

جغرافیا (فصلنامه علمی - پژوهشی و بین‌المللی انجمن جغرافیای ایران)
دوره جدید، سال سیزدهم، شماره ۴۴، بهار ۱۳۹۴

تحلیل سینوپتیک بارش سنگین ۱۲ آوریل ۲۰۱۵ شهرستان قزوین

محمود احمدی^۱ و فرزانه جعفری همبری^۲
تاریخ وصول: ۱۳۹۳/۵/۲۶، تاریخ تایید: ۱۳۹۳/۶/۲۰

چکیده

باران‌های سنگین و سیل‌آسای غیرطبیعی در اغلب موارد منجر به رخداد سیلاب‌های سنگین و غیرقابل پیش‌بینی شده و همه ساله خسارات سنگینی در بخش‌های تاسیسات زیربنایی، عمرانی و کشاورزی کشورمان به بار می‌آوردند. در این پژوهش برای شناخت بهتر رفتار زمانی - مکانی بارش سنگین ۷۶ میلیمتری رخ داده در ۲۳ فروردین ۱۳۹۴ برابر با ۱۲ آوریل ۲۰۱۵ میلادی شهرستان قزوین به تحلیل همدیدی و ترمودینامیکی این سامانه بارشی پرداخته شد. بدین منظور، ابتدا از طریق داده‌های ایستگاه‌های زمینی بارش مذکور شناسایی و سپس با استفاده از داده‌های جو بالا و ترسیم نقشه‌های مربوطه بارش سنگین قزوین مورد تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهد وجود کم فشار با محور شمالی - جنوبی بر روی نیمه غربی ایران از جنوب عربستان تا شمال ایران و قرارگیری پرفشار سرد بر روی دریای خزر، کشیده شدن فرود بسیار عمیق با محور شمال شرق - جنوب غرب بر روی ترکیه، عراق، عربستان و دریای سرخ و فرارگرفتن منطقه مورد مطالعه در زیر منطقه واگرایی بالایی، قرارگیری هسته منفی پیچانه در تمامی سطوح جوی بر روی قزوین، بالاسو بودن هوا در تمامی سطوح که موجب صعود هوا و ناپایداری شده و مقادیر تاوایی مثبت که گویای جریان واگرایی و صعودی هوا برای تمامی سطوح جو است. بعلاوه استقرار رودباد جبهه قطبی و ادغام آن با رودبادهای مستقر در آسیای مرکزی و سیبری موجب تشدید ناپایداری‌ها و ایجاد شرایط باروکلینیک برای شهرستان قزوین شده است. بررسی نقشه‌های وزش رطوبتی نشان داد که منابع عمده رطوبتی بارش سنگین قزوین در سطوح ۵۰۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکال دریای سرخ و خلیج فارس است، اما در ترازهای ۸۵۰ و ۱۰۰۰ هکتوپاسکال دریای عرب، عمان، خلیج فارس و خزر نقش اصلی تامین رطوبت بارش سنگین را ایفا می‌کنند.

کلیدواژگان: تحلیل همدید، بارش سنگین، کم فشار، ناپایداری، شهرستان قزوین.

۱. استادیار گروه اقلیم‌شناسی دانشگاه شهید بهشتی؛ 44ahmadi@gmail.com

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه شهید بهشتی؛ Farzaneh.jafari1992@gmail.com

مقدمه

یکی از شاخه‌های مهم علم اقلیم‌شناسی سینوپتیک، شناسایی حالت‌های فرین‌ویژگی‌های محیطی، مانند طوفان‌های شدید و بویژه بارش‌های سنگین و سیل‌آسا است (علی‌جانی، ۱۳۸۸: ۲۰۱). سیل معمولی‌ترین خسارت محیطی است. هر ساله سیلاب‌ها بیش از ۲۰۰۰ نفر را از بین می‌برند و متأسفانه بر ۷۵ میلیون نفر از جمعیت مردم جهان تاثیر می‌گذارند (محمدی، ۱۳۸۹: ۸۳). سیل به‌عنوان یکی از مهمترین بلایای طبیعی در کشور ما مطرح است و آنچه که از این بلای طبیعی فاجعه می‌سازد عدم آگاهی برای مقابله با عواقب آن و پیشگیری از تأثیر سوء وقایع طبیعی بر ارکان تندرستی - اقتصادی و محیطی است (www.khorasan.ir). بنابراین از آنجایی که بارش‌های سنگین و سیل‌آسا از پدیده‌های خطرناک و خسارت بار محیطی هستند که در بیشتر مکانها بویژه در مناطق کم باران اتفاق می‌افتند و خسارات زیادی را سبب می‌شوند، شناسایی شرایط سینوپتیک بوجود آورنده این بارش‌ها می‌تواند در پیش‌بینی زمان وقوع و اجرای آمادگی لازم کمک کند.

در سالهای اخیر مطالعات متعددی در رابطه با بارش‌های سنگین و سیل‌آسا به روش سینوپتیک و به کمک نقشه‌های سطوح مختلف جو در سطح جهان و ایران انجام شده است. در سطح جهانی و در ارتباط با تحلیل سینوپتیک رخداد بارش‌های سنگین می‌توان به مطالعه چن و همکاران (۲۰۰۲: ۱۲۹) اشاره کرد. ایشان بارش‌های سنگین بیش از ۱۰۰ میلی‌متر بعدازظهرها در تایوان را در طی سال‌های ۱۹۹۳ تا ۱۹۹۷ در طی فصل می‌یو (فصل بارشی در جنوب شرق آسیا) را مطالعه کردند. در طی این دوره پنج بارش بیش از ۱۰۰ میلی‌متر را مشخص و در دو گروه جداگانه طبقه‌بندی شد. گروه اول بارش‌هایی را شامل می‌شد که در زمان آنها جریانهای جوی جهت جنوبی داشتند و گروه دوم بارش‌هایی را شامل می‌شد که جریان‌های جوی در آن زمان جهت جنوب‌غربی داشته‌اند. همچنین (هلستروم، ۲۰۰۵: ۶۳۱) شرایط جو را در زمان رخداد بارش‌های سنگین و غیرسنگین در سوئد را مورد مطالعه قرار داد. وی تفاوت‌های میانگین شرایط جوی در زمان رویداد بارش‌های سنگین تابستانی (ژوئن تا آگوست) و غیرسنگین را براساس تیپ‌های هوای لامب (چرخندی، و اچرخندی و جهت‌دار) تحلیل نمود. نتایج مطالعه ایشان نشان داد که سهم رویدادهای بارش که در زمان تیپ چرخندی

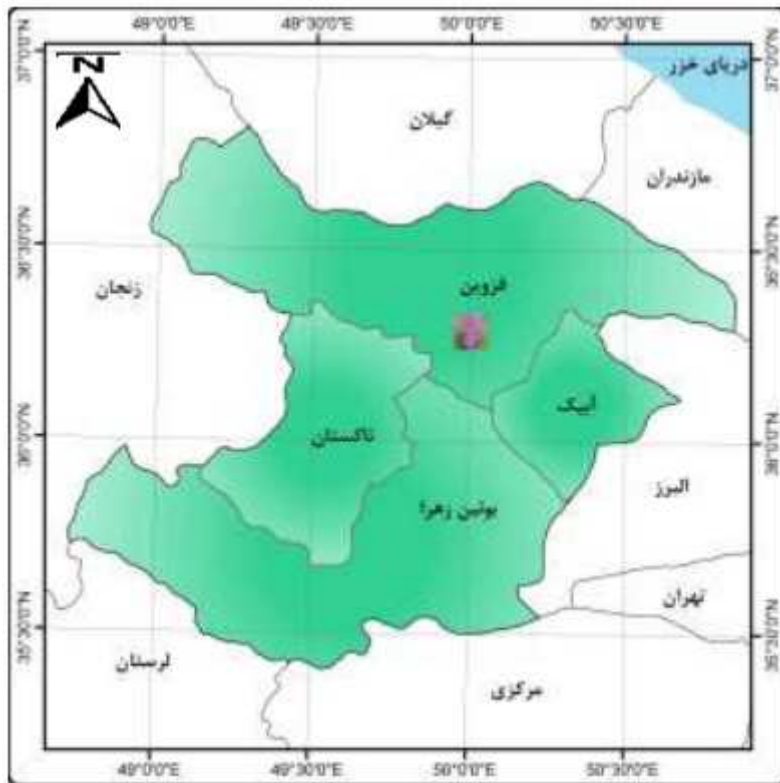
رخ داده بود برای رویداد بارش غیرسنگین ۴۵ درصد و برای رویداد بارش‌های سنگین ۷۰ درصد است. جی سن (۲۰۰۵: ۳۳۷) با استفاده از اطلاعات رادار و باران‌سنج به تحلیل بارش‌های سنگین در نوردراین - وستفالن در در غرب آلمان پرداخت. وی پنج بارش سنگین را با استفاده از رادار مطالعه و در آخر، وسعت فضایی محدوده بارش را به وسیله اطلاعات رادار و مقایسه آن با داده‌های باران‌سنج شناسایی کرد. مطالعه شی یاما و همکاران (۲۰۰۷: ۱۸۵). در این زمینه شناخت الگوهای سینوپتیک منجر به بارش‌های سنگین در فصل بارندگی در ژاپن می‌باشد. آنها فرض را بر این گذاشتند که الگوهای سینوپتیک توسط نقشه‌های باد در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال و آب قابل بارش می‌توانند به سادگی آشکار شوند و این نقشه‌ها را خود سازمان یافته نامیدند. ایشان با استفاده از این نقشه‌ها و تکنیک‌های خوشه‌ای الگوهای سینوپتیک بارش‌های سنگین را به ۸ خوشه تقسیم کردند و به این نتیجه رسیدند که این نقشه‌ها ابزار موثری برای آشکارسازی وقایع بارش‌های سنگین هستند. همچنین پژوهش لنا و همکاران (۲۰۰۷: ۲۷) با عنوان الگوهای جوی به وجود آورنده بارش‌های سنگین جزایر بالریک واقع در شرق اسپانیا نمونه دیگری در این زمینه است. آنها در مجموع ۱۵۷ روز بارش بیش از ۶۰ میلی‌متر مشخص کردند که از این تعداد بارش ۵۰ درصد در فصل پاییز رخ داده بود و تقریباً ۸۷ درصد بارش‌های سنگین در زمانی رخ داده بود که یک مرکز چرخندی در شعاع ۶۰۰ کیلومتری جزیره واقع شده بود. سن‌چن و همکاران (۲۰۱۱: ۵۹۵) به بررسی تاثیرات ناهمواری‌ها بر رخداد بارش‌های سنگین در جنوب غرب تایوان، در طول فصل می‌یو (فصل گرم) پرداختند. آنها به این نتیجه رسیدند که صعود توده هوای مرطوب از کوهستان علت بارش‌های سنگین در این منطقه می‌باشد. در کشورمان نیز مطالعات متعددی در این زمینه انجام شده است. لشکری (۱۳۸۲) به بررسی کم‌فشار سودانی و نقش آن در بارشهای جنوب و جنوب غرب ایران پرداخته است. وی سامانه کم‌فشار سودانی را به‌عنوان یکی از عناصر سازنده گردش عمومی جو در شمال آفریقا معرفی می‌کند که در بیشتر ایام سال بر روی غرب اتیوپی و کشور سودان تشکیل می‌شود و چهار الگوی کلی ناشی از نحوه آرایش سامانه‌های سیبری، واچرخند شمال آفریقا و شبه جزیره عربستان و ناوه شمال آفریقا و کم‌فشار سودان در سطح‌های زیرین و میانی جو، منجر به رخداد بارشهای سنگین در جنوب و جنوب غرب ایران می‌شوند. مرادی (۱۳۸۵: ۱۰۹) در مطالعه خود به پیش‌بینی وقوع سیلابها در ساحل شمالی ایران بر اساس موقعیت‌های

سینوپتیکی پرداخت و به این نتیجه رسید که سه نوع توده هوا و سیستم فشاری در ریزش بارش‌های سواحل دریای خزر موثر است که عبارتند از: سیستم‌های کم‌فشار، چرخندها، و واچرخندهای مهاجر. در بین این سه عامل، شدیدترین بارش‌ها مربوط به چرخندها و واچرخندهای مهاجر است. مفیدی و همکاران (۱۳۸۵: ۷۱) به بررسی سینوپتیکی بارش‌های شدید و سیل‌زای پاییزه در سواحل جنوبی دریای خزر پرداختند. یافته‌های آنها نشان داد که بارش‌های شدید و سیل‌زای سواحل جنوبی دریای خزر در ۳ الگوی سینوپتیکی اصلی شامل الگوی پرفشار، کم فشار و زوجی شکل می‌گیرند. پروین (۱۳۸۹: ۱۱۷) در مطالعه خود به بررسی ارتباط تغییرات سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال و سیل در حوضه آبریز دریاچه ارومیه پرداخت. ایشان پس از تعیین آستانه سیل، داده‌های ارتفاعی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال را برای ۴۴ طوفان مولد سیل طی دوره (۱۳۷۰-۱۳۸۴) مورد بررسی قرار داد و به این نتیجه رسید که به هنگام وقوع سیلاب‌های مذکور پنج کانون با برخورداری از بیشترین آنومالی‌های ارتفاع سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال قابل تشخیص هستند که عبارتند از: ۱. منطقه بین دریای سرخ تا جنوب‌غربی ایران؛ ۲. منطقه بین دریای مدیترانه و دریای سیاه؛ ۳. منطقه شمال دریای خزر؛ ۴. شرق ایران؛ ۵. منطقه شمال اروپا. کرمی و همکاران (۱۳۸۹) در مطالعه خود به بررسی الگوی سینوپتیک سیل بهمن ۱۳۸۴ در شهرستان پل‌دختر پرداختند و به این نتیجه رسیدند که تقویت سامانه سودانی و ورود آن از سمت جنوب‌غرب به منطقه مورد مطالعه، موجب ریزش‌های جوی فراوان در استان لرستان شده است که منجر به سیل در شهرستان پل‌دختر شده است. محمدی و مسعودیان (۱۳۸۸: ۴۷) با تحلیل نقشه‌های فشار تراز دریا نتیجه گرفته‌اند که الگوی پرفشار اروپا-کم‌فشار عراق در وقوع بارش‌های سنگین موثر است. در این زمان زبانه‌ای از پرفشار اروپا و دریای سیاه از شمال‌غرب کشور نفوذ کرده و با کم‌فشار عراق شیو شدیدی را بوجود آورده است. تحت این شیو شدید فشار و همچنین ادغام رودبادهای جنب حاره‌ای و جنبه قطبی بر روی عراق، فرود عمیق بر روی قبرس، تغذیه رطوبتی خلیج فارس در ترازهای ۸۵۰ و ۹۲۵، تغذیه رطوبتی دریای سرخ و مدیترانه و سیاه در ترازهای بالاتر موجب رخداد باش سنگین شده است. همچنین یاراحمدی و همکاران (۱۳۹۰) در مطالعه‌ای به بررسی بارش‌های سنگین در جنوب‌غرب خزر و غرب ایران پرداختند و به این نتیجه رسیدند که در روز بارش وجود سامانه کم‌فشار در سطح زمین و شکل‌گیری ناوه در ترازهای میانی جو مشاهده شده است، همچنین تاوایی مثبت و

تشدید سرعت قائم موجب تشدید ناپایداری کژفشاری و افزایش جریان‌های فشاری شده است. لازم به ذکر است که افراد متعدد دیگری به صورت موردی عوامل سینوپتیک سیل را مطالعه کرده و وضعیت لایه‌های بالای اتمسفر و سطح زمین را در رابطه با وقوع بارش بررسی و تحلیل نموده‌اند. از جمله مطالعات مذکور، کارهای عزیزی (۱۳۸۶)، امیدوار (۱۳۸۷)، (لشکری و همکاران (۱۳۸۷)، (رضایی ۱۳۸۸) قابل ذکر است. هدف اساسی این مطالعه شناخت سامانه‌های همدید منجر به ایجاد بارش‌های سنگین و سیل‌زا ۲۳ فروردین ۱۳۹۴ در شهرستان قزوین است.

داده‌ها و روش‌شناسی

در این مطالعه از دو دسته داده جهت تحلیل مخاطره سیل ۱۳۹۴/۱/۲۳ شهرستان قزوین استفاده شده که عبارت از داده‌های ایستگاه‌های زمینی و داده‌های سطوح فوقانی جو است. داده‌های ایستگاه زمینی مورد استفاده در پژوهش شامل داده‌های بارش روزانه ۲۳ فروردین ۱۳۹۴ قزوین است که از وب سایت سازمان هواشناسی به آدرس www.irimo.ir اخذ شده است. داده‌های سطوح فوقانی شامل داده‌های بازکاوی شده مؤلفه‌های ارتفاع ژئوپتانسیل، فشار سطح دریا، باد مداری، باد نصف‌النهاری، امگا، رطوبت ویژه و رطوبت نسبی است که از سایت مرکز ملی پیش‌بینی محیطی در کلرادو به آدرس www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded اخذ شده‌اند. با توجه به زمان اوج بارش، ساعت ۰۰ زولو روز ۱۲ آوریل ۲۰۱۵، جهت ترسیم نقشه‌ها انتخاب شد. منطقه مورد مطالعه شامل شهرستان قزوین که در مختصات جغرافیایی ۴۹ درجه و ۵۶ دقیقه و ۵۴ ثانیه تا ۵۰ درجه و ۳ دقیقه و ۳۶ ثانیه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۱۴ دقیقه و ۲۵ ثانیه تا ۳۶ درجه و ۲۰ دقیقه و ۳ ثانیه عرض شمالی واقع شده است (شکل ۱).



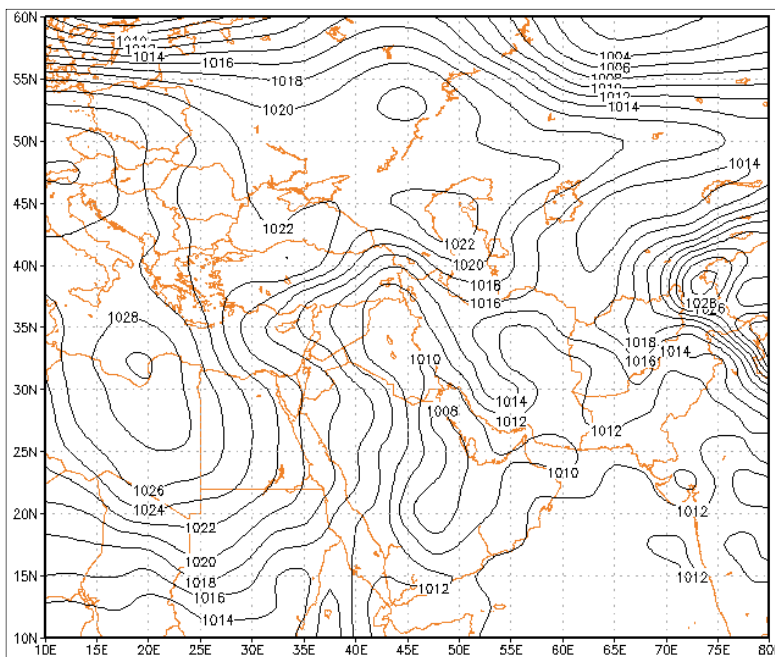
شکل ۱: موقعیت جغرافیایی شهرستان قزوین

روش مورد استفاده برای نگاشت و تحلیل سینوپتیک بارش سنگین ۱۳۹۴/۱/۲۳ از روش محیطی به گردشی است. در این پژوهش با استفاده از داده‌های مربوط به مؤلفه‌های ارتفاع ژئوپتانسیل، باد مداری، باد نصف‌النهاری، امگا، فشار سطح دریا، رطوبت ویژه، نقشه‌های فشار سطح دریا، ارتفاع ژئوپتانسیل، نقشه جت استریم، نقشه پیچانه، وزش رطوبتی و حرکت قائم هوا ترسیم و تحلیل گردیده‌اند. بجز نقشه فشار تراز سطح دریا که تک ترازه است و همچنین نقشه‌های جت استریم که در تراز ۲۵۰ و ۳۰۰ هکتوپاسکال ترسیم شده است، سایر نقشه‌ها در سطوح فشاری ۱۰۰۰ تا ۵۰۰ هکتوپاسکال ترسیم گردید. زمان موردنظر جهت ترسیم نقشه‌ها با توجه به زمان شروع بارش و شدت آن ۰۰:۳۰ (۳:۳۰) بامداد انتخاب شد. بازه فضایی در نظر گرفته شده برای ترسیم نقشه‌ها، بجز نقشه‌های مجموع رطوبت ویژه جو (آب قابل بارش) که در محدوده ۲۱ تا ۴۸ عرض شمالی و ۴۲ تا ۶۶ درجه طول جغرافیایی ترسیم شده‌اند. تمامی نقشه‌ها در

بازه فضایی بین ۱۰ تا ۶۰ درجه عرض شمالی و ۱۰ تا ۸۰ درجه طول شرقی که در محدوده مذکور تقریباً تمامی الگوهای جوی قابل ردیابی هستند ترسیم و مورد تحلیل قرار گرفتند.

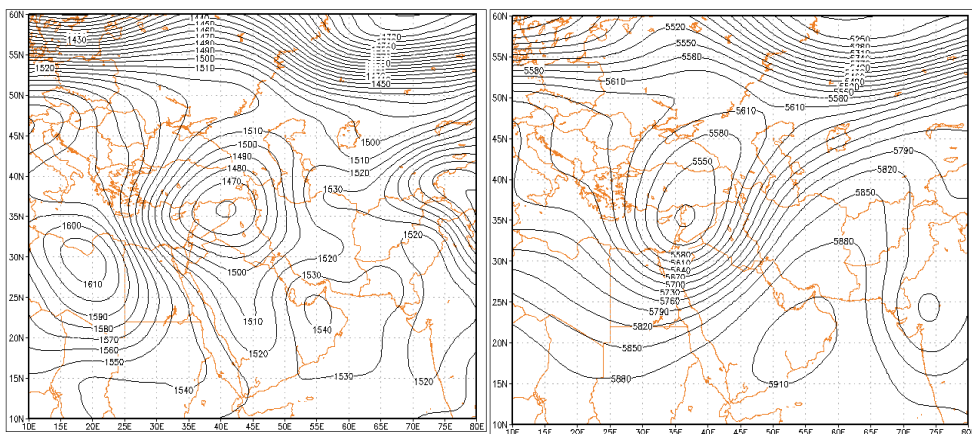
یافته‌ها

در نقشه فشار تراز دریا (شکل ۲) برای روز ۲۳ فروردین ۱۳۹۴ یک مرکز واپرخند قوی با ۱۰۲۲ هکتوپاسکال در شمال دریای خزر بسته شده است که با امتداد شمال غربی - جنوب شرقی تا جنوب دریای خزر کشیده شده است و در این زمان کم فشار بسیار قوی با مرکزیت ۱۰۰۸ هکتوپاسکال با روند جنوب غربی - شمال شرقی در مرکز عربستان قرار گرفته که با گسترش خود عربستان، عراق و نیمه غربی ایران را در برگرفته و تا غرب دریای خزر پیشروی کرده است. این کم فشار قوی مستقر در مرکز عربستان با حرکت سیکلونی و پاد ساعتگرد خود موجب شارش و همرفت هوای گرم و مرطوب از دریای عرب و عمان به سمت غرب ایران و همچنین تقویت همرفت و صعود هوا در این منطقه شده است.



شکل ۲: فشار تراز دریا در زمان اوج فعالیت ۲۳ فروردین ۱۳۹۴

در نقشه ارتفاع تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال در روز ۲۳ فروردین ۱۳۹۴ مشاهده می‌شود (شکل ۳) که یک چرخند با مرکز کم ارتفاع بریده ۱۴۶۰ ژئوپتانسیل متر با منحنی بسته در شرق دریای مدیترانه بسته شده که با ناوه حاصل از این کم ارتفاع بریده و با راستای شمالی - جنوبی تمام منطقه غرب ایران و عراق را دربر گرفته است، بیانگر یک چرخند قوی در نیمه غربی ایران است. این در حالی است که مرکز و اچرخندی با پربند ۱۵۳۰ ژئوپتانسیل متر بر روی دریای عمان و عرب بسته شده و باعث فرارفت هوای گرم و مرطوب دریاهای گرم به درون سامانه چرخندی غرب ایران شده است. ناوه یاد شده با عبور از منابع رطوبتی دریای سرخ و خلیج فارس و جذب رطوبت بسیار زیاد وارد کشورمان شده و حجم عظیم رطوبت را به ایران منتقل کرده است که منجر به ریزش بارش سنگین در منطقه مورد مطالعه شده است. نقشه ارتفاع تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال نشان داد (شکل ۴) که استقرار یک کم فشار بریده بر روی مدیترانه، عراق، عربستان و نیمه غربی و شمالی ایران با هسته مرکزی ۵۵۴۰ ژئوپتانسیل متر موجب ایجاد ناوه عمیقی با امتداد جنوب غربی - شمال شرقی شده، به نحوی که عربستان، دریای سرخ و خلیج فارس و شرق مدیترانه در راستای محور ناوه و جلوی ناوه که محل بیشینه وزش رطوبتی و امگای منفی بوده، واقع شده‌اند که این امر موجب تقویت صعود و ایجاد جو کژفشار در قزوین شده است.

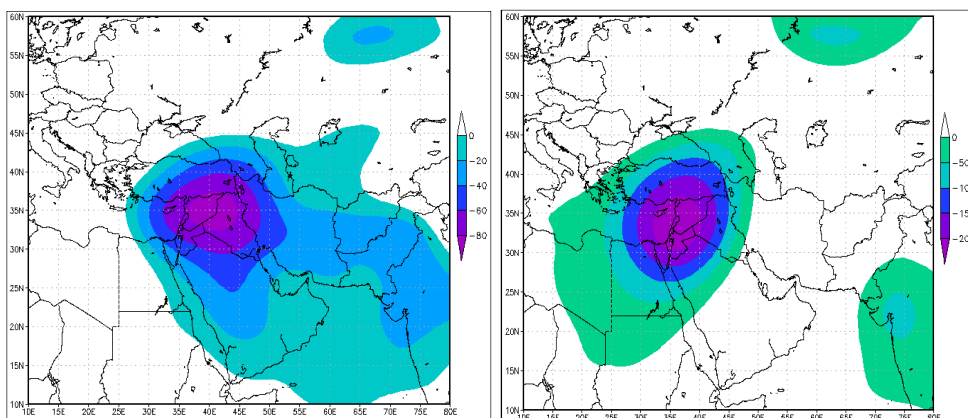


شکل ۴: ارتفاع تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال

شکل ۳: ارتفاع تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال

به ناهنجاری‌های منفی (کم ارتفاع) یا مثبت (پراارتفاع) ارتفاع ژئوپتانسیل نسبت به نقاط هم عرضشان پیچانه گفته می‌شود. کشنر و همکاران (۲۰۰۲: ۲۲۳۴). نگاشت و تفسیر نقشه‌های

پیچانه بارش سنگین ۲۳ فروردین ۱۳۹۴ قزوین در تمامی ترازها بیانگر مقادیر منفی پیچانه بر روی منطقه مورد مطالعه بوده که گویای وجود پیچانه در سطوح مذکور می‌باشد. در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال (شکل ۵) هسته بیشینه پیچانه منفی بر روی بخش‌هایی از عراق، سوریه و ترکیه قرار دارد. این در حالی است که مقدار منفی پیچانه بر روی قزوین بیش از ۴۰- متر است. اما در ترازهای بالاتر (تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال) شرایط متفاوت بوده به گونه‌ای که هسته بیشینه پیچانه منفی با ۲۰۰- متر در شرق مدیترانه واقع شده و منطبق بر ناوه مستقر بر روی عراق و شرق مدیترانه دارد. این امر با توجه به کم‌فشار سطح زمین و حرکات صعودی هوا گویای جوی باروکلینیک و ناپایدار در منطقه مورد مطالعه می‌باشد (شکل ۶). بنابراین بدلیل حضور قدرتمند پراتفاح در غرب دریای عرب و فرارفت هوای گرم و مرطوب به جلوی ناوه واقع در غرب ایران از نظر دینامیکی شرایط را برای صعود هوا و رخداد ناپایداری‌ها به وجود آورده است.

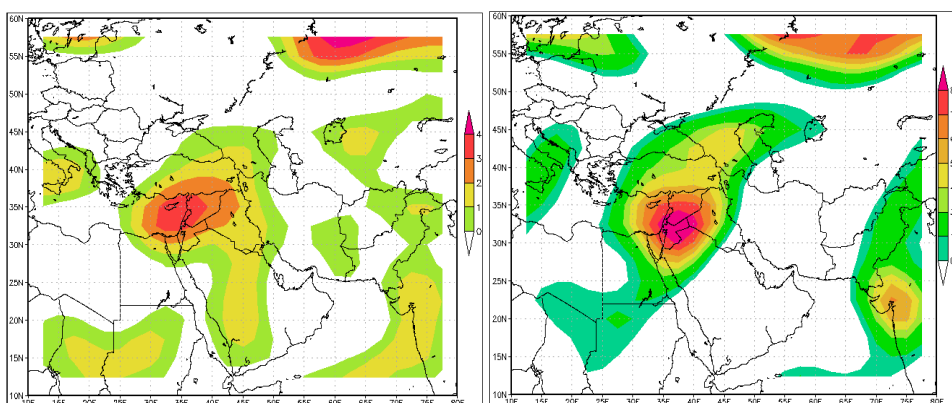


شکل ۶: پیچانه تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال

شکل ۵: پیچانه تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال

نقشه چرخندگی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال (شکل ۷) در زمان رخداد بارش سنگین ۲۳ فروردین ۱۳۹۴ قزوین نشان دهنده استقرار محل بیشینه چرخندگی مثبت با ۴ متر بر ثانیه بر روی شرق مدیترانه می‌باشد. در این زمان میزان چرخندگی برای نیمه غربی کشورمان مثبت بوده و کمیت مذکور در منطقه مورد پژوهش بیانگر ۲ متر بر ثانیه است که بیانگر چرخندگی بالنسبه زیاد است. اما در نقشه تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال (شکل ۸) منطقه تاوایی مثبتی را با راستای جنوب غربی-شمال شرقی که

دقیقا منطبق بر محور ناوه در سطوح یاد شده بوده، از دریای سرخ به سمت شمال دریای خزر ادامه دارد و شهرستان قزوین را نیز دربر می‌گیرد، مستقر شده است. که نشان از قوی‌تر شدن چرخندگی مثبت در تراز مذکور است. بنابراین از آنجایی که منطقه بیشینه چرخندگی، در قسمت جلو محور ناوه سطوح بالا، در جایی که خطوط هم ارتفاع به هم نزدیک‌ترند قرار دارد (علیجانی، ۱۳۸۱: ۶۹). قراگیری هسته‌های صعود در شرق مدیترانه و منطبق با نقشه‌های ارتفاع، واقع شدن نیمه غربی ایران در شرق محور ناوه، گویای ناپایداری و واگرایی شدید هوا در روز رخداد بارش سنگین دارد.

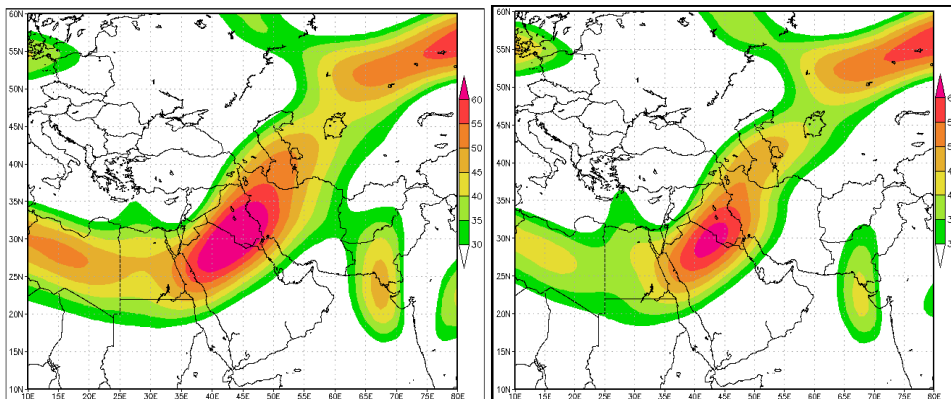


شکل ۸: چرخندگی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال

شکل ۷: چرخندگی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال

سطوح ۲۵۰ و ۳۰۰ هکتوپاسکال مناسبترین سطوح برای ترسیم نقشه وضعیت رودباد ترازهای فوقانی جو است (قوبدل رحیمی، ۱۳۸۹: ۱۵۲) به این علت در این پژوهش به نگرانی و تفسیر نقشه‌های مذکور در ترازهای یاد شده پرداخته شد. نقشه‌های رودباد بیانگر آن است که در زمان رخداد بارش ابر سنگین قزوین، رودباد بسیار پر قدرت جبهه قطبی بر روی نیمه غربی و شمالی کشور و بویژه قزوین در جلوی هسته رودباد قرار گرفته است. وجود رودباد جبهه قطبی با سرعت سرعت هسته مرکزی بسیار زیاد ۶۰ متر در ثانیه در سطوح ۲۵۰ و ۳۰۰ هکتوپاسکال، همچنین ادغام آن با رودبادهای مستقر در شمال آسیا و سیرری، شرایط سیکلونزایی را در منطقه فراهم کرده و به تشدید ناپایداری‌ها کمک کرده است (شکل ۹ و ۱۰). این وضعیت با منطقه واگرایی بالایی در سمت شرق محور ناوه منطبق بوده و همچنین نقشه‌های مربوط به تاوایی این

وضعیت را تایید می‌کند. در نهایت، این امر موجب ایجاد جو ناپایدار و کژ فشار در منطقه مورد پژوهش شده و شرایط را برای رخداد بارش فوق سنگین بعمل آورده است.



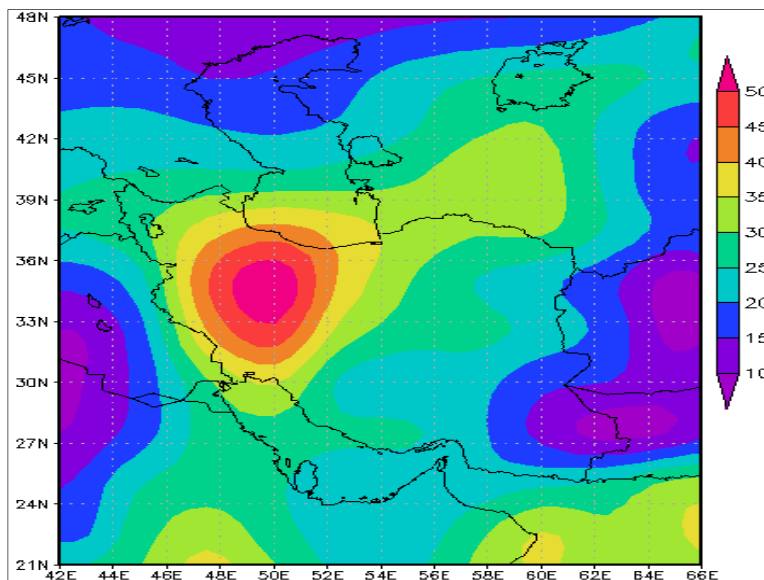
شکل ۱۰: رودباد تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال

شکل ۹: رودباد تراز ۲۵۰ هکتوپاسکال

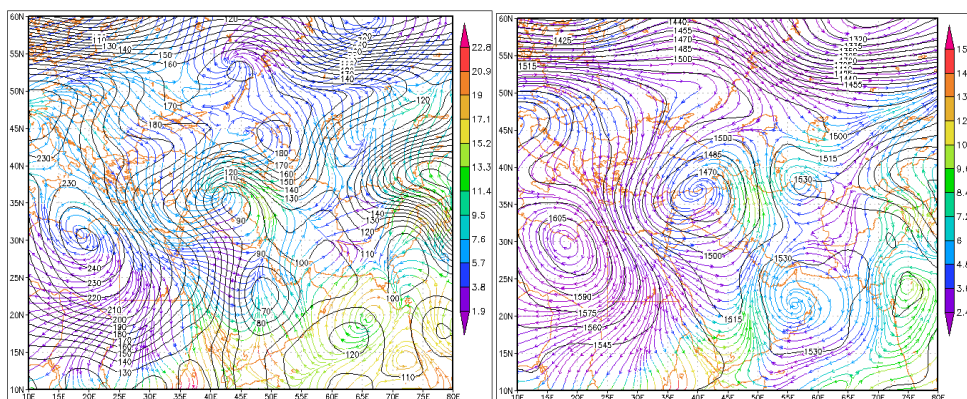
ترسیم نقشه جمع کل رطوبت (نم ویژه) که از تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال (نزدیک سطح زمین) تا تراز میانی جو (۵۰۰ هکتوپاسکال) که نوعاً می‌توان آن را به جای آب قابل بارش استفاده کرد (قویدل رحیمی، ۱۳۸۹: ۱۷۲) در ساعت ۰۰ زولو روز ۲۳ فروردین ۱۳۹۴ بارش سنگین قزوین (شکل ۱۱) نشان دهنده حداکثر نم ویژه به مقدار ۴۵ گرم در کیلوگرم بر روی استان قزوین مستقر بوده است که این مقدار رطوبت نشان‌دهنده رطوبت بسیار زیاد و آماده بودن شرایط برای رخداد بارش سنگین است. با توجه به نقشه ترسیمی هسته پیشینه مجموع رطوبت جوی دقیقاً منطبق بر شرق محور ناوه و مسیر رودباد است.

با توجه به نقشه وزش رطوبتی تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال، منابع تأمین کننده رطوبت علاوه بر دریای عرب، سرخ و خلیج فارس، با توجه به گسترش پراارتفاع شمالی بر روی دریا و ریزش هوای سرد، دریای خزر نیز در رطوبت‌فرستی بر روی منطقه مورد مطالعه نقش اساسی داشته است. اما در ترازهای ۸۵۰ و بخصوص ۷۰۰ هکتوپاسکال، نقش دریای سرخ و خلیج فارس در رطوبت‌زایی بر روی منطقه مورد مطالعه، افزایش یافته و منطبق بر شرق محور ناوه و با امتداد جنوب غربی - شمال شرقی انتقال رطوبت صورت گرفته است. در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال نیز وزش رطوبت از دریای سرخ و با عبور از عربستان و خلیج فارس، مستقیماً به سمت شهرستان

قزوین، گسترش یافته است و مشاهده می‌شود که در غرب دریای عرب گردش ساعتگرد یا پارتفاع دریای عرب، نقش اساسی را در رطوبت‌فرستی به جلوی ناوه مستقر بر روی ایران انجام می‌دهد. در تمامی ترازها مقادیر پیکان‌ها برای منطقه مورد مطالعه مثبت بوده، که نشان‌دهنده رطوبت‌زایی بادها است (اشکال ۱۲ تا ۱۵).

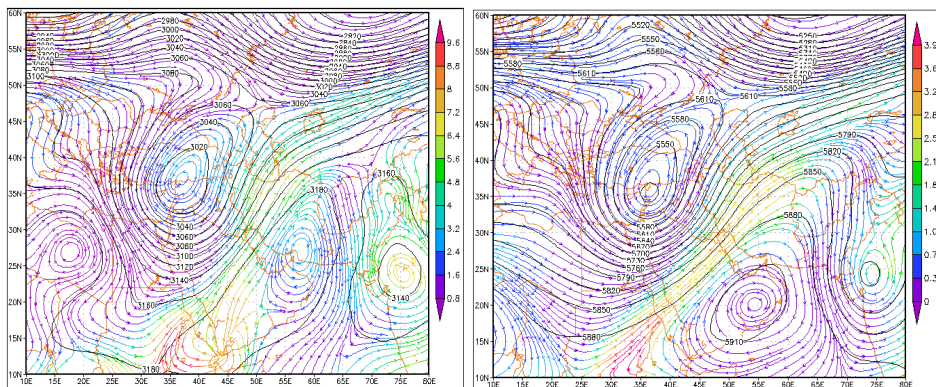


شکل ۱۱: مجموع رطوبت ویژه (آب قابل بارش)



شکل ۱۳: وزش رطوبتی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال

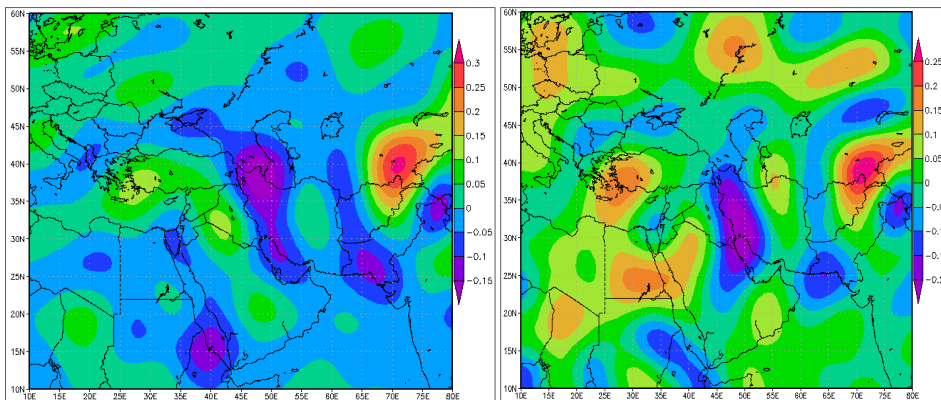
شکل ۱۲: وزش رطوبتی تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال



شکل ۱۵: وزش رطوبتی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال

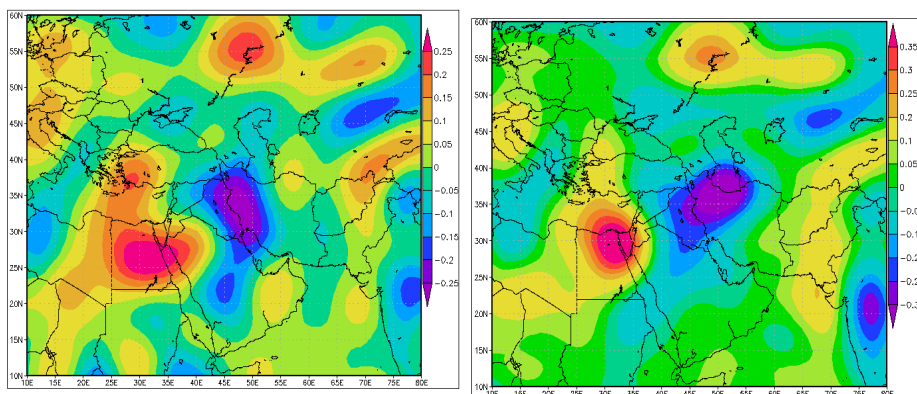
شکل ۱۴: وزش رطوبتی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال

نقشه‌های سرعت قائم هوا برای تمامی سطوح (۵۰۰ تا ۱۰۰۰ هکتوپاسکال) نشان‌دهنده مقادیر منفی امگا برای نیمه غربی و شمال ایران بویژه شهرستان قزوین است. در نقشه تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال (شکل ۱۶) مقدار سرعت قائم هوا بر روی منطقه ۰،۱۵- پاسکال بر ثانیه می‌باشد. اما در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال (شکل ۱۷) شرایط اندکی متفاوت بوده به گونه‌ای که یک مرکز بیشینه امگای منفی با هسته مرکزی ۰،۲- پاسکال بر ثانیه دقیقاً بر روی غرب و جنوب غرب و شهرستان قزوین منطبق بر نقشه‌های ارتفاع در جلوی ناوه مستقر است که نشان‌دهنده تقویت امگای منفی و تشدید آن در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال نسبت به ترازهای پایین‌تر می‌باشد. در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال ملاحظه می‌شود (شکل ۱۸) که مسیر بیشینه جنوب غربی - شمال شرقی از جنوب عربستان تا شمال ایران و منطبق با مسیر وزش رطوبتی و نیمه شرقی محور ناوه در نیمه غربی ایران می‌باشد. در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال میزان واگرایی و صعود هوا به بیش از ۰،۳- پاسکال بر ثانیه رسیده (شکل ۱۹) که کاملاً بر روی منطقه مورد مطالعه (ایستگاه قزوین) قرار گرفته است. در نهایت، لازم به ذکر است که مقادیر منفی سرعت قائم جو در قسمت‌های شرق و جنوب شرق ناوه‌های ترازهای فوقانی جو که منطبق بر کم فشار سطح زمین قرار دارد می‌باشد. مجموع شرایط مذکور بیانگر مهیا بودن شرایط برای صعود هوا و تقویت همرفت بر روی منطقه مورد مطالعه است.



شکل ۱۷: حرکات قائم در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال

شکل ۱۶: حرکات قائم در تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال



شکل ۱۹: حرکات قائم در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال

شکل ۱۸: حرکات قائم در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال

بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش شرایط همدید بارش سنگین ۷۶ میلی‌متری روز ۲۳ فروردین ۱۳۹۴ برابر با ۱۲ آوریل ۲۰۱۵ مورد بررسی هم‌دید قرار گرفت. بنابر داده‌های تهیه شده از سازمان هواشناسی در این روز در اکثر ایستگاه‌های شمال و شمال‌غرب کشور و مخصوصاً استان قزوین بارش رخ داده، که سنگین‌ترین آن متعلق به ایستگاه قزوین بوده است. در نقشه فشار تراز دریا قرارگیری سلول پرفشار با فشار مرکزی ۱۰۲۲ هکتوپاسکال بر روی دریای خزر و مرکز کم‌فشاری با ۱۰۰۸ هکتوپاسکال در مرکز عربستان و جنوب خلیج فارس که با روند جنوبی - شمالی تا غرب دریای خزر گسترش یافته است، مجموعه مراکز فشار موجب تقویت شدید شیو فشار و در نهایت،

مکش هوای مرطوب عرض‌های جنوبی به شهرستان قزوین شده است. نقشه‌های ارتفاع ژئوپتانسیل نیز قرارگیری سامانه بلوکی‌نگ بریده کم فشار را در شرق مدیترانه و نیمه غربی ایران نشان می‌دهد. باشد که با عمیق‌شدن و گسترش محور ناوه تا جنوب دریای سرخ با محور جنوب غربی - شمال شرقی و عبور از روی دریای سرخ و خلیج فارس شده است. در این هنگام منطقه مورد مطالعه در شرق محور ناوه و در زیر منطقه واگرایی بالایی قرار گرفته است که منطبق بر نقشه‌های ترسیمی، مقادیر منفی امگا، وزش رطوبتی مثبت، منفی بودن مقادیر پیچانه، میدان چرخندی مثبت همگی در شرق محور ناوه با امتداد جنوب غربی - شمال شرقی از سمت دریای سرخ و خلیج فارس و با ورود از جنوب غرب و غرب کشور بر روی منطقه مورد مطالعه (استان قزوین) صورت گرفته است. نقشه‌های رودباد در تراز ۲۵۰ و ۳۰۰ هکتوپاسکال، نشان‌دهنده قرارگیری منطقه مورد مطالعه در شمال رودباد و عبور هسته سرعت با بیش از ۵۵ متر بر ثانیه، و منطبق با شرق محور ناوه با امتداد جنوب غربی - شمال شرقی، هوای گرم و مرطوب را واگرا کرده که موجب تشدید ناپایداری‌ها در منطقه مورد مطالعه شده است. نقشه مجموع رطوبت (آب قابل بارش) نشان داد که بر روی ایستگاه قزوین میزان آب قابل بارش به بیش از ۴۵ گرم بر کیلوگرم رسیده که منطبق بر کم ارتفاع واقع در نیمه غربی ایران، بر روی شهرستان قزوین کشیده شده است. بررسی نقشه‌های وزش رطوبتی نشان داد که در تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال، دریا‌های سرخ، خلیج فارس، عرب و خزر در تأمین رطوبت بارش سنگین این روز نقشه داشته‌اند. اما در ترازهای بالاتر ۸۵۰، ۷۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال، دریای سرخ و خلیج فارس در تأمین رطوبت نقش اصلی را ایفا کرده‌اند. برای شناسایی ساز و کار دیگر عوامل موثر بر بارش‌های ابر سنگین مواردی همچون موقعیت و نوع رودبادها، همگرایی و شار رطوبت و شاخص‌های پیوند از دور به طور جداگانه و مفصل بررسی شود.

کتابشناسی

1. A.lana;j, .and et al.(2007), Atmospheric patterns for heavy rain events in the Balearic island. *International journal of climatology*.12, 27-32;
2. Alijani, B.(2002), synoptic climatology. Third Edition.Tehran. Samt Publication;
3. Azizi , GH. Samadi , Z. (2007), Synoptic analysis of flood provinces of Gilan and Mazandaran Persian date October 14 2003 . *Geographical Journal*, No. 60, Summer 1386. Pp. 61-74;
4. C, hellstrom, Atmospheric condition during extreme and non-extreme precipitation events in Sweden,(2005), ,*international journal of climatology*,25, 631-648.april 2005;
5. Ch,Chen; .and et al.(2010), Investigation of a heavy rainfall event over southwestern Taiwan associated with a sub synoptic cyclone during the 2003 Mei-Yu season. *Atmospheric Research*,95 ,235-254;
6. Ch, Chen; .and et al.(2011), Or graphic effects on localized heavy rainfall events over southwestern Taiwan on 27 and 28 June 2008 during the post-Mei-Yu period. *Atmospheric Research*, 101, 595-610;
7. Ghavidel rahimi. (2011), Mapping and interpretation of synoptic climatology Using software Grds. First published. Tehran, Saha danesh Publications;
8. Karami,F. et al. (2011), Investigating of Synoptic pattern of flood february 2006 in city Poldokhtar. *Journal of Geography and Environmental Studies*. Second year. NO 4: Summer 2011;
9. Koji Nishiyama, and et al. (2007), Identification of typical synoptic patterns causing heavy rainfall in the rainy season in Japan by a Self-Organizing Map. *Atmospheric Research*, 83, 185-200;
10. Kushnir, Y., Robinson,W.A., Bladé, I., Hall, N.M.J., Peng, S., Sutton, R.(2002), Atmospheric GCM response to extratropical SST anomalies: synthesis and evaluation. *Journal of Climate* 15, 2233-2256;
11. Lashkari , H. Khouzani parande, A. (2011), Evaluation of synoptic systems, causing floods in southern Iran. *Quarterly Journal of Water Resources Research* , Sixth Year No. 20 , Summer 2011 , pp. 66-73;
12. Lashkari, H. (1382), The mechanism of creation, strengthening and developing the center of low pressure of Sudan and its role on rainfalls of south and southwest of Iran. *Natural Geography research*.No.46,winter;
13. M, Jessen; and et al,(2005), Analysis of heavy rainfall events in North Rhine-Westphalia with radar and rain gauge data, *Atmospheric Research*, 77, 337-346;
14. Mofidi, A. and et al.(2006), Synoptic Evaluation of Autumn heavy rainfall and causing flooding On the southern shores of the Caspian Sea. *Conference on Natural Resources and Sustainable Development in the South Caspian Sea. collection of Articles*.(2006);
15. Mohammadi, B. and Masoodian, A.(2011), Synoptic Analysis of Heavy Rainfall, case study: November (1994), *Journal of Geographical Research*. fall 2011,19:47-70;
16. Moradi. H. (2006), Flood forecasting based on synoptic situations On the southern shore of the Caspian Sea. *Geographical Research*. sprin 2006. 55:109-131;
17. Omidvar, K. (2008), Evaluate the flood situation in the province of Yazd synoptic systems .*Geographical Journal* - Number 88 , Spring2008, pp. 137-165;
18. Parveen , N. (2011), Evaluation of relationship between changes in 500 HP level and flows Basin Lake of uromyeh. *Geographical Research*. No. 97 , pp. 117-138;

19. Rezaie, P. (2009), synoptic analysis of flood events in the watershed masooleh, *Journal of Geography*, No. 68, Summer 2007, pp. 105-118;
20. www.khorasan.ir;
21. www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis;
22. www.irimo.ir;
23. Yarahmadi, D. and Maryanji. Z. (2012), Dynamic and Synoptic pattern analysis of heavy precipitation in the South West and West of the Caspian (case study: rainfall). *Natural Geography Research*. summer (2011), 76:105-120.