شناسایی و تحلیل همدیدی- دینامیکی الگوهای جوی سیلاب آبان ۱۳۹٤ در استان‌های ایلام و لرستان

وحید سلامتی هرمزی[۱]*، کمال امیدوار[۲]، رضا کاوسی[۳]، مجتبی حمزه نژاد[٤]

۱- دانشجوی دکتری آب و هواشناسی دانشگاه یزد

۲- عضو هیات علمی گروه جغرافیای دانشگاه یزد

۳- دانشجوی دکتری آب و هواشناسی دانشگاه یزد

۴- کارشناس مسئول پیش‌بینی هواشناسی هرمزگان

(تاریخ دریافت: ۹۵/۰۵/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۴/۰۳)

چکیده

سیل آبان ۱۳۹۴ استان ایلام و لرستان در ۱۰۰ سال اخیر بی‌سابقه بوده که تخریب گسترده منازل و زیرساخت‌های شهری و جان باختن ۶ نفر را به همراه داشته است. هدف از انجام این پژوهش شناسایی و تحلیل الگوهای گردشی سیلاب استان ایلام و لرستان در آبان ماه سال ۹۴ است. برای تحلیل همدیدی رابطه الگوهای گردشی با بارش سیلابی ایلام و لرستان از داده‌ها روزانه بارش ۱۲ ایستگاه سینوپتیک منتخب دو استان ایلام و لرستان، نقشه‌های سطح زمین تا ۵۰۰ هکتوپاسکال، وزش رطوبتی و امگا برای روزهای۲۷ اکتبر تا ۱ نوامبر ۲۰۱۵ مورد استفاد شده است. نتایج نشان داد که ناوه عمیق تحت تأثیر دریای عرب و دریای سرخ تقویت شده و تا شمال کشور عراق و مرزهای غربی ایران گسترش یافته و باعث تقویت سامانه کم‌فشار مستقر در مرزهای غربی ایران شده است. از یک سو چرخندهای مدیترانه‌ای به قلمرو ایران وارد شده و از سوی دیگر استقرار واچرخند بر روی دریای عرب سبب برقراری جریان قطاع گرم و مرطوب به قطاع گرم سامانه‌های باران‌زا و احیای آن شده است. همزمان با این وضعیت پرفشار مستقر بر روی ارتفاعات البرز و دشت‌های میانی کشور باعث کندی حرکت سامانه ناپایدار و ماندگاری بیشتر این سامانه شد. فرود دریای سرخ با استقرار در تراز میانی جو همراه بوده و امکان صعود عمیق و تشکیل ابر و بارش را فراهم کرده و ایجاد بارش‌های سیل‌آسا در غرب را به همراه داشته است. بیشترین حجم بارش سامانه مذکور در روز دوم فعالیت بوده که با توجه به ویژگی‌های فوق و شرایط همرفتی شاهد بارش سنگین و وقوع سیل که در نوع خود بی‌سابقه بوده‌ایم. در مورخ ۹۴/۸/۷ میزان۱۸۸/۴ میلی‌متر بارندگی در طی ۸ ساعت گزارش شده است.

کلمات کلیدی: الگوهای گردشی، بارش، تحلیل همدید- دینامیک، سیلاب، ایلام و لرستان

مقدمه

بارش‌های سنگین و فراگیر حجم زیادی از رطوبت جو را در یک زمان کوتاه به سطح زمین انتقال می‌دهند که این امر موجب پرشدن منافذ خاک شده و در این هنگام نفوذ آب در خاک کاهش یافته و سیل و سیلاب را ایجاد می‌کند. اهمیت بررسی پدیده‌ی بارش، زمانی آشکارتر است که یک مکان شاهد ریزش ناچیز یا قابل‌توجه و یا ناگهانی حجم زیادی از بارش باشد. ایران ازجمله مناطقی است که شاهد رفتار ناهنجار و بی‌قاعده بارش است. در میان رویدادهای اقلیمی، با توجه به نقش حیاتی آن نسبت به پدیده‌های اقلیمی دیگر اهمیت ویژه‌ای دارد و از پیچیدگی رفتاری چشمگیرتری برخوردار است. فلات ایران با توجه به موقعیت جغرافیایی خاص خود در نقطه انتقالی نسبت به الگوهای بزرگ مقیاس گردش عمومی وردسپهر (تروپوسفری) قرار دارد و محل استقرار سامانه‌های برون حاره، جنب حاره و حاره‌ای است. این ویژگی همراه با توپوگرافی پیچیده آن موجب گردیده تا سازه و کارهای بارش‌زا در ایران، از تنوع و تفاوت زمانی و مکانی زیادی برخوردار است. میانگین سالانه بارش ایران نزدیک به ۲۵۰ میلی‌متر است اما بارش دریافتی مناطق کویری از ۵۰ میلی‌متر هم کمتر است. در عوض در برخی نقاط کرانه‌های غربی خزر بارش سالانه نزدیک ۱۸۰۰ میلی‌متر است. رشته کوه زاگرس بر سامانه‌های غربی و جنوب غربی اثر داشته و آن‌ها را وادار به صعود کرده و سبب تقویت آنها می‌شوند. به همین دلیل با نزدیک شدن به چکادهای زاگرس بر مقدار بارش افزوده می‌شود. بررسی‌ها نشان داده

* نگارنده رابط: salamativahid@yahoo.com

است که نقش رطوبتی دریای عرب در تغذیه‌ی سامانه‌های باران‌زای ایران بسیار مهم می‌باشد. از یک سو چرخندهای مدیترانه‌ای به قلمرو ایران وارد شده و از سوی دیگر استقرار واچرخند بر روی دریای عرب سبب برقراری جریان قطاع گرم و مرطوب به قطاع گرم سامانه‌های باران‌زا و احیای آن‌ها می‌شود. سنگین‌ترین و فراگیرترین بارش‌هایی که بر روی ایران رخ داده‌اند با چنین ساز وکار در پیوند هستند. چرخندهای مدیترانه‌ای که به این ترتیب تقویت شده‌اند از منابع اصلی بارش کشور به شمار می‌آیند. در صورتی که واچرخند دریای عرب برقرار نباشد و تغذیه رطوبتی انجام نپذیرد طوفان‌های گرد و غبار منطقه را فرا می‌گیرد.

پیشینه تحقیق

در زمینه شناسایی و تحلیل همدیدی- دینامیکی الگوهای گردشی بارش‌های سنگین تحقیقات بسیاری در داخل و خارج از کشور انجام شده است که در ادامه به تعدادی از آن‌ها اشاره می‌شود. ماتلیک و پست[1] (۲۰۰۵) طی یک دوره آماری ۴۵ ساله به بررسی بارش‌های سنگین استونی پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد که بیشتر بارش‌های سنگین این ناحیه به علت عبور سامانه‌های کم فشار متعدد و سامانه‌های جبهه‌ای بوده است و در این ناحیه بارش‌های همرفتی از اهمیت کمتری برخوردار است. یارنال[2] (۲۰۰۷) به کمک بارش‌های روزانه ۹۰ ایستگاه کشور و با استفاده از روش‌های زمین آماری مبادرت به تحلیل مکانی شدت و تمرکز بارش در ایران کرده و نشان دادند که بیش از ۲۰ درصد کشور در معرض بارندگی‌های فرین قرار دارد؛ به طوری که مناطق ساحلی شمال و جنوبی از سایر مناطق کشورآسیب پذیرترند. رابرت گیلیس و شیووانگ[3] (۲۰۱۲)، رژیم بارش فصل زمستان در ایالت یوتا برای اولین بار، با استفاده از مشاهدات مبتنی بر شبکه‌بندی دمای روزانه، بارش، و داده سنجش از دور و همچنین با استفاده از روش دمای آستانه باران برف اقلیمی، رژیم بارش یوتا بررسی شدند. نتایج حاکی از کاهش بارش به شکل برف ۹ درصد در طول نیم قرن گذشته است. نتیجه حاکی از ترکیب افزایش قابل توجهی در میزان بارندگی وکاهش جزیی در بارش برف است. در همین حال، عمق برف مشاهده در سراسر یوتا کاهش یافته و با کاهش مداوم در پوشش برف و بازتاب امواج در سطح همراه می‌باشد. چاد فورل[4] و همکاران (۲۰۱۵) تجزیه و تحلیل هواشناسی از طوفان گرمسیری هرمینه و جاری شدن سیل تگزاس مرکزی در ماه سپتامبر ۲۰۱۰ را مورد بررسی قرار دادند. بارش باران‌های سنگین و جاری شدن سیل در ارتباط با طوفان گرمسیری هرمینه در ۷-۸ سپتامبر سال ۲۰۱۰ در سراسر تگزاس مرکزی رخ داده است. بیشترین بارش در آستین، تگزاس و بلافاصله شمال با تجمع۲۴ ساعت در چندین محل با دوره بازگشت۵۰۰ ساله به وقوع پیوست. مدل تحلیل هیدرولوژیک برای شبیه‌سازی جریان این رویداد و برای تجزیه و تحلیل هیدرولوژی سیلاب استفاده شد. شبیه‌سازی مدل نشان می‌دهد که طوفان در طول دوره بارش شدید متأثر از شرایط سطح و ویژگی‌های جریان است. اشجعی باشکند (۱۳۷۹)، به بررسی و ارائه مدل‌های همدید بارش‌های سنگین بیش از ۳۰ میلی‌متر شمال غرب ایران پرداخت. او معتقد است که از میان سامانه‌های متفاوتی که منطقه را تحت تأثیر قرار می‌دهند، سامانه‌های کم فشار مدیترانه‌ای به دلیل این که حاوی رطوبت زیاد می‌باشند بیش از سامانه‌های دیگر بر روی بارش‌های سنگین منطقه مؤثر بوده‌اند و در مواقعی که سرد چاله‌ای ترازهای بالا در منطقه استقرار طولانی داشته باشند بارش‌های سنگین همراه با تگرگ خواهد بود. به علاوه زمانی که سامانه‌ی کم فشار مدیترانه با سامانه واچرخند اروپا از روی قفقاز و شمال غرب ایران نفوذ کند، شدیدترین حالت جبهه‌زایی و هم‌گرایی به وجود می‌آید و بارش سامانه چشمگیرتر خواهد بود. مسعودیان (۱۳۸۴) به

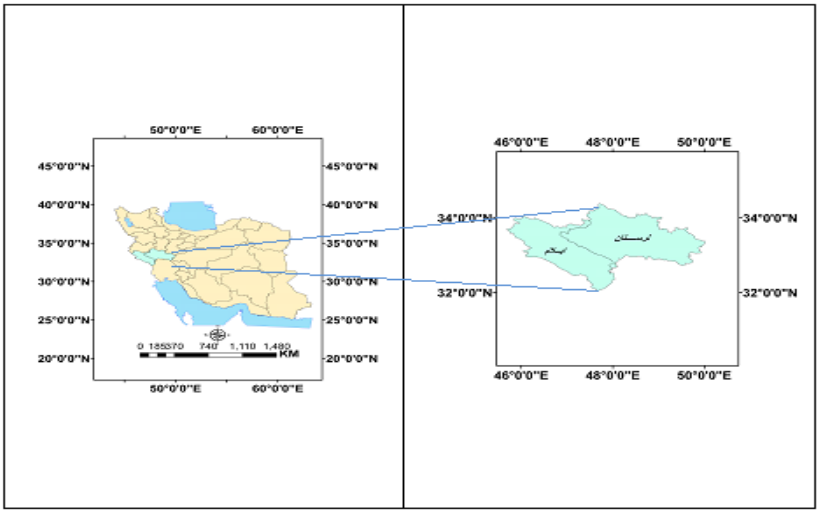
1- Matlik and post
2- Yarnal
3- Robert R. Gillies and Shih-Yu Wang
4- Chad Furl

شناسایی الگوهای گردشی پدیدآورنده سیلاب‌های بزرگ در کارون پرداخت و نشان داد که ناهنجاری‌های ارتفاع ژئوپتاسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال می‌تواند ابزار سودمندی برای پیش‌بینی متغیر بارش و به تبع آن پیش‌بینی سیلاب باشد. الگوهای کم ارتفاع عمدتاً در زمستان و الگوهای پر ارتفاع در فصل تابستان مشاهده می‌شوند و بارش بسیار ناچیزی همراه دارند. امیدوار (۱۳۸۴) به بررسی و تحلیل شرایط سینوپتیکی و ترمودینامیکی رخداد بارش در منطقه شیرکوه پرداخت و نشان داد سه نوع سیستم سینوپتیکی منطقه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. الگوی نوع اول همراه با استقرار کم فشار سودانی روی شبه جزیره عربستان می‌باشد. الگوی نوع دوم سیستم‌های ترکیبی سودانی ـ مدیترانه‌ای می‌باشند. این دو الگو به سبب تغذیه خوب رطوبت و دما از پهنه‌های آبی جنوب کشور و شرایط سینوپتیکی و ترمودینامیکی جوی مناسب‌تر، بارش‌های زیادتری را در منطقه فراهم می‌آورند. الگوی نوع سوم سیستم‌های مدیترانه‌ای می‌باشند که از رطوبت، ناپایداری و بارش کمتری برخوردارند. عطایی (۱۳۸۸)، به بررسی الگوهای گردشی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در سال‌های کم بارش ایران پرداخت. در این پژوهش که از تحلیل مؤلفه مبنا و تحلیل خوشه‌ای انجام گرفته است ۷ الگوی غالب شناسایی گردیده است که در زمان استقرار این الگوها بارندگی‌ها به طور چشمگیری کاهش می‌یابد. نوسان‌های رژیم بارش در ایران، شرایط اقلیمی از جمله بارش‌های کوتاه مدت و رگباری، سالیانه سیلاب‌های مخربی را بر جای گذاشته است. محمدی (۱۳۸۹)، تحلیل همدیدی بر روی بارش‌های سنگین ایران انجام داد. یافته‌های این پژوهش نشان داد که الگوهای پرفشار اروپا-کم فشار عراق در رویداد این بارش‌ها مؤثر بوده است. همچنین ادغام رودبادهای جنب حاره و جبهه قطبی بر روی عراق، فرود عمیق بر روی قبرس، تغذیه رطوبتی خلیج فارس، دریای سرخ، مدیترانه و سیاه در ترازهای بالا منجر به رخداد بارش‌های سنگین ایران می‌شود. امینی و همکاران (۱۳۹۲)، در پژوهشی با عنوان تحلیل سینوپتیک سامانه‌های همراه با بارش سنگین و سیل‌زا در حوضه رودخانه کشکان به این نتیجه رسیدند که سیستم به وجود آورنده طوفان‌های شدید منتخب یکسان است و الگوی سامانه‌های ادغامی مدیترانه - سودانی بالاترین بارش را ایجاد کرده است. مصطفایی و همکاران (۱۳۹۴) تحلیل سینوپتیکی بارش‌های شدید و فراگیر در ایران را بررسی کردند. در این پژوهش با هدف شناسایی و طبقه‌بندی الگوهای گردش جوی بارندگی‌های شدید بر روی ایران از داده‌های میانگین روزانه‌ی ارتفاع تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و فشار سطح دریا طی دوره‌ی آماری ۲۰۰۹-۱۹۸۰ استفاده شد. با استفاده از آرایه‌ی S روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) تعداد ۶۰۹ تلاقی مورد مطالعه به پنج مؤلفه‌ی اصلی که مجموعاً ۷۷/۶۳ درصد از کل واریانس داده‌ها را توضیح می‌دهند، کاهش داده شد. سپس به کمک خوشه‌بندی چند هسته‌ای (K- Mean Cluster) همه‌ی روزهای مورد مطالعه به پنج گروه دسته‌بندی و نقشه‌ی ترکیبی هر گروه به عنوان الگوی گردشی کنترل کننده‌ی بارش‌های شدید و فراگیر ایران، ترسیم و ارائه شد. نتایج این بررسی گویای وجود اختلاف در آرایش الگوها، فراوانی تیپ‌های هوا و مسیر حرکت آن‌ها به سوی ایران است. سیل هر ساله درگوشه و کنار کشور جان تعدادی از انسان‌ها را می‌گیرد و هزاران متر مکعب آب شیرین و هزاران تن خاک ارزشمند را از دسترس خارج ساخته و خرابی‌های فراوانی برجای می‌گذارد. سیل آبان ۹۴ استان ایلام و لرستان در ۱۰۰ سال اخیر بی‌سابقه بوده که تخریب گسترده منازل و زیرساخت‌های شهری و جان باختن ۶ نفر را به همراه داشته است. هدف از انجام این پژوهش شناسایی و تجزیه و تحلیل الگوهای گردشی بارندگی سیلابی استان ایلام و لرستان در آبان ماه سال ۹۴ است.

منطقه مورد مطالعه

استان ایلام با مختصات ۳۱ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۱۵ دقیقه عرض شمالی و ۴۵ درجه و ۲۴ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۱۰ دقیقه طول واقع است. بطورکلی نواحی شمال و شمال شرق استان ایلام کوهستانی و نواحی جنوب غرب و غرب استان از اراضی پست و کم ارتفاع تشکیل یافته است.توده هوای غربی از

دریای مدیترانه و دریای سیاه باعث بارندگی‌های پائیزی و زمستانی دراستان می‌شوند و جریانات سودانی و دریای سرخ و صحرای عربستان نیز در بارش‌های زمستانی و بهاری مؤثرند و در تابستان سبب گرم شدن هوا می‌شود. بر اساس اطلاعات و آمار ثبت شده در ایستگاه سینوپتیک ایلام حداکثر مطلق دما ۴۰/۶ درجه سلسیوس و حداقل مطلق دما ۱۲/۶- درجه سلسیوس بوده و میانگین بارندگی سالانه این ایستگاه ۵۹۵ میلی‌متراست. تعداد روزهای یخبندان شهر ایلام به ۲۷روز در سال می‌رسد. استان لرستان با مختصات ۳۲ درجه و ۳۷ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۲۲ دقیقه عرض شمالی و ۴۶ درجه و ۵۱ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۳۰ دقیقه شرقی طول واقع می‌باشد. لرستان سرزمینی کوهستانی است و غیر از چند دشت محدود، سراسر آن را کوه‌های زاگرس پوشانده است. اشترانکوه با ۴۰۵۰ متر ارتفاع بلندترین نقطه استان و پست‌ترین نقطه آن در جنوبی‌ترین ناحیه استان واقع شده و حدود ۵۰۰ متر از سطح دریا ارتفاع دارد. لرستان به لحاظ اقلیم و هواشناسی یک استان چهار فصل است و دارای آب و هوای متنوعی است، این تنوع از شمال به جنوب و از شرق به غرب کاملاً محسوس است. حداکثر دمای ثبت شده ۴۷/۴ درجه سلسیوس و حداقل دمای مطلق ۳۱- درجه سلسیوس (در الیگودرز در سال ۱۹۹۲ میلادی) ثبت شده است. استان لرستان با بارش میانگین سالانه ۵۵۰ تا ۶۰۰ میلی‌متر به طور کلی در استان لرستان سه ناحیه مشخص آب و هوایی، سرد کوهستانی، متعدل مرکزی، گرم جنوبی دیده می‌شود. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱- موقعیت جغرافیای استان‌های ایلام و لرستان

داده‌ها و روش‌ها

طبق آمار سازمان هواشناسی بارندگی که در آبان ۹۴ در غرب کشور رخ داد در ۱۰۰ سال گذشته بی‌نظیر بوده است به طوری که منجر به رخداد سیلاب و وارد آمدن خسارت‌های جانی و مالی زیادی به این منطقه گردید. برای جلوگیری و یا کاهش خسارات ناشی از این بلایای طبیعی نیاز به شناسایی الگوهای جوی این نوع رخدادها می‌باشد تا در هنگام بروز حوادث مشابه در آینده با آمادگی کامل مردم، نهادها و سازمان‌ها با این حوادث برخورد کرد و از بروز خسارات جلوگیری شود. در همه مطالعات سینوپتیکی دو رویکرد اصلی وجود دارد این دو رویکرد را می‌توان رویکرد گردش به محیط و محیط به گردش نامید. تفاوت این دو رویکرد با یکدیگر در روشی است که الگوهای گردشی و محیط سطحی با یکدیگر مرتبط می‌شوند. در رویکرد گردش به محیط، داده‌های محیطی بر اساس الگوهای گردشی ارزیابی می‌شوند اما در رویکرد محیطی به گردشی، الگوهای گردشی باید معیارهایی را که بر اساس متغیرهای محیطی تعیین می‌شوند، تأمین کنند. در این تحقیق از روش همدیدی گردش به محیط استفاده شده است.

در این پژوهش جهت شناسایی سیستم‌های سینوپتیکی و الگوهای گردشی بارش سیلابی ایلام و لرستان، ابتدا داده‌های بارش روزانه ۱۲ ایستگاه سینوپتیک منتخب در دو استان ایلام و لرستان و همچنین نقشه‌های سطح زمین، ترازهای ۸۵۰ و ۵۰۰ از سازمان هواشناسی کشور اخذ گردید. همچنین نقشه‌های امگا در ساعت ۱۲ و ۰۰ UTC با استفاده از داده‌های سایت نوا با نرم‌افزار گردس ترسیم و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نقشه‌های تراز زمین و ترازهای بالا برای یک روز قبل از رخداد بارندگی و روز سیلابی مورد تحلیل و واکاوی قرار گرفت و الگوهای آن‌ها شناسایی شد. در ادامه جهت شناسایی منابع رطوبتی که این سامانه را تغذیه کرده است نقشه‌های وزش رطوبتی سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال مربوط به هر روز با استفاده از نرم‌افزار گردس ترسیم گردیده است. داده‌های مورد نیاز برای ترسیم نقشه‌های وزش رطوبتی منطقه، گرفته شده است. به این صورت که داده‌ها از سایت مرکز پیش‌بینی‌های محیطی آمریکا (NCEP) دریافت و سپس اسکریپت مربوط به وزش رطوبتی تهیه و در نرم‌افزار گردس برای هر روز تهیه گردید. نقشه‌های تهیه شده در محدوده‌ای به طول و عرض جغرافیایی ۱۰ تا ۷۰ درجه برای تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال ترسیم شده است. این نقشه‌ها برای ساعت ۱۲ در روزهای فعالیت سامانه بارشی رسم گردید و مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت.

نتایج تحقیق

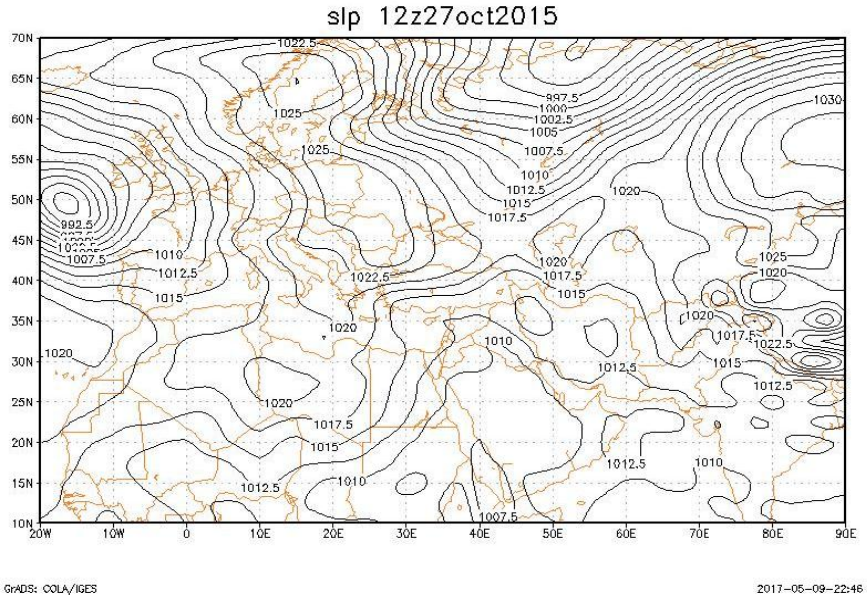
توقف چند روزه یا حرکت کند سامانه باران‌زا از ۲۷ الی ۳۱ اکتبر ۲۰۱۵ در غرب کشور باعث ایجاد سیلاب در دو استان ایلام و لرستان گردید. با توجه به داده‌های بارش روزانه در دو استان مذکور (جدول ۱) و تحلیل نقشه‌های همدیدی در دوره بارش سیلابی نتایج ذیل حاصل گردید.

جدول ۱- آمار بارندگی ایستگاه‌های استان‌های ایلام و لرستان (میلی‌متر)

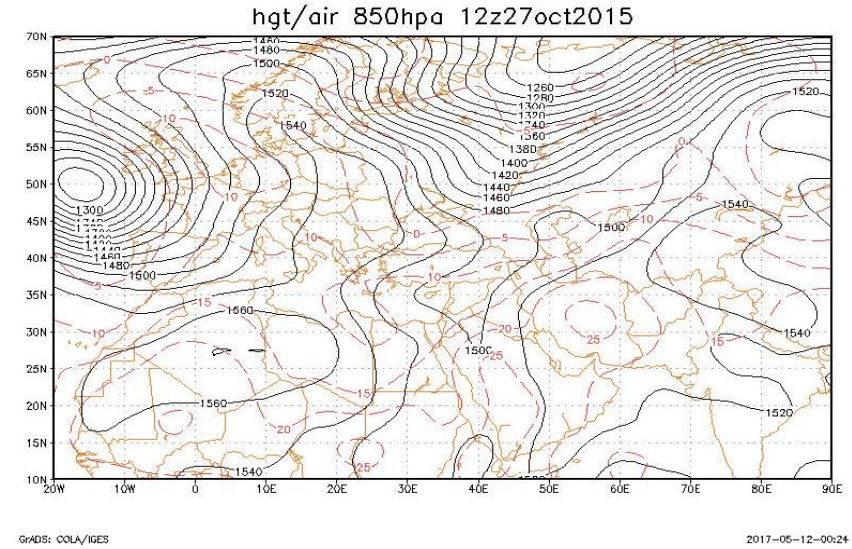
ایستگاه / تاریخ	۲۷ اکتبر	۲۸ اکتبر	۲۹ اکتبر	۳۰ اکتبر	۳۱ اکتبر	بارش تجمعی
ایلام	۶۱,۹	۱۸۸,۴	۷۳,۷	۱,۸	۰	۳۲۵,۸
مهران	۱۵,۶	ـــ	۲۳,۲	۰,۶	۰	۳۹,۴
دهلران	۲۶	۲۵,۳	۷,۷	۲۰,۳	۰	۷۹,۳
دره شهر	۶۶,۴	ـــ	۲۱,۸	۲۴	۰	۱۱۲,۲
ایوان	۳۵,۵	۱۲۱,۸	۴۲,۶	۱۰	۰	۲۰۹,۹
سرابله	۲۹,۳	۱۰۵	۶۴,۱	۳,۷	۵,۱	۲۰۷,۲
آبدانان	۱۶,۲	۶۰,۴	۱۸,۹	۴۶,۸	۰,۶	۱۴۲,۹
لومار	ـــ	۱۳۱,۴	۶۱,۳	۱۲,۴	۰	۲۰۵,۱
الیگودرز	۰	۱,۵	۲۰,۸	۳۹,۷	۴,۲	۶۶,۲
خرم آباد	۱۴,۶	۱۴,۹	۱۰,۷	۲۵,۸	۸,۸	۷۴,۸
درود	۰,۱	۸,۷	۲۶,۸	۳۰,۳	۱۳,۲	۷۹,۱
بروجرد	ـــ	۲۳,۱	۲۷,۷	۲۴,۸	۴,۳	۷۹,۹

وضعیت فشار سطح دریا، تراز ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال و وزش رطوبتی طی رویداد بارش از ۲۷ اکتبر تا ۱ نوامبر ۲۰۱۵

نقشه‌های همدیدی در روز ۲۷ اکتبر نشان می‌دهند که یک کم فشار جنوبی با هسته ۱۰۰۸ هکتوپاسکال بر روی کشور عربستان و عراق مستقر بوده که زبانه آن با خطوط هم فشار ۱۰۱۲ هکتوپاسکال تا جنوب و غرب ایران گسترش یافته است و کم کم کل ایران را تحت تأثیر خود قرار می‌دهد. در این شکل همچنین یک پرفشار با منحنی ۱۰۲۴ هکتوپاسکال در مرکز اروپا و یک کم فشار (۱۰۰۸ هکتوپاسکال) در شمال اروپا را نشان می‌دهد (شکل ۲)، که این کم فشار با ناوه عمیقی در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکالی همراه می‌باشد. در این روز گرادیان دما بین شمال و جنوب ایران به ۵ درجه سلسیوس می‌رسد (شکل ۳).

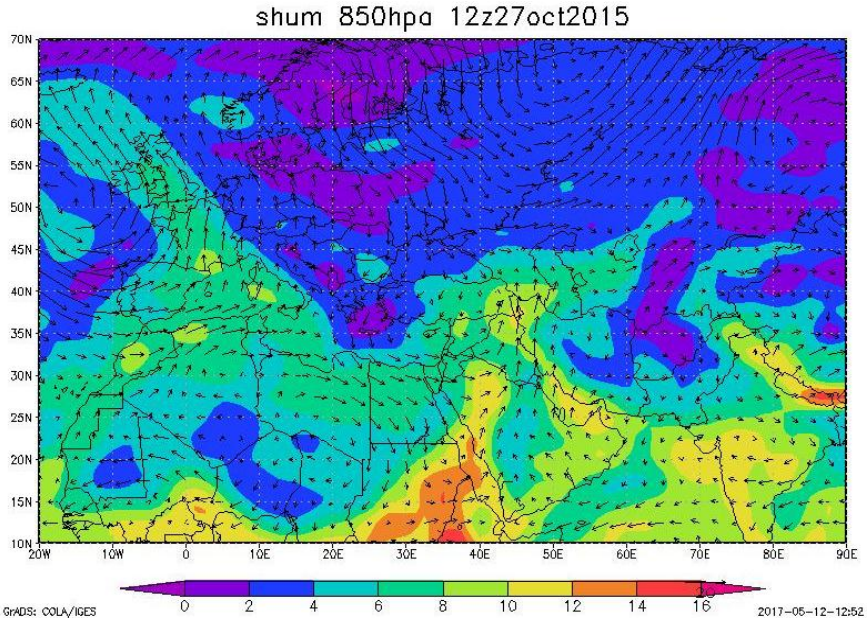


شکل ۲ – نقشه سطح زمین ساعت ۱۲ UTC روز ۲۷ اکتبر ۲۰۱۵



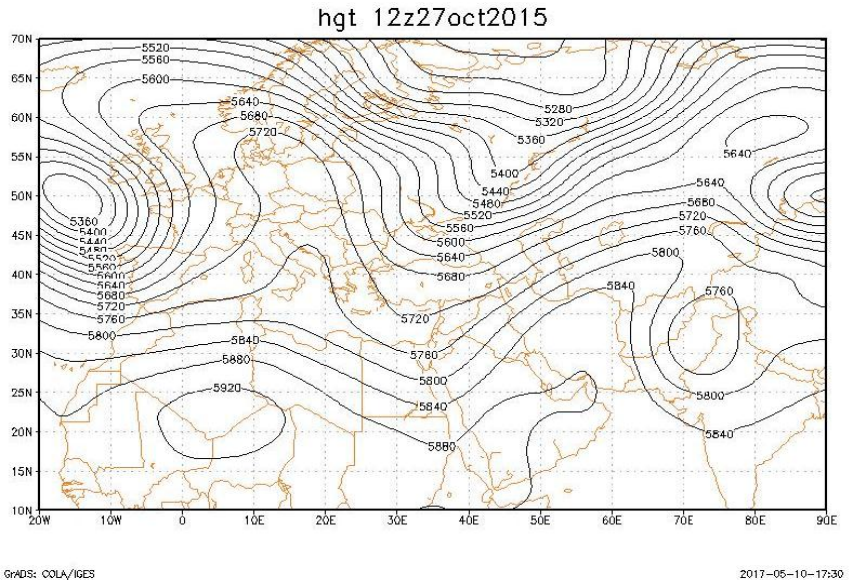
شکل ۳– نقشه تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال ساعت ۱۲ UTC روز ۲۷ اکتبر ۲۰۱۵ (ارتفاع بر حسب ژئوپتانسیل متر و دما برحسب درجه سلسیوس)

در این روز (۲۷ اکتبر) پشته با ارتفاع ۵۸۴۰ متر در سطح ۵۰۰ هکتو پاسکال بر روی ایران بسته شده است (شکل ۵) و از طرفی بادهای غربی با ناوه‌ی نسبتاً عمیق در عرض ۶۰ درجه شمالی و ۵۰ درجه شرقی قرار گرفته که زبانه آن تا عرض ۲۰ درجه امتداد دارد. عمق این فرود حدود۴۰ درجه و اختلاف ارتفاع آن ۵۶۰ متر می‌باشد (شکل ۳).



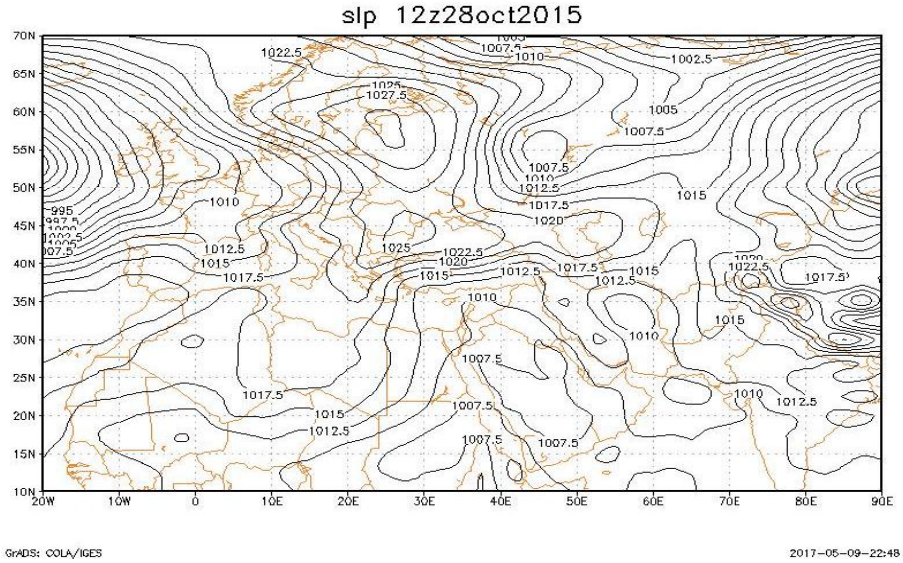
شکل ٤- نقشه وزش رطوبتی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال ساعت ۱۲ UTC روز ۲۷ اکتبر ۲۰۱۵

همانطور که در نقشه فرارفت رطوبت روز ۲۷ اکتبر (شکل ۴) مشاهده می‌شود یک مرکز واچرخندی بر روی دریای عمان و خلیج فارس تشکیل شده است که رطوبت را از روی دریای عمان و عرب به سمت جنوب و جنوب غربی ایران هدایت می‌کند همچنین مرکز چرخندی دیگری بر روی مدیترانه تشکیل گردیده است که رطوبت دریای مدیترانه و سیاه را به سمت غرب و جنوب غرب ایران می‌فرستد. یعنی این دو مرکز رطوبت دریاهای جنوبی، غربی و شمال غربی کشور را بر روی این استان‌ها متمرکز کرده و سیستم‌های جوی از لحاظ رطوبتی کاملاً تغذیه شده‌اند.

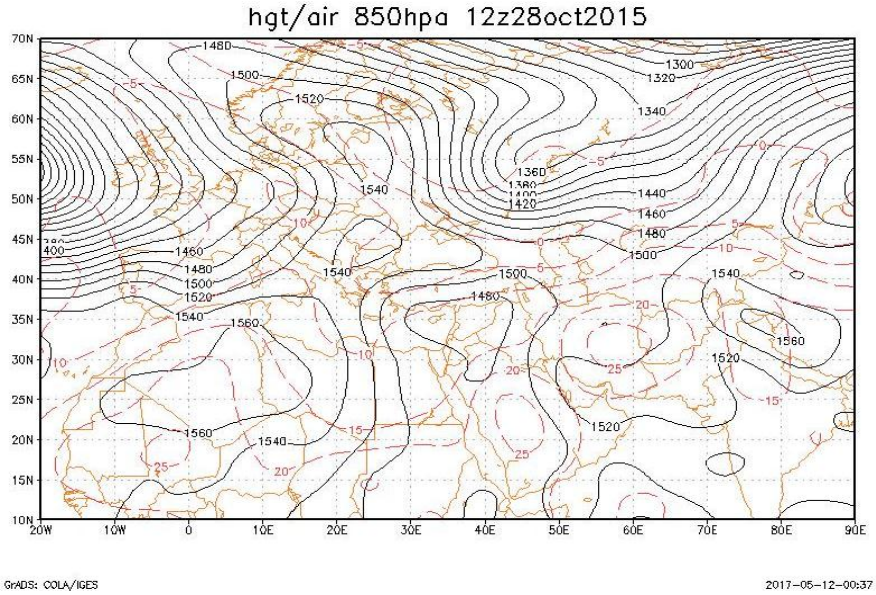


شکل ۵ – نقشه سطح ۵۰۰ هکتو پاسکال در ساعت ۱۲ UTC روز ۲۷ اکتبر ۲۰۱۵ (ارتفاع بر حسب ژئوپتانسیل متر)

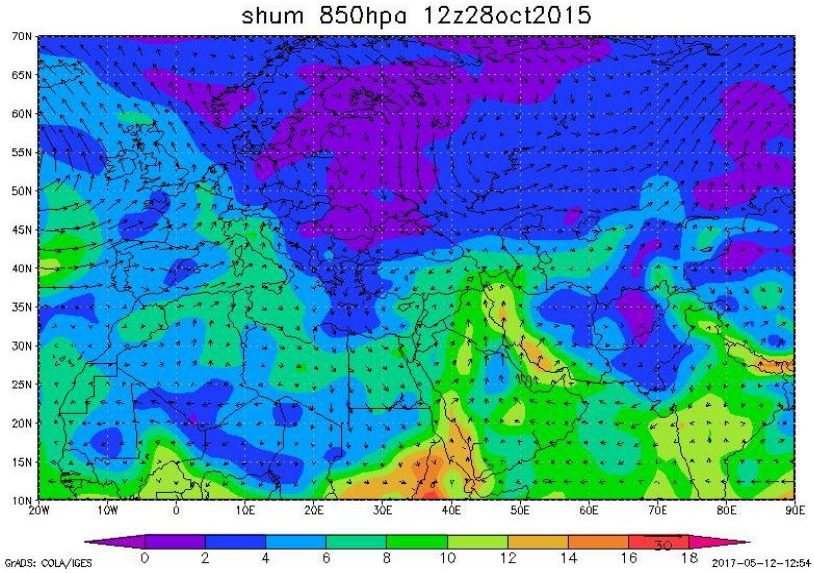
در روز ۲۸ اکتبربر روی نقشه سطح زمین از جنوب کشور عربستان (۱۰ درجه شمالی و ۴۰ درجه شرقی) کم‌فشاری با خطوط هم فشار ۱۰۰۸ هکتو پاسکال تحت تأثیر دریای عرب و دریای سرخ تقویت شده و تا شمال کشور عراق و مرزهای غربی ایران گسترش یافته و باعث تقویت سامانه کم فشار مستقر در مرزهای غربی ایران می‌گردد. همزمان با این وضعیت پر فشار مستقر بر روی ارتفاعات البرز و دشت‌های میانی کشور باعث کندی حرکت سامانه ناپایدار و ماندگاری بیشتر این سامانه گردید. بطوریکه بیشترین حجم بارش سامانه مذکور در روز دوم فعالیت بوده که با توجه به ویژگی‌های فوق و شرایط همرفتی شاهد سیل و وقوع بارش سنگین بودیم. پر فشار بر روی اروپا حرکت شرق سوی خود را ادامه داده و همچنان تأثیری بر روی ایران ندارد (شکل۶). نقشه ۸۵۰ هکتوپاسکالی (شکل ۷) ریزش هوای سرد از عرض‌های شمالی را نشان می‌دهد. (پر بند همدمای ۱۰ درجه در نوار شمالی).



شکل ٦ – نقشه سطح زمین در ساعت ۱۲ UTC روز ۲۸ اکتبر ۲۰۱۵

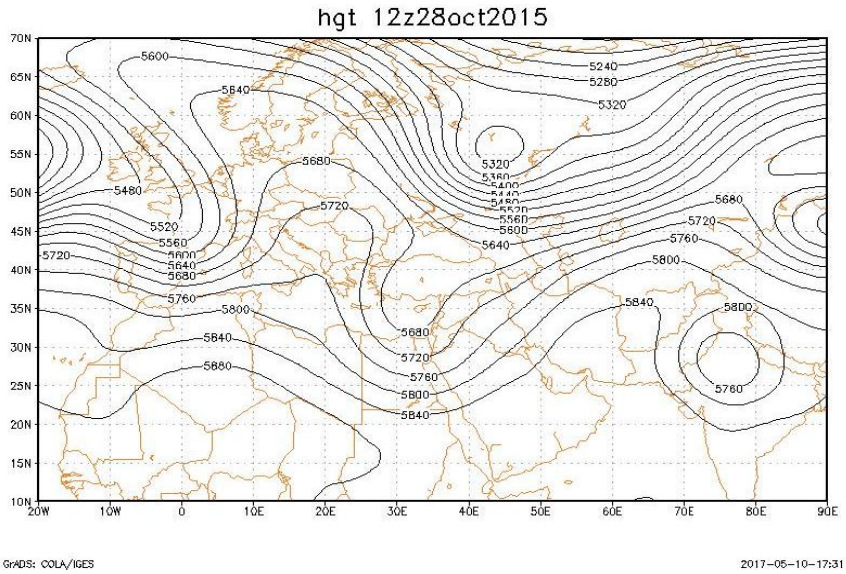


شکل ۷- نقشه تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال ساعت ۱۲ UTC روز ۲۸ اکتبر ۲۰۱۵ (ارتفاع بر حسب ژئوپتانسیل متر و دما برحسب درجه سلسیوس)



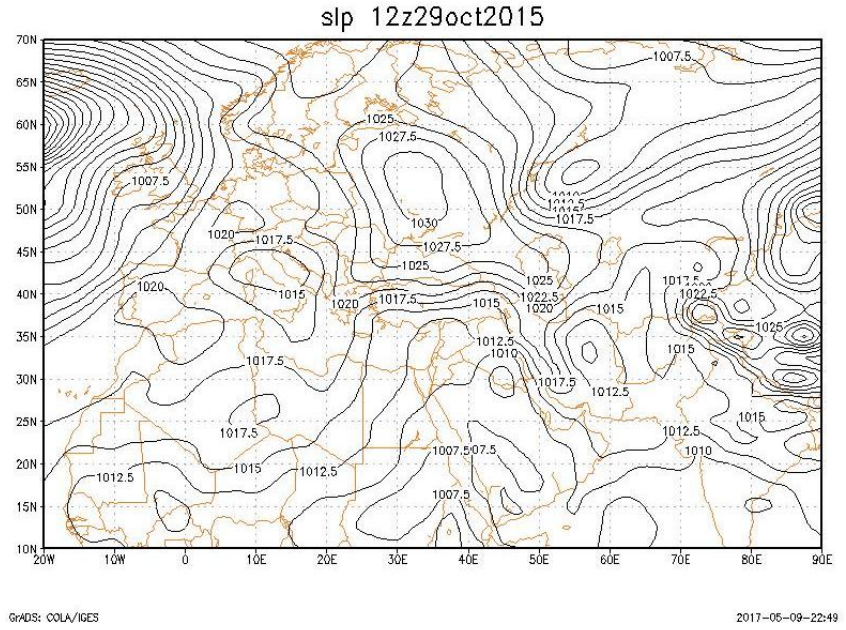
شکل ۸- نقشه وزش رطوبتی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال ساعت ۱۲ UTC روز ۲۸ اکتبر ۲۰۱۵

نقشه رطوبتی روز ۲۸ اکتبر (شکل ۸) هم شبیه روز قبل است با این تفاوت که مراکز آن‌ها کمی به طرف شرق منتقل شده‌اند. منبع رطوبتی سامانه‌های بارشی این روز هم دریای عمان، خلیج فارس، دریای عرب، دریای مدیترانه و سیاه هستند. موقعیت قرارگیری این سامانه‌ها باعث شده است که رطوبت زیادی به این استان‌ها برسد و باعث بارندگی سنگین در این مناطق شود. در نقشه ۵۰۰ هکتوپاسکالی روز ۲۸ اکتبر (شکل ۹) فراز قرار گرفته بر روی ایران در حال تضعیف شدن است و از طرفی ناوه بر روی کشور ترکیه، مدیترانه و شمال عراق در حال پیشروی بوده بطوریکه زبانه آن از شمال غرب کشور در حال وارد شدن به ایران می‌باشد. ناوه در حال تقویت با خطوط کنتوری ۵۶۸ و شرق سوی به سمت شمال و شمال غرب کشور حرکت کرده که امتداد آن تا ۲۲ درجه شمالی گسترش دارد.

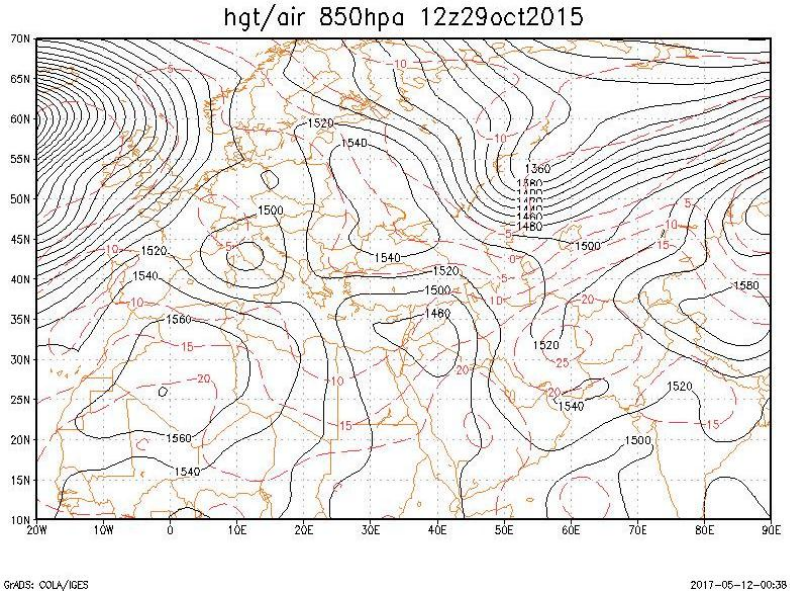


شکل ۹- نقشه سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال در ساعت ۱۲ UTC روز ۲۸ اکتبر ۲۰۱۵ (ارتفاع بر حسب ژئوپتانسیل متر)

در نقشه سطح زمین در ۲۹ اکتبر پر فشار به شمال و شمال غربی نفوذ کرده و از طرفی کم فشار جنوبی با همان هسته ۱۰۰۴ بر روی غرب کشور و با زبانه ۱۰۰۸ و ۱۰۱۲ فعال است (شکل ۱۰). که این کم فشار با ناوه عمیقی در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکالی همراه بوده و گرادیان دما بین شمال و جنوب ایران به ۱۵ درجه سیلسیوس می‌رسد (شکل ۱۱).

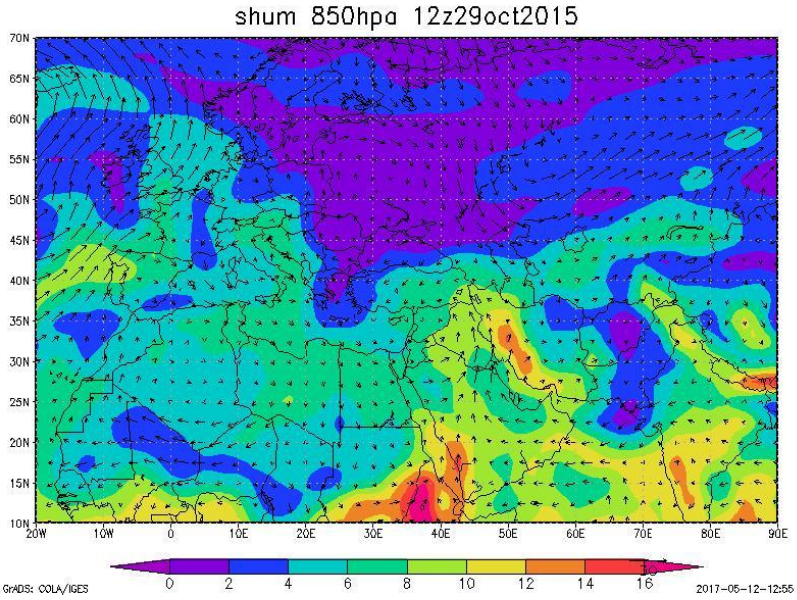


شکل ۱۰- نقشه سطح زمین در ساعت ۱۲ UTC روز ۲۹ اکتبر ۲۰۱۵



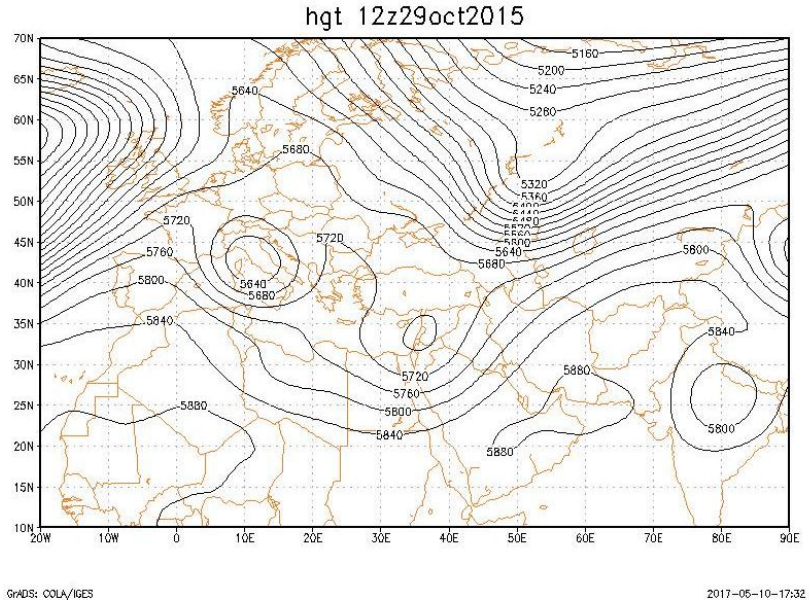
شکل ۱۱- نقشه تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال ساعت ۱۲ UTC ۲۹ اکتبر ۲۰۱۵ (ارتفاع بر حسب ژئوپتانسیل متر و دما برحسب درجه سلسیوس)

توپوگرافی نقشه ۵۰۰ هکتوپاسکالی در این روز حاکی از آن است که ناوه با تغییرات کم نسبت به روز قبل در حال تقویت بوده و حرکت سیستم آنچنان سریع نمی‌باشد. در جنوب غرب کشور فراز همچنان حاکم می‌باشد (شکل ۱۳).



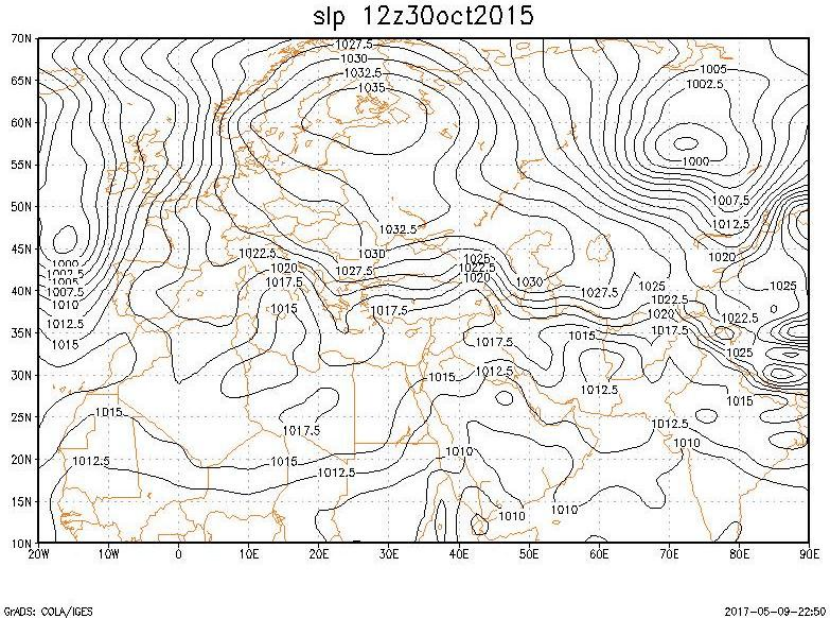
شکل ۱۲- نقشه وزش رطوبتی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال ساعت ۱۲ روز ۲۹ اکتبر

نقشه رطوبتی روز ۲۹ اکتبر(شکل ۱۲) نشان می‌دهد که رطوبت دریاهای جنوبی کشور و مدیترانه و سیاه بر روی نواحی غربی جنوب غربی کشور خصوصاً این استان‌ها متمرکز شود و سامانه‌های جوی را سرشار از رطوبت کند.

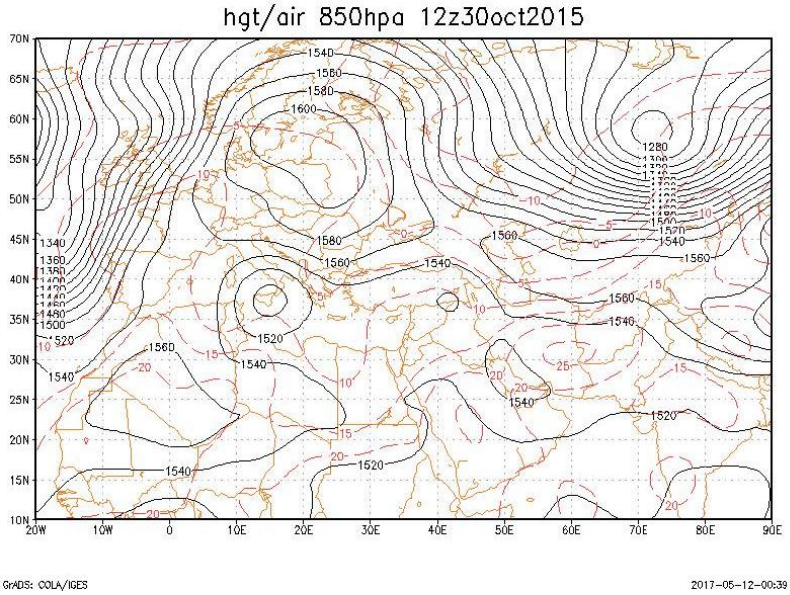


شکل ۱۳ – نقشه سطح ۵۰۰ هکتو پاسکال در ساعت ۱۲ UTC روز ۲۹اکتبر ۲۰۱۵ (ارتفاع بر حسب ژئوپتانسیل متر)

۳۰ اکتبر در سطح زمین پرفشار با خطوط هم فشار ۱۰۳۶ نفوذش به نواحی شمالی کشور بیشتر شده و آنرا کاملاً تحت تأثیر فعالیت خود قرار می‌دهد و به همراه خود و با ریزش سرما از عرض‌های بالا سبب افت دما در شمال کشور می‌شود (شکل ۱۴). در تراز ۸۵۰ هکتو پاسکال این روز گرادیان دما حدود ۱۵ درجه سلسیوس بوده و هوای سرد به عرض‌های جنوبی‌تر منتقل گردیده و ناوه در غرب ایران (۱۵۱ ژئوپتانسیل دکامتر) که مرکز آن (۱۳۶ ژئوپتانسیل دکامتر) بر روی شمال شرق مدیترانه بسته شده است. (شکل ۱۵)

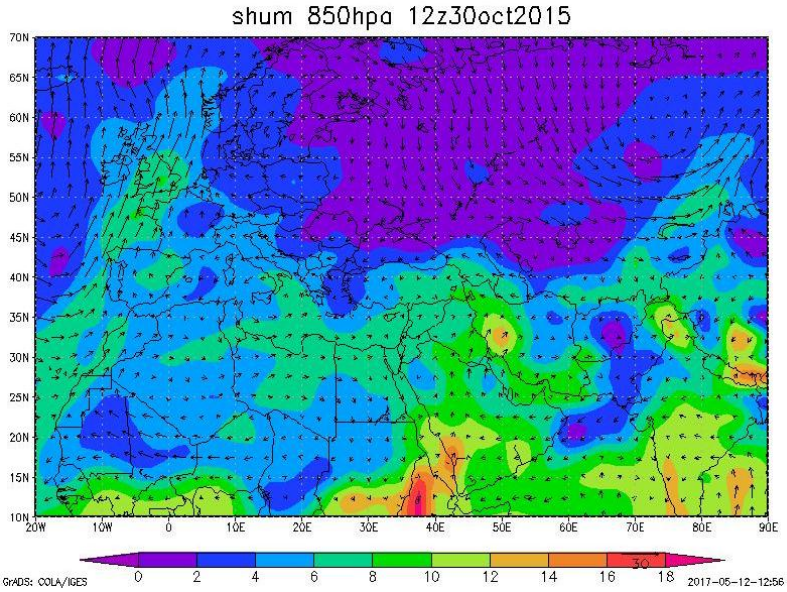


شکل ١٤– نقشه سطح زمین در ساعت ۱۲ UTC روز۳۰اکتبر ۲۰۱۵

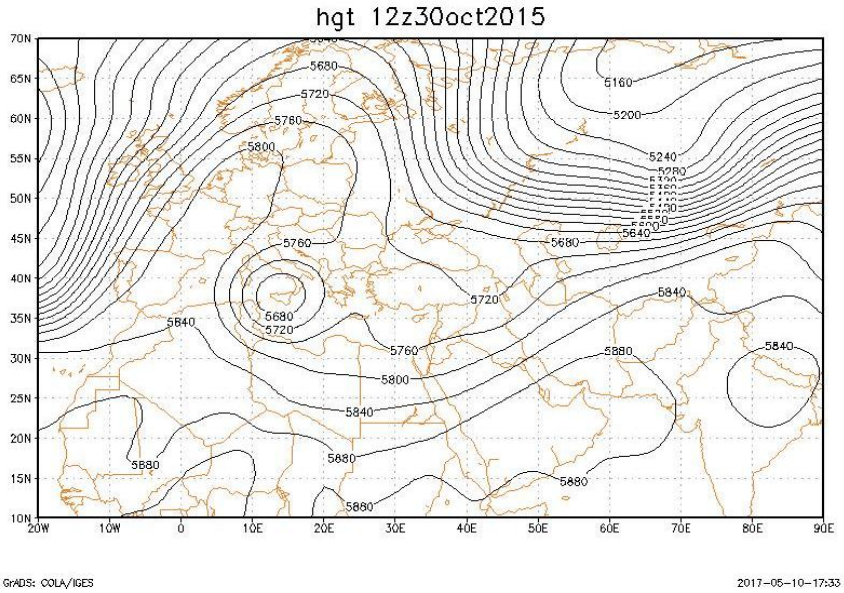


شکل ۱۵– نقشه‌های ۸۵۰ هکتوپاسکال ساعت ۱۲ روز ۳۰ اکتبر ۲۰۱۵ (ارتفاع بر حسب ژئوپتانسیل متر و دما برحسب درجه سلسیوس)

در سطح ۵۰۰ هکتو پاسکالی ناوه در حال حرکت و تأثیر گذاری روی نیمه شمالی بوده و در جنوب غرب کشور یک پر ارتفاع (فراز) قرار گرفته است. نقشه‌های ۸۵۰ هکتوپاسکالی استقرار توده هوای سرد را در نیمه شمالی کشور نشان می‌دهد. در نقشه فرارفت رطوبتی روز ۳۰ اکتبر (شکل۱۶) دو مرکز در روی تنگه هرمز و ایران مرکزی شکل گرفته و رطوبت دریای عمان و خلیج فارس را به سمت جنوب غرب کشور ارسال می‌کند و یک مرکز هم بر روی دریای سیاه و دیگری بر روی مدیترانه شکل گرفته و رطوبت این دریاها و دریای سرخ هم به طرف غرب روانه می‌شود و سامانه‌ها را سرشار از رطوبت می‌کند.

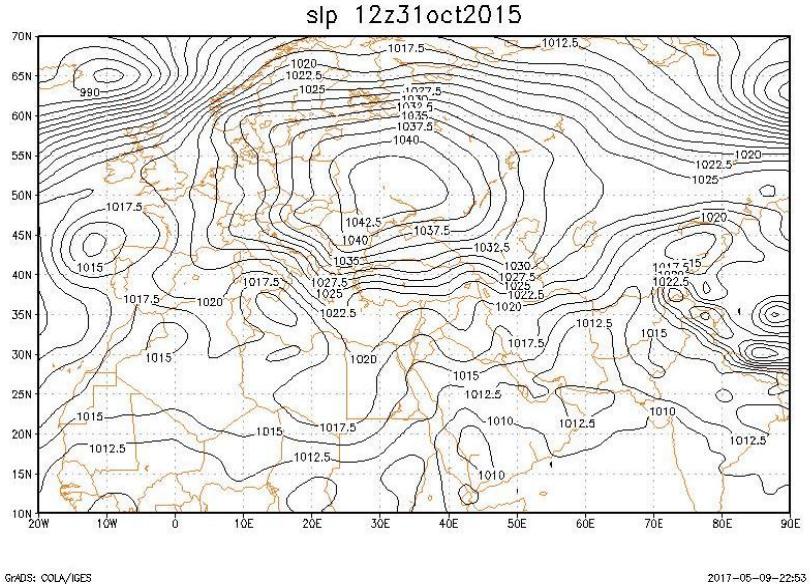


شکل ١٦– نقشه وزش رطوبتی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال ساعت ۱۲ روز ۳۰اکتبر ۲۰۱۵



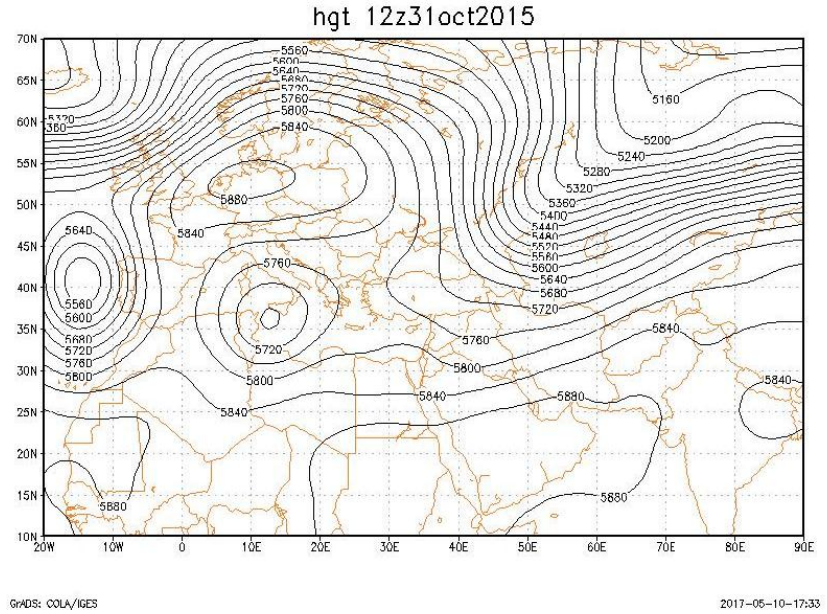
شکل ۱۷ –نقشه سطح ۵۰۰ هکتو پاسکال در ساعت ۱۲ UTC روز ۳۰اکتبر۲۰۱۵ (ارتفاع بر حسب ژئوپتانسیل متر)

روز ۳۱ اکتبر در سطح زمین پر فشار بر روی اروپا تقویت شده و با خطوط هم فشار ۱۰۴۴ هکتوپاسکال و با گرادیان فشاری شدیدتر بر روی نیمه شمالی کشور با زبانه‌های ۱۰۲۴ و ۱۰۲۸ هکتوپاسکال قرار داشته و نیمه شمالی و غرب ایران را تحت تأثیر خود قرار داده است. در نوار جنوبی زبانه کم فشار همچنان فعال است (شکل۱۸).

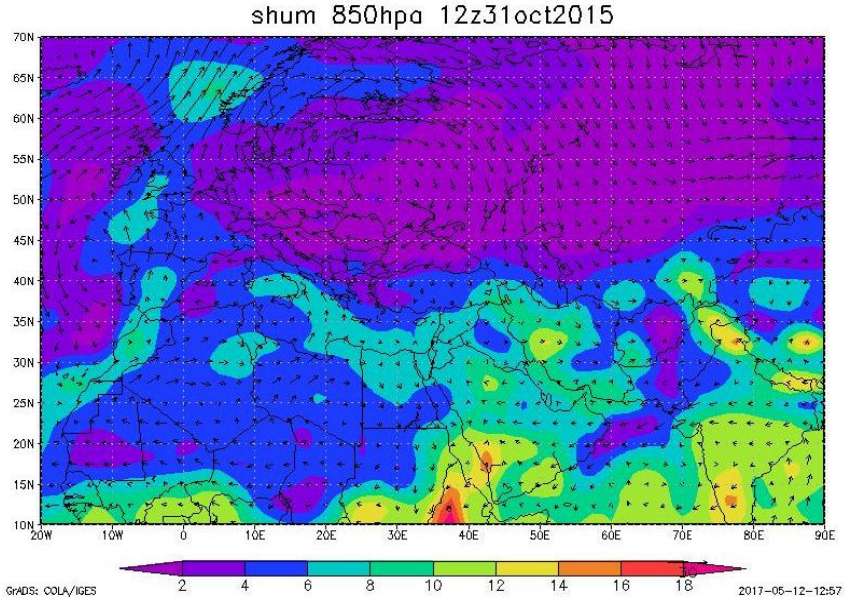


شکل ۱۸–نقشه سطح زمین در ساعت ۱۲ UTC روز۳۱اکتبر ۲۰۱۵

آرایش توپوگرافی ۵۰۰ هکتوپاسکال نسبت به روز قبل تغییر کرده و حرکت شرق سوی خود ادامه داده و فراز در جنوب غرب کشور تضعیف و از تأثیرات آن کاسته شده است (شکل۱۹).



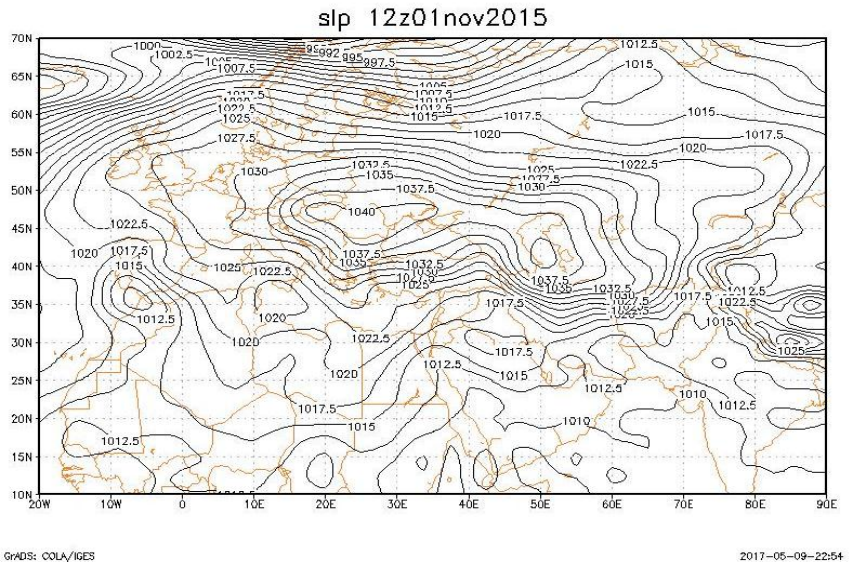
شکل ۱۹– نقشه سطح ۵۰۰ هکتو پاسکال در ساعت ۱۲ UTC روز ۳۱اکتبر ۲۰۱۵ (ارتفاع بر حسب ژئوپتانسیل متر)



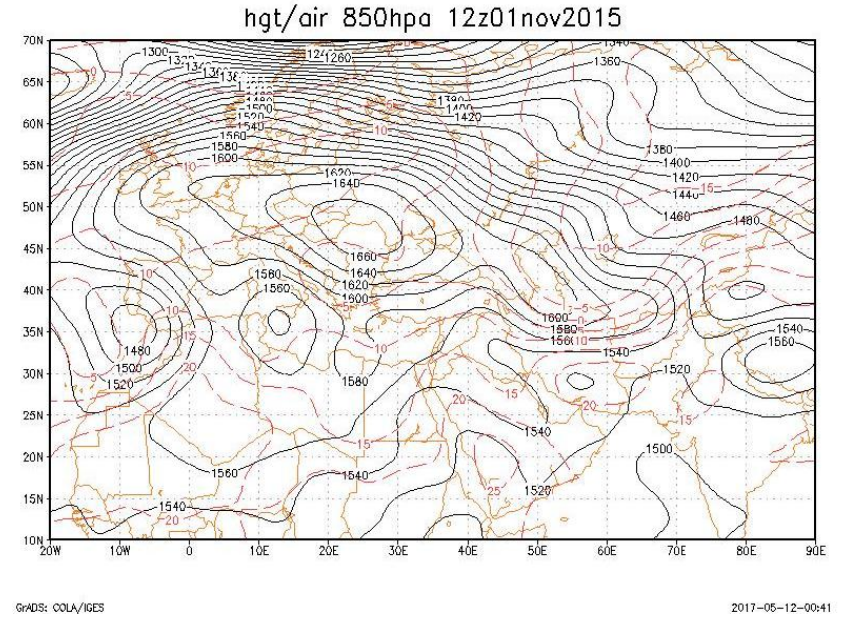
شکل ۲۰– نقشه وزش رطوبتی روز ۳۱اکتبر تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال.

در نقشه وزش رطوبتی روز ۳۱ اکتبر(شکل۲۰) مرکز این سامانه‌ها به طرف استوا کشیده می‌شود. در این روز هم بر روی مناطق مورد مطالعه وزش رطوبتی وجود دارد ولی با شدت کمتر.در روز ۱ نوامبر در سطح زمین پرفشار با خطوط هم فشار ۱۰۴۰ با گرادیان‌های فشاری قوی نیمه شمالی ایران را در بر گرفته و سبب افت دما شده است از طرفی سامانه کم فشار از

فعالیتش کاسته شده است (شکل ۲۱). در سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال در سطح ۸۵۰ هکتوپاسکالی فراز بر روی اروپا تقویت شده و سبب ایجاد گرادیان شدید دمایی در شمال ایران و افت محسوس و استقرار ایزوترم صفر درجه و پایداری هوا گردیده است (شکل۲۲).

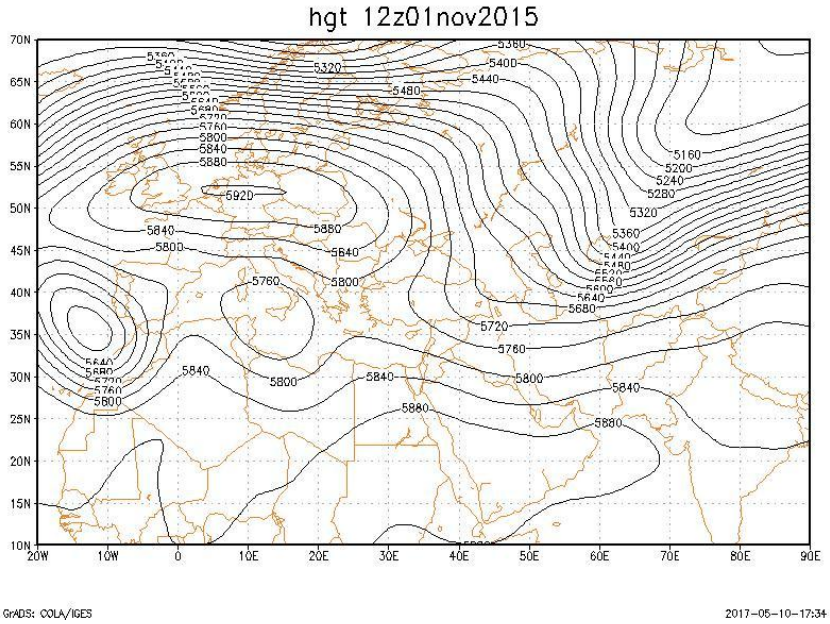


شکل ۲۱– نقشه سطح زمین در ساعت ۱۲ UTC روز ۱ نوامبر ۲۰۱۵

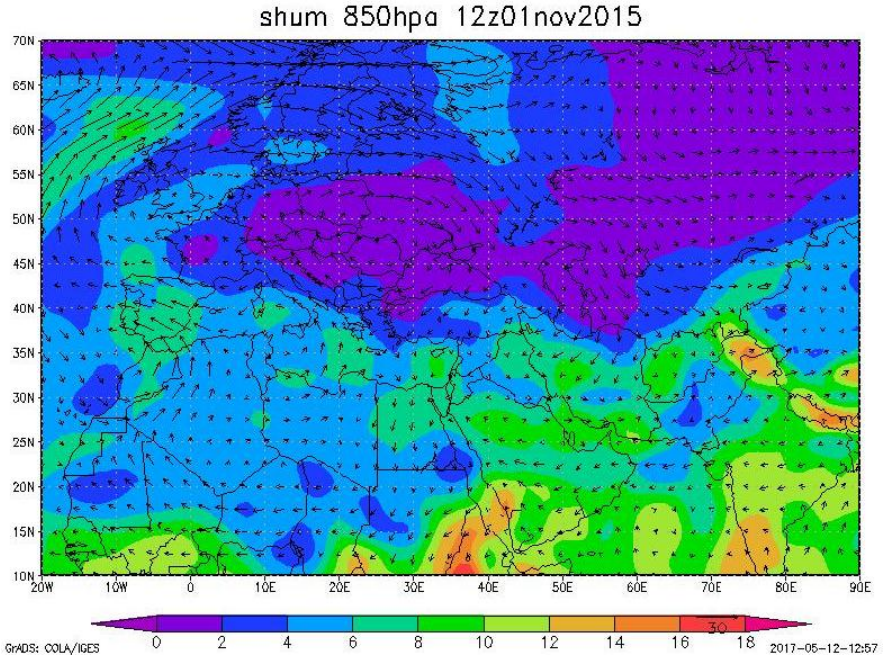


شکل ۲۲– نقشه تراز ۸۵۰ هکتو پاسکال ساعت ۱۲ نوامبر۲۰۱۵ (ارتفاع بر حسب ژئوپتانسیل متر و دما برحسب درجه سلسیوس)

در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال تمرکز فعالیت ناوه بر روی شمال شرقی و شرق کشور بر بخش‌هایی از جنوب غرب بوده و در حال گذر از ایران است (شکل۲۳).



شکل ۲۳– نقشه سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال در ساعت ۱۲ UTC روز ۱ نوامبر ۲۰۱۵ (ارتفاع بر حسب ژئوپتانسیل متر)



شکل ۲٤– نقشه وزش رطوبتی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال روز ۱ نوامبر۲۰۱۵

در روز۱ نوامبر فرارفت رطوبتی غالب بیشتر از شمال کشور به سمت جنوب است و از شدت کمی برخوردار است و از سمت دریاهای جنوب کشور و غرب کمتر به مناطق مورد نظر ارسال می‌شود. در این روز چون از مقدار رطوبت بر روی این استان‌ها کاسته شده است میزان بارش هم کم شده است (شکل۲۴).

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که ناوه قطبی به سمت عرض‌های پایین کشیده شده است و باعث ریزش هوای سرد عرض‌های بالایی بر روی ایران و مناطق غربی کشور شده است از طرف دیگر ناوه عمیق تحت تأثیر دریای عرب و دریای سرخ تقویت شده و تا شمال کشور عراق و مرزهای غربی ایران گسترش یافته و این باعث تقویت سامانه کم فشار مستقر در مرزهای غربی ایران گردیده است. از یک سو چرخندهای مدیترانه‌ای به قلمرو ایران وارد می‌شوند و از سوی دیگر استقرار واچرخند بر روی دریای عرب سبب برقراری جریان قطاع گرم و مرطوب به قطاع گرم سامانه‌های باران‌زا و احیای آن می‌شود. همزمان با این وضعیت پرفشار مستقر بر روی ارتفاعات البرز و دشت‌های میانی کشور باعث کندی حرکت سامانه ناپایدار و ماندگاری بیشتر این سامانه گردید. فرود دریای سرخ با استقرار در تراز میانی جو همراه بوده و امکان صعود عمیق و تشکیل ابر و بارش را فراهم کرده و ایجاد بارش‌های سنگین و سیل‌آسا در غرب را به همراه داشته است. در نقشه وزش رطوبتی مشاهده می‌شود یک مرکز واچرخندی بر روی دریای عمان و خلیج فارس تشکیل شده است که رطوبت را از روی دریای عمان و عرب به سمت جنوب و جنوب غربی ایران هدایت می‌کند همچنین مرکز چرخندی دیگری بر روی مدیترانه تشکیل گردیده است که رطوبت دریای مدیترانه و سیاه را به سمت غرب و جنوب غرب ایران می‌فرستد. یعنی این دو مرکز رطوبت دریاهای جنوبی، غربی و شمال غربی کشور را بر روی این استان‌ها متمرکز کرده و سیستم‌های جوی از لحاظ رطوبتی کاملاً تغذیه شده‌اند. بیشترین حجم بارش سامانه مذکور در روز دوم فعالیت بوده که با توجه به ویژگی‌های فوق و شرایط همرفتی شاهد بارش سنگین و وقوع سیل که در نوع خود بی‌سابقه می‌باشد. در مورخ ۹۴/۸/۷ میزان ۱۸۸/۴ میلی‌متر بارندگی در طی ۸ ساعت در شهر ایلام به وقوع پیوست. این بارندگی در نوع خود بی‌سابقه بوده بطوریکه در بررسی آمارهای موجود مشخص گردید که بیشترین بارش ۲۴ ساعته در شهر ایلام تاکنون ۱۸۲/۸ میلی‌متر بوده که این میزان بارش در طول ۲۴ ساعت و در تاریخ ۸۴/۱۱/۱۴ به وقوع پیوسته است. در حالیکه در مورخ ۹۴/۸/۷ میزان ۱۸۸/۴ میلی‌متر بارندگی به وقوع پیوست اما اختلاف میزان بارش روز هفتم آبان ماه ۹۴ با چهاردهم بهمن ۸۴ در زمان بارندگی می‌باشد بطوریکه چهاردهم بهمن ماه میزان بارندگی در طول ۲۴ ساعت بوده اما روز هفتم آبان ماه کل بارش روزانه در طی ۸ ساعت به وقوع پیوست. بطوریکه در طول دو ساعت بیش از ۵۰ میلی‌متر بارش حادث گردید. لذا به علت شدت بارش زیاد در مدت کم سیل شهر ایلام به وقوع پیوست.

منابع

۱- اشجعی باشکند، محمد (۱۳۷۹)، بررسی و ارائه مدل‌های سینوپتیکی بارش‌های سنگین در شمال غرب ایران، استاد راهنما: دکتر محمد خیراندیش. استاد مشاور: مهندس احمد نوحی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس. دانشکده منابع طبیعی. گروه هواشناسی.

۲- امیدوار(۱۳۸۴)، بررسی و تحلیل شرایط سینوپتیکی و ترمودینامیکی رخداد بارش در منطقه شیرکوه، مجله پژوهش‌های جغرافیایی-شماره ۵۹، بهار۱۳۸۶، صص ۸۱-۸۹.

۳- امینی، میترا، لشکری، حسن، کرمپور، مصطفی، حجتی، زهرا (۱۳۹۲)، تحلیل سینوپتیک سامانه‌های همراه با بارش سنگین و سیل‌زا در حوضه رودخانه کشکان برای دوره آماری (۱۳۸۴-۱۳۵۰)، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی، شماره ۴۳، ص ۱۷.

۴- عطایی، هوشمند (۱۳۸۸)، بررسی الگوهای گردشی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در سال‌های کم بارش ایران، جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، شماره ۱.

۵- محمدی، بختیار و مسعودیان، سید ابوالفضل (۱۳۸۹)، تحلیل همدید بارش‌های سنگین ایران، مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۱۹، سال ۱۳۸۹.

۶- مسعودیان، سید ابوالفضل (۱۳۸۴)، شناسایی الگوهای گردشی پدید آورنده سیلاب‌های بزرگ در کارون، مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۵.

۷- مسعودیان، سید ابوالفضل (۱۳۸۵)، اقلیم‌شناسی همدید: انتشارات دانشگاه اصفهان.

۸- مسعودیان، سید ابوالفضل (۱۳۹۰)، آب و هوای ایران: انتشارات شریعه توس مشهد.

۹- مصطفائی حسن، علیجانی بهلول، سلیقه محمد (۱۳۹۴)، تحلیل سینوپتیکی بارش‌های شدید و فراگیر در ایران، نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال دوم، شماره ۴، ص۶۵-۷۶.

10- Alijani B, J Brien, B. Yarnal, (2007),Spatial analysis of precipitation intensity and concentration in Iran.Theor. Appl. Climatol.

11- Chad Furl, Hatim O. Sharif, Almoutaz El Hassan, NewfelMazari, Daniel Burtch, and Gretchen L. Mullendore, 2015: Hydro meteorological Analysis of Tropical Storm Hermine and Central Texas Flash Flooding, September 2010. J. Hydrometeor, 16, 2311–2327.

12- Matlik, olga. piia, Post (2008), synoptic weather types that have caused heavy precipitation in Estonia in the period 1961-2005", Estonian journal of engineering, pp: 195-2008.

13- Robert R. Gillies, Shih-Yu Wang, and Marty R. Booth, 2012: Observational and Synoptic Analyses of the Winter Precipitation Regime Change over Utah. J. Climate, 25, 4679–4698.