نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال نهم، شماره ۱، بهار۱۴۰۱

صفحات ۱۵۱ – ۱۶۸

مشخصه های جغرافیایی–همدیدی واچرخند عربستان در تراز ۸۵۰ hPa در روزهای بارش سنگین دوره سرد سال برروی ایران

مصطفی کریمی؛[1] استادیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، ایران.

فهیمه نوروزی؛ دانش آموخته کارشناسی ارشد آب‌وهواشناسی سینوپتیک، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران. تهران، ایران.

مهناز جعفری؛ دانش آموخته دکتری آب‌وهواشناسی سینوپتیک، گروه جغرافیایی طبیعی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

فرامرز خوش اخلاق؛ دانشیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، ایران.

علی اکبر شمسی پور؛ دانشیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، ایران.

دریافت مقاله :۱۴۰۰/۱۰/۰۱ پذیرش نهایی:۱۴۰۱/۰۲/۰۶

چکیده

واچرخند عربستان از جمله مهم‌ترین ارکان گردش جو منطقه جنوب‌غرب آسیا و موثر بر بارش ایران است. در این تحقیق، ویژگی‌های جغرافیایی (موقعیت) و همدید آن (شدت، شکل و ارتباط با دیگر سامانه‌ها) در ارتباط با بارش‌های سنگین دوره سرد و بارشی ایران (اکتبر تا مارس) بررسی شد. به‌این منظور از داده‌های تحلیل مجدد ERA interim تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال (۲۰۱۰-۱۹۸۱) استفاده گردید. ابتدا بارش‌های سنگین (بیش از ۳۰ میلیمتر) استخراج، سپس ویژگی‌های واچرخند (ذکر شده در بالا) در روزهای بارشی مشخص شد. نتایج نشان داد که موقعیت استقرار مراکز واچرخند عربستان در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال پراکنده بوده و محدوده طول‌جغرافیایی۵۰ تا ۷۴ درجه شرقی را دربرگرفته است. بیشترین فراوانی تمرکز مراکز واچرخند در دو محدوده ساحل جنوب‌شرق شبه‌جزیره عربستان و دریای عرب مشاهده شد. شکل گسترش (جهت) مراکز واچرخندی بیشتر شرقی-غربی (۱۰ مرکز) بوده است. این الگوی استقرار و گسترش واچرخند، مناسب‌ترین شرایط برای بارش به‌ترتیب در جنوب‌غرب و غرب بوده است. گسترش شرقی-غربی واچرخند و استقرار بر روی دریای عرب و جنوب‌شرق شبه‌جزیره عربستان و اندرکنش آن با سامانه‌های چرخندی بادهای غربی که بیشتر برروی عراق دیده می‌شوند، باعث افزایش عمق ناوه و ایجاد شیو شدید فشاری به سمت شمال و در ادامه ناپایداری‌های مناسب برروی ایران می‌شود. مشخص گردید که علاوه بر شدت واچرخند، موقعیت قرارگیری و گستره فعالیت آن و وجود سیستم کم‌فشار در منطقه می‌تواند به عنوان عوامل تاثیرگذار در میزان بارش دریافتی ایران باشد. هر زمان که واچرخند عربستان با زبانه‌های پرفشارسیبری و تبت تلفیق شده، گستره و شدت بارش‌ها در ایران افزایش یافته است.

واژه های کلیدی: بارش شدید، واچرخند عربستان، پرفشار جنب‌حاره، سامانه‌های همدید، جنوب‌غرب آسیا.

[1] . نویسنده مسئول: Email: mostafakarimi.a@ut.ac.ir

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.9.5]

مقدمه

عنصر بارش و تغییرات آن یکی از مهم‌ترین شاخص‌های تعیین‌کننده آب و هوای نواحی جغرافیایی است. این عنصر در کشور ایران که در ناحیه خشک و نیمه‌خشک جهان قرار دارد، بارزتر از سایر عناصر اقلیمی است (کاویانی و همکاران، ۱۳۸۶) که تاثیر بسزایی در زندگی و حیات تمامی موجودات بویژه انسان‌ها دارد. نحوه پراکنش زمانی و مکانی بارندگی در ایران، متاثر از پراکنش سامانه گردش جوی است که کمترین تغییر در الگوی آن، ناهنجاری های شدید آب و هوایی را به دنبال دارد. بنابراین ویژگی‌های آب و هوایی ایران از جمله بارش تنها به شرایط محلی بستگی ندارد، بلکه عوامل دیگر تحت عنوان عوامل بیرونی (منطقه‌ای و سیاره‌ای) که همان گردش جو می‌باشند بر تغییرپذیری بارش آن موثر است. به طوری که دوره بارشی در هر منطقه‌ای به اقلیم آن منطقه و موقعیت جغرافیایی آن منطقه نسبت به گردش عمومی جو وابسته است (لشکری و همکاران، ۱۳۹۵). جابجایی در آرایش سامانه‌های اقلیمی بویژه مراکز فشار و ارتفاعی، سبب تغییر در بارش شده و الگوهای بارشی مناطق را ایجاد می‌کند. بنابراین وقوع و یا عدم وقوع پدیده‌های جوی و به طور کلی تفاوت‌های اقلیمی در یک مکان در ارتباط مستقیم با نحوه استقرار مراکز پرفشار و کم فشار است (مفیدی و زرین، ۱۳۸۵). با این توجیه که شدت و ضعف سامانه‌های فشار و الگوهای گردشی جوی بر چگونگی و تبیین شرایط و عناصر اقلیمی یک قلمرو جغرافیایی نقشی اساسی ایفا می‌کنند (حلبیان و شبانکاری، ۱۳۹۳)، لذا توجه به نقش الگوهای گردشی جوی و سامانه‌های فشار در مقیاس همدید برای تغییرپذیری اقلیم و عناصر آن لازم و ضروری است. از این رو در زمینه تاثیر مراکز فشار در اقلیم مناطق مختلف ایران، پژوهش‌های متعددی توسط محققین انجام پذیرفته است. تمرکز مطالعات بیشتر متاثر از نحوه استقرار، موقعیت و جابجایی مکانی مراکز فشار است و اغلب به طور خاص به یک منطقه جغرافیایی پرداخته شده است.

تعدادی از محققین رفتار زمانی-مکانی پرفشارهای جنب‌حاره (گل محمدیان، ۱۳۹۳؛ سلیقه و صادقی نیا، ۱۳۸۸؛ Zarrin et al., ۲۰۱۰) خاصه واچرخند عربستان (خوش اخلاق و همکاران، ۱۳۹۱؛ لشکری و محمدی، ۱۳۹۴؛ کریمی و همکاران، ۱۳۹۵؛ لشکری و همکاران، ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶؛ محمدی و لشکری، ۱۳۹۷؛ کریمی و همکاران، ۱۳۹۸؛ Lashkari and Mohammadi, ۲۰۱۸; Lashkari and Jafari, ۲۰۲۱) را بویژه در مناطق جنوبی ایران مورد بررسی قرار داده‌اند. بخشی از نتایج بر روی نقش کم فشار سودان در بارش‌های ایران متمرکز بوده است (لشکری، ۱۳۸۲؛ محمدی و همکاران، ۱۳۹۱؛ موقری و خسروی، ۱۳۹۳؛ جعفری و لشکری، ۱۴۰۰). برخی پرفشار سیبری و موقعیت و جابجایی آن را مورد ارزیابی و بررسی قرار داده و تاثیر این پرفشار در بارش و دمای ایران خاصه نیمه شمالی و شرقی را تحلیل نموده‌اند (شبانکاری و حلبیان، ۱۳۹۲؛ لشکری و یار مرادی، ۱۳۹۳؛ یوسفی و عزیزی، ۱۳۸۴؛ Ghanghermeh et al., ۲۰۱۵). در سطح جهان نیز این مسئله مورد توجه تعدادی از محققین بوده است و تغییرات زمانی و مکانی مراکز ارتفاعی تاثیرگذار در اقلیم منطقه خود را شناسایی و مطالعه نموده‌اند (Iqbal et al., ۲۰۱۲; Chang and Lu, ۲۰۱۲; Rashid et al., ۲۰۱۲; Wu and Wang, ۲۰۰۲; Davis et al., ۱۹۹۷; Santos et al., ۲۰۰۵).

وجود سامانه‌های فشاری مذکوور به‌همراه شرایط خاص آنها باعث ریزش بارش‌های سنگین و وقوع سیل در ایران می‌گردد. وجود شرایط مساعد دینامیکی و ترمودینامیکی ترازهای زیرین و میانی وردسپهر همانند همگرایی زیرین و واگرایی بالایی، افزایش تاوایی نسبی در شرق ناوه فعال و همچنین افزایش پایداری ایستایی در ترازهای فوقانی (میریان و همکاران، ۱۳۹۹، ۹۵) و جریان‌های تراز بالا یا رودباد جنب‌حاره تراز ۳۰۰ hPa در رخداد بارش‌های سنگین و فراگیر موثر بیان شده است (ذکی‌زاده‌میر و همکاران، ۱۳۹۷: ۳۱). سامانه‌های همدید موثر در رخداد بارش های سنگین ایران

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.9.5]

را بیشتر ترکیب سامانه های سودانی-مدیترانه ای یا همان کم فشار سودانی - ناوه مدیترانه (لشکری و اسفندیاری، ۱۴۰۰: ۱۴۰)،کم فشار مدیترانه ای، پرفشار شمال افریقا و سیبری، جریان های گرم و مرطوب جنوبی جلوی ناوه (شمسی‌پور و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۶۴) الگوی کلان ناوه مدیترانه‌ای به همراه پشته قوی برروی دریای عرب-عمان که شرایط این ناوه محل و شدت بارش را تعیین می نماید (مصطفائی و همکاران، ۱۳۹۴: ۷۴-۷۵) دانسته‌اند. در رخداد بارش‌های سنگین یا ابرسنگین خاص، علاوه بر شرایط مذکور فعالیت یک سامانه بندالی که ناوه سمت راست یا سردچال آن برروی ایران مستقر باشد (Ghavidel and Jafari, ۲۰۲۰: ۱۵٦۷) باعث ربارش‌های شدید و گاهی چند روزه می‌گردد.

رخداد بارش های سنگین در نواحی خشک و نمیه خشک کشور دور از ذهن نیست و شرایط همدید موثر در این بارش‌ها نیز سامانه ترکیبی سودانی-مدیترانه‌ای بوده (احمدی و جعفری، ۱۳۹۷: ۹۹) و نیز در بارش های سنگین ساحل شمالی خلیج فارس علاوه بر نقش کم فشار مدیترانه‌ای، جریان های واچرخندی پرفشار عربستان در بستر همگرایی از سودان تا ایران (بلیانی و سلیقه ۱۳۹۵: ۹۶) و همچنین علاوه بر کم فشار میدترانه ای و ناوه مستقر بر سوریه، سردچال، و سامانه‌های سودانی را عامل ریزش بارش‌های آن ناحیه دانسته‌اند (احمدی و علیجانی، ۱۳۹۳: ۲۷۵).

نقش کم‌فشار و ناوه مدیترانه در بارش غرب آسیا فقط محدود به ایران نبوده و سامانه همدید موثر در رخداد بارش این منطقه است، به طوری‌که بیش از نیمی از بارش دوره نوامبر-آوریل در شبه جزیره عربستان نیز از فعالیت این سامانه ناشی می‌شود (Almazroui et all., ۲۰۱٦: ۳۰۲۹).

گرچه رخداد بارش به‌ویژه در منطقه جنب‌حاره با پدیده‌های همدید کم‌فشار و چرخند همراه است ولی توجه به نقش واچرخندها در رخداد بارش یکی از نکات کلیدی سازوکار بارش در این نواحی است. همانطور که براتی و همکاران استقرار یک واچرخند ثانویه برروی ارتفاعات زاگرس در رخداد موج های بارشی سنگین غرب ایران را برای ایجاد مانع در حرکت به سمت شرق سامانه بارشی و تشدید ریزش بارش شناسایی کرده‌اند (براتی و همکاران، ۱۳۹۱: ۹۴).

مراکز واچرخندی از جمله واچرخند عربستان در ترازهای میانی و زیرین جو یکی از مؤلفه‌های گردش جوی موثر بر الگوهای بارشی نه تنها ایران (درخشان، ۱۳۸۷) بلکه جنوب‌غرب آسیا است. این واچرخند که یکی از سلول‌های پرفشار جنب‌حاره‌ای است، بر روی دریای عرب و جنوب شبه‌جزیرهٔ عربستان تشکیل می‌شود و یکی از عوامل موثر در وقوع بارش‌های زمستانه ایران (لشکری،۱۳۸۲؛ جهان بخشی، ۱۳۸۷) و عامل انتقال‌دهنده رطوبت تروپوسفری، از آب‌های جنوبی به سامانه چرخندی فعال بر روی ایران می‌باشد (کریمی، ۱۳۸۶؛ Raziei et al., ۲۰۱۲) که به پیروی از حرکت ظاهری خورشید، به عرض‌های بالا و پایین جابه‌جا می‌شود. محور قرارگیری آن بیشتر شرقی و غربی بوده (جهان بخشی، ۱۳۸۷؛ سلیقه و صادقی‌نیا، ۱۳۸۸) و در طول دوره سرد در محدودهٔ بین دریای سرخ، اقیانوس هند و دریای عمان در امتداد طول جغرافیایی در نوسان است. نوسان آن در امتداد عرض جغرافیایی منطقه‌ای از شاخ آفریقا تا خلیج‌فارس را شامل می‌شود (کیانی پور، ۱۳۷۹). واچرخند عربستان تاثیر مهمی بر امکان تقویت سامانه‌های جنوبی دارد و نه تنها سبب خشکی و پایداری در دوره سرد سال نیست، بلکه در صورت حرکت شرق سوی این واچرخند، زمینه بسیار خوبی برای فرارفت رطوبت به درون سامانه‌های ورودی به ایران فراهم می‌کند (کریمی، ۱۳۸۶).

همانطور که روند کلی بارش در اکثر مناطق کشور کاهشی برآرد گردید اما در بعضی نواحی روند خاصی دیده نشده و یا افزایشی نیز بوده‌اند. روند بارش‌های سنگین نیز از این قاعده مستثنی نبوده، گرچه بررسی‌های حاکی از افزایش رخداد بارش های سنگین در سال‌های اخیر است، ولی این روند تحت شرایط تغییرات اقلیمی در ایران بسته به شرایط اقلیمی و جغرافیایی متفاوت است و در مناطقی کاهشی و در دیگر نواحی با افزایش رخداد بارش سنگین روبرو خواهیم بود

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.9.5]

(Alizadeh and Najafi, ۲۱۰۸: ۲٤۹). همچنین حجازی زاده و همکاران (۱۳۹۹) بیان داشته‌اند روند روزهای همراه با بارش سنگین در بیش از ۹۳ درصد مساحت ایران بدون روند و در ۷ درصد باقی مانده کاهشی بوده است (حجازی زاده و همکاران، ۱۳۹۹: ۱۳۵). اما محمدی (۱۳۹۲) از افزایش ۰.۵ میلیمتری در آستانه بارش های سنگین ایران به ازای هر سال گفته است. به هرحال رخداد بارش‌های سنگین یکی از ویژگی های اقلیمی ایران و مطالعه عوامل همدید منجر به رخداد آن لازم است (محمدی، ۱۳۹۲: ۱۶۳).

برای مطالعه سامانه‌های فشاری بخصوص واچرخندی علاوه بر موقعیت جغرافیایی می‌توان بر ویژگی‌هایی همانند: شدت و قدرت، شکل و ساختار و ارتباط با دیگر سامانه‌های گردش جو مجاور نیز تاکید داشت. با توجه به نتایج تحقیقات گذشته و اخیر در خصوص نقش واچرخند عربستان در بارش‌های ایران که بیشتر متمرکز بر جنوب، جنوب‌غرب بوده است، تحلیل نقش و الگوی رفتاری ویژگی‌های گفته شده در بالا برای این واچرخند در زمان رخداد بارش‌های ایران، بخصوص بارش‌های سنگین می‌تواند حائز اهمیت باشد. همانطور که بیان شد تمرکز بسیاری از مطالعات بویژه آن‌هایی که در طی سال‌های اخیر در رابطه با واچرخند عربستان انجام شده است در زمینه تاثیر ارتباط جابجایی مکانی و استقرار این سامانه در بارش بوده است و توجه به سایر شرایط و حالات همچون شدت و یا پهنه گسترش آن کمتر مشاهده می‌شود. لذا در این تحقیق تلاش بر این است که ارتباط بین موقعیت جغرافیایی، شدت، شکل واچرخند مذکور وهمچنین ارتباط با دیگر سامانه‌های فشاری فعال در زمان بارش‌های سنگین با الگوهای زمانی-مکانی بارش ایران شناسایی شود. به طورخاص این تحقیق سعی دارد به این سوالات پاسخ دهد که: ۱) موقعیت ۲) شدت ۳) نوع ساختار شکلی و ۴) تلفیق یا ارتباط آن با دیگر سامانه‌های فشاری، واچرخند عربستان، چگونه با بارش‌های ایران ارتباط دارد یا موثر است؟

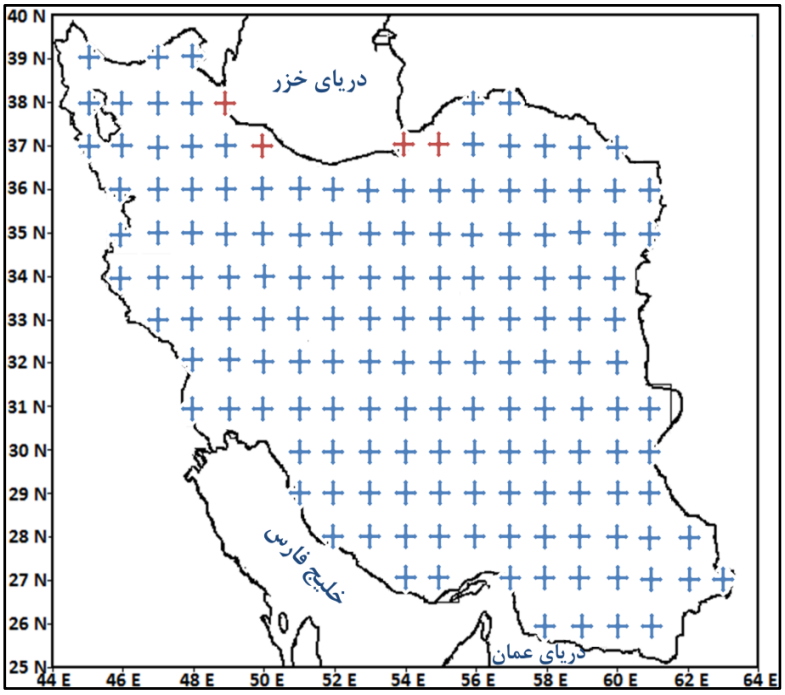
داده‌ها و روش کار

هدف این مطالعه بررسی ارتباط بین تغییرات همدیدی واچرخند عربستان در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال و بارش سنگین ایران در فصل سرد سال است. زیرا با توجه به ویژگی‌های فشاری محدوده فعالیت واچرخند عربستان، این واچرخند در دوره سرد سال (اکتبر تا مارس) بر روی محدوده مورد مطالعه استقرار می‌یابد. برای دستیابی به این هدف، از داده‌های بارش دوباره واکاوی شده‌ی ERA interim پایگاه داده کاوی جوی مرکز پیش بینی‌های میان مدت اروپا (ECMWF) با تفکیک مکانی۱×۱ درجه قوسی و داده‌های ارتفاع ژئوپتانسیل و مولفه مداری و نصف النهاری باد پایگاه ملی پیش بینی‌های محیطی و پژوهش‌های جوی ایالات متحده امریکا (NCEP/NCAR) با تفکیک مکانی ۲/۵×۲/۵ درجه قوسی استفاده شده است. داده‌ها به مدت ۳۰ سال و در دوره آماری ۲۰۱۰-۱۹۸۱ تهیه شده است. از داده‌های بارش و ارتفاع ژئوپتانسیل به ترتیب برای استخراج روزهای بارشی و ارزیابی تغییرات همدیدی واچرخند عربستان بهره گرفته شده است. شناسایی ارتباط میان نقش واچرخند عربستان در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال و بارش ایران در ارتباط با روزهای بارشی مختلف با در نظرگرفتن این معیار که واچرخند عربستان در آن روزها دارای مرکز بسته در محدوده مورد مطالعه باشد، انجام پذیرفت. بنابراین در گام نخست، روزهای بارشی بیش از ۳۰ میلیمتر استخراج شدند. نحوه استخراج مقادیر بارش از طریق نقاط شبکه و یا یاخته‌های ۱×۱ درجه طول و عرض جغرافیایی موجود بر روی ایران است. به گونه‌ای که پهنه کشور به ۱۵۳ شبکه ۱×۱ درجه طول و عرض جغرافیایی به استثنای ۴ شبکه مربوط به ناحیه خزری بعلت عدم هم‌خوانی زمانی و سازوکارهای رخداد بارش این ناحیه نسبت به دیگر مناطق ایران تقسیم شد (شکل ۱). با توجه به

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.9.5]

اینکه در بعضی از روزها تعداد نقاط بارشی اندک بود، معیار ۵ درصد مساحت (۸ نقطه) برای گزینش روزهای بارشی انتخاب شد. در نهایت ۵۵ روز با بارش سنگین در دوره مطالعاتی استخراج گردید. از مجموع ۵۵ روز همراه با بارش سنگین، ۲۳ روز واچرخند عربستان به صورت سلول بسته و ۳۲ روز زبانه‌های پرفشار تبت و سیبری بر روی محدوده مورد مطالعه مشاهده شد. لذا ۲۳ سامانه بارشی سنگین مورد مطالعه قرار گرفت.

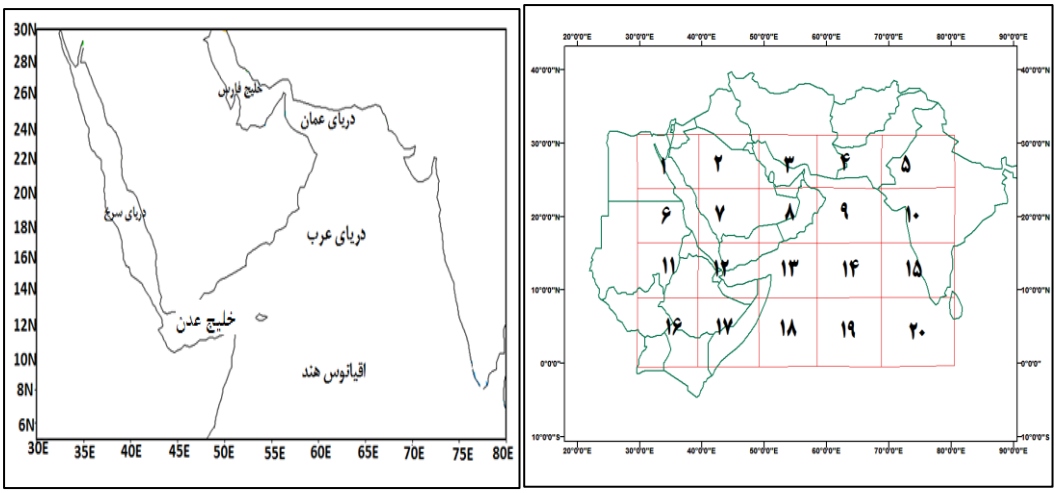


شکل ۱. پوشش ۱۵۳ شبکه در سطح کشور با حذف شبکه های منطقه خزری.

پس از استخراج روزهای بارشی سنگین (بیش از ۳۰ میلیمتر) به منظور بررسی الگوهای گردشی واچرخند عربستان مرتبط با این بارش‌ها، شاخص‌های دوازده‌گانه مربوط به واچرخند عربستان (موقعیت (طول و عرض جغرافیایی)، شدت، گستره، جهت گسترش مرکز واچرخند، ارتباط با سامانه کم فشاری فعال بر روی ایران، پرفشار سیبری، تبت، آفریقا و الگوی جریان باد در جنوب، غرب و شمال واچرخند و همچنین تمرکز مکانی بارش بر روی ایران) در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال، با بینشی مبتنی بر تفسیر چشمی استخراج گردید. برای شناسایی و استخراج شاخص‌های فوق نقشه‌های روزانه ژئوپتانسیل و مولفه مداری و نصف‌النهاری باد در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال ترسیم شد. در ادامه موقعیت جغرافیایی همراه با فشار مرکزی واچرخند عربستان با تعریف معیار حداکثری ارتفاع ژئوپتانسیل برای بارش‌های بیش از ۳۰ میلیمتر استخراج و ثبت شد. به عبارتی مرکز واچرخند نقطه‌ای شبکه‌ای در نظر گرفته شد که بیشترین ارتفاع ژئوپتانسیل را در مقایسه با سایر شبکه‌های مجاور دارا باشد.

با توجه به موقعیت متوسط واچرخند عربستان، چارچوب مناسب به طوری که محدوده واچرخند را به شکل متناسب پوشش دهد ۳۰ تا ۸۰ درجه شرقی و ۵ تا ۳۰ درجه شمالی در نظر گرفته شد (شکل ۲). بنابراین ۱۱ یاخته عرضی و ۲۱ یاخته طولی و در مجموع ۲۳۱ یاخته در این محدوده ایجاد شد. فراوانی هر شاخص به شکل جدول و نمودار ارائه شده است. در نهایت به منظور دریافت بینش دقیق‌تر و تحلیل همدید از موقعیت واچرخند، برای هر شاخص با توجه به بیشینه فراوانی آن، نقشه‌های همدیدی میانگین روزانه ارتفاع ژئوپتانسیل و میانگین روزانه بارش به عنوان نمونه ترسیم و تحلیل شد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.9.5]



شکل۲. محدوده مطالعاتی جهت شناسایی الگوی استقرار واچرخند عربستان و زیر محدوده های تعریف شده در این محدوده برای نمایش موقعیت استقرار آن

شرح و تفسیر نتایج

- **ارتباط الگوهای گردشی واچرخند عربستان با بارش‌های سنگین (بیش از ۳۰ میلیمتر)**

جهت بررسی الگوهای گردشی واچرخند عربستان در روزهای دارای بارش سنگین، شاخص‌های دوازده‌گانه (موقعیت، طول و عرض جغرافیایی)، شدت، شکل، گستره، ارتباط با سامانه سیبری، تبت، آفریقا و کم فشار فعال بر روی ایران، جریان باد در جنوب، غرب و شمال واچرخند) برای تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال و تمرکز مکانی بارش برروی ایران مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۱). از مجموع ۵۵ روز بارشی بیش از ۳۰ میلیمتر، ۲۳ روز واچرخند عربستان دارای مرکز بسته (۱۲ روز به شکل بیضی و ۱۱ روز فاقد شکل خاص) و ۳۲ روز فاقد مرکز بسته و به صورت ادغام‌شده با زبانه های سیبری و تبت مشاهده شد. در این بخش ویژگی‌های مستخرج دوازده‌گانه مربوط به روزهایی که واچرخند بر روی منطقه مطالعاتی استقرار یافته، مورد تفسیر قرار گرفته است.

جدول ۱. مشخصات مراکز واچرخند عربستان در سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال، ۱ (تاریخ)، ۲ و ۳ (طول و عرض جغرافیایی مرکز واچرخند)، ۴ (ارتفاع مرکز واچرخند (شدت) به (GpM)، ۵ (ساختار شکلی)، ۶ (جهت کشیدگی واچرخند)، ۷ (گستره)، ۸ (ارتباط با سامانه های کم فشار)، ۹ (ارتباط با سامانه های پرفشار)، ۱۰ (الگوی جریان به ترتیب در شمال، غرب و جنوب)، ۱۱ (گستره بارش برروی ایران) و ۱۲ (مکان تمرکز بارش در ایران).

۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
۱۹۹۳/۲/۴	۲۲.۵	۷۰	۱۵۸۰	بیضی	NW، SE	دریای عرب-پاکستان-هند		تبت	E، S، S	E، S، C، NE	S
۱۹۹۸/۳/۲۹	۲۰	۵۵	۱۵۴۰	بیضی	N، S	دریای عرب-عربستان			SE، S،SW، W	NW، W، SW	SW
۲۰۰۶/۲/۹	۲۵	۶۲.۵	۱۵۷۰	بیضی	NE، SW	دریای عرب-جنوب عربستان-جنوب و جنوب شرق ایران-پاکستان-هند	۱۴۴۰	تبت	E، S، SW	SW	SW
۱۹۹۹/۱/۹	۲۲.۵	۵۷.۵	۱۵۲۰	بیضی	N، S	دریای عرب		سیبری	E، S، SW	W، SW	SW
۱۹۸۶/۳/۷	۱۷.۵	۶۲.۵	۱۵۳۰	بیضی	NW، SE	دریای عرب			E، S، SW	SW، S	SW
۱۹۹۷/۱/۱۵	۲۲.۵	۶۲.۵	۱۵۳۰	بیضی	NE، SW	دریای عرب-جنوب عربستان-جنوب و جنوب شرق ایران-پاکستان-هند			E، S، SW	NW، W، SW	SW
۱۹۹۹/۳/۱	۲۵	۶۵	۱۵۴۰	بیضی	E، W	دریای عرب-پاکستان-هند			NE،S، SW	SW، C، E	SW

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.9.5]

۱۹۹۷/۱۱/۱۱	۲۲.۵	۵۵	۱۵۴۰	بیضی	S ،N	عربستان-ایران		سیبری	S،NE، S	SW ،W	SW
۱۹۹۱/۲/۲۶	۲۲.۵	۵۵	۱۵۵۰	بیضی	S ،N	دریای عرب-عربستان	۱۴۶۰	سیبری	S ،E، S	W، NW، SW	NW
۱۹۸۴/۳/۲۵	۱۷.۵	۶۰	۱۵۲۰	بیضی	W ،E	دریای عرب			S ،E، SW	SW ،W	W
۱۹۸۴/۱۱/۱۱	۲۲.۵	۵۲.۵	۱۵۴۰	بیضی	W ،E	دریای عرب-جنوب عربستان-جنوب و جنوب شرق ایران-پاکستان-هند			S ،E، SW	SW ،W	W
۱۹۹۶/۳/۲۲	۲۲.۵	۶۲.۵	۱۵۳۰	بیضی	W ،E	دریای عرب-پاکستان-هند		سیبری	E، S،SW،	SW ،W، SE ،S	W
۱۹۸۸/۱/۱۸	۲۰	۷۰	۱۵۴۰		W ،E	دریای عرب-پاکستان-هند		تبت	S ،E، SE	C، NW، E ،S	S
۱۹۸۲/۳/۱۲	۲۲.۵	۶۵	۱۵۴۰		NE، SW	دریای عرب-جنوب عربستان-جنوب و جنوب شرق ایران-پاکستان-هند		تبت	S،NE، SW	S	S
۱۹۹۸/۲/۱۱	۲۲.۵	۷۲.۵	۱۵۶۰		W ،E	دریای عرب-پاکستان-هند		تبت	S ،E، SW	C ،SW	SW
۱۹۹۲/۲/۲۴	۲۵	۷۰	۱۵۶۰		W ،E	دریای عرب-پاکستان-هند	۱۳۷۰	تبت	S ،E، SW	W، NW، SW	SW
۱۹۹۳/۱/۸	۱۷.۵	۵۵	۱۵۲۰		NE، SW	دریای عرب-عربستان	۱۳۹۰		S ،E، SW	SW	SW
۱۹۹۸/۱/۵	۲۲.۵	۵۵	۱۵۵۰		S ،N	دریای عرب-عربستان			E، S،SW،	SW ،W، C	SW
۱۹۸۷/۱۱/۲	۲۵	۵۰	۱۵۴۰		NE، SW	عربستان-ایران		سیبری	NES، SW	W ،NW	NW
۱۹۸۵/۱۲/۱۸	۲۲.۵	۶۵	۱۵۳۰		W ،E	دریای عرب-پاکستان-هند	۱۴۲۰	سیبری	S ،E، SW	SW ،W، NW	W
۱۹۹۴/۳/۱۱	۲۰	۶۵	۱۵۲۰		W ،E	دریای عرب			S ،E، SW	W، NW، S ،SW	W
۱۹۹۳/۱/۷	۲۰	۵۲.۵	۱۵۴۰		NE، SW	دریای عرب-عربستان		سیبری	S ،E، SW	W، NW، C ،SW	SW
۲۰۰۲/۱/۱۱	۲۲.۵	۷۰	۱۵۴۰		W ،E	دریای عرب-پاکستان-هند			E، SE، SW	SW ،W، E ،C ،S	SW

- **شاخص جهت گسترش مراکز واچرخند**

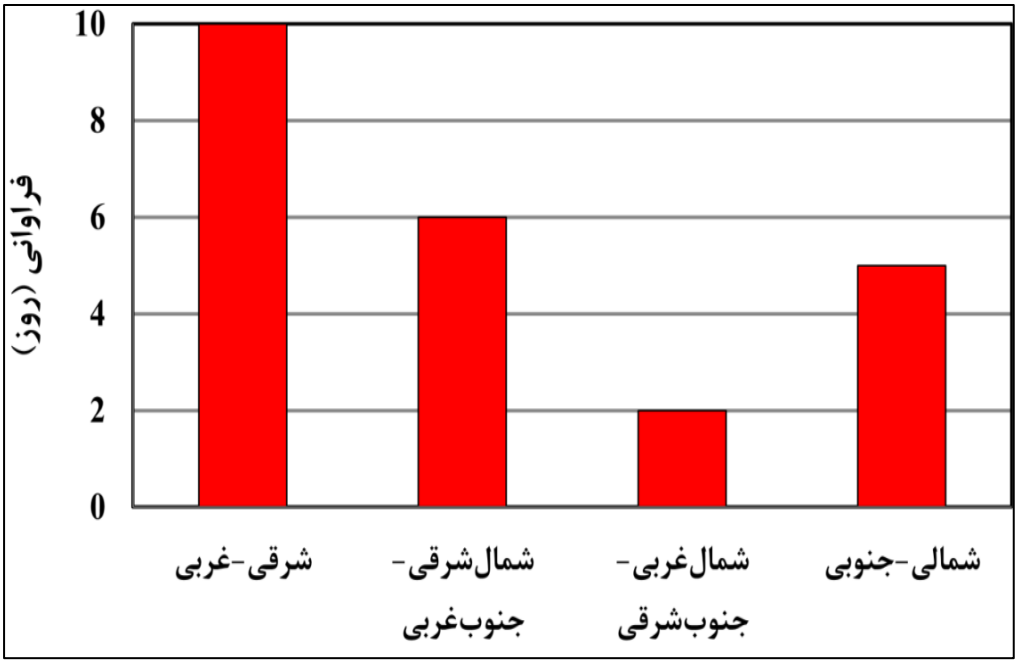
با توجه به شکل ۳ مراکز واچرخندی با جهت‌های شرقی- غربی و سپس شمال شرقی- جنوب‌غربی دارای بیشترین مقدار فراوانی هستند. از مجموع ۲۳ مرکز بسته شده به ترتیب، ۱۰ مرکز دارای جهت شرقی-غربی، ۶ مرکز جهت شمال شرقی-جنوب‌غربی، ۵ مرکز جهت شمالی- جنوبی و ۲ مرکز جهت شمال غربی- جنوب شرقی است.

- **جهت شرقی-غربی**

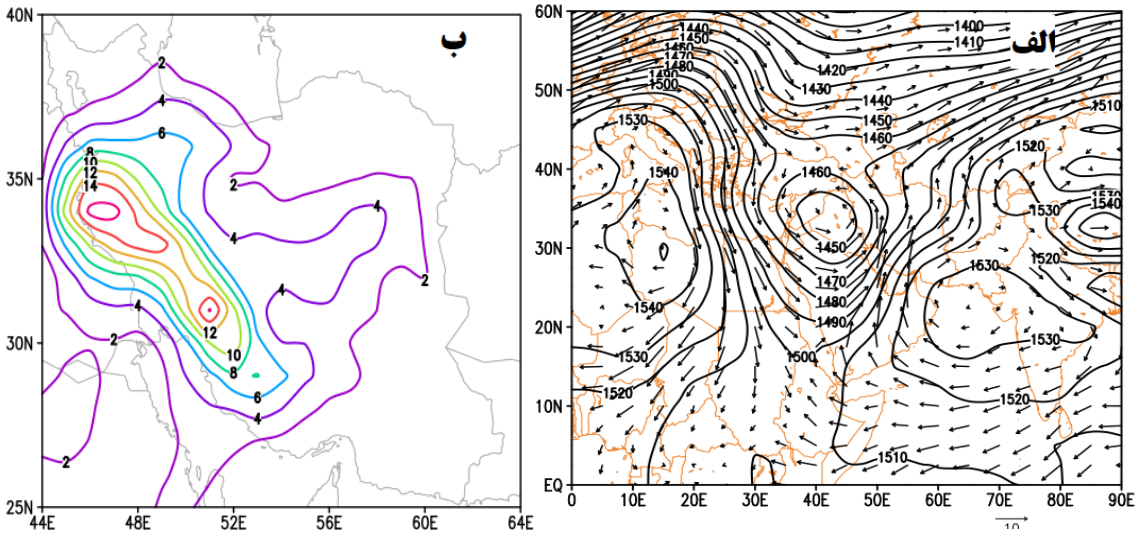
از مجموع ۲۳ مرکز واچرخندی، ۱۰ مرکز به صورت شرقی-غربی در محدوده مطالعاتی گسترش یافته است. شکل ۴ نقشه میانگین روزانه ارتفاع ژئوپتانسیل در روزهایی که واچرخند با جهت شرقی- غربی گسترش یافته است را نمایش می‌دهد. سلول واچرخند با ارتفاع ۱۵۳۰ ژئوپتانسیل‌متر بر روی دریای عرب، جنوب پاکستان و شرق شبه جزیره هند مستقر است. چرخندی نیز با مرکز ۱۴۵۰ ژئوپتانسیل‌متر بر روی عراق وجود دارد. تعامل این دو مرکز ارتفاعی، شیو فشاری شدید بر روی ایران ایجاد نموده است. الگوی گردشی در غرب واچرخند، نصف‌النهاری و در شمال آن جنوب‌غربی است. جریان‌های جنوبی در نیمه غربی و جریان‌های جنوب‌غربی در مرکز ایران در جهت تقویت ناپایداری موثر بوده است (شکل ۴الف). با توجه به الگوی گردشی، پهنه دریافت بارش در غرب و جنوب‌غرب ایران بوده است (شکل ۲ب).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.9.5]



شکل۳. نمودار فراوانی جهت گسترش مراکز واچرخند عربستان در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال.



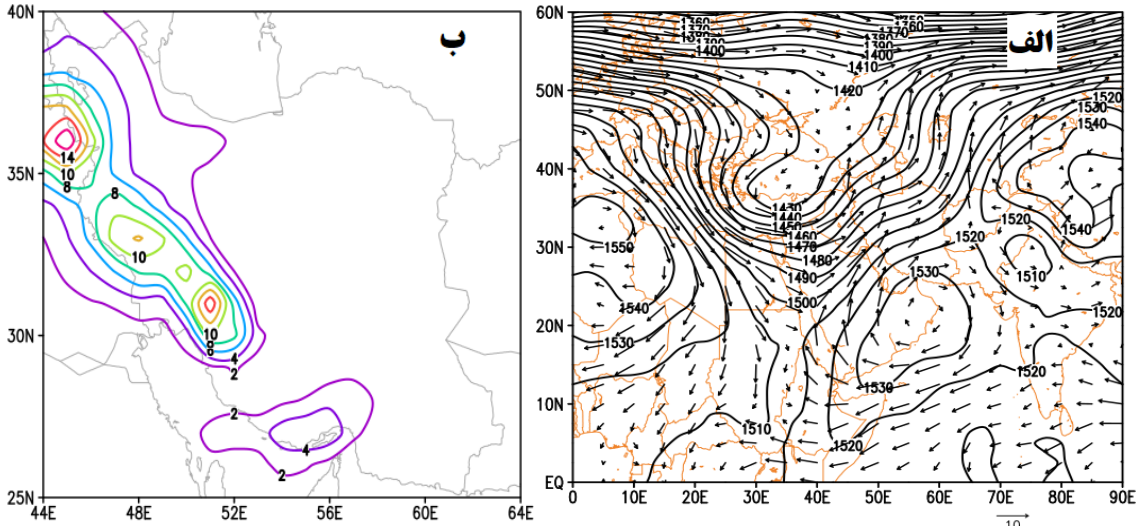
شکل ۴. نقشه میانگین روزانه الف) ارتفاع ژئوپتانسیل و باد در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال و ب) بارش، همزمان با روزهای استقرار واچرخند با جهت شرقی-غربی. (لازم به ذکر است که هردو نقشه میانگین شرایط در روزهای بارشی ۳۰ میلیمتر با جهت شرقی-غربی واچرخند می‌باشد، بنابراین در میانگین‌گیری نقاط بارشی بیش از ۳۰ م.م که در روزهای مختلف در موقعیت‌های متفاوتی بوده‌اند دیگر مشاهده نمی‌شوند).

- **جهت شمال شرقی-جنوب‌غربی**

مراکز واچرخندی در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال و در ۶ روز دارای بارش سنگین به صورت شمال شرقی-جنوب‌غربی گسترش یافته است. مطابق الگوی ژئوپتانسیل تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال (شکل ۵)، همزمان با جابجایی غرب سوی مرکز واچرخند، ناوه ارتفاعی نیز به سمت غرب و شمال متمایل شده است. حرکت جریان سو در مرکز واچرخندی منجر به انتقال رطوبت و گرمای عرض‌های جغرافیایی پایین به یال شرقی ناوه و از این طریق فرارفت به ایران بویژه نیمه غربی آن شده است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.9.5]

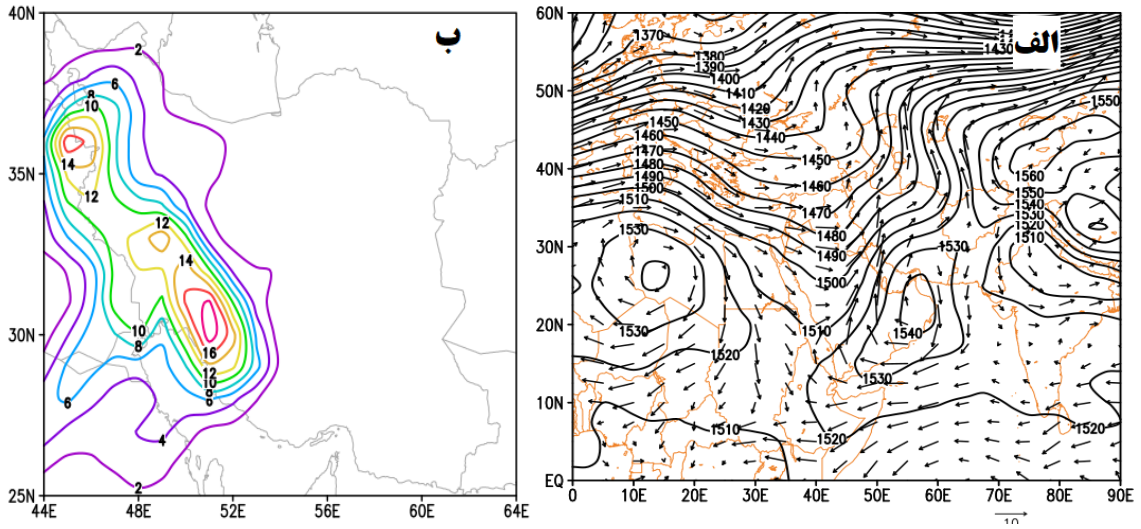
این شرایط سبب تقویت و تشدید ناپایداری در شمال غرب، غرب، جنوب‌غرب و جنوب ایران شده است (شکل ۵الف). تمرکز بارش با بیشینه ۱۴ میلیمتر در روز در جنوب‌غرب ایران است (شکل ۵ب).



شکل ۵. نقشه میانگین روزانه الف) ارتفاع ژئوپتانسیل و باد در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال و ب) بارش، همزمان با روزهای استقرار واچرخند با جهت شمال شرقی-جنوب‌غربی.

- **جهت شمالی- جنوبی**

مطابق الگوی گردشی در شکل ۶، سلول واچرخندی با ارتفاع مرکزی ۱۵۴۰ ژئوپتانسل متر به صورت ادغام شده با زبانه‌های گسترش یافته از پرفشار سیبری با راستای شمالی-جنوبی در جنوب شرق شبه جزیره عربستان مشاهده می‌شود. از سویی دیگر، ناوه‌ای ضعیف بر روی کشور ترکیه تشکیل شده که زبانه‌های آن تا شمال عربستان امتداد یافته است. نیمه غربی ایران در محل واگرایی بالایی و همگرایی در ترازهای پایین جو و رخداد تاوایی مثبت قرار دارد. این شرایط گویای حاکمیت ناپایداری شدید در این مناطق است (شکل ۶الف). بر طبق نقشه بارش، نیمه غربی ایران (شمال غرب تا جنوب‌غرب) دارای بارش است که بیشینه آن مربوط به جنوب‌غرب با مقدار ۱۸ میلیمتر در روز است (شکل ۶ب).

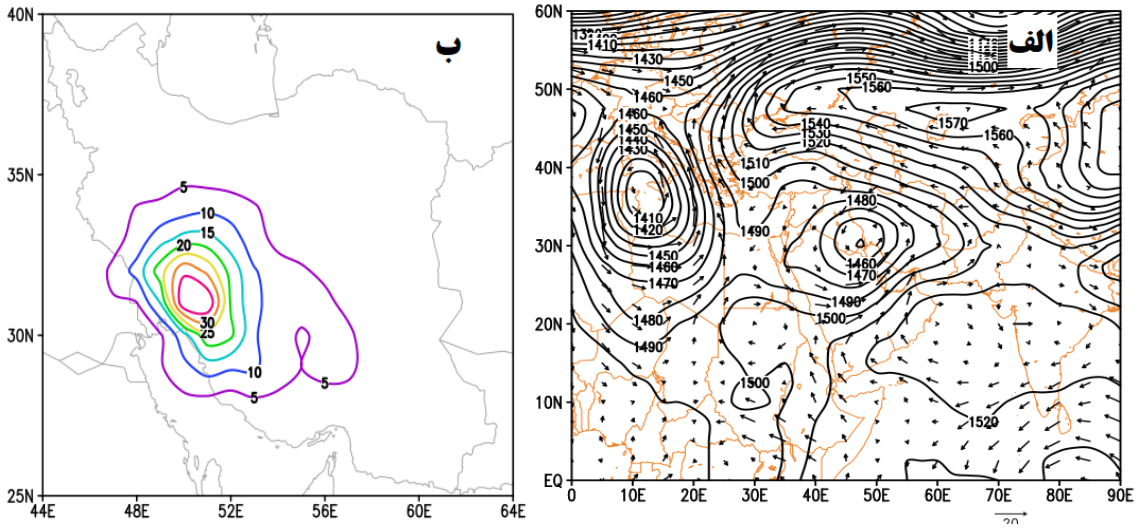


شکل ۶. نقشه میانگین روزانه الف) ارتفاع ژئوپتانسیل و باد در تراز ۸۵۰ و ب) بارش، همزمان با روزهای استقرار واچرخند با جهت شمالی-جنوبی.

- **جهت شمال غربی- جنوب شرقی**

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.9.5]

گسترش شمال غربی- جنوب‌شرقی واچرخند با ارتفاع مرکزی ۱۵۳۰ ژئوپتانسیل متر بر روی دریای عرب سبب الگوی جریان شرقی، جنوبی و جنوب‌غربی به ترتیب در جنوب، غرب و شمال خود شده است. سامانه چرخندی با ارتفاع مرکز ۱۴۷۰ ژئوپتانسیل متر بر روی جنوب‌غرب ایران و عراق استقرار یافته است (شکل ۷الف). با توجه به نقشه بارش، پهنه دریافت بارش محدود به جنوب‌غرب (۳۵ میلیمتر در روز) است که با محل قرارگیری چرخند در این منطقه منطبق است (شکل ۷ب).



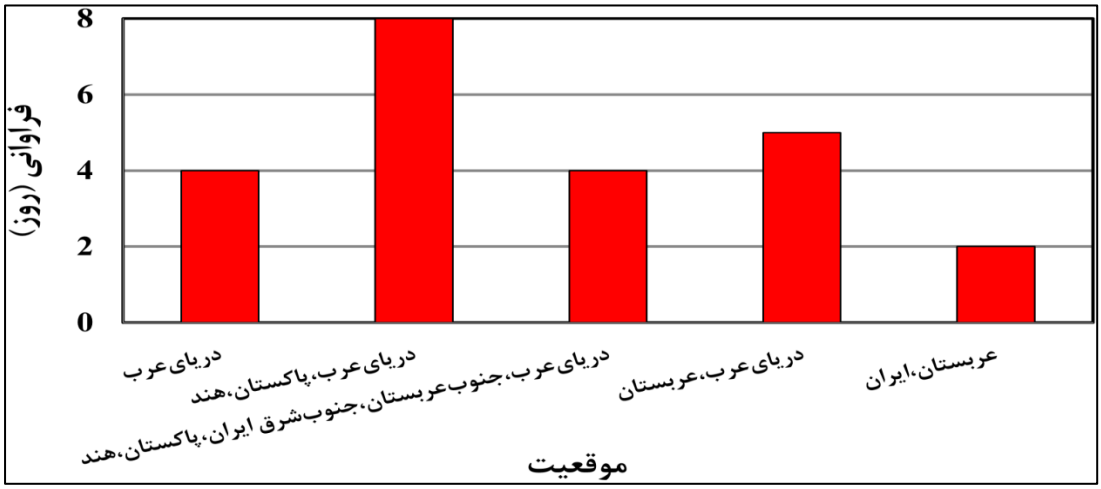
شکل ۷. نقشه میانگین روزانه الف) ارتفاع ژئوپتانسیل و باد در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال و ب) بارش، همزمان با روزهای استقرار واچرخند با جهت شمال غربی-جنوب شرقی.

- **شاخص گستره تحت پوشش مراکز واچرخند**

گستره تحت پوشش مراکز واچرخندی بر اساس حد نهایی گسترش زبانه آن مشخص شده است. میزان گستردگی مراکز، قرارگیری آنها در پهنه‌های خشکی و یا آبی، اثر بسیار مهمی در پراکنش و توزیع مکانی بارش دارند. مکان گزینی مراکز واچرخندی ارتباط نزدیکی با امواج بزرگ مقیاس بادهای غربی، شرایط توپوگرافی و پراکنش آب و خشکی‌ها دارد. بیشینه فراوانی حد گسترش مراکز واچرخند عربستان در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال، در ارتباط با روزهای دارای بارش بیش از ۳۰ میلیمتر، با فراوانی ۸ روز مربوط به محدوده دریای عرب- پاکستان- هند است. پس از آن با فراوانی ۵ روز در محدوده دریای عرب- عربستان مشاهده شد. در هر دو محدوده دریای عرب و به طور مشترک محدوده دریای عرب- جنوب عربستان- جنوب شرق ایران- پاکستان- هند با فراوانی ۴ روز و در محدوده عربستان- ایران با فراوانی ۲ روز است (شکل ۸).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

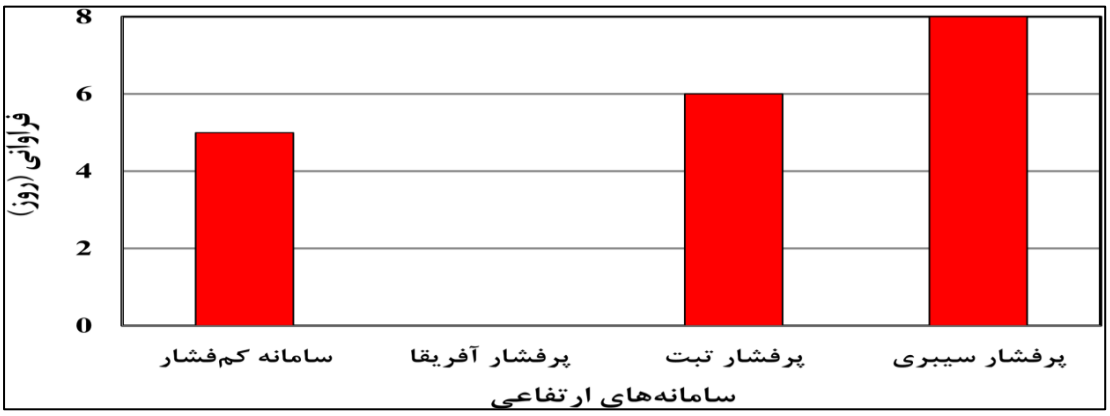
[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.9.5]



شکل ۸. نمودار فراوانی حد گستردگی مراکز واچرخند عربستان در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال.

- **شاخص ارتباط با سایر سامانه‌های جوی**

مراکز واچرخندی بر اساس موقعیت قرارگیری و حد گسترش، می‌توانند به صورت مستقل یا ادغام شده با سایر سامانه‌های جوی، در تعامل باشند. در واقع در برخی روزها، زبانه‌های گسترش یافته از پرفشار تبت و سیبری در دوره سرد سال از جانب شرق و شمال شرق به ایران وارد می‌شوند. گاهی این زبانه‌ها تا دریای عمان گسترش می‌یابد و با زبانه‌های واچرخند عربستان ادغام می‌گردد. بر اساس شکل ۹ واچرخند عربستان در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال، ۸ روز با پرفشار سیبری، ۶ روز با پرفشار تبت ادغام و ۵ روز با سامانه کم فشاری در تعامل قرار گرفته است. این واچرخند ۴ روز به صورت مستقل فعالیت داشته است.

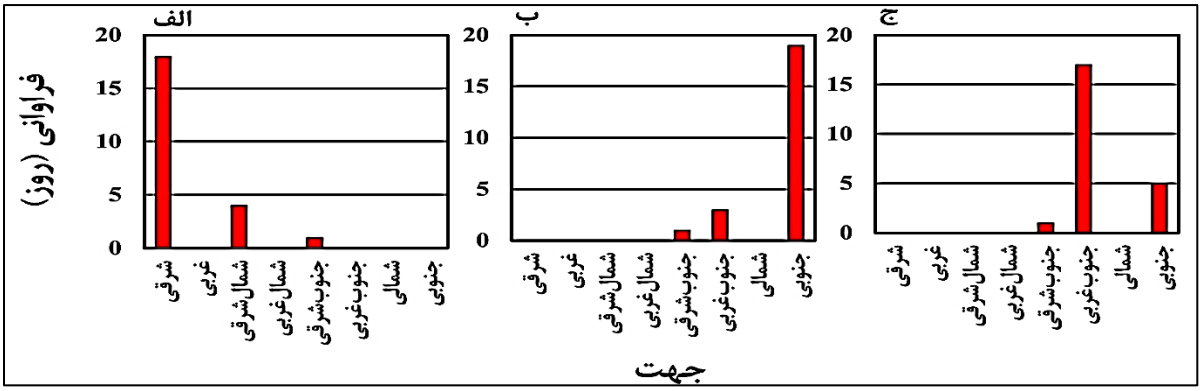


شکل ۹. نمودار فراوانی ارتباط مراکز واچرخند عربستان با سایر سامانه های گردشی در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال.

- **شاخص الگوی جریان باد در جنوب، غرب و شمال واچرخند**

شکل ۱۰ الگوی جریان باد در جنوب، غرب و شمال مراکز واچرخندی در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال را نشان می‌دهد. با توجه به الگوی جریان سوی حاکم بر مراکز واچرخندی، بیشترین فراوانی الگوی جریان در جنوب این مراکز شرقی است. سپس جهت‌های شمال شرقی و جنوب شرقی به ترتیب با فراوانی ۴ و ۱ مورد قرار دارند (شکل ۱۰الف). الگوی گردشی غالب در غرب مراکز واچرخندی با فراوانی ۱۹مورد جهت جنوبی و ۳ مورد جهت جنوب‌غربی است (شکل ۱۰ب). جریان‌های جنوب‌غربی با فراوانی ۱۷ مورد و جنوبی با فراوانی ۵ مورد از جمله جهات غالب در شمال مراکز واچرخندی است که با توجه به نحوه گردش واچرخند در الگوی گردش جو قابل توجیه است (شکل ۱۰ج).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.9.5]



شکل ۱۰. نمودار فراوانی الگوی غالب جریان باد در الف) جنوب، ب) غرب و ج) شمال مراکز واچرخند عربستان در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال.

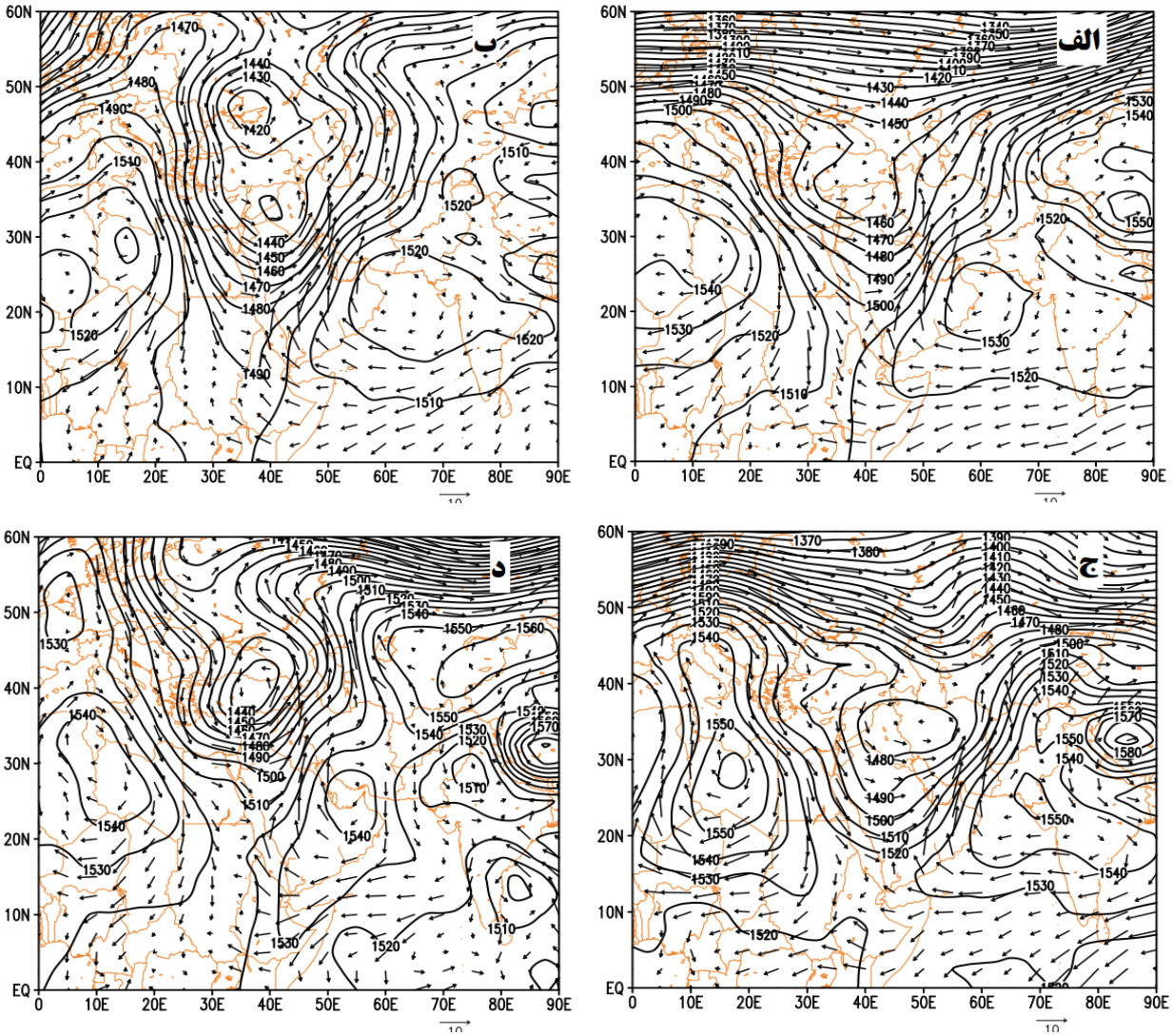
- **ارتباط تمرکز مکانی بارش و موقعیت قرارگیری مراکز واچرخند**

با توجه به موقعیت قرارگیری مراکز واچرخندی و ارتباط آن با سایر سامانه گردشی در جهت تقویت فرایند ناپایداری، پهنه دریافتی بارش گسترده ولیکن تمرکز مکانی بارش در محدوده خاصی از ایران است. شکل ۱۱ نمودار تمرکز مکانی بارش را بر اساس موقعیت قرارگیری واچرخند عربستان در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال در روزهای دارای بارش سنگین نمایش می‌دهد. بیشترین مقدار بارش همزمان با این روزها در محدوده جنوب‌غرب ایران رخ می‌دهد. سپس غرب و جنوب ایران بیشترین مقادیر بارش را دریافت نموده‌اند. شکل ۱۲ نمایانگر الگوی گردشی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال همزمان با تمرکز مکانی بارش درجنوب‌غرب، غرب، جنوب و شمال غرب ایران است.

شکل ۱۱. نمودار فراوانی تمرکز مکانی بارش بر اساس موقعیت قرارگیری مراکز واچرخند عربستان در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.9.5]

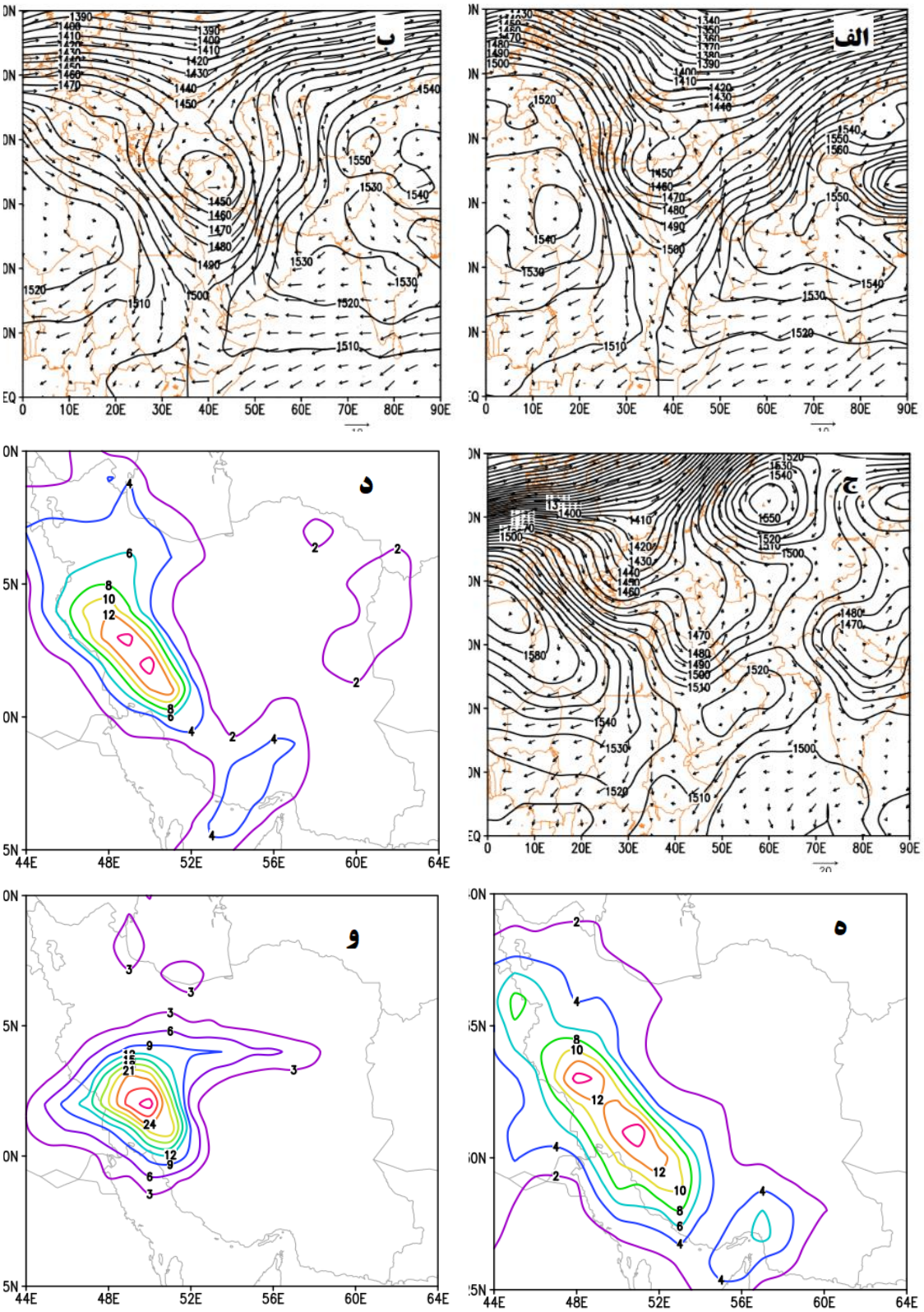


شکل ۱۲. نقشه الگوی گردشی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال همزمان با تمرکز مکانی بارش در الف) جنوب‌غرب، ب) غرب، ج) جنوب و د) شمال غرب ایران.

- **ارتباط تمرکز مکانی بارش و تعامل مراکز واچرخند با سایر سامانه‌های جوی**

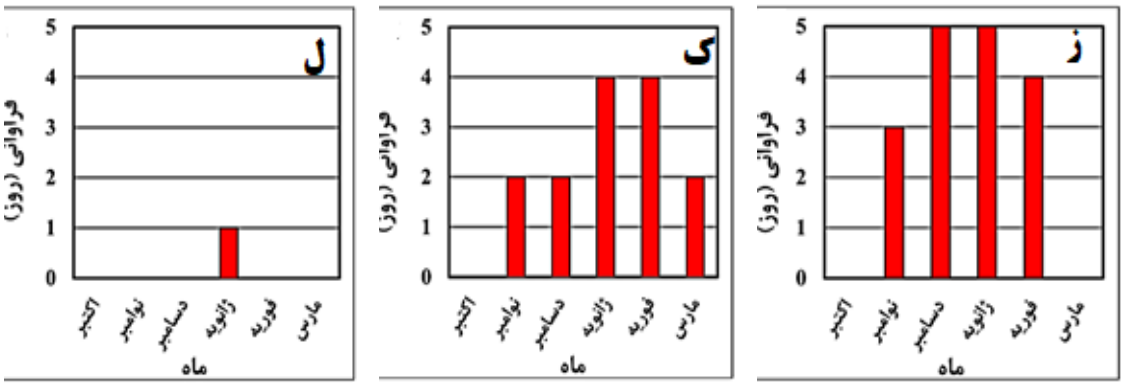
از مجموع ۵۵ روز بارش سنگین، ۳۲ روز سلول واچرخند عربستان مشاهده نشد، بلکه زبانه‌های مراکز پرفشار بر روی تبت، سیبری و آفریقا از مسیر شرق، شمال شرق و جنوب‌غرب به سمت منطقه مطالعاتی گسترش یافته و یا زبانه‌های حاصل از واچرخند ادغام شده است. از این میان ۱۷ روز زبانه تبت، ۱۴ روز زبانه سیبری و ۱ روز زبانه آفریقا مشاهده شد. مطابق شکل ۱۳ زبانه تبت در ماه‌های دسامبر و ژانویه (شکل ۱۳ز)، زبانه سیبری در ماه‌های ژانویه و فوریه (شکل ۱۳ک) و زبانه آفریقا در ماه ژانویه (شکل ۱۳ل) بیشترین فراوانی وقوع را داشته‌اند. الگوی گردشی همزمان با گسترش زبانه تبت سبب رخداد بارش در نیمه غربی، جنوب و شرق ایران شده است (شکل ۱۳الف). در زمان گسترش زبانه سیبری بارش‌ها در نیمه غربی و جنوب ایران متمرکز است (شکل ۱۳ب). هنگام گسترش زبانه آفریقا تمرکز بارش‌ها در جنوب‌غرب ایران است (شکل ۱۳ج).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.9.5]



[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.9.5]



شکل ۱۳. نقشه میانگین روزانه ارتفاع ژئوپتانسیل و باد (الف، ب، ج)، بارش (د، ه، و) و نمودار فراوانی ماهانه زبانه‌های مراکز ارتفاعی (ز ، ک ، ل) همزمان با گسترش زبانه‌های تبت (ستون اول)، سیبری (ستون دوم) و افریقا (ستون سوم) در تراز۸۵۰ ه.پ.

نتیجه گیری

در این پژوهش سعی شد تا ارتباط بین نقش ویژگی‌های ظاهری، تکوینی، موقعیتی و سازوکاری واچرخند عربستان در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال با الگوی مکانی و زمانی رخداد بارش‌های سنگین، بر روی ایران مورد بررسی قرار گیرد.

از مجموع ۵۵ روز منتخب، واچرخند ۲۳ روز به صورت مرکز مستقل و ۳۲ روز به صورت ادغام شده با زبانه پرفشارهای اطراف (۱۷روز زبانه پرفشار تبت، ۱۴ روز زبانه پرفشار سیبری و ۱ روز هم زبانه پرفشار آفریقا) ، دیده شد. زبانه تبت در دسامبر و ژانویه، زبانه سیبری در ژانویه و فوریه و زبانه آفریقا در ماه ژانویه بیشترین فراوانی وقوع را داشته‌اند.

موقعیت استقرار مراکز واچرخند عربستان در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال محدوده طول جغرافیایی۵۰ تا ۷۴ درجه شرقی را در بر گرفته ولی کیانی پور (۱۳۷۹) بر نوسان واچرخند در امتداد عرض جغرافیایی از شاخ آفریقا تا خلیج‌فارس تاکیده داشته است. بیشترین فراوانی تمرکز مراکز واچرخند در دو محدوده جنوب‌شرق شبه جزیره عربستان و دریای عرب بوده و بیشترین فراوانی ماهانه در ماه‌های ژانویه و مارس (۳۰ درصد) بوده است.

واچرخند بیشتر شرقی– غربی (۱۰ مرکز) و شمال‌شرقی– جنوب‌غربی (۶ مرکز) بوده، و حد نهایی گسترش، بیشینه فراوانی این مراکز برروی دریای عرب، پاکستان، هند (۸ روز) و دریای عرب و عربستان (۵ روز) بوده است. فروانی بیشتر شرقی- غربی مراکز واچرخند عربستان با نتایج مطالعه جهان بخشی (۱۳۸۷) و سلیقه و صادقی‌نیا (۱۳۸۸) انطباق دارد.

در تحقیقات قبلی بیشتر به اندرکنش سامانه سودانی با کم‌فشار مدیترانه ای در ریزش بارش‌های سنگین پرداخته شده است (احمدی و علیجانی، ۱۳۹۳؛ بلیانی و سلیقه ۱۳۹۵؛ لشکری و اسفندیاری، ۱۴۰۰) اما در بررسی های مشخص شد واچرخند عربستان در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال ۸ روز با پرفشار سیبری، ۶ روز با پرفشار تبت و ۵ روز با سامانه کم فشار فعال بر روی ایران در تعامل قرار گرفته و تنها در ۴ روز به صورت مستقل فعالیت داشته است.

به طور کلی زمانی که مراکز واچرخندی به صورت شمال‌شرقی– جنوب‌غربی گسترش می‌یابند و بر روی دریای عرب و جنوب‌شرق شبه جزیره عربستان مستقر می‌شوند، جریان واچرخندی رطوبت و گرمای عرض‌های پایین را به داخل یال شرقی ناوه انتقال و در بستر ناوه به نیمه غربی ایران فرارفت می‌دهد و منجر به تمرکز بارش در جنوب‌غرب می‌شود. اما هنگامی که مرکز واچرخند به صورت شرقی- غربی و بر روی دریای عرب، عمان، جنوب پاکستان و شرق شبه جزیره هند گسترش می‌یابد ناوه ارتفاعی نیز عمیق‌تر شده لذا ناپایداری بسیار شدید همراه با فرارفت مناسب رطوبت از طریق ناوه مذکور منجر به گسترش پهنه دریافت بارش در گستره‌ای از غرب، جنوب‌غرب، جنوب، و مرکز با تمرکز اصلی بارش غرب ایران شده است که شمسی‌پور و همکاران، ۱۳۹۷؛ لشکری و اسفندیاری، ۱۴۰۰؛ (Ghavidel and Jafari, ۲۰۲۰ نیز

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.9.5]

به فرارفت رطوبت در بارش‌های شدید اشاره داشته‌اند. گسترش شرقی– غربی واچرخند و استقرار بر روی دریای عرب و عمان، جنوب پاکستان و شرق شبه جزیره هند مناسب‌ترین شرایط برای دریافت بارش سنگین در ایران است. از سویی دیگر مادامی که واچرخند عربستان با زبانه‌های پرفشار سیبری و تبت تلفیق شده باشد گستره بارش‌ها در ایران افزایش اما زمانی که با زبانه‌های پرفشار آفریقا تلفیق گردد پهنه بارش‌ها کاهش اما شدت آن‌ها افزایش می‌یابد. بخشی از نتایج در مطالعات گذشته در رابطه با نقش واچرخند عربستان بر انتقال رطوبت به سامانه‌های بارشی عبوری از ایران و افزایش مقادیر بارش‌های دریافتی آن، اشاره گردیده بوده است (لشکری،۱۳۸۲؛ جهان بخشی، ۱۳۸۷؛ لشکری و محمدی، ۱۳۹۴؛ لشکری و همکاران، ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶؛ کریمی و همکاران، ۱۳۹۵؛ کریمی و همکاران، ۱۳۹۸؛ جعفری و لشکری، ۱۴۰۰؛ Lashkari and Mohammadi, ۲۰۱۸; Raziei et al., ۲۰۱۲).

منابع

احمدی، محمود و فرزانه جعفری. ۱۳۹۷. مسیریابی کامل و تحلیل سینوپتیک یک نمونه مطالعاتی از سامانه های منجر به بارش های سنگین بیش از ۵۰ میلیمتر در جنوب ایران. *تحلیل فضایی مخاطرات محیطی*، **۵** (۳): ۸۳-۱۰۲.

احمدی، اسماعیل و بهلول علیجانی. ۱۳۹۳. شناسایی الگوهای همدیدی بارش های سنگین ساحل شمالی خلیج فارس. *پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*، **۴۶** (۳): ۲۷۵-۲۹۶.

براتی، غلامرضا؛ جواد بداق‌جمالی و ناصر ملکی. ۱۳۹۱. نقش واچرخندها در رخداد بارش های سنگین دهه اخیر غرب ایران. *پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*، **۴۴** (۲): ۸۵-۹۸.

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.

حجازی زاده، زهرا؛ امیرحسین حلبیان؛ علیرضا کربلایی درئی و میثم طولابی نژاد. ۱۳۹۹. واکاوی تغییرات مقادیر حدی بارش در گستره ی ایران زمین. *مخاطرات محیط طبیعی*، **۹** (۲۳): ۱۳۵-۱۵۰.

جعفری، مهناز و حسن لشکری. ۱۴۰۰. الگوهای همدید تعیین کننده مسیر حرکت سامانه‌های بارشی با منشاء سودانی. *تحلیل فضایی مخاطرات محیطی*، **۱**: ۷۸-۵۵.

جهان بخشی، مریم. ۱۳۸۷. *تحلیل همدیدی ارتباط پرفشار جنب‌حاره‌ای عربستان با بارش‌های جنوب و جنوب‌غرب ایران*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی.

حلبیان، امیرحسین و مهران شبانکاری. ۱۳۹۳. بررسی ارتباط بین نوسان بارش در سواحل جنوبی دریای خزر و تغییرات فشار تراز دریا. *تحقیقات جغرافیایی*، **۲**: ۱۳۴-۱۲۳.

خوش اخلاق، فرامرز؛ قاسم عزیزی و مجتبی رحیمی. ۱۳۹۱. الگوهای همدید خشکسالی و ترسالی زمستانه در جنوب‌غرب ایران. *تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، **۲۵**: ۷۷-۵۷.

درخشان، مهسا. ۱۳۸۷. *مطالعه موردی نقش دریای خزر در دینامیک و تغذیه رطوبتی سامانه‌های جوی موثر بر سواحل جنوبی آن*. پایان نامه کارشناسی ارشد، موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران.

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

سلیقه، محمد و علیرضا صادقی نیا. ۱۳۸۸. بررسی تغییرات مکانی پرفشار جنب‌حاره در بارش‌های تابستانهٔ نیمهٔ جنوبی ایران. *جغرافیا و توسعه*، **۱۷**: ۹۸-۸۳.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.9.5]

شبانکاری، مهران و امیرحسین حلبیان. ۱۳۹۲. تحلیل رفتار زمانی و مکانی پرفشار سیبری در سطح ۱۰۰۰ هکتوپاسکال. *تحقیقات جغرافیایی*، **۴**: ۸۲-۶۷.

شمسی‌پور، علی‌اکبر؛ سیف‌اله کاکی؛ ایوب جعفری و سیدمیثم جاسمی. ۱۳۹۷. واکاوی همدیدی-ترمودینامیکی بارش‌های سنگین غرب و جنوب‌غرب ایران (مطالعه موردی ۱۲ تا ۱۵ آوریل ۲۰۱۶). *جغرافیا و برنامه ریزی*، **۲۲** (۶۴):۱۴۹-۱۶۷.

کاویانی، محمدرضا؛ ابوالفضل مسعودیان و مهران شبانکاری. ۱۳۸۶. شناسایی رفتار زمانی-مکانی پرفشار سیبری در تراز دریا. *تحقیقات جغرافیایی*، **۴**: ۴۸-۲۷.

کریمی، مصطفی. ۱۳۸۶. *تحلیل منابع رطوبتی بارش‌های ایران*. رساله دکتری اقلیم‌شناسی، دانشگاه تربیت مدرس تهران.

کریمی، مصطفی؛ فرامرز خوش اخلاق؛ سعید بازگیر و مهناز جعفری. ۱۳۹۵. نقش گردش وردسپهر زیرین پرفشار عربستان در بارش ایران. *پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*، **۴**: ۵۸۷-۵۶۹.

کریمی، مصطفی؛ فرامرز خوش اخلاق؛ علی اکبر شمسی‌پور و فهیمه نوروزی. ۱۳۹۸. الگوهای گردشی پر ارتفاع جنب‌حارهای عربستان در تراز میانی و ارتباط آن با بارش ایران. *جغرافیا و برنامه ریزی*، **۶۹**: ۲۵۵-۲۳۳.

کیانی پور، منیژه. ۱۳۷۹. *بررسی همدیدی پدیده النینو و ارتباط آن با ناهنجاری بارش‌های جنوب و جنوب‌غرب کشور*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.

گل محمدیان، حدیث. ۱۳۹۳. بررسی نوسان اقلیم در استان فارس با استفاده از جابه‌جایی نصف‌النهاری نوار پرارتفاع جنب گرمسیری. *پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*، **۱**: ۱۳۶-۱۲۳

لشکری، حسن. ۱۳۸۲. مکانیسم تکوین، تقویت و توسعه مرکز کم فشار سودان و نقش آن بر روی بارش‌های جنوب و جنوب‌غرب ایران. *پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*، **۴۶**: ۱۸-۱.

لشکری، حسن و ندا اسفندیاری. ۱۴۰۰. الگوهای همدیدی و ترمودینامیکی رودخانه های جوی منجر به بارش سنگین دوره سرد کشور ایران. *مخاطرات محیط طبیعی*، **۱۰** (۲۹): ۱۲۵-۱۴۴.

لشکری، حسن و زهرا یارمرادی. ۱۳۹۳. تحلیل همدیدی موقعیت استقرار پرفشار سیبری و مسیرهای ورودی آن به کشور ایران در فصل سرد سال. *پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*، **۲**: ۲۱۸-۱۹۹

لشکری، حسن و زینب محمدی. ۱۳۹۴. اثر موقعیت استقرار پرفشار جنب‌حاره‌ای عربستان بر سامانه‌های بارشی در جنوب و جنوب‌غرب ایران. *پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*، **۱**: ۹۰-۷۳.

لشکری، حسن؛ علی‌اکبر متکان؛ مجید آزادی و زینب محمدی. ۱۳۹۵. تحلیل همدیدی نقش پرفشار جنب‌حاره‌ای عربستان و رودباد جنب‌حاره‌ای در کوتاه‌ترین طول دوره بارشی جنوب و جنوب‌غرب ایران. *علوم محیطی*، **۴**، ۷۴-۵۹.

لشکری، حسن؛ علی‌اکبر متکان؛ مجید آزادی و زینب محمدی. ۱۳۹۶. تحلیل همدیدی نقش پرفشار جنب‌حاره‌ای عربستان و رودباد جنب‌حاره‌ای در خشکسالی‌های شدید جنوب و جنوب‌غرب ایران. *پژوهش‌های دانش زمین*، **۳۰**: ۱۶۳-۱۴۱.

محمدی، بختیار. ۱۳۹۲. تحلیل روند سالانه آستانه بارش های سنگین ایران، تحقیقات جغرافیایی، **۲۸** (۱) : ۱۶۳-۱۷۶.

محمدی، حسین؛ ابراهیم فتاحی؛ علی‌اکبر شمسی‌پور و مهری اکبری. ۱۳۹۱. تحلیل دینامیکی سامانه‌های سودانی و رخداد بارش سنگین در جنوب‌غرب ایران. *تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، **۲۴**: ۲۴-۷.

محمدی، زینب و حسن لشکری. ۱۳۹۷. نقش جابجایی مکانی پرفشار عربستان و رودباد جنب‌حاره‌ای در الگوهای همدیدی و ترمودینامیکی ترسالی های شدید جنوب و جنوب‌غرب ایران. *پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*، **۳**: ۵۰۹-۴۹۱.

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

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.9.5]

مفیدی، عباس و آذر زرین. ۱۳۸۵. تحلیلی بر ماهیت و ساختار مراکز پرفشار و کم فشار «قسمت دوم». *رشد آموزش زمین شناسی*، **۴۷**: ۶۱-۵۳.

موقری، علیرضا و محمود خسروی. ۱۳۹۳. بررسی رابطه سامانه کم‌فشار سودانی و بارش دهم اردیبهشت ماه ۱۳۸۳ در استان کرمانشاه. *مخاطرات محیط طبیعی*، **۴**: ۸۰-۶۱.

میریان، مینا؛ مصطفی کرم‌پور؛ محمد مرادی و هوشنگ قائمی. ۱۳۹۹. شناخت الگوهای دینامیکی و ترمودینامیکی بارش‌های سنگین فراگیر زمستانه ایران در بازه زمانی ۱۹۶۰-۲۰۱۰ (مطالعه موردی بارش سنگین فراگیر ۱۹۷۴/۱۲/۰۵). *پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*، **۵۲** (۱): ۹۵-۱۱۱.

یوسفی، حسن و قاسم عزیزی. ۱۳۸۴. زمانیابی ورود پرفشار سیبری به سواحل جنوبی دریایخزر. *مدرس علوم انسانی*، **۴**: ۲۱۳-۱۹۳.

Alizadeh, C. O., and M. S. Najafi. ۲۰۱۸. Extreme weather events in Iran under a changing climate. *Climate Dyn*, **۵۰**: ۲٤۹-۲٦۰. **Doi**.org/۱۰,۱۰۰۷/s۰۰۳۸۲-۰۱۷-۳٦۰۲-٤

Almazroui, M.; S. Kamil; K. Ammar; K. Keay, and A. O. Alamoudi. ۲۰۱٦. Climatology of ۵۰۰-Hpa Mediterranean storms associated with Saudi Arabia wet season precipitation. *Climate Dyn*, ٤۷: ۳۰۲۹-۳۰٤۲. **Doi**.org/۱۰,۱۰۰۷/s۰۰۳۸۲-۰۱٦-۳۰۱۱-۰

Chang, C. P., and M. M. Lu. ۲۰۱۲. Intraseasonal Predictability of Siberian High and East Asian Winter Monsoon and Its Interdecadal Variability. *Journal of Climate*, **۲۵**: ۱۷۷۳-۱۷۷۸. **Doi**.org/۱۰,۱۱۷۵/JCLI-D-۱۱-۰۰۵۰۰,۱

Davis, R. E.; B. P. Hayden; D. A. Gay; W. L. Phillips, and G.V. Jones. ۱۹۹۷. The North Atlantic Subtropical Anticycline. *Journal of Climate*, ۱۰: ۷۲۸-۷٤٤. **Doi**.org/۱۰,۱۱۷۵/۱۵۲۰-۰٤٤۲(۱۹۹۷)۰۱۰<۰۷۲۸:TNASA>۲,۰.CO;۲

Ghanghermeh, A. A.; Gh. R. Roshan, and E. Shahkooeei. ۲۰۱۵. Evaluation of The Efect of Siberia's High Pressure Extension on Daily Minimum Temperature Changes in Iran. *Modeling Earth Systems and Environment*, ۱: ۱-۱۵. **Doi**.org/۱۰,۱۰۰۷/s٤۰۸۰۸-۰۱۵-۰۰۲۰-۷

Ghavidel, R.Y., and F. Jafari. ۲۰۲۰. Synoptic analysis of unexampled super-heavy rainfall on April ۱ ۲۰۱۹ in west of Iran. *Natural Hazards*, ۱۰٤: ۱۵٦۷-۱۵۸۰. **Doi**.org/۱۰,۱۰۰۷/s۱۱۰٦۹-۰۲۰-۰٤۲۳۲-۰

Iqbal, M. J.; S. M. F. Riaz, and B. M. Ghauri. ۲۰۱۲. Impact of Siberian High on rainfall variability over Northern part of Indo-Pak region. *Arabian Journal of Geosciences*, ۳۰۸۷-۳۰۹۲. **DOI** ۱۰,۱۰۰۷/s۱۲۵۱۷-۰۱۲-۰۵۹۸-۲

Lashkari, H., and Z. Mohammadi. ۲۰۱۸. Study on the role of annual movements of Arabian subtropical high pressure in the late start of precipitation in southern and southwestern Iran. *Theoretical and Applied Climatology*, **۱۳۷**: ۲۰٦۹–۲۰۷٦. **Doi**.org/۱۰,۱۰۰۷/s۰۰۷۰٤-۰۱۸-۲۷۱٦-x

Lashkari, H., and M. Jafari. ۲۰۲۱. The role of spatial displacement of Arabian subtropical high pressure in the annual displacement of the ITCZ in East Africa. *Theoretical and Applied Climatology*, **۱٤۳**: ۱۵٤۳–۱۵۵۵. ۱۰.۱۰۰۷/s۰۰۷۰٤-۰۲۰-۰۳٤۷۵-y

Rashid, S.; M. J. Iqbal, and M. A. Hussain. ۲۰۱۲. Impact of North-South Shift of Azores High on Summer Precipitation over North West Europe. *International Journal of Geosciences*, **۳**: ۹۹۲-۹۹۹. ۱۰,٤۲۳٦/ijg.۲۰۱۲,۳۲۵۰۹۹

Raziei, T.; A. Mofidi; J. A. Santos, and I. Bordi. ۲۰۱۲. Spatial patterns and regimes of daily precipitation in Iran in relation to large-scale atmospheric circulation. *International Journal of Climatology*, ۳۲: ۱۲۲٦-۱۲۳۷. ۱۰.۱۰۰۲/joc.۲۳٤۷

Santos, J. A.; J. Corte-Real, and S.M. Leite. ۲۰۰۵. Weather Regimes and Their Connection to the Winter Rainfall in Portugal. *International Journal of Climatology*, **۲۵**: ۳۳-۵۰. **Doi**.org/۱۰,۱۰۰۲/joc.۱۱۰۱

Wu, B., and J. Wang. ۲۰۰۲. Winter Arctic Oscillation, Siberian High and East Asian Winter Monsoon. *Geophysical Research Letters*, **۲۹**: ۳-۱-۳-٤. **Doi**.org/۱۰,۱۰۲۹/۲۰۰۲GL۰۱۵۳۷۳

Zarrin, A.; H. Ghaemi; M. Azadi, and M. Farajzadeh. ۲۰۱۰. The Spatial Pattern of Summertime Subtropical Anticyclones over Asia and Africa: A Climatology Review. *International Journal of Climatology*, **۳۰**: ۱۵۹-۱۷۳. **Doi**.org/۱۰,۱۰۰۲/joc.۱۸۷۹

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.9.5]