



Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره سی و ششم، زمستان ۱۳۹۹

صص ۱۷۸-۱۶۱

doi: <https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.67780.1003>

مقاله پژوهشی

واکاوی همدیدی بارش سنگین مورخ ۲۸ اسفند ۱۳۹۷ شهر مینودشت

مهدی فروتن- دانش آموخته کارشناسی ارشد رشته آب و هواشناسی سینوپتیک، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

برومند صلاحی^۱ - استاد گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۹/۲۵ تاریخ بازنگری: ۱۳۹۹/۱۱/۲۱ تاریخ تصویب: ۱۳۹۹/۱۲/۷

چکیده

بارش‌های سنگین حاصل از الگوهای جوی بسته به وسعت فعالیت و بازه‌ی زمانی رخداد آن می‌تواند حوادث و پیامدهای ناگواری مانند وقوع سیل به همراه داشته باشند. پژوهش حاضر به منظور تحلیل همدید بارش سنگین ۱۷۱/۵ میلی‌متری منجر به سیل در شهر مینودشت روز ۲۸ اسفندماه سال ۱۳۹۷ نگارش یافته است. دیدگاه این تحقیق محیطی به گردشی بوده و نخست مقدار بارش ایستگاه زمینی مینودشت مشخص شد و با دریافت داده‌های سطوح فوقانی اتمسفر از وبسایت مرکز ملی پیش‌بینی محیطی (NCEP/NCAR) و تحلیل آن‌ها علت رخداد بارش سنگین آشکار شد. به منظور بررسی شرایط همدید، با استفاده از محیط نرم‌افزار گِردس به ترسیم نقشه‌های فشار سطح تراز دریا، و در سطوح فوقانی جو، ارتفاع ژئوپتانسیل، بردار باد، تاوایی، امگا، ضخامت، پیچانه و وزش رطوبتی (تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال) پرداخته شد. نتایج حاصل از تحلیل نقشه‌ها نشان دادند در زمان وقوع بارش سنگین سامانه‌های پرفشاری در مغولستان و جنوب چین تشکیل یافته و شیب گرادیان فشار و جبهه شدیدی با سیستم کم‌فشار حاکم بر روی مینودشت ایجاد کرده است. در سطوح فوقانی جو وجود بلوکینگ کم‌فشار بریده همچون مانعی بر سر راه بادهای غربی قرار گرفته و باعث ریزش جریان بادهای غربی به سمت منطقه مورد مطالعه شده است. علاوه بر این ضخامت زیاد جو منطقه مورد مطالعه و حاکمیت مقدار پیچانه منفی به ناپایداری هوا منجر شده و وجود هسته‌های مثبت تاوایی و امگای منفی نشان‌دهنده جوی ناپایدار در روزهای مورد بررسی در منطقه مورد مطالعه بوده است. هم‌چنین تغذیه رطوبتی از منابع رطوبتی مانند دریای خزر، آرال، دریای سیاه و مدیترانه شرایط ویژه‌ای را برای ریزش شدید بارش فراهم آورده است.

کلیدواژه‌ها: تحلیل همدید، بارش سنگین، مینودشت.

۱- مقدمه

بارش یک عنصر پراهمیت و مؤثر بر جامعه و فعالیت‌های بشری می‌باشد طوری که در تمامی برنامه‌ریزی‌های محیطی و اقتصادی رکن اصلی تحقیقات به حساب می‌آید (قادری و علیجانی، ۱۳۸۹)؛ بنابراین با شناسایی الگوهای سینوپتیکی مؤثر می‌توان بارش‌های سنگین و فراگیر را پیش‌بینی نمود (باعقیده و همکاران، ۱۳۹۱).

مطالعات فراوانی در رابطه با تحلیل سینوپتیک وقوع بارش‌های سنگین در دنیا به عمل آمده است. روبرت^۱ و همکاران (۱۹۹۸) ارتباط الگوهای شرایط جو بالا با وقوع بارش‌های سنگین تابستان در ایالت یوتا را مورد مطالعه قرار دادند و به این نتیجه رسیدند در ایجاد بارش‌های سنگین انتقال رطوبت از اقیانوس اطلس نقش مهمی داشته است. لاکمن^۲ و جیاکوم^۳ (۱۹۹۹) بارش‌های سنگین فصل سرد در شمال غربی ایالات متحده را مورد واکاوی قرار دادند. آن‌ها دریافتند که سیکلون‌های متحرک در انتقال رطوبت به شمال غرب ایالات متحده نقش مهمی داشته‌اند. کوترونی^۴ و همکاران (۱۹۹۹) مطالعه‌ای در مورد ارتباط جبهه سرد با بارش رگباری یازدهم و دوازدهم ژانویه ۱۹۹۷ در یونان با استفاده از مدل WRF^۵ انجام دادند. کریچک^۶ و همکاران (۲۰۰۰) الگوهای همدید مؤثر در دوره‌های پربارش و کم‌بارش شرق دریای مدیترانه را مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که در طول ماه‌های مرطوب یک ترف میان سیبری و شرق دریای مدیترانه به وجود می‌آید و در طول ماه‌های خشک پرفشار سیبری بزرگ‌تر شده و کم‌فشار سطح زمین تا قسمت مرکزی شمال دریای مدیترانه جابه‌جا می‌شود. کاهان^۷ و همکاران (۲۰۰۲) سیل‌های بزرگ طی دوره آماری (۱۹۶۵-۱۹۹۴) را مورد بررسی و تحلیل سینوپتیکی قرار دادند و به این نتیجه دست یافتند که ناوهای روی دریای سرخ و کم‌فشار روی سوریه نقش مهمی در وقوع این بارش‌های سیلابی داشته‌اند. رضا کووا^۸ و همکاران (۲۰۰۵) به بررسی شرایط سینوپتیکی بارش‌های سیل‌زا در اوت ۲۰۰۲ در کشور چک پرداختند و به این نتیجه دست یافتند این بارش به وسیله گرادیان افقی در قسمت عقب سیکلون که به سمت شمال شرقی اروپای مرکزی پیشروی داشته شکل گرفته و وضعیت برای انتقال رطوبت هوا و صعود اوروگرافی در منطقه مهیا بوده است. لانا^۹ و همکاران (۲۰۰۷) الگوهای جوی پدیدآورنده بارش‌های سنگین جزایر بالئاریک در شرق اسپانیا را طی دوره آماری ۹ ساله (۲۰۰۴-۱۹۹۵) مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها هشت الگوی جوی را به دست آوردند که رابطه قوی بین بارش‌های شدید و طوفان‌ها داشته است و دریافتند حدود ۸۷ درصد بارش‌های سنگین زمانی به وقوع پیوسته که یک

1 Robert

2 Lackmann

3 Gyakum

4 Kotroni

5 Weather Research and Forecasting

6 Krichak

7 Kahan

8 Rezacova

9 Lana

مرکز سیکلون در شعاع ۶۰۰ کیلومتری جزیره واقع شده بود. ماتلیک^۱ و همکاران (۲۰۰۸) الگوهای گردشی بارش سنگین ایالت استونی را در بازه زمانی ۱۹۶۱ تا ۲۰۰۵ مورد مطالعه قرار دادند و نتایج آن‌ها نشان داد که در بیشتر بارش‌های رخ داده کم‌فشارها و سامانه‌های جبهه‌ای نقش بسزایی داشته‌اند. کارلالیما^۲ و همکاران (۲۰۰۹) به مطالعه وقوع بارش‌های سنگین در تابستان‌های گرم و مرطوب پرداختند. نتایج نشان داد که این بارش‌ها متأثر از دو نوع آشفتگی جوی: ۱- جبهه ۲- منطقه همگرایی آتلانتیک جنوبی بوده‌اند. جهانبخش اصل و ذوالفقاری (۱۳۸۱) الگوهای سینوپتیک بارش‌های روزانه در غرب ایران را مورد بررسی قرار دادند. حمیدیان‌پور و همکاران (۱۳۸۹) به شناسایی الگوهای همیدی بارش‌های شدید شمال غرب ایران پرداختند و به این نتیجه رسیدند که سه نوع الگوی کم‌فشار سودانی، کم‌فشار مدیترانه‌ای و ترکیبی سودانی-مدیترانه‌ای در ریزش بارش‌های سنگین مؤثر بوده‌اند. گندمکار (۱۳۸۹) به بررسی بارش‌های شدید در نواحی جنوبی استان بوشهر پرداخت و نتیجه او نشان داد ورود سامانه کم‌فشار سودانی از جنوب و جنوب غرب کشور به همراه شرایط صعود محلی در منطقه بارش‌های شدیدی در پی داشته است. خوش‌اخلاق و همکاران (۱۳۹۱) به مطالعه سینوپتیکی بارش‌های شدیدی شمال غرب ایران پرداختند و نتیجه گرفتند که کم‌فشار ایسلند و کم‌فشار دریای سرخ باعث ایجاد ریزش‌های شدید شده‌اند. کریمپور و همکاران (۱۳۹۲) با بررسی الگوهای همیدی بارش‌های سیل‌آسا در استان لرستان چهار الگوی همیدی مؤثر در ریزش شدید بارش را شناسایی نمودند. صلاحی و عالی جهان (۱۳۹۲) با تحلیل سینوپتیکی مخاطرات اقلیمی شهرستان یاسوج به این نتیجه دست یافتند که بین مراکز پرفشار حاکم در غرب و مرکز چین، شمال شرق پاکستان و سیبری با مراکز کم‌فشار سودان، جنوب شرق آسیا و ایسلند شیو فشار ایجاد شده و به ناپایداری هوا و ریزش بارش سنگین منجر شده است. گل‌کار و محمدی (۱۳۹۲) وضعیت آماری و سینوپتیکی بارش‌های سنگین خراسان جنوبی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که بارش توزیع ناهمگنی از نظر مقدار و زمان بارش در تمامی ایستگاه‌ها داشته و تمامی بارش‌ها از سیستم دوگانه سودانی و سیبری متأثر بوده‌اند. برنا (۱۳۹۶) به شناسایی الگوهای همیدی بارش‌های سنگین در حوضه مارون پرداخت و نتایج تحقیق او نشان داد این بارش متأثر از حضور فرود دریای سرخ و کم‌فشار سودانی منطبق بر خاستگاه فضایی دریا‌های سرخ، خلیج فارس و جنوب غربی ایران بوده و غالباً منشأ سودانی داشته است.

با عنایت به قرارگیری منطقه مینودشت در مجاورت دریای خزر و وجود رطوبت کافی در منطقه، بر اساس مشاهدات موجود در سال‌های گذشته، بارش سنگین به‌کرات در این منطقه اتفاق افتاده و سبب خسارات و خرابی‌های زیادی شده است. بدیهی است برای مبارزه با آثار مخرب پدیده سیل، شناسایی الگوهای ایجادکننده آن

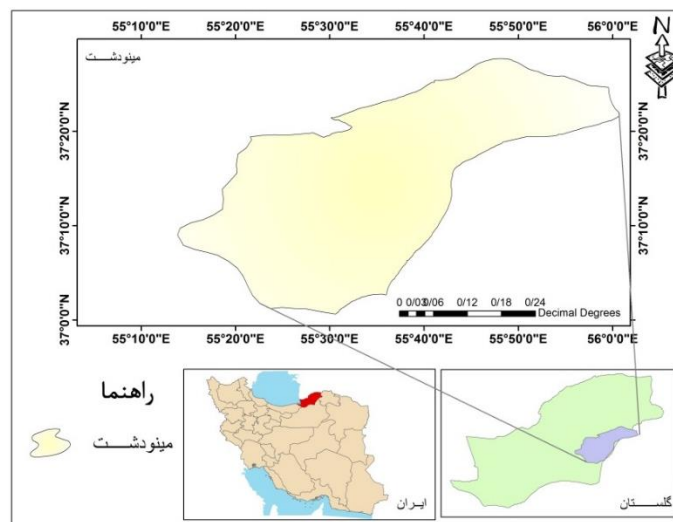
1 Matlik

2 Carla Lima

ضرورت دارد لذا در این مقاله سعی شده است علل هم‌دیدگی وقوع بارش‌های منجر به سیل به شکل موردی بحث و بررسی شود.

۲- منطقه مورد مطالعه

شهرستان مینودشت در موقعیت جغرافیایی ۵۵ درجه و ۳۱ دقیقه تا ۵۶ درجه و ۱ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۱ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۲۹ دقیقه عرض شمالی در شرق استان گلستان قرار گرفته است. مساحت این شهرستان ۱۵۷۶/۵۷ کیلومتر مربع می‌باشد. این شهرستان از دو بخش مرکزی و گالیکش، دو شهر مینودشت و گالیکش، ۶ دهستان و ۱۲۶ آبادی مسکونی تشکیل یافته است (ضیایی و همکاران، ۱۳۹۰). شکل ۱ نقشه مختصات جغرافیایی شهرستان مینودشت را در ایران و استان نشان می‌دهد.



شکل ۱- نقشه موقعیت جغرافیایی مینودشت در ایران و گلستان

۳- مواد و روش‌ها

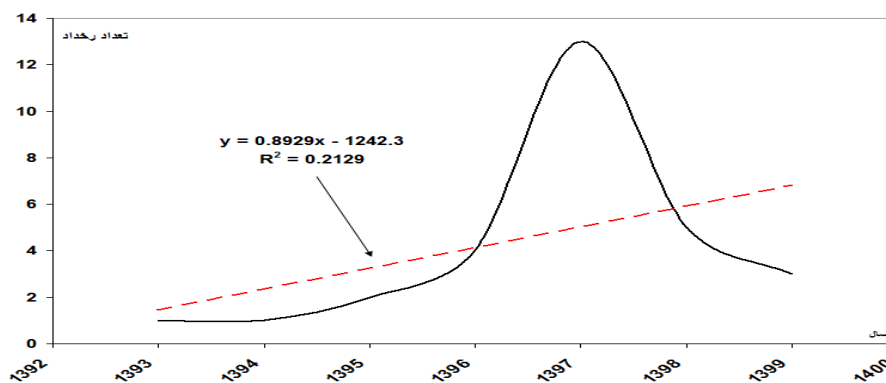
در این تحقیق که به روش محیطی به گردشی نگارش یافته است به منظور تحلیل بارش سنگین مینودشت از داده‌های ایستگاه‌های زمینی و سطوح فوقانی جو استفاده شده است. برای این کار ابتدا به اخذ داده‌های مربوطه از اداره هواشناسی استان گلستان پرداخته شد. داده‌های بارش ایستگاه زمینی مورد استفاده در این تحقیق، مربوط به ایستگاه مینودشت استان گلستان می‌باشد که در روز ۲۸ اسفند سال ۱۳۹۷ میزان ۱۷۱/۵ میلی‌متر بارش داشته است. هم‌چنین به منظور ترسیم نقشه‌های سینوپتیکی در محیط نرم‌افزار گردس^۱ و تحلیل آن‌ها از داده‌های سطوح فوقانی جو نظیر

1 Grads

داده‌های ارتفاع ژئوپتانسیل^۱، فشار سطح تراز دریا^۲، امگا^۳، باد مداری^۴ و باد نصف‌النهاری^۵ استفاده شد. برای تهیه این داده‌ها از وب‌سایت مرکز ملی پیش‌بینی محیطی (NCEP/NCAR) استفاده شد. در این پژوهش به‌منظور مشخص نمودن آرایش الگوهای مؤثر بر وقوع بارش از دو روز قبل از وقوع آن شرایط جوی با استفاده از نقشه‌های فشار سطح تراز دریا، ارتفاع ژئوپتانسیل، بردار باد، امگا، پیچانه، تاوایی، ضخامت، وزش رطوبتی (تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال به‌عنوان نماینده ترازها) مورد بررسی قرار گرفت. همه این نقشه‌ها در محدوده طول جغرافیایی ۰ تا ۱۰۰ درجه و عرض جغرافیایی ۱۰ تا ۷۰ درجه تهیه شدند.

۴- نتایج و بحث

شکل ۲ روند میزان بارش‌های سنگین بیش از ۳۰ میلی‌متر در شبانه‌روز طی دوره آماری سالهای ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۹ را نشان می‌دهد. بر اساس این شکل، در سال ۱۳۹۷، تعداد روزهای بارشی بیش از ۳۰ میلی‌متر، ۱۳ رخداد بوده و بر اساس معادله به‌دست‌آمده، شیب روند آن افزایشی است.



شکل ۲ - بارش‌های بیش از ۳۰ میلی‌متر در منطقه مورد مطالعه طی سالهای (۱۳۹۳-۱۳۹۹)

- ۱ منظور از ارتفاع ژئوپتانسیل ۵۰۰ میلی‌بار ارتفاعی است که در آن فشار هوا ۵۰۰ میلی‌بار است.
- ۲ منظور از فشار سطح تراز دریا فشاری است که در ایستگاه‌های هواشناسی با نام QFF درج می‌شود و بر اساس تصحیحات موجود استانداردسازی می‌شود.
- ۳ متغیر امگا میزان ناپایداری و حرکات قائم هوا را نشان می‌دهد.
- ۴ مؤلفه مداری، وضعیت باد را در جهت مدارات نشان می‌دهد که در آن مقادیر منفی معرف جهت شرقی و مقادیر مثبت معرف جهت غربی می‌باشد.
- ۵ مؤلفه نصف‌النهاری، وضعیت باد را در جهت نصف‌النهارات نشان می‌دهد که در آن مقادیر منفی بردار باد جهت شمالی و مقادیر مثبت بردار جهت جنوبی مؤلفه هستند.

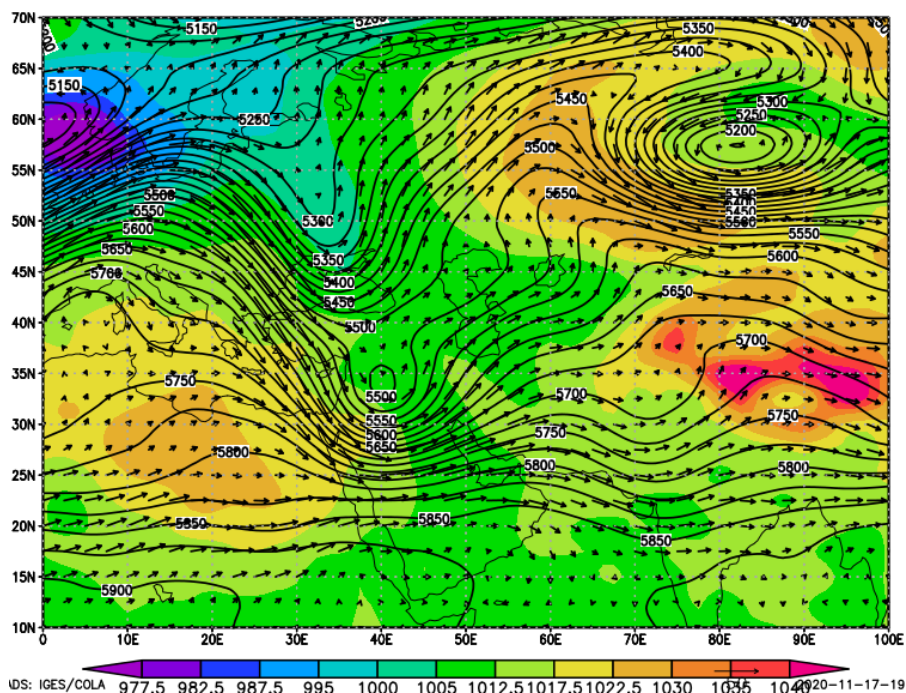
۴-۱- وضعیت فشار تراز سطح دریا، ارتفاع ژئوپتانسیل و بردار باد

به منظور واکاوی همدید بارش سنگین ۲۸ اسفند ۱۳۹۷ این شرایط از دو روز قبل از وقوع بارش مورد بررسی قرار گرفت. نقشه ترسیم شده برای ساعت صفر زولو روز ۲۶ اسفند سال ۱۳۹۷ (شکل ۳) نشان می‌دهد یک سیستم کم فشار قدرتمندی با مرکزیت ۹۸۲/۵ هکتوپاسکال در شمال اروپا به وجود آمده و زبانه‌های آن قسمت‌های شمال ایران را پوشش داده است. به طوری که خط هم فشار ۱۰۱۰ میلی بار آن بر فراز منطقه مورد مطالعه کشیده شده است. از دیگر مراکز فشار مؤثر بر منطقه می‌توان به سیستم پرفشار جنوب چین و مغولستان با هسته‌های مرکزی به ترتیب ۱۰۴۰ و ۱۰۲۷/۵ میلی بار و پرفشار شمال آفریقا با کانون مرکزی ۱۰۲۲/۵ نام برد. وضعیت ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال برای این روز نشان می‌دهد مراکز کم ارتفاع قدرتمندی در شمال اروپا و شمال مغولستان با کانون مرکزی به ترتیب ۵۱۰۰ و ۵۲۰۰ متر مشاهده می‌شود. در غرب عراق یک بلوکینگ کم فشار بریده به وجود آمده است. این پدیده منجر به ایجاد ناوهای در جنوب خود شده که محور فرود این ناوه در شمال عربستان واقع شده است. منطقه مورد مطالعه در این روز در محل جلوی محور فرود این ناوه قرار گرفته و چرخندگی مثبت در این ناحیه منجر به واگرایی در سطوح فوقانی جو شده و وضعیت ناپایداری به دنبال داشته است. با نگاهی به جریان باد شکل گرفته در این روز مشاهده می‌شود بادهای غربی در ابتدا تحت تأثیر حرکت پادساعتگرد سیستم کم فشار شمال اروپا قرار گرفته‌اند و دو مسیر شرقی و شمال شرقی به خود گرفته‌اند. بادهایی که به سمت شرق حرکت نموده با حرکت سینوسی خود و حمل رطوبت دریای سیاه و مدیترانه پیش از برخورد با بلوکینگ کم فشار بریده به صورت دوشاخه شده و قسمتی به سمت شمال شرق و قسمتی دیگر جهت جنوب شرقی بافته‌اند. این بادهای با گذر از روی دریای سرخ و حمل رطوبت آن تحت تأثیر ناوهای واقع در شمال عربستان قرار گرفته‌اند و در ادامه با چرخندگی مثبت توده‌ها در شرق این ناوه جریان این بادهای نیز به سمت عرض‌های شمالی حرکت نموده و وارد ناحیه مطالعاتی گشته‌اند.

در روز ۲۷ اسفندماه (شکل ۴) در روی منطقه مورد مطالعه سامانه کم فشاری با قدرت مرکزی ۹۹۵ میلی بار تشکیل یافته و با سیستم‌های پرفشار شرق و شمال شرق خود شیب فشار و جبهه شدیدی ایجاد کرده است. در این روز سیستم پرفشار واقع در مغولستان نسبت به روز قبل بزرگ‌تر شده و پرفشار روی چین به صورت چند کانون درآمده و حرکت شرق سو یافته است. وضعیت ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال برای این روز نشان می‌دهد مرکز کم ارتفاع شمال اروپا حرکت شرق سو یافته و مراکز بلوکینگ کم فشار بریده به صورت دو کانون ۵۵۵۰ متر در گرجستان و شمال ایران مستقر شده‌اند. محور فرود ناوهای شمال عربستان در این روز حرکت شرق سو یافته و در قسمت‌های مرکزی و جنوب ایران حاکم شده است. با توجه به قرارگیری هسته بلوکینگ و سیستم کم فشار و حرکت پادساعتگرد آن در روی منطقه مورد مطالعه باعث شده جریانات صعودی هوا در شرق محور ناوه به سمت

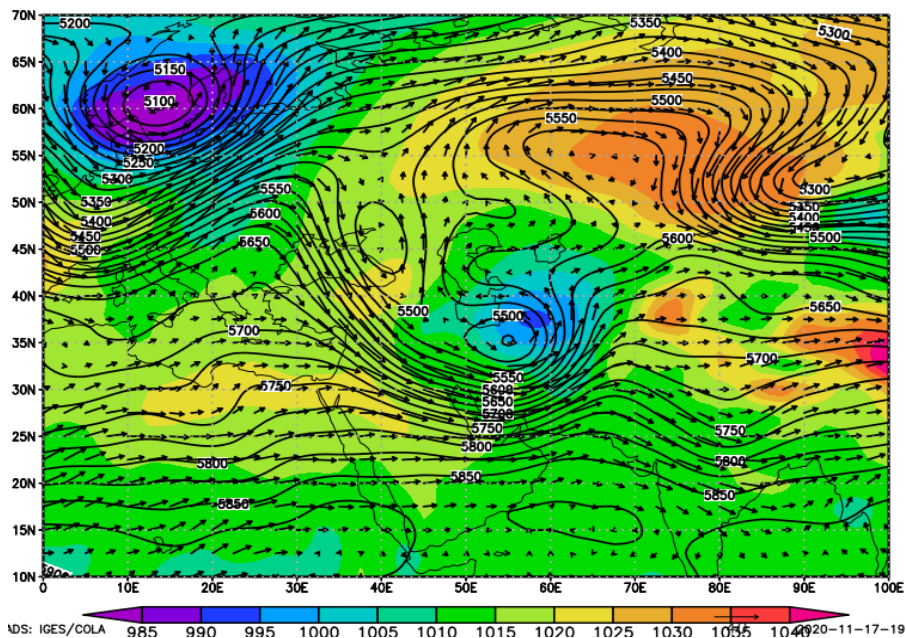
ناحیه پژوهشی متمایل یابد و موجب برهم خوردن شرایط جو منطقه پژوهشی شود. شرایط باد برای این روز نشان می‌دهد بادهای غربی با حمل رطوبت دریای سیاه و مدیترانه به سمت جنوب ایران پیشروی نموده و در آنجا تحت تأثیر ناوهی موجود قرار گرفته‌اند. در ادامه طی حرکت چرخندی و رو به عرض‌های بالا در شرق ناوه و هم‌چنین تحت تأثیر حرکت سیکلونیک حاکم بر منطقه مورد مطالعه قرار گرفته‌اند و رطوبت خود را بر آسمان منطقه پژوهشی تزریق نموده‌اند.

شکل ۵ برای روز ۲۸ اسفندماه نشان می‌دهد سیستم پرفشار مغولستان از حیث مداری گسترش یافته و به ۱۰۴۰ میلی‌بار رسیده و پرفشار جنوب چین ضعیف گشته و به ۱۰۳۰ میلی‌بار رسیده است. در این روز مرکز کم‌فشار شمال اروپا به روی دریای شمالگان حرکت داشته و در سودان نیز یک کم‌فشاری با هسته‌ی مرکزی ۱۰۰۷/۵ هکتوپاسکال به وجود آمده است. سامانه کم‌فشار روی منطقه مورد مطالعه در این روز حرکت شرق سو یافته و کانون مرکزی آن به ۱۰۰۵ میلی‌بار رسیده و منطقه پژوهشی زیر نفوذ زبانه ۱۰۱۵ میلی‌بار آن واقع گشته است. با توجه به قرارگیری این سامانه‌های فشار مشاهده می‌شود شیب گرادیان فشاری که منجر به شدت یافتن سرعت باد بین مراکز چرخندی و واچرخندی شده است. سامانه پرفشار واقع در شمال چین با حرکت ساعتگرد خود باعث انتقال جریان باد و رطوبت دریای خزر و آرال به سمت منطقه مورد مطالعه شده و حاکمیت سیستم کم‌فشار در منطقه و حرکت پادساعتگرد آن باعث جذب رطوبت به سمت ناحیه پژوهشی شده است. وجود جبهه در بین این مراکز فشار باعث واگرایی بیشتر در سطوح فوقانی جو شده و به ناپایداری هرچه بیشتر هوا در منطقه مورد مطالعه کمک کرده است. شرایط ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال برای این روز نشان می‌دهد مرکز کم‌ارتفاع شمال اروپا هم‌زمان با جابه‌جایی سیستم کم‌فشار موجود به سمت دریای شمالگان حرکت داشته است؛ اما بلوکی‌نگ کم‌فشار بریده در این روز با دو کانون ۵۵۲۵ متر در شرق و غرب دریای خزر ظاهر شده و به صورت مانعی در برابر جریان بادهای غربی قرار گرفته و منجر به دو شاخه شدن آن شده است. ناحیه پژوهشی در دامنه پشت فرود ناوه شرق ایران قرار گرفته و با توجه به شرایط واچرخندی و همگرایی در سطوح فوقانی جو، جریانات هوا نزولی بوده و رطوبت دریای خزر بر روی منطقه پژوهشی شارش شده است. وضعیت باد برای این روز نشان می‌دهد با توجه به حرکت چرخندی هوا در روی منطقه مورد مطالعه جریان باد نیز به صورت پادساعتگرد بوده و حامل رطوبت دریاچه آرال و خزر بوده که به سمت ناحیه مورد مطالعه روانه شده است. در نهایت مجموع شرایط فوق‌الذکر سبب ریزش بارش سنگین شده است.



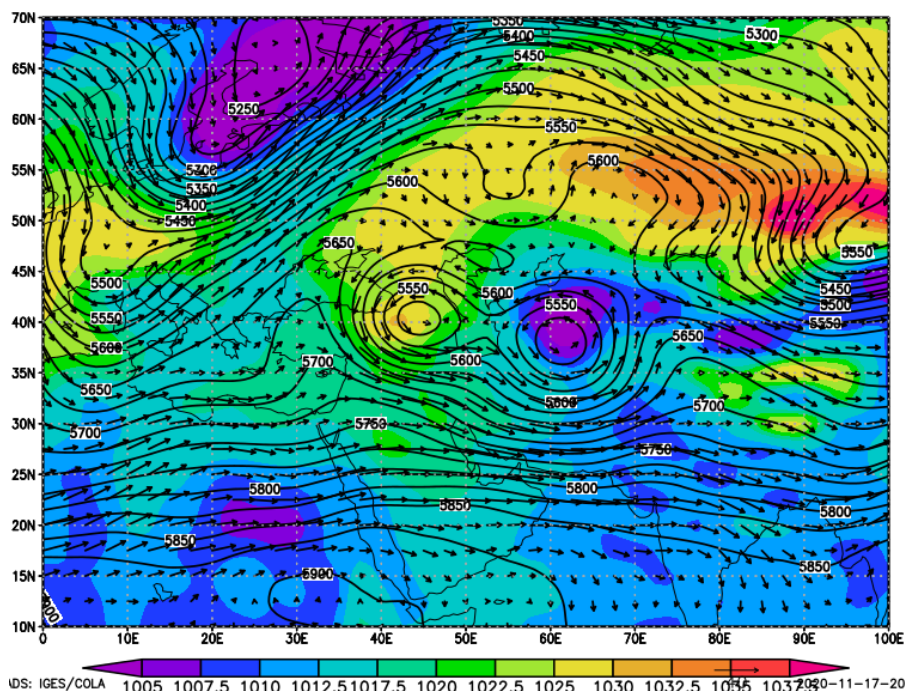
شکل ۳- نقشه ترکیبی فشار تراز دریا، ارتفاع ژئوپتانسیل (متر) تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و بردار باد تراز ۵۰۰

هکتوپاسکال ساعت صفر زولو روز ۲۶ اسفند ۱۳۹۷



شکل ۴- نقشه ترکیبی فشار تراز دریا، ارتفاع ژئوپتانسیل (متر) تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و بردار باد تراز ۵۰۰

هکتوپاسکال ساعت صفر زولو روز ۲۷ اسفند ۱۳۹۷



شکل ۵- نقشه ترکیبی فشار تراز دریا، ارتفاع ژئوپتانسیل (متر) تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و بردار باد تراز ۵۰۰

هکتوپاسکال ساعت صفر زولو روز ۲۸ اسفند ۱۳۹۷

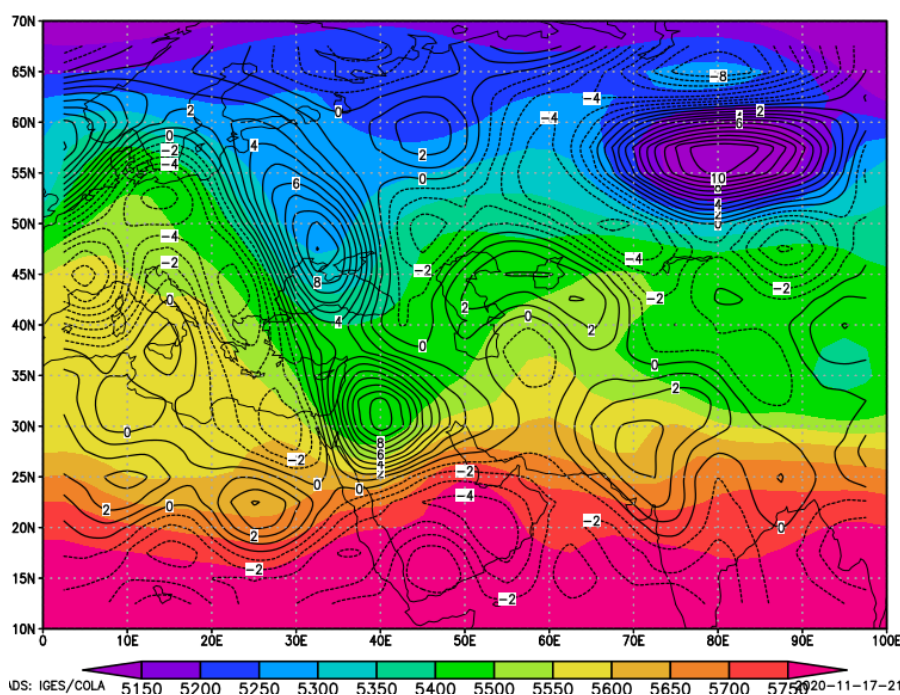
۴-۲- وضعیت تاوایی و ضخامت جو

اشکال ۶ تا ۸ نقشه ترکیبی وضعیت تاوایی و ضخامت جو را از روز ۲۶ تا ۲۸ اسفند سال ۱۳۹۷ را نشان می‌دهد. وضعیت نقشه تاوایی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال برای روز ۲۶ اسفندماه سال ۱۳۹۷ نشان می‌دهد دو هسته مثبت تاوایی در شمال عربستان و شمال دریای سیاه به وجود آمده و نیمه غربی ایران را تحت پوشش خود درآورده‌اند. چرخندگی مثبت توده‌ها در این ناحیه به ناپایداری هوا انجامیده است؛ اما در روی منطقه مورد مطالعه شرایط متفاوت از این بوده به گونه‌ای که مقدار ۱- تاوایی چرخندگی منفی هوا را نشان می‌دهد و این باعث شده جریان‌ها به صورت نزولی و شرایط اتمسفر پایدار باشد. شرایط ضخامت جو در این روز نشان می‌دهد خط هم‌ضخامت ۵۵۵۰ متر از روی ناحیه پژوهشی گذر کرده است. هوای نسبتاً گرم حاکم بر جو منطقه مورد پژوهشی به تشدید ناپایداری و گسترش شرایط کژفشاری منجر شده است. هم‌چنین ناوه ایجادشده در شمال عربستان و قرارگیری منطقه مورد مطالعه در جلوی محور فرود آن به ناپایداری بیشتر هوا دامن زده است.

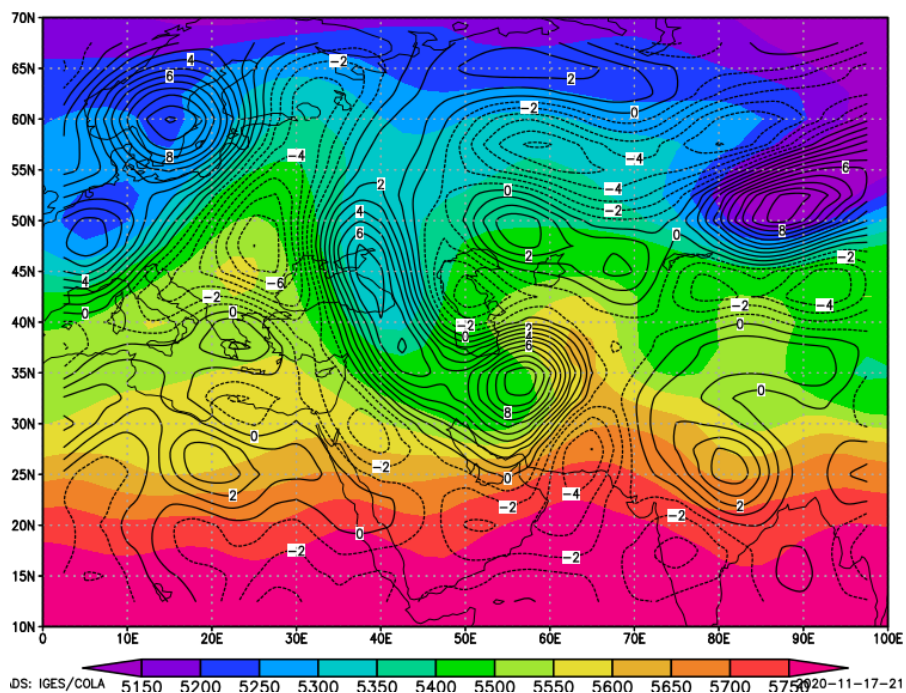
در روز قبل از وقوع بارش شرایط تاوایی در نقشه ترسیم شده نشان می‌دهد با حاکمیت سیستم کم‌فشار در روی منطقه پژوهشی هسته‌های مثبت تاوایی نیز بر آن حاکم شده و مقدار ۶+ تاوایی باعث شده گردش هوا موافق با حرکت وضعی زمین باشد که منجر به واگرایی در سطوح فوقانی جو شده است. وضعیت ضخامت جو برای این

روز نشان می‌دهد منطقه مورد مطالعه زیر نفوذ خط هم‌ضخامت ۵۵۰۰ متر واقع گشته و با حاکمیت سیکلون و هوای گرم حاصل از آن شرایط صعود هوا قوت بیشتری گرفته است.

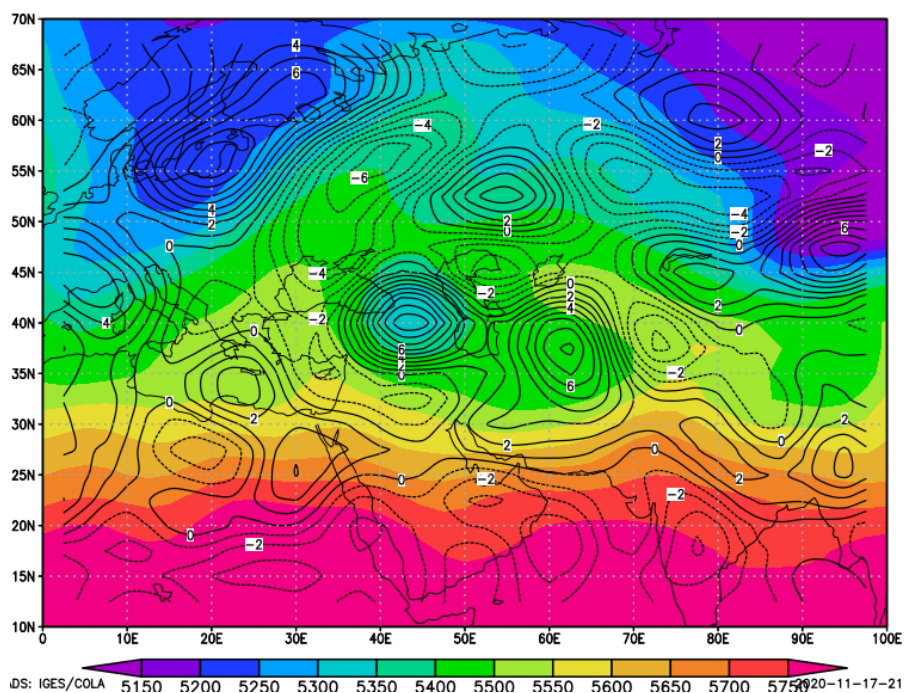
در روز اوج بارش هسته‌های مثبت تاوایی در امتداد یک مدار همانند مراکز کم ارتفاع در نقشه ارتفاع ژئوپتانسیل در شرق و غرب دریای خزر استقرار یافته‌اند. مقدار ۳+ تاوایی در این روز در روی ناحیه مورد پژوهشی باعث ایجاد واگرایی در وردسپهر شده است. شرایط ضخامت جو برای این روز نشان می‌دهد با قدرت‌نمایی سیستم سیکلون و حرکت چرخندی شدید آن و هوای گرم حاکم بر اتمسفر منطقه مورد مطالعه باعث شدت بیشتر جریانات صعودی هوا شده که منجر به جوی باروکلینیک گشته است. هم‌چنین در روی ترکیه ناوهای مشاهده می‌شود که با جذب رطوبت دریای سیاه و در ادامه با توجه به قرارگیری منطقه مورد مطالعه در جلوی فرود این ناوه و حرکت چرخندی در این ناحیه موجب تزریق رطوبت دریای سیاه به آسمان منطقه مورد مطالعه شده است.



شکل ۶- نقشه ضخامت جو (متر) تاوایی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال ساعت صفر زولو روز ۲۶ اسفند ۱۳۹۷



شکل ۷- نقشه ضخامت جو (متر) تاوایی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال ساعت صفر زولو روز ۲۷ اسفند ۱۳۹۷



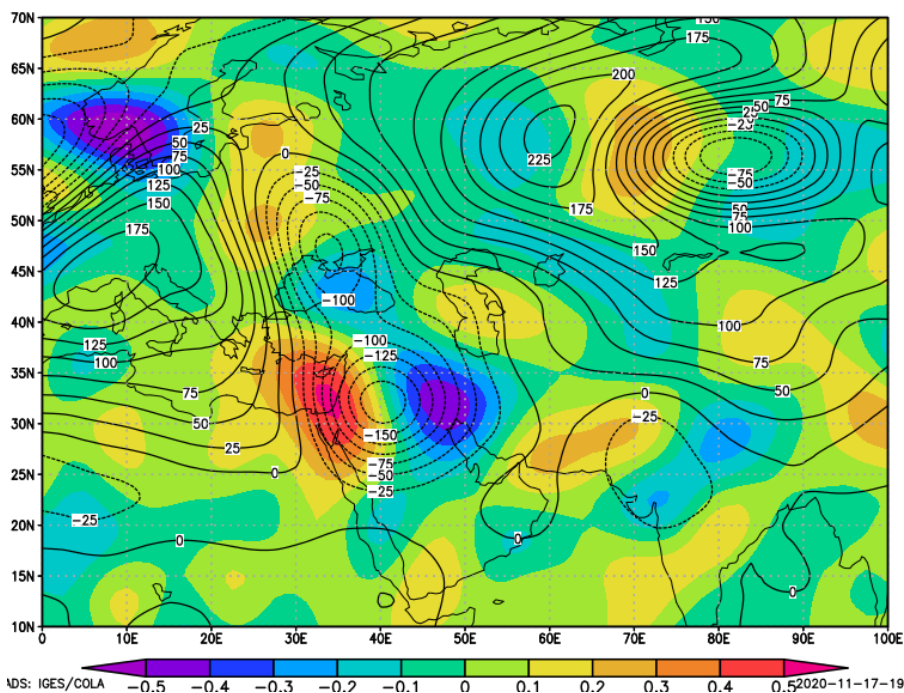
شکل ۸- نقشه ضخامت جو (متر) تاوایی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال ساعت صفر زولو روز ۲۸ اسفند ۱۳۹۷

۴-۳- بررسی نقشه پیچانه و حرکات قائم هوا

بررسی نقشه پیچانه برای روز ۲۶ اسفندماه سال ۱۳۹۷ (شکل ۹) نشان می‌دهد یک هسته منفی پیچانه با دو کانون در شمال دریای سیاه و شمال عربستان با بیشینه مرکزی به ترتیب ۱۲۵- و ۱۷۵- ژئوپتانسیل متر استقرار یافته و نیمه غربی ایران را تحت پوشش خود درآورده است. حرکت پادساعتگرد آن شرایط صعود هوا را مهیا کرده است. مقدار خشتی یا صفر پیچانه شرایط نسبتاً پایداری را در روی منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد. وضعیت امگای این روز نشان می‌دهد یک هسته امگا با بیشینه ۰/۴- پاسکال بر ثانیه در غرب ایران به وجود آمده و زبانه‌ی آن بر فراز منطقه مورد مطالعه کشیده شده و مقدار ۰/۱- پاسکال بر ثانیه فشار هوا کاهش یافته است.

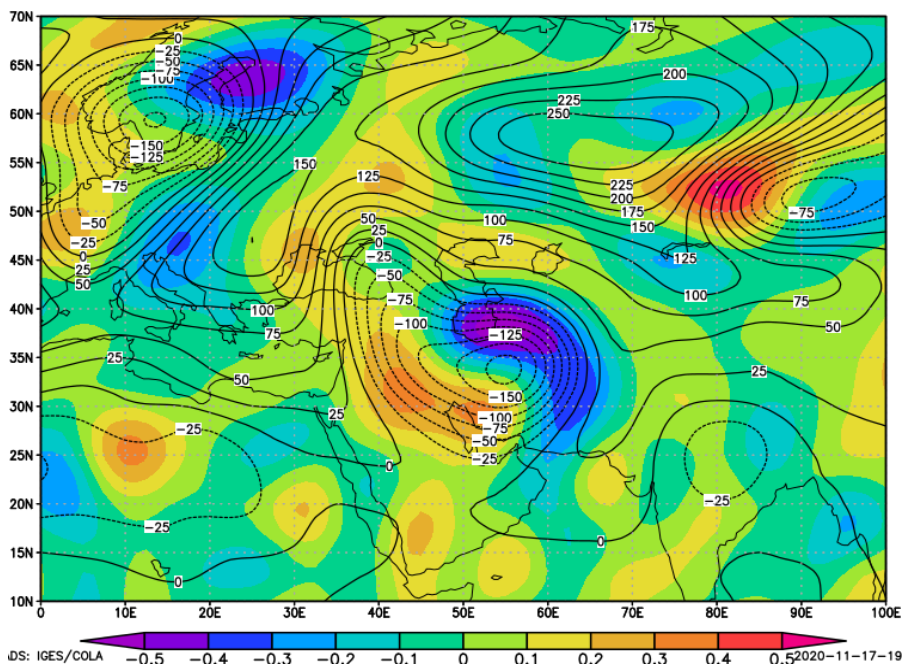
با توجه به شکل ۱۰، در روز ۲۷ اسفندماه ۱۳۹۷ با شکل‌گیری سیستم کم‌فشار در منطقه و حرکت شرق‌سوی هسته پیچانه منفی شمال عربستان و استقرار کانون آن در قسمت‌های مرکزی ایران، شرایط از نظر دینامیکی برای صعود هوا در منطقه مورد مطالعه آماده بوده است. وضعیت امگا در این روز بدین گونه بوده که با حاکمیت سیستم کم‌فشار در منطقه پژوهشی هسته امگای منفی روز قبل بر روی این سیستم منطبق یافته و قسمت‌های شمال، شمال شرقی و شرق ایران را متأثر ساخته است. قدرت این هسته نسبت به روز قبل افزایش یافته به طوری که بیشینه آن به ۰/۵- پاسکال بر ثانیه رسیده است.

در روز اوج بارش (شکل ۱۱) حاکمیت هسته منفی پیچانه با دو کانون در شرق و غرب دریای خزر و با قدرت مرکزی به ترتیب ۱۰۰- و ۵۰- ژئوپتانسیل متر نشان از کاهش قدرت این هسته داشته ولی همچنان نشان می‌دهد جریان هوا خلاف عقربه‌های ساعت بوده و عامل مهمی در صعود هوا و ریزش بارش سنگین بوده است. زبانه‌های این هسته کل ایران را تحت سیطره خود درآورده و هوای منقلب را در جو کل کشور موجب شده است. در روز اوج بارش هسته منفی امگای حاکم بر منطقه حرکت شمال‌سو داشته و هم از قدرتش کاسته شده و بیشینه آن به ۰/۲۵- پاسکال بر ثانیه رسیده است. زبانه‌ی آن همچنان ناحیه مورد بررسی را تحت تسلط دارد و مقدار ۰/۱- پاسکال بر ثانیه از فشار هوا کاسته شده است. این هسته منفی دلالت بر صعودی بودن هوا و تقویت همرفتی دارد.



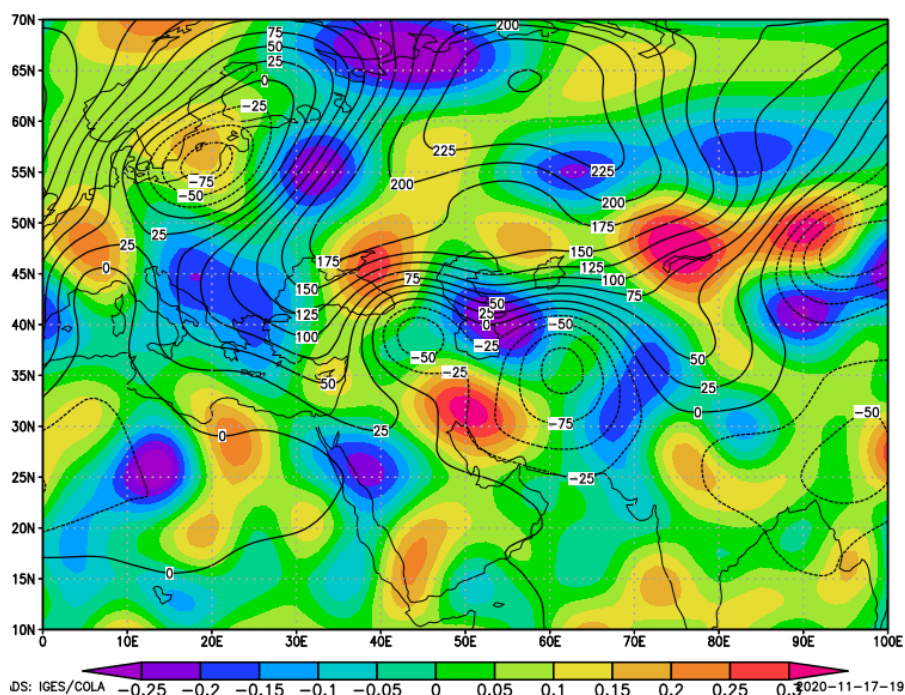
شکل ۹- نقشه حرکات قائم هوا (پاسکال بر ثانیه) و پیچانه تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال ساعت صفر زولو روز ۲۶

اسفند ۱۳۹۷



شکل ۱۰- نقشه حرکات قائم هوا (پاسکال بر ثانیه) و پیچانه تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال ساعت صفر زولو روز ۲۷

اسفند ۱۳۹۷

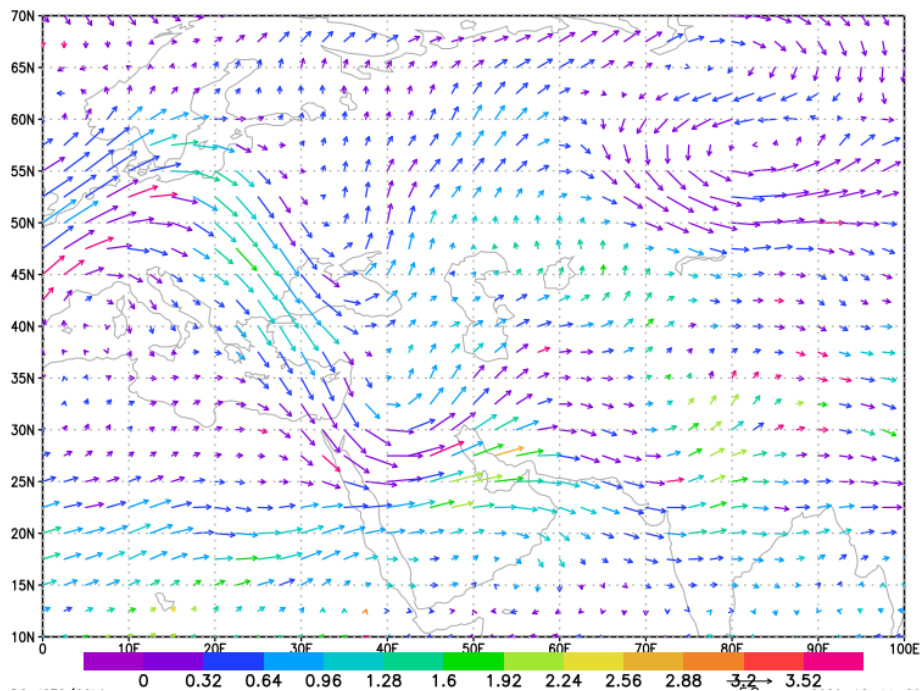


شکل ۱۱- نقشه حرکات قائم هوا (پاسکال بر ثانیه) و بیچانه تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال ساعت صفر زولو روز ۲۸

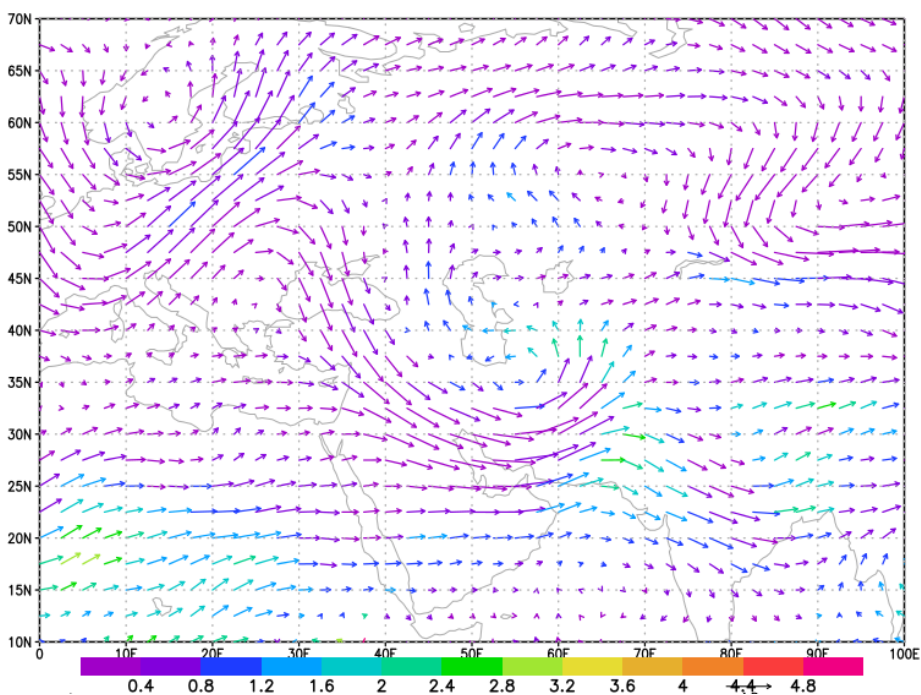
اسفند ۱۳۹۷

۴-۴- بررسی وزش رطوبتی در سطوح فوقانی

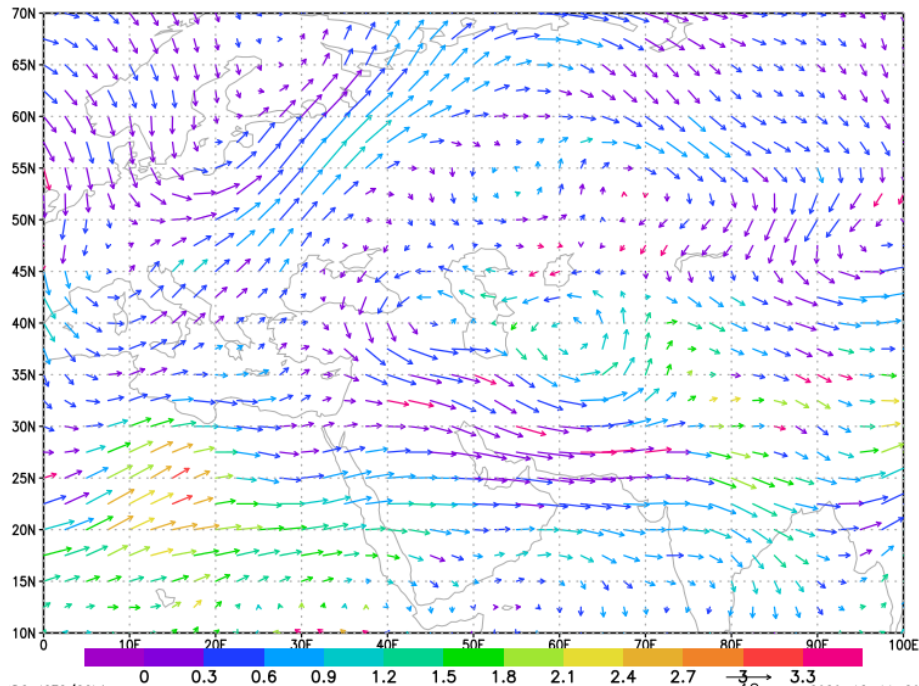
شکل ۱۲ نقشه وزش رطوبتی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال برای روز ۲۶ اسفندماه سال ۱۳۹۷ را نشان می‌دهد. در این روز منابع عمده تغذیه رطوبتی دریای مدیترانه و دریای سیاه بوده که توسط بادهای غربی حمل شده و از طریق حرکت رو به عرض‌های بالای جلوی محور فرود ناوهی شمال عربستان وارد ایران گشته و جهت شمال شرق‌سوی باد این منابع رطوبتی را بر آسمان منطقه مورد مطالعه تزریق نموده است. در روز ۲۷ اسفندماه سال ۱۳۹۷ (شکل ۱۳) با توجه به حرکت شرق‌سوی ناوهی شمال عربستان و قرارگیری محور آن بر روی مرکز ایران جهت باد نیز متأثر از آن حرکت نموده و بیشتر آورنده‌ی رطوبت از دریای سیاه بوده است. هم‌چنین حادث شدن سیستم کم‌فشار در این روز در روی منطقه مورد مطالعه و حرکت چرخندی آن باعث شده تا جریان باد به همراه رطوبت خود به سمت مرکز این سامانه و منطقه مورد مطالعه شارش شود. در روز اوج بارش (شکل ۱۴) جریان مستقیم بادهای غربی از روی دریای مدیترانه و حمل رطوبت آن وارد ایران گشته‌اند. حرکت چرخندی در شرق و غرب دریای خزر باعث شده رطوبت دریای مدیترانه، دریای سیاه، دریای خزر و دریاچه آرال تحت تأثیر این حرکت پادساعتگرد قرار بگیرند و رطوبت خود را وارد ناحیه پژوهشی کرده و آسمانی ابرناک و بارانی را فراهم آورند.



شکل ۱۲- نقشه وزش رطوبتی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال ساعت صفر زولو روز ۲۶ اسفند ۱۳۹۷



شکل ۱۳- نقشه وزش رطوبتی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال ساعت صفر زولو روز ۲۷ اسفند ۱۳۹۷



شکل ۱۴- نقشه وزش رطوبتی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال ساعت صفر زولو روز ۲۸ اسفند ۱۳۹۷

۵- نتیجه گیری

در تحقیق صورت گرفته، بارش سنگین ۱۷۱/۵ میلی متری مینودشت در ۲۸ اسفند سال ۱۳۹۷ از دیدگاه همدیدی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج مطالعات نشان داد در زمان وقوع بارش سنگین سامانه‌های پرفشار حرارتی در مغولستان و جنوب چین به وجود آمده‌اند و حرکت ساعتگرد آن‌ها باعث انتقال جریان هوا و رطوبت به سمت منطقه مورد مطالعه که تحت سیطره سیستم کم فشار حرارتی بوده است و حرکت پادساعتگرد آن باعث مکش جریانات هوا و رطوبت به مرکز آن و بخصوص منطقه مورد مطالعه شده است. تحلیل نقشه ارتفاع ژئوپتانسیل نشان داد وجود بلوکینگ کم فشار بریده در تراز ۵۰۰ میلی بار همچون مانعی بر سر راه بادهای غربی قرار گرفته و منجر به ریزش جریان بادهای غربی به سمت ناحیه پژوهشی شده بود و با توجه به ناوه غرب ایران و قرارگیری منطقه مورد مطالعه در جلوی محور فرود آن در روزهای قبل از وقوع سیل تحرکات هوا صعودی گشته و قرارگیری محور این ناوه در شرق ایران در روز اوج بارش و قرارگیری منطقه مورد مطالعه در پشت فرود این ناوه و حرکت واچرخندی هوا به فرونشست هوا منجر شده است. در نقشه ضخامت جو با توجه به حاکمیت سیستم کم فشار در منطقه و هوای گرم حاکم، ضخامت جو زیادی در منطقه را شاهد بودیم. تحلیل نقشه پیچانه نشان می‌دهد پیچانه منفی بر روی منطقه مورد مطالعه حاکم بوده و منجر به ایجاد شرایط کژفشاری و واگرایی در وردسپهر شده است. وضعیت تاوایی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال نشان داد وجود هسته مثبت تاوایی باعث جوی ناپایدار در منطقه مورد مطالعه شده است. در

بررسی وضعیت حرکات قائم هوا، امگای منفی حاکم بر منطقه دلالت بر عمودی بودن جریانات هوا و واگرایی در وردسپهر داشته است. بر اساس پیشینه تحقیقات صورت گرفته در این نوشتار نتایج به دست آمده در مقایسه با سایر تحقیقات به نوعی اثبات کننده نتایج آن‌ها می باشد. نتایج این تحقیق با نتایج کار برنا (۱۳۹۶) که به حضور فرود دریای سرخ و کم فشار سودانی منطبق بر خاستگاه فضایی دریا‌های سرخ، خلیج فارس و جنوب غربی ایران اشاره داشته که منجر به ریزش بارش سنگین شده است و همچنین با کار حمیدیان پور و همکاران (۱۳۸۹) که نقش الگوی کم فشار سودانی، کم فشار مدیترانه‌ای و ترکیبی سودانی - مدیترانه‌ای را در ریزش بارش سنگین مؤثر دانسته‌اند و مطالعه‌ی گندمکار (۱۳۸۹) که ورود سامانه کم فشار سودانی از جنوب و جنوب غرب کشور به همراه شرایط صعود محلی در منطقه را عامل مهمی در ریزش بارش سنگین دانسته است و نیز کار صلاحی و عالی جهان (۱۳۹۲) که در وقوع بارش‌های شدید به ایجاد ناپایداری به دلیل شیو فشار تشکیل شده میان مراکز پرفشار با مراکز کم فشار و همراهی بلوکینگ امگا بر روی سیبری و قرارگیری ایران در جنوب شرق آن اشاره داشته‌اند همسویی دارد. نتایج حاصله در پژوهش حاضر نیز منعکس کننده نتایج این محققان می باشد. به طوری که در روز بارشی پرفشار حرارتی مغولستان و کم فشار حرارتی حاکم بر منطقه مورد مطالعه، رطوبت حاصل از دریاچه آرال و دریای خزر، دریای سیاه و مدیترانه نقش بسزایی در رخداد بارش سنگین مینودشت ایفا نمودند.

کتابنامه

- باعقیده، محمد؛ انتظاری، علیرضا؛ علیمردانی، فاطمه؛ ۱۳۹۱. تحلیل سینوپتیکی بارش‌های حوضه‌های اترک و گرگانرود (۳۹ بارش فراگیر). *جغرافیا و توسعه*. شماره ۲۶. صص ۱۱۳-۱۲۴.
- برنا، رضا؛ ۱۳۹۶. شناسایی الگوهای همدید بارش‌های سنگین در حوضه مارون (مطالعه موردی: بارش ۲۹ آبان ۱۳۹۲). *فصلنامه جغرافیای طبیعی*. سال دهم. شماره ۳۶. صص ۴۷-۶۰.
- جهانبخش اصل، سعید؛ ذوالفقاری، حسن؛ ۱۳۸۱. بررسی الگوهای سینوپتیک بارش‌های روزانه در غرب ایران. *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*. دوره ۱۷-۱۶. شماره ۴-۱. صص ۲۳۴-۲۵۸.
- حمیدیان پور، محسن؛ علیجانی، بهلول؛ صادقی، علیرضا؛ ۱۳۸۹. شناسایی الگوهای همدیدی بارش‌های شدید شمال غرب ایران. *مطالعات جغرافیایی مناطق خشک*. شماره اول. صص ۱-۱۶.
- خوش‌اخلاق، فرامرز؛ محمدی، حسین؛ شمسی پور، علی اکبر؛ افتادگان خوزانی، اصغر؛ ۱۳۹۱. واکاوی همدید بارش تگرگ فراگیر در شمال غرب ایران. *جغرافیا و مخاطرات محیطی*. شماره دوم. صص ۵۵-۶۹.
- صلاحی، برومند؛ عالی جهان، مهدی؛ ۱۳۹۲. تحلیل سینوپتیک مخاطرات اقلیمی شهرستان یاسوج (مطالعه موردی: بارش سنگین ۲۰ اسفند ۱۳۸۹). *جغرافیا و مخاطرات محیطی*. شماره ۵. صص ۷۳-۸۹.

ضیایی، محمود؛ بنی کمالی، سهند؛ شریفی کیا، محمد؛ ۱۳۹۰. ارزیابی توان اکولوژیکی و اولویت‌بندی پهنه‌های مستعد اکوتوریسم (مورد مطالعه: شهرستان مینودشت). برنامه‌ریزی و آمایش فضا. دوره پانزدهم. شماره ۴. صص ۱۰۹-۱۲۸.

قادری، حیدر؛ علیجانی، بهلول؛ ۱۳۸۹. تحلیل سینوپتیکی بارش‌های شدیدی لرستان. فصلنامه جغرافیای طبیعی. سال سوم. شماره ۸. صص ۱۷-۳۶.

کرمپور، مصطفی؛ معصوم‌پور سماکوش، جعفر؛ میری، مرتضی؛ یوسفی، یدالله؛ ۱۳۹۲. بررسی الگوهای هم‌دید بارش‌های سیل‌آسا در استان لرستان. فصلنامه علمی پژوهشی فضای جغرافیایی. شماره ۴۳. صص ۹۹-۱۱۳.

گل‌کار، محمد؛ محمدی، حسین؛ ۱۳۹۲. بارش‌های شدید خراسان جنوبی. فصلنامه جغرافیایی سرزمین. شماره ۳۷. صص ۳۳-۵۴.

گندم‌کار، امیر؛ ۱۳۸۹. بررسی بارش‌های شدید در نواحی جنوبی استان بوشهر. مجله چشم‌انداز جغرافیایی (علمی - پژوهشی). سال چهارم شماره ۱۰. صص ۱۴۳-۱۵۷.

Carla Lima K. Satyamurty P and Reyes Fernandez JP., 2009. Large-Scale Atmospheric Conditions Associated with Heavy Rainfall Episodes in Southeast Brazil, Theoretical and Applied Climatology 101: 121-135.

Kahan R. Ziv B. Enzel Y and Dayan U., 2002. Synoptic climatology of major floods in the Negev desert, Israel. International journal of Climatology 22(7): 867-882.

Kotroni V. Lagouvardos K. Kallos G. Ziakopoulos D. 1999. Severe flooding over central and southern Greece associated with pre-cold frontal orographic lifting. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society 125(555): 967-991.

Krichak SO. Tsidulko M. Alpert P., 2000. Monthly Synoptic Patterns Associated With Wet/Dry Conditions in the Eastern Mediterranean. Theoretical and Applied Climatology 65 (3-4): 215-229.

Lackmann GM. Gyakum JR., 1999. Heavy Cold-Season Precipitation in the Northwestern United States: Synoptic Climatology and an Analysis of the Flood of 17-18 January 1986. Weather and Forecasting 14(5): 687-700.

Lana A. Compins J. Genoves A. Jansa A., 2007. Atmospheric patterns for heavy rain events in the Balearic island. International journal of climatology 12: 27-32.

Matlik O. and Piia Post., 2008. Synoptic weather types that have caused heavy precipitation in Estonia in the period 1961-2005. Estonian Journal of Engineering 14(3): 195-208.

Rezacova D. Kaspar M. Muller M. Sokol Z. Kakos V. Hanslian D. Pesice P., 2005. A Comparison of the flood precipitation episode in August 2002 with historic extreme precipitation events on the Czech territory. Atmospheric Research 77 (1-4): 354-366.

Robert PH. Donald TJ. Goseph BC., 1998. Investigation of Upper-Air Conditions Occurring with Heavy Summer Rain in Utah. International Journal of Climatology 18 (7): 701-723.