نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال هفتم، شماره ۱، بهار ۱۳۹۹
صفحات ۱۷۷ تا ۱۹۶

شناسایی الگوهای رودباد مؤثر در بارش های سیل خیز فصل سرد نیمه جنوبی ایران

فرشاد پژوه[۱]، دانشجوی دکتری آب و هواشناسی سینوپتیک، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

دریافت مقاله :۱۳۹۷/۰۸/۰۱ پذیرش نهایی:۱۳۹۸/۱۰/۱۰

چکیده

هدف از انجام این تحقیق شناسایی ارتباط نوع و پیکربندی‌های متفاوت رودباد با بارش های سنگین و فراگیر نیمه جنوبی ایران است. بدین منظور داده‌های بارش روزانه فصل سرد (آذر تا اسفند) طی دوره آماری ۱۹۷۰ تا ۲۰۱۴ از سازمان هواشناسی کشور اخذ شد. سپس با در نظر گرفتن دو شرط فراگیری بیش از ۵۰ درصد و بارش‌های بیش از صدک ۹۵ درصد هر ایستگاه، ۶۱ روز بارش سنگین و فراگیر جهت بررسی همدید انتخاب گردید. داده های جو بالا نیز شامل باد مداری و نصف النهاری، ارتفاع ژئوپتانسیل، فشار تراز دریا، امگا و نم ویژه است که با تفکیک مکانی ۲/۵*۲/۵ درجه قوسی از مرکز پیش بینی های جوی آمریکا اخذ گردید. سپس با استفاده از روش تحلیل مؤلفه های مبنا بر روی داده های ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال طی ۶۱ روز بارش منتخب، ۱۲ عامل که بیش از ۹۰ درصد پراش داده ها را تبیین می‌کند، استخراج شد و با اعمال روش تحلیل خوشه‌ای با روش ادغام وارد بر روی نمرات عامل‌ها، چهار الگوی مؤثر بر آرایش رودبادها شناسایی گردید. نتایج نشان داد که رودباد جنب حاره ای با تقویت همگرایی سطحی و میدان واگرایی در سطوح بالای وردسپهر و به تبع آن توسعه کم‌فشار سطحی و ناوه سطوح میانی وردسپهر، نقش مهمی در رخداد بارش‌های سنگین و فراگیر نیمه جنوبی کشور دارد و اندرکنش آن با رودباد جنب قطبی شدیدترین و فراگیرترین روزهای بارش را در منطقه موجب می شود. در الگوهای مورد بررسی استقرار رودباد از شمال عربستان تا نیمه شمالی ایران با انحنای مداری و نصف النهاری و همسویی نیمه چپ خروجی رودباد با کم فشار تراز دریا و نیمه شرقی ناوه تراز میانی وردسپهر، هوای گرم و مرطوب منابع آبی دریای سرخ، خلیج فارس و دریای عرب را به سمت نیمه جنوبی کشور فرارفت می‌کند.

واژه های کلیدی: بارش سنگین و فراگیر، تحلیل خوشه ای، رودباد جنب حاره، کم فشار، ناوه، نیمه جنوبی ایران.

۱- نویسنده مسئول: Email: climate.synoptic@gmail.com

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.12]

مقدمه

همه ساله بخش‌های مهمی از پهنه وسیع کشورمان تحت تأثیر مخاطره اقلیمی بارش سنگین قرار گرفته و خسارات فراوانی به کشور وارد می‌آید. در واقع یکی از مهم‌ترین مسائل محیطی بررسی موج‌های بارشی شدید، یعنی سیلاب‌هاست. بر اساس روش‌های متداول هیدرولوژیست ها بررسی و پیش بینی سیلاب‌ها پس از شروع رگبار امکان پذیر است که معمولاً وقت کافی برای عملیات آمادگی وجود ندارد؛ اما اگر الگوهای گردشی پدید آورنده موج‌های بارشی شدید شناسایی شوند می‌توان از حداقل یک یا دو روز قبل از رویت آغاز توالی الگوهای مختوم به ایجاد سیل، وقوع آن را پیش بینی کرد (علیجانی،۱۳۸۵، ۱۵۶). وقوع بارش‌های با شدت زیاد، به طوری که میزان آن از ظرفیت نفوذ خاک بیشتر باشد، موجب ایجاد رواناب و بروز سیل می‌شود. حال اگر این بارش‌های رگباری و شدید در نواحی شهری اتفاق بیفتد، با خطرهای بیشتری همراه است، زیرا نفوذپذیری در مناطق شهری کمتر از نواحی خارج از شهر است و مقدار در خور توجهی از چنین بارش‌هایی در نواحی شهری به رواناب و سیل تبدیل شده، موجب خسارت دیدن اماکن و ابنیه و تاسیسات شهری می‌شود (طاهری بهبهانی و بزرگ زاده، ۱۳۷۵، ۲). بارش سنگین از مهم‌ترین مخاطرات اقلیمی دنیا و ایران محسوب می‌شود. کمیسیون اتحادیه اروپا اثر مخاطرات نا شی از فرین‌های آب و هوایی را در ۵ بخش که شامل صدمات در بخش‌های: جنگل داری و کشاورزی، صدمات بوم شناختی، توریسم، انرژی و بیمه و حفاظت تأسیسات می‌شود، مورد ارزیابی و مدل سازی قرار داده است. در ۶ زیربخش از کل ۵ بخش یاد شده عامل ایجاد کننده صدمه، عنصر بارش است. در جدول ۱ بخش‌های پنج گانه یاد شده و عناصر مولد آب و هوایی و تأثیرات آنها درج شده است.

جدول۱. بخش‌های متأثر از فرین‌های آب وهوایی و عناصر جوی مولد صدمات

عنصر مولد	فرین آب و هوایی	صدمه	بخش
باد	طوفان باد	ریشه کن شدن گیاهان	جنگلداری و کشاورزی
دما، بارش	استرس گرمایی، خشکسالی	آتش سوزی جنگل	
دما، بارش	استرس گرمایی، خشکسالی، یخبندان	کشاورزی مدیترانه	
دما، بارش	سیل، استرس گرمایی، خشکسالی	صدمه به بوم‌ها	صدمه بوم شناختی
دما	استرس گرمایی تابستانی و امواج سرمای زمستانی	استفاده از انرژی	انرژی
دما و رطوبت	استرس گرمایی و شرجی هوا	سواحل	توریسم
دما، بارش	کمی یا زیادی برف	ورزش‌های زمستانه	
باد	طوفان باد	صدمات مالی	بیمه و حفاظت تأسیسات
باران و برف	سیل	صدمه جانی	
بارش	سیل و خشکسالی	آب	

(Hanson et al., ۲۰۰۷)

رودبادهای اتمسفری، وزش‌های تند جریانات جوی هستند که هزاران کیلومتر طول، چند صد کیلومتر عرض و چند کیلومتر ضخامت دارند (فلاح قالهری، ۱۳۹۰، ۱۱۴). مطابق تعریف سازمان هواشناسی جهانی، سرعت آن‌ها، بیش از ۳۰ متر بر ثانیه است (کاویانی و علیجانی، ۱۳۸۶،۲۹۱). در نیمکره شمالی، دو رودباد غربی وجود دارد؛ رودباد جنوبی تر را رودباد جنب حاره و رودباد شمالی‌تر را رودباد جنب قطبی می نامند. رودباد جنب حاره حاصل شیو دمایی موجود در وردیست و محدود به وردسپهر بالایی است؛ درحالی‌که رودباد جنب قطبی محصول شیو شدید دمایی هوای قطبی و حاره‌ای است (مسعودیان،

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.12]

۱۳۹۰). رودبادهای جنب‌حاره‌ای الگویی منحنی مداری واچرخندی دارند؛ درحالی‌که رودبادهای جنب قطبی از ساختاری پشته- ناوه ای منشأ می‌یابند (Reiter and Whitney, ۱۹۶۹). این دو رودباد، از نظر ارتفاع و مدار جغرافیایی با هم فرق دارند. رودباد جنب‌حاره‌ای بر روی مراکز پرفشار جنب‌حاره‌ای در حوالی مدار ۳۰ درجه، در سطح بالاتر از ۳۰۰ هکتوپاسکال و رودباد جنب قطبی بر بالای جبهه‌ای قطبی، در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال و مدار ۶۰ درجه شمالی جریان دارد (کاویانی و علیجانی، ۱۳۸۶،۲۹۳). رودبادها در تشکیل سیکلونهای برون حاره و هدایت آن‌ها نقش مهمی داشته و با ایجاد ناپایداری در جو زیرین خود که سبب صعود هوا و در صورت وجود هوای گرم و مرطوب، سبب بارش می‌شوند (Archer and Caldeira, ۲۰۰۸). در مطالعه ای افزایش گازهای گلخانه‌ای در سال‌های اخیر را با تغییرات قطب سوی رودبادهای جنب حاره و جنب قطبی همخوانی مرتبط می دانند (Kidston et al., ۲۰۱۱). همچنین ارتباط آن با وردش‌های مکانی و تغییر شدت این مراکز و به‌تبع آن ناهنجاری در گردش‌های منطقه‌ای و جهانی تأثیر قابل‌ملاحظه‌ای بر وضعیت اقتصادی و اجتماعی مردم در این نواحی دارد (قائمی و همکاران، ۱۳۸۸). موقعیت رودباد جنب حاره، تنظیم‌کننده و مبدل جریان‌های جوی در همه سطوح بین دو منطقه حاره و برون‌حاره است (کیت بوشر، ۱۳۸۵، ۹۱). این امر سبب شده است تا مطالعه و بررسی این پدیده اهمیت یابد.

به دلیل اهمیت موضوع، دانشمندان در سراسر ایران و جهان، پژوهش‌های عمده‌ای را در این زمینه انجام داده‌اند؛ برای مثال تامپسون و والاس (Thompson and Wallace, ۲۰۰۰) تغییرات قطب سوی رودبادها را در نیمکره شمالی مرتبط با فاز مثبت الگوهای پیوند از دور نوسان اطلس شمالی و نوسان شمالی می دانند. استرانگ و دیویس (Strong and Davis, ۲۰۰۷)، در پژوهشی، تغییرپذیری داخلی در موقعیت هسته رودباد زمستانی در نیمکره شمالی، سرعت و فشار آن را بررسی نمودند. بر طبق این مطالعه در الگوهای تغییرپذیری برون‌حاره، بیشترین فراوانی هسته رودباد با شاخص نوسان شمالگان (AOI) دارای وابستگی بوده و رودبادهای زمستان به‌صورت سینوسی ظاهر می‌شوند. لروکس و هال (Leroux et al., ۲۰۰۹) ، در بررسی ارتباط بین امواج شرقی آفریقا و رودباد شرقی آن چگونگی کشیده شدن امواج همرفتی بر روی آفریقای شرقی تحت تأثیر تنوع درون فصلی رودباد آفریقای شرقی را مورد توجه قرار دادند. پژوهش آنها نشان می‌دهد که در حالتی که موج قوی باشد، رودباد به طرف جنوب و غرب امتداد خواهد یافت و هسته آن دارای حداکثر سرعت خواهد بود. همچنین (Sergei and Raymond, ۲۰۰۱;Seager et al., ۲۰۰۵; Eicher and Higgins, ۲۰۰۵) نیز ارتباط رودبادها با نوسانات اقلیمی را بررسی کرده‌اند و (Strong and Davis, ۲۰۰۷; Archer and Caldeira, ۲۰۰۸; Hudson, ۲۰۱۲) به بررسی تغییرات زمانی رودبادها در جهان پرداخته‌اند.

در این ارتباط، (Eltantawy,۱۹۶۰) ضمن بررسی نقش رودباد جنب حاره در شکل‌گیری ابرهای تراز بالا در منطقه خاورمیانه به این نتیجه رسید که ارتباط آشکار و معنی‌داری میان موقعیت رودباد جنب حاره و شکل‌گیری ابرها در این گستره جغرافیایی وجود دارد. جانسون و دانیل (Johnson and Daniels, ۲۰۰۶) در پژوهشی با عنوان بارش‌های مرتبط با رودبادها به این نتیجه رسیدند که توزیع میانگین بارش در چهار ایستگاه انگلستان، متأثر از رودبادهاست و تاوایی در قسمت ورودی و واتاوایی در قسمت خروجی رودباد، دریافت متفاوت بارش را به همراه خواهد داشت. با بررسی موردی رابطه میان رودباد جبهه قطبی و رودباد جنب حاره در چرخندزایی شرق مدیترانه (Prezerakos, ۲۰۰۶) به این نتیجه رسیدند که هرگاه رودباد جبهه قطبی نسبت به موقعیت معمولی فصلی خود به طرف جنوب کشیده شود و با رودباد جنب حاره که نسبت به موقعیت معمولی خود

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]
[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.12]

به طرف شمال گسترش یافته است در هم آمیزد؛ فرایند چرخندزایی تشدید می‌گردد. آنان با بررسی چرخندهای ۱۵ مارس ۱۹۹۸ ناحیه قبرس به این نتیجه رسیدند که مجاورت رودباد جبهه قطبی و رودباد جنب حاره با یک افزایش ناپایداری هیدرودینامیکی همراه است و این موضوع نقش مهمی در فرایند چرخندزایی این ناحیه دارد. (Gong et al., ۲۰۱۰) در واکاوی اثر انسو در تغییرات آب و هوایی نیمکره جنوبی دریافتند که در سال های لانینا رودباد جنب حاره ای ضعیف و در سال های النینو قوی می شود. (Fu and Lin, ۲۰۱۱) بر پایه داده های دمای بخش پایینی لایه پوش سپهر نشان دادند که در نیمکره شمالی رودباد جنب حاره ۰/۶ و در نیمکره جنوبی ۱ درجه به سمت قطب جا به جا شده است. (Xie et al., ۲۰۱۵) نقش رودبادجنب حاره مداری گسترشی و برگشتی را در تغییرات گردش جو و بارش در شرق آسیا و شمال اقیانوس آرام حائز اهمیت می دانند. (Luo and Zhang, ۲۰۱۵) در بررسی ارتباط رودباد و تغییرات مونسون زمستانه در شرق آسیا دریافتند که تقویت رودباد جنب حاره جنوب فلات تبت و تضعیف رودباد قطبی همزمان با تقویت پرفشار سیبری، تغییر جنوب سوی کم فشار آلوئسین، استقرار ناوه در شرق آسیا و گسترش موج مانند الگوی ناهنجاری از غرب دریای بارنتز به شرق آسیا در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال می باشد.

خسروی (۱۳۸۱) به مطالعه پدیده انسو و تغییرپذیری اقلیم جنوب شرقی ایران پرداخته است. در این مطالعه، مسیر رودبادهای جنب حاره‌ای و جبهه قطبی بر روی نقشه‌های سرعت و جهت ترازهای ۲۰۰،۳۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال تعیین و ترسیم شده است. بر این اساس، با توجه به مقایسه بین فازها، تغییرپذیری معنی‌دار در مسیر و شدت این رودبادها در فازهای گرم، به تقویت انتقال رطوبت، ناپایداری و بارش بر روی منطقه منجر می‌گردد. فرجزاده و همکاران (۱۳۸۴) ضمن تحلیل موقعیت رودباد در رابطه با سامانه‌های بارشی غرب کشور، به این نتیجه رسیدند که هسته‌های سرعت در روزهای آغاز و حداکثر بارش در دو قسمت متمرکز شده‌اند. منطقه مطالعاتی در حالت اول و در مورد هسته اطراف دریای سرخ در قسمت خروجی هوای سرد (ناحیه چپ خروجی یا ربع دوم) هسته قرار گرفته و در مورد هسته مستقر در جنوب غربی دریای خزر در ناحیه ورودی هوای گرم (ناحیه راست ورودی یا ربع چهارم) قرار گرفته است. مفیدی و زرین (۱۳۸۴) در بررسی همدیدی تأثیر سامانه‌های کم فشار سودانی در واقع بارش‌های سیل‌زا در ایران، در نتایج خود بیشترین سهم را در تشکیل و گسترش کم فشار سودانی برای کشیده شدن تاوه قطبی در تراز ۵۰ هکتوپاسکال، تقویت سلول هدلی و رودباد جنب حاره بر روی مدیترانه و شمال آفریقا قائل شده‌اند. موقعیت و سرعت هسته رودباد جنب حاره بر روی خاورمیانه و امتداد محور آن در ترازهای فوقانی وردسپهر ضمن کنترل الگوی گردش تراز میانی، مسیرهای ورود کم فشار سودانی به ایران را کنترل می‌کند. فرج زاده و همکاران (۱۳۸۸) ارتباط بین موقعیت رودبادها و چرخندهای غرب ایران را در دوره زمانی ۱۹۹۹-۱۹۸۵ مطالعه نمودند. مسعودیان و محمدی (۱۳۹۰) فراوانی رودبادهای مرتبط با رخداد بارش های ابرسنگین ایران زمین را بررسی کردند. نتایج نشان داد که از نظر زمانی به جز در تراز ۲۵۰ هکتوپاسکال که در ساعت ۰۰ فراوانی رودبادها قابل ملاحظه است. در دیگر تراز های جوی عمدتاً در ساعت ۱۸ بیشترین فراوانی رخنمود رودبادها مشاهده می شوند. همچنین اگرچه رودبادها در خلیج فارس و تا حدودی در جنوب غرب ایران دارای فراوانی قابل ملاحظه ای بودند ولی بخش های شمالی عربستان محل اصلی استقرار و تمرکز رودبادها در زمان رخداد بارش های ابرسنگین و فراگیر بوده است. نوری و ایلدرمی (۱۳۹۱) در تحلیل شرایط همدید و دینامیک رویدادهای بارش سنگین سواحل جنوبی خزر به این نتیجه رسیدند که ادغام رودبادهای جنب حاره

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.12]

ای و جنب قطبی بر روی شمال عراق می تواند از علل ایجاد و تشدید حرکات عمودی هوا در منطقه باشد. پروین (۱۳۹۲) ارتباط بین موقعیت مکانی رودبادهای تراز میانی جو با رخداد سیل در حوضه آبریز دریاچه ارومیه را بررسی کرد. یافته های وی نشان داد که هنگام وقوع سیل های فراگیر موقعیت مکانی رودبادها بین مدارات ۲۵ تا ۳۵ درجه عرض شمالی بر بالای دریای مدیترانه تا شمال شرقی ایران قرار دارند و حدود ۷۰ درصد رودبادها در راستای جنوب غربی به شمال شرقی گسترده شده اند. حلیبیان و حسینعلی پورجزی (۱۳۹۳) به تحلیل فراوانی رودبادهای مرتبط با بارش های حدی و فراگیر در کرانه های غربی خزر پرداختند. یافته های آنها نشان داد که رودباها به لحاظ زمانی به جز در تراز ۲۵۰ هکتوپاسکال که در ساعت ۰۶ فراوانی بالایی را نشان می دهند، در تراز های ۳۰۰ و ۴۰۰ هکتوپاسکال عمدتاً در ساعت ۱۸ بر روی منطقه مطالعاتی نمودی آشکار دارند.

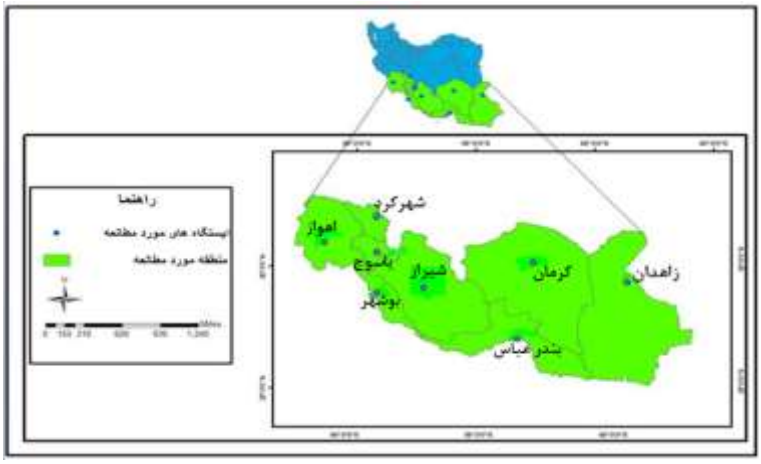
دارند (۱۳۹۴) در واکاوی بسامد رخداد رودبادها در زمان بارش های سیل آسای استان کردستان دریافت که هسته بیشینه فراوانی رخداد رودبادها بر روی نیمه شمالی عربستان قرار دارد و در فصل مرطوب رودبادها رودبادها تا تراز ۷۰۰ هکتوپاسکالی کشیده می شوند. همچنین قرارگیری نیمه چپ خروجی رودباد با راستای جنوب غربی به شمال شرقی بر روی استان کردستان منجر به رخداد بارش های سنگین می شود. سعید آبادی و همکاران (۱۳۹۴) در بررسی موقعیت رودباد جبهه قطبی در بارش های غرب ایران بر نقش رودباد جنب قطبی در رخداد ناپایداری ها تأکید کردند و معتقدند انحنای نصف النهاری محور هسته رودباد به وزش دمایی گرم در خروجی رودباد و صعود بیشتر هوا کمک می کند. ذکی زاده و همکاران (۱۳۹۷) در بررسی آماری و سینوپتیکی مؤثرترین الگوی رودباد ایجاد کننده بارش های سنگین ایران دریافتند که استقرار رودباد قوی با سرعت ۶۵ متر بر ثانیه در تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال در جنوب ایران به همراه تشکیل ناوه سردچالی بر روی دریای خزر شرایط را برای همگرایی سطوح پایین تر اتمسفر ایران مهیاتر کرده است. هدف از انجام این پژوهش، شناسایی و بررسی الگوهای رودباد مرتبط با رخداد بارش های سیل آسا و مخاطره آمیز نیمه جنوبی در فصل سرد دوره آماری ۱۹۷۰ تا ۲۰۱۴ است.

داده ها و روش کار

منطقه مورد مطالعه نیمه جنوبی ایران و شامل استان‌های اهواز، کرمان، یاسوج، چهار محال و بختیاری، فارس، هرمزگان، بوشهر و سیستان و بلوچستان می‌باشد. موقعیت منطقه مورد مطالعه در عرض جغرافیایی ۲۵ درجه و ۳ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۰۰ شمالی و طول جغرافیایی ۴۷ درجه و ۴۲ دقیقه تا ۶۳ درجه و ۲۰ دقیقه طول شرقی قرار دارد. طول آن از شمالی‌ترین قسمت منطقه یعنی از شهرستان چهار محال و بختیاری تا جنوبی‌ترین قسمت منطقه یعنی جنوب شهرستان سیستان و بلوچستان می‌باشد. این منطقه از شمال با استان اصفهان و لرستان و از سمت جنوب با دریای عمان و خلیج فارس همسایه است و از سمت غرب با کشور عراق و کویت مرز مشترک دارد می‌باشد و از سمت شرق نیز با کشور افغانستان و پاکستان هم مرز است. شکل ۱ موقعیت سرزمین مورد پژوهش را نشان می‌دهد.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.12]



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی سرزمین مورد پژوهش

جدول ۲. مشخصات جغرافیایی ایستگاههای انتخابی نیمه جنوبی ایران

ردیف	نام ایستگاه	عرض جغرافیایی شمالی		طول جغرافیایی شرقی		
		درجه	دقیقه	درجه	دقیقه	ارتفاع از سطح دریا
۱	یاسوج	۳۰	۵۰	۳۱	۴۱	۱۸۳۱,۵
۲	شهرکرد	۳۲	۱۷	۵۰	۵۱	۲۰۴۸,۹
۳	اهواز	۳۱	۲۰	۴۸	۴۰	۲۲,۵
۴	زاهدان	۲۹	۲۸	۶۰	۵۳	۱۳۷۰
۵	کرمان	۳۰	۱۵	۵۶	۵۸	۱۷۵۳,۸
۶	بوشهر	۲۸	۵۸	۵۰	۴۹	۹
۷	شیراز	۲۹	۳۲	۵۲	۳۶	۱۴۸۴
۸	بندرعباس	۲۷	۱۳	۵۶	۲۲	۹,۸

دو رویکرد عمده در مطالعات اقلیم شناسی همدید مورد توجه است. این دو رویکرد عبارتند از: رویکرد گردشی به محیطی و رویکرد محیطی به گردشی (یارنال، ۱۳۸۵). از این رو برای انجام هر نوع مطالعات همدید دو دسته داده مورد نیاز است. یکی داده های سطحی و دیگری داده های جو بالا. بدین منظور با انتخاب رویکرد محیطی به گردشی ابتدا در دسته اول داده های مربوط به بارش روزانه‌ی فصل سرد ۸ ایستگاه همدید نیمه جنوبی ایران (جدول ۲) در بازه‌ی زمانی ۱ دسامبر ۱۹۷۰ تا ۳۱ مارس ۲۰۱۴ از سازمان هواشناسی کشور اخذ شد. یک پایگاه داده بارش، با آرایه‌ی ۸*۴۲۱۰ (روز) بدست آمد که بر روی ردیف ها روز و بر روی ستونها ایستگاهها قرار داشتند. برای شناسایی رخداد بارش های سنگین منجر به سیلاب بزرگ در سطح منطقه مورد بررسی با در نظر گرفتن اینکه بارش سنگین بیش از ۵۰ درصد ایستگاهها را فرا گرفته باشد و بارش هر یک از ایستگاهها بیش از صدک ۹۵ درصد طی دوره مورد پژوهش باشد.

با در نظر گرفتن دو شرط بالا ۶۱ بارش سنگین و فراگیر از مجموع بارش های بالای صدک ۹۵ درصد ایستگاهها انتخاب شد. در دسته دوم یعنی داده های جو بالا که در این تحقیق استفاده شدند عبارتند از: فشار تراز دریا، ارتفاع ژئوپتانسیل، مولفه

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]
[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.12]

مداری باد، مولفه نصف النهاری باد، رطوبت ویژه و امگا. داده های این متغیرها از مرکز ملی اقیانوس شناسی و محیط شناسی ایالات متحده آمریکا اخذ شد. مقیاس همدید مورد نظر جهت ردیابی الگوهای همدید وردسپهر طول ۲۰ درجه غربی تا ۱۰۰ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ۰ تا ۸۰ درجه شمالی را در بر می گیرد. در مقیاس همدید انتخاب شده ۱۷۹۰ یاخته قرار می گیرد که فاصله‌ی بین هر یاخته ۲/۵ در ۲/۵ درجه قوسی می باشد.

جهت شناسایی الگوهای رودباد ابتدا روش تحلیل عاملی با چرخش واریماکس بر روی داده های ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال طی ۶۱ روز بارش سنگین و فراگیر منتخب اعمال و مشخص شد که ۱۲ عامل اول بیش از ۹۰ درصد پراش داده ها را تبیین می کند به نحوی که عامل اول حدود ۳۲ درصد از پراش دادهای ارتفاع ژئوپتانسیل را باعث می شود (جدول ۴). در مرحله بعد جهت کاهش حجم داده ها و شناسایی الگوهای همدید روش تحلیل خوشه ای با روش ادغام وارد بر روی نمرات ۱۲ عامل اول انجام و ۴ الگوی همدید مؤثر بر آرایش رودبادها استخراج شد. در ادمه برای هر یک از الگوهای شناسایی شده یک روز نماینده که بیشترین همبستگی را با الگوی مورد نظر داشته است، تعیین (جدول ۳) و نقشه های ترکیبی فشار تراز دریا و ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، وزش رطوبت تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال، امگای تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و رودباد تراز های ۲۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال برای روزهای نماینده الگوها ترسیم و واکاوی شدند. در هر ۴ الگو نقش رودباد جنب حاره کاملاً بارز و آشکار است. اگرچه شباهت های بسیار زیادی بین الگوهای شناسایی شده وجود دارد، ولی تفاوت هایی نیز بین آنها دیده می شود که در زیر به تشریح آنها خواهیم پرداخت.

جدول ۳. مشخصات الگوهای رودباد بارش های سنگین و فراگیر نیمه جنوبی ایران

گروهها	سال	ماه	روز	تعداد روز الگوها
روز نماینده گروه اول	۲۰۰۴	۱	۱۳	۱۶
روز نماینده گروه دوم	۱۹۹۶	۳	۷	۱۳
روز نماینده گروه سوم	۱۹۹۹	۲	۵	۱۴
روز نماینده گروه چهارم	۲۰۰۳	۱۲	۲۸	۱۸

جدول ۴. درصد تبیین تغییرات مؤلفه های شناسایی شده‌ی ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال

۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
۳۱/۹۵	۱۶/۳۷	۹/۷۴	۷/۴۶	۶/۱۲	۵/۰۵	۴/۰۳	۲/۳۹	۲/۱۴	۱/۷۶	۱/۶۹	۱/۳۷

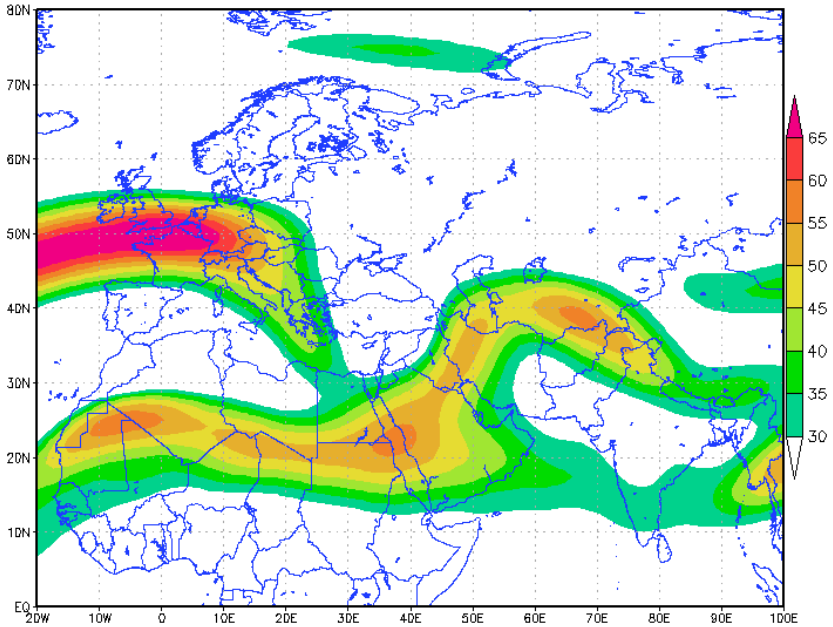
شرح و تفسیر نتایج

- **الگوی اول**

شکل ۲ شرایط رودباد را در روز ۱۳ ژانویه ۲۰۰۴ نماینده الگوی اول نشان می دهد. با توجه به شکل ۲ در روز ۱۳ ژانویه ۲۰۰۴ رودباد جنب حاره از سمت مناطق جنوبی اقیانوس اطلس با عبور از روی قاره آفریقا و عربستان، سراسر کشور ایران را در بر گرفته است این رودباد با رودباد جنب قطبی از سمت عرض های بالای ۵۰ درجه شمالی با عبور از روی اروپا و دریای مدیترانه در منطقه شمال دریای سرخ و کشور مصر با رودبادجنب حاره ادغام شده است و موجب تقویت جریان هوای چرخندی داخل رودباد و واگرایی بیشتر آن شده است. هسته رودباد نیز با سرعت ۵۵ متر بر ثانیه در مرکز دریای سرخ بسته شده است

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]
[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.12]

و منطقه نیمه جنوبی ایران در بهترین حالت در نیمه چپ خروجی رودباد و جریانات صعود یافته آن قرار گرفته است. الگوی اول در ۱۶ روز و ۲۶/۳ درصد از روزهای بارش سنگین و فراگیر حضور دارد.

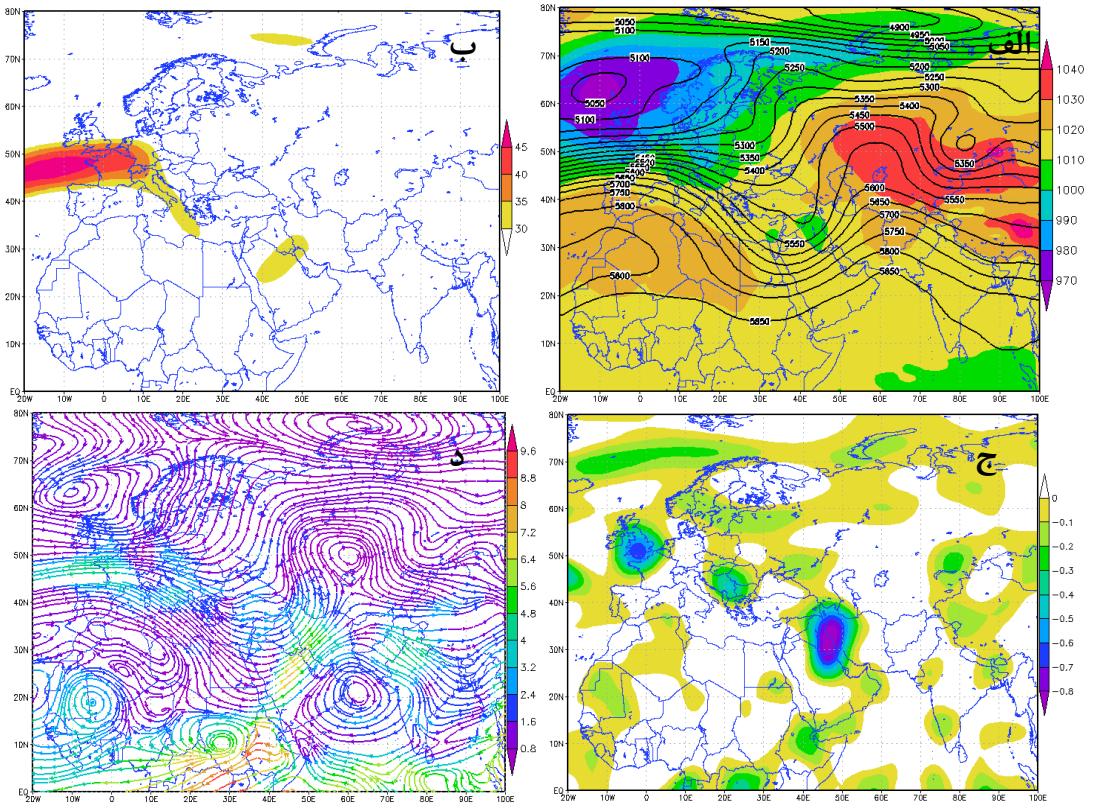


شکل۲. نقشه رودباد تراز ۲۵۰ هکتوپاسکال روز ۱۳ژانویه ۲۰۰۴ نماینده الگوی اول

شکل ۳- الف نقشه ترکیبی فشار تراز دریا (رنگی) و ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال (خط) را برای روز ۱۳ ژانویه ۲۰۰۴ الگوی اول نشان می دهد. همان‌طور که مشاهده می‌گردد گسترش کم‌فشارهای حرارتی از سمت عرض‌های جنوبی و کم‌فشار ایسلند با فشار مرکزی ۹۷۰ هکتوپاسکال از عرض‌های شمالی باعث شده که بیشتر ایران تحت حاکمیت این سامانه‌های کم‌فشار قرار گیرد. نفوذ پرفشارهای سرد سیبری و آزور نیز موجب ریزش هوای سرد در پشت سامانه های کم فشار مدیترانه و ایسلند و ایجاد شیو دمایی و به‌تبع آن شیو فشاری قوی بر روی کشور شده است. در تراز میانی وردسپهر نیز کشیده شدن کم ارتفاع منطبق بر کم‌فشار ایسلند با مرکز بسته ۵۰۵۰ ژئوپتانسیل متر تا جنوب عربستان موجب شده منطبق بر مسیر نفوذ رودباد ادغامی، نیمه شرقی ناوه از دریای سرخ پس از عبور از عربستان و خلیج فارس تا شمال ایران گسترش یابد و منطقه مورد مطالعه در بهترین حالت در جلوی ناوه و اغتشاشات هوای ناپایدار آن قرار گیرد. در شکل ۳- ب نقشه رودباد تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال ملاحظه می‌گردد که از گستره مکانی و سرعت رودبادها کاسته شده است و نقش مهم تخلیه جریان هوا توسط رودباد جنب حاره و بدون ادغام با رودباد جنب قطبی صورت می‌گیرد. همسو با نیمه شرقی ناوه و نیمه چپ خروجی رودباد، هسته بیشینه امگای منفی با ۰/۸- پاسکال بر ثانیه در نیمه غربی ایران قرارگرفته است (شکل ۳- ج) که صعود و واگرایی شدید هوای گرم و مرطوب را بر روی جو نیمه جنوبی کشور تأیید می‌کند. بر اساس شکل ۳- د گردش واچرخندی شمال دریای عرب موجب ایجاد شار واگرای رطوبت به سمت خشکی عربستان و نیمه شرقی ناوه شده است. این

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]
[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.12]

جریان رطوبت با عبور از روی دریای سرخ و خلیج‌فارس تقویت گردیده و میزان آن بر روی منطقه به ۵ تا ۶ گرم بر کیلوگرم رسیده است.

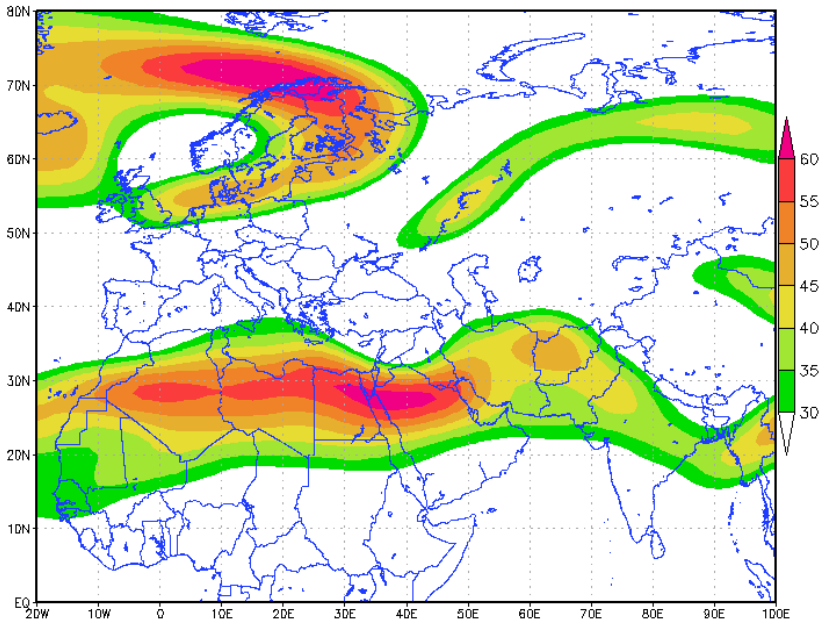


شکل ۳. نقشه های الف: ترکیبی فشار تراز دریا (رنگی) و ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال ب: رودباد تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، ج: امگای تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، د: وزش رطوبتی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال روز ۱۳ ژانویه ۲۰۰۴ نماینده الگوی اول

- **الگوی دوم**

شکل ۴ شرایط رودباد تراز ۲۵۰ هکتوپاسکال را در الگوی دوم و روز نماینده ۷ مارس ۱۹۹۶ نشان می‌دهد. بر اساس شکل ۴ در الگوی دوم رودباد جنب حاره به صورت مستقل از سمت عرض های جنوبی و پس از عبور از روی قاره آفریقا، ایران و منطقه مورد مطالعه را در بر گرفته است. رودباد جنب حاره در الگوی دوم با فروافتادگی که بر روی شمال عربستان و عراق ایجاد کرده است، ساختاری شبیه پشته و ناوه ارتفاعی را شکل داده و عموماً هسته‌های رودباد در این ساختار در شمال عربستان و دریای سرخ جای می‌گیرد. چنانچه در الگوی دوم نیز هسته رودباد با سرعت بیش از ۶۰ متر بر ثانیه در شمال عربستان مستقر شده است و نیمه جنوبی ایران نیز کاملاً در نیمه چپ خروجی هسته رودباد یا قوی ترین واگرایی رودباد می‌باشد که هوای گرم و مرطوب را از منابع آبی جنوبی بر روی کشور تخلیه می‌کند. الگوی دوم در ۱۳ روز و ۲۱/۳ درصد از روزهای بارشی بادوام و فراگیر منطقه حضورداشته است. ملاحظه می‌شود که رودباد جنب قطبی در بالای عرض ۵۰ درجه شمالی قرار گرفته است و هیچ گونه نفوذی را به سمت عرض های جنوبی نداشته است.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]
[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.12]

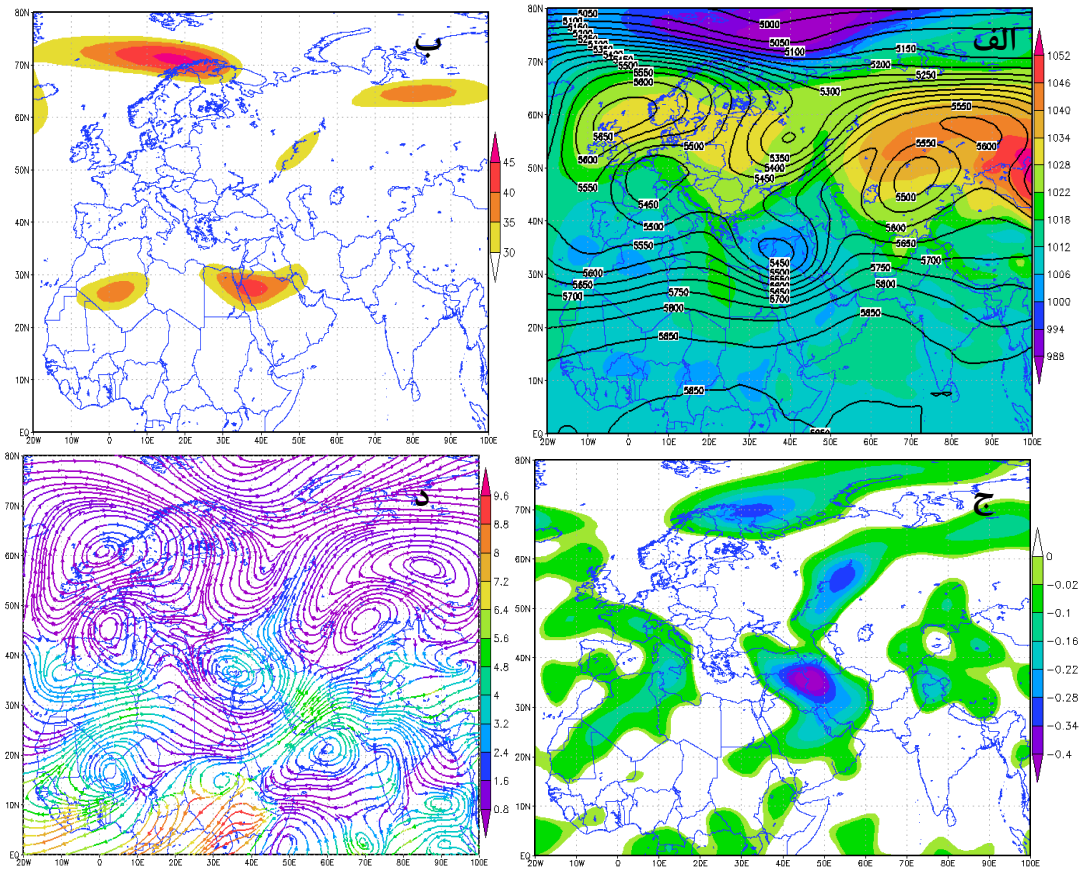


شکل۴. نقشه رودباد تراز ۲۵۰ هکتوپاسکال روز ۷ مارس ۱۹۹۶ نماینده الگوی دوم

شکل ۵- الف نقشه ترکیبی فشار تراز دریا و ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال را در روز نماینده ۷ مارس ۱۹۹۶ الگوی دوم نشان می دهد. در الگوی دوم در تراز میانی وردسپهر با نفوذ سردچال و ناوه های چند دامنه از سمت روسیه و اروپا مواجه ایم. چنانچه در شکل ۵- الف نیز با قرارگیری یک بندال امگایی بر روی نیمه شرقی ایران و نفوذ سردچالی با مرکز بسته ۵۴۵۰ ژئوپتانسیل متر در شرق مدیترانه، منطقه مورد مطالعه در جلوی ناوه و منطبق بر محل شدیدترین واگرایی رودباد قرار گرفته است. در تراز دریا نیز همسو با ترازهای بالایی وردسپهر، کم‌فشارهای چندهسته‌ای بر روی سودان، عربستان و نیمه شرق مدیترانه با مرکز بسته ۱۰۰۶ هکتوپاسکال دیده می‌شوند. در روز ۷ مارس ۱۹۹۶ با عقب‌نشینی کم‌فشار جنب قطبی و ایسلند به سمت عرض‌های فوقانی، پرفشارهای سرد سیبری و مهاجر نیز اجازه نفوذ و قرارگیری در بالاترین حد خود یعنی عرض ۶۰ درجه شمالی را یافته‌اند. با این جا به جایی، در بیشتر مناطق واقع در نیمکره شمالی در جنوب عرض ۴۵ درجه شمالی، مراکز بسته کم‌فشار شکل‌گرفته است. در الگوی دوم مانند الگوی اول در نقشه رودباد تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال (شکل ۵- ب) از بزرگی و سرعت رودباد جنب حاره کاسته شده است و منطبق بر رودباد تراز ۲۵۰ هکتوپاسکال، هسته رودباد با سرعت بیش از ۴۵ متر بر ثانیه در شمال عربستان قرار گرفته است. در نقشه امگای تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال (شکل ۵- ج) هسته بیشینه امگای منفی با ۰/۴- پاسکال بر ثانیه در غرب ایران واقع شده است و بیشتر کشور تحت این میدان امگای منفی می‌باشد. در نقشه وزش رطوبتی الگوی دوم (شکل ۵- د) گردش واچرخندی دریای عرب با ایجاد جریان‌های شرقی به غربی از روی دریای عرب به جنوب عربستان، موجب تزریق هوای گرم و مرطوب به نیمه شرقی ناوه شده و با راستایی جنوب غربی به شمال شرقی به سمت منطقه فرارفت شده است. میزان رطوبت فرارفت شده در الگوی دوم نسبت به الگوی اول کاهش یافته و به کمتر از ۵ گرم بر کیلوگرم رسیده است.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.12]



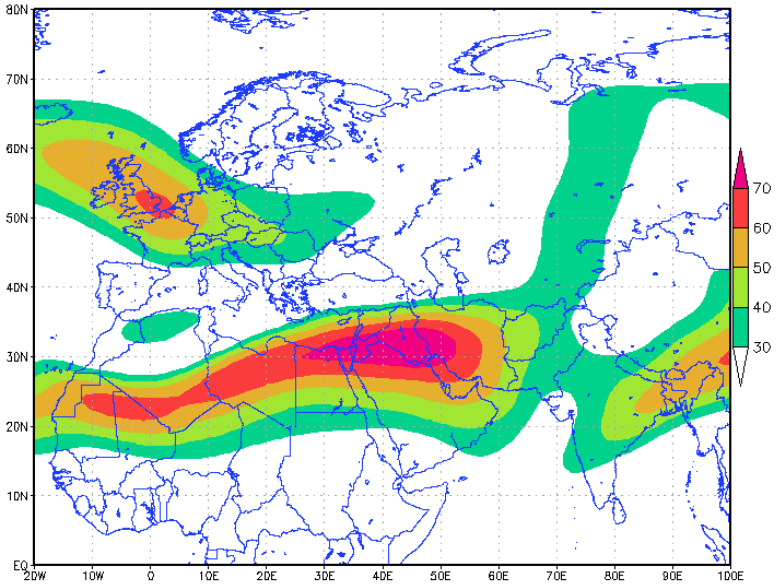
شکل ۵. نقشه های الف: ترکیبی فشار تراز دریا (رنگی) و ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال ب: رودباد تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، ج: امگای تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، د: وزش رطوبتی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال روز ۷ مارس ۱۹۹۶ نماینده الگوی دوم

- **الگوی سوم**

شکل ۶ نقشه رودباد تراز ۲۵۰ هکتوپاسکال را در روز ۵ فوریه ۱۹۹۹ برای الگوی سوم نشان می‌دهد. بر اساس شکل مشاهده می‌شود که مانند الگوی دوم رودباد جنب‌حاره‌ای به‌صورت مستقل بر روی ایران کشیده شده است و رودباد جنب قطبی نیز بر روی اروپا و در عرض بالای ۵۰ درجه جای گرفته است؛ اما برخلاف الگوهای اول و دوم، در این الگو هسته رودباد گسترده‌تر و شمال سو شده و درروی عراق و شرق مدیترانه مستقرشده است و رودباد ساختاری کاملاً مداری و غربی- شرقی پیدا کرده است. الگوی سوم در ۱۴ روز و ۲۳/۴ درصد از روزهای بارش فراگیر نیمه جنوبی کشور نقش داشته است.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.12]

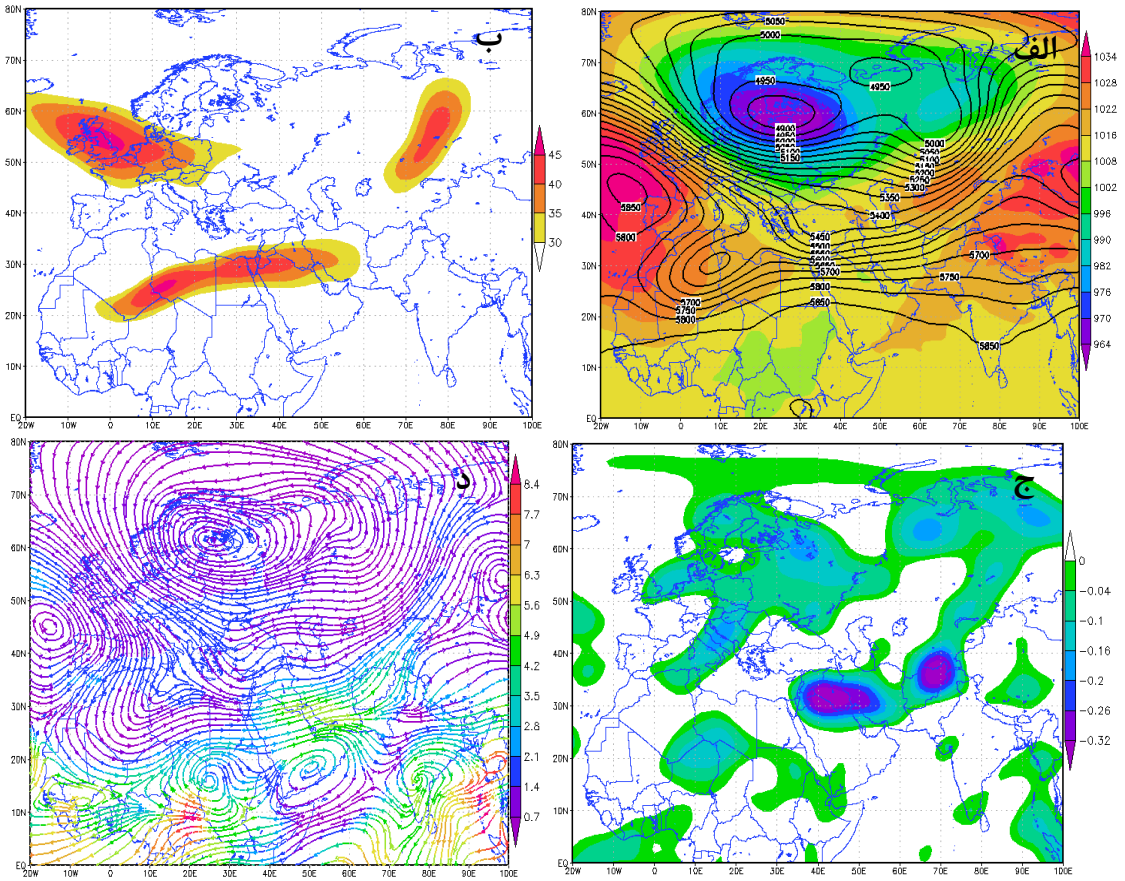


شکل ۶. رودباد تراز ۲۵۰ هکتوپاسکال روز ۵ فوریه ۱۹۹۹ نماینده الگوی سوم

شکل ۷- الف شرایط فشار تراز دریا و ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال را برای روز ۵ فوریه ۱۹۹۹ و الگوی سوم نشان می‌دهد. بیشترین گسترش کم‌فشار ایسلند به سمت عرض‌های جنوبی در الگوی سوم رخداده است به‌نحوی‌که این کم‌فشار قدرتمند با مرکز بسته ۹۶۴ هکتوپاسکال در شرق اروپا و عرض ۶۰ درجه شمالی قرارگرفته است و زبانه‌های آن تا جنوب کشور ترکیه کشیده است. ازلحاظ مداری نیز سراسر اروپا و روسیه را در برگرفته است. هم‌زمان با آن کم‌فشار سودانی و عربستان نیز با نفوذ از عرض‌های جنوبی باعث یکپارچه شدن آن با کم‌فشار ایسلند و درنتیجه عقب‌نشینی پرفشارهای سرد سیبری و مهاجر و برقراری شرایط کم‌فشار بر روی کل کشور شده است. همسو با این شرایط در تراز دریا، در تراز میانی وردسپهر نیز کم ارتفاعی دقیقاً منطبق بر هسته کم‌فشار ایسلند با مرکز بسته ۴۹۰۰ ژئوپتانسیل متر به سمت عرض‌های جنوبی گسترش‌یافته است و ناوه کم‌عمق و مداری را در شرق مدیترانه ایجاد کرده است. می‌توان گفت در این روز ورتکس قطبی نیز بیشترین نفوذ را به سمت ایران و منطقه مورد مطالعه را داشته است. در شکل ۷- ب در نقشه رودباد تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال نیز رودباد جنب حاره با ساختار مداری خود منطقه مورد مطالعه را فرا گرفته است. در این الگو عموماً بارش‌های ضعیف‌تر و بادوام کمتر از ۳ روز در ایستگاههای مورد بررسی رخ داده اند. در شکل ۷- ج هسته بیشینه امگای منفی با ۰/۳۲- پاسکال بر ثانیه به‌صورت گسترده از شرق مدیترانه تا مرکز ایران و منطبق بر جلوی ناوه و نیمه چپ خروجی رودباد شکل‌گرفته است. در نقشه وزش رطوبتی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال (شکل ۷ – د) مرکز گردش واچرخندی نسبت به الگوهای دیگر غرب سو شده و در جنوب عربستان مستقرشده است. این تغییر موقعیت ضمن اینکه از نفوذ ناوه به سمت عرض‌های جنوب عربستان جلوگیری کرده، موجب شده تا نقش خلیج‌فارس و دریای مدیترانه در تغذیه رطوبت افزایش محسوسی داشته باشند. ملاحظه می‌گردد جریان‌های فرارفتی پس از عبور از خلیج فارس شدیداً تقویت می‌شوند.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.12]

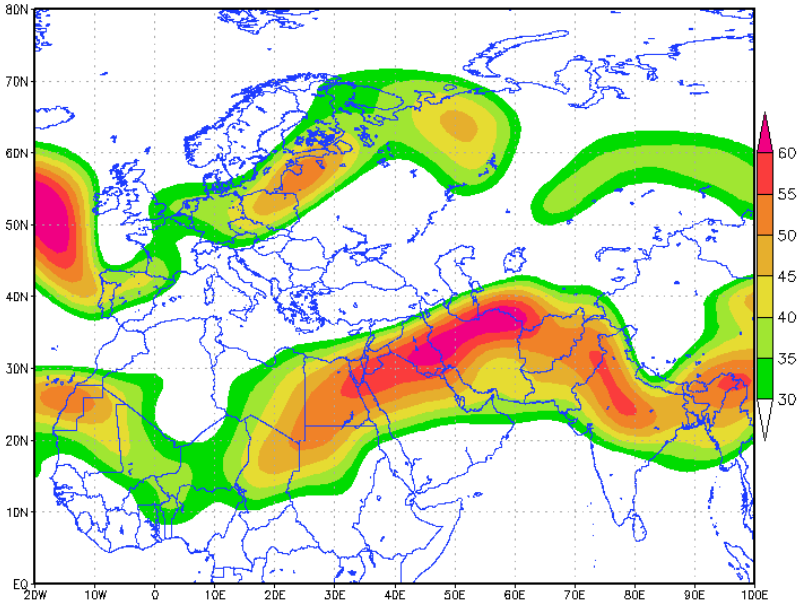


شکل ۷. نقشه‌های الف: ترکیبی فشار تراز دریا (رنگی) و ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال ب: رودباد تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، ج: امگای تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، د: وزش رطوبتی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال روز ۵ فوریه ۱۹۹۹ نماینده الگوی سوم

- **الگوی چهارم**

موقعیت و ساختار رودباد در الگوی چهارم متفاوت‌تر از سایر الگوهاست. همان‌طور که دیده می‌شود در شکل ۸ رودباد جنب حاره در شمالی‌ترین موقعیت خود است و هسته رودباد با سرعت ۶۰ متر بر ثانیه در نیمه شمالی ایران جای گرفته است. در این الگو هسته‌ی رودباد گسترده‌تر از سایر الگوهاست به‌نحوی‌که عموماً از شمال عربستان تا شمال شرق ایران کشیدگی دارد. ازلحاظ ساختاری نیز ضمن گسترده‌تر شدن و فراگرفتن کل ایران، راستایی نصف النهاری جنوب غربی به شمال شرقی پیداکرده است. در الگوی چهارم رودبادها عموماً با رودبادهای واقع بر روی اقیانوس اطلس و شرق آسیا ادغام و متصل شده و یکپارچگی عظیمی را در نیمکره شمالی به وجود می‌آید؛ اما ساختمان اصلی رودباد جنب حاره در بیشتر مواقع از شمال شرقی آفریقا تا دریاچه بالخاش وسعت دارد. رودباد جنب قطبی نیز در بالاتر از عرض ۴۰ درجه شمالی بر روی اروپا مستقرشده است. الگوی چهارم پربسامدترین و در ۱۸ روز و ۲۹ درصد از بارش‌های سنگین و فراگیر منطقه مورد مطالعه نقش ایفا کرده است.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]
[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.12]

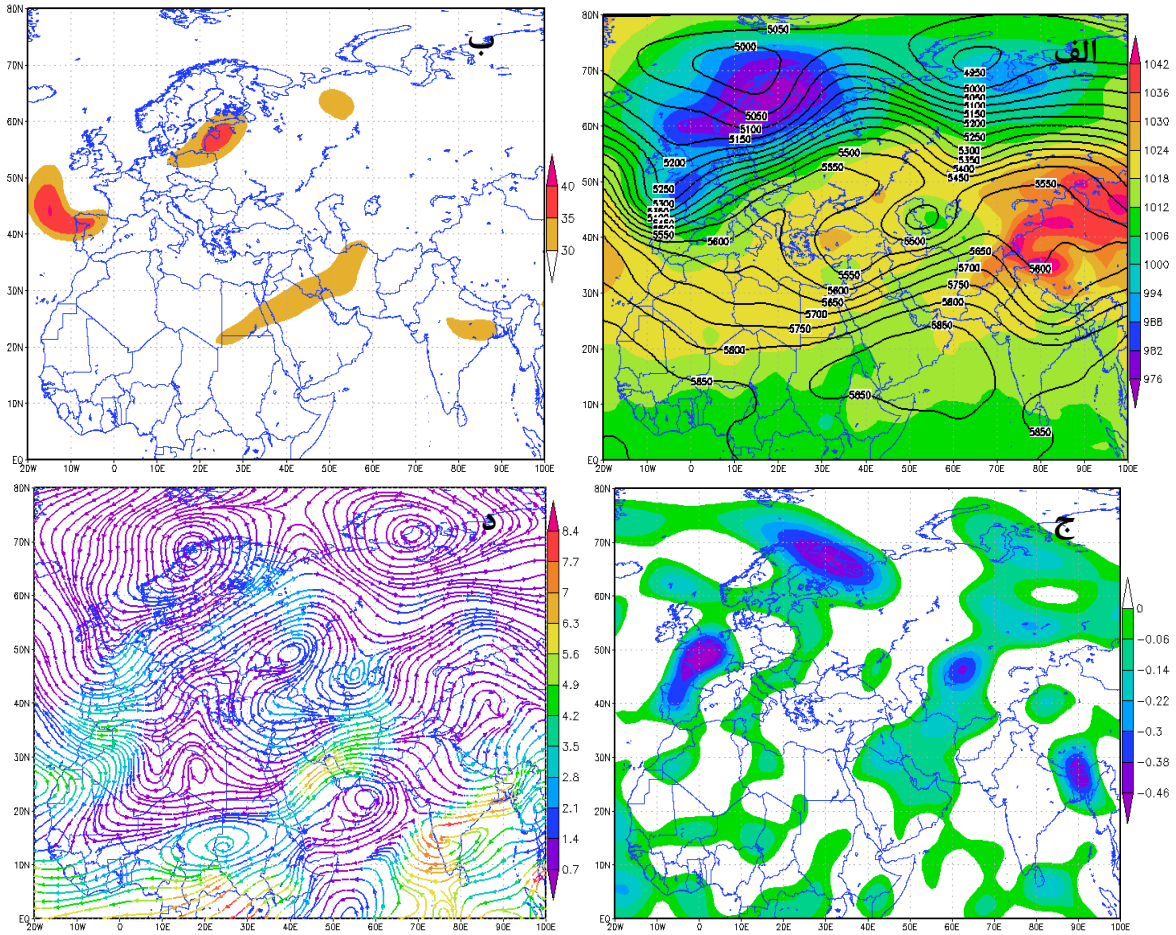


شکل ۸. رودباد تراز ۲۵۰ هکتوپاسکال روز ۲۸ دسامبر ۲۰۰۳ نماینده الگوی چهارم

در شکل ۹- الف نقشه ترکیبی فشار تراز دریا (رنگی) و ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال روز ۲۸ دسامبر ۲۰۰۳ را برای الگوی چهارم نشان می‌دهد. بر اساس شکل ۹- الف کم‌فشار سودانی از جنوب کشور سودان و با عبور از روی دریای سرخ و عربستان سراسر نیمه جنوبی ایران را فراگرفته و تا شرق دریای خزر پیشروی کرده است. همسو با تراز دریا در تراز میانی وردسپهر نیز کشیده شدن کم ارتفاع شمال روسیه با راستایی شمال شرقی به جنوبی تا مرکز عربستان موجب شده یک بندال از نوع رکس بر روی شرق اروپا و ایران شکل بگیرد و منطقه مورد مطالعه در بهترین حالت در جلوی ناوه و جریانات صعودی آن قرار گیرد. در شکل ۹- ب نقشه رودباد تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال ملاحظه می‌گردد که سرعت و بزرگی رودباد کاهش شدیدی یافته است به‌نحوی‌که رودباد جنب حاره با سرعت ۳۵ متر بر ثانیه با همان راستا از جنوب کشور مصر تا شمال شرق ایران گسترش‌یافته است. منطبق با نیمه شرق ناوه و نیمه چپ خروجی رودباد، بر روی کشور امگای منفی با ۰/۱۴- پاسکال بر ثانیه حاکم شده است که واگرایی جریانات گرم و مرطوب را بر روی منطقه در روز بارش فراگیر و سنگین منطقه موردمطالعه تأیید می‌کند؛ مانند سایر الگوهای بررسی موردبررسی در الگوی چهارم نیز شرق سو شدن گردش واچرخندی عربستان و قرارگیری آن بر روی شمال دریای عرب موجب تزریق رطوبت و گرما به جنوب و شرق ناوه واقع بر روی خشکی عربستان و از آنجا به سمت نیمه جنوبی کشور شده است. در این الگو مانند الگوی اول رودباد به دلیل قرارگیری کاملاً گردش واچرخندی عربستان بر روی دریای عرب و نفوذ بیشتر راستای نصف‌النهاری رودباد و شرق ناوه به سمت عرض‌های پایین‌تر، نقش دریای سرخ و خلیج‌فارس در تأمین رطوبت بارش بیشتر از سایر منابع مجاور ایران می‌باشد.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.12]



شکل ۹. نقشه های الف: ترکیبی فشار تراز دریا (رنگی) و ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال ب: رودباد تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، ج: امگای تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، د: وزش رطوبتی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال روز ۲۸ دسامبر ۲۰۰۳ نماینده الگوی چهارم

نتیجه‌گیری

هدف از انجام این پژوهش شناسایی ارتباط پیکربندی و نوع رودباد با بارش‌های سنگین و فراگیر نیمه جنوبی ایران طی فصل سرد دوره آماری ۱۹۷۰ تا ۲۰۱۴ است. بدین منظور از روش محیطی به گردشی استفاده شد. ابتدا داده‌های بارش روزانه ۸ ایستگاه منتخب نیمه جنوبی ایران از ۱ دسامبر ۱۹۷۰ تا ۳۱ مارس ۲۰۱۴ از سازمان هواشناسی کشور اخذ شد و با تعیین دو آستانه فراگیری بیش از ۵۰ درصد و بارش بیشتر از صدک ۹۸ درصد در هر ایستگاه، ۶۱ روز بارش سنگین و فراگیر جهت تحلیل همدید انتخاب شد. جهت شناسایی الگوهای رودباد ابتدا روش تحلیل عاملی با چرخش واریماکس بر روی داده های ارتفاع ژئوپتانسیل در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال ۶۱ روز بارش سنگین و فراگیر منتخب اعمال و مشخص شد که ۱۲ عامل اول بیش از ۹۰ درصد پراش داده‌ها را تبیین می‌کند به‌نحوی‌که عامل اول حدود ۳۲ درصد از پراش دادهای سرعت باد را باعث می‌شود. در مرحله بعد جهت کاهش حجم داده‌ها و شناسایی الگوهای همدید روش تحلیل خوشه‌ای با روش ادغام وارد بر روی نمرات ۱۲ عامل اول انجام و ۴ الگوی همدید مؤثر بر آرایش رودبادها استخراج شد. برای هر یک از الگوهای شناسایی‌شده یک روز نماینده که بیشترین همبستگی را با الگوی موردنظر داشته است، تعیین و نقشه‌های مربوطه برای روزهای نماینده

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]
[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.12]

الگوها ترسیم و واکاوی شدند. نتایج نشان داد که الگوهای رودباد ادغامی (جنب حاره- جنب قطبی)، رودباد جنب حاره (پشته- ناوه)، رودباد جنب حاره مداری و رودباد جنب حاره نصف‌النهاری در رخداد بارش های سنگین مؤثر بوده اند که بیشترین نقش را الگوهای رودباد جنب حاره نصف النهاری و ادغامی ایفا کرده اند. در الگوی اول رودباد ادغامی در ۱۶ روز و ۲۶/۳ درصد از روزهای بارشی نقش ایفا می‌کند. عموماً هسته رودباد در الگوی ادغامی بر روی دریای سرخ قرار دارد و رودباد جنب حاره از سمت شمال آفریقا نفوذ کرده و پس از عبور از دریای سرخ و شمال عربستان نیمه چپ خروجی رودباد سراسر نیمه جنوبی و مرکزی کشور را فرا می‌گیرد. رودباد جنب قطبی نیز با راستایی شمال غربی به جنوب شرقی از سمت مرکز و غرب اروپا به سمت عرض‌های پایین نفوذ کرده و از نیمه شرقی و مرکز مدیترانه و در قسمت ورودی سمت چپ با رودباد جنب حاره ادغام می‌گردد. در الگوی ادغامی رودباد جنب قطبی منطبق بر نیمه غربی ناوه تراز میانی وردسپهر نقش فرارفت هوای سرد و انتقال بادهای غربی را به سمت عرض‌های پایین را به عهده دارد و رودباد جنب حاره منطبق بر نیمه شرقی ناوه، نقش تخلیه و واگرایی هوای گرم و مرطوب جنوبی را بر روی جو نیمه جنوبی کشور دارد. در الگوی دوم رودباد جنب حاره ای (ساختار پشته- ناوه) با ۱۳ روز و ۲۱/۳ درصد عموماً در شمال شرق آفریقا رودباد جنب‌حاره‌ای با ساختاری پشته‌ای عظیمی با جهتی شمال غربی به جنوب شرقی به سمت مرکز دریای سرخ و عربستان گسترش می‌یابد و ساختار ناوه‌ای رودباد نیز از شمال عراق تا مرکز دریای سرخ کشیدگی پیدا می‌کند. این فروافتادگی ناوه شکل رودباد جنب حاره موجب شده است بخش نیمه چپ خروجی رودباد با انحنای نصف‌النهاری از دریای سرخ و پس از عبور از عربستان و خلیج‌فارس، سراسر نیمه جنوبی و بیشتر کشور را در بر گیرد. اما در الگوی سوم رودباد جنب حاره مداری که در ۱۴ روز و ۲۳/۴ درصد از روزهای بارش سنگین و فراگیر نقش دارد، هسته رودباد بیشترین کشیدگی و گستره را اصولاً از شرق مدیترانه و شمال عربستان تا نیمه غربی ایران دارد و ساختار رودباد کاملاً غرب به شرق و با کمترین انحنای نصف‌النهاری شکل‌گرفته است. شدت و فراگیری بارش‌ها در این الگو مانند الگوی دوم ضعیف‌تر از سایر الگوها می‌باشد. اما در الگوی چهارم رودباد جنب حاره نصف‌النهاری به‌عنوان پربسامدترین الگو با ۱۸ روز و ۲۹ درصد از روزهای بارشی منتخب حضور دارد. در این الگو رودباد راستایی جنوب غربی به شمال شرقی داشته و هسته رودباد نیز مانند الگوی سوم عموماً از شمال عربستان تا مرکز ایران و گاهی تا شمال شرق ایران گسترش می‌یابد. قرارگیری این رودباد با انحنای مناسب بر روی منابع آبی مهم جنوب کشور و منطبق بر نیمه شرق ناوه از شمال شرقی افریقا تا شمال شرق ایران پس از الگوی ادغامی، فراگیر و شدیدترین روزهای بارشی منطقه جنوب کشور را موجب شده است.

نتایج این پژوهش در زمینه نقش رودباد جنب حاره در بارش‌های سنگین با تحقیقات علیجانی و همکاران (۱۳۸۹) در بارش‌های جنوب شرق ایران و ذکی زاده و همکاران (۱۳۹۷) در بارش‌های فراگیر ایران و در زمینه نقش الگوی ادغامی رودباد جنب حاره- جنب قطبی با تحقیق نوری و ایلدرمی (۱۳۹۱) برای بارش‌های غرب ایران منطبق است؛ اما برخلاف تحقیقات سعیدآبادی و همکاران (۱۳۹۴) در بررسی بارش‌های غرب ایران، عزیزی و همکاران (۱۳۸۹) در بارش‌های خراسان و علیجانی و کاویانی (۱۳۸۶) است که تنها به نقش و تأثیر رودباد جنب قطبی در رخداد ناپایداری ها به دلیل نزدیکی آن به سطح زمین، معتقدند. در این پژوهش مانند تحقیقات لو و ژانگ (۲۰۱۵) برای بارش های شرق آسیا و لی و تستوین (۲۰۱۲) برای شمال اقیانوس اطلس، رودباد جنب حاره در هر چهار الگو حضور داشته و مهم ترین نقش را در واگرایی، صعود و تخلیه شدید جریان

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.12]

هوای گرم و مرطوب جنوبی بر روی نیمه جنوبی کشور دارد؛ اما زمانی که رودباد جنب حاره با رودباد جنب قطبی ادغام می‌شود و انحنایی نصف‌النهاری شکل می‌گیرد، منطقه جنوب ایران، فراگیر و بادوام‌ترین روزهای بارش سنگین را تجربه می‌کند. در زمینه نقش انحنای نصف‌النهاری رودباد جنب حاره در رخداد بارش نیز پژوهش‌های لو (۲۰۰۴)، پو و ژو (۲۰۰۴)، ژانگ و هوانگ (۲۰۱۱) و در زمینه اثرگذاری انحنای مداری رودباد جنب‌حاره‌ای نیز با تحقیق ژی و همکاران (۲۰۱۵) و لی و تستوین (۲۰۱۲) همسو است. در حالی که تحقیقات قبلی بر اثرگذاری موقعیت رودباد بر توزیع فضایی بارش بحث می کنند (علیجانی و همکاران، ۱۳۸۹؛ سعید آبادی و همکاران، ۱۳۹۴؛ ذکی زاده و همکاران، ۱۳۹۷، نوری و ایلدرمی، ۱۳۹۱)، پژوهش کنونی بر نقش نوع و پیکربندی های متفاوت رودباد به عنوان یک تنظیم کننده چرخه بارش در نیمه جنوبی ایران تأکید می‌کند. با توجه به نقش رودباد در تخلیه شدید جریان هوای نیمه شرقی ناوه ها، اثر مهمی در هر دوی تغییرات الگوهای گردشی همدید مقیاس و تغییرات بارش و به‌تبع آن تغییرات اقلیمی به همراه دارد. شناسایی نقاط حساس، ایجاد سیستم های پیش بینی و کنترل زمان واقعی سیل و با مشاهده‌ی نزدیک شدن الگوهای همدید حاصل از نتایج این تحقیق می توان مخاطرات ناشی از بارش های سنگین را در آینده به حداقل رساند.

منابع

پروین، نادر. ۱۳۹۲. بررسی ارتباط موقعیت مکانی رودبادهای تراز میانی جو و وقوع سیل در حوضه آبریز دریاچه ارومیه. *مجله تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، **۲۹**: ۲۳۵-۲۵۰.

حلیبیان، امیرحسین و فرشته حسینعلی پورجزی. ۱۳۹۳. تحلیل فراوانی رودبادهای مرتبط با بارش های حدی و فراگیر در کرانه های غربی خزر. *مجله تحقیقات جغرافیایی*، **۱۱۲**: ۲۰۵-۲۲۰.

خسروی، محمود. ۱۳۸۱. تأثیر پدیده انسو بر ناهنجاری های بارش تابستانی و پاییزی منطقه جنوب شرق ایران. *مجله تحقیقات جغرافیایی*، **۱۶(۶۲)**: ۱۴۱-۱۷۴.

دارند، محمد. ۱۳۹۴. واکاوی بسامد رخداد رودبادها هنگام بارش های سیل آسای استان کردستان. *مجله جغرافیا و مخاطرات محیطی*، **۱۳**: ۹۵-۱۱۳.

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

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

سعید آبادی، رشید؛ شعیب آب خرابات و محمد سعید نجفی. ۱۳۹۴. موقعیت رودباد جبهه قطبی در ارتباط با بارش های سنگین و شار رطوبت تراز های پایین غرب ایران. *مجله محیط شناسی*، **۴۱ (۴)**: ۷۸۳-۷۹۸.

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

علیجانی، بهلول؛ محمود خسروی و مرتضی اسماعیل نژاد. ۱۳۸۹. تحلیل همدید بارش سنگین ۶ ژانویه ۲۰۰۸ در جنوب شرق ایران، مجله پژوهش های اقلیم شناسی، **۳**: ۱-۱۲.

عزیزی، قاسم؛ سید امید نبوی و اسماعیل عباسی. ۱۳۸۹. تحلیل سینوپتیکی توزیع زمانی-مکانی بارش های شدید استان های خراسان رضوی و شمالی، مجله مطالعات برنامه ریزی سکونتگاههای انسانی، **۵ (۱۲)**: ۶۲-۷۹.

فرج زاده، منوچهر؛ حسن لشکری و اسد الله خورانی. ۱۳۸۸. تحلیل موقعیت رودباد در رابطه با سامانه های بارشی غرب کشور. *مجله مدرس علوم انسانی*، **۱۱ (۵۳)**: ۲۳۹-۲۵۶.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.12]

فلاح قالهری، غلامعباس. ۱۳۹۰. *اصول و مبانی هواشناسی*. چاپ اول. انتشارات پژوهشکده اقلیم شناسی، مشهد.

قائمی، هوشنگ؛ آذر زرین، مجید آزادی و منوچهر فرج زاده اصل. ۱۳۸۸. تحلیل الگوی فضایی پرفشار جنب حاره بر روی آسیا و آفریقا. *مجله مدرس علوم انسانی*، **۱۳** (**۱**): ۲۱۹-۲۴۵.

کاویانی، محمد رضا و بهلول علیجانی. ۱۳۸۶. *مبانی آب و هواشناسی*. چاپ پنجم. انتشارات سمت، تهران.

کیت، بوشر. ۱۳۸۵. *آب و هوای کره زمین*، جلد اول. ترجمه هوشنگ قائمی. انتشارات سمت، تهران.

مفیدی، عباس و آذر زرین. ۱۳۸۴. بررسی سینوپتیکی تأثیر سامانه های کم فشار سودانی در وقوع بارش های سیل زا در ایران. *مجله تحقیقات جغرافیایی*، **۸۸**: ۱۱۳-۱۳۹.

مسعودیان، سید ابوالفضل و بختیار محمدی. ۱۳۹۰. تحلیل فراوانی رودبادهای مرتبط با رخداد بارش های ابرسنگین ایران. *مجله تحقیقات منابع آب ایران*، **۲**: ۸۰-۹۱.

مسعودیان، سید ابوالفضل. ۱۳۹۰. *آب و هوای ایران*. چاپ اول. انتشارات شریعه توس، مشهد.

نوری، حمید و علیرضا ایلدرمی. ۱۳۹۱. تحلیل شرایط همدید و دینامیک رویدادهای بارشی سنگین سواحل جنوبی خزر در مقایسه با ایران زمین. *مجله جغرافیا و برنامه ریزی*، **۴۱**: ۱۹۷-۲۳۶.

Archer, C. L., and K. Caldeira. ۲۰۰۸. Historical trends in the jet streams. *Geophys. Res. Lett*, **۳۵**: L۰۸۸۰۳. **DOI** ۱۰,۱۰۲۹/۲۰۰۸GL۰۳۳۶۱٤.

Eltantawy, A. I. ۱۹٦۰. Jet stream clouds in the Middle East. *Pure, and Applied Geophysics*, **٤٦**: ۳۵۲-۳۵۹.

Eicher, T. and W. Higgins. ۲۰۰۵. Climatology and ENSO-Related Variability of North American Extratropical Cyclone Activity. *Journal of Climate*, **۱۹**: ۲۰۷٦-۲۰۹۳.

Fu, Q. and P. Lin. ۲۰۱۱. Pole ward shift of subtropical jets inferred from satellite observed lower stratospheric temperature. *American meteorological society*, **۲٤**:۵۵۹۷-۵٦۰۳.

Gong, T., S. B. Feldstein, and D. Luo. ۲۰۱۰. The impact of ENSO on wave breaking and southern annular mode events. *J. Atmos. Sci*, ٦۷:۲۸۵٤–۲۸۷۰. **DOI** ۱۰,۱۱۷۵/۲۰۱۰JAS۳۳۱۱,۱

Hudson, D. ۲۰۱۲. Measurements of the movement of the jet streams at mid-latitudes, in the Northern and Southern Hemispheres ۱۹۷۹ to ۲۰۱۰. *Atmos. Chem. Phys*, **۱۲**: ۷۷۹۷–۷۸۰۸

Hanson, C., Palutikof, J.P., Livermore, M., Barring, L., Bindi, M., Corte-Real, J., Durao, R., Giannakopoulos, C., Good, P., Holt, T., Kundzewicz, Z., Leckebusch, G. C., Moriondo, M., Radziejewski, M., Santos, J., Schlyter, P., Schwarb, M., Stjernquist, I., Ulbrich, U. ۲۰۰۷. Modelling the impact of climate extremes: an overview of the MICE project. *Climatic Change*, ۸۱: ۱٦۳–۱۷۷

Johnson, D. H. and S.M. Daniels. ۲۰۰٦. Rainfall in relation to the jet stream. Journal *of the Royal meteorological*, ۸۰ (**۳٤٤**):۲۱۲-۲۱۷.

Kidston, J.A.S., D.W.J.Taschetto, M.H. Thompson, and M. England. ۲۰۱۱. The influence of southern hemisphere sea icr extent on the latitude of the midlattiude jet stream. *Journal of Geophisical research letters*, **۳۸**: ۱-۵.

Leroux, S., M. Nicholas, J. Hall. ۲۰۰۹. on the Relationship between African Easterly Waves and the African Easterly Jet. *Journal of Climate*, **٤**: ۱٤-۲۸.

Lee, Y. C., Y. Xun, W. Mark. ۲۰۱۰. Transport of dusts from East Asian and non-East Asian sources to Hong Kong during dust storm related events ۱۹۹٦-۲۰۰۷. *Atmospheric Environment* **٤٤**: ۳۷۲۸-۳۷۳۸.

Luo, x. and Y. Zhang. ۲۰۱۵. The Linkage between Upper-Level Jet Streams over East Asia and East Asian Winter Monsoon Variability. *Journal of Climate*, **۲۸**: ۹۰۱۳-۹۰۲۸.

Li, C. and J. J. Wettstein. ۲۰۱۲. Thermally driven and eddy-driven jet variability in reanalysis. *J. Climate*, **۲۵**:۱۵۸۷–۱۵۹٦. **DOI**۱۰,۱۱۷۵/JCLI-D-۱۱-۰۰۱٤۵,۱

Lu, R. Y. ۲۰۰٤. Associations among the components of the East Asian summer monsoon systems in the meridional direction. *J. Meteor. Soc. Japan*, ۸۲:۱۵۵–۱٦۵. **DOI** ۱۰,۲۱۵۱/jmsj.۸۲,۱۵۵.

Prezerakos, N.G. ۲۰۰٦. The role of the interaction between polar and subtropical jet in a case of depression rejuvenation over the eastern mediteranean. *meteorol atmos phys*, **۹۲**: ۱۳۹-۱۵۱.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.12]

Sergei, R. and A. Raymond. ۲۰۰۱. A New Look at the Pacific/North American Index. *Geophysical Reserch Letters*, ۲۸(۸):۱۵۱۹-۱۵۲۲.
Reiter, E.R. and L.F. Whitney.۱۹۶۹. Interaction between subtropical and polar - Front jet stream. *Journal of Monthly weather review*, ۹۷(۶): ۴۳۲-۴۳۸.
Strong. C. and R.E. Davis. ۲۰۰۷. Variability in the Position and Strength of Winter Jet Stream Cores Related to Northern Hemisphere Teleconnections. *Journal of Climate*, ۲۱: ۵۸۴-۵۹۲.
Seager. R, N., W. A. Harnik, Y. Robinson, M. Kushner, H. P. Ting, J. Huang. ۲۰۰۵. Mechanisms of ENSO-forcing of Hemispherically Symmetric Precipitation Variability. *Q. J. R. Meteorol. Soc*, ۱۳۱: ۱۵۰۱–۱۵۲۷
Thompson, D. W. J. and J. M. Wallace. ۲۰۰۰. Annular modes in the extratropical circulation. Part I: Month-to-month variability. *J. Climate*, ۱۳:۱۰۰۰–۱۰۱۶. **DOI** ۱۰,۱۱۷۵/۱۵۲۰-۰۴۴۲(۲۰۰۰)۰۱۳.
Xie, Z., Y. Du, and S. Yang. ۲۰۱۵. Zonal Extension and Retraction of the Subtropical Westerly Jet Stream and Evolution of Precipitation over East Asia and the Western Pacific. *Journal of Climate*, ۲۸: ۶۷۸۳- ۶۷۹۸.
Yu, R. C. and T. J. Zhou. ۲۰۰۴. Impacts of winter-NAO on March cooling trends over subtropical Eurasia continent in the recent half century. *Geophys. Res. Lett*, ۳۱: L۱۲۲۰۴. **DOI**۱۰,۱۰۲۹/۲۰۰۴GL۰۱۹۸۱۴.
Zhang, Y. C. and D. Q. Huang. ۲۰۱۱. Has the East Asian westerly jet experienced a poleward displacement in recent decades. *Adv. Atmos. Sci*, ۲۸:۱۲۵۹–۱۲۶۵. **DOI**۱۰,۱۰۰۷/ s۰۰۳۷۶-۰۱۱-۹۱۸۵-۹.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.12]

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.12]