

تحلیل شرایط همدید و دینامیک رویدادهای بارشی سنگین سواحل جنوبی خزر در مقایسه با ایران زمین

حمید نوری^۱
علیرضا ایلدرمی^۲

چکیده

این پژوهش با بررسی یکی از فراگیرترین دوره‌های بارشی کشور در سال‌های گذشته (روزهای ۱۳۸۱/۸/۶ تا ۱۳۸۱/۱۰/۵)، به تحلیل همدید و دینامیک سنگین‌ترین خوشه بارش این دوره (۱۳۸۱/۹/۱۵ تا ۱۳۸۱/۹/۲۰) با رویکرد محیطی به گردشی می‌پردازد. در این دوره بیش از ۶۰ درصد از ایستگاه‌های کشور شاهد بارش چشمگیری بودند و رویدادهای بارشی سنگین متعددی نیز در سواحل جنوبی خزر ثبت شدند. بعد از ترسیم نقشه‌های همبارش روزهای مورد مطالعه، نقاط اوج بارش و مراکز ثقل آن‌ها به دست آمد و سپس الگوهای فشار سطحی، ارتفاع ژئوپتانسیل و نقشه‌های وزش رطوبتی، جبهه‌ها، رودبادهای و Q-Vector در ترازهای مختلف، استخراج و ترسیم شد. تحلیل نقشه‌های فشار تراز دریا نشان داد که تشدید شیو فشار بین الگوی پرفشار دریای سیاه و کم‌فشار شرق مدیترانه و بین الگوی پرفشار دریای سیاه و کم‌فشار شمال شرق خزر، در رخداد این بارش‌ها در غرب، جنوب غرب ایران و سواحل جنوبی خزر موثر بود. بررسی نقشه‌های ژئوپتانسیل نشان داد که در طول دوره مورد مطالعه، دو الگوی اصلی وجود دارد که نقش فرود نسبتاً عمیق شمال دریاچه خزر (بخشی از فرود بلند مدیترانه) بسیار مهم است.

۱- استادیار دانشگاه ملایر.

۲- استادیار دانشگاه ملایر.

تحلیل نقشه‌های وزش رطوبتی نشان دادند که در ترازهای بالایی، دریای مدیترانه و دریای سرخ و در ترازهای پایینی، خلیج فارس و دریای عمان، مهم‌ترین منبع تغذیه رطوبتی بارش‌های ایران زمین هستند که نقش هر کدام در روزهای مختلف، یکسان نیست. در حالی که رطوبت بارش‌های سنگین سواحل جنوبی خزر، در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال از طریق دریای مدیترانه، در ترازهای ۶۰۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکال، از طریق دریای مدیترانه و دریای سرخ و در ترازهای ۸۵۰، ۹۲۵ و ۱۰۰۰ هکتوپاسکال، از طریق همه منابع اصلی رطوبتی منطقه (دریای سیاه، دریای مدیترانه، خلیج فارس، دریای سرخ و دریاچه خزر) تأمین می‌شود. وجود جبهه قطبی، جبهه دریای سرخ شمال خلیج فارس و همچنین ادغام رودبادهای جنب‌حاره‌ای و جبهه قطبی بر روی شرق عراق، می‌تواند از علل ایجاد و تشدید حرکات عمودی هوا در منطقه باشد. تحلیل نقشه‌های Q-Vector نیز، با نشان دادن مناطق همگرا، به نقش مهم دریاچه خزر، دریای مدیترانه و دریای سیاه، خلیج فارس و دریای عمان در ایجاد حرکات صعودی هوا در ترازها و ساعات مختلف، برای شکل‌گیری بارش‌های سنگین سواحل جنوبی خزر و ایران زمین اشاره دارد.

واژگان کلیدی: تحلیل همدید و دینامیک، بارش سنگین و فراگیر، مراکز ثقل بارش، سواحل جنوبی دریاچه خزر.

مقدمه

وقوع سیلاب، زمین لغزش، فرسایش و رسوب از جمله خطرات محیطی پیرامون زندگی ماست که به علت ریزش بارش‌های سریع و سنگین و افزایش رواناب‌های سطحی، تکوین یا توسعه می‌یابد. از طرفی میزان بارشی که که طی یک رویداد چندروزه می‌بارد علی‌رغم این که گاهی در وقوع سیلاب‌های سریع و ناگهانی چندان مهم تلقی نمی‌شود، لیکن با تغییر شرایط رطوبتی سازندهای زمین‌شناسی و خاک‌ها، آگاهی نسبت به نقش آن‌ها می‌تواند در مدیریت منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی سودمند باشد. بنابراین از دیدگاه‌ها و رویکردهای مختلف و در مناطق متفاوت دنیا، می‌توان تعاریف متنوعی را برای بارش‌های سنگین در نظر گرفت.

مطالعات نشان می‌دهند که مقیاس ایجاد این بارش‌ها، محلی، منطقه‌ای یا جهانی است. لیکن علل و شرایط همدید بارش‌های سنگین از جمله مطالعاتی است که به صورت گسترده در اغلب پژوهش‌های مربوط به این نوع بارش‌ها به کار رفته است و محققان زیادی به بررسی آن‌ها پرداخته‌اند.

Leiasat و همکاران (۲۰۰۷: ۴۳) به بررسی ویژگی‌های دینامیکی و ترمودینامیکی حوضچه‌های هوای سرد^۱ و سردچال‌های^۲ اروپا، طی سال‌های ۱۹۷۴-۱۹۸۹ پرداخته، نقش آن‌ها در بارش‌های سنگین اسپانیا بیان کردند. نتایج نشان داد که شرایط دینامیکی حوضچه‌های هوای سرد در ایجاد رویدادهای بارشی سنگین مهم‌تر است. آن‌ها ناپایداری ترمودینامیکی را به دلیل وجود هوای سرد در ترازهای بالاتر و میانی جو و هوای گرم و مرطوب در ترازهای پایینی می‌دانند.

Lena و همکاران (۲۰۰۷: ۲۷) الگوهای جوی به‌وجودآورنده بارش‌های سنگین جزایر Balearic (مجموعه جزایر واقع در شرق اسپانیا در دریای مدیترانه) را مطالعه کردند. در این پژوهش بارش روزانه بیش از ۶۰ میلی‌متر به عنوان معیار بارش سنگین انتخاب شد که در مجموع ۱۵۷ روز بارشی در ۲۱۶ ایستگاه باران‌سنجی طی سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۵ مورد بررسی قرار گرفت. آن‌ها با تحلیل مولفه‌های اصلی و سپس تحلیل خوشه‌ای بر روی ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، هشت الگوی گردش اصلی به دست آوردند. بیشتر الگوها ارتباط قوی بین رویداد بارش سنگین و سیکلون‌ها را نشان دادند به طوری که تقریباً ۸۷ درصد بارش‌های سنگین در زمانی رخ داده بود که یک مرکز سیکلونی در شعاع ۶۰۰ کیلومتری جزایر واقع شده بود.

Dung و همکاران (۲۰۰۸: ۳۱۳) به تحلیل همدید یک رویداد بارشی سنگین ۱۸ روزه (از ۳۱ ژوئیه تا ۱۷ اگوست سال ۱۹۹۸) در کُره جنوبی پرداختند. آن‌ها نشان دادند که در سال ۱۹۹۸، وجود پر ارتفاع مانع روی شرق منچوری و گسترش پرفشار جنب‌حاره‌ای شمال اقیانوس آرام به سمت غرب، عوامل اصلی بزرگ مقیاسی بودند که با گسترش اغتشاشات غربی

1- cold air pool

2- cut-off low

بر روی شرق آسیا، باعث ایجاد این بارش سنگین بودند. این الگوهای ناپایدار با مقیاس همدید، دارای وضعیت مناسب چرخندگی در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و مقادیر عمده‌ای رطوبت در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال بودند. آن‌ها نشان دادند که تغییرپذیری وضعیت باروکلینیک جو و میزان رطوبت، نقش عمده‌ای را در توسعه الگوی ناپایداری جوی و ایجاد بارش سنگین داشت. کم‌فشار اُختسک با ایجاد همرفت هوای سرد و خشک از سمت تاوه قطبی به سوی منطقه، شرایط ناپایدار و باروکلینیک گسترده‌ای را بر روی شمال چین به وجود آورد. همچنین گرادیان فشار بین کم‌فشار قاره‌ای و پرفشار غرب اقیانوس آرام، جریان‌های جنوب غربی شدیدی را موجب شده که در گسترش رطوبت به سمت دامنه‌های جنوب غرب کم‌فشار اُختسک مشارکت داشت. در نتیجه وقوع این شرایط، اغتشاشاتی با مقیاس همدید در امتداد جبهه مونسون ایجاد که موجب وقوع بارش‌های سنگین طولانی مدت بر روی کره جنوبی شد.

در ایران نیز تحقیقات متعددی در زمینه بارش‌های سنگین انجام شده است که به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود.

قشقایی (۱۳۷۵: ۲۷۶) اثر پرفشار سیبری را روی بارش‌های پاییزه سواحل جنوبی خزر مطالعه کرد. وی معتقد است که ۴۵ درصد بارش‌ها از فرابار سیبری، ۲۸ درصد از آنتی سیکلون‌های مهاجر و ۲۷ درصد در اثر سیستم‌های کم‌فشار حاصل می‌شود. او نشان داد که بارش‌های سنگین سواحل جنوبی خزر توسط آنتی سیکلون‌های مهاجر تولید می‌شود و تنها زمانی پرفشار سیبری می‌تواند بارش‌های سنگین ایجاد کند که یک هسته فشار ۱۰۳۵ هکتوپاسکالی در شمال دریای خزر بسته شده باشد و در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال نیز یک تراف عمیق‌تر روی این ناحیه قرار گرفته باشد.

خوشحال (۱۳۷۶: ۳۰۶) به بررسی و ارائه مدل‌های همدید- اقلیم‌شناسی بارش‌های بیش از صد میلی‌متر در سواحل جنوبی دریای خزر پرداخت. او نشان داد که بیشتر بارش‌های سنگین خزر در اثر وزش سرد سیبری به روی دریا به وجود نیامده بلکه ناشی از ورود جبهه‌های تقویت شده نسیم دریا توسط سیستم‌های همدیدی می‌باشد.

نجراسلیقه (۱۳۸۰: ۱۲۵) الگوهای همدید بارش‌های تابستانه جنوب شرق ایران را مطالعه کرد. او نشان داد که اگرچه ممکن است در برخی ایام، زبانه کم فشار موسمی، عامل انتقال رطوبت به ایران باشد اما بدون وجود کم ارتفاع تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و ایجاد واگرایی در تراز ۲۰۰ هکتوپاسکال، بارشی شکل نمی‌گیرد.

مفیدی و زرین (۱۳۸۳: ۳۴ و ۱۳۸۴: ۶۵) به تحلیل همدید ۱۸ مورد بارش سنگین ایران با منشأ سودانی پرداختند. نتایج نشان داد که در زمان بارش‌های سیل‌زا، پشته‌ای در تراز میانی وردسپهر بر روی مدیترانه غربی و همچنین ناوه عمیقی روی شرق مدیترانه حاکمیت داشت. با این حال آنها کشیده شدن تاوه قطبی در تراز ۵۰ هکتوپاسکال را به عنوان منبع اصلی تاوایی برای پیدایش الگوی گردش ناهنجار و تقویت سلول هدلی و جت جنب‌حاره بر روی مدیترانه و شمال آفریقا را دانسته و آن را از ناوه عمیق شرق مدیترانه و استقرار پشته واقع در تراز میانی وردسپهر روی مدیترانه غربی موثرتر می‌دانند.

لشکری (۱۳۷۵، ۱۳۸۱، ۱۳۸۲، ۱۳۸۴) ضمن بررسی مکانیسم ایجاد، تقویت و توسعه مرکز کم‌فشار سودانی، نقش این سامانه را بر روی بارش‌های سنگین جنوب و جنوب غرب ایران مهم دانست. او چهار الگوی «ادغامی سودانی-مدیترانه‌ای»، «پرفشار سبیری»، «کم‌فشار سودانی» و «پرفشار آزور» را مؤثر بر این بارش‌ها معرفی نمود و نقش سامانه مدیترانه‌ای را در ایجاد آن‌ها بسیار ناچیز دانست.

مسعودی (۱۳۸۸: ۱۶۱) در مطالعه‌ای که تحت عنوان شناسایی شرایط همدید همراه با بارش‌های ابرسنگین ایران، بر روی بارش‌های یک روزه بیش از صد میلی‌متر انجام دادند؛ نشان دادند که دو الگوی گردشی در پدید آمدن بارش‌های ابرسنگین یک روزه ایران نقش دارند. الگوی اول با استقرار یک پرفشار بر روی دریای سیاه و گسترش فرود خلیج فارس مشخص می‌شود. دو سوم بارش‌های ابرسنگین یک روزه ایران در چنین شرایطی می‌بارند. الگوی دوم با شکل‌گیری فرود بر روی عراق و رخنه زبانه پرفشار سبیری-سیاه به درون ایران همراه است. این الگو عمدتاً در کرانه‌های خزر بارش می‌دهد و باعث رویداد یک سوم از بارش‌های ابرسنگین یک روزه ایران است. منبع رطوبتی این بارش‌ها دریای خزر، خلیج فارس و دریای عرب است. همچنین نقش دینامیکی هسته سرعت رودباد تراز ۲۰۰

هکتوپاسکالی به رشد این سامانه‌های باران‌زا کمک می‌کند. در نتیجه فرود خلیج فارس عامل بارش‌های سنگین ایران است و فرود دریای سرخ نه از جهت تأمین ناپایداری و نه از جهت تأمین رطوبت نقشی در بارش‌های ابرسنگین یک روزه ایران ندارد.

این مقاله، معیار ثابتی برای بارش‌های سنگین در نظر نگرفته و آن را به طور جداگانه برای ایستگاه‌های مختلف تعیین کرده است. هرچند در روزهای دوم و سوم این دوره مورد بررسی، بارش‌هایی حدود ۱۰۰ میلی‌متر و در روزهای چهارم و پنجم بارش‌هایی بیش از ۱۰۰ میلی‌متر در ایستگاه‌های کشور ثبت شده است، لیکن در این تحقیق، رویدادهای بارشی سنگین، آن دسته از رویدادها هستند که پس از خوشه‌بندی رویدادهای بارشی ایستگاه‌های منطقه به دو گروه بارشی، درگروه بارشی سنگین‌تر (بالا تر از میانگین) قرار گرفتند. بنابراین معیار عددی بارش سنگین در ایستگاه‌های مختلف و در طول و عرض جغرافیایی منطقه متفاوت است و به شرایط خوشه‌های بارشی بستگی دارد. با توجه به فراگیر بودن بارش این دوره در این منطقه و حدود ۶۰ درصد از ایستگاه‌های ایران، به نظر می‌رسد نقش الگوهای هم‌دید در ایجاد این دوره بارشی، بسیار پررنگ‌تر از عوامل محلی، ناهمواری‌ها و سایر عوامل باشد.

این پژوهش در دوره مورد مطالعه، به تحلیل هم‌دید و دینامیک رویدادهای بارشی سنگین و فراگیر سواحل جنوبی خزر در مقایسه با بقیه ایران زمین می‌پردازد.

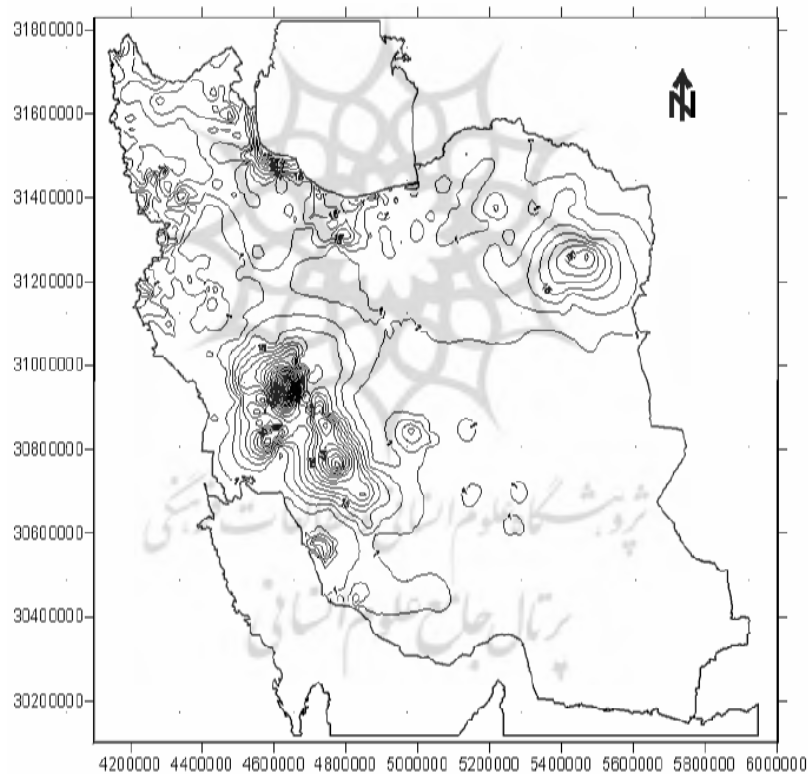
مواد و روش‌ها

نخست با مطالعه بارش‌های سال‌های اخیر، یک دوره زمانی دو ماهه پربارش و فراگیر در ایران را که ایستگاه‌های سواحل جنوبی خزر هم، بارش‌های فراگیر و سنگین را ثبت کردند، انتخاب شد.

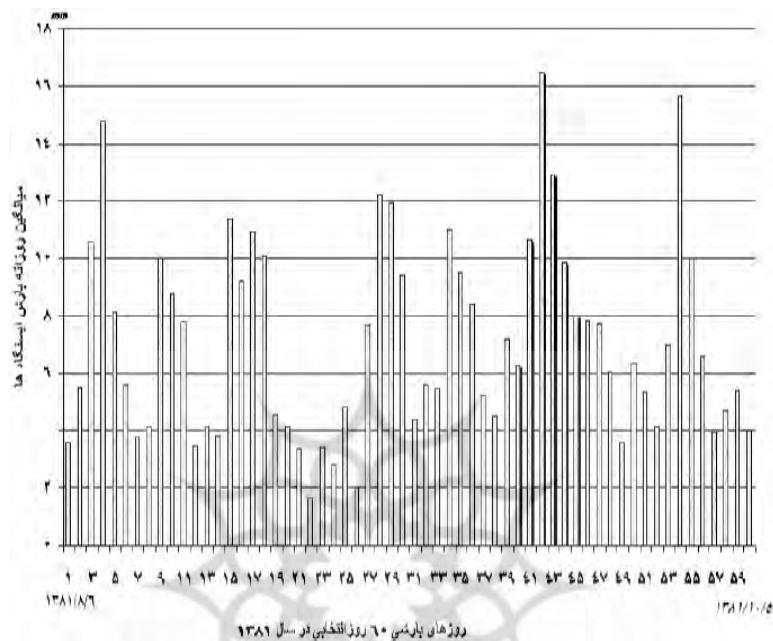
سپس نقشه هم‌بارش ایران و سواحل جنوبی خزر، طی این دوره زمانی دو ماهه (۱۳۸۱/۸/۶ تا ۱۳۸۱/۱۰/۵) ترسیم و پس از بررسی، خوشه بارشی ۶ روزه (۱۳۸۱/۹/۱۵ تا ۱۳۸۱/۹/۲۰) که دارای بارشی فراگیرتر و سنگین‌تر در ایران و سواحل جنوبی خزر بود، انتخاب شد. از ویژگی‌های این دوره ۶ روزه آن است که فراگیرترین روز بارشی، در این دو ماه با ۶۵

درصد (روز ۱۳۸۱/۹/۱۸) ، بالاترین میانگین بارش روزانه همه ایستگاه های کشور با ۱۶/۵ میلی متر (روز ۱۳۸۱/۹/۱۷) و بیشینه بارش روزانه آن ها با ۱۳۷ میلی متر (روز ۱۳۸۱/۹/۱۹) ، در این خوشه بارش به ثبت رسیده است. برای نمونه، نقشه هم بارش سنگین ترین روز بارشی (روز پنجم دوره مورد مطالعه) ارائه شده است (شکل ۱).

در ادامه، با استفاده از نرم افزار Surfer، بارش این دوره زمانی به روش کریجینگ، میانمایی و متوسط بارش ایران در هر روز محاسبه شد (شکل ۲).



شکل (۱) نقشه هم بارش ایران در روز اوج بارش های سنگین سواحل جنوبی خزر و بخش های غربی و جنوب غربی ایران (۱۳۸۱/۹/۱۹)



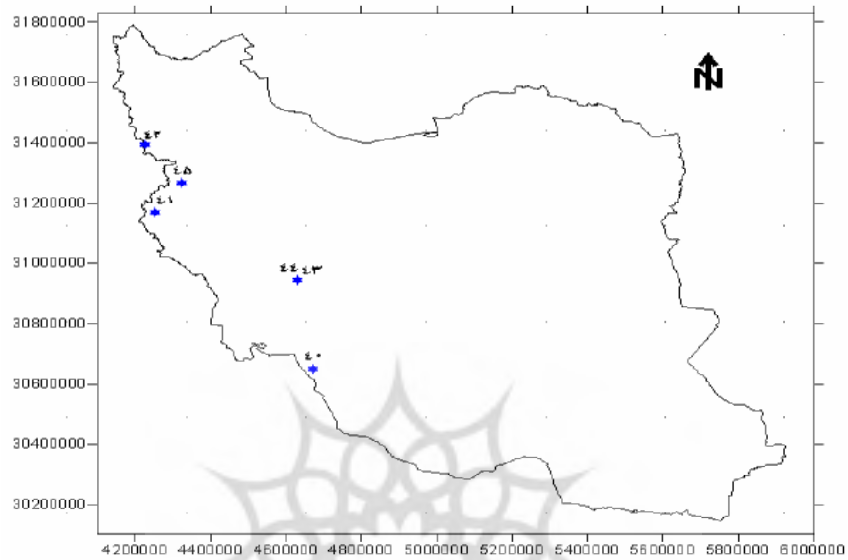
شکل (۲) میانگین بارش ایران برحسب میلی‌متر در روزهای ۱۳۸۱/۱/۶ تا ۱۳۸۱/۱/۵. ستون‌های سایه‌دار، خوشه بارش اصلی مورد مطالعه (روزهای ۴۰ تا ۴۵) را نشان می‌دهند

بعد از انجام میانبایی بارش ایران به کمک ۶۱۸ ایستگاه کشور ۸۳۳۰ یاخته (اندازه هر یاخته ۲۰۰×۲۰۰ کیلومتر مربع) به دست آمد که بر روی این یاخته‌ها مراکز بیشینه بارش (شکل ۳) و همچنین مراکز ثقل یا کانون‌های بارندگی (شکل ۴) مشخص شد. مرکز ثقل بارش‌های دوره مورد مطالعه با استفاده از رابطه‌های زیر به دست آمد:

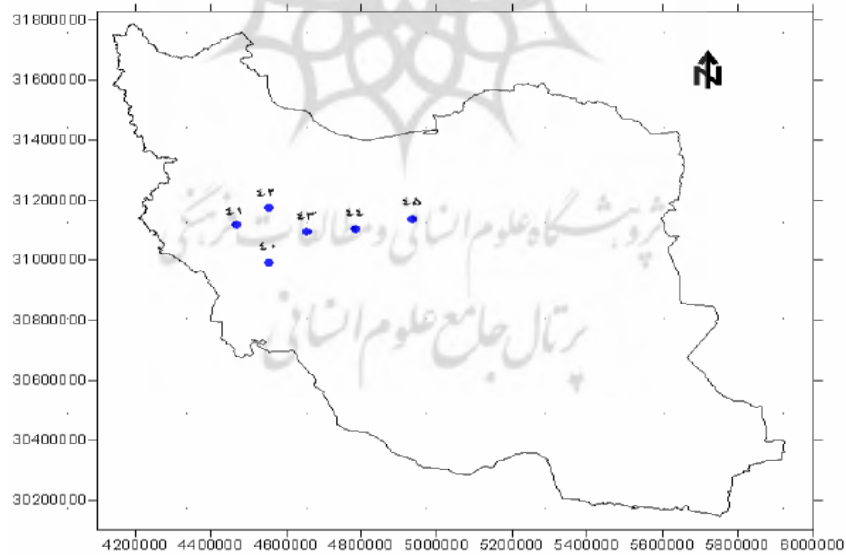
$$X_{center} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n P_i} \cdot \sum_{i=1}^n x_i \cdot P_i \quad (1)$$

$$Y_{center} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n P_i} \cdot \sum_{i=1}^n y_i \cdot P_i \quad (2)$$

که در این رابطه‌ها X_{center} و Y_{center} مختصات جغرافیایی مرکز ثقل روز بارشی مورد نظر است و x_i ، y_i و P_i به ترتیب مقدار بارش، طول جغرافیایی و عرض جغرافیایی هر یاخته است.



شکل (۳) مراکز بیشینه بارش در دوره مورد مطالعه (روزهای ۱۳۸۱/۹/۱۵ تا ۱۳۸۱/۹/۲۰)



شکل (۴) مراکز ثقل بارش در روزهای مورد مطالعه (روزهای ۱۳۸۱/۹/۱۵ تا ۱۳۸۱/۹/۲۰)

مراکز بیشینه بارش در دوره مورد مطالعه در کل ایران، عمدتاً در غرب (کردستان)، جنوب (بوشهر) و جنوب غرب (کهگیلویه و بویراحمد) و مراکز ثقل بارش در استان‌های لرستان، کرمانشاه، همدان و اصفهان، مستقر بود. همچنین، مراکز بیشینه بارش در سواحل جنوبی خزر، روی غرب گیلان (انزلی) و مراکز ثقل بارش در بخش‌هایی از شرق و مرکز گیلان قرار داشت.

سپس در دوره مورد نظر، داده‌های مربوط به فشار تراز دریا، ارتفاع ژئوپتانسیل، مولفه‌های مداری و نصف‌النهاری باد، دما و نم ویژه در ترازهای مختلف جو، از پایگاه داده‌های جو بالای مرکز پیش‌یابی اقلیم، وابسته به اداره جو و اقیانوس ایالات متحده در محدوده طول جغرافیایی ۱۰- تا ۱۲۰ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ۰ تا ۹۰ درجه شمالی استخراج شد. ابتدا برای شناخت وضعیت فشار تراز دریا و ارتفاع ژئوپتانسیل در ترازهای مختلف جوی، یک تحلیل خوشه‌ای به روش ادغام وارد بر روی فواصل اقلیدوسی این داده‌ها انجام و نمودارهای خوشه‌ای مربوط، ترسیم شد. در ادامه با توجه به الگوهای فشار تراز دریا و ارتفاع ژئوپتانسیل و با ترسیم نقشه‌های وزش رطوبتی، بر اساس رطوبت ویژه و بردارهای باد، جبهه‌ها، براساس دمای پتانسیل و بردارهای باد، رودبادها، براساس سرعت‌های باد بالاتر از ۳۰ متر بر ثانیه و Q-Vector براساس دما و ارتفاع ژئوپتانسیل (مارتین، ۲۰۰۲: ۱۵۴)، علل ایجاد این بارش‌ها در منطقه و در دوره مورد مطالعه تحلیل شدند. Q-Vector که در واقع نتیجه دو بار به کارگیری تابع همگرایی بر روی یک کمیت برداری افقی است مناطق صعود و نزول هوا را نشان می‌دهد. چنانچه بردار Q همگرا شود، حرکات صعودی و در صورتی که واگرا شود حرکات نزولی رخ می‌دهد. از این ویژگی در چرخندزایی و جبهه‌زایی استفاده می‌شود. یکی از راه‌های محاسبه این بردار، رابطه ذیل است:

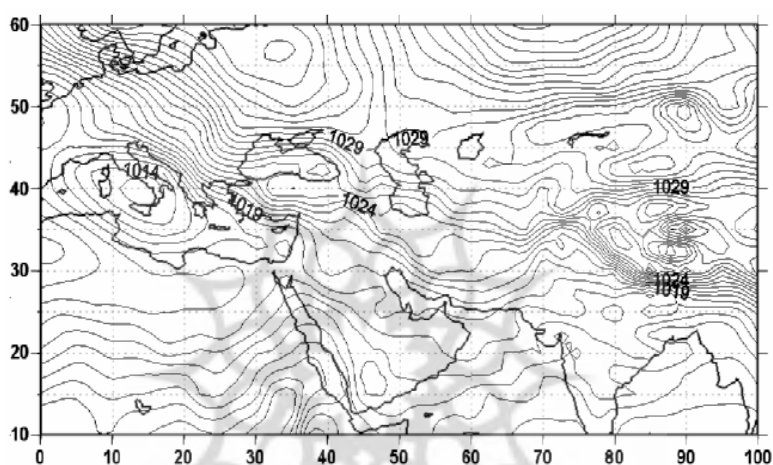
$$Q = -R/P \left[\left[\frac{dV}{dx} \cdot \text{del} T \right]_i, \left[\frac{dv}{dy} \cdot \text{del} T \right]_j \right]$$

که در آن $\text{del} T$ شیو یا گرادیان دما ست، R ثابت گازها و p فشار هواست. $\frac{dv}{dx}$ و $\frac{dv}{dy}$ تغییرات مولفه نصف‌النهاری باد را روی محور طول‌ها و عرض‌ها نشان می‌دهند.

نتایج بحث

نتایج حاصل از تحلیل خوشه‌ای داده‌های فشار تراز دریا نشان می‌دهند که طی این دوره زمانی دو ماهه، ۳ الگوی اصلی حاکم بود که در دوره زمانی ۶ روزه مورد مطالعه (۸۱/۹/۱۵ تا ۸۱/۹/۲۰) الگوی سوم استقرار داشت (شکل ۵). این الگو، شامل سه هسته کم‌فشار، یکی روی منتهی‌الیه شرق مدیترانه، دیگری به صورت گسترده‌تر و عمیق‌تر روی دریای تیرنو در جنوب ایتالیا (شمال مدیترانه) و سومی در جنوب فرانسه (شمال غرب مدیترانه) است. علاوه بر این مراکز کم‌فشار، یک هسته پرفشار گسترده بر روی شمال دریای سیاه مشاهده می‌شود که زبانه‌ای از آن، وارد شمال غرب ایران شده است. به نظر می‌رسد از یک سو گرادیان فشار شدیدی که در جنوب دریای سیاه و غرب ایران بین زبانه‌های پرفشار اروپایی و هسته کم‌فشار شرق مدیترانه و از سوی دیگر بین پرفشار اروپایی و کم‌فشار مهاجر شمال شرق خزر وجود دارد یکی از عوامل مهم رخداد بارش‌های سنگین در دوره مورد مطالعه در ایران است. با افزایش فشار هوا در سامانه پرفشار اروپایی و کاهش فشار هوا در سامانه‌های کم‌فشار و نیز نزدیکی این سامانه‌ها به هم و کاهش فاصله مرکز فشاری، شدت گرادیان یا شیو فشار افزایش می‌یابد. لازم به ذکر است که مشاهده نقشه‌های ۶ ساعته فشار تراز دریا در طول دوره مطالعاتی نشان می‌دهد که کم‌فشار سودانی در روز سوم این دوره زمانی، با کم‌فشار مدیترانه‌ای ادغام و روز بعد مجدداً جدا شده و به صورت مستقل از هم عمل می‌نمایند. همچنین از تاثیر کم‌فشار شمال شرق دریاچه خزر که از روز دوم دوره مطالعه شکل گرفته و در روز پنجم با حرکت و گسترش روی روسیه و شمال دریاچه خزر عمیق شده و با دوهسته ۹۹۰ و ۹۹۵ هکتوپاسکالی، گرادیان شدید فشار را با پرفشار اروپایی ایجاد می‌نماید، نمی‌توان به سادگی گذشت، چرا که به نظر می‌رسد بارش شمال کشور در این دوره هم تحت تأثیر گرادیان فشار بین کم‌فشار شرق مدیترانه و زبانه‌های روی عراق آن با پرفشار اروپایی و هم متأثر از حضور کم‌فشار شمال شرق دریاچه خزر (با توجه به عبور هوای سرد پرفشارهای شمالی، ایجاد اختلاف دمای هوا و دمای سطح دریا، هوای روی سطح دریا با دریافت رطوبت، صعود کرده و کاهش فشار هوا رخ می‌دهد) و پرفشار اروپایی مستقر بر روی شمال دریای سیاه باشد. به این ترتیب گردش ساعتگرد هوا در پرفشار اروپایی مستقر بر شمال

دریای سیاه، باعث ورود هوای سرد عرض‌های شمالی روی آب‌های گرم‌تر دریاچه خزر، ناپایداری و ریزش باران‌های سنگین در بخش‌های مختلف سواحل جنوبی دریاچه خزر و دیگر نقاط تحت تأثیر، می‌شوند. این مسیر می‌تواند یکی از راه‌های تأمین رطوبت بارش‌های سنگین منطقه باشد.



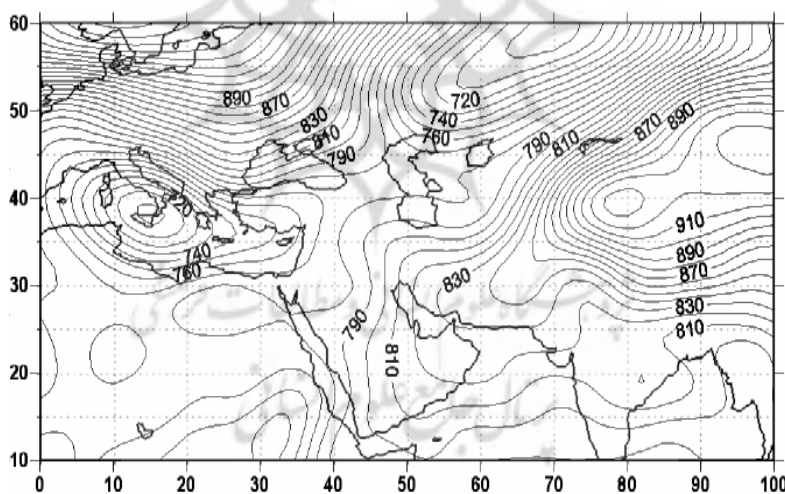
شکل (۵) میانگین فشار تراز دریا در دوره مورد مطالعه

خوشه‌بندی و تحلیل نقشه‌های هم‌دید مربوط به وضعیت میانگین ارتفاع ژئوپتانسیل جو در ترازهای مختلف نشان داد که در دوره دو ماهه مورد بررسی، در تراز ۹۲۵ هکتوپاسکالی، ۱۰ الگو و در ترازهای ۸۵۰، ۷۰۰، ۶۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال هم ۵ الگو حاکم بود. در دوره ۶ روزه مورد مطالعه هم، در همه ترازها، دو الگو، یکی در ابتدای دوره و دیگری در بقیه روزها مستقر بود.

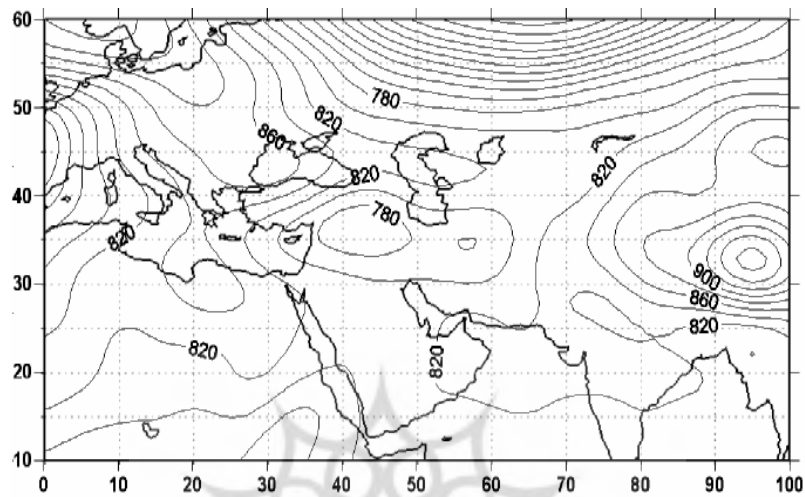
بررسی‌ها نشان داد که در زمان بارش‌های سنگین‌تر دوره مورد مطالعه (روزهای دوم تا ششم دوره بارشی) فرود نسبتاً عمیقی در ترازهای ۵۰۰، ۶۰۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکال بر روی شمال دریاچه خزر وجود دارد که امتداد محور آن با جهت شمال شرقی جنوب‌غربی از جنوب روسیه تا غرب دریاچه خزر و دریای سیاه و در ترازهای ۵۰۰ و ۶۰۰ هکتوپاسکال تا جنوب دریای سیاه ادامه می‌یابد (شکل‌های ۱۱، ۱۳ و ۱۵) در حالی که در ترازهای پایینی،

بخصوص تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال، ادغام کم‌ارتفاع شمال خزر و کم‌ارتفاع مدیترانه، نیمه شمالی و غربی ایران، تا شرق دریای مدیترانه و در ادامه تا نیمه‌غربی آن را دربرمی‌گیرد (شکل‌های ۷ و ۹). در ابتدای دوره بارشی مورد مطالعه نیز فرود شمال خزر وجود دارد، لیکن عمق آن به ویژه در ترازهای بالایی، نسبتاً کم‌تر و موقعیت آن تا حدودی شمالی‌تر است. ضمن آن که در همین ابتدای دوره، به غیر از تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال، در همه ترازهای ۱۹۲۵، ۵۰۰ هکتوپاسکال، کم‌ارتفاعی گسترده، روی مرکز دریای مدیترانه و جنوب کشور ایتالیا مستقر است (شکل‌های ۶، ۸، ۱۰، ۱۲ و ۱۴). در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال این کم فشار در غرب دریای مدیترانه مستقر است.

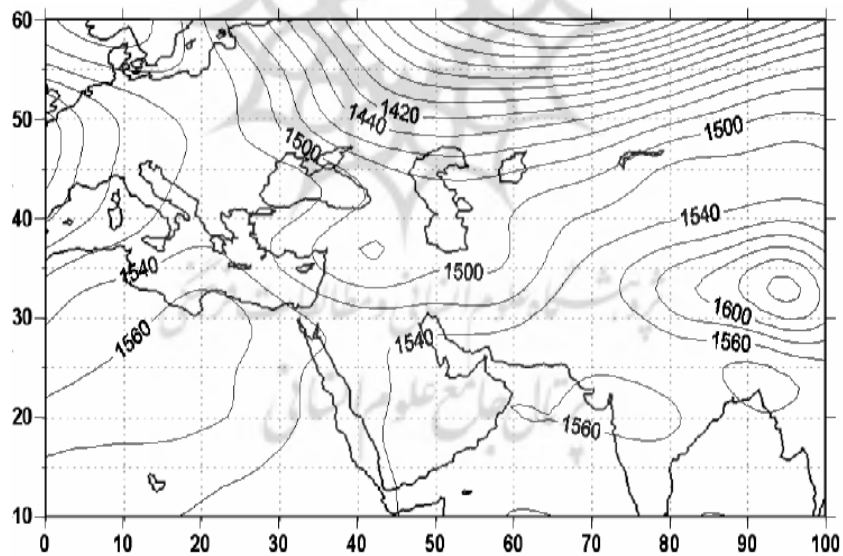
به طور کلی بررسی نقشه‌های ۶ ساعته روزهای مختلف دوره مورد مطالعه نشان می‌دهد که ایران در سمت شرق محور فرود شمال خزر که به نظر می‌رسد بخشی از فرود بلند مدیترانه است، قرار دارد. چنین موقعیتی می‌تواند به فرایند صعود هوا بیانجامد.



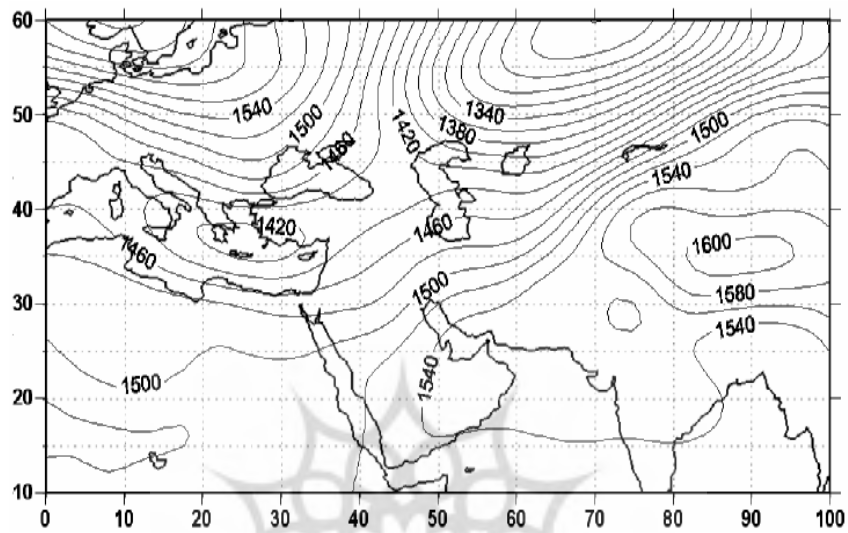
شکل (۶) میانگین الگوی هفتم ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۹۲۵ هکتوپاسکال (۸۱/۹/۱۵ تا ۸۱/۹/۱۶)



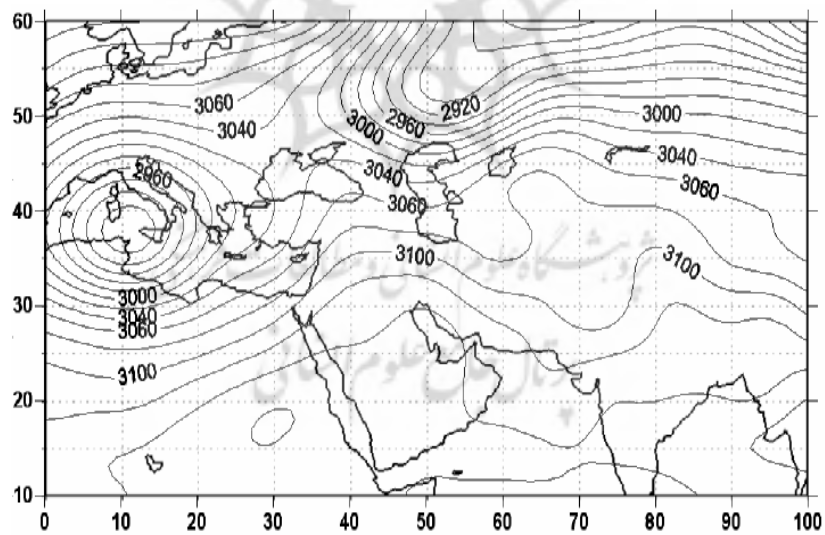
شکل (۷) میانگین الگوی هشتم ارتفاع ژئوتانسیل تراز ۹۲۵ هکتویاسکال (۸۱/۹/۲۰ تا ۸۱/۹/۱۷)



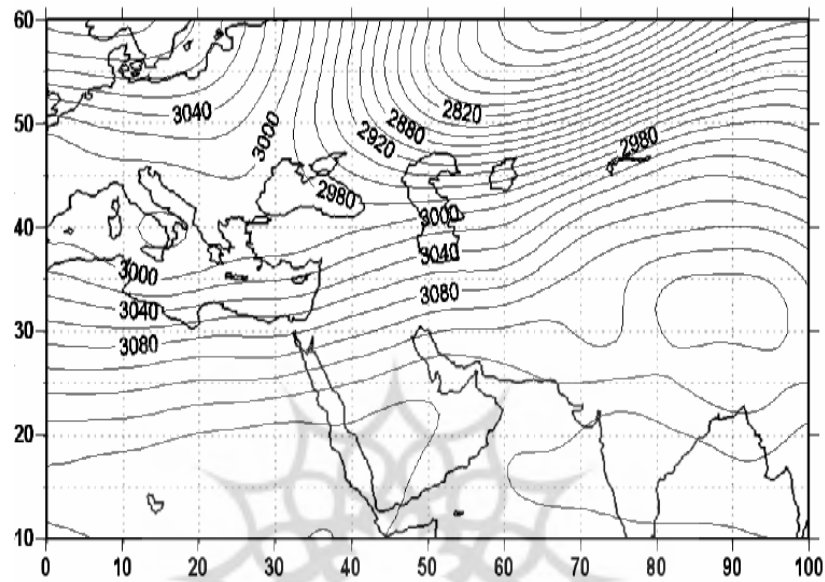
شکل (۸) میانگین الگوی چهارم ارتفاع ژئوتانسیل تراز ۸۵۰ هکتویاسکال (۸۱/۹/۱۸ تا ۸۱/۹/۱۵)



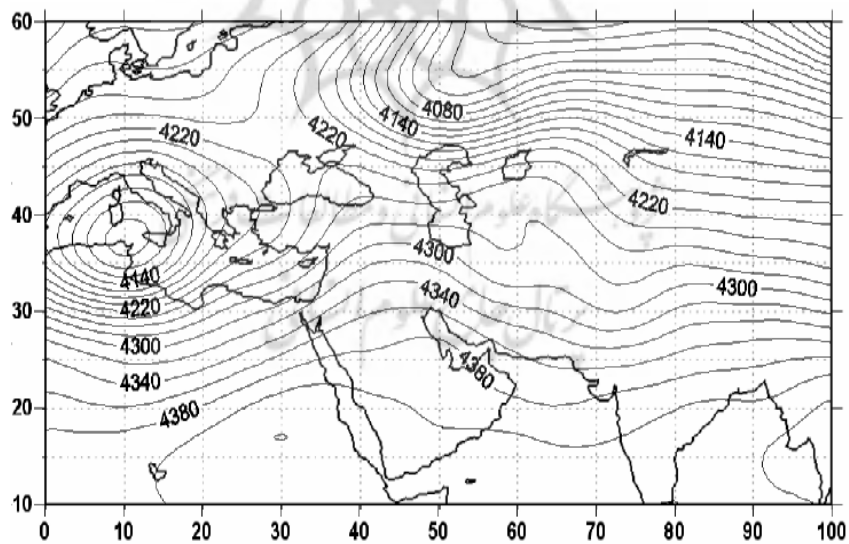
شکل (۹) میانگین الگوی پنجم ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال (۸۱/۹/۱۹ تا ۸۱/۹/۲۰)



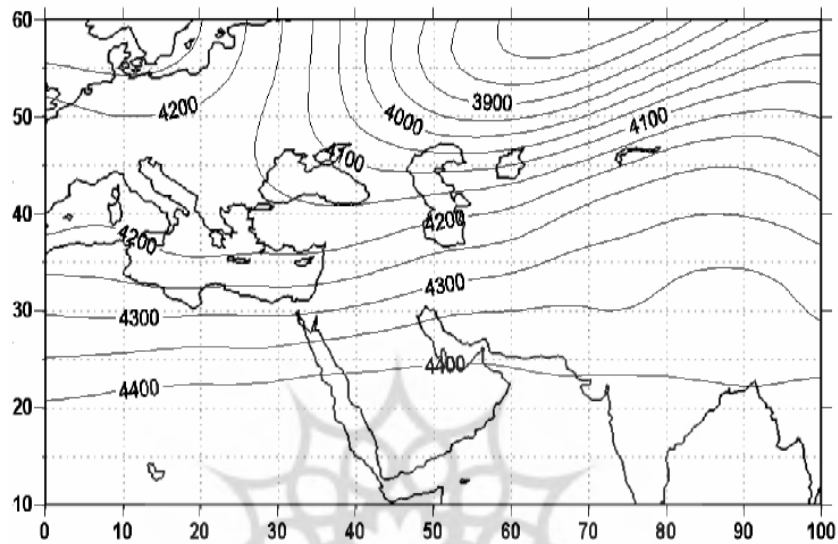
شکل (۱۰) میانگین الگوی سوم ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال (۸۱/۹/۱۵)



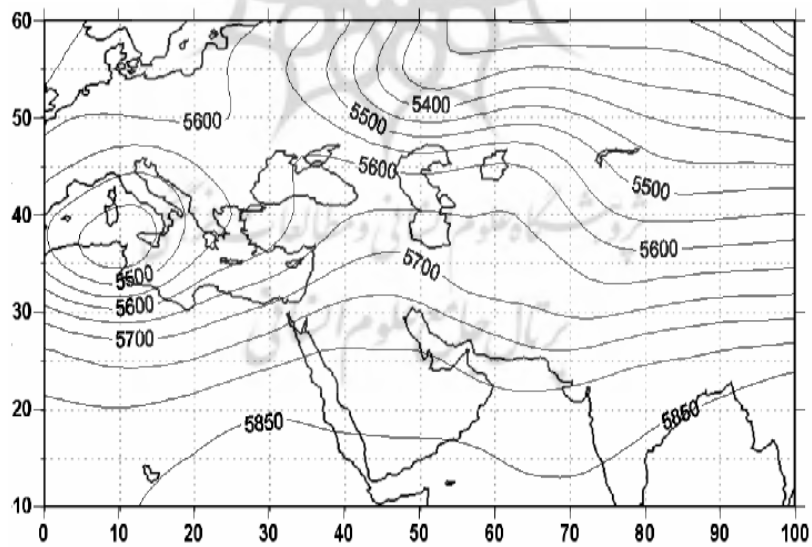
شکل (۱۱) میانگین الگوی چهارم ارتفاع ژئوبتانسیل تراز ۷۰۰ هکتویاسکال (۱۱/۹/۲۰ تا ۱۱/۹/۱۶)



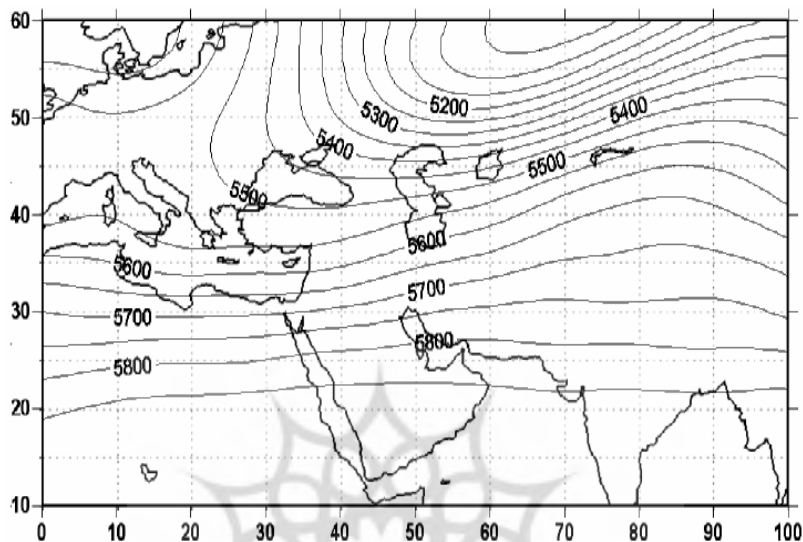
شکل (۱۲) میانگین الگوی سوم ارتفاع ژئوبتانسیل تراز ۶۰۰ هکتویاسکال (۱۱/۹/۱۵)



شکل (۱۳) میانگین گوی چهارم ارتفاع ژنویتانسیل تراز ۶۰۰ هکتویاسکال (۸۱/۹/۱۶ تا ۸۱/۹/۲۰)



شکل (۱۴) میانگین گوی سوم ارتفاع ژنویتانسیل تراز ۵۰۰ هکتویاسکال (۸۱/۹/۱۵)



شکل (۱۵) میانگین الگوی چهارم ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال (۱۶/۹/۱۱ تا ۲۰/۹/۱۱)

بررسی نقشه‌های وزش رطوبتی نشان می‌دهد که در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، در روزهای اول و دوم دوره بارشی سنگین مورد مطالعه، جنوب شرق دریای مدیترانه، منبع اصلی تغذیه رطوبتی سواحل جنوبی خزر، غرب، جنوب غربی و جنوبی ایران است. در روز سوم و چهارم و پنجم و ششم جنوب شرق مدیترانه سبب تغذیه سواحل جنوبی خزر و شمال غرب ایران می‌شود در حالی که غرب و جنوب غرب ایران تحت تأثیر رطوبت شمال دریای سرخ قرار دارند.

در تراز ۶۰۰ هکتوپاسکال، در روز اول جنوب شرقی مدیترانه و در روز دوم نیمه شرقی مدیترانه منبع اصلی تامین رطوبت ایران است. از میانه روز دوم و روز سوم، جنوب غرب و جنوب ایران تحت تأثیر رطوبت شمال دریای سرخ قرار دارد در صورتی که غرب و شمال ایران همچنان تحت تأثیر رطوبت شرق مدیترانه است. در روزهای چهارم، پنجم و ششم، منبع اصلی تامین رطوبت ایران، شمال دریای سرخ است. در روز پنجم و ششم سواحل جنوبی خزر در مسیر رطوبت دریای مدیترانه قرار دارد. علاوه بر این در روز ششم رطوبت خلیج فارس نیز وارد ایران می‌شود.

در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال، نقش تغذیه رطوبتی شمال دریای سرخ در هر ۶ روز بسیار مهم است. در روزهای اول و چهارم سواحل جنوبی خزر تحت تأثیر دریای سرخ و در روزهای دوم، سوم و پنجم، تحت تأثیر دریای مدیترانه است. در روز ششم، نیمه شمالی کشور تحت تأثیر رطوبت دریای مدیترانه و نیمه جنوبی آن تحت تأثیر شمال دریای سرخ و شمال خلیج فارس است.

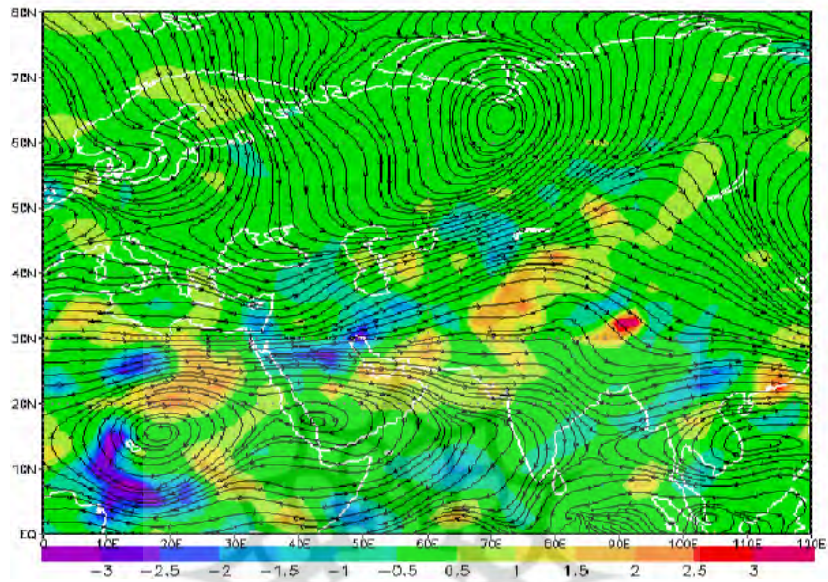
در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال نقش تغذیه رطوبتی خلیج فارس در همه روزه‌های بارشی مهم است. در روز اول و دوم و سوم، رطوبت خلیج فارس، منبع اصلی تغذیه رطوبتی ایران محسوب می‌شود. در روز دوم، فقط شمال شرق ایران، زیر نفوذ رطوبت ادغامی این منبع و دریاچه خزر است. در روز چهارم، غرب و شمال ایران تحت تأثیر رطوبت شمال دریای سرخ و جنوب، جنوب غربی و بخش‌هایی از نیمه شرقی ایران در مسیر وزش رطوبتی خلیج فارس است. در روز پنجم، بارش‌های سنگین سواحل جنوبی خزر، شمال غرب و غرب کشور در اثر ادغام رطوبت دریای سیاه و شرق مدیترانه روی می‌دهد در حالی که رخداد بارش‌های جنوب غرب و جنوب ایران در اثر ادغام رطوبت دریای سرخ و خلیج فارس است. خلیج فارس به صورت مستقل هم بخش‌هایی از نواحی مرکزی و شرقی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در روز ششم تنها منبع رطوبتی، دریاچه خزر محسوب می‌شود.

در تراز ۹۲۵ و ۱۰۰۰ هکتوپاسکال، در روزهای اول و دوم، تامین رطوبت، بیشتر از دریای عمان و تا اندازه‌ای بخش شرقی خلیج فارس انجام می‌شود. در روز سوم و چهارم، خلیج فارس، منبع اصلی رطوبتی ایران است. در روز چهارم سواحل جنوبی خزر، علاوه بر رطوبت خلیج فارس از رطوبت خزر نیز تغذیه می‌شوند. روز پنجم در این ترازها روز ویژه‌ای است، چراکه شش منبع اصلی رطوبتی منطقه در تامین رطوبت نواحی مختلف ایران سهیم هستند. به طوری که شمال شرق ایران تحت تأثیر رطوبت دریاچه خزر؛ شمال غرب ایران و سواحل جنوب غربی خزر تحت تأثیر رطوبت ادغامی دریاچه خزر، دریای سیاه، دریای مدیترانه، دریای سرخ و شمال خلیج فارس؛ جنوب غرب و غرب ایران تحت تأثیر رطوبت ادغامی دریای سیاه، دریای مدیترانه، دریای سرخ و خلیج فارس و جنوب ایران تحت تأثیر

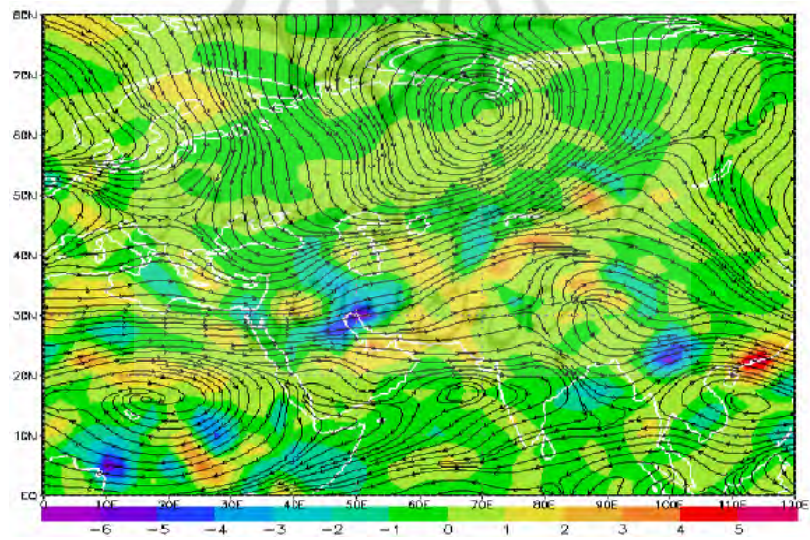
رطوبت خلیج فارس و تا اندازه‌ای دریای عرب است. در این بین، بالاترین تخلیه رطوبتی از خلیج فارس صورت می‌گیرد. در روز ششم، شمال، غرب و جنوب غرب ایران زیر نفوذ رطوبت ادغامی دریای سیاه و بخش شرقی مدیترانه است در حالی که در شمال کشور، رطوبت دریای خزر هم سهیم می‌شود. از سوی دیگر، تخلیه رطوبتی خلیج فارس، بخش جنوب و جنوب‌غربی ایران را متأثر می‌سازد. در تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال، منبع اصلی تأمین رطوبت در روز ششم، دریاچه خزر است.

به طور کلی تحلیل نقشه‌های وزش رطوبت در دوره مورد مطالعه نشان می‌دهند که که در ترازهای ۵۰۰ و ۶۰۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکال، دریای مدیترانه و دریای سرخ مهم‌ترین منبع تغذیه رطوبتی بارش‌های ایران هستند. در تراز ۸۵۰، ۹۲۵ و ۱۰۰۰ هکتوپاسکال، تزریق رطوبتی خلیج فارس و دریای عمان از اهمیت ویژه‌ای در رخداد بارش‌های سنگین ایران برخوردارند. بررسی‌ها نشان می‌دهد که در ترازهای مختلف، الگوی تغذیه رطوبتی روزهای ابتدایی، روز پنجم و روز ششم متفاوت است. بارش‌های سنگین و فراگیر سواحل جنوبی خزر، غرب و جنوب‌غرب ایران به خصوص در روز پنجم، حاصل ادغام منابع مختلف تغذیه رطوبتی هستند.

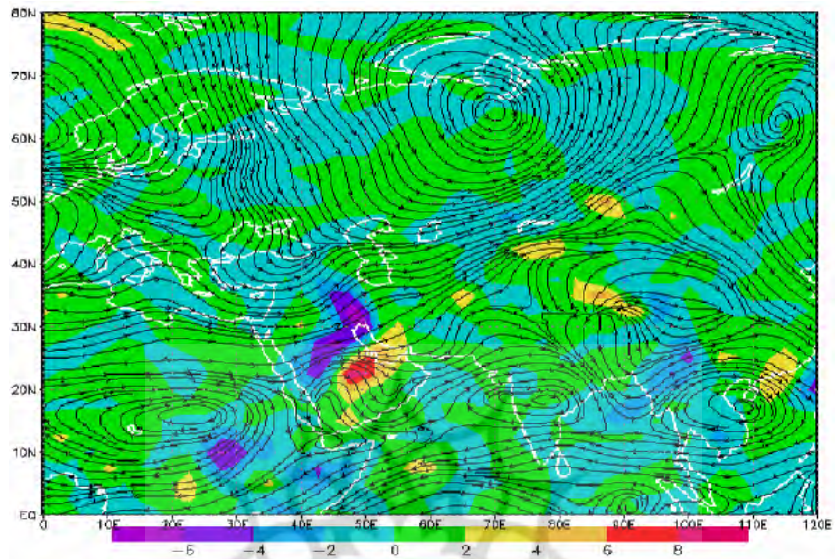
از سوی دیگر بارش‌های سنگین سواحل جنوبی خزر در این دوره، در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال زیر نفوذ دریای مدیترانه، در ترازهای ۶۰۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکال، زیر نفوذ دریای مدیترانه و دریای سرخ و در ترازهای ۸۵۰، ۹۲۵ و ۱۰۰۰ هکتوپاسکال، زیر نفوذ همه منابع اصلی رطوبتی منطقه (دریای سیاه، دریای مدیترانه، خلیج فارس، دریای سرخ و دریاچه خزر) هستند. در روز پنجم بارشی (۱۳۸۱/۹/۱۹) در ترازهای ۵۰۰، ۶۰۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکال، دریای مدیترانه، در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال ادغام همه منابع رطوبتی به غیر از خزر و در ترازهای ۹۲۵ و ۱۰۰۰ هکتوپاسکال، ادغام همه منابع رطوبتی منطقه، عامل تأمین رطوبت بارش‌های سنگین سواحل جنوبی خزر هستند (شکل‌های ۱۶ تا ۲۰).



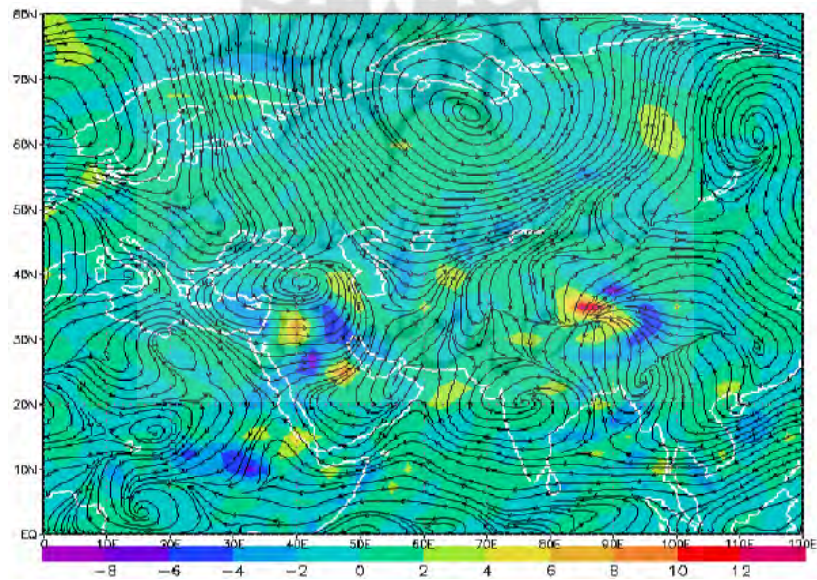
شکل (۱۶) نقشه وزش رطوبتی روز پنجم دوره مورد بررسی (۱۳۸۱/۹/۱۹) در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال



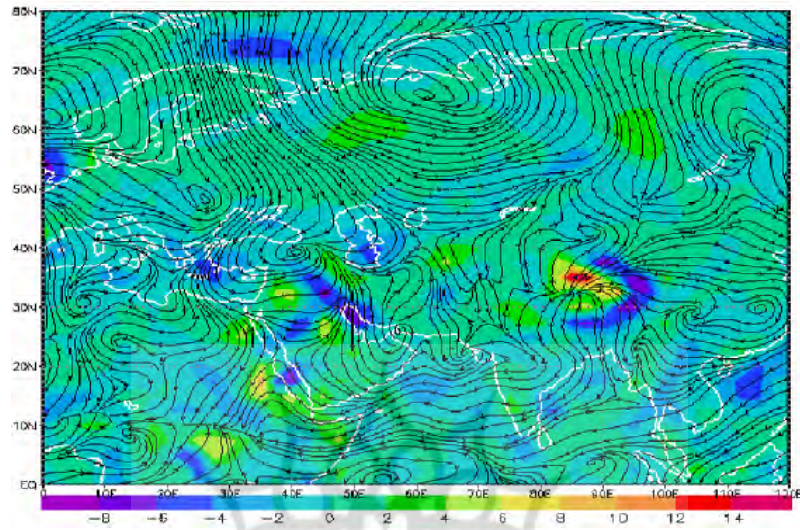
شکل (۱۷) نقشه وزش رطوبتی روز پنجم دوره مورد بررسی (۱۳۸۱/۹/۱۹) در تراز ۶۰۰ هکتوپاسکال



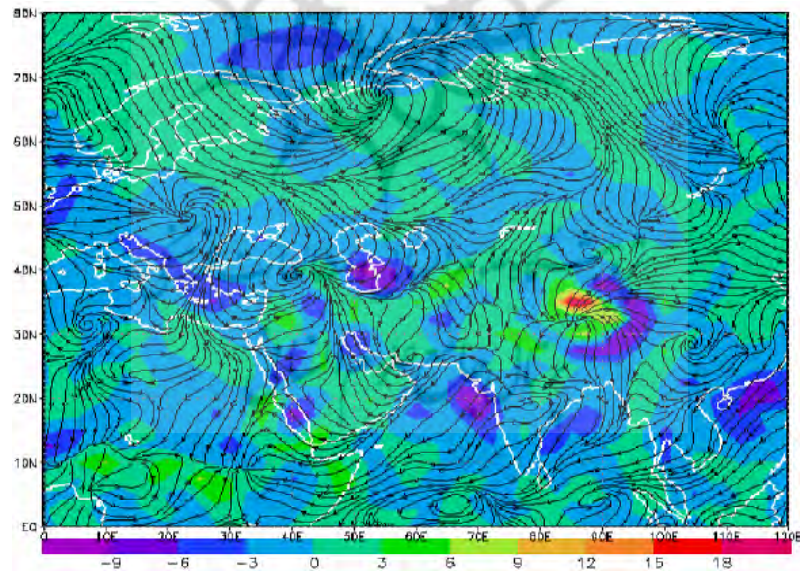
شکل (۱۸) نقشه وزش رطوبتی روز پنجم دوره مورد بررسی (۱۳۸۱/۹/۱۹) در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال



شکل (۱۹) نقشه وزش رطوبتی روز پنجم دوره مورد بررسی (۱۳۸۱/۹/۱۹) در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال



شکل (۲۰) نقشه وزش رطوبتی روز پنجم دوره مورد بررسی (۱۳۸۱/۹/۱۹) در تراز ۹۲۵ هکتوپاسکال



شکل (۲۱) نقشه وزش رطوبتی روز پنجم دوره مورد بررسی (۱۳۸۱/۹/۱۹) در تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال

تحلیل نقشه‌های ۶ ساعته مربوط به مراکز و محورهای جبهه‌زایی هوا در دوره مورد بررسی، نشان می‌دهد که در تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال، دو مرکز مهم و تأثیرگذار بر ایران و سواحل جنوبی خزر وجود دارد که اولی (جبهه قطبی آسیا اروپا) با بیشترین تعداد جبهه‌ها بین عرض‌های ۳۵ تا ۵۰ درجه جغرافیایی و در مسیر مدیترانه- دریای سیاه-دریاچه خزر-شرق دریاچه خزر و دومی، با فراوانی و قدرت کمتری، بین دریای سرخ و خلیج فارس قرار دارد. به نظر می‌رسد در زمان فعالیت جبهه‌های ناحیه اول، غرب و نیمه شمالی کشور به ویژه سواحل جنوبی خزر و در زمان فعالیت جبهه‌های ناحیه دوم، جنوب و جنوب غرب ایران در شرایط بارشی سنگین و فراگیر قرار می‌گیرند. در طول دوره مطالعاتی، در ناحیه جبهه‌زایی اول، جبهه‌های بین دریای سیاه و دریاچه خزر، از استمرار و دوام بیشتری نسبت به دریای مدیترانه برخوردار هستند (شکل ۲۱). علاوه بر استقرار و موقعیت جغرافیایی محور جبهه‌ها، نقش گرادیان دمای محور یا مرکز آن‌ها نیز در ایجاد رویدادهای بارشی سنگین قابل تأمل است. این مسأله از روز دوم دوره بارشی که محور جبهه‌ها به ایران نزدیک و گرادیان‌های دمای مراکز آن‌ها، تقویت شده، قابل رویت است. برای مثال از روز سوم دوره بارشی (۱۳۸۱/۹/۱۷) که یک رویداد بارشی بسیار سنگین در انزلی آغاز گردیده، گرادیان دما در سواحل جنوبی خزر تشدید (۴ درجه) و در روز پنجم بارش به بیش از ۶ درجه می‌رسد. در این روز، علاوه بر نزدیکی جبهه قطبی از شمال و غرب به مرکز ایران و جبهه دریای سرخ-خلیج فارس به جنوب غربی و جنوب ایران، گرادیان دمای هسته مرکزی و محور جبهه نیز به بیش از ۷ درجه افزایش می‌یابد. مرکز ثقل و بیشینه بارش ایران در این روز، روی نیمه جنوبی جبهه قطبی قرار دارد (در روز مورد نظر، در کوه‌رنگ، بارش ۱۳۱ میلی‌متری به ثبت رسید).

در تراز ۹۲۵ هکتوپاسکال با وجود اینکه ناحیه اول (جبهه‌های مدیترانه-دریای سیاه-خزر-شرق خزر) همچنان دارای جبهه‌های قوی و گسترده‌ای است، لیکن افزایش تعداد مراکز و محورهای جبهه‌زایی در ناحیه دوم (منطقه بین شمال دریای سرخ و خلیج فارس) قابل توجه است. همچنین در روزهای سوم تا پنجم دوره مورد مطالعه، چندین جبهه با جهت محور شمالی-جنوبی در غرب کشور، روی کوه‌های زاگرس رویت می‌شود (شکل ۲۲).

بررسی‌ها نشان می‌دهد که از روز اول تا ساعت Z ۱۲ روز دوم، به تدریج جبهه‌ای در حد فاصل بین دریاچه خزر و دریای سیاه (کوه‌های قفقاز) شکل می‌گیرد. در روزهای سوم و چهارم این جبهه با جبهه روی مدیترانه و شرق خزر ادغام شده و جبهه گسترده‌ای را به وجود می‌آورد. در روزهای پنجم و ششم جبهه شرق خزر تضعیف شده و جبهه مدیترانه دریای سیاه - خزر باقی می‌ماند.

در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال، بخش مدیترانه‌ای جبهه ناحیه اول (جبهه قطبی) تاحدودی تضعیف شده و فعالیت آن عمدتاً شامل مسیر ترکیه - دریای سیاه - دریاچه خزر - شمال شرق خزر می‌شود (شکل ۲۳). از آغاز روز پنجم دوره مورد بررسی، جبهه شمال دریای سرخ شکل می‌گیرد، بنابر این ناحیه دوم نیز قدرت، گسترش و فراوانی ترازهای ۹۲۵ و ۱۰۰۰ هکتوپاسکال را ندارد. در حالی که از شروع روز سوم، جبهه‌ای با گرادیان یک درجه روی خلیج فارس تشکیل که تا عراق کشیده می‌شود. همچنین ناحیه دوم خود به دو بخش جبهه خلیج فارس - شرق عراق و نیز جبهه شمال دریای سرخ تفکیک می‌گردد. از شروع روز چهارم سواحل جنوبی دریاچه خزر و شمال شرق ایران زیر پوشش جبهه قطبی قرار می‌گیرد. در ساعت Z ۰۰ همین روز این جبهه، همه شمال غرب، غرب و جنوب غرب ایران و جنوب غربی سواحل خزر را در بر گرفته است. این پوشش با حرکت تدریجی به سوی شرق و تا اندازه‌ای جنوب در ساعت Z ۱۸ روز پنجم از شرق ایران خارج می‌شود. به طوری که در روز ششم، جبهه‌ها، گسترش و قدرت بسیار کمی دارند.

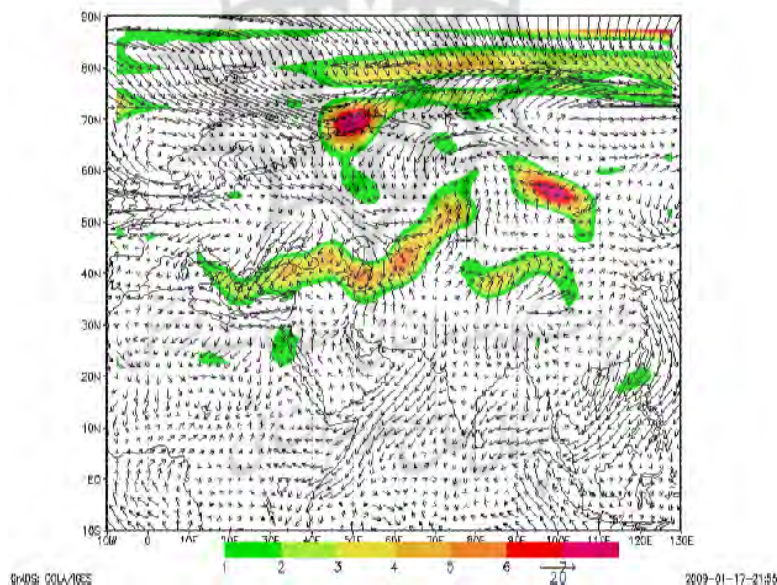
در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال روی مدیترانه جبهه‌زایی دیده نمی‌شود و بیشترین فراوانی و گسترده‌ترین جبهه‌ها در مسیر دریای سیاه - نیمه شمالی دریاچه خزر - شمال شرق خزر وجود دارد (شکل ۲۴). جبهه دریای سرخ هم به غیر از مدتی کوتاه در ساعات نیمروز و اواخر روز چهارم دوره مورد مطالعه، فراوانی ترازهای ۱۰۰۰، ۹۲۵ و ۸۵۰ را ندارد. این جبهه کاملاً به روی شبه جزیره عربستان منتقل شده، به طوریکه روی خلیج فارس و عراق هم جبهه‌ای دیده نمی‌شود. جبهه دریای سیاه - خزری به غیر از روز سوم که شمال غرب ایران را می‌پوشاند، در سایر روزها وارد ایران نمی‌گردد. در روز پنجم هم جبهه‌ای کوچک مرکز ایران را تحت پوشش قرار می‌دهد. از شروع روز ششم، جبهه‌ها کوچک شده و مسیر شرقی را طی

می‌کنند. بنابراین در این روز جبهه‌ای بین دریاچه خزر و دریای سیاه (کوه‌های قفقاز) وجود ندارد.

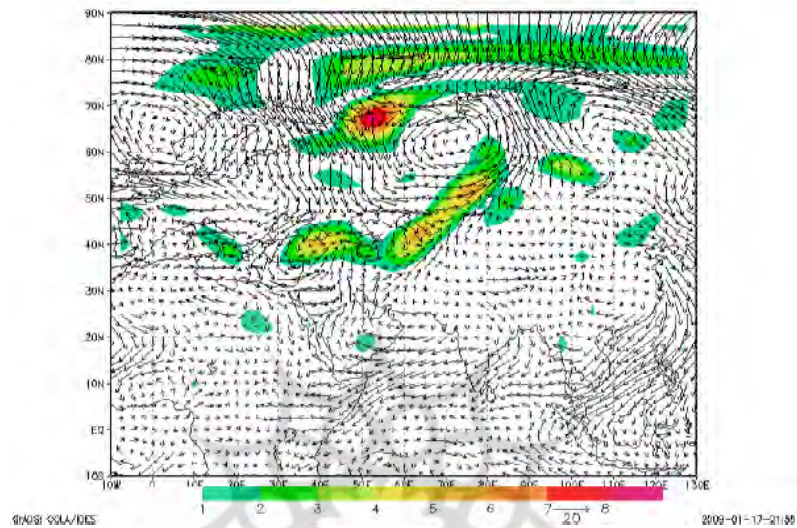
در تراز ۶۰۰ هکتوپاسکال یک منطقه عمده جبهه‌زایی وجود دارد که در مسیر دریای سیاه- دریاچه خزر- شمال شرق خزر قرار دارد (شکل ۲۵). در روز اول دوره مورد بررسی، جبهه قطبی که منطقه‌ای کوچک در شمال قفقاز است، به تدریج گسترده شده و در روز سوم همه دریای سیاه و دو سوم شمال خزر را می‌پوشاند. در شروع روز چهارم، جبهه قطبی مجدداً شمالی‌تر شده به سوی شرق هم‌گرایش می‌یابد. بررسی نقشه‌های ۶ ساعته جبهه‌ها نشان از ادامه حرکت به سوی شرق این جبهه تا پایان روز ششم دارد. در اواسط روز چهارم، جبهه شمال دریای سرخ شکل می‌گیرد و در روز پنجم ناپدید می‌شود و بار دیگر در ساعت Z ۱۲ روز ششم تشکیل و تا پایان روز دوام می‌یابد. در روز پنجم گستره جبهه قطبی (دریای سیاه- دریاچه خزر- شمال شرق خزر) باز هم دو سوم شمالی خزر را در برمی‌گیرد. در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال هم فقط یک منطقه فعالیت قوی جبهه‌زایی وجود دارد که در موقعیت شمالی‌تری نسبت به ترازهای پایین‌تر است (شکل ۲۶). در روزهای اول و دوم دوره مورد مطالعه جبهه قطبی در عرض جغرافیایی ۵۰ درجه (جنوب غربی روسیه) قرار دارد. در آغاز روز سوم، جبهه مذکور، بخش‌هایی از شمال دریای سیاه و دریاچه خزر را در برمی‌گیرد. در ساعت Z ۰۶ این روز، جبهه کوچکی در شمال غرب ایران و جبهه دیگری در جنوب شرق ایران، مستقر شده که در ساعت Z ۱۲، جبهه شمال غرب به شمال شرق منتقل می‌گردد و جبهه‌ای هم در شرق مدیترانه شکل می‌گیرد. در انتهای روز سوم جبهه‌های شمال شرقی و جنوب شرقی ایران از مرز شرقی کشور خارج می‌شوند. صبح روز چهارم ی روی عراق و جبهه‌ای هم روی تنگه هرمز شکل می‌گیرد که تا ظهر ناپدید می‌شود. در انتهای روز چهارم و آغاز روز پنجم جبهه شمال دریای سرخ تشکیل می‌شود و به سرعت ناپدید می‌گردد. جبهه قطبی نیز تا پایان روز ششم به سوی شرق حرکت می‌کند. از اواسط روز ششم جبهه قطبی دیگری در شمال قفقاز و جبهه‌ای هم در شمال غرب دریای سرخ و جنوب شرق مدیترانه شکل می‌گیرد که تا پایان این روز به سوی شرق جابه‌جا می‌شود.

به طور کلی می‌توان گفت که در طول دوره مورد بررسی، بارش‌های سنگین جنوب غربی خزر و غرب حاصل جبهه قطبی نیمه شمالی مدیترانه-دریای سیاه-دریاچه خزر-شمال شرق خزر است که با استقرار بر روی نیمه شمالی کشور و با افزایش گرادیان هسته مرکزی به ویژه در روز پنجم دوره بارشی (گرادیان بیش از ۸ درجه)، شکل می‌گیرد. این جبهه در ترازهای ۱۰۰۰، ۹۲۵ و ۸۵۰ هکتوپاسکال، از فراوانی و گستردگی بیشتری بر روی سواحل جنوبی خزر و نیمه شمالی ایران برخوردار است.

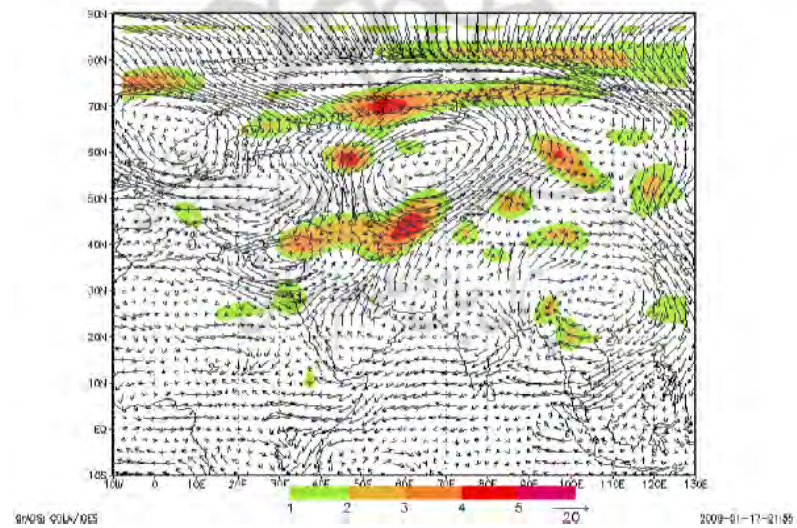
از طرف دیگر بارش‌های سنگین جنوب و جنوب‌غرب کشور، حاصل جبهه مستقر بر روی شمال دریای سرخ- شمال خلیج فارس- عراق است که به ویژه در ترازهای ۱۰۰۰، ۹۲۵ و ۸۵۰ هکتوپاسکال وارد جنوب‌غربی و غرب ایران شده و ایجاد بارش می‌نماید.



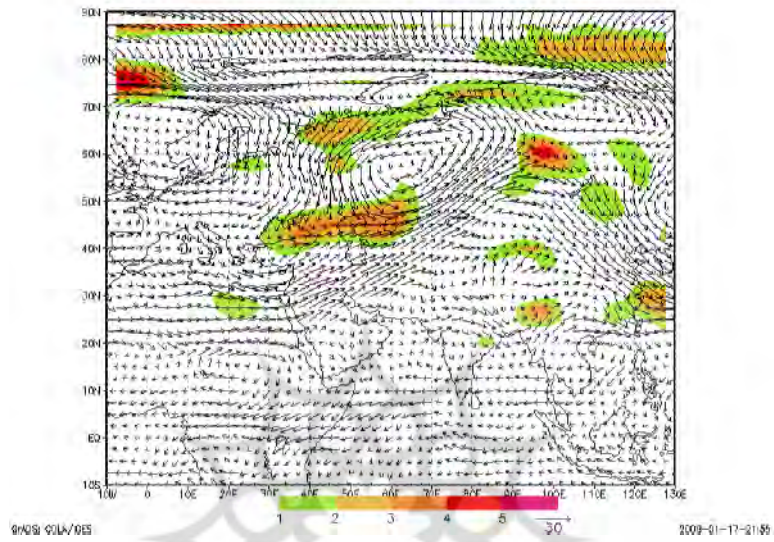
شکل (۲۱) وضعیت مراکز جبهه‌زایی در تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال



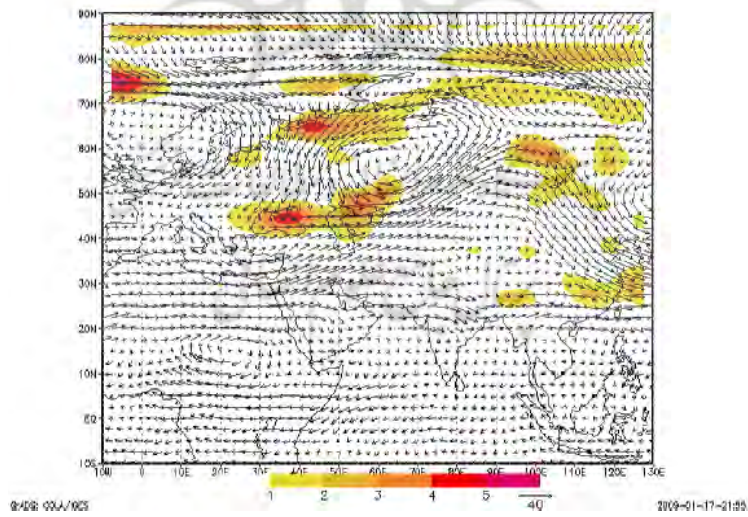
شکل (۲۲) وضعیت مراکز جبهه‌زایی در تراز ۹۲۵ هکتوپاسکال



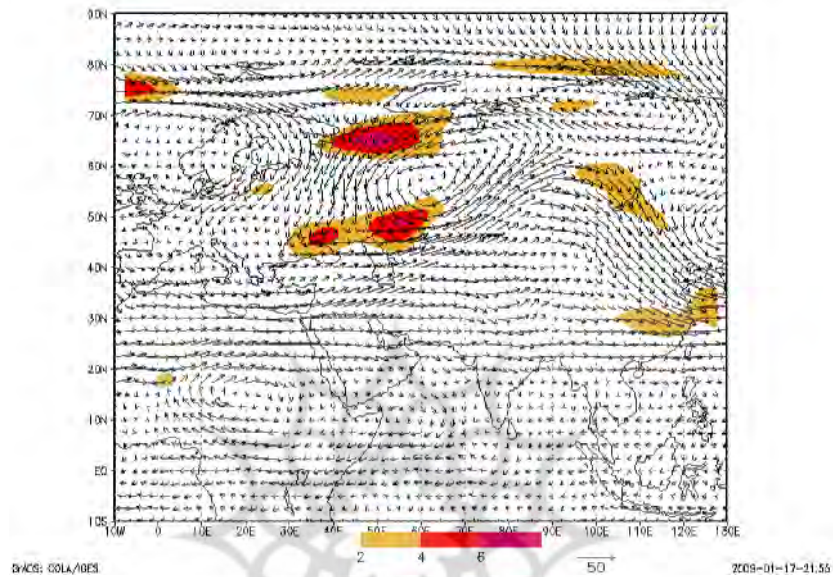
شکل (۲۳) وضعیت مراکز جبهه‌زایی در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال



شکل (۲۴) وضعیت مراکز جبهه‌زایی در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال



شکل (۲۵) وضعیت مراکز در تراز ۶۰۰ هکتوپاسکال

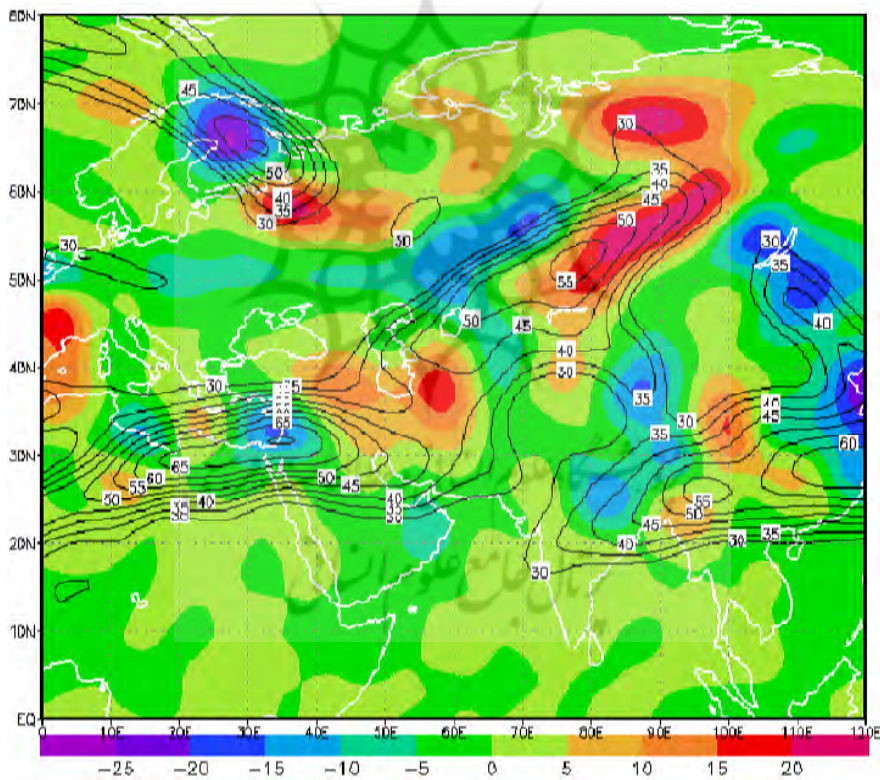


شکل (۲۶) وضعیت مراکز در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال

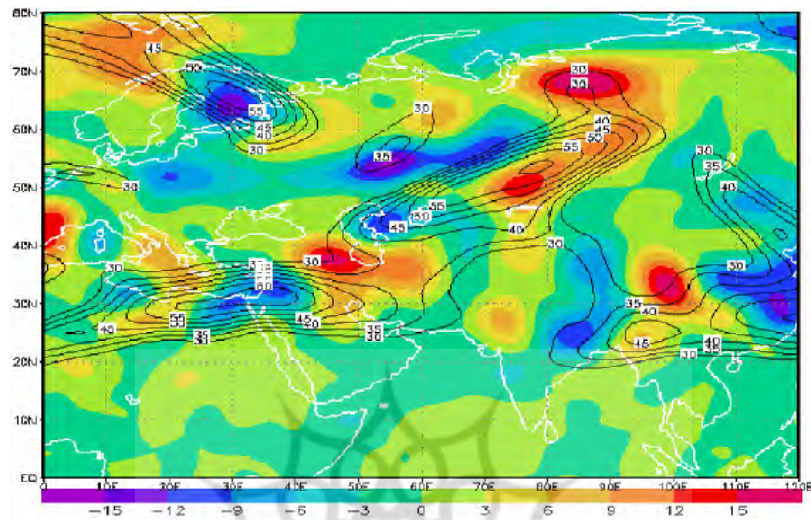
نقشه‌های مربوط به رودبادها در تراز ۲۵۰ و ۳۰۰ هکتوپاسکال نشان می‌دهند که در زمان شروع رویدادهای بارشی سنگین، رودباد جنب حاره‌ای بر روی جنوب و جنوب غرب مدیترانه و رودباد جبهه قطبی در شمال شرق دریای خزر قرار گرفته است. نزدیکی این دو رودباد سبب می‌شود که آنها در روز سوم دوره مطالعاتی در غرب مرزهای ایران، با وجود داشتن هسته‌های مستقل، با هم ادغام شده و با تشکیل یک رودباد قوی‌تر، شرایط را برای صعود و رخداد بارش‌های سنگین‌تر فراهم نمایند (با توجه به موقعیت منحنی‌های هم سرعت، به ویژه ناحیه شمالی بخش خروجی هسته این رودباد). رودباد ادغامی در حالی که تقریباً بخش وسیعی از ایران زمین را می‌پوشاند، بارش‌های سنگین و فراگیر زیادی را به ویژه در روز پنجم ایجاد می‌کند (شکل‌های ۲۷ و ۲۸). سرعت باد هسته رودباد در روز اوج بارش‌های سنگین و فراگیر ایران و سواحل جنوبی خزر (روز پنجم دوره مورد مطالعه) در تراز ۲۵۰ هکتوپاسکال ۷۰ متر بر ثانیه و در تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال ۶۰ متر بر ثانیه است که در

شرق مدیترانه و شمال دریای سرخ قرار دارد. در این روز، در تراز ۲۵۰ هکتوپاسکال، رودبادی با سرعت ۴۰ متر بر ثانیه و در تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال با سرعت ۳۵ متر بر ثانیه از روی دریاچه خزر و سواحل جنوبی آن عبور می‌کند که می‌تواند عامل صعود در این منطقه باشد.

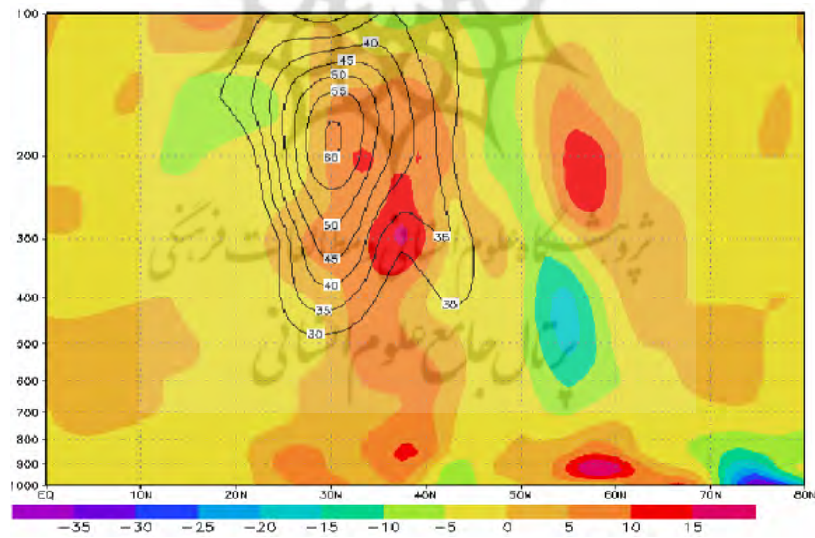
بررسی نیمرخ رودبادها در طول‌های جغرافیایی ایران نشان می‌دهد که در طول‌های جغرافیایی ۴۷/۵ و ۵۰ درجه (محدوده سنگین‌ترین بارش‌های دوره مورد بررسی)، رودبادها، تا نزدیکی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال پایین می‌آیند (شکل‌های ۲۹ و ۳۰).



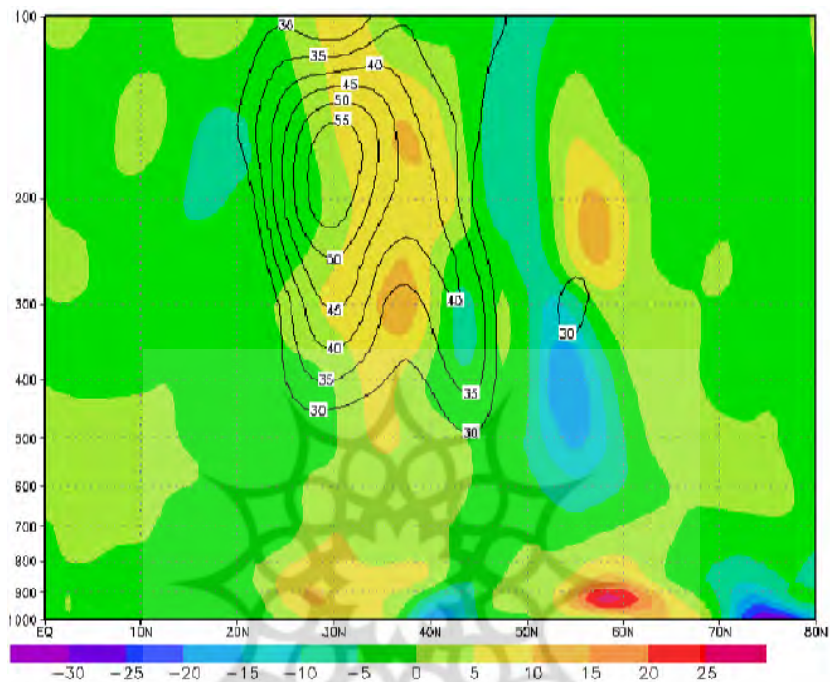
شکل (۲۷) نقشه رودبادهای جنب‌حاره‌ای و جبهه قطبی در تراز ۲۵۰ هکتوپاسکال در زمان اوج بارش‌های سنگین دوره مورد مطالعه (۱۳۸۱/۹/۱۹)



شکل (۲۸) نقشه رودبادهای جنب‌حاره‌ای و جبهه قطبی در تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال در زمان اوج بارش‌های سنگین دوره مورد مطالعه (۱۳۸۱/۹/۱۹)



شکل (۲۹) نیمرخ رودبادهای در طول ۴۷/۵ درجه جغرافیایی در روز اوج بارش‌های سنگین در دوره مورد مطالعه (۱۳۸۱/۹/۱۹)

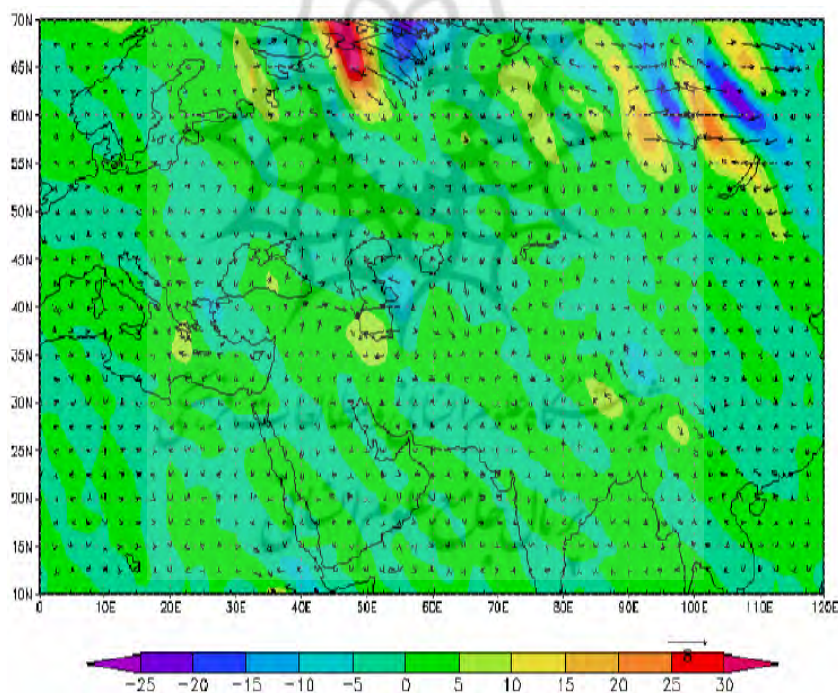


شکل (۳۰) نیمرخ رویدادها در طول ۵۰ درجه جغرافیایی در روز اوج بارش های سنگین در دوره مورد مطالعه (۱۳۸۱/۹/۱۹).

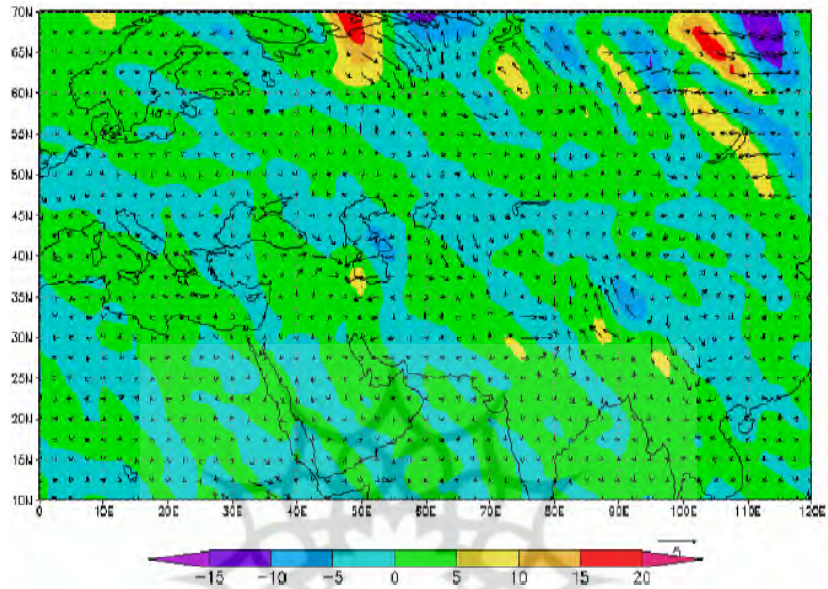
بررسی نقشه‌های ۶ ساعته مولفه Q که پیش‌یاب مناسبی برای تشخیص مناطق صعودی و نزولی هستند، نشان می‌دهند که مناطق همگرا و واگرا در ترازها و ساعات مختلف، شدت و گستردگی متفاوتی دارند لیکن به طور کلی، در همه روزهای مورد مطالعه، شرق دریاچه خزر، شرق دریای مدیترانه، غرب دریای سیاه، شمال خلیج فارس، غرب دریای عمان و تنگه هرمز از مهم‌ترین مناطق همگرا یا صعود محسوب می‌شوند.

در روز اوج بارش‌های سنگین منطقه (۱۳۸۱/۹/۱۹) در تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال، شرق دریاچه خزر، جنوب غرب دریای سیاه، شمال خلیج فارس، شمال شرق و جنوب غرب مدیترانه، مناطق همگرا و صعود و سواحل جنوب خزر و بعد غرب ایران مهم‌ترین مناطق واگرایی هوا می‌باشند (شکل ۳۱). در تراز ۹۲۵ هکتوپاسکال، به گستردگی مناطق همگرا یا

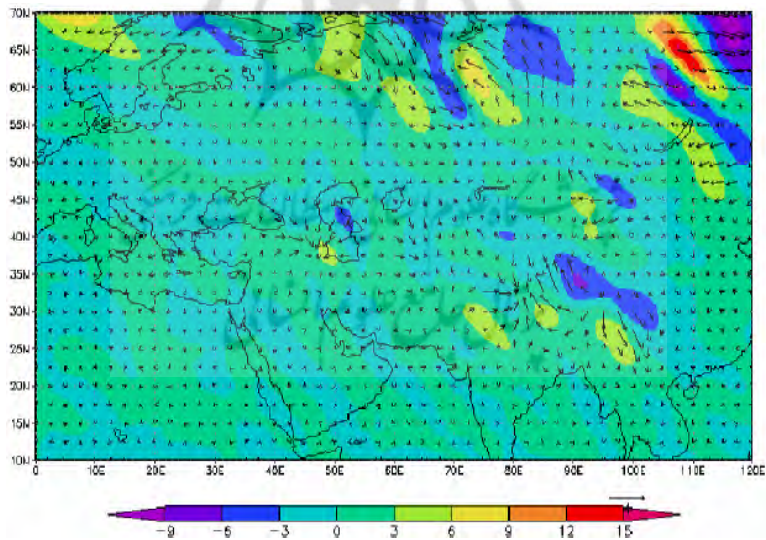
صعود در منطقه دریاچه خزر، غرب دریای سیاه و شرق مدیترانه افزوده شده و دریای عمان نیز نیز به مناطق صعود اضافه می‌شود (شکل ۳۲). در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال، شرق دریاچه خزر مهم‌ترین منطقه صعود است، این در حالی است که سایر گستره‌های آبی اطراف نیز، شرایط صعود را دارند (شکل ۳۳). در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال، شمال دریاچه خزر، شمال دریای سیاه، شرق دریای مدیترانه، شمال خلیج فارس و دریای عمان، مهم‌ترین مناطق صعود هستند (شکل ۳۴). در تراز ۶۰۰ هکتوپاسکال، منطقه صعود دریاچه خزر از شمال به جنوب منتقل شده، بقیه مناطق همانند تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال هستند (شکل ۳۵). در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال نیز، همه مناطق همگرا شبیه به تراز ۶۰۰ هکتوپاسکال هستند (شکل ۳۶).



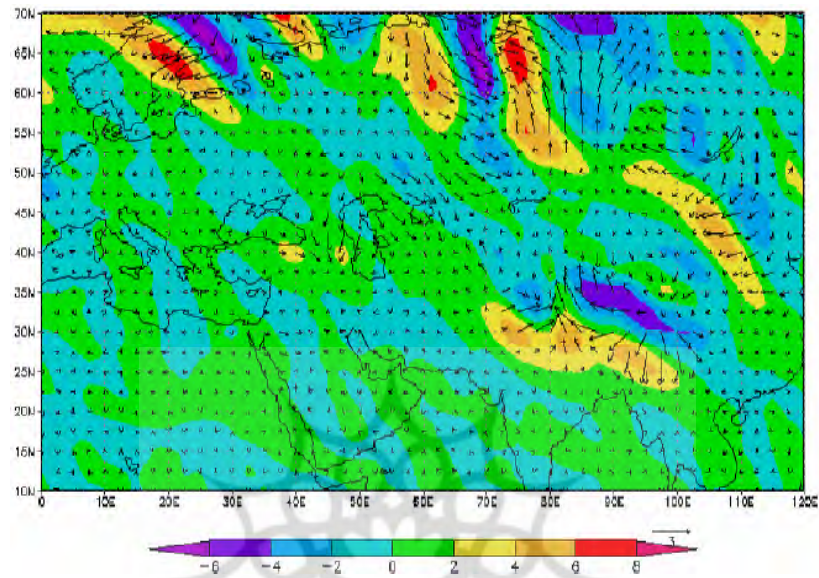
شکل (۳۱) نقشه Q-Vector تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال روز ۱۳۸۱/۹/۱۹



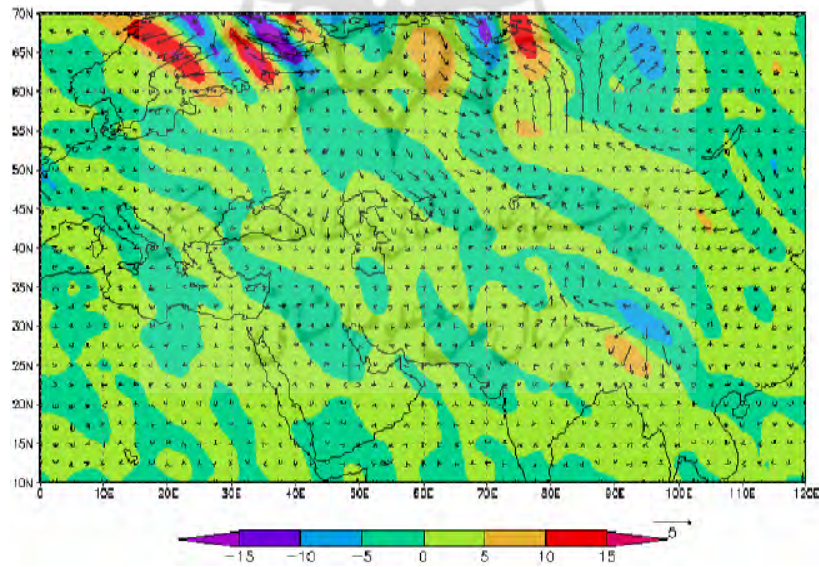
شکل (۳۲) نقشه Q-Vector تراز ۹۲۵ هکتوپاسکال روز ۱۳۸۱/۹/۱۹



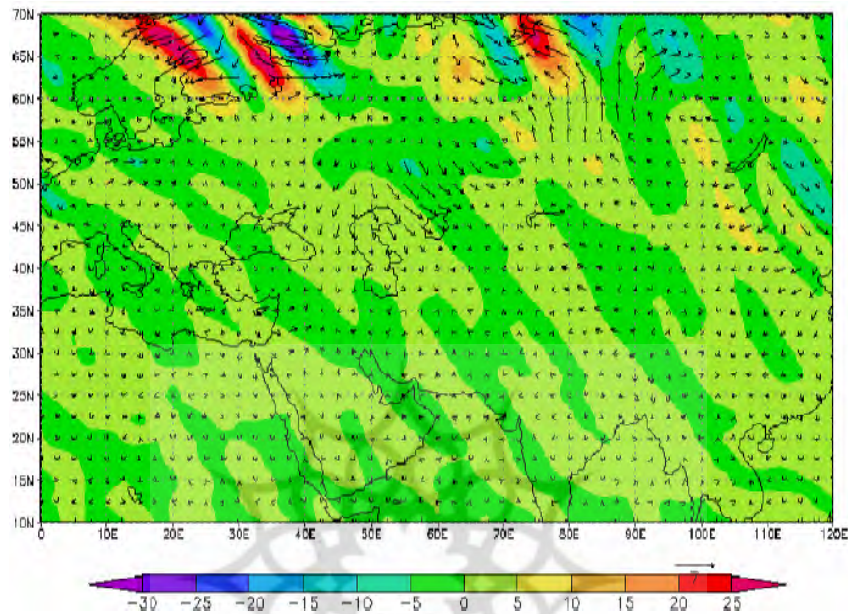
شکل (۳۳) نقشه Q-Vector تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال روز ۱۳۸۱/۹/۱۹



شکل (۳۴) نقشه Q-Vector تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال روز ۱۳۸۱/۹/۱۹



شکل (۳۵) نقشه Q-Vector تراز ۶۰۰ هکتوپاسکال روز ۱۳۸۱/۹/۱۹



شکل (۳۶) نقشه Q -Vector تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال روز ۱۳۸۱/۹/۱۹

نتیجه گیری

این پژوهش با بررسی یکی از فراگیرترین دوره‌های بارشی سال‌های اخیر کشور (روزهای ۱۳۸۱/۸/۶ تا ۱۳۸۱/۱۰/۵)، به تحلیل همدید و دینامیک سنگین‌ترین خوشه بارش این دوره (۱۳۸۱/۹/۱۵ تا ۱۳۸۱/۹/۲۰) می‌پردازد. با وجود این که در این دوره بیش از ۶۰ درصد از ایستگاه‌های کشور شاهد بارش چشمگیری بودند و رویدادهای بارشی متعددی نیز در سواحل جنوبی خزر ثبت شدند اما نقاط بیشینه بارش در غرب کوه‌های زاگرس و مراکز ثقل آن در شرق کوه‌های زاگرس بودند.

در دوره مورد بررسی، وجود پرفشار اروپایی مستقر در شمال دریای سیاه، کم‌فشار مهاجر مستقر در شمال شرق خزر و کم‌فشار مدیترانه‌ای، با انتقال هوای سرد عرض‌های شمالی به سمت جنوب و انتقال هوای گرم عرض‌های جنوبی به سوی شمال، شرایط تشکیل دو جبهه گسترده در شمال، غرب و جنوب‌غرب ایران را فراهم می‌نماید. نزدیکی رودبادهای جنب

قطبی و جنب حاره‌ای و دامنه تاثیر آن‌ها تا ترازهای پایینی می‌تواند به افزایش سرعت حرکات صعودی در این منطقه بیانجامد. فرود عمیق شمال شرق دریاچه خزر که بخشی از فرود بلند مدیترانه است با تقویت حرکات عمودی و تشدید گردش‌های هوا بین شرق خزر به عنوان منطقه همگرا یا صعود و غرب خزر به عنوان منطقه واگرا از یک سو و نواحی غربی ایران، خلیج فارس، عراق، دریای سیاه به عنوان منطقه همگرا یا صعود و یک سوم میانی ایران زمین به عنوان منطقه واگرا از سوی دیگر باعث رخداد بارش‌های سنگین می‌شود.

بارش‌های سنگین سواحل جنوبی خزر در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال از طریق دریای مدیترانه، در ترازهای ۶۰۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکال، از طریق دریای مدیترانه و دریای سرخ و در ترازهای ۸۵۰، ۹۲۵ و ۱۰۰۰ هکتوپاسکال، از طریق همه منابع اصلی رطوبتی منطقه (دریای سیاه، دریای مدیترانه، خلیج فارس، دریای سرخ و دریاچه خزر) تأمین می‌شوند. بنابر این در زمان رخداد این رویدادهای بارشی سنگین در سواحل جنوبی خزر، بیشینه و مرکز ثقل بارش‌ها در بخش دیگری از ایران زمین قرار داشت، به این ترتیب علاوه بر نقش خود دریاچه خزر در تامین رطوبت بارش، همسویی و تزریق رطوبت منابع مختلف در ترازها و ساعات مختلف و تشدید حرکات صعودی بسیار موثر بود.

پی‌نوشت‌ها

1- Cold air pool

2- Cut-off low

منابع

- ۱- ایزدنگهدار، زهرا (۱۳۷۱)، «بررسی سینوپتیکی بعضی از سیستم‌های فشار کم مدیترانه‌ای مخصوص و اثرات آن بر روی ایران»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
- ۲- خوشحال دستجردی، جواد (۱۳۷۶)، «تحلیل و ارائه مدل سینوپتیکی کلیماتولوژی برای بارش‌های بیش از صد میلی‌متر در سواحل جنوبی دریای خزر»، پایان‌نامه دکتری، دانشگاه تربیت مدرس، گروه جغرافیا.
- ۳- سبزی‌پرور، علی‌اکبر (۱۳۷۰)، «بررسی سیکلون‌های سیل‌زا در جنوب غرب ایران»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
- ۴- عربی، زهرا (۱۳۷۹)؛ «تحلیل و ارائه الگوهای سینوپتیکی حاکم بر بارش‌های شدید و فراگیر فصل تابستان ایران»، پایان‌نامه دکتری، دانشگاه تربیت مدرس.
- ۵- قشقایی، قاسم (۱۳۷۵) «بررسی اثر فرابار سیبری بر بارش‌های پاییزی سواحل جنوبی دریای خزر»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم، گروه جغرافیا، گرایش اقلیم و برنامه‌ریزی محیطی.
- ۶- لشکری، حسن (۱۳۷۵)، «الگوی سینوپتیکی بارش‌های شدید جنوب و جنوب غرب ایران»، پایان‌نامه دکتری، استاد راهنما: دکتر هوشنگ قائمی، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده علوم انسانی، گروه جغرافیا.
- ۷- لشکری، حسن (۱۳۸۱)، «مسیریابی سامانه‌های کم‌فشار سودانی ورودی به ایران»، فصلنامه مدرس علوم انسانی، دوره ۶، شماره ۲، تابستان ۱۳۸۱.
- ۸- لشکری، حسن (۱۳۸۲)، «مکانیسم تکوین، تقویت و توسعه مرکز کم‌فشار سودان و نقش آن بر بارش‌های جنوب و جنوب غرب ایران»، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۴۶، زمستان ۱۳۸۲.
- ۹- لشکری، حسن (۱۳۸۴)؛ «تحلیل سینوپتیکی دو نمونه از الگوی بارش‌های زمستانه جنوب شرق ایران»، فصلنامه مدرس علوم انسانی، دوره ۹، شماره ۱، بهار ۱۳۸۴.
- ۱۰- مسعودیان، سیدابوالفضل (۱۳۸۶)، «شناسایی الگوهای گردشی پدیدآورنده سیلاب‌های بزرگ در کارون»، جغرافیا و توسعه، شماره ۵، صص ۱۸۳-۱۶۱.

- ۱۱- مسعودیان، سیدابوالفضل (۱۳۸۸)؛ «سناسایی شرایط همدید همراه با بارش‌های ابرسنگین ایران»، زیر چاپ.
- ۱۲- مرادی، حمیدرضا (۱۳۸۳)، «نقش دریای خزر در شرایط بارشی سواحل شمال کشور»، *مجله علوم دریایی ایران*، دوره ۳، شماره ۲ و ۳، بهار و تابستان ۱۳۸۳.
- ۱۳- مفیدی، عباس؛ زرین، آذر (۱۳۸۴)، «بررسی سینوپتیکی تأثیر سامانه‌های کم‌فشار سودانی در وقوع بارش‌های سیل‌زا در ایران»، *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*، شماره ۷۷.
- ۱۴- مفیدی، عباس (۱۳۸۳)، «اقلیم‌شناسی سینوپتیکی بارش‌های سیل‌زا با منشأ منطقه دریای سرخ در خاورمیانه»، *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*، شماره ۷۵.
- ۱۵- کاویانی، محمدرضا؛ مسعودیان، ابوالفضل؛ نجف‌پور، بهرام (۱۳۸۶)، «بررسی رابطه الگوهای گردشی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال با بارش‌های حوضه‌مند»، *مجله علوم انسانی دانشگاه اصفهان*، جلد ۲۴، شماره ۳، صص ۱۲-۱.
- ۱۶- نجارسلیقه، محمد (۱۳۸۰)، الگوهای سینوپتیکی بارش‌های تابستانه جنوب شرق ایران، *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*، شماره ۶۲، پاییز ۱۳۸۰، صص ۱۱۴-۱۲۵.
- 17- Dong-Kyou L., Jeong-Gyun P., and Joo-Wan K. (2008), "Heavy Rainfall Events Lasting Days from July 31 to August 17, 1998", Over Korea, *Journal of the Meteorological Society of Japan*, Vol. 86, No. 2, pp. 313-333, 2008.
- 18- Lana, A., Campins, J. Genovés, A. and Jans, A. (2007), "Atmospheric Patterns for Heavy Rain Events in the Balearic Islands", *Advances in Geosciences*, 12, 27-32.
- 19- Llasat M.C., Martí, F. and Barrera, A., (2007), From the Concept of "Kaltlufttropfen" (cold air pool) to the Cut-off Low, The Case of September 1971 in Spain as an Example of Their Role in Heavy Rainfalls, *Meteorol Atmos Phys*, 96, 43-60.
- 20- Martin, A., (2002), "Dynamic of Mean Latitudes", PP. 154-155.