نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال نهم، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۱.

صفحات ۱۱۹ -۱۳۴

تحلیل همدیدی سیل ۲۱ دی ماه ۱۳۹۸

(مطالعه موردی: زاهدان و قشم)

رسول نوری آرا؛ دانشجوی دکتری آب وهواشناسی،گروه جغرافیا واحدعلوم وتحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی ، تهران، ایران.

سیدجمال الدین دریاباری[1]؛ دانشیار گروه جغرافیا، واحد علوم تحقیقات، دانشگاه آزاداسلامی ، تهران، ایران.

بهلول علیجانی؛ استاد اقلیم شناسی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

رضا برنا؛ دانشیار گروه جغرافیا، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

دریافت مقاله :۱۴۰۰/۰۸/۱۹ پذیرش نهایی:۱۴۰۱/۰۲/۰۸

چکیده

در روز ۲۱دی ماه ۱۳۹۸(۱۱ ژانویه۲۰۲۰) به دلیل وقوع بارندگی شدید و جاری شدن سیل خسارت های بسیاری به استان های سیستان و بلوچستان و هرمزگان وارد شد. پژوهش حاضر به منظور مطالعه سازوکارهای همدیدی وقوع این بارش انجام شد. ابتدا داده های بارش روزانه ایستگاه های مطالعاتی از سازمان هوا شناسی کل کشور دریافت و در ادامه، داده های سطوح جو شامل: میانگین فشار سطح دریا(SLP)، ارتفاع ژئوپتانسیل سطوح ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال، سرعت قائم جو و جریان باد سطوح ۱۰۰۰، ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپا سکال، رطوبت ویژه سطوح ۱۰۰۰ و ۷۰۰ هکتوپا سکال و جریان رودباد سطح ۲۵۰ هکتوپا سکال برای روزهای مطالعاتی از مرکز ملی پیش بینی محیطی آمریکا/مرکز ملی پژوهش های جوی (NCEP/NCAR) تهیه و نقشـــه‌ها در نرم افزار گردس رسم و تفسیر شد. نتایج نشان داد: در روز رخداد سیل، مرکز بسته کم ارتفاع با هسته مرکزی برابر با ۱۰۱۰ هکتوپاسکال در راستای شمال شرق – جنوب غرب سراسر پهنه مطالعاتی را دربر گرفته است. در ادامه پرارتفاع با هسته مرکزی برابر با ۱۰۳۰ هکتوپا سکال شمال غرب ایران، شمال غرب اروپا و برروی تبت قرار گرفته است و با توجه به قرارگیری پربندهای پرفشار در اطراف کشور ایران و قرارگیری مراکز کم فشار برروی پهنه مطالعاتی و منابع آبی جنوب شیو فشاری شدیدی به وجود آمده است و با افزایش ارتفاع در سطح ۵۰۰ هکتوپا سکال فرودی عمیق در راستای شمال شرق – جنوب غرب برروی ایران قرار گرفته و هسته ناوه کاملا خلیج فارس را دربر گرفته است که منطقه مورد مطالعه در بهترین حالت و درجلو ناوه که با هوای گرم و مرطوب واگرا شده قرار گرفته است. این عمیق شدن چرخند و نفوذ ناوه تا عرض‌های پایین، ریزش هوای سرد را باعث شده است که در ادامه باعث تقویت ناوه موثر بر بارش ابر سنگین شده است. همچنین بیشترین فرارفت رطوبت از روی منابع آبی جنوب به روی منطقه مطالعاتی است و مقدار رطوبت برابر با ۱۴ گرم در کیلوگرم از سمت دریای عمان وارد پهنه مطالعاتی شده و در ادامه به سمت سایر مناطق ایران از مقدار آن کاسته شده است و با افزایش ارتفاع، حداکثر فرارفت هوای گرم و مرطوب در جلو ناوه تراز فوقانی جو از روی دریای سرخ بر روی منطقه مطالعاتی است.

واژه های کلیدی: بارش سنگین، سیل، همدید، زاهدان، قشم.

[1] . نویسنده مسئول: Email:mohammadalidaryabari@Gmail.com

مقدمه

بارش مهم ترین پدیده یا ویژگی محیط زیست است و تاکنون مطالعات فراوانی درباره عوامل ایجاد آن انجام شده است. در هر مکانی بارش زمانی اتفاق می افتد که هوای مرطوب و عامل صعود فراهم شود. هردوی این شرایط به وسیله الگوی گردشی فراهم می شوند(علیجانی، ۱۳۸۵: ۲۰۲ و ۲۰۳). پهنه مورد مطالعه تحت تاثیر برخی پدیده های آب و هوایی شدید و ناگهانی هم چون بارش سالانه اندک، کوتاه بودن دوره بارش و نزول بارش ها به صورت رگبارهای شدید می باشد. بدین ترتیب این احتمال وجود دارد که بارش های حدی و فراگیر پهنه، از یک الگوی همدید متفاوت ناشی شده با شند. از آنجا که رابطه بین الگوهای گرد شی و بارش رابطه معناداری ا ست(علیجانی، ۱۳۸۱) د ستیابی به نتایج قابل قبول در زمینه ارتباط بین این الگوها با بارش حدی و فراگیر پهنه مطالعاتی، نیازمند تحلیل نقشه های همدیدی است. از این رو مهم ترین هدف پژوهش حاضر، بررسی و تحلیل همدیدی بارش ابر سنگین دی ماه ۱۳۹۸ پهنه مطالعاتی است. براساس تحقیقات انجام شده در ایران مطالعات متعددی برای یافتن علل همدیدی وقوع بارش های سنگین انجام شده است. (مسعودیان و محمدی، ۱۳۸۹) در تحلیل همدید بارش های سنگین ایران به این نتیجه رسیدند که نقش الگوی پرف شار اروپا کم ف شار عراق در رویداد بارش ها قابل توجه ا ست. (ل شکری و خوزانی،۱۳۸۹) در برر سی سیستم های سیل زای جنوب به این نتیجه ر سیدند که طوفان های تندری جنوب نا شی از فعالیت سیستم سودانی و همگرایی دریای سرخ و در مواردی ادغام آن با کمفشار مدیترانه و تشدید شرایط دینامیکی برای ناپایداری است. (قائدی و همکاران،۱۳۹۱) بارش های سنگین ایران را در رابطه با فرود دریای سرخ مطالعه کردند و به این نتیجه ر سیدند که این فرود دلیل برخی از بارش های سنگین ایران می باشد. (خوش اخلاق و همکاران،۱۳۹۳) در بررسی رخداد سیلاب بهبهان به این نتیجه ر سیدند که گ سترش کم ف شارمدیترانه سودانی به دلیل قرارگیری بین مراکز پرف شار اروپا و جنب حاره جنوب شرق عربستان سبب تشکیل کمربند همگرایی از روی دریای سرخ می شود. (براتی و همکاران،۱۳۹۴) در برر سی بارش های سیل آ سای زنجان نقش رطوبتی دریای مدیترانه را بی شتر از دریای سیاه عنوان کرده و برخورد دو رودباد جنب حاره و جنب قطبی را در تشدید عوامل صعود دخیل می دانند. (بلیانی و سلیقه، ۱۳۹۵) در مطالعه خود در خصوص بارش های سنگین شمال خلیج فارس به این نتیجه رسیدند که استیلای ناوه ی دو دامنه ای تأییدی بر زبانه کم فشار شرق مدیترانه در همراهی با زبانه کم فشار شمال شرق و جنوب دریای خزر مهمترین عامل ریزش بارش در این روز بوده که با ناوه سطوح میانی و بالایی همراه شده ا ست. در خارج از ایران نیز مارک و همکاران (Marek et al, 2010) به برر سی الگوهای سینوپتیک موثر در بارش های سنگین کشور چک پرداختند و به این نتیجه ر سیدند که بارش سنگین اغلب در کنار جبهه شبه ساکن مرز لایه های جوی اتفاق می افتد. ریچارد و همکاران (Richard et al, 2010) به بررسی تاریخچه سینوپتیکی بارش های سنگین پرداخته و از نظر ضخامت جو الگوها را بررسی کردند. مبارک و همکاران (Mubarak et al, 2011) در بررسی ارتباط بین بارش های شرق ایران با سیکلون واقع در مرکز مدیترانه به افزایش دما در لایه های بالایی جو با حرکات واگرایی و تغییر مسیر رودباد جنب حاره تاکید کردند. چن (Chen, 2011) به بررسی تأثیرات ناهمواری ها بر رخداد بارش های سنگین در جنوب غرب تایوان در طول فصل فصل گرم پرداخت و به این نتیجه رسید که صعود توده هوای مرطوب از کوهستان علت بار ش های سنگین در این منطقه است. اولیوریا و همکاران (Oliveria et al, 2013) به بررسی خصوصیات سینوپتیکی بارش های سنگین در قسمت های شمالی برزیل پرداختند و به این نتیجه ر سیدند که توزیع بارندگی در سال های مربوط به لانینا بیشتر و در سال های مربوط به النینو کمتر ا ست.

میشائیل و همکاران (Michael et al, 2014) به بررسی علت سینوپتیکی رخداد بارش های سنگین در دریاچه آیرو و فرام پرداختند و نقش پدیده لانینا و دورپیوند SOI را روی این بارش ها مؤثر دانستند. جان و همکاران (John et al, 2014) به مطالعه پیش بینی سینوپتیکی در مورد علت همرفت و وقوع بارش های سنگین پرداختند و به این نتیجه رسیدند که برای پیش بینی بارش های همرفتی، مقیاس عددی سینوپتیک غیر قابل اعتماد است. پفال (Pfahl, 2014) نقش الگوی بندالی دوقطبی در شمال اطلس و اروپا را در رخداد بارش سنگین اروپا حائز اهمیت می داند. لی و آلبرتوس (Li and Albertos, 2015) به بررسی مسیر سینوپتیکی رطوبت رسانی در وقوع بارش سنگین ۲۱ ژوئیه در منطقه بِیجینگ پرداختند و وُرتکس شمال غربی در ترازهای پایین به همراه رطوبت قائم موجود در جو را علل وقوع بارش دانستند. هدایت و همکاران (Hidayat et al, 2016) در بررسی علل رخداد بارش های سنگین در فصول مرطوب در دریای جاوا به این نتیجه رسیدند که همرفت بین نسیم دریا و خشکی و بازتابش امواج از سطح خشکی علت بارش های سنگین است. فلونی و همکاران (Feloni et al, 2016) به مطالعه سینوپتیکی علت وقوع بارش سنگین فصلی در منطقه آتیکا پرداختند. اوین و همکاران (Evin et al, 2016) درباره مدل های پیش بینی بارش سنگین مطالعه کردند. کایی و ژوئی (Kai and Zhiwei, 2017) در بررسی جفت پارامترهای رطوبت دهی در بارش های سنگین منطقه ای، به این نتیجه رسیدند واگرایی و همگرایی، اساس تغییرات رودباد برای فراهم کردن رطوبت لازم برای بارش های سنگین است. بررسی مطالعات صورت گرفته در رابطه بارش های سنگین، نشان می دهد تحلیل سینوپتیکی و در برخی موارد تحلیل های دینامیکی از روش های پرکاربرد در زمینه مطالعه بارش های سنگین می باشند. در مطالعات مذکور عوامل مختلفی برای ایجاد بارش سنگین شناسایی شده است که می توان به مواردی از قبیل سیستم های کمفشار و پرفشار، ناوه های تراز میانی جو، رودبادهای جبهه قطبی و جنب حاره، سردچال، بلاکینگ ها و دورپیوندها اشاره کرد. لذا هر بارش سنگین منشاء و سیستم های فشاری به وجود آورنده خاص خود را دارد و بررسی و شناسایی آنها به منظور انجام پیش بینی و ارائه هشدارهای لازم جهت جلوگیری و کاستن از خسارات جانی و مالی حائز اهمیت می باشد. در تحقیق حاضر، با استفاده از تحلیل های همدیدی به بررسی سازوکارهای جوی ایجاد کننده بارش سنگین منجر به سیل دی ماه ۱۳۹۸در پهنه مطالعاتی پرداخته شد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

داده ها و روش کار

منطقه مورد مطالعه ایستگاه های سینوپتیک زاهدان و قشم است. به طور کلی دو رویکرد برای مطالعه اقلیم شناسی بارش های ابر سنگین وجود دارد: رویکرد گردشی به محیطی و رویکرد محیطی به گردشی (یارنال، ۱۹۹۳: ۱۰). در این مطالعه به دلیل در دسترس بودن داده های مورد نیاز و امکان شاخص سازی، رویکرد محیطی به گردشی انتخاب شد. برای انجام این مطالعه دو دسته داده مورد نیاز بود: الف: داده های بارش روزانه ایستگاه های مطالعاتی در روز رخداد بارش ابر سنگین ۲۱ دی ماه(۱۱ ژانویه ۲۰۲۰) به همراه داده های بارش روزانه روزهای قبل از رخداد سیل(۹۶ ساعت قبل از رخداد سیل) که از سازمان هواشناسی کل کشور دریافت شد.

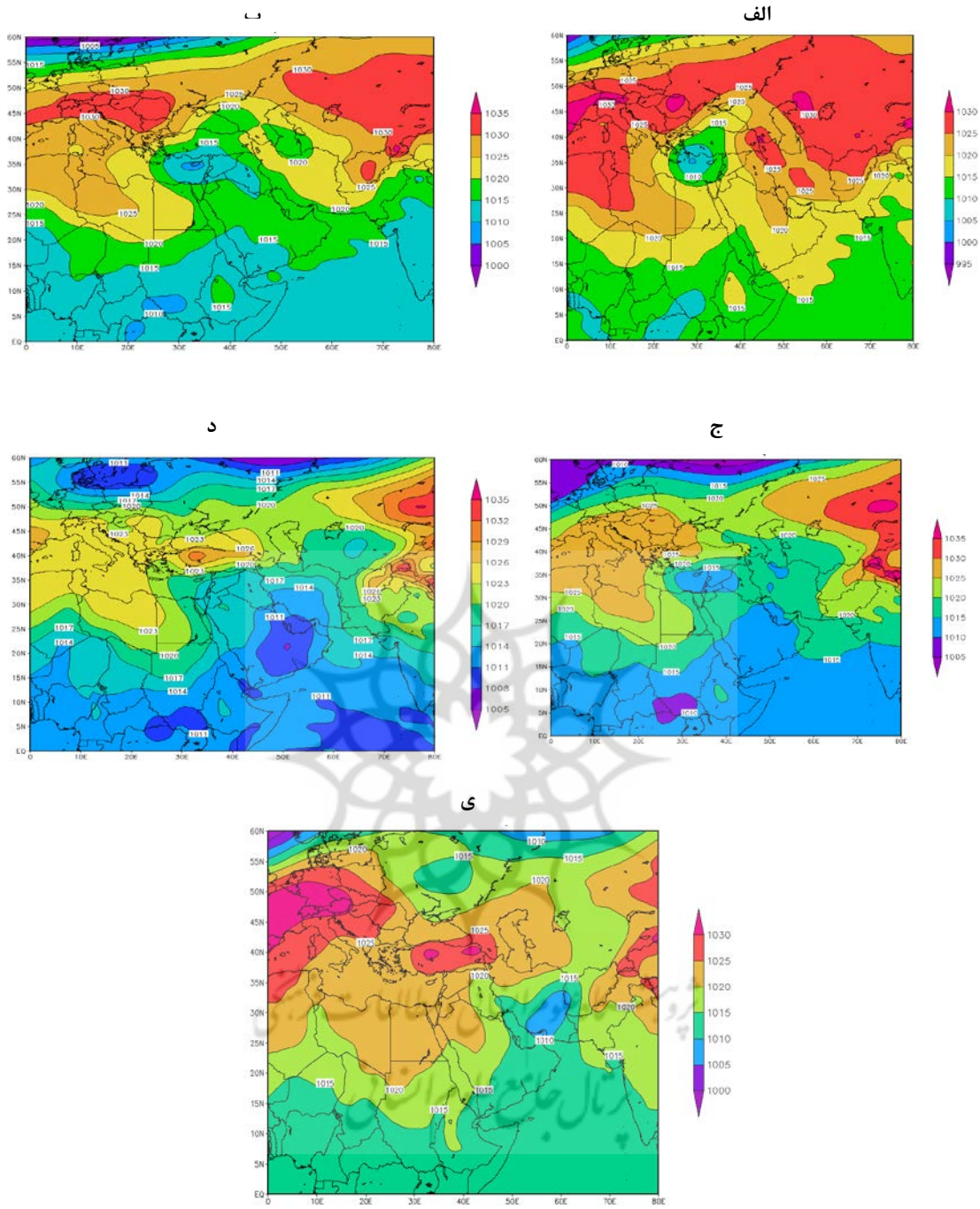
ب: داده های سطوح جو شامل: میانگین فشار سطح دریا(SLP)، ارتفاع ژئوپتانسیل سطوح ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال، سرعت قائم جو و جریان باد سطوح ۱۰۰۰، ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال، رطوبت ویژه سطوح ۱۰۰۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکال و جریان رودباد سطح ۲۵۰ هکتوپاسکال برای روزهای مطالعاتی از مرکز ملی پیش بینی محیطی آمریکا/مرکز ملی

پژوهش های جوی (NCEP/NCAR) در محدوده ۰ تا ۶۰ درجه عرض شمالی و ۰ تا ۸۰ درجه طول شرقی تهیه شد و در نهایت اقدام به ترسیم و تهیه نقشه‌ها در نرم افزار گردس شد تا قابلیت تفسیر را فراهم سازد.

شرح و تفسیر نتایج

- **تحلیل همدیدی فشار سطح دریا**

تحلیل همدیدی فشار سطح دریا(SLP) نشان داد که در روز ۱۷ دی ماه(۷ ژانویه ۲۰۲۰)، ۹۶ ساعت قبل از بارش ابر سنگین(شکل ۱ الف) در پهنه مطالعاتی،کم ارتفاع با هسته مرکزی برابر با ۱۰۱۰ هکتوپاسکال در مرکز دریای مدیترانه قرار گرفته است و در ادامه پربند ۱۰۲۰هکتوپاسکال سراسر پهنه مطالعاتی را دربر گرفته است و با توجه به شرایط پایداری که در منطقه وجود دارد در این روز بارشی رخ نداده است و در روز ۱۸ دی ماه(۸ ژانویه ۲۰۲۰)، ۷۲ ساعت قبل از بارش ابر سنگین(شکل ۱ ب) در پهنه مطالعاتی،کم ارتفاع با هسته مرکزی برابر با ۱۰۱۰ هکتوپاسکال در شرق دریای مدیترانه قرار گرفته است و در مقایسه با روز قبل هسته مرکزی ناوه شرق سو شده و در ادامه پربند ۱۰۲۰هکتوپاسکال سراسر پهنه مطالعاتی را دربر گرفته است و با توجه به شرایط پایداری که در منطقه وجود دارد در این روز بارشی رخ نداده است. همچنین در روز ۱۹ دی ماه(۹ژانویه ۲۰۲۰)، ۴۸ ساعت قبل از بارش ابر سنگین(شکل ۱ ج) پربندهای ۱۰۲۰ و ۱۰۱۵ هکتوپاسکال سراسر ایران را دربر گرفته است و با توجه به اینکه مرکز بسته پرفشار برابر با ۱۰۱۵ هکتوپاسکال برروی غرب عراق تا دریای مدیترانه گسترش یافته است و زبانه های پرفشار سراسر ایران و خصوصا منابع آبی جنوب را دربر گرفته است هیچ بارشی در ایستگاه های مطالعاتی رخ نداده است و در روز ۲۰ دی ماه(۱۰ ژانویه ۲۰۲۰)، ۲۴ ساعت قبل از بارش ابر سنگین(شکل ۱ د)، کم فشار با هسته مرکزی برابر با ۱۰۱۱ هکتوپاسکال در شرق آفریقا قرار گرفته است و در ادامه مرکزهای بسته دیگر با فشار برابر ۱۰۱۱ هکتوپاسکال برروی جنوب دریای سرخ، اقیانوس هند و خلیج فارس را دربر گرفته است و باعث فرارفت رطوبت منابع آبی جنوب و رخداد بارش در روز ۲۰ دی ماه در ایستگاه های مطالعاتی شده است. همچنین کم ارتفاع با هسته مرکزی برابر با ۱۰۱۱ هکتوپاسکال برروی شمال غرب اروپا قرار گرفته است و در ادامه پربندهای پرارتفاع برروی دریای مدیترانه و سیاه قرار گرفته است. لازم به ذکر است در روز ۲۰ دی ماه سراسر منطقه به جز جنوب ایران به سمت شرق آفریقا که سیستم کم فشار مستقر است، سراسر کشور ایران و همچنین کشورهای اطراف را پرفشار دربر گرفته است و در مقایسه با روز قبل شیو فشاری شدیدتری ایجاد شده و بارش در ایستگاه های مطالعاتی رخداده است. در ادامه در روز رخداد بارش ابر سنگین(شکل ۱ ی)، مرکز بسته کم ارتفاع با هسته مرکزی برابر با ۱۰۱۰ هکتوپاسکال در راستای شمال شرق – جنوب غرب سراسر پهنه مطالعاتی را دربر گرفته است. در ادامه پرارتفاع با هسته مرکزی برابر با ۱۰۳۰ هکتوپاسکال شمال غرب ایران، شمال غرب اروپا و برروی تبت قرار گرفته است و با توجه به قرارگیری پربندهای پرفشار در اطراف کشور ایران و قرارگیری مراکز کم فشار برروی پهنه مطالعاتی و منابع آبی جنوب شیو فشاری شدیدی به وجود آمده است و با فرارفت رطوبت منابع آبی جنوب به درون کم فشار مستقر برروی پهنه مطالعاتی بارش ابر سنگین در روز ۲۱ دی ماه ۱۳۹۸ در ایستگاه های مطالعاتی رخ داده است.



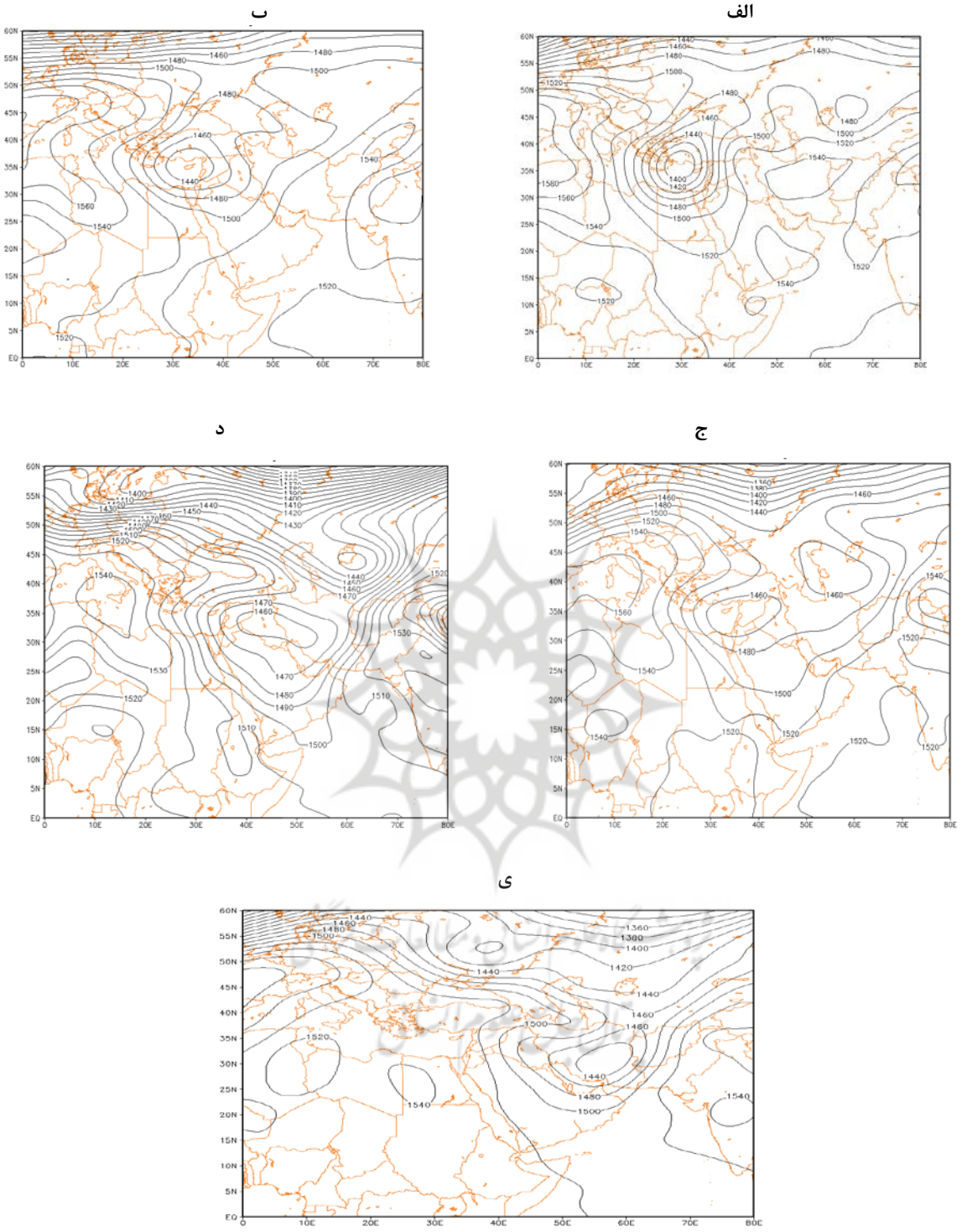
شکل ۱. نقشه میانگین فشار سطح دریا(slp) روزهای، ۱۷(الف)، ۱۸(ب)، ۱۹(ج)، ۲۰(د) و ۲۱ (ی) دی ماه ۱۳۹۸

- **تحلیل همدیدی سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال**

تحلیل همدیدی سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال روز ۱۷ دی ماه (شکل ۲ الف) نشان می‌دهد، که کم ارتفاع با هسته مرکزی برابر با ۱۴۰۰ ژئوپتانسیل متر برروی مرکز دریای مدیترانه قرارگرفته است و در ادامه پربند ۱۵۴۰ ژئوپتانسیل متر در راستای شمال شرق- جنوب غرب ایران را دربر گرفته است. همچنین کم ارتفاع با هسته مرکزی برابر با ۱۴۸۰ ژئوپتانسیل متر در شرق دریاچه آرال قرار گرفته است و با توجه به محل قرارگیری پهنه مطالعاتی در این روز بارشی رخ نداده است. در ادامه در روز ۱۸ دی ماه شکل(۲ ب)، کم ارتفاع با هسته مرکزی برابر با ۱۴۴۰ ژئوپتانسیل متر برروی

شرق دریای مدیترانه قرارگرفته است و جلو محور ناوه کاملا از سرزمین ایران خارج است و کشورهای عراق، سوریه و ترکیه را دربر گرفته است و در ادامه پربند ۱۵۲۰ ژئوپتانسیل متر با عبور از روی خلیج فارس شرایط پایداری را به وجود آورده است. همچنین در روز ۱۹ دی ماه شکل(۳ ج)، کم ارتفاع با هسته مرکزی برابر با ۱۴۶۰ ژئوپتانسیل متر در شرق کشور عراق تا شرق دریای مدیترانه را دربر گرفته است و پربند ۱۴۸۰ ژئوپتانسیل متر آن در راستای جنوب غرب- شمال شرق مرکز ایران را دربر گرفته است و در ادامه پربندهای ۱۵۰۰ و ۱۵۲۰ ژئوپتانسیل متر سراسر پهنه مطالعاتی و منابع آبی جنوب را در برگرفته و اجازه فرارفت رطوبت و ایجاد ناپایداری و رخداد بارش در منطقه مطالعاتی را نداده است و روز ۲۰ دی ماه شکل(د) در مقایسه با روز قبل، کم ارتفاع باهسته مرکزی برابر با ۱۴۶۰ ژئوپتانسیل متر برروی عراق، سوریه و اردن قرار گرفته است و در راستای شرقی – غربی تا جنوب ایران را دربر گرفته است و همچنین پربندهای آن سراسر جنوب و جنوب شرق ایران، خلیج فارس و دریای عمان را دربر گرفته است. در ادامه مرکز بسته کم ارتفاع شمال روسیه تا شمال شرق کشور ایران را دربر گرفته و شرایط برای صعود هوا، افزایش ناپایداری و رخداد بارش فراهم شده است. در ادامه، روز ۲۱ دی ماه ۱۳۹۸ شکل(ی)، کم ارتفاع باهسته مرکزی برابر با ۱۴۴۰ ژئوپتانسیل متر در راستای شمال شرق – جنوب غرب سراسر پهنه مطالعاتی را دربر گرفته است و کم ارتفاع شمال روسیه تا خلیج فارس گسترش یافته و شرایط برای صعود و ناپایداری شدید در پهنه بسیار بزرگ فراهم شده است. پربندهای عقب ناوه هوای سرد عرض های بالا را به دون ناوه مستقر برروی پهنه مطالعاتی منتقل کرده و باعث تشدید ناپایداری و رخداد بارش ابرسنگین روز ۲۱ دی ماه ۱۳۹۸ در ایستگاه های مطالعاتی شده است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



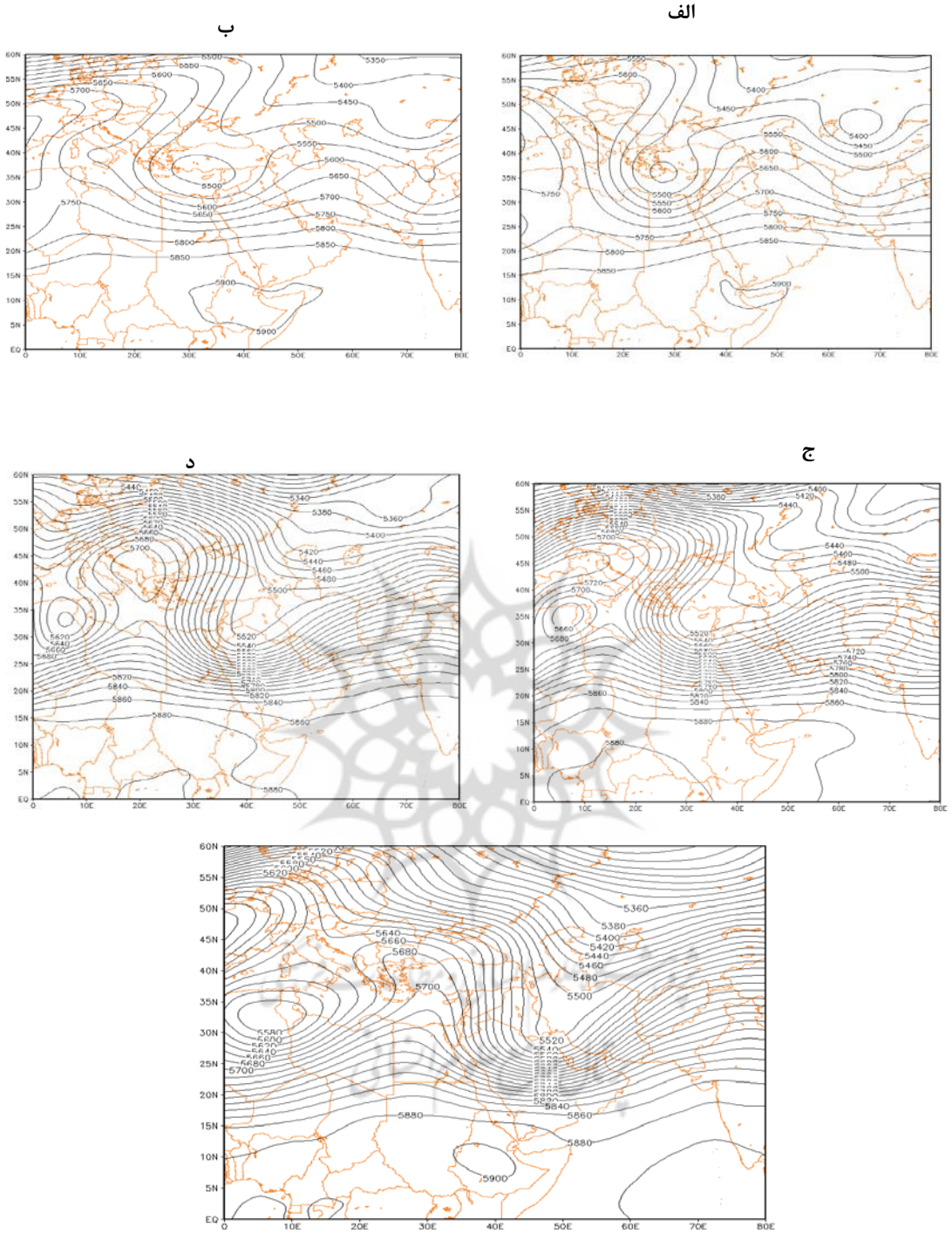
شکل ۲. نقشه ارتفاع سطح ۸۵۰ روزهای، ۱۷(الف)، ۱۸(ب)، ژئوپتانسیل ۱۹(ج)، ۲۰(د) و ۲۱ (ی) دی ماه ۱۳۹۸

- **تحلیل همدیدی سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال**

تحلیل همدیدی سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال نشان می‌دهد که در روز ۱۷ دی ماه (شکل ۳ الف) کم ارتفاع با هسته مرکزی برابر با ۵۴۵۰ ژئوپتانسیل متر برروی مرکز دریای مدیترانه قرار گرفته است و در ادامه سراسر ایران را پشته دربر گرفته است و کاملا هوا پایدار و نزولی است. همچنین محور کم ارتفاع شرق دریاچه بایکال در راستای شمال – جنوب برروی

پاکســـتان قرار گرفته اســـت و منطقه مطالعاتی در قســـمت عقب ناوه قرار گرفته و تاثیر مثبتی برروی پهنه مطالعاتی نداشته است. در ادامه در روز ۱۸ دی ماه (شکل ۳ ب) کم ارتفاع با هسته مرکزی برابر با ۵۵۰۰ ژئوپتانسیل متر برروی شرق دریای مدیترانه قرار گرفته و در مقایسه با روز قبل شرق سو شده است و در ادامه سراسر ایران را پشته دربر گرفته اســـت و کاملا هوا پایدار و نزولی اســـت. همچنین محور کم ارتفاع شـــرق دریاچه آرال با هســـته مرکزی برابر با ۵۴۵۰ ژئوپتانسیل متر در راستای شمال – جنوب برروی شرق پاکستان قرار گرفته است و در مقایسه با روز قبل از پهنه مطالعاتی دورتر شده است. با توجه به اینکه سراسر پهنه مطالعاتی هوا پایدار و نزولی است شرایط برای صعود هوا در این روز فراهم نبوده و بارشـی رخ نداده اسـت. همچنین در روز ۱۹ دی ماه (شـکل ۳ج)، کم ارتفاع در راسـتای شـمال شرق – جنوب غرب از شمال شرق روسیه تا شرق دریای مدیترانه را دربر گرفته است که در ادامه مرکز بسته برابر با ۵۵۱۰ ژئوپتانســـیل متر برروی شـــرق دریای مریترانه قرار گرفته اســـت که به ســـمت عرض های پایین تر بر ارتفاع آن افزوده شده است و سراسر پهنه مطالعاتی را پربندهای پرارتفاع دربر گرفته است و شرایط برای صعود هوا و تشدید ناپایداری و رخداد بارش در روز مطالعاتی در ایســتگاه های قشـم و زاهدان اتفاق نیفتاده اسـت. در ادامه در روز ۲۰ دی ماه (شکل ۳ د) فرودی برروی غرب ایران قرار گرفته است و محور ناوه در راستای شمال شرقی_جنوب غربی بر روی دریای سرخ قرار دارد. در این شکل فرود واقع در تروپوسفر میانی، در مقایسه با روز قبل پهنه مطالعاتی را دربر گفته است. این عمیق شدن چرخند و نفوذ ناوه تا عرض‌های پایین، ریزش هوای سرد را باعث شده است. قرارگیری واچرخند عربستان برروی منابع آبی جنوب ایران، سبب انتقال شار رطوبت به درون ناوه مستقر در غرب پهنه مطالعاتی شده و باعث تشدید ناپایداری و تشدید بارش شده است. همچنین در روز ۲۱ دی ماه(شکل ۳ ی) فرودی عمیق در راستای شمال شرق – جنوب غرب برروی ایران قرار گرفته و هسته ناوه کاملا خلیج فارس را دربر گرفته است که منطقه مورد مطالعه در بهترین حالت و درجلو ناوه که با هوای گرم و مرطوب واگرا شده قرار گرفته است. این عمیق شدن چرخند و نفوذ ناوه تا عرض‌های پایین، ریزش هوای سرد را باعث شده است که در ادامه باعث تقویت ناوه موثر بر بارش ابرسنگین در روز ۲۱ دی ماه ۱۳۹۸ شده است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



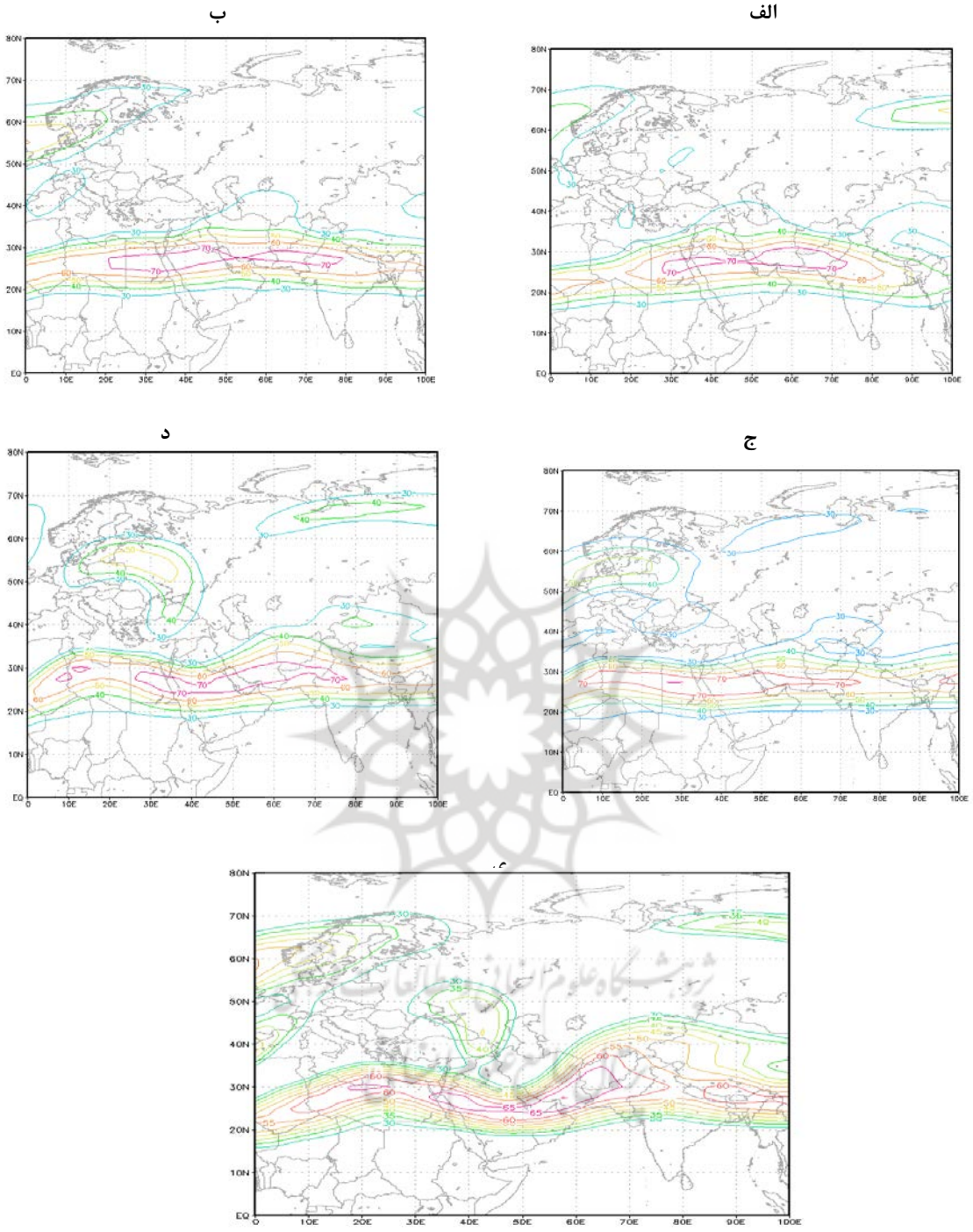
شکل ۳. نقشه سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال روزهای، ۱۷(الف)، ۱۸(ب)، ۱۹(ج)، ۲۰(د) و ۲۱ (ی) دی ماه ۱۳۹۸

- **تحلیل همدیدی رودباد سطح ۲۵۰ هکتوپاسکال**

نقشه رودباد سطح ۲۵۰ هکتوپاسکال(شکل ۴ الف) در روز ۱۷ دی ماه نشان می دهد که رودباد با هسته سرعت ۷۰ متر بر ثانیه سراسر پهنه مطالعاتی را دربر گرفته و به سمت شمال و جنوب پهنه مطالعاتی از مقدار آن کاسته شده است. با توجه به برر سی شکل های ف شار سطح دریا و ارتفاع ژئوپتان سیل سطوح جو در این روز ناوه موثر بر بارش های پهنه

مطالعاتی کاملا از مرزهای کشور دور بوده و برروی پهنه مطالعاتی پرفشار و پربند ۱۰۲۰ هکتوپاسکال مشاهده می شود و بارش در این روز در هیچکدام از ایستگاه های مطالعاتی رخ نداده است. در ادامه نقشه رودباد سطح ۲۵۰ هکتوپا سکال(شکل ۴ ب) در روز ۱۸ دی ماه نشان می دهد که رودباد با هسته سرعت ۷۰ متر بر ثانیه سرا سر پهنه مطالعاتی را دربر گرفته و با توجه به اینکه سراسر پهنه مطالعاتی را پشته قرار گرفته است بارشی رخ نداده است. همچنین نقشه رودباد سطح ۲۵۰ هکتوپاسکال(شکل۴ ج) در روز ۱۹ دی ماه نشان می دهد که هسته رودباد با سرعت ۷۰ متر بر ثانیه سراسر پهنه مطالعاتی را دربر گرفته و به سمت شمال و جنوب پهنه مطالعاتی از مقدار آن کاسته شده است و به جز شمال غرب ایران سرعت باد بیش از ۳۰ متر بر ثانیه است. با توجه به بررسی شکل فشار سطح دریا در روز ۱۹ دی ماه برروی پهنه مطالعاتی پرفشار برابر با ۱۲۰ هکتوپا سکال مستقر است و اجازه صعود و ناپایداری برای رخداد بارش در این روز را نداده است. در ادامه، نقشه رودباد سطح ۲۵۰ هکتوپا سکال در روز ۲۰ دی ماه(شکل ۴ د) نشان می دهد که رودباد با هسته سرعت بیش از ۷۰ متر بر ثانیه با عبور از روی خلیج فارس خلیج فارس سراسر پهنه مطالعاتی را در بر گرفته است. در این روز با توجه به تاثیر جریان باد و افزایش فرارفت رطوبت منابع آبی جنوب در این روز به درون ناوه تاثیرگذار بر بارش ایران مقدار بارش در این روز در ایستگاه مطالعاتی به بیشترین مقدار خود در مقایسه با روزهای قبل رسیده است و در ایستگاه قشم ساحلی مقدار بارش برابر با ۳۲ میلیمتر، ایستگاه قشم فرودگاهی مقدار بارش برابر با ۱۲ میلیمتر و در ایستگاه زاهدان مقدار بارش برابر با ۱۴ میلیمتر رخ داده است. همچنین نقشه رودباد سطح ۲۵۰ هکتوپاسکال در روز ۲۱ دی ماه(شکل ۴ ی) مشاهده می گردد که رودباد با هسته سرعت ۶۵ متر بر ثانیه با عبور از روی خلیج فارس خلیج فارس سرا سر پهنه مطالعاتی را در بر گرفته است و در مقایسه با روزهای قبل، رودباد کاملا نصف النهاری شده است و با توجه به قرارگیری پهنه مطالعاتی در هسته رودباد مقدار بارش در این روز به حداکثر مقدار خود رسیده است بطوری که در ایستگاه قشم دریایی مقدار بارش برابر با ۱۷۶ میلیمتر، ایستگاه قشم فرودگاهی مقدار بارش برابر با ۸۳ میلیمتر و در ایستگاه زاهدان مقدار بارش برابر با ۲۶ میلیمتر رخ داده است که باعث سیل و خسارات زیادی در پهنه مطالعاتی شد و به تاسیسات و مناطق مسکونی و زمین های کشاورزی آسیب فراوان رساند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

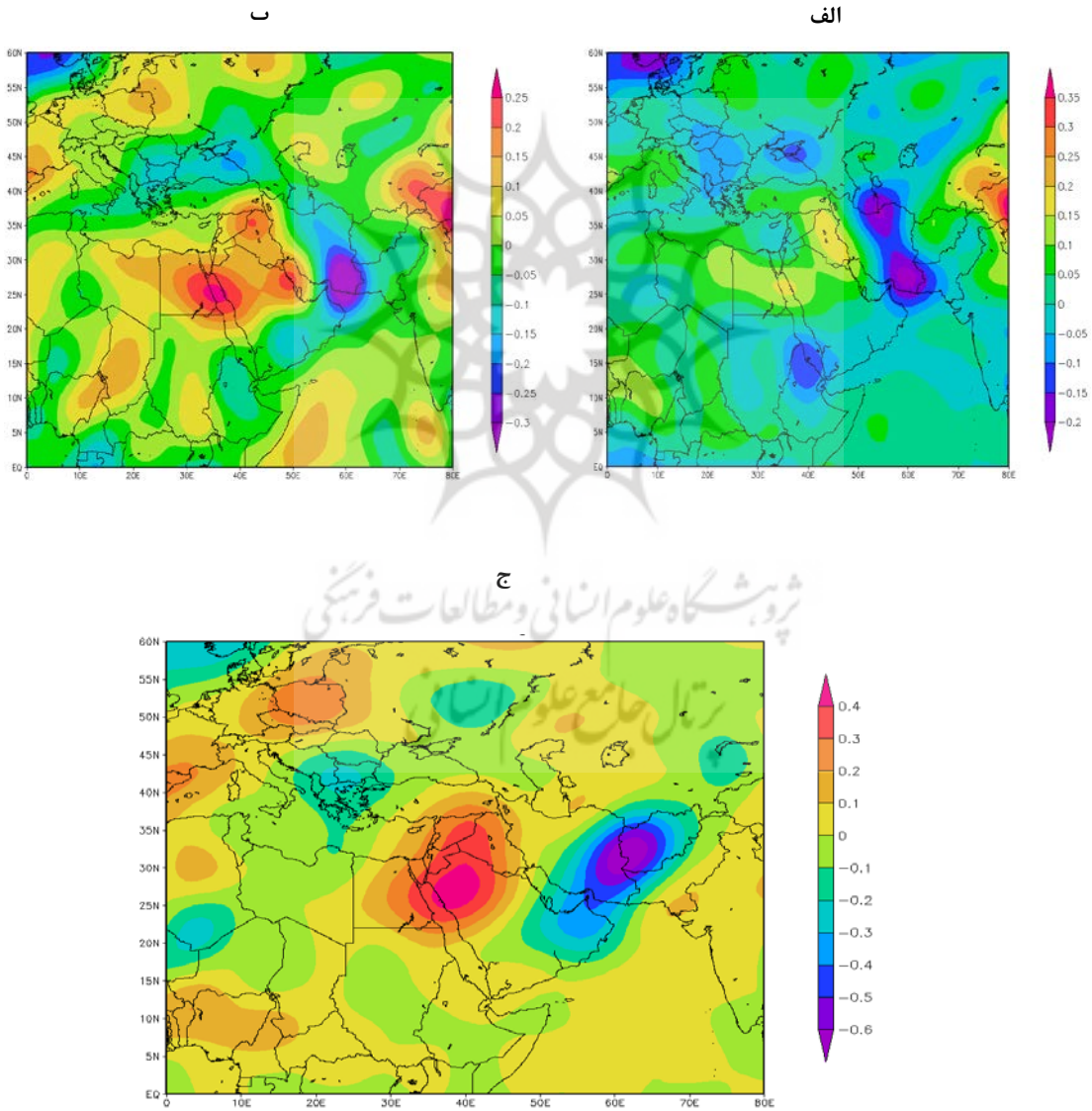


شکل ۴. نقشه رودباد سطح ۲۵۰ هکتوپاسکال روزهای، ۱۷(الف)، ۱۸(ب)، ۱۹(ج)، ۲۰(د) و ۲۱ (ی) دی ماه ۱۳۹۸

- **تحلیل همدیدی سرعت قائم جو روز ۲۱ دی ماه**

تحلیل همدیدی سرعت قائم جو سطح ۱۰۰۰ هکتوپاسکال (شکل۵ الف) نشان می‌دهد که سراسر منطقه مطالعاتی را بیشینه امگای منفی ۰/۲- تا ۰/۱۵- پاسکال بر ثانیه در راستای شمال غرب – جنوب شرق در برگرفته است وجود مقادیر منفی شاخص امگا نقش همرفت را در تشدید بارش‌های ناحیه مذکور و صعود دینامیکی هوا را متذکر می شود. در ادامه نقشه مطالعاتی نشان می دهد که بیشینه امگای منفی برروی ایران قرار گرفته است که به سمت غرب ایران از

مقدار آن کاسته شده است. همچنین بررسی همدیدی سرعت قائم جو سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال (شکل ۵- ب) نشان می‌دهد که با افزایش ارتفاع بیشینه امگای منفی افزایش پیدا کرده و به ۰/۳- پاسکال بر ثانیه رسیده و هسته بیشینه امگای منفی کاملا برروی ایستگاه های مطالعاتی(زاهدان و قشم) قرار گرفته است. قرارگیری هسته امگای منفی برروی پهنه مطالعاتی نشان از ناپایداری شدید و صعود هوا و رخداد بارش ابر سنگین در روز مطالعاتی دارد. در ادامه بررسی همدیدی سرعت قائم جو سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال(شکل ۵-ج) نشان می‌دهد، بیشینه امگای منفی به ۰/۶- پاسکال برثانیه رسیده است و مقدار آن در مقایسه با سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال دوبرابر شده است که در راستای شمال شرق – جنوب غرب از زاهدان تا تنگه هرمز را دربر گرفته است. با افزایش مقدار امگا در سطوح میانی جو ریزش هوای سرد افزایش پیدا کرده است. به بیان دیگر در سطوح میانی جو با افزایش اختلاف دما بین سطح زمین و سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال، بر مقدار بارش‌ها افزوده شده است.

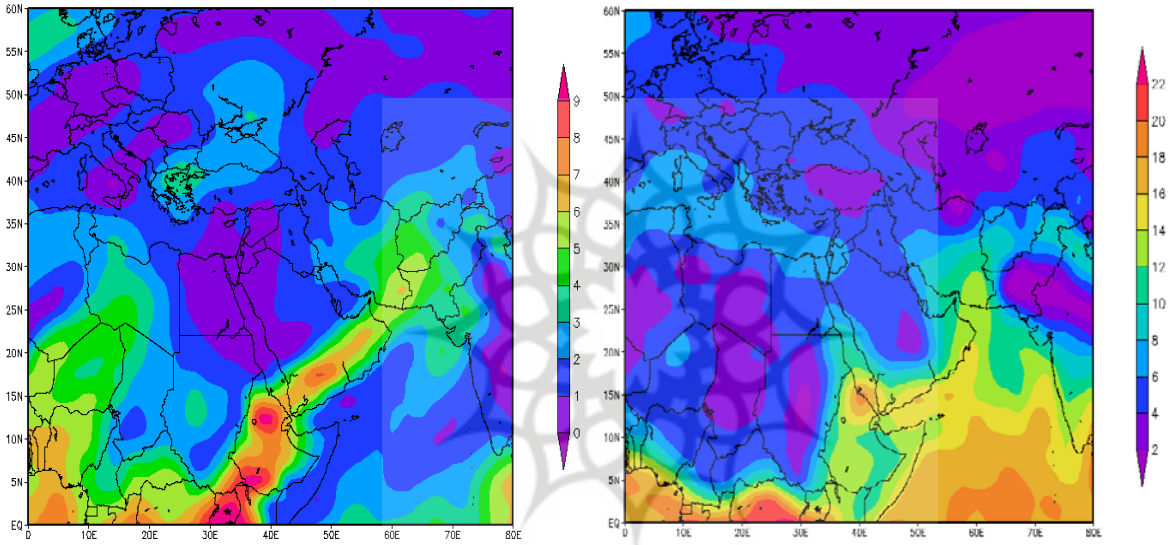


شکل ۵. نقشه سرعت قائم جو سطح ۱۰۰۰ هکتوپاسکال(الف)، سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال(ب)، سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال(ج) ۲۱ دی ماه.

- **بررسی همدیدی رطوبت ویژه سطح روز ۲۱ دی ماه**

نقشه رطوبت سطح ۱۰۰۰ هکتوپاسکال (شکل ۶-الف) نشان می دهد که بیشترین فرارفت رطوبت از روی منابع آبی جنوب به روی منطقه مطالعاتی است و مقدار رطوبت برابر با ۱۴ گرم در کیلوگرم از سمت دریای عمان وارد پهنه مطالعاتی شده و در ادامه به سمت سایر مناطق ایران از مقدار آن کاسته شده است. همچنین بررسی همدیدی رطوبت ویژه سطح ۷۰۰ هکتوپاسکال (شکل ۵- ب)، نشان می دهد که حداکثر فرارفت هوای گرم و مرطوب در جلو ناوه تراز فوقانی جو از روی دریای سرخ بر روی منطقه است. همانطور که مشاهده می‌شود نوار رطوبتی از سمت جنوب شرق به سمت کل پهنه مورد بررسی وجود دارد. این شرایط رطوبتی مناسب با عمیق بودن موج غربی توانسته است سبب وقوع بارش ابرسنگین شود. بیشترین مقدار رطوبت در پهنه مطالعاتی برابر با ۷ گرم در کیلوگرم است.

ب الف

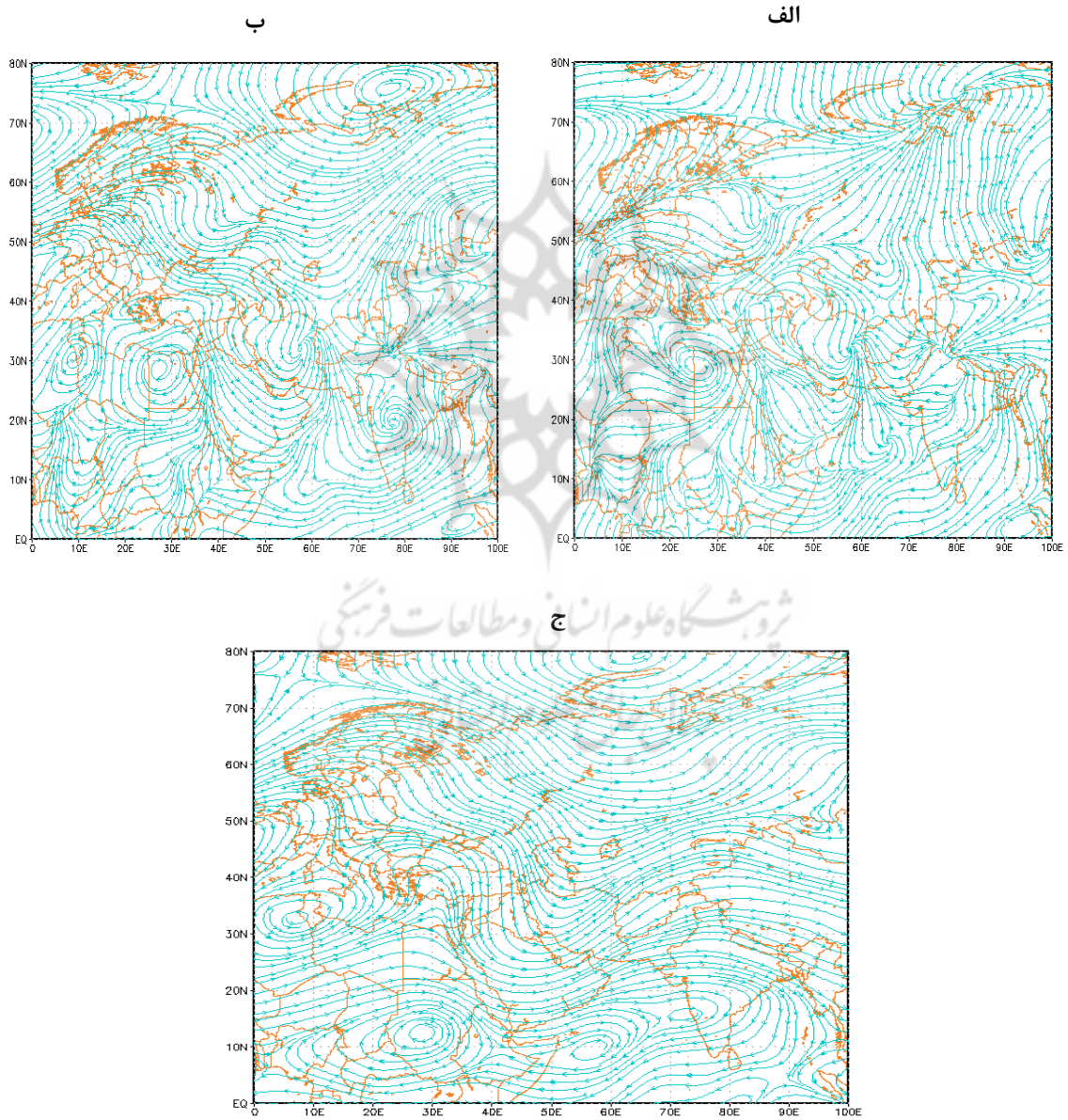


شکل ۶. نقشه رطوبت ویژه سطح ۱۰۰۰ هکتوپاسکال(الف)، و سطح ۷۰۰ هکتوپاسکال(ب) روز ۲۱ دی ماه.

- **تحلیل همدیدی جریان باد روز ۲۱ دی ماه**

تحلیل همدیدی جریان باد سطح ۱۰۰۰ هکتوپاسکال (شکل ۷ – الف) نشان می دهد، پربندهای منطبق بر خطوط کم فشار، سراسر منطقه مطالعاتی و منابع آبی جنوب ایران را دربر گرفته است. همچنین پربندهای منطبق بر مراکز بسته پرفشار سراسر شمال غرب ایران تا شمال دریای مدیترانه، شمال غرب اروپا، شمال شرق آفریقا و شرق افغانستان و پاکستان را دربر گرفته است، با کشیده شدن پرفشار های هسته سرد از غرب و شرق کشور و برخورد با هوای گرم درون کم فشار شرایط شیو فشاری و دمایی و در نتیجه ایجاد جوی ناپایدار را فراهم کرده اند. همچنین نقشه جریان باد تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال(شکل ۷- ب) نشان می دهد که پربندهای منطبق بر مرکز کم ارتفاع با حرکت پادساعت گرد خود از شمال روسیه تا دریای عمان و خلیج فارس را دربر گرفته است که در ادامه با توجه قرار گیری هسته کم ارتفاع برروی منطقه مطالعاتی باعث افزایش سرعت باد و تشدید ناپایداری در ایستگاه های مطالعاتی شده است. در ادامه پربندهای

منطبق بر پرارتفاع قرار گرفته در جنوب هندوستان و قرارگیری زبانه های آن بر روی منابع آبی جنوب با نفوذ بر روی دریای عرب و اقیانوس هند در تقویت گردش واچرخندی و تقویت هر چه بیشتر شار همگرایی رطوبت به درون کم ارتفاع حائز اهمیت است. در ادامه، جریان باد سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال (شکل۷ -ج) نشان می‌دهد چرخند با حرکت پادساعتگرد خود هوای عرض‌های بالاتر را به درون ناوه موثر بر بارش ابرسنگین تزریق کرده و سبب عمیق شدن آن شده است و به دلیل قرارگیری در جلو ناوه واگرایی شدید در تراز بالا بوده که منجر به همگرایی تراز پایین و تقویت و تشدید ناپایداری ها در مناطق مطالعاتی شده است. از سوی دیگر جریان واچرخند با حرکت ساعتگرد برروی دریای عرب مستقر است که سبب انتقال هوای گرم و مرطوب منابع آبی جنوب و افزایش بارش در منطقه شده است. به عبارت دیگر نحوه قرارگیری پرارتفاع عربستان سبب شده تا رطوبت سطحی با حرکات قائم بالا سو به ترازهای بالاتر برسد.



شکل ۷. نقشه جریان باد سطح ۱۰۰۰ هکتوپاسکال(الف)، سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال(ب)،سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال(ج) روز ۲۱ دی ماه.

نتیجه گیری

در روز ۲۱دی ماه ۱۳۹۸(۱۱ ژانویه۲۰۲۰) به دلیل وقوع بارندگی شدید و جاری شدن سیل خسارت های بسیاری به استان های سیستان و بلوچستان و هرمزگان وارد شد. پژوهش حاضر به منظور مطالعه سازوکارهای همدیدی وقوع این بارش انجام شد. نتایج نشان داد: در روز رخداد سیل، مرکز بسته کم ارتفاع با هسته مرکزی برابر با ۱۰۱۰ هکتوپاسکال در راستای شمال شرق – جنوب غرب سراسر پهنه مطالعاتی را دربر گرفته است. در ادامه پرارتفاع با هسته مرکزی برابر با ۱۰۳۰ هکتوپاسکال شمال غرب ایران، شمال غرب اروپا و برروی تبت قرار گرفته است و با توجه به قرارگیری پربندهای پرفشار در اطراف کشور ایران و قرارگیری مراکز کم فشار برروی پهنه مطالعاتی و منابع آبی جنوب شیو فشاری شدیدی به وجود آمده است و با فرارفت رطوبت منابع آبی جنوب به درون کم فشار مستقر برروی پهنه مطالعاتی بارش ابر سنگین در روز ۲۱ دی ماه ۱۳۹۸ در ایستگاه های مطالعاتی رخ داده است. با افزایش ارتفاع در سطح ۵۰۰ هکتوپا سکال فرودی عمیق در راستای شمال شرق – جنوب غرب برروی ایران قرار گرفته و هسته ناوه کاملا خلیج فارس را دربر گرفته است که منطقه مورد مطالعه در بهترین حالت و درجلو ناوه که با هوای گرم و مرطوب واگرا شده قرار گرفته است. این عمیق شدن چرخند و نفوذ ناوه تا عرض‌های پایین، ریزش هوای سرد را باعث شده است که در ادامه باعث تقویت ناوه موثر بر بارش ابرسنگین شده است. در ادامه نقشه رودباد سطح ۲۵۰ هکتوپاسکال نشان داد که رودباد با هسته سرعت ۶۵ متر بر ثانیه با عبور از روی خلیج فارس سراسر پهنه مطالعاتی را در بر گرفته است و در مقایسه با روزهای قبل، رودباد کاملا نصف النهاری شده است و با توجه به قرارگیری پهنه مطالعاتی در هسته رودباد مقدار بارش در این روز به حداکثر مقدار خود رسیده است بطوری که در ایستگاه قشم دریایی مقدار بارش برابر با ۱۷۶ میلیمتر، ایستگاه قشم فرودگاهی مقدار بارش برابر با ۸۳ میلیمتر و در ایستگاه زاهدان مقدار بارش برابر با ۲۶ میلیمتر رخ داده است که باعث سیل و خسارات زیادی در پهنه مطالعاتی شد و به تاسیسات و مناطق مسکونی و زمین های کشاورزی آسیب فراوان رساند. در ادامه بررسی همدیدی سرعت قائم جو نشان می‌دهد که با افزایش ارتفاع بیشینه امگای منفی افزایش پیدا کرده و به ۰/۳- پاسکال بر ثانیه رسیده و هسته بیشینه امگای منفی کاملا برروی ایستگاه های مطالعاتی(زاهدان و قشم) قرار گرفته است. قرارگیری هسته امگای منفی برروی پهنه مطالعاتی نشان از ناپایداری شدید و صعود هوا و رخداد بارش ابرسنگین در روز مطالعاتی دارد. همچنین نقشه رطوبت نشان می دهد که بیشترین فرارفت رطوبت از روی منابع آبی جنوب به روی منطقه مطالعاتی است و مقدار رطوبت برابر با ۱۴ گرم در کیلوگرم از سمت دریای عمان وارد پهنه مطالعاتی شده و در ادامه به سمت سایر مناطق ایران از مقدار آن کاسته شده است و با افزایش ارتفاع، حداکثر فرارفت هوای گرم و مرطوب در جلو ناوه تراز فوقانی جو از روی دریای سرخ بر روی منطقه مطالعاتی است.

منابع

براتی، غلامرضا؛ محمد مرادی و رقیه سلیمی. ۱۳۹۴. واکاوی همدید بارش های سنگین بهاره استان زنجان، *مجله مخاطرات محیطی طبیعی*، **(٦)٤**: ۷۸-۸۸.

بلیاتی، سعید و محمد سلیقه ۱۳۹۵. تحلیل و استخراج الگوهای جوی منجر به بارش های سنگین روزانه منطقه شمالی خلیج فارس، *نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی*، **۲**: ۷۹-۹۸.

خوش اخلاق، فرامرز؛ رضا صفایی راد و داود سلمانی. ۱۳۹۳. واکاوی همدید رخداد سیلاب آبان ماه ۱۳۹۰ درشهرستان های بهبهان و لیکک، *فصلنامه پژوهش های جغرافیای طبیعی*، **۴**: ۵۰۹-۵۲۴.

علیجانی، بهلول.۱۳۸۱. شناسایی تیپ های هوایی باران آور تهران براساس محاسبه چرخندگی. *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*، **۶۳**: ۱۱۱.

علیجانی، بهلول.۱۳۸۵. *اقلیم شناسی سینوپتیک، چاپ دوم*، انتشارات سمت، تهران.

قائدی، سهراب؛ سعید موحدی و سید ابوالفضل مسعودیان. ۱۳۹۱. رابطه فرود دریای سرخ با بارش های سنگین ایران، *فصلنامه جغرافیا و پایداری محیط*، **۲**: ۱-۱۸.

لشکری، حسن واکرم پرنده خوزانی.۱۳۸۹. بررسی سینوپتیکی سیستم های سیل زا در جنوب کشور، *فصلنامه تحقیقات منابع آب ایران*، **۱**: ۶۶-۷۳.

مسعودیان، سیدابوالفضل وبختیار محمدی. ۱۳۸۹. تحلیل همدید بارش های سنگین ایران مطالعه موردی آبان ماه ۱۳۷۳، *فصلنامه جغرافیا و توسعه* **۱۹**: ۱۹ -۳۶.

یارنال، برنت.۱۹۹۳. *اقلیم شناسی همدید و کاربرد آن در مطالعات محیطی*. ترجمه ابوالفضل مسعودیان.۱۳۸۵. انتشارات دانشگاه اصفهان.

Chen, C.H .2011. Investigation of a heavy rainfall event over southwestern Taiwan associated with a subsynoptic cyclone during the 2003 Mei-Yu season. *Atmospheric Research*, **95**: 235–254.

Evin, G., Balanchet, J., Paquet, E,. Garavaglia, F., Penot, D.2016. A regional model for extreme Rainfall based on weather patterns subsampling. *Journal of Hydrology*, **541**: 1185-1198.

Feloni, E., Nastos, P.T., Mastanguras, I.2016 .Seasonal Synoptic characteristics of heavy rain events In the Attica region. *13th International Conference on Meteorology Climatology and Atmospheric Physics*, **6**: 1-16.

Hidayat, R., Pawitan, H., Aldrian, E., Nuryanto, D.2016. Heavy Rainfall distributions over Java Sea in wet season. *Procedia Environmental Sciences*, **33**: 178-186.

John, M.P., Pauls, J.R.2014. Synoptic Control of Heavy –Rain Producing Convective Training Episodes. *MONTHLY WEATHER REVIEW*,5: 2464-2482.

Kai, Y., Zhiwei, Z.2017.A pair of new moisture dynamic diagnostic parameters for Heavy rain location. Springer- verlag Wien.

Li L., Albertus J. D.2015.Trajectory Analysis of the Heavy rain in Beijing. *Earth and Climate Cluster*,**7**: 23-24.

Marek, K., Miloslav, Muller. 2010.Variants of synoptic-scale patterns inducing heavy Rains in the Czech Republic. *Physics and Chemistry of the Earth*, **35**: 477-483.

Michael J. P., James S.R., Caroline C.U., Peter R.B .2014. A synoptic climatology of heavy rain events in the Lake Eyre and Frome catchments Frontiers in Environmental Science. *Atmospheric Science*.**9**: 205-222.

Mubarak, H.E., Varshosaz, K.2011.The Divergence Field in Western Iran Heavy Rain Associated with Central Mediterranean Cyclone. *Advances in Environmental Biology*, **8**: 3425-3433.

Oliveria P.T., Lima K.C., Santos E.S.2013. Synoptic environment associated with heavy rainfall events on the coastland of Northeast Brazil. *Advances in Geoscience*, **35**: pp. 73-78.

Pfahl, S. 2014. Characterising the relationship between weather extremes in Europe and synoptic circulation features.Nat. *Hazards Earth Syst*, **14**: 1461–1475.

Richard H.G., Michael K.2010.The Historic Synoptic-Hybrid rainfall event. *National Weather Service State College*, PA 1680330.