واکاوی همدیدی دینامیکی بارش ابر سنگین ۴ آذر ۱۳۹۳
مطالعه موردی (کهگیلویه و بویراحمد)

کمال امیدوار*
استاد گروه آب و هواشناسی، دانشگاه یزد،ایران
نظام تنی
کارشناسی ارشد آب و هواشناسی کاربردی دانشگاه یزد،ایران
رضا ابراهیمی
دکتری اقلیم‌شناسی دانشگاه یزد،ایران
ابراهیم قیاثی
کارشناسی ارشد آب و هواشناسی کاربردی دانشگاه یزد،ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۱/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۲/۲۱

چکیده
بارش علاوه بر مزیت‌های که دارد می‌تواند یک بلای طبیعی آسیب‌های سنگین مالی و جانی نیز برای انسان‌ها در برداشته باشد. هدف از این مطالعه بررسی و شناسایی عوامل همدیدی، دینامیکی مؤثر در بارش سنگین ۴ آذرماه ۱۳۹۳ در استان کهگیلویه و بویراحمد است. ابتدا داده‌های بارش روزانه ۶ ایستگاه همدیدی از سازمان هواشناسی کهگیلویه و بویراحمد اخذ گردید. سپس داده‌های سطوح فوقانی جو از سایت NCAR/NCEP استخراج شد. نقشه‌های رود باد، نقشه‌های فشار سطح دریا، ارتفاع ژئو پتانسیل، ضخامت جو، پیچانه، وزش رطوبتی، همگرایی و واگرایی رطوبت، آب قابل بارش، حرکت‌های قائم هوا در روز قبل و روز بعد از بارش با استفاده از نرم‌افزار GrADS ترسیم و تحلیل شدند. همچنین جهت شناسایی منابع رطوبتی از تصاویر ماهواره‌ای TRMM نیز استفاده شد. نتایج نشان داد الگوی غالب بارش تشکیل پدیده بلوکینگ بر روی دریای مدیترانه و عمیق شدن ناوه بر روی کشور عراق تا نواحی جنوب غربی ایران و درنتیجه ریزش هوای سرد و فرا رفت حاصل از عرض‌های جنوبی‌تر بوده که سبب رخداد این بارش سنگین شده است منابع عمده رطوبت این بارش دریای سرخ، خلیج‌فارس و مدیترانه جذب شده است.

واژگان کلیدی: بارش سنگین، تحلیل همدیدی،کم‌فشار، پرفشار، کهگیلویه و بویراحمد.

مقدمه

بارش یکی از مهم‌ترین پارامترهای هواشناسی محسوب می‌شود و اثر انکار ناپذیری بر روی زندگی انسان دارد. این پدیده علاوه بر اهمیت زیادی که دارد، گاهی می‌تواند باعث مخاطرات محیطی شود. پیش‌بینی زمان وقوع بارش‌های

* نویسنده مسئول: ۰۹۱۳۲۵۳٤٥۳۲ Email: komidvar@yazd.ac.ir

سنگین می‌تواند کمک شایانی به مدیریت زندگی انسان‌ها داشته باشد. جهت ایجاد بارندگی‌های شدید عامل رطوبت مهم‌تر از عامل صعود می‌باشد (علیجانی، ۱۳۸۱: ۹۵). یکی از شاخه‌های مهم علم اقلیم‌شناسی سینوپتیک، شناسایی حالت‌های فرین ویژگی‌های محیطی، مانند طوفان‌های شدید و به‌ویژه بارش‌های سنگین و سیل‌آسا است. مطالعات و پژوهش‌های بسیاری در زمینهٔ شناسایی، تحلیل و تفسیر این‌گونه بارش‌ها در ایران و جهان انجام‌گرفته است (علیجانی، ۱۳۸۸: ۱۲۵). نتایج یک پژوهش نشان داد دریایی مدیترانه، در فصل زمستان یکی از مناطق مهم سیکلون زایی است، در این مطالعه مشخص شد که وردش‌های فصلی و شبانه‌روزی شدیدی هم در تواتر سیکلون‌ها و هم در موقعیت جغرافیایی آن‌ها وجود دارد که با تأثیرات قوی دریا در ارتباط است (آلپرت[1] و همکاران،۱۹۹۰: ۸). در یک مطالعه دو گروه از بارش‌های سنگین بیش از ۱۰۰ میلی‌متر بعدازظهر در تایوان در طی سال‌های ۱۹۹۳ تا ۱۹۹۷ در طی فصول می و (فصل بارشی در جنوب شرق آسیا) بررسی شد. گروه اول بارش‌های را شامل می‌شد که در زمان آن‌ها جریان‌های جوی جهت جنوبی داشتند، گروه دوم بارش‌های را شامل می‌شد که جریان‌های جوی در آن زمان جهت جنوب غربی داشتند (چن[2] و همکاران، ۱۶:۲۰۰۲). در یک پژوهش به بررسی شرایط جو در زمان رخداد بارش‌های سنگین و غیر سنگین در سوئد پرداخته شد. نتایج مطالعه نشان داد که سهم رویدادهای بارش در زمان بارش سنگین تیپ چرخندی رخداده بود که این رویداد برای بارش غیره سنگین ۴۵ درصد و برای بارش‌های سنگین ۷۰ درصد است (هلستروم[3]، ۲۰۰۵: ۱۹). پژوهش گران در یک پژوهش به مطالعه الگوهای جوی به تأثیرگذار بر بارش‌های سنگین جزایر بالریک (مجموعه‌ی جزایر واقع در شرق اسپانیا در دریای مدیترانه) پرداختند. آن‌ها مجموع بارش روزانه بیش از ۶۰ میلی‌متر در ۲۱۶ ایستگاه باران‌سنجی طی سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۴ را به‌عنوان معیار بارش سنگین انتخاب کردند. درمجموع ۱۵۷ روز بارش بیش از ۶۰ میلی‌متر مشخص شد یعنی به‌طور متوسط در هرسال ۱۷/۴ رویداد بارش سنگین وجود داشته که از این تعداد تقریباً ۵۰ درصد در فصل پاییز رخداده بودند و تقریباً ۸۷ درصد بارش‌های سنگین درزمانی رخداده بود که یک مرکز چرخند در شعاع ۶۰۰ کیلومتری جزایر واقع‌شده بود (لنا[4] و همکاران، ۲۰۰۷: ۶). نتایج یک پژوهش بر روی رویدادهای بارش سنگین در تابستان‌های گـرم و مرطـوب در جنوب شرقی برزیل نشان دادند اکثراً بارش‌های سنگین ناشی از دو نوع آشفتگی جوی هسـتند: جبهه‌ی سـرد (در حدود ۵۳ درصد از رویدادها) و منطقه‌ی همگرایی آتلانتیک جنوبی ۴۸ درصد از رویدادهای را دربرمی گیرد (کالیرما[5] و همکاران، ۲۰۰۹: ۹). رسولی و همکاران در پژوهش با عنوان سری زمانی و تجزیه‌وتحلیل سینوپتیکی مراکز الگوهای فشار بر بارش‌های فصلی ایران پرداخته‌اند (رسولی و همکاران، ۲۰۱۲: ۴). در مطالعه‌ای تأثیر سیستم‌های فشار بر بارش‌های طوفانی ایران نشان داد که کنترل‌کننده‌های اصلی سیستم‌های پرفشار سیبری و پرفشار آزور و حالت یکپارچه از سیستم‌های سودانی و سیستم کم‌فشار مدیترانه‌ای نقش کنترل‌کننده اصلی را

[1] Alpert
[2] Chen
[3] Hellstrom
[4] Lena
[5] Carla Lima

در سطوح بالا دارد و عوامل مهم دیگر در بارش‌های سنگین ادغام رطوبت دریایی مدیترانه، دریای سرخ، خلیج‌فارس، دریایی عمان و اقیانوس هند است (منتظری و همکاران، ۲۰۱۵: ۷). نتایج یک مطالعه همدیدی بر روی بارش‌های شدید باران در تایوان نشان داد مقادیر بازگشتی بارش‌های بیش از ۱۰۰ میلی‌متر در دوره‌های ۵ تا ۲۰ ساله تکرار می‌شود همچنین بارندگی‌های شدید ساعتی عمدتاً در ماه می و اواسط ماه ژوئن در جبهه‌های می یو رخ می‌دهد (منگ ون[6]، ۲۰۱۷: ۱۴). ازجمله مطالعات صورت گرفته در داخل می‌توان به شناسایی الگوهای گردشی پدیدآورنده سیلاب بزرگ در کارون پرداخت، نتایج این پژوهش نشان از شش الگوی گردشی کم ارتفاع و پر ارتفاع که الگوهای کم ارتفاع و فرودهای شرایط را برای ناپایداری فراهم می‌آورند و ارتباط معنی‌داری با بارش و روان آب‌دارند (مسعودیان، ۱۳۸۴: ۲۰). نتایج یک مطالعه بر روی مسیریابی سامانه‌های کم‌فشار سودانی ورودی به ایران نشان داد که این چرخندها از پنج مسیر عمده وارد ایران می‌شوند. دو مسیر اول به‌صورت ادغام‌شده با چرخنده‌ای مدیترانه و سه مسیر دیگر به‌صورت مستقل وارد می‌شوند (لشکری، ۱۳۸۱: ۲۲). نتایج یک پژوهش بر روی تحلیل همدید بارش‌های سنگین ایران در آبان ۱۳۷۳ نشان داد که الگوی پرفشار اروپا–کم فشار عراق در رویداد این بارش‌ها مؤثر بوده است. (محمدی، مسعودیان، ۱۳۸۹: ۱۷). در یک مطالعه نتایج واکاوی الگوهای سینوپتیکی بارش‌های سنگین استان‌های جنوب غرب ایران نشان داد که عامل اصلی ایجاد بارش‌های شدید در مرکز و جنوب غرب ایران، نفوذ و استقرار سامانه پرفشار سیبری و تشکیل سرد چالی وسیع بر روی جنوب دریای خزر و مرکز ایران بوده است (امیدوار و همکاران، ۱۳۸۹: ۲۶). در پژوهشی بارش‌های سنگین نوار جنوب و مرکز کشور را واکاوی کردند نتایج نشان داد، شکل‌گیری کم ارتفاع بریده‌ای بر روی دریای مدیترانه به‌صورت سیستم مانع ای عمل کرده و به سبب شکل‌گیری ناوه عمیق با امتداد شمالی جنوبی توسط شاخه شمالی و ادغام آن با ناوه حاصل از شاخه جنوبی می‌باشد درنتیجه با عمیق‌تر شدن این ناوه و کسب رطوبت بیشتر از آب‌های جنوبی کشور شرایط لازم برای ریزش بارش استثنایی در منطقه فراهم می‌شود (امیدوار و همکاران؛ ۱۳۹۲: ۱۶). در یک مطالعه بر روی بارش سنگین لیکن در جنوب غربی ایران مشخص شد پیشروی کم‌فشار سودانی از سمت جنوب و پرفشار اروپایی از سمت شمال و تشکیل جبهه در غرب و جنوب غرب کشور در تراز میانی جو باعث عمیق‌تر شدن فرود مدیترانه و حرکت شرق سوی آن و وجود رطوبت زیاد و همچنین قرارگیری هسته سرعت رود باد جنب‌حاره‌ای بر روی دریای سرخ و شمال عربستان سبب بارش سنگین در این منطقه شد (منتظری و همکاران، ۱۲:۱۳۹۲). نتایج یک مطالعه در رخداد بارش سنگین یاسوج، در ۲۰ اسفند ۱۳۸۹ نشان داد در روز بارش سنگین رود باد جبهه قطبی بسیار بزرگی باضخامت زیاد بر روی ایران استقرار داشته و ضخامت جو نیز بر روی منطقه موردمطالعه، زیاد بوده است. حرکت‌های قائم هوا در ترازهای ۷۰۰، ۶۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال در بخش‌های جنوب و جنوب غربی منفی بوده و ضمن تقویت همگرایی و صعود هوا، با تغذیه‌ی رطوبتی مدیترانه، دریای سرخ و خلیج‌فارس، مقدار رطوبت لازم برای تولید بارش سنگین را فراهم کرده است (صالحی، عالی جهان، ۱۳۹۲: ۱۲). نتایج یک پژوهش بر روی بارش سنگین شهر جیرفت نشان داد در روز بارش

[6] Mengwen

وجود رود باد جبهه قطبی بسیار بزرگی باضخامت زیاد بر روی ایران استقرار داشته و منابع عمده رطوبتی بارش سنگین این بارش در سطوح و ۷۰۰ ۵۰۰ هکتوپاسکال دریای سرخ و خلیج‌فارس می‌باشد، اما در ترازهای و ۱۰۰۰، ۸۵۰ هکتوپاسکال دریای عرب، خلیج عمان و خلیج‌فارس نقش اصلی تأمین رطوبت بارش سنگین را ایفا می‌کنند (قویدل رحیمی و همکاران ۱۳۹۳: ۲۱). طبق نتایج به‌دست‌آمده از تحلیل رخداد بارشی شدید منجر به سیل ۸ تیر ۱۳۹۴ در استان البرز مشخص شد وجود هوای سرد در جو بالا، ایجاد ناوه شبه پایا، تزریق و تداوم مدام رطوبت از پهنه آبی خزر، کم‌فشار سطح زمین و جریان‌های شمال غربی، مشخصه‌های عمده همدیدی حاکم بر رخداد بارشی مذکور محسوب می‌شوند (احمدی و همکاران، ۱۳۹۴: ۱۷). این پژوهش در نظر دارد رخداد بارش سنگین و فراگیر ۴ آذر ۱۳۹۳ استان کهگیلویه و بویراحمد را در قالب بارش‌های بیش از ۴۰ میلی‌متر با استفاده تحلیل و تفسیر تصاویر حاصل‌شده از نرم‌افزار GRADS و تصاویر ماهواره TRMM موردبررسی قرار دهد.

داده‌ها و روش

استان کهگیلویه و بویراحمد واقع در موقعیت جغرافیایی ۳۰ درجه و ۹۰ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۵۷ دقیقه عرض شمالی و ۴۹ درجه و ۵۷ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۴۲ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ در جنوب غربی ایران قرار دارد.

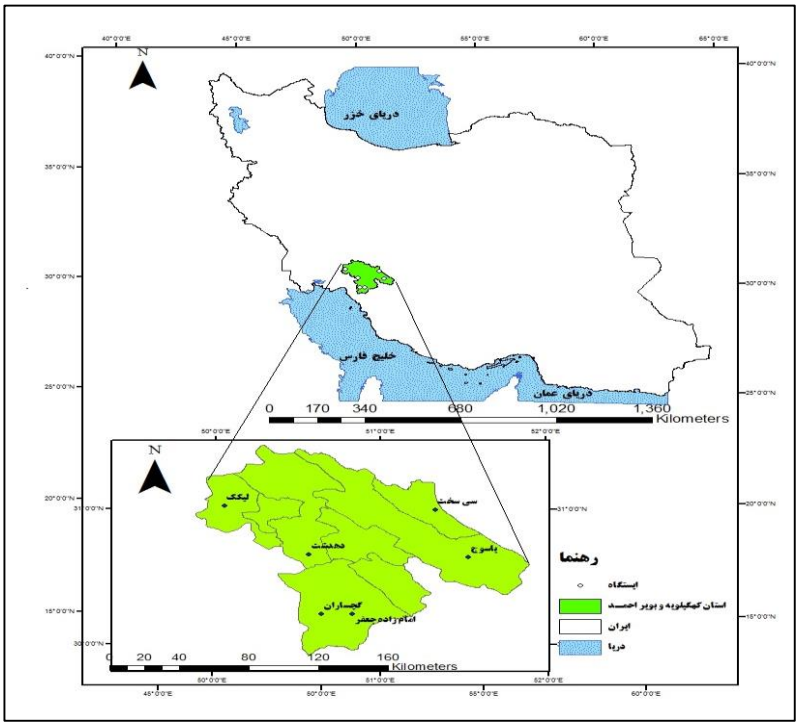
جدول ۱: موقعیت ایستگاه‌ها و میزان بارندگی به میلی‌متر

نام ایستگاه	عرض جغرافیایی N	طول جغرافیایی E °	ارتفاع (m)	بارش ۳ آذرماه	بارش ۴ آذر ۱۳۹۳
یاسوج	۳۰ ° ۴۱	۵۱ ° ۳۳	۱۸۱۶,۳	۷	۱۰۳,۶
دو گنبدان	۳۰ ° ۲۰	۵۰ ° ۴۹	۷۲۶	۱۷,۹	۶۷,۵
ده دشت	۳۰ ° ۴۷	۵۰ ° ۳۹	۷۹۳,۳	۹/۹	۴۴,۵
سی سخت	۳۰ ° ۵۰	۵۱ ° ۲۸	۲۱۳۳,۴	۴۴,۲	۶۴,۴
لیکک	۳۰ ° ۵۷	۵۰ ° ۰۶	۷۶۰	۰	۸۷,۱
امامزاده جعفر	۳۰ ° ۱۸	۵۰ ° ۵۹	۶۶۸	۰	۶۴,۹

در طول سال‌های گذشته در طول دوره‌های سرد سال (پاییز و زمستان) استان کهگیلویه و بویراحمد بارش‌های بسیار سنگین را تجربه کرده است. هدف از این پژوهش بررسی همدیدی بارش سنگین و فراگیر استان کهگیلویه و به ویر احمد در تاریخ ۴ آذر ماه ۱۳۹۴ است. بدین منظور ابتدا از داده‌های ایستگاه زمینی و داده‌های سطوح فوقانی جو در تاریخ ۳ و ۴ آذر ماه ۱۳۹۳ جهت تحلیل بارش سنگین و فراگیر استان کهگیلویه و بویراحمد استفاده شد. میزان بارش و موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های موردنظر در جدول (۱) ارائه‌شده است. سپس با بهره‌گیری از نقشه‌های فشار سطح دریا نقشه‌های فوقانی جو از جمله نقشه ارتفاع ژئو پتانسیل، ضخامت جو، رود باد، پیچانه، وزش رطوبتی، همگرایی و واگرایی رطوبت، حرکت قائم هوا (امگا) و آب قابل بارش با استفاده از نرم‌افزار GRADS جهت تحلیل و بررسی، ترسیم شد. همچنین از تصاویر ماهواره TRMM جهت شناسایی منابع رطوبت با استفاده از نرم‌افزار GIS استفاده گردید. برای تعیین منابع رطوبتی این بارش‌ها بعد از دریافت نقشه‌ها موردنظر از سایت هواشناسی مرکز پیش‌بینی اقلیمی ایالات‌متحده آمریکا[7]

[7] www.esrl.noaa.gov

تفسیر و تحلیل نقشه‌ها به روش چشمی مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت. به‌جز نقشه تک تراز فشار سطح دریا سایر نقشه‌ها در ترازهای ۵۰۰ و ۸۵۰ و نقشه‌های رود باد در تراز ۳۰۰ ترسیم شد. نتایج به‌طور دقیق و منظم گزارش‌شده است. این پژوهش به روش محیطی به گردش انجام‌شده است. وقوع این بارش سنگین و گسترده بودن این بارش در یک سطح بسیار وسیع و اهمیت آن باعث بررسی پژوهش در زمینهٔ این بارش سنگین شد.



مأخذ: نگارندگان

شکل ۱: نقشه موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های سینوپتیک در استان کهگیلویه و بویراحمد

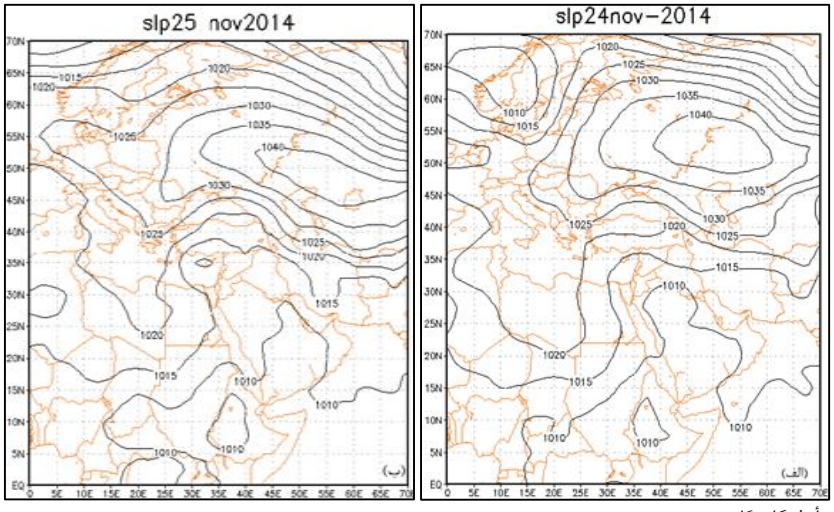
یافته‌های پژوهش

در این مطالعه به بررسی همدیدی–دینامیک بارش فراگیر ۴ آذر سال ۱۳۹۳ استان کهکیلویه و به ویر احمد پرداخته شد. رخداد بارش در اکثر ایستگاه‌های سینوپتیک و قابل‌توجه بودن مقدار این بارش‌ها علت انتخاب این بارش فراگیر جهت مطالعه است. جهت این بررسی نقشه‌های روزانه از ۴۸ ساعت قبل از وقوع بارش تا ۲۴ ساعت بعد از وقوع بارش استخراج شده و نقشه‌های سینوپتیکی آن‌ها با توجه به آرایش و نحوه گسترش و حرکت سیستم‌ها نسبت به هم بررسی گردید. شروع بارش‌های این دوره در برخی از ایستگاه‌ها در تاریخ ۳ آذر ۱۳۹۳ بوده و در اتمام دوره‌ی بارشی در ۴ آذر ماه میزان مجموع بارش در تمام ایستگاه‌ها به بیش از ۳۰ میلی‌متر هم می‌رسد. جهت کم شدن حجم مقاله فقط از نقشه‌های همدیدی روز قبل و روز اوج بارش در این مقاله استفاده شد.

واکاوی نقشه‌های همدیدی بارش‌های سنگین روز ۴ آذر

واکاوی نقشه‌های ارتفاعی جو

در نقشه فشار سطح دریا ساعت ۱۲ زولو (۱۵:۳۰) روز ۳ آذرماه ۱۳۹۳، وجود یک واچرخند بسیار قوی سیبری در شمال دریای خزر مشاهده می‌شود. زبانه ۱۰۲۵ هکتوپاسکلی این پرفشار تا مناطق شمالی کشور ایران پیشروی کرده است. در همین زمان وجود کم‌فشار سودانی قوی مستقر در شرق قاره آفریقا شکل ۲ (ب)، در جنوب غرب دریای سرخ با پربند بسته ۱۰۱۰ هکتو پاسکالی مشاهده می‌شود. زبانه ۱۰۱۵ هکتو پاسکالی این چرخند بسیار قوی تا مرکز ایران کشیده شده است. در روز ۴ آذر ۱۳۹۳ خطوط پربند این کم‌فشار به مناطق غرب و شمال تنگه هرمز نفوذ کرده و این مناطق را تحت استیلای خود قرار داده است. استقرار این چرخند قوی بر روی دریای سرخ در روز ۳ آذر (شکل ۲ الف)، با حرکت سیکلونی و پاد ساعت‌گرد خود موجب شارش و جذب رطوبت از دریای سرخ و همچنین تقویت و صعود هوا بر روی شرق آفریقا تا نواحی شمال عربستان و جنوب عراق شده است. در روز ۴ آذرماه خطوط پربند (۱۰۲۰ هکتوپاسکالی)، واچرخند منطقه قفقاز نواحی شمالی ایران را به‌شدت تحت تأثیر خود قرار داده است. با توجه به تأثیرگذاری واچرخند مذکور در نیمه شمالی و همچنین استقرار کم‌فشار سودانی در نیمه جنوبی ایران موجب تقویت شدید شیو فشار هوا در نیمه جنوبی کشور شد که این شرایط ایجاد جو بارو کلنیک در جنوب غربی ایران را باعث شده است.

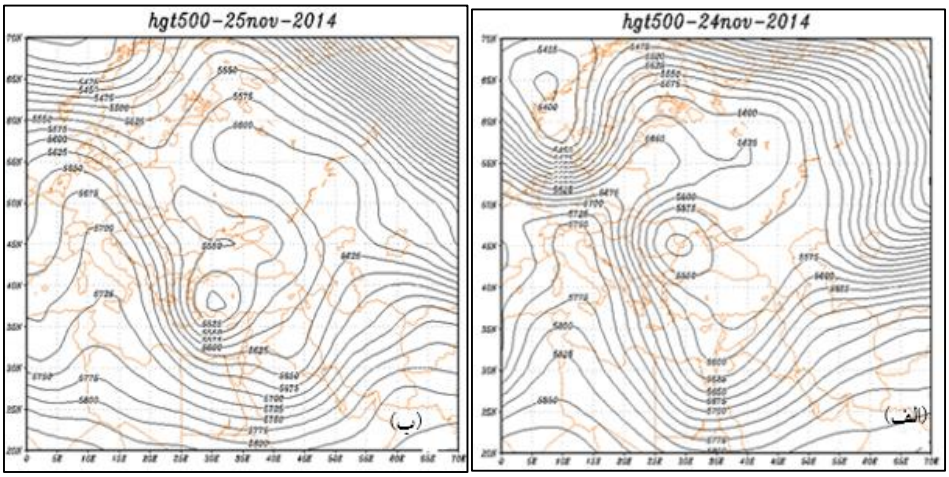


مأخذ:نگارندگان

شکل ۲: فشار تراز دریا در روز ۳ آذرماه (الف) و در روز بارش، ۴ آذرماه (ب)

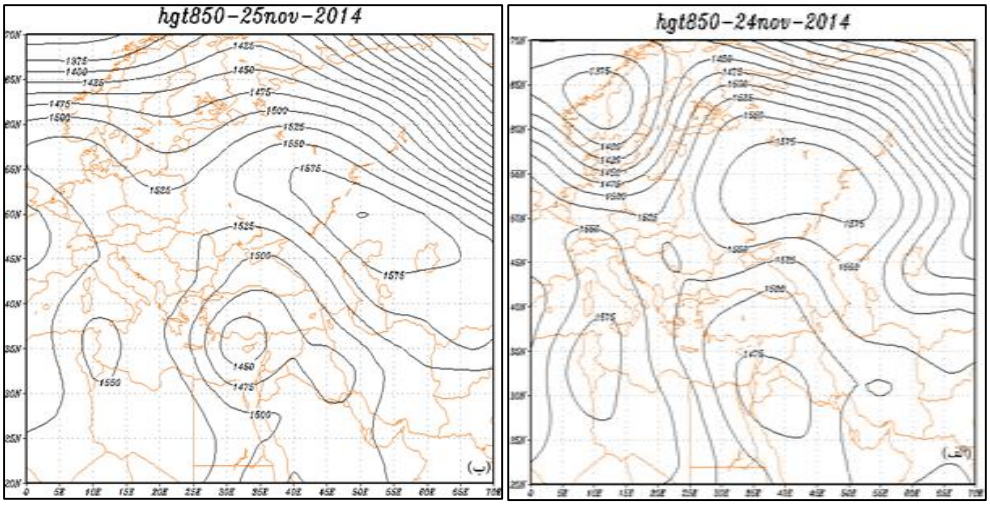
در بررسی نقشه‌های ارتفاع ژئو پتانسیل ترازهای ۵۰۰ هکتوپاسکال در روزهای ۲، ۳ آذرماه ۱۳۹۳ اولین پدیده‌ای که جلب‌توجه می‌کند رخداد پدیده بلوکینگ بر روی شمال اروپا تا دریایی مدیترانه است که مناطق غرب و جنوب غرب ایران را تحت تأثیر خود قرار داده است. در تراز ۵۰۰ هکتو پاسکال شکل ۳(ب) در روز ۴ آذرماه با قرارگیری این ناوه بر روی جنوب شرقی عراق، به‌واسطه شرایط چرخندی شدید در ناوه و واگرایی شدید در قسمت جلوی ناوه بر روی منطقه

موردمطالعه باعث ایجاد آسمانی ابرآلود و ریزش بارش شدید در این منطقه شد. استقرار محور ناوه بر روی دریای مدیترانه و خلیج‌فارس باعث مکش رطوبتی و ترکیب و جذب رطوبت به سمت شرق ناوه شده است. با گسترش شرایط واگرایی ریزش بارش سنگین در این روز بر روی مناطق جنوب غربی ایران به‌خصوص استان کهگیلویه و بویراحمد با توجه به ارتفاع زیاد این منطقه از سطح دریا و وجود رشته‌کوه زاگرس که همانند یک سد عمل کرده و باعث تخلیه هر چه بیشتر رطوبت بر روی این منطقه شده که بیشترین بارش به میزان ۱۰۳٫۶ میلی‌متر را شهر یاسوج داشته است. در بررسی نقشه‌های تراز ۸۵۰ هکتو پاسکال شکل ۴ (ب) استقرار یک منحنی بسته پر ارتفاع بر روی دریای مدیترانه که خطوط پربند (۱۴۷۵ متر) آن بر روی جنوب غربی ایران قرارگرفته باعث شد از شدت فرودهای ناوه بر روی جنوب غربی ایران کاسته است (محل تشکیل سیکلون و صعود شدید هوا در روز ۴ آذر)، این شرایط باعث شده است در ایستگاه‌های جنوب غربی کشور به‌خصوص منطقه موردمطالعه شرایط صعود هوا و ایجاد جو باروکلنیک و ناپایداری شدید هوا فراهم شود.



مأخذ:نگارندگان

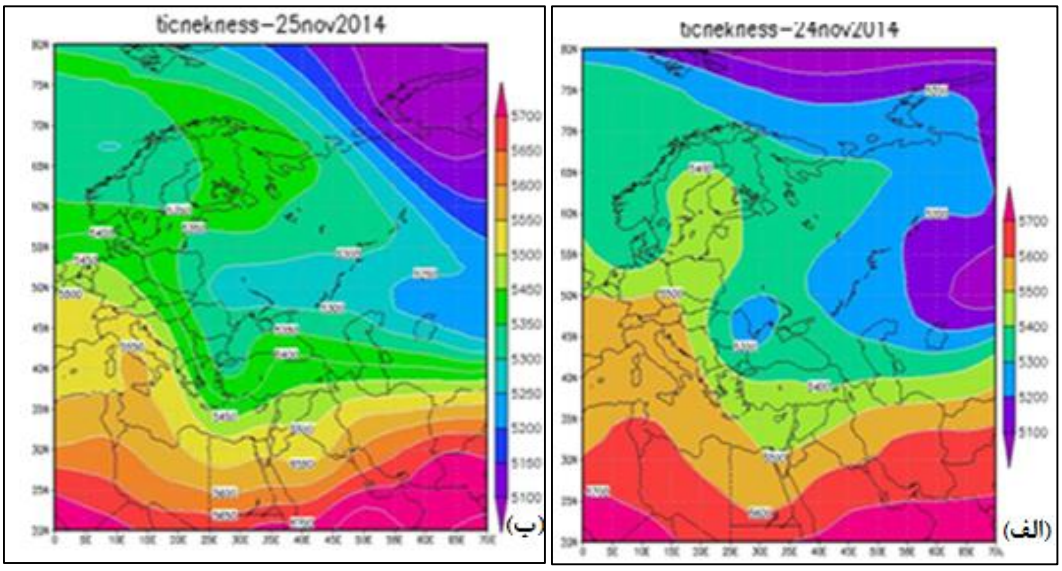
شکل ۳: وضعیت ارتفاع ژئو پتانسیل تراز ۸۵۰ در روز ۳ آذر (الف) و روز ۴ آذر (ب)



مأخذ:نگارندگان

شکل ۴: وضعیت ارتفاع ژئو پتانسیل تراز ۸۵۰ در روز ۳ آذر (الف) و روز ۴ آذر (ب)

روشن است چنانچه در یک منطقه بین سطوح هم‌فشار هوای گرم با چگالی کمتری قرار گیرید، ضخامت لایه بین سطوح هم‌فشار بیشتر از منطقه‌ای است که هوای سرد قرارگرفته است. درروی زمین جایی که ضخامت جو کمتر است، کم‌فشار و در زیر مکانی که ضخامت جو کمتر است پرفشار وجود دارد (امیدوار، ۱۳۸۹: ۷۸)، در روز ۴ آذرماه شکل ۵ (ب)، یک ناوه بسیار عمیق که محور آن بر روی شمال کشور عربستان سعودی قرار دارد مشخص است از این‌رو پشته بسیار عظیمی که بر روی جنوب غربی اروپا تشکیل‌شده است در برخورد با هوای گرم و مرطوب بر روی مدیترانه و دریای سرخ می‌تواند منجر به تشکیل جبهه شود. این ضخامت بسیار زیاد جو (۵۶۰۰، متر) در روز بارش سنگین نشان از صعود هوا در این منطقه دارد. این امر نشان‌دهنده ورود هوای گرم و مرطوب و قرارگیری جبهه گرم بر روی منطقه موردنظر است؛ بنابراین ریزش‌های سرد از مناطق شمالی اروپا و عرض‌های بالاتر و برخورد آن با هوای گرم مرطوب باعث ایجاد پدیده فرا رفت و درنتیجه صعود هوا و درنتیجه ایجاد بارش سنگین در منطقه موردنظر شده است (شکل ۵_ الف و ب).



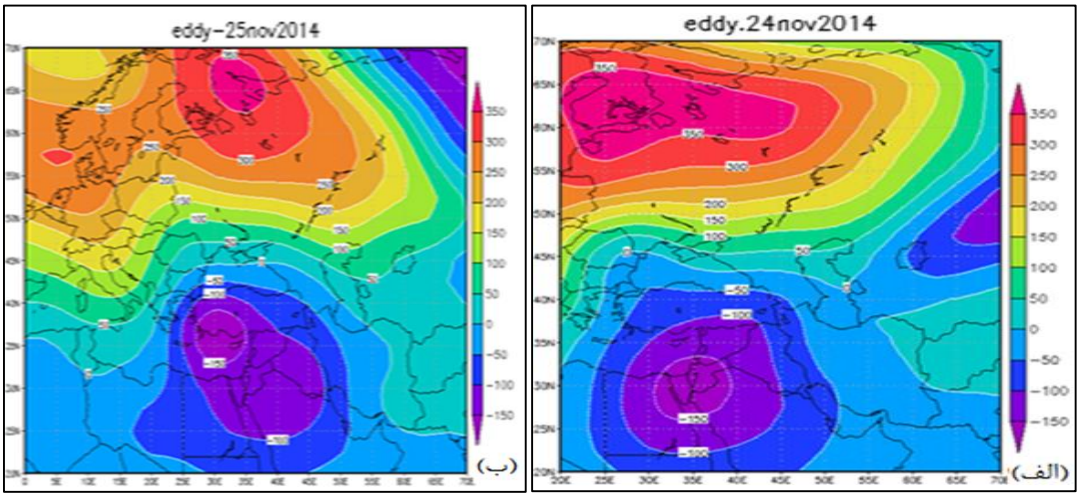
مأخذ:نگارندگان

شکل ۵: ضخامت جو در روز ۳ آذر (الف) و روز ۴ آذر (ب)

واکاوی نقشه‌های ناپایداری جو

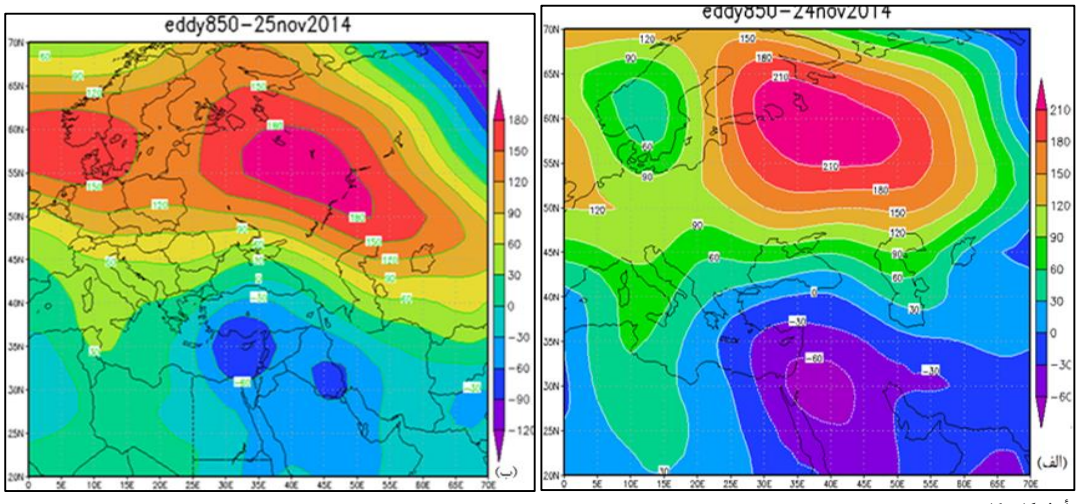
نگاشت و تفسیر نقشه‌های پیچانه در روزهای قبل از بارش سنگین (۲ و ۳، آذرماه) تا پایان بارش سنگین در ۴ آذرماه ۱۳۹۴، در منطقه موردمطالعه در ترازهای ۵۰۰ تا ۸۵۰ هکتوپاسکال بیانگر مقادیر منفی پیچانه بر روی منطقه موردمطالعه به‌خصوص در روز بارش سنگین است. در روز قبل از شروع بارش سنگین شکل (۶، الف وب) در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکالی هسته بیشینه پیچانه منفی (۱۵۰-) بر روی بخش‌های از شمال شرقی عربستان، فلسطین اشغالی، اردن و جنوب سوریه قرار دارد؛ شکل‌گیری پیچانه‌های مثبت با هوای پایدار و جو باروتروپیک و تشکیل پیچانه‌های منفی با شکل‌گیری هوای ناپایدار و منقل یا جو باروکلنیک همراه خواهد بود (قویدل رحیمی، ۱۳۹۱: ۷۰)، این در حالی است که بیشینه پیچانه منفی

در غرب و جنوب غربی ایران (۵۰-) است. در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکالی شکل (۷ الف وب) همانند تراز ۵۰۰ هکتوپاسکالی هسته بیشینه پیچانه (۶۰-) در همان مناطق شمال شرقی عربستان، فلسطین اشغالی، اردن و جنوب سوریه قرار دارد با اندکی تفاوت این بار خطوط پیچانه منفی بر روی غرب و جنوب غربی ایران (۳۰-) می‌باشد؛ بنابراین زمینه صعود هوا با توجه به مسیر حرکت سیکلون به سمت غرب و جنوب غرب ایران و ورود آن به منطقه موردمطالعه را آماده کرده است. در نقشه تراز ۵۰۰ هکتوپاسکالی در روز بارش (۴ آذرماه)، خطوط پیچانه (۱۰۰-)، در ساعت ۱۲ زولو به مرزهای غربی ایران نزدیک شده است و منطقه وسیعی از خاورمیانه را در برگرفته است؛ اما در نقشه‌های تراز نزدیک سطح زمین (تراز ۸۵۰ هکتوپاسکالی) شرایط متفاوت‌تر است. هسته بیشینه پیچانه منفی (۶۰-) بر روی جنوب شرقی عراق و جنوب غربی ایران قرارگرفته است. این امر با توجه به کم‌فشار موجود بر روی منطقه شکل ۹ (ب)، باعث حرکات صعودی هوا و ایجاد ناپایداری شدید بر روی منطقه موردمطالعه گشته است؛ اگر جریان هوا در پیچانه منفی در مسیری بسته و در جهت خلاف عقربه‌های ساعت صورت گیرد ازنظر دینامیکی شرایط را برای صعود هوا آماده است (قویدل رحیمی، ۱۳۹۱: ۷۱).



مأخذ:نگارندگان

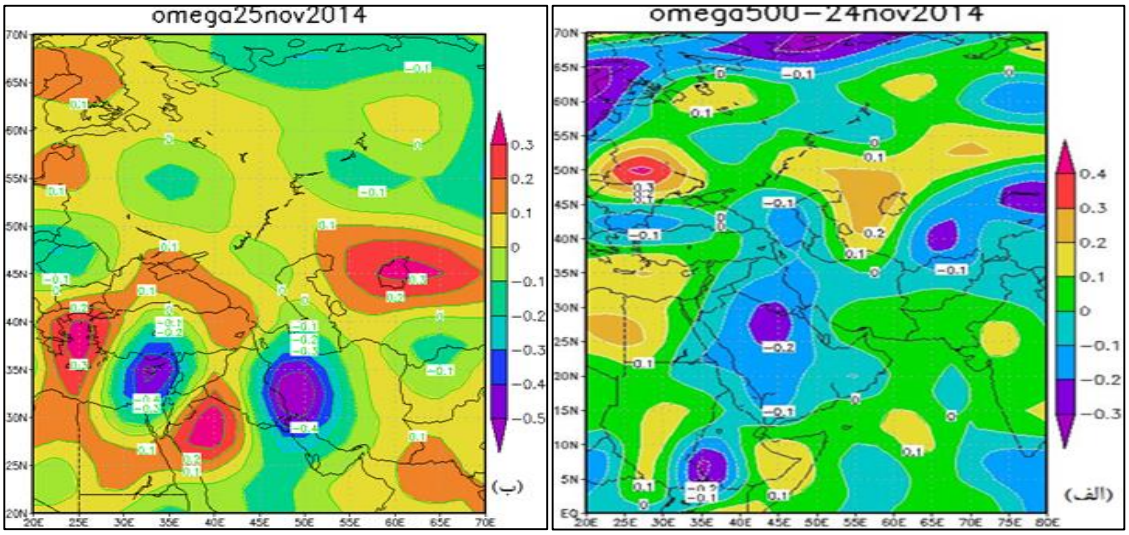
شکل ۶: نقشه پیچانه تراز ۵۰۰ در روز ۳ آذر (الف) و روز ۴ آذر (ب)



مأخذ:نگارندگان

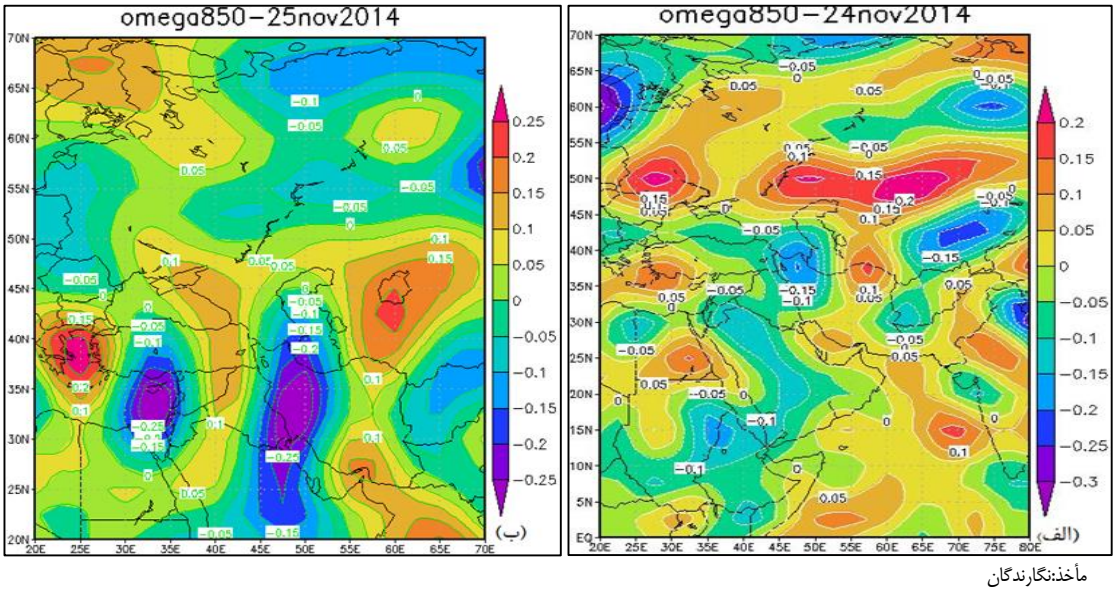
شکل ۷: نقشه پیچانه تراز ۸۵۰ در روز ۳ آذر (الف) و روز ۴ آذر (ب)

نقشه‌های سرعت قائم هوا در روز ۴ آذرماه برای تمام سطوح (۵۰۰ و ۸۵۰) نشان‌دهنده مقادیر منفی امگا در نیمه غربی ایران به‌خصوص در تراز ۸۵۰ بر روی منطقه موردمطالعه است. در نقشه‌های تراز ۵۰۰ در روز قبل از بارش شکل (۸، الف وب) سرعت قائم هوا بر روی جنوب غربی ایران ۰/۱- پاسکال در ثانیه بوده است ولی در همین تراز در روز بارش (۴ آذرماه) در ساعت ۱۲ زولو یک مرکز بیشینه امگای منفی با هسته مرکزی ۰/۵- پاسکال بر ثانیه بر روی غرب و جنوب غرب ایران قرار دارد که مرکز آن دقیقاً بر روی منطقه موردمطالعه گرفته است. در تراز ۸۵۰ هکتو پاسکال شکل ۹(الف وب) شرایط بسیار متفاوت بوده به صورتی که در روز قبل از بارش سرعت قائم هوابر روی منطقه موردنظر مثبت بوده ولی در روز بارش سنگین نشان‌دهنده تشدید و تقویت امگای منفی نسبت به‌روز قبل از بارش بر روی منطقه غرب کشور است.



مأخذ:نگارندگان

شکل ۸: نقشه حرکت‌های قائم هوا در تراز ۵۰۰ هکتو پاسکالی در روز ۳ آذر (الف) و روز ۴ آذر (ب)

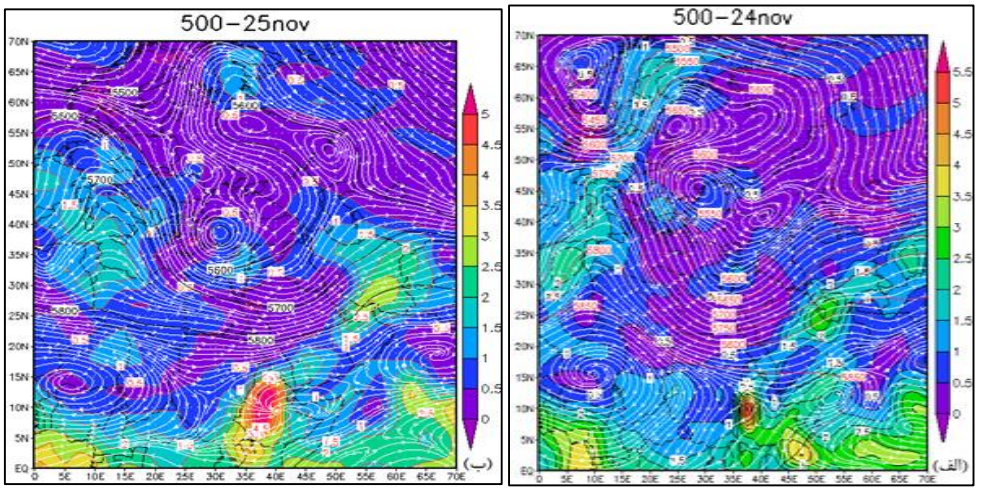


مأخذ:نگارندگان

شکل ۹: نقشه حرکت‌های قائم هوا در تراز ۸۵۰ هکتو پاسکالی در روز ۳ آذر (الف) و روز ۴ آذر (ب)

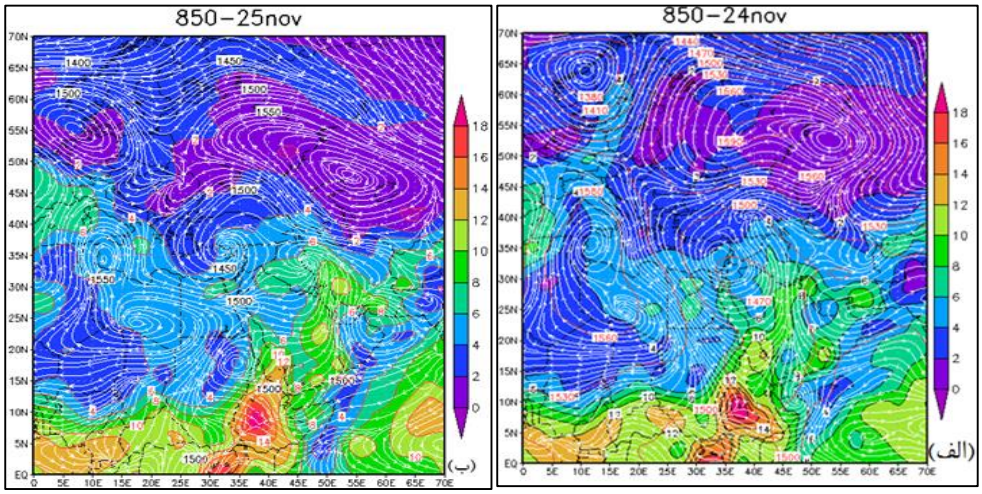
واکاوی نقشه‌های وزشی جو

بررسی نقشه‌های وزش رطوبتی در ساعت ۱۲ زولو در روز قبل و روز شروع بارش ابرسنگین استان کهگیلویه و بویراحمد نشان‌دهنده این است که منبع تأمین رطوبت در ترازهای ۵۰۰ هکتوپاسکال دریای سرخ و دریای مدیترانه و تقویت آن توسط خلیج‌فارس می‌باشد (شکل ۸ الف و ب). در روز قبل از بارش در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال اوج بارش زمانی رخداده است که رطوبت دریای مدیترانه با کشیده شدن از روی عراق و عربستان و ادغام با رطوبت خلیج‌فارس همراه بوده است (شکل ۸، الف) اما بارش سنگین در روز ۴ آذر زمانی اتفاق افتاده است که با رطوبت منتقل‌شده دریایی مدیترانه و خلیج‌فارس همراه شده است. در تراز ۸۵۰ هکتو پاسکالی شکل ۹ (الف و ب) نقش اصلی تغذیه رطوبت این بارش سنگین را خلیج‌فارس دارا است. در این تراز از جو خلیج‌فارس به‌عنوان اصلی‌ترین منبع تغذیه رطوبت نقش خود را ایفا می‌کند. مقدار رطوبت در این روز بر روی منطقه موردمطالعه ۱۲ گرم بر کیلوگرم رسیده است. هسته بیشینه در این روز بر روی استان فارس و قسمتی از جنوب غربی کشور با مقدار ۱۲ گرم بر کیلوگرم قرارگرفته است که مناطق شرقی استان کهگیلویه و بویراحمد مخصوصاً شهرستان یاسوج را در برگرفته است (شکل ۱۶-).



مأخذ:نگارندگان

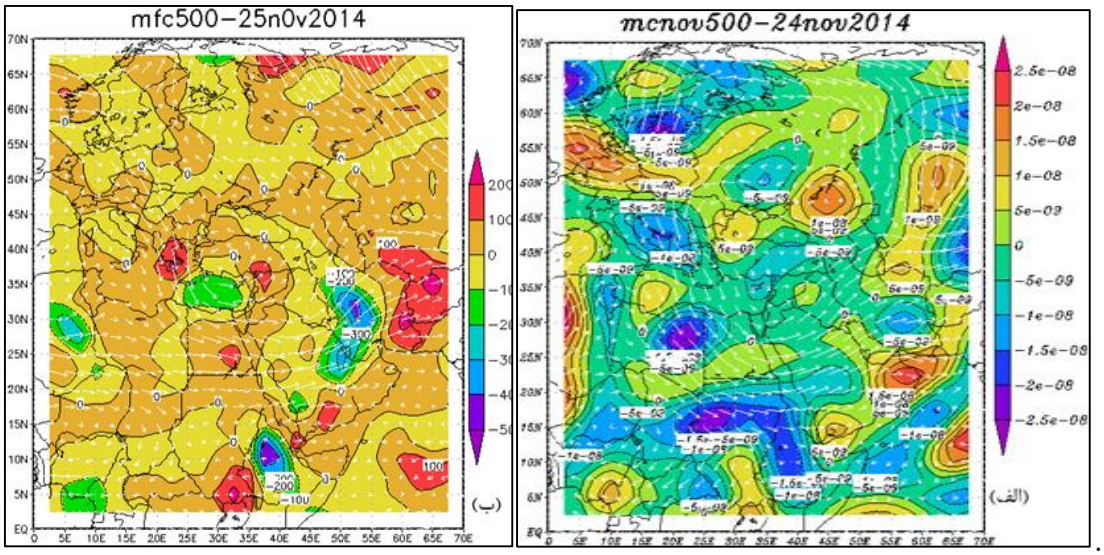
شکل ۱۰: نقشه تراز ۵۰۰ وزش رطوبتی در روز ۳ آذر (الف) و روز ۴ آذر (ب)



مأخذ:نگارندگان

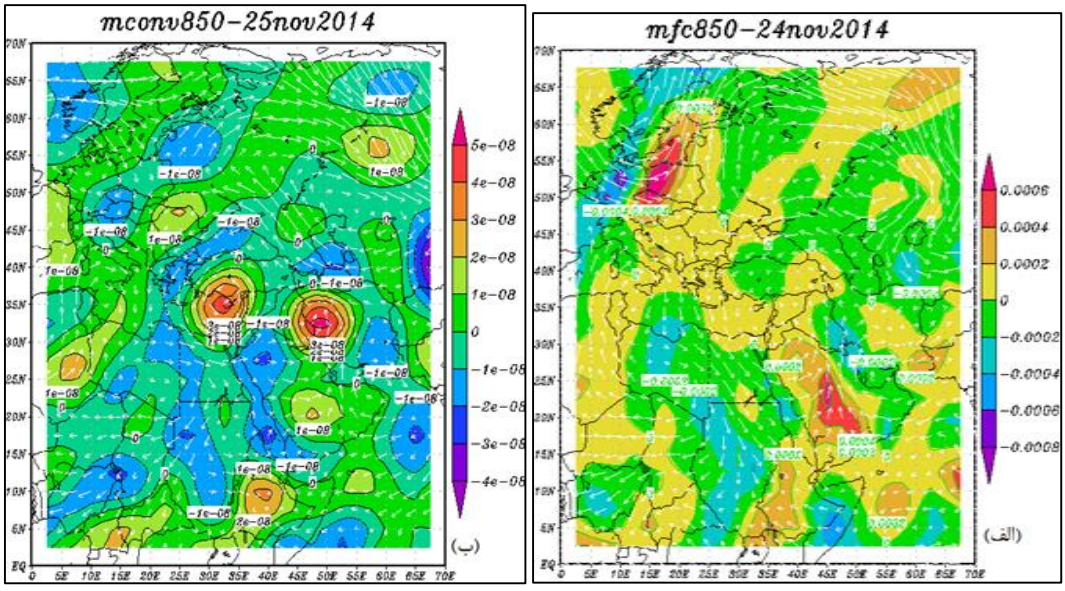
شکل ۱۱: نقشه تراز ۸۵۰ وزش رطوبتی در روز ۳ آذر (الف) و روز ۴ آذر (ب)

بررسی الگوی همگرایی و واگرایی رطوبت در ساعت ۱۲ روز ۳ و ۴ آذرماه در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال نشان داده‌شده است شکل ۱۰ (الف و ب) بیشینه همگرایی رطوبتی در روز ۴ آذرماه بر روی منطقه جنوب و جنوب غرب ایران دارد. در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال در روز ۳ آذرماه شکل ۱۱ (الف) بیشینه همگرایی رطوبت بر روی کشور عربستان قرارگرفته است. در روز ۴ آذرماه ناوه مذکور با جذب رطوبت از خلیج‌فارس تقویت‌شده (شکل ۱۳ ب) و به‌طور کامل زمینه کسب رطوبت از دریای مدیترانه، دریای سرخ و خلیج‌فارس زمینه آشفتگی جو را در این مکان فراهم آورده است.



مأخذ:نگارندگان

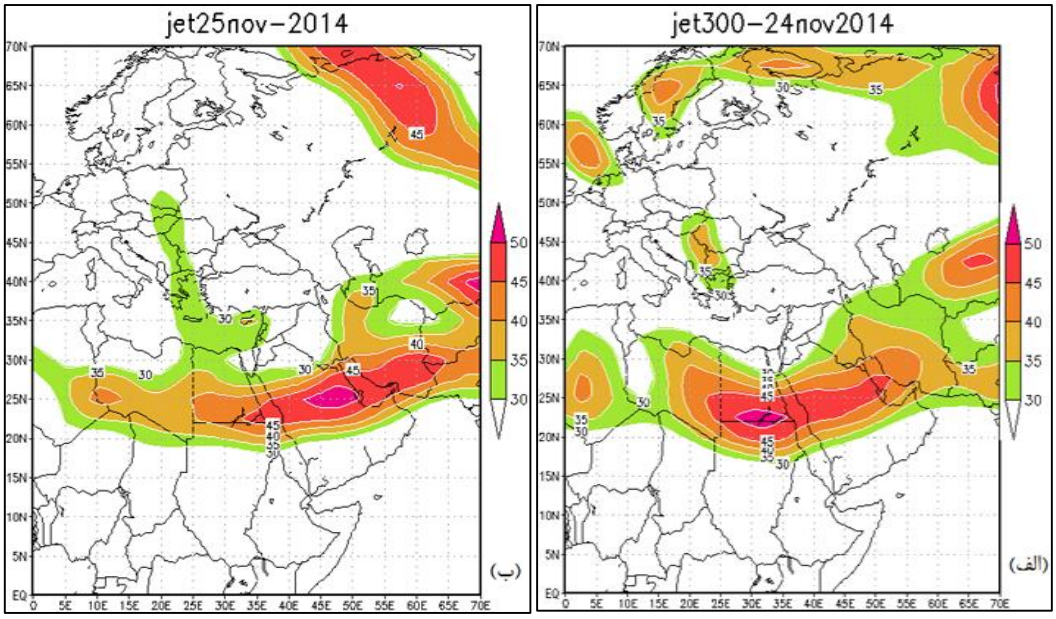
شکل ۱۲: همگرایی و واگرایی وزش رطوبتی تراز ۵۰۰ در روز ۳ آذر (الف) و روز ۴ آذر (ب)



مأخذ:نگارندگان

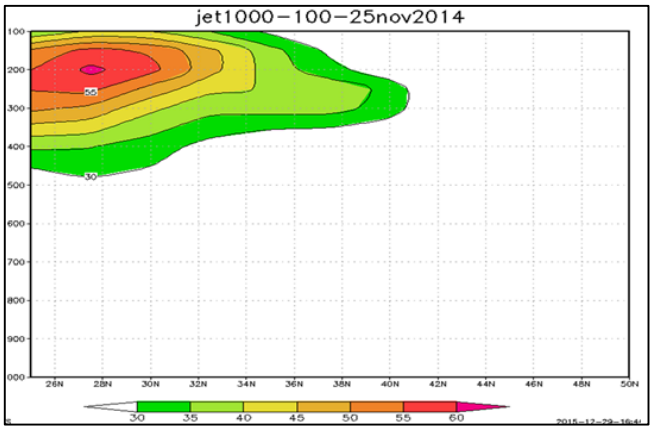
شکل ۱۳: همگرایی و واگرایی وزش رطوبتی تراز ۸۵۰ در روز ۳ آذر (الف) و روز ۴ آذر (ب)

سطوح ۳۰۰، ۲۵۰ هکتوپاسکال مناسب‌ترین سطوح برای ترسیم نقشه وضعیت رود باد ترازهای فوقانی جو است (قویدل رحیمی، ۱۳۹۱: ۶۹)، در زمان رخداد بارش سنگین در تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال در روز ۳ آذرماه (شکل ۱۴–الف) یک رود باد بسیار قوی با جهت جنوب غربی–شمال شرقی، گستره خود را بر روی تمام مناطق ایران کشانیده است. هسته بیشینه این رود باد (۵۰ متر در ثانیه)، بر روی غرب دریای سرخ قرارگرفته است که محور خروجی آن به سمت نیمه جنوب غربی، جنوب و شرق ایران در حال حرکت است. در روز ۴ آذرماه (شکل ۱۴ب) هسته بیشینه رود باد به‌طرف خلیج‌فارس و نواحی جنوبی ایران جابه‌جاشده و با شدت کمتری منطقه موردمطالعه را تحت تأثیر خود قرار داده است. در زمان رخداد بارش سنگین سرعت بادبر روی منطقه موردمطالعه به ۳۵ متر بر ثانیه رسیده است؛ که این امر به‌شدت ناپایداری‌ها افزوده است. نقشه‌های مربوط به‌سرعت قائم هوا و چرخندگی در روز بارش سنگین این وضعیت را تأیید می‌کنند؛ و در ادامه با همبستگی این شرایط ذکرشده به ایجاد جو باروکلنیک و شرایط کژفشار بر روی این بخش از کشور شرایط برای بارش ابرسنگین محیا شده است. تحلیل و بررسی نقشه هاف مولر (شکل ۱۵) نشان از آن دارد که رود باد مشخص‌شده در این روز تا نزدیکی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال نفوذ کرده است. در تراز ۲۵۰ هکتوپاسکال در جنوب ایران سرعت باد به ۵۵ متر در ثانیه رسیده است. حاکمیت این رود بادبر روی ایران باعث کنترل هوای سطح زمین و افزایش ناپایداری و آشوب‌های جوی و تأثیر بر روی سیستم‌های ورودی کم‌فشار به منطقه و حرکت واگرایانی با توجه به تاوایی مثبت منجر به‌شدت یافتن بارش در این روز شده است.



مأخذ:نگارندگان

شکل ۱۴: نقشه رو باد تراز ۳۰۰، در روز ۳ آذر (الف) و روز ۴ آذر (ب)

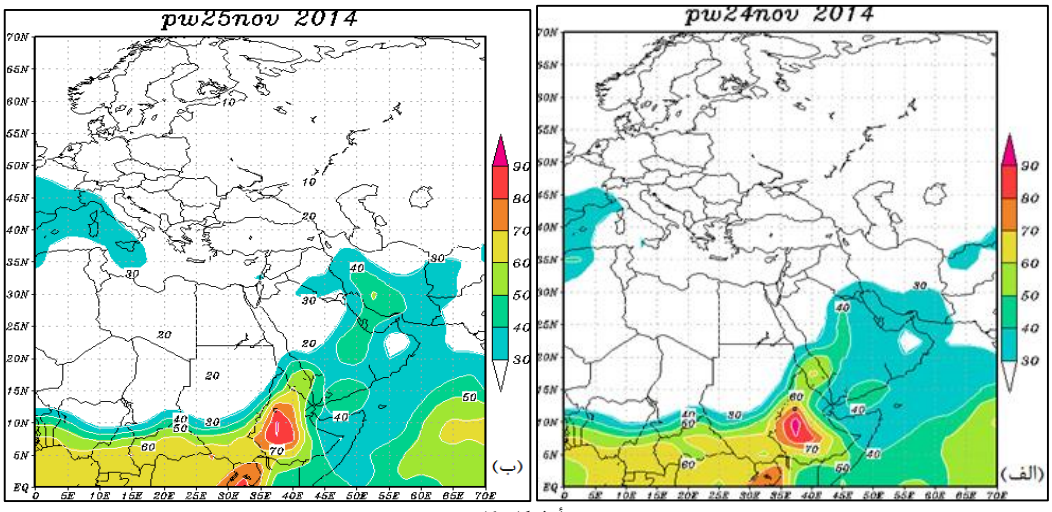


مأخذ:نگارندگان

شکل ۱۵: نمودار هاف مولر رود باد تراز ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ ساعت ۱۲: ۰۰ زولو ۴ آذر

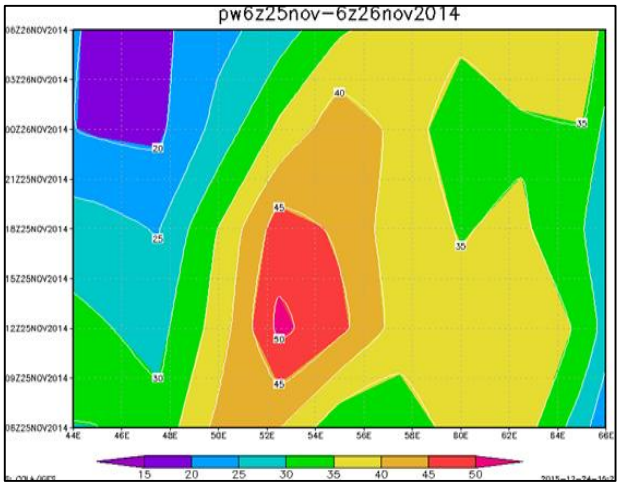
نقشه آب قابل بارش

ترسیم نقشه جمع کل رطوبت (نم ویژه) که از تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال (نزدیک سطح زمین) تا تراز میانی جو ۵۰۰ (هکتوپاسکال) که نوعاً می‌توان از آن به‌جای آب قابل بارش استفاده کرد (قویدل رحیمی، ۱۳۹۱: ۸۹) در ساعت ۱۲ زولو روز ۳ آذرماه بارش سنگین و فراگیر منطقه کهگیلویه و بویراحمد شکل (۱۶، الف) نشان می‌دهد که هسته حداکثر نم ویژه به مقدار ۷۰ گرم بر کیلوگرم بر روی منطقه سومالی در جنوب غربی دریای سرخ و حداکثر نم ویژه‌بر روی منطقه موردمطالعه بین ۴۰ تا ۵۰ گرم با توجه به نقشه هاف مولر (شکل۱۷) می‌باشد؛ که این مقدار رطوبت جوی در روز بارش بسیار زیاد بوده و شرایط لازم را برای ایجاد بارش سنگین در این منطقه فراهم کرده است هسته حداکثر نم ویژه در ایران نزدیک منطقه موردمطالعه بر روی جنوب استان فارس قرار دارد که به مقدار ۶۰ گرم در کیلوگرم در روز حداکثر بارش بارندگی رسیده است.



مأخذ:نگارندگان

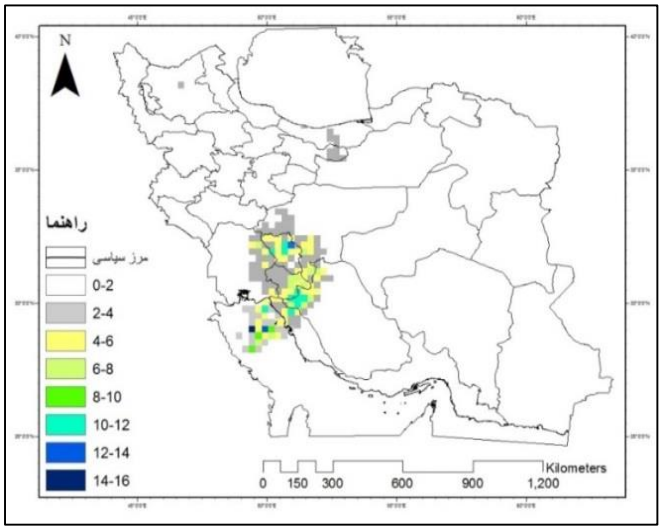
شکل ۱۶: نقشه آب قابل بارش در روز ۳ آذر (الف) و روز ۴ آذر (ب)



مأخذ:نگارندگان

شکل ۱۷: نمودار هاف مولر آب قابل بارش در ساعت ۶ زلو، روز ۴ و ۵ آذرماه

بررسی تصاویر ماهواره‌ی TRMM (شکل۱۸) در روز بارش سنگین تأیید کننده رطوبت بالا در مناطق جنوب غربی کشور است. نتایج تصاویر منتج شده از ماهواره TRMM نشان می‌دهد که بیشینه رطوبت (۱۴ تا ۱۶ گرم بر کیلوگرم) در ایران در ساعت ۱۲ زولو بر روی منطقه خلیج‌فارس قرار دارد. این میزان رطوبت در شرق استان کهگیلویه و بویراحمد بین ۶ تا ۱۲ گرم بر کیلوگرم متفاوت است. نتایج به‌دست‌آمده از این تصویر نشان از آن دارد که میزان بارش در مناطق شرقی استان سنگین‌تر از مناطق غربی و جنوبی استان بوده که با داده‌های دریافتی بارش از سازمان هواشناسی مطابقت دارد. طبق نتایج تصاویر ماهواره TRMM در مناطق غربی استان کهگیلویه و بویراحمد رطوبت کمتری وجود دارد. مقدار رطوبت در این مناطق به بیش از ۲ گرم بر کیلوگرم نمی‌رسد.



مأخذ:نگارندگان

شکل ۱۸: تصویر ماهواره‌ای (TRMM) میزان رطوبت بر روی ایران در ۴ آذر ۱۳۹۴

نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش‌های مشابه مانند قویدل رحیمی (۱۳۹۳)، امیدوار و همکاران (۱۳۸۹)، صالحی و عالی جهان (۱۳۹۲) نشان داد در زمان وقوع بارش‌های سنگین ایران نقش سامانه پرفـشار سـیبری و گرادیان شدید حاصل شده بین این پرفشار و سامانه‌های کم‌فشار سودانی و کم‌فشار مدیترانه در ایجاد بارش‌های سنگین مشهود است. در پژوهش انجام‌شده بارش سنگین ۶ ایستگاه استان کهگیلویه و به ویر احمد در تاریخ ۴ آذر ۱۳۹۳ از دیدگاه همدیدی و دینامیکی مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته است. در این روز شهر یاسوج با بارشی به میزان ۱۰۳/۶ میلی‌متر رکورددار بارش در استان بوده است. نتایج بررسی‌های همدیدی نشان داد در زمان رخداد بارش سنگین پرفشار بسیار قوی سیبری (۱۰۴۰ هکتوپاسکال) بر روی نیمه شمالی ایران تا مناطق غربی اروپا نفوذ کرده و هم‌زمان استیلای کم‌فشار سودان و کم‌فشار مدیترانه بر روی مناطق جنوب و جنوب غربی کشور باعث ایجاد گرادیان شدید بین این کم‌فشار و پرفشار سیبری و در نتیجه ایجاد شرایط ناپایدار در این منطقه از کشور شد. نقشه‌های ارتفاع ژئو پتانسیل نیز در تراز ۵۰۰ هکتو پاسکالی وجود یک بلوکینگ زوجی شکل در شرق دریای مدیترانه را که مناطق جنوب غربی ایران را تحت تأثیر خود قرار داده را تأیید کرده است. بلوکینگ موردنظر باعث ایجاد ناوه بسیار عمیق در غرب ایران شده است. قرارگیری محور این ناوه عمیق بر روی کشور عراق و عربستان باعث ایجاد یک فرود عمیق در جنوب غربی ایران شده است. همچنین تغذیه رطوبتی بسیار مناسب از طریق خلیج‌فارس شرایط بارش سنگین را در جنوب غربی ایران فراهم آورده است. بررسی نقشه‌های رود باد تراز ۳۰۰ هکتو پاسکالی نیز تأیید کننده حاکمیت یک رود باد بسیار قوی بر روی مناطق جنوبی ایران دارد. هسته بیشینه این رود باد در روز بارش بر روی خلیج‌فارس قرارگرفته است که منطقه موردمطالعه در روز بارش درست در شمال هسته بیشه رود باد قرار دارد. منفی بودن مقادیر حرکت قائم هوا (امگا) بر روی منطقه مورد مطالعه در روز رخداد بارش، صعود و ناپایدار شدن جو را باعث شده است. از آنجایی که عامل رطوبت مهم‌ترین اثر را در بارندگی‌های سنگین دارد. ازلحاظ تغذیه منابع رطوبتی در ترازهای ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتو پاسکال دریای سرخ و خلیج‌فارس بیشترین تأثیر را بر روی منطقه موردنظر داشته است. نقشه‌های ضخامت جو نیز تأیید کننده ریزش هوای سرد از عرض‌های بالاتر و برخورد آن با هوای گرم و مرطوب واردشده به ایران از عرض‌های پایین را دارد که در نتیجه این برخورد ایجاد شیو فشار شدیدی در جنوب غربی ایران را باعث شده است. این امر نقش مهمی در ریزش بارش سنگین در این منطقه از کشور داشته است. در بسیاری از پروژه‌ها و پژوهش همدیدی مربوط به بارش سنگین فقط از داده‌های هواشناسی مرکز پیش‌بینی اقلیمی ایالات‌متحده آمریکا استفاده‌شده است. در این پژوهش علاوه بر تصاویر ماهواره TRMM از انواع نقشه‌های هاف مولر جهت تحلیل و بررسی بارش سنگین آذرماه در جنوب غربی ایران استفاده‌شده است. به نظر می‌رسد یافته‌های این پژوهش بدان سبب دارای اهمیت است که با پیش‌بینی شرایط ذکرشده برای سال‌های آینده ارگان‌های مختلف آمادگی بهتری برای مقابله با حوادث احتمالی و جلوگیری از خسارات مالی و جانی ناشی ازاین‌گونه بارش‌ها و برنامه‌ریزی صحیح برای ذخیره آب‌های ناشی از ریزش این‌گونه بارش‌های سنگین داشته باشند.

منابع

۱- امیدوار، کمال، (۱۳۸۷): بررسی سیلاب بر اساس موقعیت‌های سیستم‌های سینوپتیکی در استان یـزد. فصل‌نامه تحقیقـات جغرافیـایی، شماره ۸۸، صص ۱۶۵-۱۳۷.

۲- امیدوار، کمال، (۱۳۸۹): آب و هواشناسی همدیدی، چاپ اول، انتشارات دانشگاه یزد.

۳- امیدوار، کمال؛ صفر پور، فرشاد؛ مهدی محمودآبادی؛ سعید الفتی، (۱۳۸۹): تحلیل همدیدی اثرهای سرد چال در وقوع بارش‌های شدید در نواحی مرکز و جنوب غرب ایران، مدرس علوم انسانی- برنامه‌ریزی و آمایش فضا دوره چهاردهم، شماره ۴، صص ۱۸۹-۱۶۱.

۴- امیدوار کمال؛ محمودآبادی، مهدی؛ صفر پور، فرشاد، (۱۳۹۲): بررسی و تحلیل همدیدی بارش‌های سنگین بهمن‌ماه ۱۳۸۹ در مناطق جنوبی و مرکزی ایران (با تأکید بر استان کرمان)، نشریه علمی پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی، شماره ۵۱، ۳۹-۲۱.

۵- احمدی، حمزه؛ باعقیده، محمد؛ اسدی، سعید؛ احمدی، فریبرز (۱۳۹۴): تحلیل رخداد بارشی شدید منجر به سیل ۲۸ تیر ۱۳۹۴ در استان البرز، مجله دانش مخاطرات، شمار ۴، صص ۴۶۹-۴۵۱.

۶- صالحی، برومند؛ عالی جهان، مهدی، (۱۳۹۲): تحلیل سینوپتیک مخاطرات اقلیمی شهرستان یاسوج، جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره پنجم، شماره ۵، ۹۰-۷۳.

۷- علیجانی، بهلول، (۱۳۸۱): اقلیم‌شناسی سینوپتیک، انتشارات سمت، چاپ اول، تهران.

۸- علیجانی، بهلول، (۱۳۸۸): اقلیم‌شناسی سینوپتیک، انتشارات سمت، چاپ چهارم، تهران.

۹- قویدل، رحیمی؛ احمدی، محمود؛ داریوش حاتمی زرنه؛ محمدرضایی (۱۳۹۳): نارسایی الگوهای سینوپتیک بارش سنگین مولد سیلاب مخرب در شهرستان جیرفت، فصل‌نامه علمی ـ پژوهشی و بین‌المللی انجمن جغرافیای ایران سال دوازده، شماره ۴۱، صص ۱۷۸-۱۶۱.

۱۰- قویدل رحیمی، (۱۳۹۱): نگاشت و تفسیر سینوپتیک اقلیم با استفاده از نرم‌افزار Grads، ناشر سها دانش.

۱۱- لشکری، حسن، (۱۳۸۱): مسیریابی سامانه‌های کم‌فشار سودانی ورودی به ایران، مجله مدرس علوم انسانی، شماره ۲، صص ۱۵۶-۱۳۲.

۱۲- مسعودیان، سید ابوالفضل، (۱۳۸۴): شناسایی الگوهای گردشی پدیدآورنده سیلاب‌های بزرگ در کارون، مجله جغرافیا و توسعه، بهار و تابستان ۸۴، صص ۱۸۲-۱۶۱.

۱۳- محمدی، بختیار؛ مسعودیان، ابوالفضل، (۱۳۸۸): تحلیل همدید بارش‌های سنگین ایران مطالعه موردی: آبان ماه ۳ ۱۳۷۳، جغرافیا و توسعه شماره ۱۹، صص ۷۰-۴۷.

۱۴- منتظری، مجید؛ نامی، محمدحسین؛ حمیده دالایی، (۱۳۹۲): تحلیل همدیدی بارش سنگین ۲۱ نوامبر ۲۰۱۱ استان کهکیلویه و بویراحمد (لیکک)، فصل‌نامه جغرافیایی سرزمین، سال دهم، شماره ۳۷. صص ۹۰-۷۷.

15- A. Lana, J. Campins, A. Genève's, and A. Jan's, (2007): Atmospheric Patterns for Heavy Rain Events in The Balearic Islands, Advances in Geosci7 ences, 12, 27-32.

16- Alpert, P, and Raisin, T, (1990): An Early Winter Polar Air Mass Penetration to Eastern Mediterranean, Mon.Weather, Pp.1411-1718.

17- Carla Lima, K. P. Satyamurty and J. P. Reyes Fernandez, Large-Scale Atmospheric Conditions Associated With Heavy Rainfall Episodes in Southeast Brazil, Springer Wien, DOI. 10.1007/s00704-009-0207-9.Theoretical and Applied Climatology10, 2009.

18- Chen Chen, C. Y. Lang Lin & W. (2002): Chun Peng, Investigation of A Heavy Rainfall Event Over Southwestern Taiwan Associated With A Sub Synoptic Cyclone During The 2003 Mei-Yu Season. Atmospheric Research, No. 95, Pp. 235–254.

19- Hellstrom.C, (2005): Atmospheric Condition During Extreme and Non-Extreme Precipitation Events in Sweden, International Journal of Climatology, No. 25.

20- Monterey. M, Gondomkar. A, Moemeni. M, (2015): Study Pressure Fields Affecting Cyclone Rainfall: Case Study of Iran, Atmospheric and Climate Sciences, 2015, 5, 129-136.

21- Mengwen W. (2017): Synoptic Analysis of Extreme Hourly Precipitation in Taiwan During 2003–12. Montly Weather Revier, 145.

22- Rasuly.A, Babaeian, I. Ghaemi. H, ZawarReza, P, (2012): Time Series Analysis of The Pressure of The Synoptic Pattern Centers Affecting on Seasonal Precipitation of Iran, Geography and Development 10nd Year- No. 27.