نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال پنجم، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۷.

صفحات ۸۳ تا ۱۰۲

مسیریابی کامل و تحلیل سینوپتیک یک نمونه مطالعاتی از سامانه‌های منجر به بارش های سنگین بیش از ۵۰ میلیمتر در جنوب ایران

محمود احمدی[۱]، دانشیار اقلیم شناسی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، ایران.

فرزانه جعفری، دانشجوی دکتری اقلیم شناسی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، ایران.

دریافت مقاله : ۱۳۹۶/۱۲/۲۰ پذیرش نهایی:۱۳۹۷/۰۶/۱۴

چکیده

بارش‌های سنگین و سیل‌آسای غیرطبیعی در مناطق خشک و کم باران و با پوشش گیاهی تنک در اغلب موارد منجر به رخداد سیلاب‌های با دبی بالا و غیرقابل‌پیش‌بینی شده و همه‌ساله خسارات زیادی در بخش‌های تأسیسات زیر بنایی، عمرانی و کشاورزی برای مناطق نیمه جنوبی کشورمان به بار می‌آورند. هدف اصلی این پژوهش بررسی و شناسایی الگوهای همدیدی و ترمودینامیک بارش‌های سنگین و مخاطره‌آمیز جنوب ایران است. بدین منظور از داده‌های بارش روزانه ایستگاه‌های منتخب بندرعباس، یزد، کرمان، جیرفت، شیراز و یاسوج و داده‌های مرکز ملی پیش‌بینی‌های محیطی آمریکا برای دوره ۴۴ ساله (۲۰۱۴-۱۹۷۰) استفاده شده است. با بررسی بارش‌های روزانه بیش از ۵۰ میلی‌متر ایستگاه‌های انتخابی، سامانه‌های بارش سنگین و سیل‌آسا شناسایی گردید و با استفاده از داده‌های رقومی فشار تراز دریا، ارتفاع ژئوپتانسیل، سرعت قائم جو، مؤلفه‌های مداری و نصف‌النهاری باد، نم ویژه نقشه‌های مربوطه ترسیم و مورد واکاوی قرار گرفتند. جهت تعیین مسیر و منشأ ۱۰۵ سامانه‌ی بارشی ورودی به منطقه موردمطالعه، نقشه‌های فشار تراز دریا و ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۷۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال بررسی گردید. یافته‌ها نشان داد که بارش‌های سنگین منطقه جنوب ایران در قالب ۴ الگوی همدید رخ می‌دهند. به ترتیب بیشترین تعداد سامانه‌هایی که برای منطقه بارش شدید داشتند، سامانه‌های سودانی، ادغامی سودانی-مدیترانه ای روی عراق، ادغامی سودانی-مدیترانه ای در شرق مدیترانه و مدیترانه‌ای بودند ازلحاظ منابع تغذیه رطوبتی در تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال دریای عرب، خلیج عدن، سرخ و خلیج‌فارس نقش داشته‌اند؛ اما در ترازهای ۸۵۰ تا ۵۰۰ هکتوپاسکال خلیج عدن، دریای سرخ و خلیج‌فارس تأمین رطوبت بارش‌های سیلابی را بر عهده داشته‌اند. بیشترین میزان رطوبت مربوط به دریای عرب بوده و مدیترانه کمترین نقش را در انتقال رطوبت داشته است.

واژه گان کلیدی: بارش سنگین، سیل‌آسا، مخاطره اقلیمی، کم‌فشار، جنوب ایران.

[۱] - نویسنده مسئول: ahmadi44@gmail.com Email:

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.29252/jsaeh.5.3.83]

مقدمه

کشور ایران به دلیل شرایط و موقعیت جغرافیایی خاص، از شرایط متفاوت بارشی برخوردار است به نحوی که علی رغم دارا بودن بارشی معادل یک سوم بارش میانگین بارش جهانی، دارای نوسان شدید در رژیم بارش است. سیلاب ها در طبقه بندی جهانی در زمره‌ی مهمترین بلایای طبیعی قرار می گیرند. در دهه های اخیر، به دلیل دخالت های نابجا و مدیریت نادرست انسان در استفاده از سرزمین، شدت و تواتر وقوع این بلایای طبیعی افزایش یافته است (عباس زاده و همکاران، ۱۳۸۹). بروز سیلاب های سهمگین در اثر تغییرات آب و هوایی طی دهه های اخیر سبب بروز خسارت های فراوانی در نواحی مختلف دنیا شده است و در نواحی خشک تأثیر این تغییرات محسوس تر است (نگارش و همکاران، ۱۳۹۲). افزایش سطوح نفوذ ناپذیر که ناشی از شهرسازی و احداث ساختمان بر خاک های نفوذ پذیر است، طبعاً از سطوح نفوذ پذیر حوضه که قادر به جذب بخشی از بارندگی است، کاسته و در نتیجه، بر حجم کل رواناب شهر افزوده است (طاهری بهبهانی و بزرگ زاده، ۱۳۷۵: ۲).

یکی از شاخه‌های مهم علم اقلیم‌شناسی سینوپتیک، شناسایی حالت‌های فرین ویژگی‌های محیطی، مانند طوفان‌های شدید و به‌ویژه بارش‌های سنگین و سیل‌آسا است. سیل معمولی‌ترین خسارت محیطی است. هرساله سیلاب‌ها بیش از ۲۰۰۰ نفر را از بین می‌برند و متأسفانه بر ۷۵ میلیون نفر از جمعیت مردم جهان تأثیر می‌گذارند(Alijani et al,2008). سیل ازجمله مخاطرات اقلیمی است که نه‌تنها در ایران بلکه در بیشتر نقاط دنیا از فراوانی زیادی برخوردار است و سالانه خسارات جانی و مالی فراوانی را به بار می‌آورد. در ایران نیز این پدیده از فراوانی بسیاری برخوردار است به‌طوری‌که بیش از ۲ برابر کل رخدادهای مخاطرات دیگر در طول دوره ۱۳۸۶-۱۳۷۰ اتفاق افتاده است و با ۱۰۹۵ رخداد سهم زیادی را در خسارات جانی به بار آمده در ایران را به خود اختصاص داده است. ۲۵۴۵ نفر کشته و ۱۳۰۴۸ نفر زخمی، از مواردی هستند که مخاطره سیل در طول دوره آماری در ایران بر جای گذاشته است. به‌طور میانگین در هرسال ۶۰ رویداد سیل در ایران اتفاق می‌افتد و میانگین کشته‌شده‌ها از بلای سیل در هرسال ۱۴۱ نفر است یعنی در برابر هر رخداد سیل در هرسال بیشتر از ۲ نفر می‌میرند، بالاترین رقم تلفات انسانی متعلق به بندرعباس با ۳۸۸ و مشهد ۳۸۷ نفر است (ذبیح زاده،۱۳۸۸: ۸۹).

در زمینه تحلیل سینوپتیک رخداد بارش سنگین مطالعات گسترده ای انجام شده است در تایوان (Chen et al,2001) بارش‌های سنگین بیش از ۱۰۰ میلی‌متر بعد از ظهرها را در طی سال‌های ۱۹۹۳ تا ۱۹۹۷ در فصل بارشی مطالعه کردند. طی این دوره پنج موج بارش مشخص و در دو گروه جداگانه طبقه‌بندی گردید. گروه اول بارش‌هایی را شامل می‌شد که در زمان آن‌ها جریان‌های جوی جهت جنوبی داشتند و گروه دوم بارش‌هایی را شامل می‌شد که جریان‌های جوی در آن زمان جهت جنوب غربی داشته‌اند. با یک رویکرد آماری (Jansa and et.al,2001) تأثیر چرخندهای غرب مدیترانه بر روی ۹۴۸ بارش سنگین بیش از ۶۰ میلیمتر و ۲۵۹ بارش ابرسنگین بیش از ۱۰۰ میلی‌متر که در طی ۵ سال، از ۱۹۹۲ تا ۱۹۹۶ در غرب مدیترانه ثبت‌شده بود را مطالعه کردند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که در ۹۰ درصد موارد، مراکز چرخندی در مجاورت و همسایگی محل وقوع بارش‌های سنگین غرب مدیترانه واقع‌شده‌اند. این مراکز چرخندی در موقعیتی قرار می‌گرفتند که برقراری جریان هوای مدیترانه به‌سوی محل وقوع بارش سنگین را تقویت می‌کردند. در ضمن برخی از این رویدادها، به‌وسیله سامانه‌های همرفتی میان‌مقیاس به وجود آمده بودند مطالعه الگوهای همدید مؤثر در شکل گیری بارش‌های سنگین نیگاتا-فوکوشیما و فوکویی نشان داد که

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.29252/jsaeh.5.3.83]

رویدادهای بارشی سنگین درنتیجه تقویت ناپایداری همرفتی بر روی منطقه جبهه‌ای بایو است؛ و این رویدادها توسط جریان‌های هوای مرطوب ترازپایین و هوای خشک تراز میانی تحریک‌شده بودند(Kato and Aranami,2005).

شرایط جو را در زمان رخداد بارش های سنگین و غیرسنگین در سوئد نشان داد که تفاوت‌های میانگین شرایط جوی در زمان رویداد بارش‌های سنگین تابستانی (ژوئن تا آگوست) و غیر سنگین بر اساس تیپ‌های هوای لمب (چرخندی، واچرخندی و جهت دار)، سهم رویدادهای بارش که در زمان تیپ چرخندی رخ داده بود برای رویداد بارش غیر سنگین ۴۵ درصد و برای رویداد بارش‌های سنگین ۷۰ درصد است (hellstrom,2005). همچنین پژوهشی با عنوان الگوهای جوی به وجود آورنده‌ی بارش‌های سنگین جزایر بالریک واقع در شرق اسپانیا نمونه دیگری در این زمینه می‌باشد. آن‌ها درمجموع ۱۵۷ روز بارش بیش از ۶۰ میلی‌متر مشخص کردندکه از این تعداد بارش ۵۰ در صد در فصل پاییز رخداده بود و تقریباً ۸۷ درصد بارش‌های سنگین درزمانی رخداده بود که یک مرکز چرخندی در شعاع ۶۰۰ کیلومتری جزیره واقع‌شده بود. بارش‌های سنگین سهم کمی از تعداد روزهای بارش ایران را شامل می‌شود بااین‌حال این رویدادها منبع اصلی آب کشور به‌حساب می‌آیند (Lana,2007). در زمینه شناخت الگوهای سینوپتیک منجر به بارش‌های سنگین در فصل بارندگی در ژاپن، فرض بر این گذاشته شد که الگوهای سینوپتیک توسط نقشه‌های باد در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال و آب قابل بارش می‌توانند به‌سادگی آشکار شوند و این نقشه‌ها خود سازمان‌یافته نامیده شد؛ و با استفاده از این نقشه‌ها و تکنیک های خوشه‌ای الگوهای سینوتیک بارش‌های سنگین را به ۸ خوشه تقسیم گردید و نتایج نشان داد که این نقشه‌ها ابزار مؤثری برای آشکارسازی وقایع بارش‌های سنگین می‌باشند (Koji et al,2007). واکاوی تغییرات بارش زمستانه عمان از منظر همدید نشان داد که دوره مرطوب در منطقه عمان و خاورمیانه، بیشتر با فشار منفی سطح زمین بر روی مرکز آسیا تا شمال شرقی عمان و ناهنجاری مثبت فشار سطح زمین در غرب اروپا همراهی می‌شود. این الگوی فشار محرک انتقال رطوبت به سمت غرب بر روی شبه‌جزیره عربستان می‌شود And (Charabi Hatrushi,2010). (Dibajnia et al,2010) به بررسی امواج ناشی از توفان گونو پرداخته‌اند و بیان کرده‌اند که توفان گونو شدیدترین توفان حاره‌ای رخداده در دریای عرب بوده است. در تحلیل تأثیرات اقلیمی توفان گونو بر جنوب شرق ایران نتایج نشان داد که محور پرفشارهای جنب حاره در سطوح پایین به سمت شرق و در سطوح فوقانی به سمت شمال عقب‌نشینی کرده و شرایط را برای روند همرفت شدید و بارش‌های سنگین در این نواحی آماده ساخته است. (Akbari et al, 2016) در بررسی نقش سامانه بندالی در رخداد بارش ژانویه ۲۰۰۸ جنوب شرق ایران نشان دادند که در زمان بارش نفوذ کم‌فشار سودانی در سطح زمین و سامانه بندالی در تراز میانی جو با راستای شمالی به جنوب موجب دینامیک شدن کم‌فشار و رخداد بارش سیل‌آسا در منطقه شده است.

در ایران نیز مطالعات متعددی در این زمینه انجام‌شده است. لشکری با بررسی کم‌فشار سودانی و نقش آن در بارش‌های جنوب و جنوب غرب ایران مشخص نمود، سامانه کم‌فشار سودانی به‌عنوان یکی از عناصر سازنده گردش عمومی جو در شمال آفریقا است و در بیشتر ایام سال بر روی غرب اتیوپی و کشور سودان تشکیل می‌شود و چهار الگوی کلی ناشی از نحوه آرایش سامانه‌های سیبری، واچرخند شمال آفریقا و شبه‌جزیره عربستان و ناوه شمال آفریقا و کم‌فشار سودان در سطح‌های زیرین و میانی جو، منجر به رخداد بارش‌های سنگین در جنوب و جنوب غرب ایران می‌شوند (لشکری،۱۳۸۲). مفیدی نیز طی تحقیقاتی نقش اصلی تأثیر سامانه‌های کم‌فشار سودانی در وقوع بارش‌های سنگین و سیل زا در ایران را ازنظر همدیدی درکشیده تاوه قطبی، در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال می‌داند که به‌عنوان منبع

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.29252/jsaeh.5.3.83]

اصلی تاوایی برای پیدایش الگوی گردش ناهنجار و تقویت سلول هدلی یا رودباد جنب حاره بر روی مدیترانه و شمال آفریقا وارد عمل می‌شود (مفیدی،۱۳۸۴).

مهم ترین عامل شکل گیری بارش های سنگین کرمان حرکت رو به شرق و تقویت فرود شرق مدیترانه در تروپوسفر میانی است و زمانی که با حرکت رو به پایین سامانه تاوه قطبی همراه است بارش های سنگینی در سطح ایستگاههای استان رخ می دهد (رحیمی و همکاران، ۱۳۸۹). واکاوی و تحلیل شرایط همدیدی و ترمودینامیک رخداد بارش در منطقه‌ی شیرکوه نشان داد که بارش‌های این منطقه، ناشی از سه سامانه همدیدی: استقرار کم‌فشار سودانی روی شبه‌جزیره‌ی عربستان؛ سامانه‌های ترکیبی سودانی و مدیترانه‌ای و سامانه‌های مدیترانه‌ای هستند (امیدوار،۱۳۸۶). در مطالعه‌ای تحت عنوان واکاوی همدید سیلاب آبان ماه ۱۳۹۰ در شهرستان بهبهان و لیکک نتایج نشان داد که تشکیل و گسترش مراکز کم‌فشار مدیترانه-سودانی به دلیل قرارگیری بین مراکز پرفشار اروپا و پرفشار جنب‌حاره‌ای جنوب شرق عربستان، وجود ناوه عمیق شمال آفریقا از شرق مدیترانه تا شمال سودان و قرارگیری منطقه پژوهش در خروجی رودباد جنب‌حاره‌ای نقش مهمی در تقویت کم‌فشار مدیترانه-سودانی و حرکت شرق سوی آن و درنهایت رخداد سیلاب شده است (خوش‌اخلاق و همکاران، ۱۳۹۳). مسعودیان و کارساز (۱۳۹۳) به بررسی و تحلیل همدید الگوهای ضخامت بارش‌های سنگین ناحیه زاگرس جنوبی پرداختند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که فرود منتهی‌الیه شرق دریای مدیترانه باکمی تغییر موقعیت در جنوب غرب ایران و منطقه کژفشاری شدیدی را ایجاد نموده که در رخداد بارش‌های سنگین این منطقه نقش اساسی دارند. نتایج کار احمدی و علیجانی (۱۳۹۳) نشان داد که چهار الگو با اغلب بارش‌های سنگین ارتباط دارند که شناسایی آن‌ها با عمیق‌تر شدن ناوه سوریه، جابه‌جایی پرفشار سیبری به غرب، کم‌فشار سودانی، افزایش سرعت و پایین آمدن پایه رودباد جنب حاره، سامانه سرد چال، کم‌فشار قوی، کم ارتفاع بسته تا تراز بالایی تروپوسفر و حضور همزمان مؤلفه‌های گرم و سرد، گردش جو هنگام تغییر فصل امکان ایجاد بارش‌های سنگین را به وجود می‌آورند. مشکواتی و همکاران (۱۳۹۳) در بررسی ساختار گردش جو در طی رخداد بارش سنگین ۲۱ دسامبر۱۹۹۲ ایستگاه شیراز، نفوذ کم فشار از منطقه دریای سرخ و عربستان و در سطوح میانی واقع شدن ناوه و رودباد جنب حاره با ایجاد واگرایی شدید نقش مهمی در توسعه ناپایداری ها داشته اند. (احمدی و جعفری،۱۳۹۴) نشان دادند که گسترش کم فشار پاکستان-خلیج فارس از روی سرزمین عربستان، ناوه عمیق شرق مدیترانه و قرار گیری رودباد ادغامی جنب حاره- قطبی در نیمه شرقی ناوه موجب واگرایی جریان هوای ناپایدار و بروز بارش سیل آسای ۲۳ فروردین ۱۳۹۴ استان قزوین شده است. احمدی و جعفری (۱۳۹۴) رخداد بارش ۱۰۴ میلی‌متری ۱۴ مارس ۲۰۱۴ ایستگاه بندرعباس را در گسترش ناوه عرض‌های فوقانی بر روی خاورمیانه، فعال شدن کم‌فشار سودانی و نفوذ آن بر روی منطقه و استقرار رودباد جنب حاره در جلوی ناوه که موجب فرارفت شدید هوای گرم و مرطوب دریاهای جنوبی گردیده، می‌دانند. براتی و همکاران (۱۳۹۴) در واکاوی همدید بارش‌های سنگین بهاره استان زنجان به عواملی همچون حرکت شرق سوی ناوه تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در نیمه شرقی مدیترانه، ادغام رودباد جنب حاره و قطبی و جهت باد در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال از سمت دریای مدیترانه به‌عنوان مهم‌ترین منبع رطوبتی در ایجاد شرایط برای شکل‌گیری بارش‌های سنگین اشاره‌کرده‌اند. مصطفایی و همکاران (۱۳۹۴) در بررسی بارش های شدید و فراگیر ایران نقش کم فشار ادغامی سودانی-مدیترانه ای و ناوه سوریه- پشته‌ی دریای عرب را اثرگذارترین الگوی بارشی ایران میدانند که اغلب سراسر کشور را با شدت های متفاوت در بر می گیرد. بلیانی و سلیقه (۱۳۹۵) نقش کم فشار شرق

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-01]

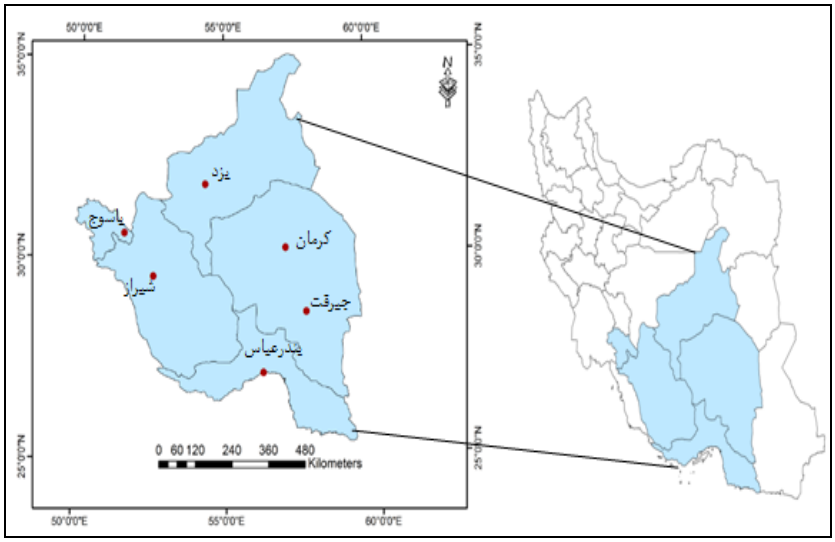
[DOI: 10.29252/jsaeh.5.3.83]

دریای مدیترانه، سیاه و جنوب دریای خزر را در ایجاد الگوهای بارشی مختلف در حوضه های آبریز حله و مند مؤثر می دانند. محمودآبادی و همکاران (۱۳۹۵) نقش کم فشار سودانی در تراز دریا و بندال دوقطبی در تراز میانی تروپوسفر را در رخداد بارش های سیلابی فروردین ۱۳۹۲ در نیمه جنوبی ایران را حائز اهمیت می دانند. ذکی زاده و همکاران (۱۳۹۷) نیز استقرار رودباد با سرعت ۶۵ متر بر ثانیه در تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال در نیمه جنوبی ایران به همراه تشکیل ناوه سردچالی بر روی خزر را دلیل رخداد بارش های سنگین و فراگیر در ایران دانسته اند.

عموم تحقیقات انجام شده گویای نقش مسلم جریان های ترازهای میانی و بالای تروپوسفر در رخداد بارش های سنگین در ایران است. اما این تحقیق الگوهای فشار تراز دریا و موقعیت ناوه تراز میانی جو در زمان رخداد بارش های سنگین را طی دوره ۲۰۱۴-۱۹۷۰ مورد بررسی قرار داده است که نتایج آن به شناسایی سامانه‌های سیل‌آسا و مخرب به منظور برنامه‌ریزی دقیق و اجرای طرح‌های مدیریت بحران جهت کاهش بلایا در منطقه کمک می‌کند.

داده‌ها و روش کار

منطقه موردمطالعه شامل شش ایستگاه (جدول۱) واقع در استان‌های هرمزگان، کرمان، یزد، کهگیلویه و فارس است که در عرض جغرافیایی ۲۷ تا ۳۲ درجه شمالی و طول ۵۰ تا ۵۸ درجه شرقی قرارگرفته‌اند. (شکل ۱).



شکل ۱). موقعیت جغرافیایی منطقه جنوب مرکزی ایران

مشخصات ایستگاه‌های مورد مطالعه در جدول ۱ درج گردیده است.

در این مطالعه از دو دسته داده های زمینی و جوّ بالا به شرح ذیل استفاده شده است:

الف)- استفاده از داده‌های بارش روزانه دوره آماری ۴۴ ساله (۲۰۱۴-۱۹۷۰) ایستگاه‌ها شناسایی‌شده که از سازمان هواشناسی کشور اخذ گردیده

ب) استفاده از داده‌های سطوح بالا. شامل داده‌های بازکاوی شده مؤلفه‌های ارتفاع ژئوپتانسیل، فشار سطح دریا، باد مداری، باد نصف‌النهاری، امگا و رطوبت ویژه که از سایت مرکز ملی پیش‌بینی محیطی در کلرادو اخذ شده‌اند.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.29252/jsaeh.5.3.83]

جدول۱). مشخصات جغرافیایی منطقه جنوب مرکزی ایران

ردیف	نام ایستگاه	عرض جغرافیایی شمالی		طول جغرافیایی شرقی		ارتفاع از سطح دریا
		درجه	دقیقه	درجه	دقیقه	
۱	بندرعباس	۲۷	۱۰	۵۶	۱۵	۱۰,۷۷
۲	کرمان	۳۰	۱۵	۵۶	۵۸	۱۷۵۳,۸
۳	یزد	۳۱	۵۳	۵۴	۲۱	۱۲۱۵
۴	شیراز	۲۹	۳۲	۵۲	۳۶	۱۴۸۴
۵	یاسوج	۳۰	۴۰	۵۱	۳۵	۱۸۳۹
۶	جیرفت	۲۸	۴۰	۵۷	۴۴	۶۸۷,۸

برای انجام تحلیل های سینوپتیک از روش محیطی به گردشی استفاده شده است؛ به این نحو که ابتدا بارش های سنگین بیش از ۵۰ میلیمتر شناسایی و سپس ابعاد سینوپتیک آنها در بازه فضایی بین ۱۰ تا ۶۰ درجه عرض شمالی و ۱۰ تا ۸۰ درجه طول شرقی مورد بازکاوی قرار داده شده اند. زمان تحلیل ها نیز ساعت ۰۰ جهانی (۳:۳۰ بوقت محلی). در نظر گرفته شد تأ تمامی الگوهای جوی قابل‌ردیابی باشند.

بعد از بررسی بارش‌های روزانه طی دوره آماری کلیه بارش‌های بیش از ۵۰ میلی‌متر ایستگاه‌های منتخب یزد، جیرفت، شیراز، بندرعباس و یاسوج، تعداد ۱۱۸ رخداد بارش سنگین در منطقه مورد بررسی شناسایی شد. که پس از تعیین و جداسازی روزهای فراگیر، ۱۰۵ سامانه بارشی رصد و جهت تحلیل شناسایی گردید.

پس از ارزیابی و کنترل نقشه های فشار تراز دریای سامانه های بارشی ۴ الگوی همدید انتخاب و مشخص گردید جدول (۲).

جهت بررسی شناسایی منابع و جهت فرارفت رطوبت نیز از رابطه‌ی زیر در محیط گرادس استفاده شد.

Humadv=-1*((u*dhx)/ (cos (lat*3.1416/180)*dx)+v*dhy/dy)/6.37e6

در رابطه بالا humadv بر حسب گرم برکیلوگرم در ثانیه و (v ،u ،h) به ترتیب عبارتند از رطوبت ویژه، باد مداری و باد نصف النهاری هستند که وزش رطوبت را به صورت ترکیبی با بردار باد محاسبه گردیده است (قویدل رحیمی، ۱۳۹۱).

برای تفسیر و بررسی دقیق تر نیز نقشه وزش رطوبتی با نقشه ارتفاع ژئوپتانسیل در تراز های ۱۰۰۰ تا ۵۰۰ هکتوپاسکال به صورت ترکیب شده برای نمونه الگوی کم فشار مدیترانه ای ترسیم گردید.

جهت انجام مسیریابی سامانه‌های کم‌فشار همه نقشه‌های فشار تراز دریای سامانه‌های بارشی سیل‌آسا از ۴۸ ساعت قبل از بارش تا روز بارش واکاوی گردید. سپس مراکز کم‌فشار بسته‌شده بر روی نقشه فشار تراز دریای هر سامانه در هرروز به‌صورت نقطه معلوم و این نقاط در پایان به‌صورت منحنی‌هایی به هم متصل گردیدند. برای ترسیم موقعیت الگوی ناوه در روزهای بارش ابرسنگین طی دوره آماری با تحلیل نقشه‌های ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۷۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال، ابتدا مرکز کم ارتفاع سامانه مشخص و تا عرض جغرافیایی انتهای عمیق ناوه به‌صورت خطوطی با رقومی کردن ترسیم گردید.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.29252/jsaeh.5.3.83]

جدول۲. مشخصات الگوهای همدید شناسایی‌شده بارش‌های بیش از ۵۰ میلی‌متر جنوب مرکزی ایران (۱۹۷۰-۲۰۱۴)

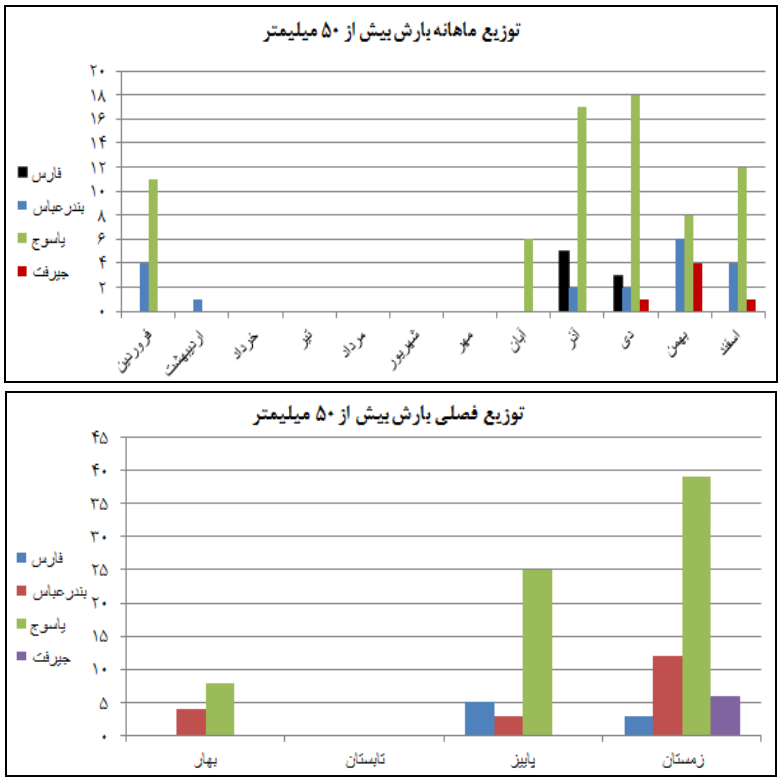
ایستگاه	تعداد سامانه بارشی	سودانی	ادغامی روی عراق	ادغامی در شرق دریای مدیترانه	مدیترانه‌ای
فارس	۸	۸			
		۵۵۹ م			
یزد	۰				
یاسوج	۷۲	۳۷	۱۴	۱۴	۷
		۱۷۰۲,۴	۵۹۸	۹۴۲,۵	۴۳۳
جیرفت	۶	۵	۱		
		۳۸۰	۵۲		
بندرعباس	۱۹	۹	۶	۴	
		۷۳۶,۸	۶۲۱	۳۱۸	

بحث وتفسیر نتایج

نتایج نشان داد ازنظر زمانی بیشتر بارش‌های سنگین به ترتیب در ماه‌های دی، آذر، بهمن، اسفند و آبان رخ داده است. درمجموع نیز تمامی بارش‌های فوق سنگین از آذر تا اردیبهشت‌ماه به وقوع پیوسته‌اند. با توجه به جدول ۲ در ایستگاه یزد سامانه بارشی بیش از ۵۰ میلی‌متر طی دوره ۴۴ ساله مشاهده نشد و در استان کرمان نیز تنها ایستگاه جیرفت با سامانه‌های بارشی ابرسنگین مواجه بوده است. توزیع فصلی بارش های بیش از ۵۰ میلیمتر نیز نشان می دهد که رژیم بارش در منطقه مورد پژوهش زمیتانی بوده و بیشتر بارش ها در فصل زمستان رخ می دهند. بعد از زمستان، پاییز و بهار بیشترین سهم این نوع بارش ها را به خود اختصاص داده اند. طی دوره ۴۴ ساله از ماه خرداد تا مهر بارش بیش از ۵۰ میلیمتری در ایستگاههای مورد بررسی ثبت نشده است. اما از ماه آبان با عقب نشینی سامانه های پرارتفاع دینامیک به عرض های جنوبی و نفوذ بادهای غربی از عرض های بالا بر روی منطقه، شرایط برای رخداد بارش های سنگین مهیا می گردد (علیجانی،۱۳۹۰). همچنین به ترتیب ایستگاههای یاسوج، بندرعباس، فارس و جیرفت بیشترین رخداد بارش های بیش از ۵۰ میلیمتر را به خود اختصاص داده اند.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.29252/jsaeh.5.3.83]

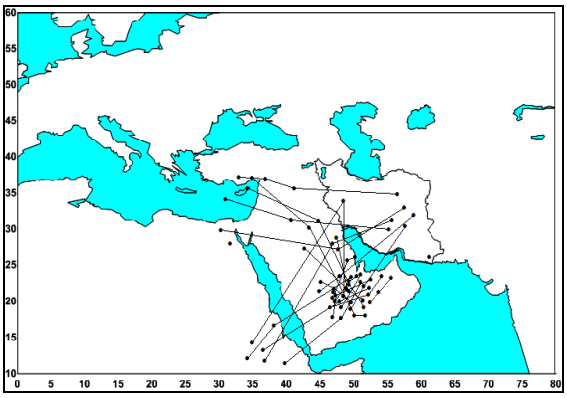


شکل۲. الف: توزیع ماهانه، ب: توزیع فصلی بارش های بیش از ۵۰ میلیمتر ایستگاههای مورد پژوهش

شکل ۲ منشأ و مسیر سامانه‌های بارشی سودانی، ادغامی سودانی-مدیترانه ای روی عراق و ادغامی سودان- مدیترانه ای در شرق مدیترانه را برای ایستگاه بندرعباس نشان می‌دهد. بر اساس این شکل بیشترین تمرکز مراکز کم‌فشار در امتداد طول ۴۵ تا ۵۵ درجه شرقی و ۱۷ تا ۲۵ درجه عرض شمالی و در شرق شبه‌جزیره عربستان و جنوب خلیج‌فارس است. به‌نحوی‌که در زمان رخداد بارش‌های سیل‌آسا مراکز عموماً در جنوب خلیج‌فارس و با راستای جنوب غربی-شمال شرقی به سمت ایستگاه بندرعباس کشیده شده است. بیشتر مراکز با ۹ سامانه بارشی سنگین از نوع کم‌فشار سودانی، ۶ سامانه از نوع کم‌فشار ادغامی سودانی-مدیترانه ای روی عراق بوده و ۴ سامانه بارشی نیز ادغامی سودان-مدیترانه در شرق مدیترانه بوده است. تمرکز مراکز کم‌فشار سودانی در شرق عربستان، جنوب خلیج‌فارس و تنگه‌ی هرمز و در عرض ۲۰ تا ۲۵ درجه شمالی و ۴۷ تا ۵۵ درجه طول شرقی می‌باشد؛ به‌طوری‌که از سمت جنوب کشور بر روی ایران گسترش‌یافته است؛ اما مراکز کم‌فشارهای ادغامی عموماً در ۳۰ تا ۴۰ درجه شمالی و ۵۵ تا ۶۰ درجه طول شرقی قرارگرفته‌اند و در زمان بارش تا مناطق میانی و شرقی ایران نیز حرکت کرده است. سامانه‌های مدیترانه‌ای اغلب در غرب ایتالیا و دریای آدریاتیک تشکیل‌شده و به‌طرف شرق حرکت می‌کنند. مهم‌ترین منطقه ادغام عموماً در عرض ۲۵ تا ۳۰ درجه شمالی در شرق مدیترانه، شمال عربستان و جنوب عراق بوده است. مراکز کم‌فشار سودانی با حرکت به‌طرف شمال عربستان و عراق با مراکز بسته کم‌فشار مدیترانه‌ای ادغام‌شده و در بیشتر موارد مسیر غربی-شرقی را به سمت جنوب ایران داشته‌اند.

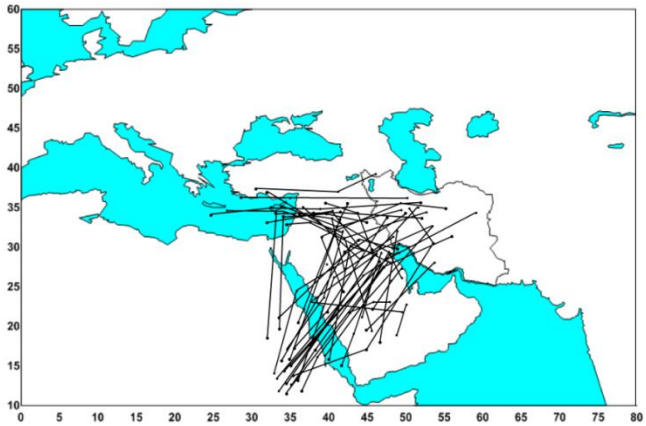
[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.29252/jsaeh.5.3.83]



شکل ۲). مراکز و مسیریابی سامانه‌های سودانی و ادغامی ایستگاه بندرعباس

در مرحله بعد برای ایستگاه پر بارش یاسوج نیز مسیریابی سامانه‌های کم‌فشار برای بارش‌های بیش از ۵۰ میلی‌متر به انجام رسید (شکل ۳). با توجه به شکل ۳ ملاحظه می‌شود که مراکز کم‌فشار موقعیتی غربی‌تر داشته و بیشتر در نیمه مرکزی و شمالی عربستان مسیر حرکت سامانه‌ها شکل‌گرفته است و در طول شرقی ۳۰ تا ۴۵ درجه و در دو عرض جغرافیایی متفاوت یعنی ۱۲ تا ۲۵ درجه و ۳۰ تا ۳۸ درجه شمالی دیده می‌شوند؛ اما تمرکز بیشتر مراکز در عرض‌های جنوبی مناطق واقع در جنوب سرخ و سودان می‌باشد. سامانه‌های کم‌فشار برای ایستگاه یاسوج مسافت طولانی‌تری را در مقایسه با دیگر ایستگاه‌های موردبررسی پیموده است. به‌طوری‌که در نیمی از نمونه‌های موردبررسی بیش از ۲۰ درجه عرض و طول جغرافیایی طی ۲۴ ساعت جابه‌جایی صورت گرفته است؛ اما در ایستگاه‌های جیرفت، شیراز و بندرعباس جابه‌جایی سامانه‌های کم‌فشار کوتاه و تمرکز مراکز کم‌فشار بیشتر در نیمه شرقی عربستان با عبور از خلیج‌فارس صورت گرفته است. همچنین در این ایستگاه نقش سیکلون های دریای مدیترانه پررنگ‌تر بوده و ۲۴ مورد از رخدادهای بارشی به‌صورت ادغامی باکم فشار سودانی و ۶ مورد نیز به‌صورت مستقل در بارش‌های ابرسنگین نقش داشته است. بارش‌های تداوم دار بیش از ۲ روز غالباً بانفوذ الگوی ادغامی سودانی- مدیترانه‌ای در شرق مدیترانه انطباق داشته است.



شکل ۳-مراکز و مسیریابی سامانه‌های سودانی، ادغامی و مدیترانه‌ای ایستگاه یاسوج

در مرحله بعد طول مدت بارش را برای هر الگو مشخص گردیم (جدول ۳). طبق جدول بیشترین فراوانی در الگوی سودانی در تداوم ۲ روزه با ۱۷ مورد، در الگوی ادغامی سودانی- مدیترانه ای روی عراق با ۷ مورد در تداوم ۳ روزه،

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.29252/jsaeh.5.3.83]

الگوی ادغامی سودانی-مدیترانه ای در شرق مدیترانه تداوم ۴ روزه با ۷ رخداد و الگوی مدیترانه‌ای به‌صورت برابر تداوم ۲ تا ۴ روزه را داشته است. در الگوی سودانی در همه تداوم‌ها بیشترین رخداد را داشته است؛ و بالاترین تداوم بارش یعنی ۵ روزه در الگوی سودانی دیده می‌شود. در الگوهای ادغامی نیز به‌صورت برابر و در تداوم‌های طولانی‌تر بیشترین نقش را داشته‌اند. در زمان رخداد الگوهای ادغامی تداوم بارش عموماً بیش از ۳ روز و بیشترین فراگیری در روز بارش را در میان الگوهای همدید داشته است. اغلب سامانه‌های ۱ روزه سودانی می‌باشند. این امر به دلیل منشأ گرفتن سامانه‌های سودانی از عرض‌های پایین و طبیعت غالباً حرارتی می‌باشد که در بیشتر موارد عمق کمی داشته است و درنتیجه سرعت بالایی دارند. الگوی مدیترانه‌ای نیز در تداوم‌های مختلف به‌صورت یکسان نقش داشته است.

جدول ۳). سامانه‌های بارشی بر اساس منشأ و طول مدت بارش

نام سامانه	۱ روزه	۲روزه	۳روزه	۴روزه	۵روزه	جمع
سودانی	۱۱	۱۷	۱۵	۹	۷	۵۷
ادغامی سودان-مدیترانه ای روی عراق	۰	۴	۸	۳	۴	۱۸
ادغام سودانی-مدیترانه ای در شرق مدیترانه	۲	۴	۳	۷	۲	۱۸
مدیترانه‌ای	۰	۲	۳	۲	۰	۶
جمع	۹	۲۹	۲۹	۱۹	۱۳	۱۰۵

جدول ۴ تقسیم‌بندی سامانه‌ها ازنظر مجموع بارش از ۷۰ تا بالاترین مقدار بارش ۱۳۰ میلی‌متر را در ایستگاه‌های موردبررسی نشان می‌دهد. در الگوهای سودانی و ادغامی بیشتر سامانه‌های بارشی بین ۵۰ تا ۷۰ میلی‌متر بارش داشته‌اند. بیشتر حجم بارشی سامانه‌های مدیترانه‌ای بین ۷۰ تا ۹۰ میلی‌متر بوده است. در الگوهای ادغامی توزیع یکنواخت‌تری در همه طبقات حجم بارشی دیده می‌شود. علی‌رغم تعداد کمتر سامانه‌های بارشی در الگوهای ادغامی نسبت به سودانی اما در صورت رخداد بارش‌های شدیدی را ایجاد می‌کنند. تنها سامانه بارشی بیش از ۱۳۰ میلی‌متر نیز متعلق به ایستگاه بندرعباس با ۲۱۱ میلی‌متر در روز ۲۴ ژانویه ۱۹۷۹ و در زمان حاکمیت الگوی ادغامی سودانی-مدیترانه ای روی عراق رخداده است.

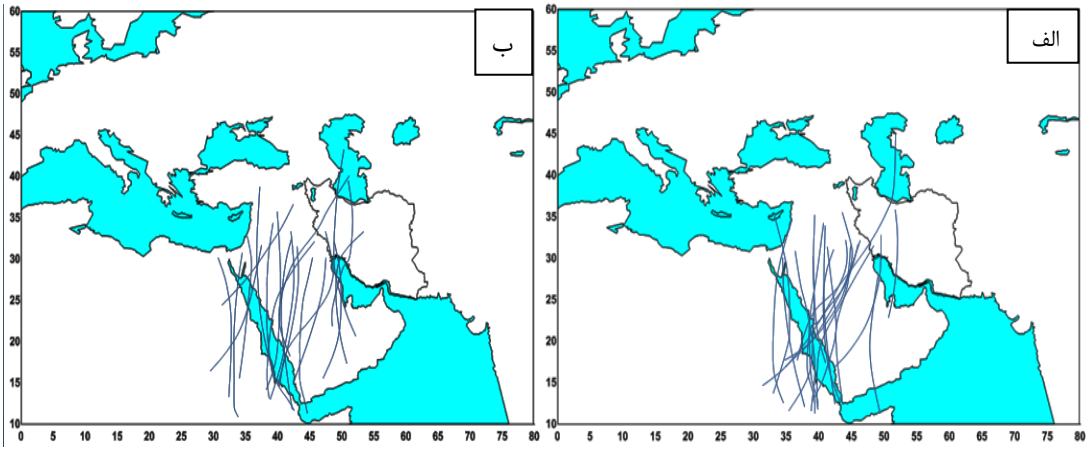
جدول ۴. تقسیم‌بندی الگوهای همدید ازنظر مجموع بارش

مقدار بارش	50-70mm	۹۰-۷۰mm	mm۱۱۰-۹۰	۱۳۰-۱۱۰mm	جمع
سودانی	۳۳	۱۲	۸	۳	۵۵
کمفشارهای ادغامی بر روی عراق	۱۰	۴	۵	۱	۲۰
کمفشارهای ادغامی بر روی شرق مدیترانه	۱۰	۶	۱	۲	۱۹
مدیترانه‌ای	۳	۴	۰	۰	۶
جمع	۵۴	۲۶	۱۴	۶	۱۰۵

شکل ۴ الگوی محور ناوه را در روز بارش‌های بیش از ۵۰ میلی‌متر و مخاطره‌ای را در دوره آماری ۴۴ ساله نشان می‌دهد. در ترازهای ۷۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال گسترش محور ناوه در ۳۰ تا ۵۳ درجه طول شرقی و عرض ۱۲ تا ۴۵ درجه شمالی واقع‌شده‌اند. در زمان حاکمیت الگوی سودانی، محور ناوه با امتداد جنوب غربی-شمال شرقی و عموماً در

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-01]
[DOI: 10.29252/jsaeh.5.3.83]

نیمه‌ی غربی ایران و مراکز بسته کم ارتفاع در عرض ۴۵ تا ۵۰ درجه شمالی در مناطق شمالی دریای خزر و طول ۴۵ تا ۶۰ درجه طول شرقی واقع‌شده است؛ اما در الگوهای ادغامی، محور ناوه و مراکز کم ارتفاع در عرض‌های جغرافیایی پایین‌تر عموماً با روندی جنوبی-شمالی و با موقعیتی غربی‌تر و بر روی عربستان، عراق، ترکیه و نیمه شرقی مدیترانه و در عرض ۳۰ تا ۴۵ درجه شمالی و طول ۳۵ تا ۴۵ درجه شرقی قرارگرفته بودند. با استقرار محور ناوه بر روی منابع آبی دریای سرخ، عربستان و خلیج‌فارس و منطبق بر نیمه شرقی ناوه گرما و رطوبت را به سمت منطقه موردمطالعه فرارفت کرده است. ناوه هایی که موقعیتی غربی تر داشته و روی مصر، عربستان و سودان واقع شده اند عموماً از عمق و دامنه بزرگتری برخوردار بوده اند و به دلیل قرارگیری نیمه شرقی ناوه بر روی منابع آبی جنوبی همانند دریای سرخ، خلیج عدن و خلیج فارس، میزان رطوبت بیشتری را به درون منطقه مورد پژوهش فرارفت می کند و عموماً موج های بارشی دوام بیشتری داشته اند.؛ اما ناوه های شرقی تر واقع بر روی ایران و عراق به صورت ناوه و سردچال های بریده و عمق و دامنه های کمتری داشته اند و موج های بارشی کم دوام و با رطوبت کم ایجاد می کنند. رضیئی و همکاران (۱۳۸۹) بر اهمیت ناوه شرق مدیترانه بر اقلیم ایران و تأمین بارش زمستانه تأکید می کنند. در این موقعیت سنگین‌ترین بارش‌هایی که منجر به سیل و خسارات جانی و مالی شده‌اند، اتفاق افتاده است؛ بنابراین با پیش‌بینی به‌موقع و واکاوی نقشه‌های همدید می‌توان از بروز خسارات جبران‌ناپذیر در بخش‌های مختلف جلوگیری کرد.



شکل ۴). الگوی محور ناوه در ترازهای الف:۷۰۰، ب:۵۰۰ هکتوپاسکال سامانه‌های بارشی منتخب

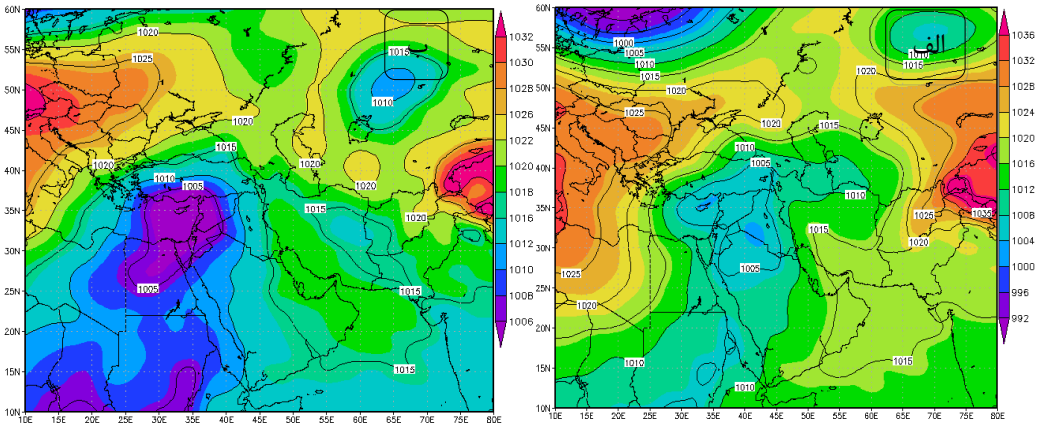
ازآنجاکه هدف اصلی این تحقیق بررسی و شناسایی الگوهای بارش‌های سیل‌آسا و مخاطره‌ای ایستگاه‌های منتخب منطقه جنوب مرکزی ایران است، به دلیل حجم زیاد نقشه‌ها در این بخش نمونه‌ای از سامانه بارشی الگوی مدیترانه‌ای استخراج و مورد واکاوی قرار گرفت.

- **الگوی کم‌فشار مدیترانه‌ای**

الگوی آخر کم‌فشار مدیترانه‌ای تنها در زمان رخداد بارش‌های ایستگاه یاسوج واقع در غرب منطقه موردمطالعه با ۶ مورد رخداد، مشاهده گردید. در این الگو مرکز کم‌فشار مدیترانه‌ای عموماً در غرب دریای مدیترانه تشکیل و با حرکتی غربی- شرقی از روی دریا به سمت کشور نزدیک شده است. طبق (شکل ۵-الف) ۷۲ ساعت قبل از رخداد بارش مرکز کم فشار مدیترانه ای با ۱۰۰۴ هکتوپاسکال در شرق مدیترانه مستقر شده است. در این روی بر روی نیمه جنوبی کشور

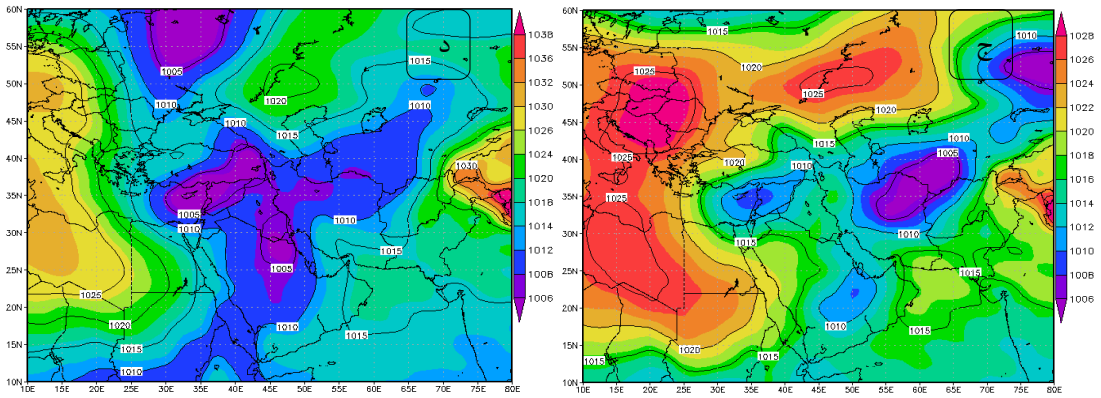
[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-01]
[DOI: 10.29252/jsaeh.5.3.83]

پرفشاری با مرکز بسته ۱۰۱۸ هکتوپاسکال از سمت فلات تبت نفوذ کرده و جوی پایدار حاکم است. در روزهای بعد کم فشار مدیترانه با حرکتی شرق سو و در ۲۴ ساعت قبل از بارش (شکل ۵-ج) یک مرکز دو هسته‌ای در شرق دریای مدیترانه و غرب خلیج‌فارس بسته‌شده است. به طوریکه نیمه غربی و شمالی کشورا در بر می گیرد. در روز بعد سامانه کم‌فشار گستره بیشتری پیدا می‌کند و عقب‌نشینی پرفشار تبت اجازه نفوذ کم‌فشار را به مناطق جنوبی و جنوب شرقی کشور را می‌دهد؛ اما نکته اینکه در این الگو اغلب در روز بارش طبق شکل ۵-ج پرفشاری از سمت اروپا با عبور از روی غرب مدیترانه و شمال مصر و لیبی گسترش‌یافته و در روز بارش با عبور از روی سودان، نیمه شمالی عربستان و عراق موجب انتقال کامل کم‌فشار مدیترانه‌ای بر روی کشور می گردد. همان‌طور که مشخص است کم‌فشار مدیترانه‌ای مستقل و بدون ادغام با کم‌فشار سودانی عمل کرده است. در زمان حاکمیت الگوی مدیترانه‌ای، کم‌فشارهای دریای سرخ و سودان فعال بوده منتهی به دلیل نفوذ زبانه پرفشار نفوذ یافته از سمت اروپا مانع از گسترش آن به سمت منطقه موردبررسی شده است؛ اما در الگوی سودانی عموماً، با راستایی جنوب غربی به شمال شرقی با عبور از روی عربستان و خلیج‌فارس بر روی منطقه نفوذ یافته است. در الگوی ادغامی سودانی- مدیترانه ای روی عراق نیز در روزهای قبل از بارش به‌صورت هم‌زمان کم‌فشار سودانی با روندی جنوب غربی-شمال شرقی و مدیترانه‌ای با جهتی غربی-شرقی به سمت ایران حرکت می‌کنند و در شمال عربستان و جنوب عراق در روز قبل از بارش باهم ادغام‌شده و در روز بارش در مناطق غربی و مرکزی کشور مستقر می‌شوند. در الگوی کم‌فشار سودانی- مدیترانه‌ای نیز در روزهای قبل از بارش سامانه سودانی با روندی جنوب به شمال گسترش پیداکرده و با مرکز کم‌فشار مدیترانه‌ای که از غرب مدیترانه حرکت خود را آغاز کرده ادغام‌شده و بعد از ادغام اغلب با روند غربی-شرقی شبیه الگوی مدیترانه‌ای از جنوب غرب و غرب کشور واردشده و در روزهای بعد از بارش نیز از مرزهای شرقی و شمال شرقی خارج می‌شود. در بعضی موارد هم قابل‌تعقیب نبوده و مراکز کم‌فشار قابل‌ردیابی نبوده‌اند.



[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.29252/jsaeh.5.3.83]

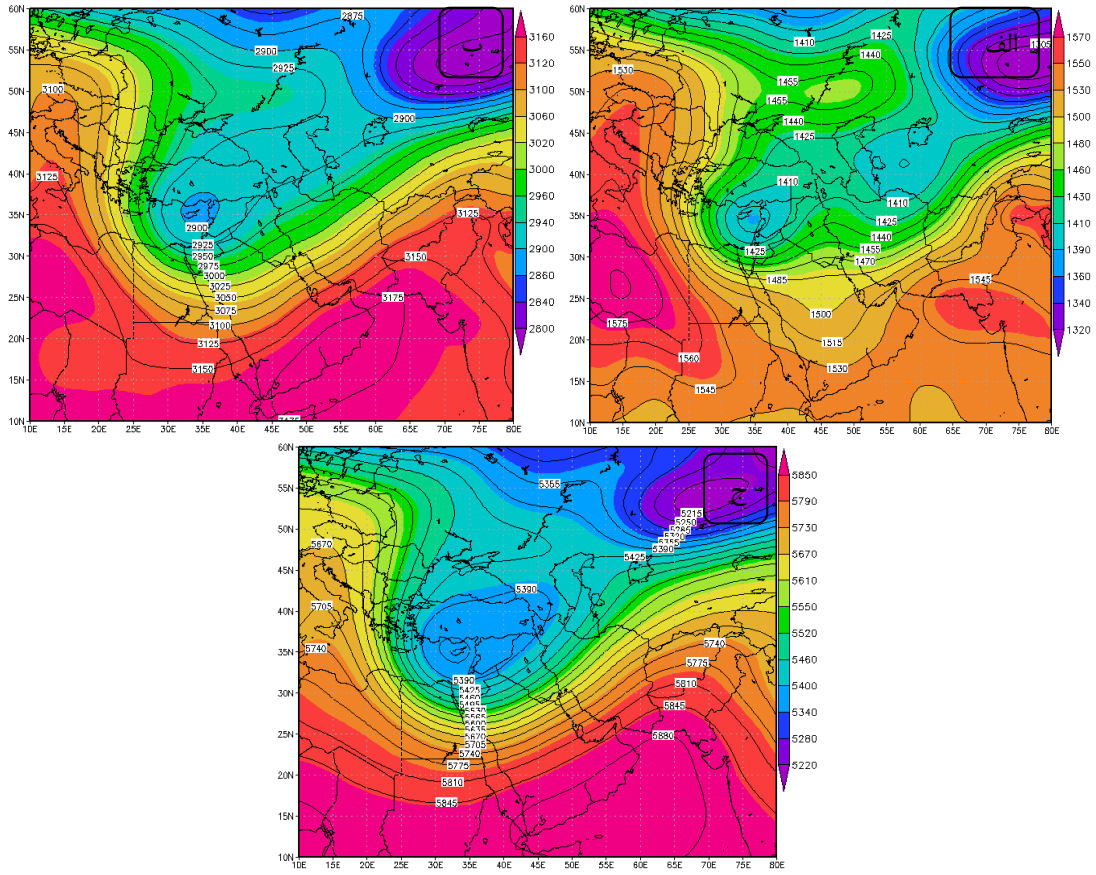


شکل ۵). فشار تراز دریا در روزهای الف:۷، ب:۸، ج:۹ فوریه، د: ۲۵ فوریه ۱۹۹۲

نقشه ارتفاعی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال (شکل ۶-الف) در روز ۲۵ فوریه ۱۹۹۲ نیز کاملاً منطبق بر فشار تراز دریا می‌باشد. به‌نحوی‌که سامانه کم ارتفاع با دو ناوه یکی بر روی منطقه خاورمیانه و دیگری در نیمه شرقی ایران با راستای جنوب غربی-شمال شرقی، نیمه جنوبی ایران را در برگرفته است. پرارتفاع جنب‌حاره‌ای عربستان نیز با مرکز بسته ۱۵۵۰ ژئوپتانسیل متر در شمال دریای عرب واقع‌شده است که به‌صورت یکپارچه با سامانه پر ارتفاع تبت-هیمالیا سبب تقویت جریانات نزولی بر روی دریای گرم گردیده است؛ اما در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال (شکل ۶-ب) سامانه کم ارتفاع با ناوه‌ای عظیم سراسر کشور را فراگرفته و منطقه موردبررسی در بهترین حالت در جلوی ناوه قرارگرفته است. مرکز پرارتفاع جنب‌حاره‌ای عربستان در این تراز غرب سو شده است و در غرب دریای عرب با مرکز بسته ۳۱۸۰ ژئوپتانسیل متر با راستای جنوب غربی-شمال شرقی همسو با نیمه شرقی ناوه با تقویت جریانات جنوبی به سمت جنوب کشور همراه شده است. در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال (شکل ۶-ج) تسلط پدیده بندال امگایی در عرض‌های میانی و در منطقه اروپا و خاورمیانه کاملاً مشخص است. نتیجه استقرار چنین الگویی عمیق شدن قابل‌ملاحظه ناوه در نیمه شرقی مدیترانه و نفوذ آن تا مرکز عربستان است. ویژگی برجسته پدیده بندالی تقویت جریان نصف‌النهاری و درنتیجه تشدید شیو فشار و افزایش واگرایی و صعود هوای گرم و مرطوب جنوبی می‌گردد. در الگوی مدیترانه‌ای محور ناوه در موقعیتی غربی‌تر و در شرق مدیترانه قرار می‌گیرد. در حالی در الگوی سودانی محور ناوه تا نیمه غربی ایران نیز مستقر می‌شود. در الگوی ادغامی نیز در اغلب موارد محور ناوه بر روی سوریه، ترکیه و عراق حاکم می‌گردد. در الگوی مدیترانه‌ای عموماً مراکز کم ارتفاع دو هسته‌ای و با دو محور ناوه بر روی ایران گسترش‌یافته‌اند؛ اما در الگوهای سودانی و ادغامی اغلب با یک مرکز کم ارتفاع و یک محور ناوه دیده می‌شوند. وضعیتی مشابه در هر چهار الگوی شناسایی‌شده اینکه در ترازهای میانی جو نفوذ سامانه بندالی و سردچال ها از سمت اروپا و روسیه و گسترش ناوه وابسته به آن در بیشتر سامانه‌های بارشی سنگین منطقه جنوب مرکزی ایران خودنمایی می‌کند.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.29252/jsaeh.5.3.83]

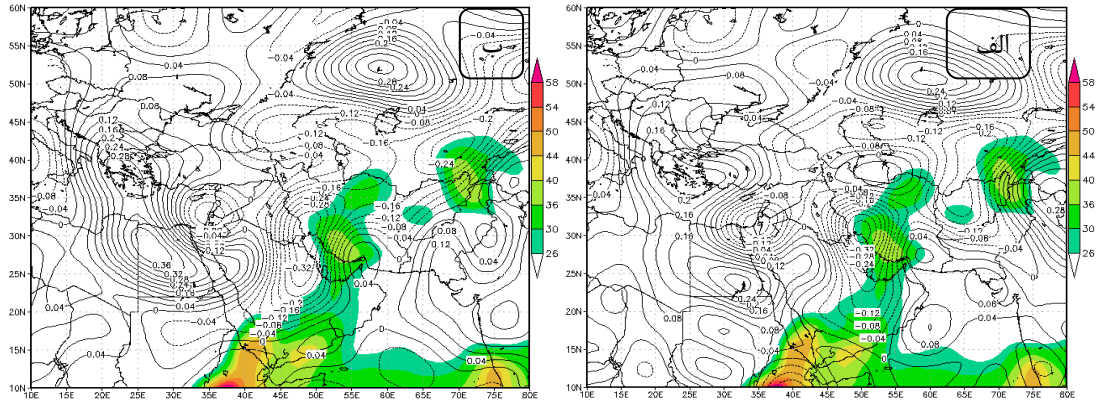


شکل ۶). نقشه‌های ارتفاع ژئوپتانسیل در ترازهای الف:۸۵۰، ب:۷۰۰، ج:۵۰۰ هکتوپاسکال در روز ۲۵ فوریه ۱۹۹۲

ترکیب نقشه‌های امگای تراز ۷۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال و مجموع رطوبت تراز ۱۰۰۰ تا ۵۰۰ هکتوپاسکال (شکل ۷) به‌خوبی نقش سامانه‌های پرفشار جنب‌حاره‌ای عربستان و ناوه نفوذی منطبق بر کم‌فشار سطح زمین را در تأمین رطوبت بارش‌های منطقه را نشان می‌دهد. مسیر فرارفت رطوبت منطقه بر نیمه شرقی ناوه و غرب پشته حاصل از پرارتفاع روی دریای عرب می‌باشد به‌طوری‌که مسیر رطوبت بیش از ۲۵ گرم بر کیلوگرم بین میدان امگای منفی و مثبت واقع گردیده است که منطبق بر نقشه‌های ارتفاع ژئوپتانسیل می‌باشد. طبق شکل (۷-الف-ب) بیشینه امگای منفی کشور که نشان از شدت واگرایی و صعود جریان هوای ناپایدار است بر روی جو استان کهگیلویه با ۰٫۳۴- پاسکال بر ثانیه دیده می‌شود منطبق با آن میزان رطوبت نیز با بیش از ۴۰ گرم بر کیلوگرم درروی منطقه واگرا شده است. انباشتگی رطوبت نیز در مناطق حاره‌ای شرق آفریقا (جنوب سودان و غرب اتیوپی) دیده می‌شود که در مسیر انتقال رطوبت در منطقه دریای سرخ و خلیج‌فارس تقویت می‌شود. در مقایسه بین نقشه‌های امگا و مجموع رطوبت تراز ۱۰۰۰ تا ۵۰۰ هکتوپاسکال در هر چهار الگو روند فرارفت رطوبت و مسیر گسترش امگای منفی منطبق بر شرق ناوه، جنوب غربی-شمال شرقی و با عبور از روی دریای سرخ، عربستان و خلیج‌فارس صورت گرفته بود. نکته جالب اینکه در همه سامانه‌ها بارشی و الگوهای شناسایی‌شده بیشینه مجموع رطوبت ترازهای یادشده اغلب با بیش از ۴۰ تا ۸۰ گرم بر کیلوگرم در شرق آفریقای حاره‌ای و روی سودان و اتیوپی قرارگرفته بود که با جذب رطوبت از منابع آبی مجاور، منبع اصلی رطوبت سامانه‌های کم‌فشار ورودی بر روی منطقه موردمطالعه بوده است.

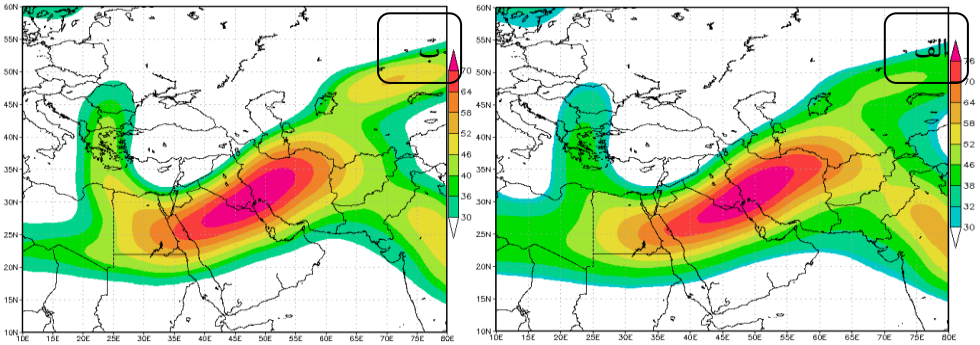
[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.29252/jsaeh.5.3.83]



شکل ۷). نقشه‌های ترکیبی مجموع رطوبت(۱۰۰۰-۵۰۰) و امگا برحسب پاسکال بر ثانیه در ترازهای الف: ۷۰۰، ب:۵۰۰ هکتوپاسکال در روز ۲۵ فوریه ۱۹۹۲

(شکل ۸) نقشه‌های رودباد را برحسب متر بر ثانیه در ترازهای ۲۵۰ و ۳۰۰ هکتوپاسکال در روز **۲۵ فوریه ۱۹۹۲** نشان می‌دهد. در نقشه رودباد تراز ۲۵۰ و ۳۰۰ هکتوپاسکال در نیمه جنوبی ایران رودباد جنب حاره با انحنای غربی- شرقی و با عبور از روی دریاهای سرخ، خلیج‌فارس و عمان بر روی ایستگاه یاسوج کشیده شده است. به‌نحوی‌که هسته رودباد با سرعت بیش از ۷۶ متر بر ثانیه بر روی شمال خلیج فارس، عربستان و جنوب غرب ایران قرارگرفته است. منطقه موردمطالعه در زیر نیمه شمالی هسته رودباد یعنی زیر منطقه چرخندگی مثبت رودباد که با سیکلون زایی و ایجاد ناپایداری و بارش همراه است قرار دارد. قرارگیری رودباد به جهت افزایش واگرایی در جو فوقانی موجب تقویت و حرکت در راستای قائم شده و این وضعیت با منطقه واگرایی بالایی در سمت شرق محور ناوه منطبق بوده و همچنین نقشه‌های مربوط به امگا این وضعیت را تأیید می‌کند. در چنین شرایطی کم‌فشارهای واقع بر روی منطقه دریای مدیترانه، دریای سرخ و سودان به تبعیت از الگوی جریان غالب بر روی عربستان و محور رودباد جنب حاره وارد جنوب ایران شده است.

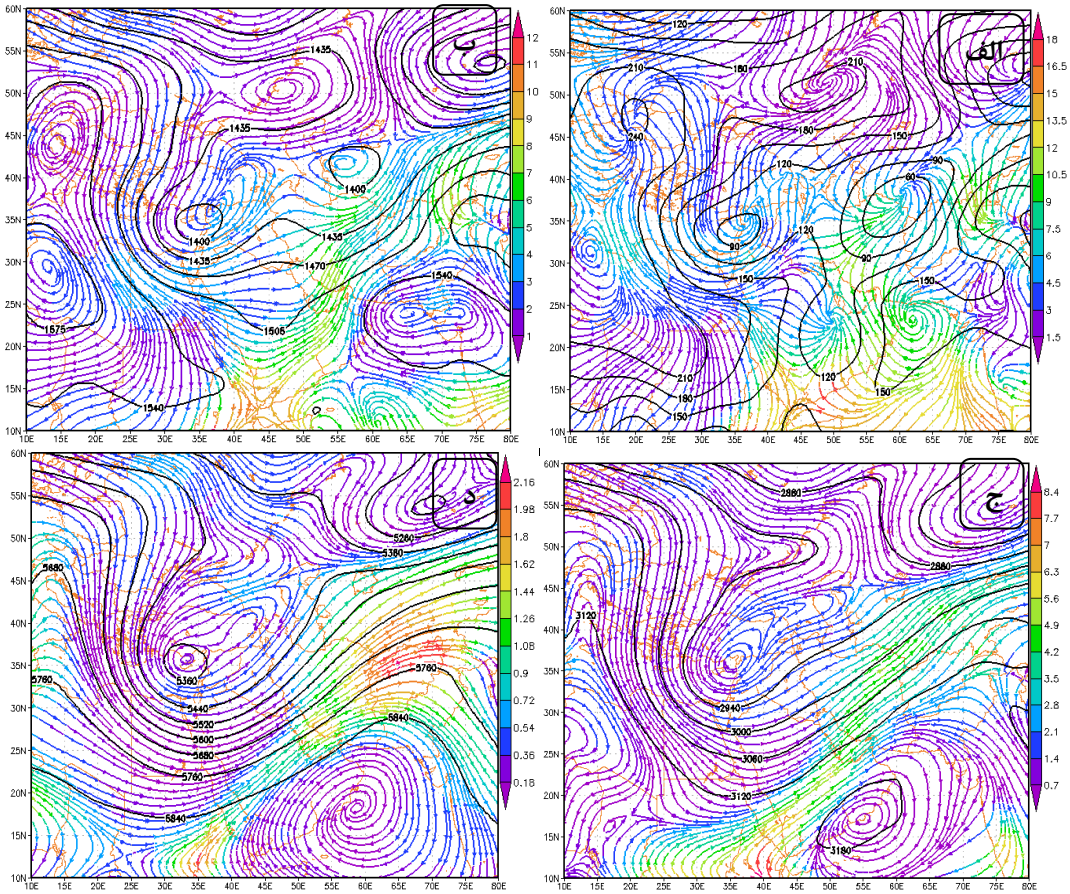


شکل ۸). نقشه‌های رودباد در تراز های الف:۲۵۰، ب:۳۰۰ هکتوپاسکال در روز ۲۵ فوریه ۱۹۹۲

شکل ۹ نقشه ترکیبی گردش وزش رطوبتی و ارتفاع ژئوپتانسیل ترازهای چهارگانه را نشان می‌دهد. در ترازهای ۱۰۰۰ و ۸۵۰ هکتوپاسکال (شکل ۹-الف-ب) شکل‌گیری ناوه دو دامنه بر روی ایران و نیمه شرقی مدیترانه موجب گردیده که ناوه شرق مدیترانه موجب تقویت ناوه روی کشور و تغذیه رطوبتی و تشدید گردش چرخندی آن شده است. در ترازهای زیرین جو به دلیل راستای جنوبی-شمالی محور ناوه در جنوب شرق عربستان دریای عرب و عدن نقش اصلی را در تأمین رطوبتی ایفا می‌کنند؛ اما در ترازهای ۷۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال (شکل ۹ ج-د) با تغییر محو ناوه منابع انتقال

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-01]
[DOI: 10.29252/jsaeh.5.3.83]

رطوبت نیز به سمت غرب یعنی دریای سرخ جابه‌جاشده است. نقش گردش واچرخندی واقع بر روی دریای عرب به‌خوبی مشخص است که با رطوبت فرستی به نیمه شرقی ناوه موجب تقویت شرایط رخداد بارش‌های ابرسنگین بر روی نیمه جنوبی گردیده است. در الگوی مدیترانه‌ای در مقایسه با سایر الگوها، نقش دریای مدیترانه در تغذیه رطوبتی سامانه‌های بارشی پررنگ‌تر می‌باشد.



شکل ۹). نقشه‌های ترکیبی وزش رطوبتی و ارتفاع ژئوپتانسیل در ترازهای الف:۱۰۰۰، ب:۸۵۰، ج:۷۰۰، د:۵۰۰ هکتوپاسکال در روز ۲۵ فوریه ۱۹۹۲

نتیجه‌گیری

نتایج بررسی الگوهای همدیدی نشان می دهد که به ترتیب سامانه‌های سودانی، ادغامی (سودانی- مدیترانه ای روی عراق)، ادغامی (سودانی-مدیترانه ای در شرق دریای مدیترانه) و مدیترانه‌ای بیشترین نقش را در رخدادهای بارشی سنگین در منطقه موردمطالعه داشته‌اند. واکاوی نقشه‌های همدیدی و ترمودینامیکی نشان می‌دهد که در الگوی اول در نقش‌های فشار تراز دریا از ۴۸ ساعت قبل از بارش تا روز بارش کم‌فشار سودانی با حرکت جنوب غربی - شمال شرقی پس از عبور از روی عربستان تا مناطق شرق و شمال شرقی ایران نیز کشیده شده است. در این الگو بیشتر مراکز کم‌فشار سودانی در جنوب خلیج‌فارس و شرق عربستان بسته‌شده‌اند. در ترازهای میانی جو در الگوی سودانی محور ناوه عموماً بر روی ایران و نیمه غربی آن شکل‌گرفته و مراکز کم ارتفاع در عرض‌های شمالی و بر روی روسیه بسته‌شده‌اند. در الگوی دوم با حرکت غربی-شرقی مراکز کم‌فشار مدیترانه‌ای و جابه‌جایی شمال سوی کم‌فشار سودانی، باعث ادغام این دو مرکز بر روی جنوب عراق و شمال عربستان شده است و پس از ادغام با حرکت شرق سو منطقه موردمطالعه را

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-01]
[DOI: 10.29252/jsaeh.5.3.83]

با روندی جنوب غربی-شمال شرقی در برگرفته است. بیشتر مراکز کم‌فشار در الگوی دوم در شمال خلیج‌فارس و مناطق داخلی بسته‌شده است. در بررسی الگوی محور ناوه در الگوی سودانی-عراقی، محور ناوه در موقعیتی غربی‌تر و بر روی عربستان و سوریه و شرق مدیترانه واقع‌شده است و مراکز کم ارتفاع و کشیده شدن محور ناوه عموماً از شرق اروپا و از روی ترکیه به سمت نیمه جنوبی ایران صورت گرفته است. در الگوی سوم نیز ادغام مراکز سودانی و مدیترانه‌ای بیشتر در شرق مدیترانه صورت گرفته است و با حرکت شرق سوی خود منطقه موردمطالعه را تحت تأثیر قرار داده است. در الگوی سوم نیز شبیه الگوی دوم موقعیت الگوی محور ناوه غربی‌تر بوده و در محدوده شرق مدیترانه تا غرب ایران قرار داشته است. در این الگو مراکز کم‌فشار عمدتاً در شمال عربستان و جنوب غرب ایران بسته‌شده است؛ اما در الگوی چهارم کاملاً متفاوت از بقیه الگوها و به‌صورت مستقل عمل کرده است به‌گونه‌ای که مرکز کم‌فشار در غرب مدیترانه طی روزهای قبل از بارش با روندی غربی- شرقی حرکت کرده و یک روز قبل از بارش در شرق مدیترانه مستقر می‌گردد و در روز بارش نیز بر روی منطقه موردمطالعه قرار می‌گیرد. در این الگو مراکز کم‌فشاری بر روی سودان و جنوب دریای سرخ دیده می‌شود اما به دلیل گسترش زبانه‌ای از پرفشار مهاجر اروپایی همسو با کم‌فشار مدیترانه‌ای با روندی مداری بر روی نیمه شمالی آفریقا توانایی نفوذ به سمت نیمه جنوبی کشور را نداشته است. ترسیم و ترکیب نقشه‌های مجموع رطوبت تراز ۱۰۰۰ تا ۵۰۰ هکتوپاسکال با امگای تراز ۷۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال به‌خوبی تجمع و انباشت رطوبت را در مناطق حاره‌ای شرق آفریقا، جنوب سودان و غرب اتیوپی نشان می‌دهد که حاکی از جذب رطوبت واگرا شده از دریای عرب، عمان، خلیج عدن و سرخ می‌باشد و در همه سامانه‌های موردبررسی توسط ناوه نفوذ یافته از عرض‌های فوقانی در طول ۳۰ تا ۴۵ درجه شرقی با روندی جنوب غربی-شمال شرقی از روی عربستان و خلیج‌فارس به سمت منطقه جنوب مرکزی ایران فرارفت شده است. همچنین بررسی نقشه‌های رودباد در زمان رخداد ۱۰۵ سامانه بارشی ابرسنگین نشان داد که به ترتیب رودباد جنب حاره و ادغامی (جنب حاره-قطبی) بیشترین نفوذ را منطبق بر نیمه شرقی ناوه بر روی ناحیه جنوب مرکزی ایران داشته است. استقرار هسته سرعت رودباد نیز از ۵۰ تا ۸۰ متر بر ثانیه در شمال سرخ، عربستان و خلیج‌فارس موجب تقویت عمق ناوه، افزایش شدت واگرایی و مکش رطوبت از منابع رطوبتی سرخ، خلیج‌فارس و نواحی حاره‌ای شرق آفریقا گردیده است. ازلحاظ منابع تغذیه رطوبتی، بیشترین حجم انتقال رطوبت متعلق به دریای عرب و خلیج عدن در ترازهای زیرین جو بود. کمترین میزان رطوبت توسط دریای مدیترانه منتقل‌شده بود. دریای سرخ و خلیج‌فارس نیز در تراز ۱۰۰۰ تا ۵۰۰ هکتوپاسکال نقش زیادی در تأمین رطوبت سامانه‌های بارشی ایفا کردند. تحقیقاتی که به واکاوی علل رخداد بارش‌های سنگین در ایران پرداخته‌اند، به عوامل جوی مختلفی اشاره‌کرده‌اند. شکل‌گیری الگوی پرفشار باختر روسیه و فرود عربستان-عراق (عسگری و همکاران،۱۳۸۶)، شکل‌گیری الگوی پرفشاری دریای سیاه تا جنوب خاوری ایران و کم‌فشار عراق (مسعودیان و محمدی، ۱۳۸۹) هنگام رخداد بارش‌های سنگین در گستره ایران، نقش سردچال ها در رخداد بارش‌های سنگین جنوب غرب و مرکز ایران (امیدوار و همکاران،۱۳۸۹)، شکل‌گیری الگوی سودانی هنگام رخداد بارش‌های شمال شرقی ایران (حمیدیان پور و همکاران،۱۳۸۹) و بارش‌های استان بوشهر (گندمکار،۱۳۸۹)، اثر سامانه بندالی در ایجاد بارش‌های شدید شمال غرب ایران (عزیزی و همکاران،۱۳۹۰) و لشکری (۱۳۸۱) تأثیر الگوی سودانی و ادغامی در رخداد بارش‌های منطقه جنوب و جنوب غرب ازجمله نتایج تحقیقات انجام‌شده می‌باشند. اغلب تحقیقات قبلی در بررسی همدید بارش‌های سنگین نقش مسلم کم‌فشار مدیترانه‌ای، عراقی و سودانی را هرکدام به‌صورت جداگانه در

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.29252/jsaeh.5.3.83]

رخداد بارش‌های سنگین مؤثر دانسته‌اند. در برخی از تحقیقات نیز تنها الگوهای تراز میانی جو مثل تأثیر سامانه‌های بندالی و ناوه‌های عمیق در رخداد بارش را موردبررسی قرار داده‌اند؛ اما در این پژوهش، بررسی جامعی از تراز سطح زمین و بالای جو طی یک دوره بلندمدت انجام‌شده است و الگوهای همدید قابل‌اعتمادی را برای بارش‌های سنگین شناسایی کرده است.

منابع

احمدی، اسماعیل و بهلول علیجانی. ۱۳۹۳. شناسایی الگوهای همدیدی بارش های سنگین ساحل شمالی خلیج فارس. *پژوهش های جغرافیای طبیعی*، **۳**: ۲۹۶-۲۷۵.

امیدوار، کمال.۱۳۸۶. تحلیل شرایط سینوپتیکی و ترمودینامیکی رخداد بارش در منطقه شیرکوه. *پژوهش‌های جغرافیایی*، **۵۹**: ۹۸-۸۱.

امیدوار، کمال؛ فرشاد صفرپور، مهدی محمود آبادی و سعید الفتی. ۱۳۸۹. تحلیل همدید اثرهای سردچال در وقوع بارش های شدید در نواحی مرکز و جنوب غرب ایران. *برنامه ریزی و آمایش فضا*، **۶۸**: ۱۶۱-۱۸۹.

احمدی، محمود و فرزانه جعفری. ۱۳۹۴. واکاوی بارش فوق‌سنگین ۲۳ اسفند ۱۳۹۲ مولد سیلاب مخرب در شهرستان بندرعباس. *دانش مخاطرات*، ۲(**۳**): ۳۲۴-۳۰۷.

احمدی، محمود و فرزانه جعفری. ۱۳۹۴. تحلیل سینوپتیک بارش سنگین ۱۲ آوریل۲۰۱۵ شهرستان قزوین، مجله انجمن جغرافیایی ایران، **۱۳(۴۴)**: ۲۲۱-۲۳۷.

براتی، غلامرضا؛ محمد مرادی و رقیه سلیمی. ۱۳۹۴. واکاوی همدید بارش های سنگین بهاره استان زنجان. *فصلنامه مخاطرات محیط طبیعی*، ۴(**۶**): ۸۸-۷۷.

بلیانی، سعید و محمد سلیقه. ۱۳۹۵. تحلیل واستخراج الگوهای جوی منجر به بارش های سنگین روزانه منطقه شمالی خلیج فارس مورد مطالعه: حوضه های آبریز حله و مند. *تحلیل فضایی مخاطرات محیطی*، **۳ (۲)**:۷۹-۹۸

حمیدیان پور، محسن؛ بهلول علیجانی و علیرضا صادقی. ۱۳۸۹. شناسایی الگوهای همدیدی بارش های شدید شمال شرق ایران. *مطالعه جغرافیایی مناطق خشک*، **۱**: ۱-۱۶.

خوش‌اخلاق، فرامرز ؛ رضا صفایی راد و داود سلمانی. ۱۳۹۳. واکاوی همدید رخداد سیلاب آبان ماه ۱۳۹۰ در شهرستان بهبهان و لیکک. *پژوهش های جغرافیای طبیعی*، **۴(۴۶)**: ۵۲۴-۵۰۹.

ذبیح زاده، قباد. ۱۳۸۸. *مستندسازی و تحلیل فضایی مخاطرات اقلیمی در ایران*، براهنمایی منوچهر فرج زاده، پایان نامه کارشناسی ارشد اقلیم شناسی، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده علوم انسانی.

ذکی زاده اوماسلان علیا، میربهروز؛ محمد سلیقه، محمد حسین ناصرزاده و مهری اکبری. ۱۳۹۷. تحلیل آماری و سینوپتیکی مؤثرترین الگوی رودباد ایجاد کننده بارش های سنگین. *مخاطرات محیط طبیعی*، **۷ (۱۵)**: ۴۸-۳۱.

رحیمی، داریوش؛ جواد خوشحال و تیمور علیزاده. ۱۳۸۹. تحلیل آماری- همدیدی بارش سنگین مناطق خشک ایران (مطالعه‌ی موردی: استان کرمان). *جغرافیا و توسعه ناحیه ای*، **۸(۱۴)**: ۶۹-۵۱.

رضیئی، طیب؛ عباس مفیدی و آذر زرین. ۱۳۸۹. مراکز فعالیت و الگوهای گردش جو زمستانه تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال روی خاورمیانه و ارتباط آن با بارش ایران. *فیزیک زمین و فضا*، **۱ (۳۵)**: ۱۴۱-۱۲۱.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.29252/jsaeh.5.3.83]

طاهری بهبهانی، محمد طاهر و مصطفی بزرگ زاده. ۱۳۷۵. *سیلاب های شهری*، چاپ دوم، انتشارات مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری ایران، تهران.

علیجانی، بهلول.۱۳۸۱. *آب و هواشناسی سینوپتیک*، چاپ اول. نشر سمت، تهران.

علیجانی، بهلول. ۱۳۹۰. *آب و هوای ایران*، چاپ چهارم. انتشارات پیام نور، تهران.

عسگری، احمد؛ فاطمه رحیم زاده، نوشین محمدیان و ابراهیم فتاحی. ۱۳۸۶. تحلیل روند نمایه های بارش های حدی در ایران، *تحقیقات منابع آب*، **۳**: ۴۲-۵۵.

عزیزی، قاسم؛ محسن سلطانی، علی حنفی، عباس رنجبر و ابراهیم میرزایی. ۱۳۹۰. تحلیل اثر سامانه بلوکینگ در ایجاد بارش های شدید(مطالعه موردی بارش های شدید ۴ تا ۷ آبان ماه۱۳۸۷ شمال غرب ایران). *تحقیقات جغرافیایی*،**۱۰۳**: ۱۱۷-۱۴۸.

عباس زاده تهرانی، نادیا؛ مجید مخدوم و محمد مهدوی. ۱۳۸۹. بررسی تأثیر تغییرات کاربری اراضی بر میزان دبی سیلاب ها با کاربرد فناوری سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) منطقه مورد مطالعه: حوضه آبریز رودخانه مادرسو. نشریه *پژوهش های محیط زیست*، **۱(۲)**: ۷۸-۹۰.

قویدل رحیمی، یوسف. ۱۳۹۱. نگاشت و تفسیر سینوپتیک اقلیم با استفاده از نرم افزار Grads، چاپ دوم، انتشارات سها دانش، تهران، ۲۰۸ ص.

کارساز، سکینه و سید ابوالفضل مسعودیان. ۱۳۹۳. تحلیل همدید الگوهای ضخامت بارش های سنگین ناحیه زاگرس جنوبی، *جغرافیا و توسعه*،**۳۷**: ۲۷-۱۵.

گندمکار، امیر. ۱۳۸۹. *بررسی همدید بارش شدید روزهای سوم و چهارم اردیبهشت سال* ۱۳۸۹، مجموعه مقالات همایش کاربرد جغرافیای طبیعی در برنامه ریزی محیطی، لرستان، دانشگاه آزاد اسلامی.

لشکری، حسن.۱۳۸۲. مکانسیم تکوین، تقویت و توسعه مرکز کم فشار سودان و نقش آن بر بارش های جنوب و جنوب غرب ایران. *پژوهش های جغرافیایی*، **۴۶**: ۵۲-۸۸.

لشکری، حسن. ۱۳۸۱. مسیریابی سامانه های کم فشار سودانی ورودی به ایران، *برنامه ریزی و آمایش فضا*، **۲**: ۱۴۲-۱۸۰.

مفیدی، عباس؛ آذر، زرین؛ ۱۳۸۴. بررسی سینوپتیکی تأثیر سامانه های کم فشار سودانی در وقوع بارش های سیل زا در ایران. *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*، **۱۳۶**:۷۷-۱۱۳.

۲۰. مقیمی، ابراهیم. ۱۳۸۸. *آموزش مهندسی در بستر مخاطره شناسی در قرن* ۲۱. *کنفرانس آموزش مهندس در ۱۴۰۴*، دانشگاه تهران، فرهنگستان علوم، تهران.

مشایخی، تقی.۱۳۸۰. *بررسی سیل‌های تاریخی کشور*، چاپ دوم. انتشارات وزارت نیرو، تهران.

مشکواتی، امیرحسین؛ محمد شجاعی و مجید مزرعه فراهانی. ۱۳۹۳. ساختار گردش جوی در طی بارش سنگین ۲۱ دسامبر۱۹۹۲ بر روی شیراز. *پژوهش های اقلیم شناسی*، **۵(۱۷)**: ۹۰-۷۳.

مصطفائی،حسن؛ بهلول علیجانی و محمد سلیقه. ۱۳۹۴. تحلیل سینوپتیکی بارش های شدید و فراگیر در ایران. *تحلیل فضایی مخاطرات محیطی*، **۲ (۴)**: ۶۵-۷۶.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.29252/jsaeh.5.3.83]

محمودآبادی، مهدی؛ کمال امیدوار، غلامعلی مظفری، احمد مزیدی، مهدی نارنگی فرد و مهران فاطمی. ۱۳۹۵. تحلیل همدید اثرات پدیده بلاکینگ بر بارش های سیلابی فروردین ماه ۱۳۹۲ در نیمه جنوبی ایران. *پژوهش های اقیم شناسی*، **۷(۲۵)**: ۸۲-۶۷.

مسعودیان، سید ابوالفضل و بختیار محمدی. ۱۳۸۹. تحلیل همدید بارش های سنگین ایران(مطالعه‌ی موردی آبانماه ۱۳۷۳. *جغرافیا و توسعه*،**۱۹**: ۳۷-۷۰.

نگارش، حسین؛ مهدی اژدری مقدم و محسن آرامش.۱۳۹۲. کاربرد شبکه عصبی مصنوعی در شبیه سازی و پیش بینی سیلاب در حوضه آبریز سرباز. *مجله جغرافیا و توسعه*، **۳۱**: ۱۵-۲۸.

Alijani, B., O'Brien,J. Yarnal, B. 2008. Spatial analysis of precipitation intensity and concentration in Iran. *Theoretical and Applied Climatology*, **94**: 107–124.

Chen, C, S., Lin, C. Y., Chuang, Y. J., Yeh, H. C. 2001. A Study of Afternoon Heavy Rainfall in Taiwan during the Mei-yu Season. *Atmospheric Research*, **65**:129-149.

Charabi, Y. And Al-Hatrushi, S. 2010. Synoptic aspects of winter rainfall variability in Oman. *Atmospheric Research*, Vol. 95, Issue **4**: 470–486.

Dibajnia, M., M. Soltanpour, R. Nairn, M. R. Allahyar. 2010. Cyclone Gonu: The most intense tropical cyclone on record in the Arabian Sea. *Indian Ocean Tropical Cyclones and Climate Change*, Springer, **34**: 65-52.

Hellstrom, C.2005. Atmospheric condition during extreme and non-extreme precipitation events in. *international journal of climatology*, **25**:631-648.

Jansa, A.; Ana, G. Angeles, P.M. Joan, C. Ricardo, R. and Olinda C.2001. Western Mediterranean cyclones and heavy rain.Part 2: Statistical approach. *Meteorol. Appl*. **8**:43–56.

Koji, N.; Schneider, S and Chen, Ch. 2007. Identification of typical synoptic patterns causing heavy rainfall in the rainy season in Japan by a Self-Organizing Map. *Atmospheric Research*, **83**:185–200.

Kato, T and Aranami K .2005. Formation Factors of 2004 Niigata-Fukushima and Fukui Heavy Rainfalls and Problems in the Predictions using a Cloud-Resolving Model. *SOLA*, **1**: 001-004.

Lana, A. 2007. Atmospheric patterns for heavy rain events in the Balearic Island. *International journal of climatology*.**12**: 27-32.

Reiter, E.R. 1963. *Jetstream Meteorology* :(Jet streams and Climate), University of Chicago press.Chicago.

Tayebeh, A.Z., Ghasem, A. Ashraf, A. Mahmoud, D. 2016. The role of blocking system in heavy precipitation of Iran (a case study: southeast of Iran January 2008). *Arab J Geosci*. **9**: 591-606.

www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded

www.irimo.ir

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.29252/jsaeh.5.3.83]