروپا

بر روی نقشه تراز سطح دریا شکل (۴-الف) یک ناحیه کم‌فشار با مرکزیت ۱۰۱۰ هکتوپاسکال به صورت ناوه فشاری وارون^۶ کاملاً بر روی فلات مرکزی ایران قرار گرفته است که فرارفت هوای گرم و مرطوب را از سمت خلیج فارس و دریای عمان و همگرایی جریانات سطحی و صعود قائم جریانات رطوبتی بر روی کشور را نشان

6. inverted trough

می‌دهد. از سویی دیگر بر روی اروپای مرکزی زبانه پرفشار ۱۰۲۲ هکتوپاسکال با عبور از روی دریای سیاه و مدیترانه به سمت عرض‌های پایین‌تر تا نواحی مرکزی دریای سرخ کشیده شده است. این آرایش فشاری انتقال هوای سرد و مرطوب عرض‌های بالای را به همراه دارد.



شکل (۴): نقشه (الف): فشار تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال و تاوایی متر بر ثانیه $(5 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1})$. نقشه (ب): همگرایی رطوبت تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال بر حسب گرم بر کیلوگرم و جریان باد بر حسب متربرثانیه. نقشه (پ): ارتفاع تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال بر حسب ژئوپتانسیل متر و تاوایی متر بر ثانیه $(5 \times 10^{-5} \text{ m}^{-1} \text{ s}^{-1})$. نقشه (ت): همگرایی رطوبتی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال بر حسب گرم بر کیلوگرم و جریان باد بر حسب متربرثانیه. نقشه (ث): ارتفاع تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال بر حسب ژئوپتانسیل متر و تاوایی متر بر ثانیه $(5 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1})$. نقشه (ج): همگرایی رطوبتی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال بر حسب گرم بر کیلوگرم و جریان باد بر حسب متربرثانیه. نقشه (چ): ارتفاع تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال بر حسب ژئوپتانسیل متر و تاوایی متر بر ثانیه $(5 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1})$. نقشه (ح): همگرایی رطوبتی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال بر حسب گرم بر کیلوگرم و جریان باد بر حسب متربرثانیه.

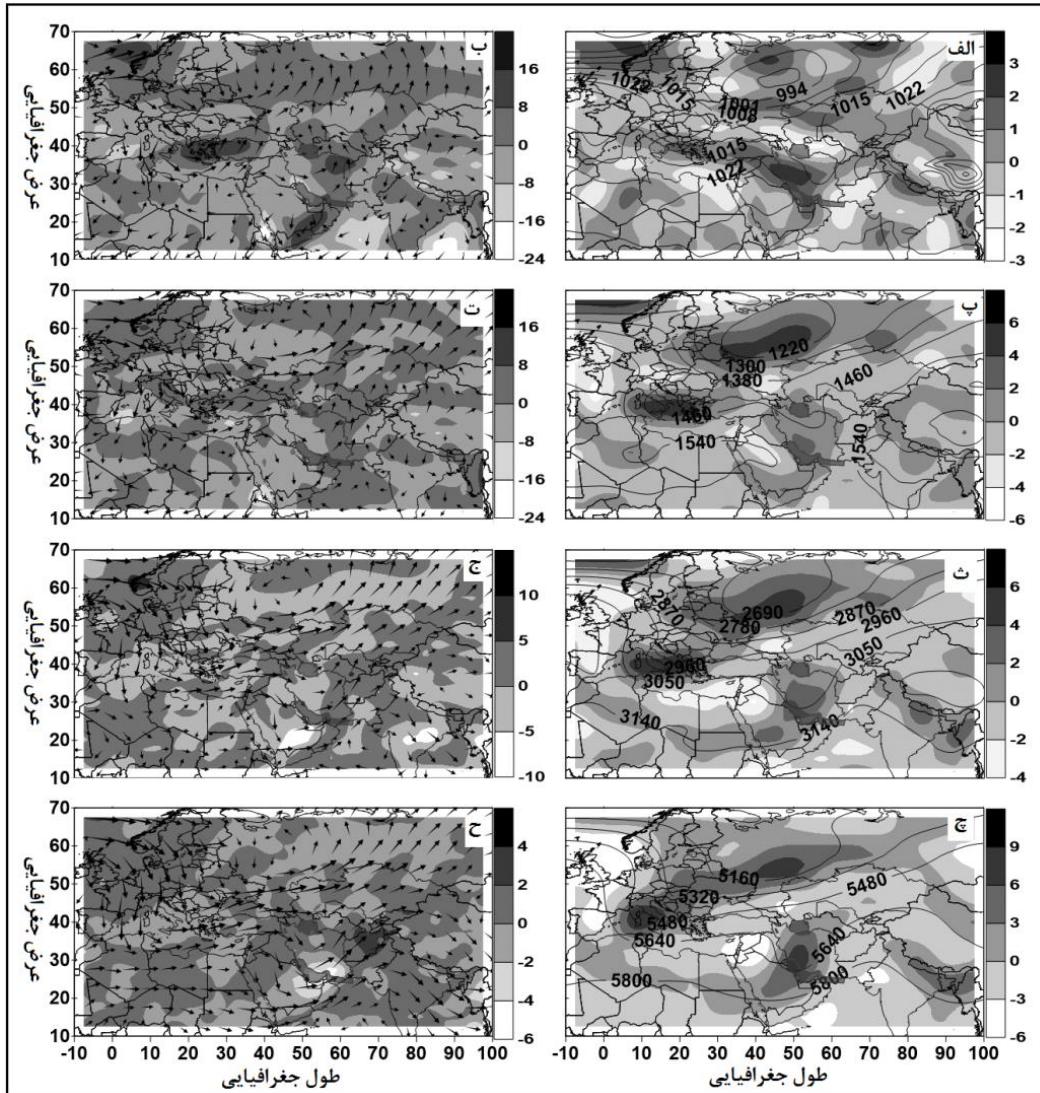
در نقشه شار رطوبتی و جریان باد تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال شکل (۴- ب) هسته همگرایی رطوبتی نسبتاً قوی بر

روی مرکز ایران قرار دارد که با توجه به موقعیت مرکز کم‌فشار موجب فرارفت جریانات رطوبتی از روی خلیج‌فارس و خلیج عدن به روی ایران می‌شود. در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال شکل (۴-پ) ناوه‌ای منبع از کم ارتفاع اورال با مرکزیت ۱۴۲۰ ژئوپتانسیل متر کاملاً بر روی نیمه غربی کشور قرارگرفته است. در این تراز تشیدید جریانات نزولی در پشت ناو، سبب بیشینه تاوایی منفی بر روی شمال دریای سرخ و شرق مدیترانه قرار دارد مشاهده می‌شود. در حالی که نیمه جنوبی و شرقی کشور کاملاً بر روی دامنه فرازشی ناو قرارگرفته است. طبق نقشه شار رطوبتی و جریان باد تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال شکل (۴-ت) هسته همگرایی جریانات رطوبتی بر روی شرق ایران قرارگرفته است. در این روز منبع تأمین رطوبت بارش‌های ایران خلیج‌فارس بوده است. در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال شکل (۴-ث) مشابه تراز زیرین، ناوه‌ای با مرکزیت ۲۹۸۰ ژئوپتانسیل متر بر روی نوار مرزی غرب کشور و خلیج‌فارس واقع شده است. بیشینه تاوایی مثبت به میزان 5×10^{-5} متر بر ثانیه منطبق بر محور ناو، همگرایی جریانات سطوح زیرین و حداکثر حرکات صعودی چرخدنی را بر روی سرتاسر ایران موجب شده است. با توجه به شار رطوبتی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال شکل (۴-ج)، مناطق بیشینه همگرایی در جنوب شرق ایران قرار داشته و منبع تأمین رطوبت در این تراز دریای سرخ و خلیج‌فارس می‌باشد. با قرارگیری محور ناو بر روی غرب و جنوب غرب ایران بیشترین چرخدنگی و همگرایی در لایه‌های زیرین جو شکل گرفته است. چنانچه در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال شکل (۴-ج) مشاهده می‌شود. محور ناو با مرکزیت ۵۴۴۰ ژئوپتانسیل متر بر روی عراق و عربستان قرار دارد. همگرایی و نزول جریانات سرد شمالی و تغذیه رطوبتی از ۴ منبع دریای سیاه، مدیترانه، و دریای سرخ و خلیج‌فارس در دامنه غربی ناو در شکل (۴-ح) به‌وضوح مشاهده می‌شود. سرتاسر ایران به‌جز نواحی شمال غربی کاملاً در دامنه فرازشی ناو قرارگرفته و فرارفت بیشینه تاوایی مثبت، واگرایی سطوح فوقانی و حداکثر سرعت قائم را در ترازهای زیرین موجب شده است. نحوه آرایش سینوپتیکی این تراز فشاری و لایه‌های دیگر مجموعاً سامانه کم‌فشار دینامیکی بسیار فعالی را بر روی کشور ایجاد کرده که نهایتاً منجر به بارش‌های بسیار گسترده و سنگین شده است.

الگوی سوم: کم‌فشار اورال - پرفشار خاورمیانه

بر روی تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال شکل (۵-الف) یک مرکز کم‌فشار بسیار قوی به میزان ۹۹۰ هکتوپاسکال با چندین پریند بسته به صورت گسترده بر روی غرب روسیه قرارگرفته است. دو زبانه فشاری منبع از آن، یکی در جهت جنوب غربی با عبور از دریای سیاه بر روی مدیترانه کشیده شده است، فشار در این ناحیه ۱۰۱۰ هکتوپاسکال می‌باشد. زبانه دیگری با فشار ۱۰۱۴ هکتوپاسکال در جهت جنوب شرقی با عبور از دریای خزر تا نواحی مرکزی ایران نفوذ کرده است. بر روی شمال شرقی افریقا، کشورهای مصر، سوریه، عراق و عربستان یک ناحیه نسبتاً پرفشار گسترده به میزان ۱۰۲۲ هکتوپاسکال ملاحظه می‌شود. الگوی فشاری فوق یک منطقه همگرایی شار بر روی ترکیه و شمال غرب کشور به وجود آورده بطوريکه فرارفت رطوبت را از روی مدیترانه و دریای سیاه بر روی کشور به همراه دارد. می‌توان گفت همگرا شدن جریان (شار) رطوبتی سطوح مختلف جو درواقع میزان انباست بخارآب از طریق وزش افقی به ترازهای مختلف سطح زمین تا سطوح فوقانی جو را نشان می‌دهد. در نقشه‌های همگرایی یا واگرایی جریان رطوبت، مقادیر منفی نشان‌دهنده‌ی واگرایی و مقادیر مثبت همگرایی جریانات رطوبت جو را نشان می‌دهند (قویدل رحیمی، ۱۳۸۹: ۱۷۸). در نقشه شار رطوبتی تراز

۱۰۰۰ هکتوپاسکال شکل(۵-ب) منطقه همگرایی رطوبتی بر روی شمال شرق کشور منطبق بر زبانه جنوب شرقی کم‌فشار اورال است که با توجه به حرکت پادساعت گردی کم‌فشار اورال و زبانه‌های آن بر روی ایران سبب صعود جریانات از روی خلیج فارس به سمت عرض‌های بالاتر می‌شود. در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال شکل(۵-ب) درست منطبق بر الگوی فشاری سطح زیرین مرکز کم ارتفاع بر روی غرب روسیه با فشار مرکزی ۱۲۰۰ ژئوپتانسیل متر قرار دارد. ناووهای ارتفاعی در شرق اروپا و مدیترانه و بر روی ایران با عبور از روی دریای خزر تا خلیج فارس دیده می‌شود.



شکل(۵) نقشه (الف): فشار تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال و تاوابی متر بر ثانیه $(\text{m}^{-1}) \times 10^{-5}$. نقشه (ب): همگرایی رطوبت تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال بر حسب گرم بر کیلوگرم و جریان باد بر حسب متر بر ثانیه. نقشه (پ): ارتفاع تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال بر حسب ژئوپتانسیل متر و تاوابی متر بر ثانیه $(\text{m}^{-1}) \times 10^{-5}$. نقشه (ت): همگرایی رطوبتی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال بر حسب گرم بر کیلوگرم و جریان باد بر حسب متر بر ثانیه. نقشه (ث): ارتفاع تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال بر حسب ژئوپتانسیل متر و تاوابی متر بر ثانیه

(ج). نقشه (5×10^{-5}). همگرایی رطوبتی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال بر حسب گرم بر کیلوگرم و جریان باد بر حسب متربرثانیه. نقشه (ج): ارتفاع تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال بر حسب ژنوبتансیل متر و تاوانی متر بر ثانیه (5×10^{-5}). نقشه (ج): همگرایی رطوبتی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال بر حسب گرم بر کیلوگرم و جریان باد بر حسب متربرثانیه.

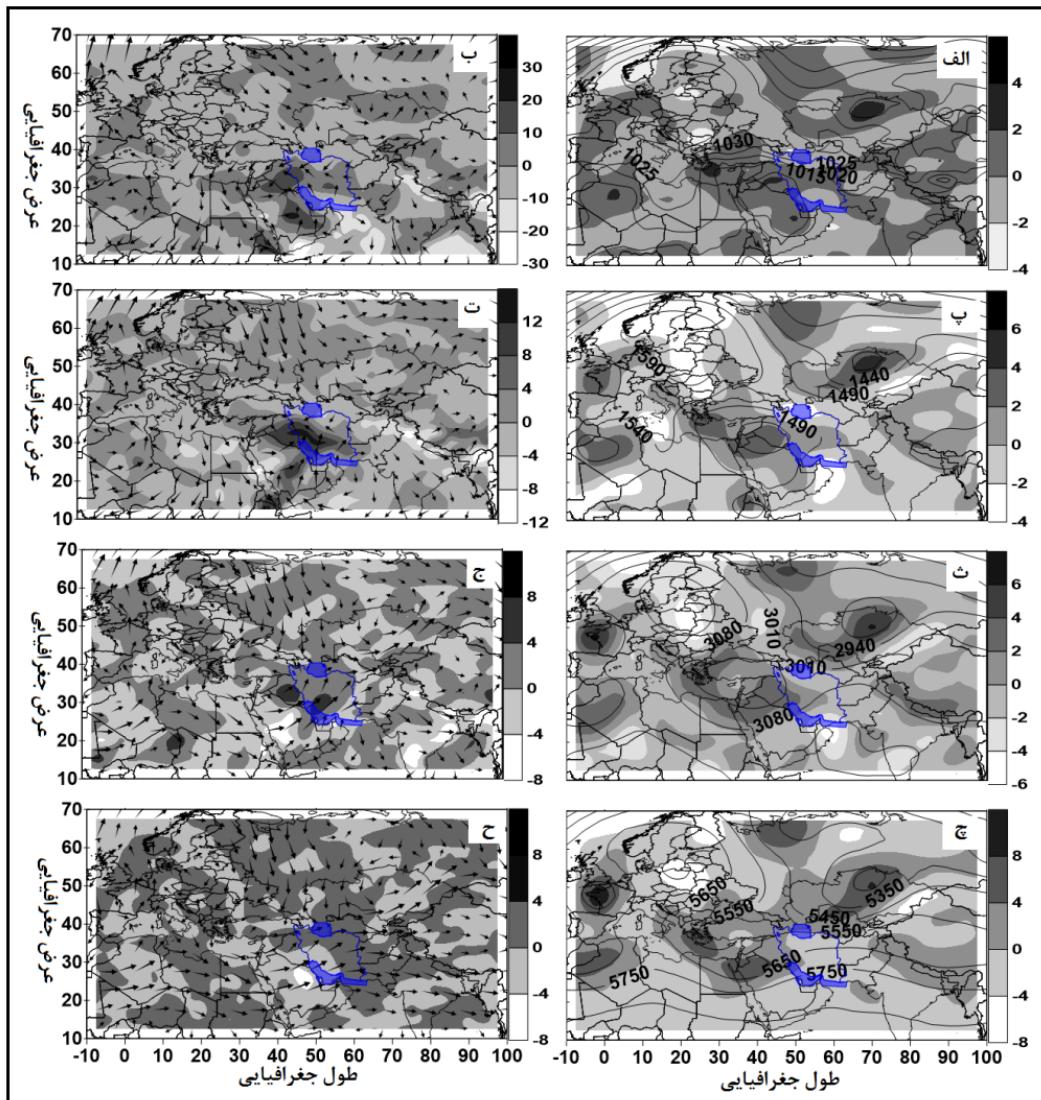
انتقال هوای بسیار سرد منطقه اسکاندیناوی و سیبری به عرض‌های پایین‌تر توسط مرکز کم ارتفاع ذکرشده و همگرایی آن با جریانات مرطوب مدیترانه و دریای سیاه ناشی از ناوه مدیترانه و انتقال آن بر روی ایران توسط ناوه مستقر بر مرکز کشور حاصل آرایش الگوی ارتفاعی فوق می‌باشد. با توجه به قرارگیری محور ناوه بر روی شرق ایران صعود جریانات و همگرایی رطوبتی از روی خلیج‌فارس به سمت عرض‌های بالاتر در نیمه شرقی کشور رخ داده است شکل (۵-ت). بر روی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال شکل (۵-ث) الگوی ارتفاعی ۸۵۰ هکتوپاسکال به‌وضوح مشاهده می‌شود که در آن بیشینه تاوانی مثبت و فرارفت آن بر روی محور ناوه مستقر بر روی ایران و دامنه شرقی فرازشی قرار دارد. همگرایی جریانات چرخندی و صعود توده‌های هوا در این نواحی به‌ویژه نیمه شرقی کشور ملاحظه می‌شود. هسته همگرایی شار رطوبتی بر روی جنوب شرق ایران منطبق بر قسمت جلویی ناوه است که رطوبت خود را از طریق خلیج‌فارس و دریای عمان تأمین می‌کند. در غرب و شمال غرب ایران نیز مناطقی با همگرایی جریان رطوبت تأمین شده از روی دریا وجود دارد بر روی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال شکل (۵-ج) محور ناوه مستقر بر روی ایران با کمی تغییر نسبت به لایه‌های زیرین بر روی مناطق جنوب غربی خلیج‌فارس و عرض‌های پایین‌تر تا عربستان کشیده شده است. در این تراز شکل (۵-ج) بر روی جنوب و جنوب شرق ایران جریان واگرایی شدید رطوبتی مشاهده می‌شود. عمیق‌تر شدن ناوه فوق منجر به همگرایی جریانات مرطوب مدیترانه، بخش‌های شمالی دریای سرخ، خلیج‌فارس و دریای عمان شده است، بطوریکه در جلوی ناوه (دامنه شرقی آن) بیشینه فرارفت تاوانی مثبت به مقدار 6×10^{-5} منجر به واگرایی شدید تراز فوقانی، همگرایی جریانات زیرین و درنتیجه شکل‌گیری بارش‌های سنگین به‌ویژه بر روی نیمه شرقی و جنوبی کشور می‌شود. در نتیجه این آرایش فشاری در ترازهای مختلف جوی، سبب تقویت ناوه فشاری بر روی ایران و تقویت و گسترش قسمت جلویی ناوه و بیشینه وزش تاوانی در ترازهای ۸۵۰، ۸۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال و واگرایی سطوح فوقانی بر روی نیمه شرقی ایران و شرایط دینامیکی لازم جهت وقوع بارش های فراغیر بر روی ایران شده است.

الگوی چهارم: کم‌فشار عربستان- پرفشار اروپا

در تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال شکل (۶-الف) یک ناحیه پرفشار بسیار گسترده با مرکزیت ۱۰۳۰ هکتوپاسکال به‌طور کامل بر روی اروپا از نواحی اسکاندیناوی تا مدیترانه در جنوب و به سمت شرق تا مرازهای روسیه دیده می‌شود. زبانه‌ی پرفشار از سمت شمال غرب و دریای خزر وارد کشور شده است. از طرفی، مرکز کم‌فشار گسترده‌ای نیز به میزان ۱۰۱۰ هکتوپاسکال کاملاً بر روی عربستان، عراق و خلیج‌فارس مستقرشده بطوریکه با پرفشار شمالی گرادیان شدیدی را بر روی دریای سیاه، ترکیه، عراق و به‌ویژه نیمه شمالی کشور ایجاد کرده است. این آرایش فشاری منجر به فرارفت هوای گرم عرض‌های پایین به سمت نیمه شمالی کشور شده و نفوذ هوای بسیار سرد اروپای شمالی به منطقه را موجب شده است. بررسی نقشه شار رطوبتی تراز ۱۰۰۰

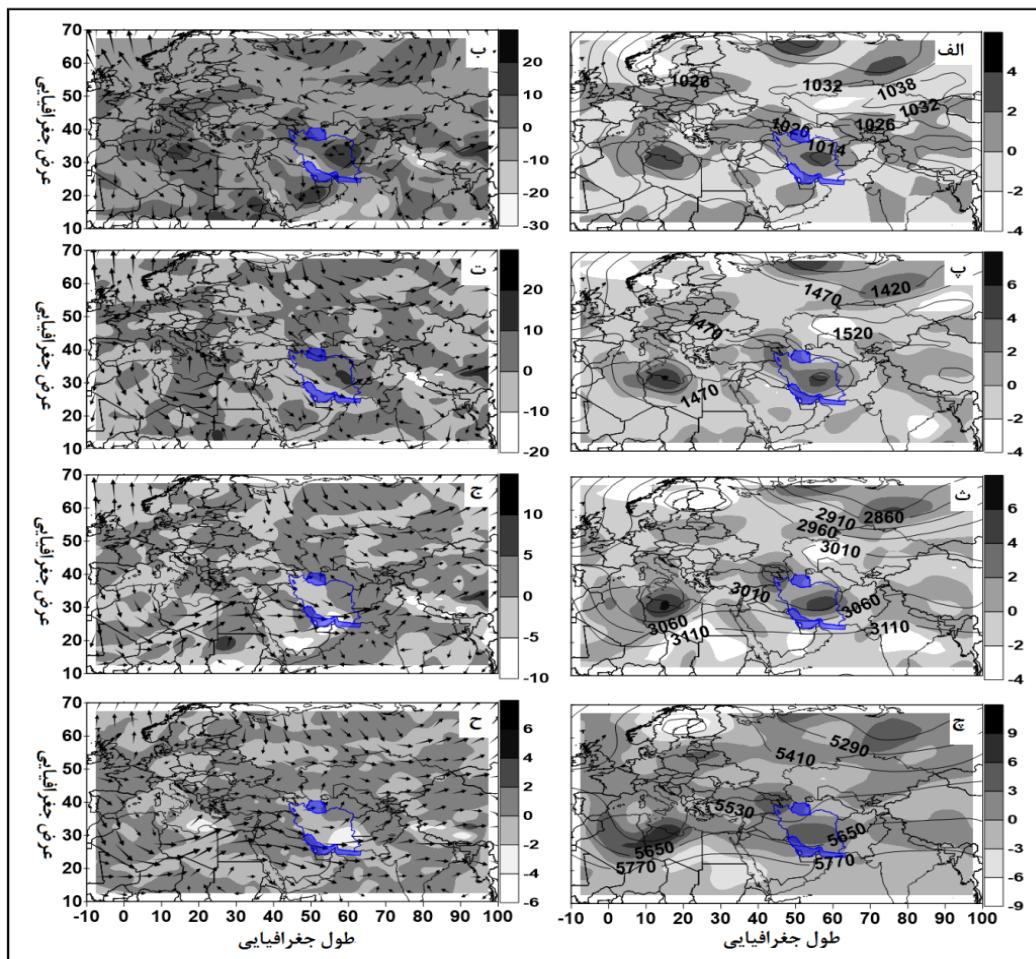
هکتوپاسکال شکل (۶-ب) نیز بیانگر منطقه همگرایی شار رطوبتی در غرب و مرکز ایران می‌باشد. در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال شکل (۶-پ) مرکز پرارتفاع ۱۵۸۰ ژئوپتانسیل متر کاملاً بر روی اروپا واقع شده و زبانهای از آن به میزان ۱۵۲۰ ژئوپتانسیل متر بر روی نوار شمالی کشور کشیده شده است. از طرفی مرکز کم ارتفاعی به میزان ۱۴۰۰ ژئوپتانسیل متر بر روی شمال قزاقستان قرار گرفته که نواههای آن از سمت شمال شرق به مرزهای کشور نفوذ کرده است. این وضعیت ارتفاعی منجر به همگرایی جریانات بسیار سرد اروپای شمالی و سیبری و ریزش آن بر روی مناطق شمالی کشور شده است. از طرف دیگر ناوه ارتفاعی بسیار قوی با چندین پربند بسته به میزان ۱۴۴۰ ژئوپتانسیل متر بر روی عراق و عربستان قرار گرفته بطوریکه فرارفت جریانات گرم و مرطوب را از روی مدیترانه، دریای سرخ و خلیج فارس بر روی ایران در پی دارد.

در نقشه شار رطوبتی و جریان باد شکل (۶-ت)، منطقه همگرایی نسبتاً قوی رطوبتی بر روی غرب و جنوب غرب ایران و بخش اعظمی از کشور عراق مشاهده می‌شود که توابی چرخدنی را تقویت می‌کند (قویدل رحیمی، ۱۳۸۹: ۱۷۷). در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال شکل (۶-ث) ایران کاملاً متأثر از ناوه ارتفاعی جنوبی است که مرکز آن به میزان ۳۰۰۰ ژئوپتانسیل متر بر روی جنوب ترکیه، عراق، سوریه و شرق مدیترانه واقع شده است. انتقال رطوبت از روی مدیترانه و بهویژه دریای سرخ و خلیج فارس شکل (۶-ج) بر روی کشور، فرارفت توابی مثبت در دامنه‌های شرقی ناوه به‌وضوح ملاحظه می‌شود. در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال شکل (۶-ج) محور ناوه جنوبی بر روی دریای سرخ تا میانه‌های آن کشیده شده است. منطقه بیشینه توابی منطبق بر آن به میزان $5^{+1} \times 10^{-5}$ متر بر ثانیه واگرایی سطوح فوقانی و همگرایی و صعود جریانات را در این تراز و ترازهای زیرین تشدید می‌کند. نیمه غربی کشور متأثر از این ناوه بارش‌های سنگین که عمدها به صورت باران می‌باشد را نشان می‌دهد. سه منبع تأمین‌کننده رطوبت این سامانه با توجه به شکل (۶-ج) مدیترانه، دریای سرخ و خلیج فارس می‌باشد. البته بارش‌های مناطق شمالی کشور به دلیل قرارگیری در جنوب غربی ناوه مستقر بر روی قزاقستان و ریزش هوای سرد شمالی و عبور آن از روی خزر می‌باشد. شکل‌گیری منطقه جبهه‌ی وسیع در نوار شمالی کشور ناپایداری‌های دینامیکی بسیار فعالی را در این ناحیه ایجاد کرده است.



شکل (۶) نقشه (الف): فشار تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال و تاوانی متر بر ثانیه $(-1 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1})$. نقشه (ب): همگرایی رطوبت تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال بر حسب گرم بر کیلوگرم و جریان باد بر حسب متربر ثانیه. نقشه (پ): ارتفاع تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال بر حسب ژئوپتانسیل متر و تاوانی متر بر ثانیه $(-1 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1})$. نقشه (ت): همگرایی رطوبتی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال بر حسب گرم بر کیلوگرم و جریان باد بر حسب متربر ثانیه. نقشه (ث): ارتفاع تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال بر حسب ژئوپتانسیل متر و تاوانی متر بر ثانیه $(-1 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1})$. نقشه (ج): همگرایی رطوبتی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال بر حسب گرم بر کیلوگرم و جریان باد بر حسب متربر ثانیه. نقشه (ز): ارتفاع تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال بر حسب ژئوپتانسیل متر و تاوانی متر بر ثانیه $(-1 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1})$. نقشه (ح): همگرایی رطوبتی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال بر حسب گرم بر کیلوگرم و جریان باد بر حسب متربر ثانیه.

الگوی پنجم: کمربند پرفشار سیبری- کمپشار ایران مرکزی
 چنانچه در شکل (۷-الف) مشاهده می‌شود کمپشار ایران مرکزی با فشار مرکزی ۱۰۱۰ هکتوپاسکال بر روی شرق و شمال شرق ایران قرار دارد که سبب صعود جریانات مرطوب از روی دریای عمان و خلیج‌فارس شده و رطوبت را به روی ایران انتقال داده است. از طرف دیگر پرفشار سیبری تقویت شده و تا نیمه شمالی ایران گسترش دارد و باعث ریزش هوای سرد به داخل کشور شده است. آرایش فشاری دو مرکز کمپشار خلیج‌فارس و پرفشار سیبری سبب وقوع شیوه فشاری شدیدی در نیمه شمالی کشور می‌باشد. بر روی دریای مدیترانه نیز مرکز کمپشاری مستقر است که سبب صعود و همگرایی جریانات در این منطقه و چرخندزایی بر روی دریای مدیترانه و غرب خاورمیانه شده است. در نقشه شار رطوبتی تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال شکل (۷-ب) نیز مرکز همگرایی شار رطوبتی بر روی ایران قرار دارد که سبب افزایش چرخندگی مثبت و بیشینه صعود قائم شده است. در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال شکل (۷-پ) همانند تراز سطح دریا کمربند کمپشار ایران مرکزی بر روی سراسر ایران و شمال خاورمیانه قرار گرفته که با حرکت چرخندی سبب صعود و همگرایی جریانات رطوبتی از روی دریای عمان و خلیج‌فارس به عرض‌های بالاتر شده است. منطقه همگرایی شار رطوبت شکل (۷-ت) در شرق ایران قرار دارد، در حالی که در غرب کشور واگرایی جریان رطوبتی دیده می‌شود. محور ناوه بر روی شرق و جنوب شرق ایران قرار دارد شکل (۷-ث). بیشینه تواوی با مقدار 10×5^5 در این منطقه مستقر است. با توجه به قرارگیری مرکز کمپشار ایران مرکزی در لایه‌های زیرین سبب صعود و همگرایی در سطوح پایین جو بر روی مناطق شرقی و جنوب شرقی ایران شده و بر روی مناطق شمال غرب ایران نیز مرکز کم ارتفاعی با پشرش مرکزی 2960 ژئوپتانسیل متر مستقر است که سبب صعود و همگرایی در لایه‌های زیرین جو شده است. بیشینه تواوی مثبت نیز بیانگر صعود و همگرایی مثبت در این تراز است. با توجه به شکل (۷-ج) هسته همگرایی ضعیفی بر روی شرق و شمال شرق ایران در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال دیده می‌شود. در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال شکل (۷-ج) محور ناوه بر روی جنوب و جنوب غرب ایران قرار دارد. با توجه به بیشینه تواوی مثبت 10×5^5 متر بر ثانیه در این تراز قسمت جلویی ناوه بر روی شرق و جنوب شرق ایران قرار دارد که سبب صعود و همگرایی جریانات در لایه‌های پایینی جو در این منطقه شده است. این عامل سبب همگرایی جریانات رطوبتی در لایه‌های پایینی جو شده است. در نقشه شار رطوبتی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال شکل (۷-ج) کمینه واگرایی رطوبت بر روی شرق و جنوب شرق ایران دیده می‌شود که با توجه به ارتفاع بالای سطح مورد مطالعه همگرایی رطوبتی کمینه می‌شود.



شکل(۷) نقشه (الف): فشار تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال و تاوابی متر بر ثانیه (-5×10^{-5}) . نقشه (ب): همگرایی رطوبت تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال بر حسب گرم بر کیلوگرم و جریان باد بر حسب متربرثانیه. نقشه (پ): ارتفاع تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال بر حسب ژئوپتانسیل متر و تاوابی متر بر ثانیه (-5×10^{-5}) . نقشه (ت): همگرایی رطوبتی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال بر حسب گرم بر کیلوگرم و جریان باد بر حسب متربرثانیه. نقشه (ث): ارتفاع تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال بر حسب گرم بر کیلوگرم و جریان باد بر حسب متربرثانیه. نقشه (ج): همگرایی رطوبتی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال بر حسب ژئوپتانسیل متر و تاوابی متر بر ثانیه (-5×10^{-5}) . نقشه (ح): همگرایی رطوبتی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال بر حسب گرم بر کیلوگرم و جریان باد بر حسب متربرثانیه.

نتیجه‌گیری

بارش در میان عناصر اقلیمی اهمیت ویژه‌ای دارد. میزان و شدت آن نقش بسزایی در کاهش یا افزایش منابع آبی بر روی زمین به عهده دارد. در این مطالعه به بررسی سازوکار همدیدی دینامیکی بارش‌های فراغیر زمستانه ایران پرداخته شده است. برای این منظور سه شرط بارش بالای یک میلی‌متر، گستره ۵۰ درصدی و پیوستگی مکانی و تداوم بیش از دو روزه در نظر گرفته شده است. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که

سازوکار بارش‌های زمستانه ایران در ارتباط با الگوهای کم‌فشار مدیترانه / کم‌فشار دو هسته‌ای خلیج‌فارس، کم‌فشار بسته ایران مرکزی / پرفشار شرق اروپا، کم‌فشار اورال / پرفشار خاورمیانه، کم‌فشار عربستان / پرفشار اروپا و کمربند پرفشار سیبری / کم‌فشار ایران مرکزی می‌باشد.

در وقوع بارش‌های فراغیر زمستانه بر روی کشور در همه‌ی الگوها، سامانه‌های کم‌فشار نقش اساسی در رخداد بارش داشته است. این سامانه‌ها که ماهیتاً دارای شرایط ناپایداری و اغتشاش‌گر در اتمسفر می‌باشند، سبب شکل‌گیری وضعیت باروکلینیک به‌خصوص در ترازهای زیرین جو شده است. با این وجود، نکته‌ی مهم این که وجه اشتراک مکانیسم رخداد بارش در تمامی الگوها، وجود ناوه‌ی عرض‌های میانی (مانند ناوه‌ی مدیترانه) در تقویت سامانه‌های کم‌فشار ترازهای زیرین جو بر روی کشور می‌باشد. همچنین می‌توان نقش منابع آبی اطراف ایران مخصوصاً دریاهای خلیج‌فارس و عمان و در وهله‌ی بعدی دریاهای مدیترانه، خزر و سیاه را در تزییق رطوبت موردنیاز بارش‌های فراغیر به سامانه‌های مستقر بر روی کشور اشاره کرد. حضور محور ناوه تراز میانی بر روی نیمه‌ی غربی و قسمت جلویی ناوه بر روی مناطق شرق و جنوب شرق ایران، افزایش ناپایداری و صعود جریانات لایه‌های زیرین جو را به دنبال داشته است. از طرف دیگر نتایج پژوهش مسعودیان و محمدی (۱۳۸۹): ۱-۴) در شناسایی الگوهای بارش‌های فراغیر و فوق سنگین ایران نشان داد که سه الگوی اصلی فشار تراز سطح دریا در به وجود آمدن این گونه رویدادها موثر بوده اند: در الگوی اول، کم‌فشار عربستان / پرفشار سیبری- مدیترانه، در الگوی دوم، پرفشار سیبری- شمال آفریقا/ کم‌فشار عربستان و در الگوی سوم، پرفشار غرب روسیه / کم‌فشار عراق- عربستان عامل اصلی فراهم نمودن شرایط لازم در سطح زمین، برای رخداد این‌گونه بارش- هاست. همچنین عزیزی و همکاران (۱۳۸۸): ۱-۱۳) کم‌فشار دریایی مدیترانه و زبانه کم‌فشار سودانی را باعث بارندگی‌های سنگین و فراغیر غرب ایران می‌دانند. بنابراین در بارش‌های نیمه‌ی غربی کشور نقش کم‌فشار سودانی در فصول سرد سال بارزتر می‌باشد در این پژوهش که از رویکرد محیطی به گردشی استفاده شده است، سعی بر آن شده است که به بررسی و شناسایی الگوهای مختلف جوی در ارتباط با وقوع پدیده‌های سطحی که همان بارش فراغیر زمستانه می‌باشد پرداخته شده است. امید است با شناخت الگوهای موثر بر بارش‌های فراغیر فصلی بر روی ایران به تغییرات زمانی و مکانی این بارش‌ها و الگوهای موثر بر رخداد آنها به طور جد مورد بررسی قرار گیرد.

منابع

- اشجعی باشکند، محمد. (۱۳۷۹). بررسی و ارائه مدل‌های سینوپتیکی بارش‌های سنگین در شمال غرب ایران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، استاد راهنما: دکتر محمد خیراندیش، دانشگاه تربیت مدرس.
- جانباز قبادی، غلامرضا؛ مفیدی، عباس؛ زرین، آذر. (۱۳۹۰). شناسایی الگوهای همدید بارش‌های شدید زمستانه در سواحل جنوبی دریای خزر، جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، ۲(۲): ۲۳-۴۰.
- حلیان، امیرحسین؛ حسینعلی پور جزی، فرشته؛ صابری، بیژن. (۱۳۹۱). تحلیل همدید سامانه‌های سیل زا در قم (مطالعه موردی: سیلاب فروردین سال ۱۳۸۸). نشریه مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، ۲(۸): ۱۲۱-۱۳۷.

- خوش‌الخلق، فرامرز؛ نبوی، سید امید؛ عباسی، اسماعیل. (۱۳۹۱). تحلیل سامانه‌های همدید بارش‌های شدید دوره سرد سال در استان‌های خراسان رضوی و شمالی، نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی، ۱۶ (۴): ۹۷-۱۱۸.
- ذوالفاری، حسن. (۱۳۹۳). آب‌وهوای کره زمین، انتشارات دانشگاه رازی، کرمانشاه، چاپ اول.
- رسولی، علی‌اکبر؛ بابائیان، ایمان؛ قائمی، هوشنگ؛ زوار رضا، پیمان. (۱۳۹۱). تحلیل سری‌های زمانی فشار مواکز الگوهای سینوپتیکی مؤثر بر بارش‌های فصلی ایران، فصلنامه جغرافیا و توسعه، ۱۰ (۲۷): ۷۷-۸۸.
- سلیقه نجار، محمد. (۱۳۸۵). مکانیزم بارش در جنوب شرق کشور، پژوهش‌های جغرافیایی، ۳۸ (۵۵): ۱-۱۳.
- صدقات، مهدی؛ نظری پور، حمید. (۱۳۹۴). تغییرات زمانی - مکانی بارش دوره سرد سال در ایران (۱۹۵۰-۲۰۰۹)، فصلنامه پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، ۴۷ (۳): ۴۲۱-۴۳۳.
- عزیزی، قاسم؛ نیری، معصومه؛ رستمی جلیلیان، شیما. (۱۳۸۸). تحلیل سینوپتیک بارش‌های سنگین غرب کشور، (مطالعه موردی: بارش دوره ۷-۱۴ مارس ۲۰۰۵-۱۶ اسفند ۱۳۸۵)، فصلنامه جغرافیای طبیعی، ۴: ۱-۱۳.
- عزیزی، قاسم؛ یاراحمدی، داریوش. (۱۳۸۶). تحلیل چند متغیره ارتباط میزان بارش فصلی ایران و شاخص‌های اقلیمی، فصلنامه پژوهش‌های جغرافیایی، ۶۲: ۱۶۱-۱۷۴.
- علیجانی، بهلول. (۱۳۸۱). اقلیم‌شناسی سینوپتیک، انتشارات سمت، تهران، چاپ اول.
- علیجانی، بهلول. (۱۳۸۵). آب‌وهوای ایران، انتشارات پیام نور، تهران.
- علیجانی، بهلول، زاهدی، مجید (۱۳۸۱)، تحلیل آماری و سینوپتیکی بارندگی آذربایجان، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، دوره ۶۵-۶۶، شماره ۲-۳، صص ۲۰۳-۲۱۷.
- فتحی، ابراهیم؛ رحیم زاده، فاطمه. (۱۳۸۸). تأثیر پدیده انسو بر رفتار الگوهای گردشی جوی ایران، فصلنامه جغرافیا و توسعه، ۷ (۱۵): ۲۱-۴۴.
- قویدل رحیمی، یوسف. (۱۳۸۹). نگاشت و تفسیر سینوپتیک اقلیم با استفاده از نرم‌افزار Grads، نشر سها دانش، تهران، چاپ اول.
- مسعودیان، ابوالفضل؛ محمدی، بختیار. (۱۳۸۹). تحلیل فشار تراز دریا در زمان رخداد بارش‌های فوق سنگین و فراغیر ایران، چهاردهمین کنفرانس ژئوفیزیک ایران، ۲۱-۲۳ اردیبهشت ماه ۱۳۸۹، تهران.
- یارنال، برت. (۱۳۸۵). اقلیم‌شناسی همدید و کاربرد آن در برنامه‌ریزی محیطی، ترجمه سید ابوالفضل مسعودیان، انتشارات دانشگاه اصفهان، چاپ اول.
- مفیدی، عباس؛ زرین، آذر. (۱۳۸۶). تعیین الگوی همدیدی بارش‌های شدید و حدی پاییزه در سواحل جنوبی دریای خزر، نشریه فیزیک زمین و فضا، ۳۳ (۳): ۱۳۱-۱۵۴.
- Huth, R., 1996, An intercomparison of Computer Assisted Circulation Classification Methods, International Journal of Climatology, 16(8), 893- 922, doi.org/10.1002/(sici)1097-0088(199608)16:8<893::AID-JOC51>3.0.CO;2-Q.
- Maheras, P., Konstantia, T, anagnostopoulou, Ch. Vafidais, M .Patriks, L., Flokas, H, 2004, On the Relationships between Circulation Type and Changes in Rainfall Variability in the Greece, International Journal of Climatology, 24,1695- 1712, Doi.org/10.1002-joc.1088.

- Marinaki, A. spiliotopoulos, M. michalopoulou, H. 2006, "evaluation of atmospheric instability indices in Greece", advances in geosciences, 7, 131- 135,
- Romero, R., Sumner, G., Ramis, C. and Genove, A, 1998, **A Classification of the Atmospheric Circulation Pattern Producing Significant Daily Rain Fall in the Spanish Mediterranean Area**, International Journal of Climatology, 19,253- 269. Doi.org/10.1002/(sici)1097-0088(19990615)19:7<765::AID-JOC388>3.0CO;2-T
- Saaroni,a H. *N. Halfon,b B. Ziv,c P. Alpertd and H. kutiellb, 2009: Links Between The Rainfall Regime in Israel and location and Inttensity Of Cyprus Lows. International Journal of Climatology, 30, 1014- 1025, Doi.org//10.1002/joc.1912.