

صص ۱۵۹-۱۴۱

الگوهای جوی تداوم بارش‌های غرب ایران

شیدا منصوری

کارشناسی ارشد آب و هواشناسی سینوپتیک، گروه جغرافیا دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

رضا دوستان*

استادیار آب و هواشناسی، گروه جغرافیا دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۶/۲۶

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۱۳

چکیده

الگوهای جوی تداوم بارش‌های غرب ایران بر مبنای ۲۶۸ تداوم دو روزه و ۱۶۲ تداوم سه‌روزه و بیشتر با روش تحلیل مؤلفه اصلی و خوشه‌بندی با داده ارتفاع ژئوپتانسیل، متر تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال از مرکز ملی پیش‌بینی محیطی و پژوهش‌های جوی در دوره ۱۹۶۱-۲۰۱۰ تعیین شد. چنانکه در تداوم دوروزه بارش، حرکت نصف‌النهاری بادهای غربی در خاورمیانه جدای از آرایش مداری بادهای غربی در عرض میانی غالب است؛ اما آرایش نصف‌النهاری یکدست بادهای غربی از عرض بالا تا دریای سرخ، وقوع سرد چال آناتولی و عمیق‌تر شدن فرود شرق مدیترانه در سطوح میانی جو، همراه با ترکیب دو پرفشار سیبری و جنوب اروپا تا شمال آفریقا در دو طرف کم‌فشارهای مدیترانه شرقی و سودان در سطح زمین، شکل‌گیری سیکلون‌های قوی‌تر و تداوم بیشتر بارش‌های غرب ایران را موجب می‌شوند. چنانکه در الگوهای جوی، جریان‌ات مرطوب با جهت جنوب و جنوب غربی با موقعیت واچرخند غالب در عمان و چرخندهای مدیترانه شرقی و غرب ایران، با گذر از جلگه عراق و خوزستان بر ارتفاعات بلند زاگرس صعود و بیشترین ریزش‌ها مداوم را در غرب ایران به همراه دارند.

واژگان کلیدی: تداوم بارش، الگوهای همدیدی، تحلیل مؤلفه اصلی، خوشه‌بندی، غرب ایران.

مقدمه

اقلیم‌شناسی همدیدی، تغییرات هوا را با الگوی جوی غالب در بلندمدت، تبیین و پیش‌بینی می‌کند. الگوی جوی مرتبط با تغییرات ارتفاع جو بالا و فشار سطح زمین است و بادهای غربی در نیمه سرد سال با حرکت نصف‌النهاری به خاورمیانه و ایران می‌رسند (علیچانی، ۱۳۹۶). این جریان‌ها در سطوح میانی جو با رود بادهای (جبهه قطبی و جنب حاره) و سیستم‌های سطحی پرفشار سیبری، پرفشار اروپا، کم‌فشارهای شرق مدیترانه، سودان و خلیج فارس، شرایط اقلیمی فصل سرد ایران را تعیین می‌کنند. حرکت کند نصف‌النهاری بادهای غربی با فرود و فراز عمیق، بلاکینگ و سرد چال در جو میانی و

ویژگی‌های جغرافیایی منطقه، خشک‌سالی و سیلاب در ایران را موجب می‌شوند. بارش عنصری اقلیمی با ویژگی تغییرپذیری زمانی و مکانی بالاست که این رفتار در اقلیم خشک و نیمه‌خشک مشابه ایران، بیشتر می‌گردد. هر چند پدیده‌های طبیعی و علت آن‌ها در طی زمان رفتار منظم و منطقی داشته و به عبارتی رخدادهای طبیعی طی زمان تکرار پذیرند و جا پای همدیگر می‌گذارند (اتفاق، نادر است). این ویژگی پدیده‌های طبیعی منجر به کشف رفتار، قوانین طبیعی، مدل‌سازی و پیش‌بینی آن‌ها از طرف دانشمندان می‌شود. یکی از این پدیده‌های طبیعی و مخاطره‌آمیز، سیلاب بوده که سالانه آسیب‌های زیادی به بخش‌های مختلف و زیرساختی وارد کرده و هر ساله بخش از درآمد کشور به بحران سیل اختصاص دارد. از جمله آن، سیل ناشی از بارندگی ۱۸ تا ۲۱ اسفند ۱۳۸۳ کردستان با تخریب پل استراتژیک آدینان در سقز است. با توجه به موقعیت جغرافیایی ایران و سیستم‌های جوی بزرگ مقیاس و منطقه‌ای در این منطقه، هر ساله مخاطرات زیادی در ایران از جمله خشک‌سالی و سیلاب حادث می‌شود. در این عرض‌های جغرافیایی با اقلیم خشک و نیمه‌خشک، ناهنجاری و بی‌نظمی بارش وجود دارد. چنانکه بارش‌های شدید حجم زیادی از رطوبت جو را در زمان کوتاه به سطح زمین انتقال و موجب سیل می‌گردند. احتمال وقوع سیل در اقلیم خشک و نزدیک به منابع رطوبتی و کوهستانی بیشتر است. از طرفی در دوره سرد سامانه‌های جوی مؤثر بر اقلیم ایران، شامل بادهای غربی، سرد جال‌ها و بلاکینگ‌ها در سطوح میانی جو، پرفشارهای بزرگ سیبری و اروپا، کم‌فشارهای مستقر در مدیترانه شرقی، سودان و واچرخند جنب‌حاره‌ای در عربستان، عوامل مؤثر بر اقلیم زمستانه ایران می‌باشند. چنانکه ساز و کار بارش‌های غرب با بادهای غربی و تأثیر عوامل محلی، عمدتاً ارتفاعات زاگرس است (اشجعی باشکند، ۱۳۷۹). بررسی تداوم بارش و تحلیل همدیدی آن‌ها از نیازهای اساسی طرح‌های توسعه منابع آب، پیش‌بینی و کنترل سیلاب، آبخیزداری و غیره است. مطالعات زیادی رابطه الگوهای جوی و بارش‌ها در ایران و جهان را بررسی کرده‌اند. از جمله، تأثیر چرخند غرب مدیترانه بر بارش سنگین بیش از ۶۰ میلی‌متر و بارش فوق سنگین بیش از ۱۰۰ میلی‌متر از ۱۹۹۳ تا ۱۹۹۸ (جنسا^۱ و همکاران، ۲۰۰۱: ۴۳)، تغییرپذیری بارش زمستانه آلپ از ۱۹۹۲-۱۹۷۱، مرتبط با نوسان اطلس شمالی، بلاکینگ شرق اطلس و عدم ارتباط آن‌ها با آل نینو (کوادرلی^۲، ۲۰۰۱: ۲۷۵)، بارش شدید مدیترانه (والنسیا) مرتبط با جریان مرطوب و نقش ارتفاع‌ها در اشباع اشباع توده‌های مرطوب (پناروچا^۳ و همکاران، ۲۰۰۲: ۶۷۷)، بارندگی شدید یونان مرتبط با فعالیت شدید سیکلونی ناحیه گریک (هوسوس و همکاران^۴، ۲۰۰۸: ۵) می‌باشند. همچنین وقوع بارش‌های ایران با ورود سیکلون‌های مدیترانه (علیجانی، ۱۳۹۶)، بارش‌های سنگین شمال غرب (۱۹۹۶-۱۹۹۲)، مرتبط با پرفشار سیبری، کم‌فشار مدیترانه، پرفشار اروپا، کم‌فشار حرارتی (مونسون) و ارتفاع‌های کوهستانی (اشجعی باشکند، ۱۳۷۹)، بارش زمستان جنوب شرق با واچرخند شمال دریای سیاه، شرق اروپا، شرق دریاچه آرال و واچرخند دریاچه آرال، اقیانوس اطلس و غرب مدیترانه با جابجایی

^۱ -Jensa

^۲ -Quaderlli

^۳ - Penarrocha

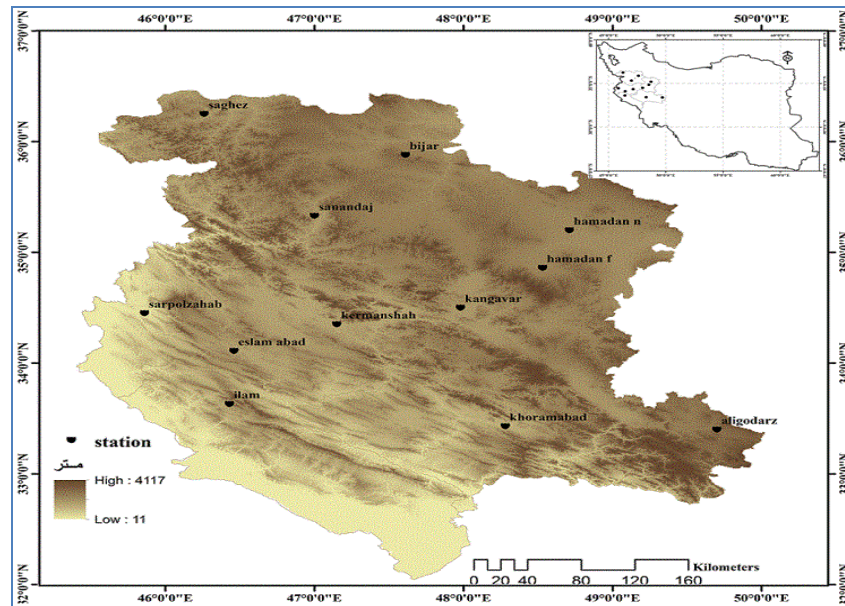
^۴ -Hosos

شرقی کم فشار سودان (لشکری، ۱۳۸۴: ۱۶۹)، بارش غرب کشور (ایلام و کرمانشاه) در دوره ۱۰ ساله (۱۳۹۰-۱۳۹۹) با ۵۴ سامانه جوی مرتبط با موقعیت رود باد در شمال شرقی دریای سرخ و جنوب غربی دریای خزر (فرج زاده اصل و همکاران، ۱۳۸۶: ۲۳۹) تعیین گردید. همچنین وقوع بارش سنگین و سیل آسا جنوب غرب با کم فشار سودانی، زبانه پرفشار شبه جزیره عربستان، ریزش هوای سرد عقب فرود و تداوم هوای گرم و مرطوب (عزیزی و همکاران، ۱۳۸۸: ۱)، ارتباط بارش های شدید دوره سرد (فوریه ۱۹۹۳) و گرم (ژوئیه ۱۹۹۵) لارستان به ترتیب با فرود عمیق بادهای غربی، سیکلون های غربی و کم فشار سودان و عقب نشینی پرفشار جنب حاره و کم فشار حرارتی (قادری و علیجانی، ۱۳۸۹: ۱۸)، بارش شدید زمستان جنوب خزر با استقرار سه الگوی پرفشار، کم فشار و زوجی با تسلط و اچرخند با باد شمالی در تراز زیرین جو (جانباز قبادی و همکاران، ۱۳۸۹: ۲۳)، بارش سنگین مناطق خشک ایران (استان کرمان) با تقویت و حرکت شرقی فرود شرق مدیترانه در تروپوسفر میانی با حرکت تاوه قطبی به عرض پایین (رحیمی و همکاران، ۱۳۸۹: ۵۱)، رابطه بارش شدید ۶ ژانویه ۲۰۰۸ جنوب شرقی با تخلیه رطوبتی شدید خلیج فارس، ناهنجاری های منفی شدید تراز میانی جو و استقرار رود باد جنب حاره ای در غرب منطقه (علیجانی و همکاران، ۱۳۸۹: ۱) می باشند. البته عمده بارش های سنگین ایران مرتبط با تراف عمیق قبرس، پرفشار اروپا و کم فشار عراق، ترکیب رود باد جنب حاره و قطبی در عراق، تغذیه رطوبتی دریای سرخ، مدیترانه و سیاه در سطوح بالاتر و خلیج فارس در سطوح پایین تر (محمدی و مسعودیان، ۱۳۸۹: ۴۷) بوده و تداوم بارش شدید جنوب غرب و مرکز ایران (۹-۱۳ آذر ۱۳۸۷) مرتبط با وقوع سرد چال ایران مرکزی، پرفشار سیبری و عبور سامانه مرطوب غربی از دریای جنوب (امیدوار و همکاران، ۱۳۸۹: ۱۶۱)، بارش های سنگین خراسان جنوبی با فرود خزر-احمر و فرود مدیترانه- جنوب اروپا و منابع رطوبت دریای مدیترانه، عرب و خلیج فارس (غیور و همکاران، ۱۳۹۱: ۱۱)، بارش های سنگین چهارمحال بختیاری (بیش از ۵۰ میلی متر)، مرتبط با بلاکینگ اروپا، سرد چال آناتولی و شرق مدیترانه، ترکیب سامانه رطوبتی مدیترانه، سودان، دریای عرب، خلیج فارس و تقویت سامانه با ارتفاعات محلی (امیدوار و ترکی، ۱۳۹۱: ۱۳۵) و درکل رخداد بارش های دهه اخیر غرب ایران، کندی حرکت سامانه جوی و تقویت رطوبت مدیترانه شرقی، سودان و خلیج فارس (براتی و همکاران، ۱۳۹۱: ۸۵)، رابطه فرود سطحی دریای سرخ و فرود سطوح میانی جو و ترکیب رطوبت دریای عرب و سرخ با بارش های سنگین جنوب و جنوب غربی ایران در دوره سرد سال (قائدی و همکاران، ۱۳۹۱: ۱) می باشند؛ همچنین با سامانه پرفشار اروپا، کم فشار شرق مدیترانه -سودان، پرفشار شرق ایران تا دریای عرب و عمان و کمک و اچرخند جنب حاره، موجب ریزش های سنگین حوضه کشکان می شود (امینی و همکاران، ۱۳۹۲: ۱). منبع رطوبت بارش سنگین کوهرنگ مرتبط با الگوی شرق مدیترانه، دریای سرخ و خلیج فارس (فرج زاده و رجایی نجف آبادی، ۱۳۹۲: ۱۴۳)، بارش سنگین و فراگیر غرب مرتبط با چهار الگوی غالب جوی (دوستان و میردریکوندی، ۱۳۹۲) بوده و الگوهای سینوپتیک مرتبط با ۲۸ سیلاب در زیر حوضه های لرستان حاکی از وجود پشته قوی و بلاکینگ در اروپای جنوبی و اطلس، تراف عمیق در شرق روسیه و آسیای غربی، ورود هوای سرد از عرض بالا به خاورمیانه و مدیترانه و فعال شدن سامانه مدیترانه - سودانی است (کرم پور و

همکاران، ۱۳۹۲: ۹۹). از طرفی بارش‌های سنگین و فراگیر زاگرس جنوبی از ۱۳۴۰ تا ۱۳۸۳ مرتبط با تراف شرق مدیترانه و منطقه کزفشاری قوی جنوب غربی ایران (مسعودیان و کارساز، ۱۳۹۳: ۱۵)، بارش سنگین نیمه شمالی ایران به جز سواحل خزر، مرتبط با واچرخند سیبری، دریای سیاه، فرود سودان و خلیج فارس (مسعودیان و جعفری شندی، ۱۳۹۳: ۳۰۵) و الگوی بارش‌های سنگین زاگرس جنوبی حاکی از جابجایی تراف شرق مدیترانه و ناپایداری شدید در جنوب غربی ایران است (مسعودیان و کارساز، ۱۳۹۳: ۱۵). همچنین الگوی جوی منجر به سیلاب شدید ۲ فوریه ۲۰۱۱ جیرفت حاکی از وجود تراف عمیق روسیه تا دریای سرخ در شرق مدیترانه، تمرکز کم‌فشارها در ایران و ناپایداری شدید در منطقه و تزریق شدید رطوبت از دریای سرخ، خلیج فارس و دریای عمان است (قویدل رحیمی و همکاران، ۱۳۹۳: ۱۶۱). بارش سنگین ۲۷ فوریه ۲۰۱۰ ایوان غرب حاکی از استقرار تراف عمیق شرق مدیترانه، عراق و عربستان، سرد چال سطوح میانی جو، کم‌فشار شمال غرب و ایران مرکزی با پرفشار شمال دریای خزر، ترکیب سامانه‌های رطوبتی دریای مدیترانه در همه سطوح جوی و دریای سرخ و خزر در سطوح پایین جوی و همگرایی این سامانه‌ها در غرب ایران می‌باشد (قویدل رحیمی و حاتمی، ۱۳۹۵: ۱). وقوع بارش شدید تابستانه (۱۹۹۱-۲۰۱۰) سواحل دریای خزر، با نفوذ سامانه پرفشار، جریان خنک و مرطوب شمالی و همرفت گسترده منطقه (جلالی و همکاران، ۱۳۹۶: ۲۳) بوده و بارش برف مداوم ۶ روزه بهمن‌ماه ۱۳۹۲ ایران مرتبط با تراف عمیق سمت چپ بلاکینگ امگا و ریزش هوای سرد عرض بالا از دریای خزر و ماندگاری این شرایط جوی برای چند روز در منطقه است (درگاهیان و علیجانی، ۱۳۹۶: ۱۹). وقوع بارش‌های سنگین سیستان و بلوچستان با کم‌فشار دریای عرب و خلیج بنگال و واچرخند ایران، ناوه بادهای غربی در سطوح میانی جو و منابع آبی دریای عمان و عرب در جنوب آسیا است (لشکری و خزایی، ۱۳۹۳: ۷۰). در ادامه مطالعات فوق که غالباً مرتبط با شناسایی الگوهای جوی منجر به بارش شدید موردی در مناطق مختلف ایران است، هدف این پژوهش تعیین الگوهای جوی تداوم بارش در دوره طولانی‌تر (نیم‌قرن گذشته) در دومین منطقه بارشی ایران (غرب) است.

داده‌ها و روش‌ها

در این مطالعه به منظور تحلیل همدیدی بارش‌های مداوم، از داده‌های بارش روزانه ۱۲ ایستگاه سینوپتیک در منطقه کوهستانی غرب در دوره ۱۹۶۱ تا ۲۰۱۰ از سازمان هواشناسی کشور استفاده شد (شکل ۱). با صحت سنجی داده‌ها در هر ایستگاه در دوره فوق، بر مبنای روز بارشی واقعی (بارش یک میلی‌متر و بیشتر در روز)، تعداد و ویژگی‌های روزهای بارش در هر ایستگاه استخراج گردید. در ادامه با توجه به روزهای بارش در هر ایستگاه، بارش‌های با تداوم ۲ روزه، ۳ روزه و بیشتر در هر ایستگاه در کل دوره مورد مطالعه مشخص شد.



مأخذ: نگارندگان

شکل ۱: موقعیت جغرافیایی منطقه و ایستگاه‌های مورد مطالعه

به منظور تعیین بارش مداوم سینوپتیک، با توجه به آمار موجود در هر ایستگاه به ترتیب زیر انجام شد: چنانکه از سال ۱۹۶۱-۱۹۸۷، ۵ ایستگاه هواشناسی (همدان نوژه، کرمانشاه، خرم‌آباد، سنندج و سقز) دارای آمار روزانه بارش بوده و از ۱۹۸۷ به بعد تمام ایستگاه‌ها (۱۲ ایستگاه) داده روزانه بارش دارند؛ بنابراین برای دوره اول با ۵ ایستگاه مبنای بارش سینوپتیک، روزهای با تداوم بارش در حداقل ۳ ایستگاه و بیشتر (بیش از ۵۰ درصد ایستگاه‌ها)؛ و مبنای بارش سینوپتیک از سال ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۰ که همه ۱۲ ایستگاه (کل ایستگاه‌ها) دارای دوره آماری مشترک‌اند، روزهای با تداوم بارش در حداقل ۵ ایستگاه هواشناسی و بیشتر در طول این دوره است. در نهایت در طول ۵۰ سال مورد بررسی ۲۶۸ بارش با تداوم دو روزه و ۱۶۲ بارش با تداوم سه و بیشتر برای کل منطقه غرب ایران شناسایی و مبنای تحلیل هم‌مدیدی قرار گرفت. به منظور تعیین الگوهای جوی، داده‌های رقومی ارتفاع ژئوپتانسیل متر تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در محدوده جغرافیایی ۸۰-۱۵ درجه طول شرقی و ۶۵-۱۰ درجه عرض شمالی، ۶۲۱ گرید پونت، با تفکیک ۲/۵ درجه برای دوره ۲۰۱۰-۱۹۶۱ از مرکز ملی پیش‌بینی محیطی و پژوهش‌های جوی آمریکا (NCEP/NCAR^۵) استفاده گردید. در این پژوهش برای تعیین الگوها از روش تحلیل مؤلفه اصلی (PCA^۶) با حالت S و خوشه‌بندی (CL^۷) با حالت وارد (Ward) به ترتیب به منظور کاهش ابعاد داده‌های و گروه‌بندی الگوها استفاده شد؛ بنابراین در ابتدا ماتریس تحلیل مؤلفه اصلی با آرایه فوق تنظیم شد که ردیف‌ها نشان‌دهنده روزها، ستون‌ها معرف گرید پونت‌ها (نقاط) و متغیر ورودی داده‌های ارتفاعی (متر) تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال می‌باشند. در این پژوهش به ترتیب ابعاد ماتریس اولیه در تداوم‌های دو روزه، ۲۶۸×۶۲۱ و

^۵ - National Centers for Environmental Prediction- National Center for Atmospheric Research

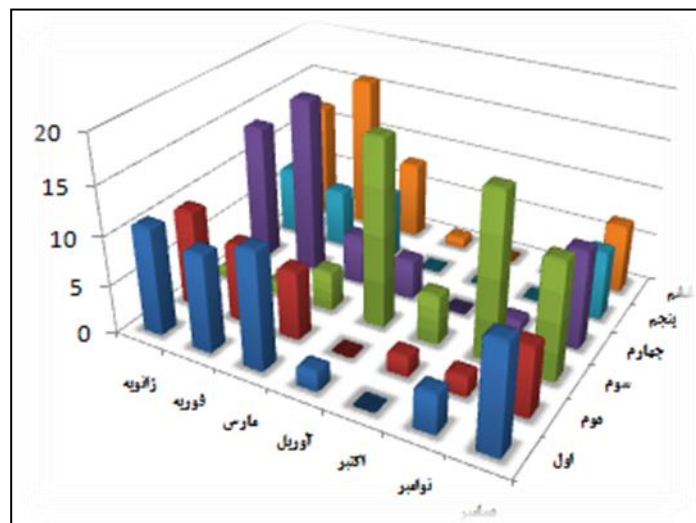
^۶ - Principle Component Analysis

^۷ - Clustering

ابعاد ماتریس تداوم ۳ روزه و بیشتر ۶۲۱×۱۶۲ است. خروجی نهایی روش تحلیل مؤلفه اصلی، نمرات عاملی، مبنای خوشه‌بندی یا طبقه‌بندی الگوهای جوی تداوم‌های ۲ روزه و تداوم‌های ۳ روز و بیشتر است. با تعیین هر الگوی جوی در تداوم‌های ۲ روزه و ۳ روزه و بیشتر به‌طور جداگانه، نقشه‌های ترکیبی آن الگو با استفاده از داده‌های رقومی ارتفاع، فشار سطح زمین، تاوایی نسبی، رطوبت و باد و کتوری تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال از مرکز ملی پیش‌بینی محیطی و پژوهش‌های جوی آمریکا برای هر الگو تهیه و تحلیل گردید. همچنین پراکنش زمانی الگوهای جوی با استفاده از سری زمانی (نمرات عاملی) تحلیل مؤلفه اصلی و پراکنش مکانی متوسط بارش‌ها در هر الگو (تداوم ۲ روزه یا تداوم‌های ۳ روز و بیشتر) با مقدار متوسط بارش در هر ایستگاه مشخص گردید؛ بنابراین خروجی‌های فوق، شرایط جوی حاکم در هر الگو از سطوح میانی تا سطح زمین، مسیر جریان‌ات مرطوب و چگونگی تمرکز بارش‌ها در منطقه را مشخص می‌کند.

یافته‌ها

الف – الگوهای جوی بارش با تداوم ۲ روز: الگوهای جوی بارش‌های با تداوم ۲ روز، به‌جز الگوی سوم، در ماه‌های زمستان (فوریه، ژانویه و دسامبر)، بیشترین فراوانی وقوع به ترتیب با ۲۲، ۲۱ و ۲۰ درصد و کمترین در ماه اکتبر، نوامبر و آوریل به ترتیب با ۳، ۹ و ۱۰ درصد را دارند. الگوی سوم بیشترین فراوانی را در ماه‌های آوریل و نوامبر و در بین الگوها با ۵۹ روز بیشترین تعداد وقوع را دارد. به ترتیب الگوی سوم، چهارم و اول با ۵۹، ۵۲ و ۵۰ روز بیشترین تداوم بارش دو روزه را تبیین می‌کنند (شکل ۲). به ترتیب:



مأخذ: نگارندگان

شکل ۲: پراکنش زمانی الگوهای جوی تداوم‌های ۲ روزه بارش.

الگوی بلاکینگ امگای^۸ اروپا (الگوی اول، ۱۹٪): ۱۹ درصد بارش با تداوم دو روز در الگوی اول که غالباً در زمستان حادث می‌شود (شکل ۲). حرکت نصف‌النهاری عمیق بادهای غربی با بلاکینگ امگا در تراز میانی جو (شکل ۳-ا) که مانع با فراز قوی در اروپای شرقی و سرد چال با فرود عمیق در غرب خزر تا شرق مدیترانه استقرار دارد. چنانکه هم‌ارتفاع ۵۵۵۰ متر از عرض ۵۵ درجه شمالی تا ۳۵ شمالی (عمق ۲۰ درجه موج)، با بیشینه شیب ارتفاعی از شرق مدیترانه تا شمال عربستان و ایران مشهود است؛ بنابراین غرب ایران در منطقه ناپایداری جلوی فرود با هم‌ارتفاع ۵۵۷۵ متر قرار دارد. در این الگو، هم‌ارتفاع ۵۸۰۰ متر، نماینده فراز جنب حاره در عمان و خارج از ایران و جریان سرد و ناپایدار در جو ایران حاکم است. در سطح زمین (تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال) (شکل ۳-ا) پرفشارهای ترکیبی از اروپای شرقی تا شمال دریای خزر و سیبری گسترش دارند و مراکز کم‌فشار در جنوب غربی آسیا از سودان تا شرق مدیترانه و غرب ایران مستقرند. منطقه شیب فشار سطح زمین از قفقاز تا شمال ایران ادامه دارد. تاوایی و باد تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال (شکل ۳-ب)، حاکی از بیشینه تاوایی مثبت و جریان چرخندی در شرق مدیترانه تا غرب ایران، دریای سیاه تا شمال عربستان و سودان قرار دارند. تاوایی منفی و واچرخند از اروپا تا شمال آفریقا و محدوده دیگر در شرق عربستان، عمان و یمن مشهود است. خط تاوایی $+10 + (10^{-5} \times)$ متر بر ثانیه و جریان جنوب غربی از منطقه مورد مطالعه می‌گذرد. بیشینه رطوبت نسبی (شکل ۳-ج) در شرق آناتولی و شمال غرب تا غرب ایران و خط هم رطوبت ۷۶ درصد در سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال آر منطقه می‌گذرد. در الگوی جریان، جریان چرخندی در شمال عراق موجب جریان جنوب غربی در غرب ایران و هم‌زمان واچرخند در شرق شبه‌جزیره عربستان وجود دارد. بیشینه بارندگی (شکل ۳-د) با شرایط جوی فوق، با متوسط بیش از ۸ میلی‌متر، در جنوب غرب و جنوب شرق منطقه و به شمال شرق، مقدار بارش کاهش دارد.

الگوی فرود اروپای شرقی^۹ (دوم، ۱۴٪): حرکت غالب بادهای غربی الگوی دوم، در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، مداری با فرود کم‌عمق از کوه‌های اورال تا شرق مدیترانه است. محور فرود در نزدیکی منطقه شمال غرب و غرب ایران با هم‌ارتفاع ۵۶۰۰ متر و فراز بادهای غربی در اروپا و آسیا قرار دارد. تاوه قطبی با هم‌ارتفاع ۵۴۵۰ متر در دریای سیاه و خزر شمالی و فشردگی هم‌فشارها در بخش غالب منطقه در تراز میانی، وزش بادهای شدید و سرد، محل رود باد جبهه قطبی را حکایت دارد. در این الگو نیز هم‌ارتفاع ۵۸۰۰ متر بر روی عمان استقرار دارد. در سطح زمین (شکل ۳-ا)، مراکز کم‌فشار از عراق تا شمال ایران، اروپا تا دریای سیاه، غرب ایران و سودان مستقرند. از طرفی زبانه‌های پرفشار قوی سیبری از سمت شرق و پرفشاری در شمال آفریقا تا غرب آناتولی، در اطراف مرکز کم‌فشار در غرب ایران قرار دارند. مناطق بیشینه تاوایی مثبت (شکل ۳-ب) در آناتولی و شرق مدیترانه با مرکزی در اردن که خط تاوایی $+8 + (10^{-5} \times)$ متر بر ثانیه از منطقه می‌گذرد. منطقه دیگر تاوایی مثبت در شمال شرقی ایران و سودان مشهود است. بیشینه تاوایی منفی در شمال آفریقا و شرق شبه‌جزیره عربستان تا شمال ایران ادامه دارد. بیشترین رطوبت نسبی (شکل ۳-ج) در شرق آناتولی، قفقاز و شمال غربی ایران و خط هم رطوبت ۷۶ درصد از منطقه با جریان غالب جنوب غربی از مدیترانه می‌وزند.

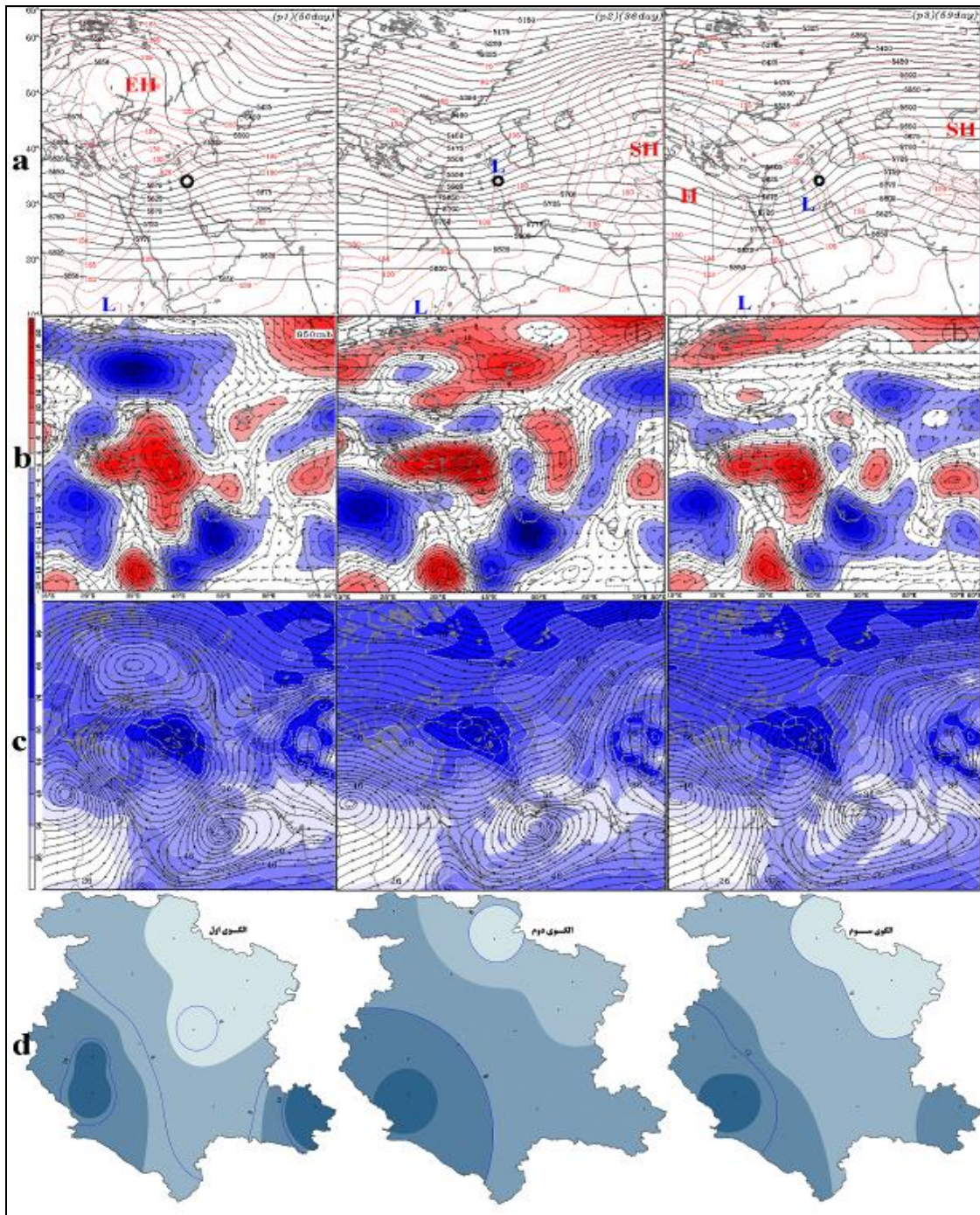
^۸ - Ω E Bloking

^۹ - EE Trough

واچرخندها در شبه‌جزیره عربستان و شمال آفریقا استقرار دارند. تمرکز بارش‌ها با متوسط بیش از ۸ میلی‌متر (شکل ۳-د) در جنوب غربی منطقه و مقدار بارش‌های به شمال شرق کاهش دارد.

الگوی فرود شرق مدیترانه ۱۰ (سوم، ۲۲٪): در تراز میانی جو، فراز جنب حاره با هم‌ارتفاع ۵۸۰۰ متر در نیمه جنوبی ایران مستقر و حرکت ضعیف نصف‌النهاری بادهای غربی در خاورمیانه مشهود است. فرود بادهای غربی از شمال دریای سیاه تا سرخ و هم‌ارتفاع ۵۷۰۰ متر در جلوی فرود از منطقه می‌گذرد. در سطح زمین (شکل ۳-ا)، زبانه‌های کم‌فشار در عراق و شمال عربستان با مرکز سودان استقرار داشته و در عرض بالاتر، پرفشار قوی سیبری در شرق ایران و پرفشار شمال آفریقا تا جنوب اروپا، هم‌زمان کم‌فشارها در شمال اروپا و اسکاندیناوی مسلط می‌باشند. منطقه بیشینه تاوایی مثبت (شکل ۳-ب) در شرق مدیترانه تا عراق، سودان و شمال شرقی ایران و بیشینه تاوایی منفی در شمال شرقی آفریقا و خلیج فارس مشهود است. بیشینه رطوبت نسبی (شکل ۳-ج) در شرق آناتولی، قفقاز و شمال غربی ایران با رطوبت ۷۶ درصد در منطقه و کمترین رطوبت نسبی در محل فراز در شمال آفریقا، عربستان، جنوب شرق و مرکز ایران استقرار دارد. همچنین با واچرخند عمان و لیبی و چرخند ترکیه، جریان‌های جنوب غربی از مدیترانه شرقی و شمال دریای سرخ به منطقه مطالعه می‌وزند. این شرایط جوی منجر به بارش‌های بیشتر نسبت به دو الگوی قبلی شده و بیشینه بارش‌ها در جنوب غربی و به شمال شرقی، میزان بارش‌ها کاهش دارد (شکل ۳-د).

الگوی فرود مدیترانه شرقی (چهارم، ۱۹٪): در سطوح میانی جو، بادهای غربی با حرکت مداری در اروپا و حرکت نصف‌النهاری در خاورمیانه، با فرود و فراز کم‌عمق مشهود است. محور فرود و فراز، به ترتیب از مدیترانه شرقی و مرکز ایران گذشته و نزدیکی خطوط هم‌ارتفاع، نشان از جبهه قطبی دارد. غرب ایران در جلوی فرود و منطقه ناپایداری جوی است. در سطح زمین (شکل ۴، ا)، پرفشار سیبری قوی در شرق دریاچه بال خاش و زبانه آن تا اروپای شرقی و مرکز ایران گسترش دارد. هم‌زمان مرکز پرفشار جنوب اروپا و مراکز کم‌فشار در مدیترانه شرقی تا عراق و جنوب سودان مشهود می‌باشند. منطقه تاوایی مثبت (شکل ۴، ب) در مدیترانه شرقی تا عراق، سودان و بخشی از شمال شرقی ایران و مناطق با تاوایی منفی در یمن، شرق عربستان تا جنوب ایران و شمال دریاچه آرال نمایان است. غرب ایران در محدوده تاوایی مثبت و بیشینه رطوبت نسبی (شکل ۴، ب) در سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال، بر روی ترکیه و شمال غربی ایران و هم رطوبت ۷۶ درصد از منطقه می‌گذرد. جریان‌های هوا از مدیترانه و دریای احمر با جهت جنوبی از منطقه به قفقاز و روسیه می‌وزند. جریان واچرخند امارات به ورود این جریان‌ها به غرب ایران کمک می‌کند. پراکنش بارش‌ها (شکل ۴، ج) در این الگو عمدتاً در غرب منطقه با ۱۲ میلی‌متر و در شرق منطقه به ۶ میلی‌متر، کاهش دارد.



ماخذ: نگارندگان

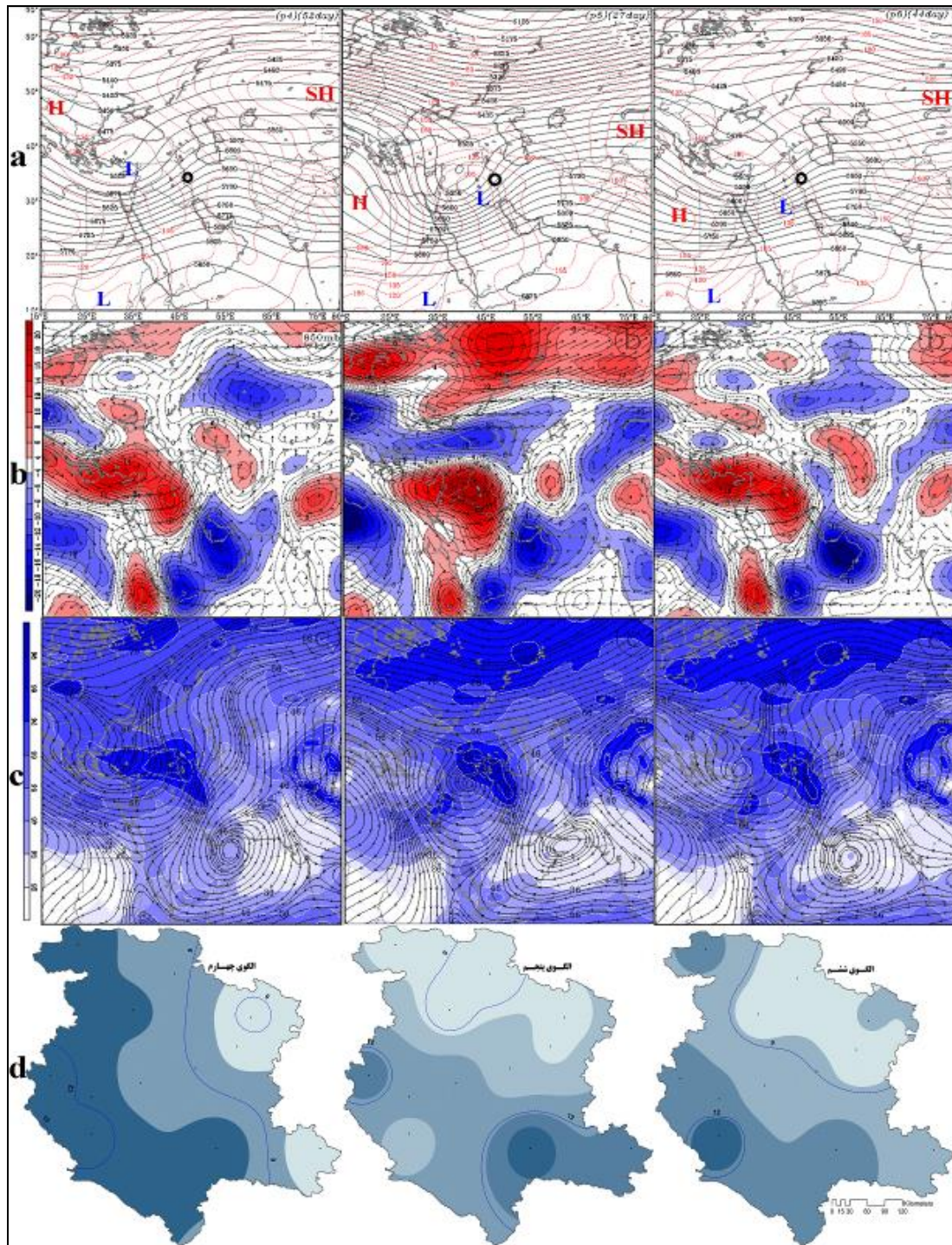
شکل ۳: نقشه ترکیبی ارتفاع ژئوپتانسیل در تراز ۵۰۰ و ۱۰۰۰ هکتوپاسکال (a)، نقشه تاوایی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال ($10^{-5} s^{-1}$) و بردار باد (b)، نم نسبی (%) به همراه خطوط جریان تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال (c)، پراکنش مقدار بارش (mm) در هر الگوی جوی (d).

الگوی سرد چال سوریه^{۱۱} (پنجم، ۱۰٪): بادهای غربی در سطوح میانی جو در اروپا و روسیه شمالی حرکت مداری و در خاورمیانه حرکت نصف‌النهاری دارند، چنانکه فراز قوی شمال آفریقا و مرکز مدیترانه تا جنوب اروپا و فرود عمیق در مدیترانه شرقی و فراز دیگر در مرکز و شرق ایران مستقر است. فرود عمیق شرق مدیترانه همراه با سرد چال با هم ارتفاع ۵۵۲۵ متر در اردن و هم‌ارتفاع ۵۵۷۵ متر از غرب ایران در جلوی فرود می‌گذرد. هم‌زمان هم‌ارتفاع ۵۸۰۰ متر در جنوب شرقی ایران استقرار دارد. در سطح زمین (شکل ۴، a)، کم‌فشار قوی جنب قطبی در شمال اروپا و شمال غربی آسیا تا شمال دریای خزر و مراکز دیگر در سودان و عراق تا غرب خلیج فارس مشهود است. هم‌زمان پرفشار ضعیف سیبری در مغولستان و پرفشار دیگر در شمال آفریقا و مدیترانه مرکزی و دو پرفشار در دریای خزر به هم می‌رسند. منطقه بیشینه تاوایی مثبت (شکل ۴، b) در مدیترانه شرقی تا غرب ایران، سودان و شمال شرقی ایران و بیشینه تاوایی منفی در شرق و شمال شرق شبه‌جزیره عربستان تا افغانستان و دریاچه بایکال است. غرب ایران در محدوده تاوایی مثبت و بیشینه رطوبت نسبی در شرق ترکیه، آذربایجان، شمال غربی ایران و اردن قرار دارد. جریان‌های مرطوب ورودی (شکل ۴، c) مرتبط با چرخند سوریه و واچرخند عمان از جنوب و جنوب شرق به منطقه، با بیشینه بارش (شکل ۴، d) جنوب شرقی و جنوب غربی منطقه است.

الگوی فرود دریای سرخ^{۱۲} (ششم، ۱۶٪): حرکت نصف‌النهاری بادهای غربی در سطوح میانی جو در خاورمیانه و فرود عمیق شرق مدیترانه تا شمال دریای سرخ و فراز به ترتیب در مدیترانه مرکزی و شرق ایران مستقر است. هم‌ارتفاع ۵۶۰۰ متر از منطقه عبور و هم‌ارتفاع ۵۸۰۰ متر از خلیج فارس و عمان می‌گذرد. در سطح زمین (شکل ۴، a)، مرکز پرفشار قوی سیبری در دریاچه بایکال و زبانه آن تا دریای سیاه و پرفشار دیگر در شمال شرقی آفریقا و بلغارستان و مراکز کم‌فشار سودان، شمال عربستان و عراق قرار دارند. مرکز بیشینه تاوایی مثبت (شکل ۴، b) در مدیترانه شرقی تا عراق، غرب ایران، سودان، شمال شرقی ایران و ترکمنستان و بیشینه تاوایی منفی در شمال آفریقا، یمن تا شمال شرقی شبه‌جزیره عربستان و مرکز ایران مشاهده می‌شود. در این الگو، بیشینه رطوبت نسبی (شکل ۴، c) در شرق ترکیه، شمال غربی و غرب ایران و هم رطوبت ۷۶ درصد در غرب ایران قرار دارد. واچرخند شمال آفریقا، مرکز قوی عمان و شرق شبه‌جزیره عربستان در سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال و چرخند ترکیه موجب جریان‌ات جنوبی به غرب ایران می‌گردد. بیشینه بارش‌ها (شکل ۴، d) در جنوب غربی و به شمال و شمال شرقی مقدار بارش‌ها کاهش دارد.

¹¹ - Cut-off Low of Syria

¹² - Red Sea Trough

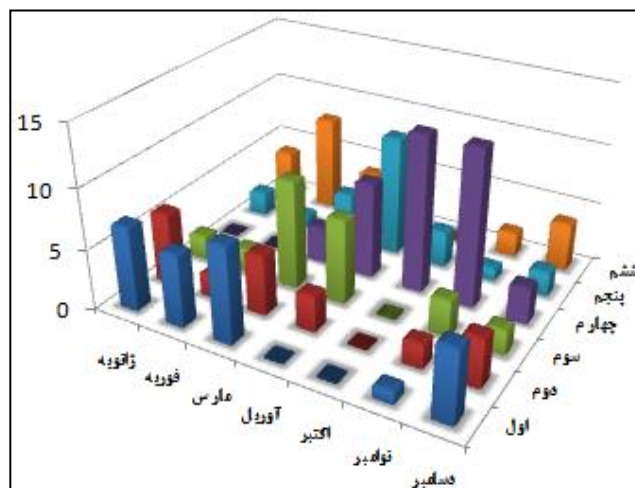


مأخذ: نگارندگان

شکل ۴: نقشه ترکیبی ارتفاع ژئوپتانسیل در تراز ۵۰۰ و ۱۰۰۰ هکتوپاسکال (a)، نقشه تاوایی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال ($10^{-5} s^{-1}$) و بردار باد (b)، نم نسبی (%) به همراه خطوط جریان تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال (c)، پراکنش مقدار بارش (mm) در هر الگوی جوی (d).

ب- الگوی جوی تداوم بارش ۳ روز و بیشتر:

در بین الگوهای جوی، الگوی چهارم، اول و سوم به ترتیب با ۴۰، ۲۸ و ۲۵ روز، بیشترین فراوانی را دارند. الگوهای بارش ۳ روز و بیشتر، غالباً در ماه مارس و آوریل به ترتیب با ۲۰ و ۱۹ درصد فراوانی وقوع و کمترین وقوع الگوها در ماه اکتبر به ترتیب با ۱۰ درصد است.



مأخذ: نگارندگان

شکل ۵: فراوانی تداوم ۳ روزه و بیشتر بارش در الگوها.

الگوی بلاکینگ رکس دریای سیاه^{۱۳} (الگوی اول، ۱۷٪): در سطوح میانی جو، حرکت نصف‌النهاری عمیق بادهای غربی موجب شکل‌گیری بلاکینگ رکس، به ترتیب سرد چال در ترکیه و شمال شرقی مدیترانه با هم‌فشار ۵۵۰۰ متر و بلاکینگ در اروپای شرقی با هم‌ارتفاع ۵۵۲۵ متر قرار دارد. این شرایط موجب عمیق شدن فرود در مدیترانه شرقی، سیکلون زایی و هم‌ارتفاع ۵۶۰۰ متر در جلوی فرود از منطقه عبور می‌کند؛ هم‌زمان هم‌ارتفاع ۵۸۰۰ متر از عمان می‌گذرد. در سطح زمین، مرکز کم‌فشار قوی قبرس و سودان و هم‌زمان پرفشار سیبری در دریاچه بایکال و زبانه آن به شکل مداری تا اروپا ادامه دارد. منطقه بیشینه تاوایی مثبت در دریای مدیترانه تا غرب ایران و سودان و بیشینه تاوایی منفی در جنوب تا شمال شرقی شبه‌جزیره عربستان، جنوب ایران و اروپای شرقی استقرار دارند. بیشترین رطوبت نسبی در ترکیه، آذربایجان و نیمه غربی ایران با هم رطوبت ۷۶ درصد، مشهود است. به ترتیب دو واچرخند قوی اروپای شرقی و عمان و چرخند قوی شمال شرقی مدیترانه، ورود جریانات مرطوب جنوبی از مدیترانه و شمال دریای سرخ به منطقه گردید. بیشینه بارش با ۱۲ میلی‌متر در غرب منطقه و به شرق و جنوب شرقی به کمتر از ۳ میلی‌متر می‌رسد.

الگوی سرد چال ترکیه^{۱۴} (دوم، ۱۴٪): در سطوح میانی جو، فرود عمیق بادهای غربی در شرق مدیترانه و فراز بادهای غربی در مدیترانه مرکزی و شرق ایران مشهود است؛ بنابراین سیکلون‌ها در مدیترانه شرقی تشکیل و منطقه در

¹³ - Rex Blocking of Black Sea

¹⁴ - Cut-Off Low of Turkey

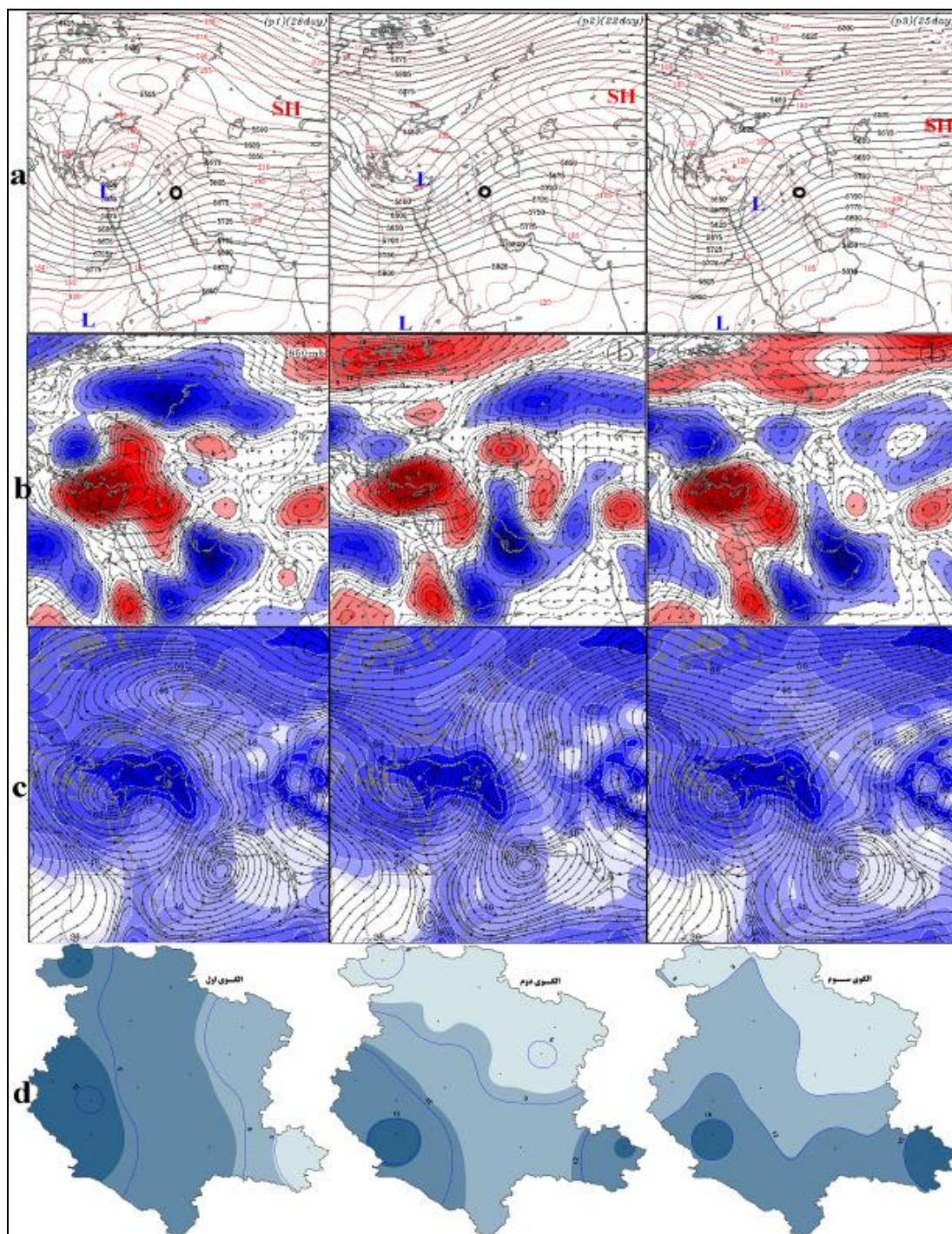
جلوی فرود و منطقه ناپایداری با هم ارتفاع ۵۶۵۰ متر قرار دارد. در سطح زمین، مرکز کم فشار قوی با دو هم فشار بسته در مدیترانه شرقی و سودان و پرفشارها در آسیای مرکزی، شمال آفریقا و مدیترانه مرکزی می باشند. بیشینه تاوایی مثبت در مدیترانه شرقی، جنوب ترکیه تا عراق، سودان، شمال شرقی ایران تا خزر و بیشینه تاوایی منفی در خلیج فارس تا مرکز ایران، جنوب شبه جزیره عربستان و شمال آفریقا مشاهده می شود. همچنین بیشینه رطوبت نسبی در شرق مدیترانه، ترکیه، آذربایجان و غرب ایران با هم رطوبت ۷۶ درصد مشاهده می گردد. الگوی جریان با دو چرخند ترکیه و سودان و واچرخند شمال شرقی شبه جزیره عربستان از جنوب و جنوب غربی به منطقه می وزند. در این الگو، بیشی ترین بارش ها در جنوب غربی و جنوب شرقی با بیش از ۱۵ میلی متر و به شمال به کمتر از ۶ میلی متر می رسد.

الگوی سرد چال قبرس^{۱۵} (سوم، ۱۵٪): در این الگو، فرود عمیق مدیترانه شرقی و سرد چال ترکیه در سطوح میانی جو و منطقه مطالعه جلوی فرود و منطقه ناپایداری با هم ارتفاع ۵۶۷۵ متر قرار دارد. هم زمان و هم ارتفاع ۵۸۰۰ متر در نیمه جنوبی و جنوب شرقی ایران و در سطح زمین، هسته کم فشار مدیترانه شرقی تا عراق، شمال عربستان و سودان، پرفشار سبیری در آسیای مرکزی و هسته پرفشار شمال آفریقا تا جنوب اروپا می باشند. منطقه بیشینه تاوایی مثبت در مدیترانه شرقی تا شمال عربستان و سودان و مناطق با بیشینه تاوایی منفی در شمال آفریقا، جنوب و شمال شرقی شبه جزیره عربستان تا جنوب ایران و اروپا مشاهده می شوند. با این شرایط جوی، بیشینه رطوبت نسبی در ترکیه، آذربایجان و غرب ایران با هم رطوبت ۷۶ درصد است. الگوی جریان با چرخند مدیترانه شرقی و واچرخند شمال شبه جزیره عربستان از جنوب به غرب ایران بوده و بیشینه بارش های این الگو، در جنوب منطقه با بیش از ۱۵ میلی متر و به شمال به کمتر از ۹ میلی متر می رسند.

الگوی سرد چال آناتولی (چهارم، ۲۵٪): بادهای غربی در سطوح میانی جو با حرکت نصف النهاری در خاورمیانه و فرود عمیق مدیترانه شرقی و فراز مدیترانه مرکزی تا جنوب اروپا و مرکز ایران استقرار دارند. در این الگو، تشکیل سیکلون در مدیترانه شرقی و منطقه مطالعه با هم ارتفاع ۵۷۰۰ متر در جلوی فرود است. همچنین پر ارتفاع جنب حاره با هم ارتفاع ۵۸۰۰ متر در نیمه جنوبی ایران و مراکز کم فشار بر روی عراق، مدیترانه شرقی و سودان و پرفشار قوی سبیری در دریاچه بال خاش و زبانه آن تا اروپا و مدیترانه مرکزی ادامه دارد. بیشینه تاوایی مثبت و ناپایداری جوی در مدیترانه شرقی تا غرب ایران، شمال عربستان، سودان و مرکز ایران و منطقه بیشینه تاوایی منفی در شمال آفریقا و اروپا، خلیج فارس تا دریای خزر و یمن مشاهده می شود. بیشینه رطوبت نسبی در شمال شرقی مدیترانه، ترکیه و نیمه غربی ایران با هم رطوبت ۷۶ درصد قرار دارد. الگوی جریان با واچرخند خلیج فارس، شمال آفریقا و غرب دریای سیاه و چرخند در مدیترانه شرقی با جهت جنوبی از مدیترانه تا شمال دریای سرخ و خلیج فارس به منطقه می وزند؛ تمرکز بارش در این الگو در غرب با بیش از ۱۵ میلی متر و در شمال شرقی به کمتر از ۹ میلی متر کاهش دارد.

¹⁵ - Cut-Off Low of Cyprus





مأخذ: نگارندگان

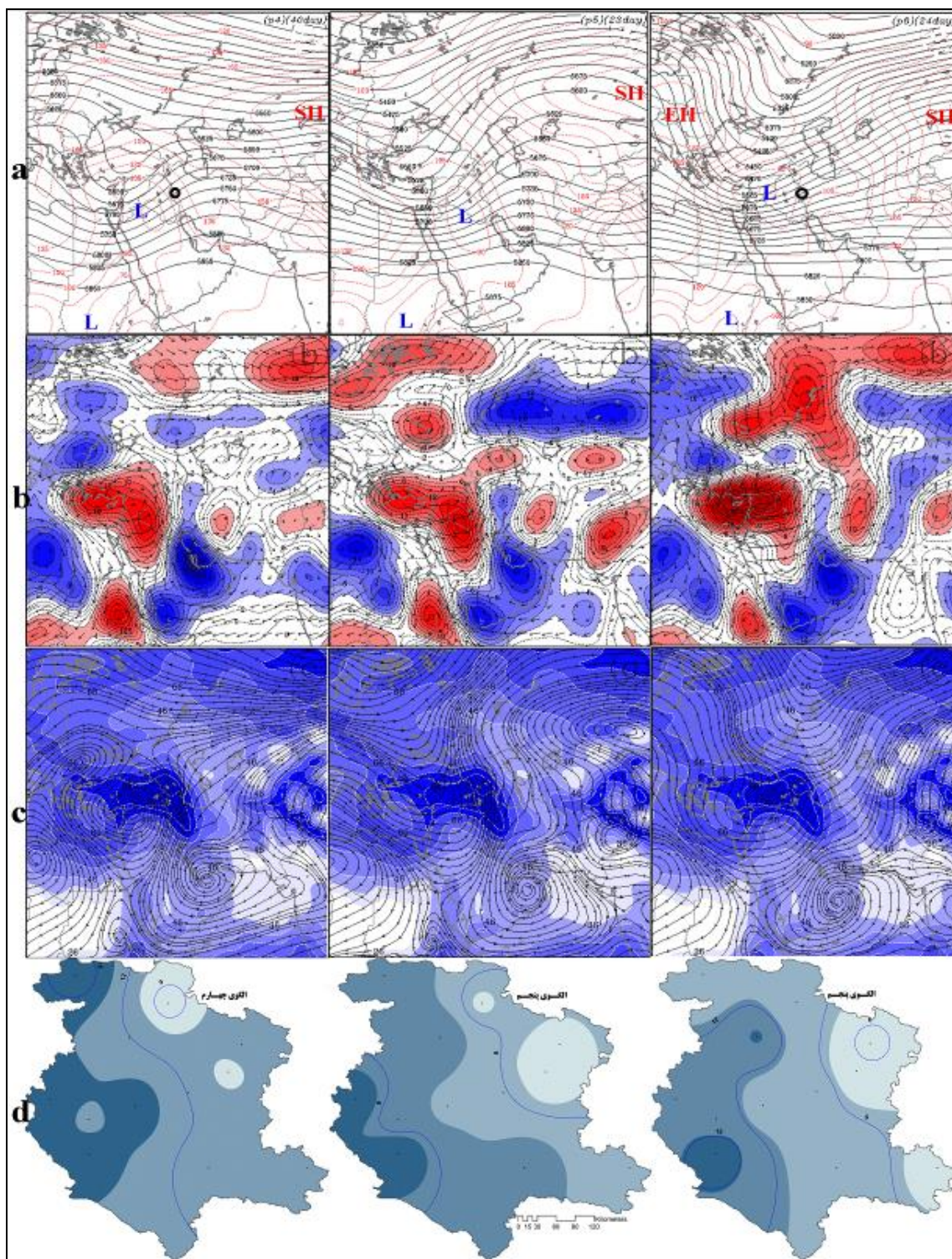
شکل ۶: نقشه ترکیبی ارتفاع ژئوپتانسیل در تراز ۵۰۰ و ۱۰۰۰ هکتوپاسکال (a)، نقشه تاوایی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال (10^{-5}) و بردار باد (b)، نم نسبی (/) به همراه خطوط جریان تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال (c)، پراکنش مقدار بارش (mm) در هر الگوی جوی (d).

الگوی فرود اروپا^{۱۶} (پنجم، ۱۴٪): در این الگو، محور فرود بادهای غربی از اسکاندیناوی تا دریای سرخ و فراز قوی بادهای غربی در روسیه و مرکز ایران مشهود است. چنانکه به ترتیب تاوه قطبی و پر ارتفاع جنب حاره در شمال دریای سیاه و جنوب ایران و هم ارتفاع ۵۷۰۰ متر از منطقه می‌گذرد. کم فشار ترکیبی عراق، شمال عربستان تا مدیترانه شرقی و سودان و پرفشارها در سیبری تا اروپای شرقی، شمال آفریقا و مدیترانه مرکزی مشهود است. بیشینه تاوایی مثبت در مدیترانه شرقی تا شمال عربستان، غرب ایران، خزر، سودان، شرق ایران و دریای سیاه، بیشینه تاوایی مثبت در لیبی، جنوب عربستان، خلیج فارس تا جنوب خزر قرار دارد. بیشینه رطوبت نسبی در ترکیه، آذربایجان، شمال غرب، غرب ایران و شرق مدیترانه است. جهت جنوبی جریانات با حرکت چرخندی عمان، غرب لیبی، مرکز سیبری و شمال شرقی پاکستان و چرخند سودان به منطقه غالب بوده و بیشینه بارش‌ها در غرب منطقه با بیش از ۹ میلی‌متر و مقدار بارش به کمتر از ۶ میلی‌متر در شرق می‌رسد.

الگوی فرود آسیای غربی^{۱۷} (ششم، ۱۵٪): در سطوح میانی جو، فرود عمیق بادهای غربی از شمال سیبری تا مدیترانه شرقی و شمال دریای سرخ و فراز بادهای غربی در اروپا و بلاکینگ در مدیترانه شرقی مشهود است. در این الگو تاوه قطبی در ترکیه، شمال غربی ایران و دریای خزر، نشانه ورود هوای سرد سیبری است. پر ارتفاع جنب حاره با هم ارتفاع ۵۸۰۰ متر در عمان و دریای عرب استقرار دارد. در این الگو دو هم فشار بسته در مدیترانه شرقی و سودان و پرفشار ترکیبی سیبری و اروپا می‌باشند. منطقه بیشینه تاوایی مثبت در مدیترانه شرقی تا غرب ایران، بخشی از سودان، شرق و شمال شرقی ایران تا روسیه غربی و منطقه با بیشینه تاوایی منفی بر روی اروپا، لیبی، جنوب و شمال شرقی شبه جزیره عربستان مشهود است. بیشینه رطوبت نسبی در این الگو نیز در ترکیه تا غرب و شمال غربی ایران با هم رطوبت ۷۶ درصد و الگوهای جریان باد حاکی از مراکز واچرخندی آفریقا، شمال شرقی شبه جزیره عربستان و هند بوده و چرخند بر روی ترکیه و بادهای با جهت جنوب غربی به منطقه مطالعه می‌وزند. در این الگو بیشینه بارش‌ها در غرب و جنوب غربی منطقه با بیش از ۱۵ میلی‌متر و کمترین در شرق منطقه با متوسط بارش‌های کمتر از ۶ میلی‌متر است.

¹⁶ - Europe Trough

¹⁷ - western Asia Trough



مأخذ: نگارندگان

شکل ۷: نقشه ترکیبی ارتفاع ژئوپتانسیل در تراز ۵۰۰ و ۱۰۰۰ هکتوپاسکال (a)، نقشه تاوایی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال (10^{-5}) و بردار باد (b)، نم نسبی (%) به همراه خطوط جریان تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال (c)، پراکنش مقدار بارش (mm) در هر الگوی جوی (d).

نتیجه گیری

الگوهای جوی منجر به تداوم بارش های غرب ایران به شرح زیر می باشد: در روزهای منجر به بارش های مداوم در غرب ایران، بادهای غربی در سطوح میانی جو با حرکت نصف النهاری، متفاوت از آرایش مداری در عرض میانی و یا متصل با آن ها، با ورود تاوه قطبی تا شمال غربی و فرود عمیق در مدیترانه شرقی، موجب حرکت های صعودی شدید و ناپایداری در سطح زمین می شوند. عمدتاً هم ارتفاع ۵۶۰۰ تا ۵۷۰۰ در جلوی فرود غرب از منطقه می گذرند. در الگوها به ترتیب فراز بلند بادهای غربی و بلاکینگ امگا در شمال آفریقا، مدیترانه مرکزی و جنوب اروپا و فراز دیگر در مرکز تا شرق ایران، و فرود شرق امگا در مدیترانه شرقی و نزدیک به ایران، استقرار دارد. در این شرایط پراارتفاع جنب حاره (هم ارتفاع ۵۸۰۰ متر، جو گرم) در جنوب ایران و عمدتاً در شرق شبه جزیره عربستان مستقر است. تفاوت آرایش بادهای غربی در بارش های با تداوم ۲ روز و تداوم ۳ روز و بیشتر در سطوح میانی جو، وجود بلاکینگ ها با الگوی رکس، سردچال ها بادهای غربی در منطقه آناتولی و عمیق تر شدن فرود شرق مدیترانه در تداوم های بیش از دو روز بارش است؛ چنانکه با آرایش نصف النهاری بادهای غربی در خاورمیانه و آرایش مداری در عرض میانی، بارش های با تداوم ۲ روز، و با الگوی یکدست نصف النهاری عمیق از شرق اروپا تا دریای سرخ و وقوع سردچال ها در آناتولی، تداوم های ۳ روز و بیشتر بارش ها در غرب حادث می گردد. مرتبط با الگوی جو میانی، در سطح زمین پرفشارهای سیبری، پرفشار جنوب اروپا، مدیترانه مرکزی تا شمال آفریقا، کم فشارهای ترکیبی در مدیترانه شرقی و خاورمیانه غربی (از غرب ایران تا قبرس و سودان) استقرار داشته و سیکلون های مدیترانه شرقی ایجاد می گردند. در تداوم های بیشتر، پرفشار سیبری با جابجایی بالاتر و زبانه مداری تا اروپا گسترش و غالباً با پرفشارهای اروپا در شمال ایران ترکیب می شود. بنابراین در این شرایط در سطوح پایین جو، منطقه بیشینه تاوایی در مدیترانه شرقی تا غرب ایران، بخشی از سودان و شمال شرقی ایران و همزمان مناطق با بیشینه تاوایی منفی در شرق شبه جزیره عربستان تا خلیج فارس، شمال آفریقا و مدیترانه مرکزی مستقرند. بنابراین جریان های مرطوب جنوب و جنوب غربی مرتبط با موقعیت واچرخند دائمی عمان و چرخندهای شرق مدیترانه، با گذر از جلگه خوزستان، عراق و دیواره بلند زاگرس در سطوح پایین جو، ریزش های شدید و مداوم را موجب می شوند. چنانکه تمرکز بارش ها در غرب و جنوب ناحیه و به شمال شرقی ناحیه از مقدار متوسط بارش کاسته می شود؛ آیا در سال های اخیر این الگوها تغییر کرده اند؟

منابع

- ۱- اشجعی، محمد. (۱۳۷۹): بررسی و ارائه مدل های همبندی بارش های سنگین در شمال غرب ایران. استاد راهنما: محمد خیراندیش، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی، گروه هواشناسی.

- ۲- امینی، میترا. حسن لشگری و مصطفی کرم پور و زهرا حجتی. (۱۳۹۲): تحلیل سینوپتیک سامانه‌های همراه با بارش سنگین و سیل زا در حوضه رودخانه کشکان برای دوره آماری (۱۳۸۴-۱۳۵۰). جغرافیا و برنامه‌ریزی، سال هفدهم، شماره ۴۳، تبریز.
- ۳- امیدوار، کمال. فرشاد صفرپور و مهدی محمودآبادی و سعید الفتی. (۱۳۸۹): تحلیل هم‌مدیدی اثرهای سرد چال در وقوع بارش‌های شدید در نواحی مرکزی و جنوب غرب ایران. مدرس علوم انسانی- برنامه‌ریزی و آمایش فضا، سال چهاردهم، شماره ۴، تهران.
- ۴- امیدوار، کمال. مسلم ترکی. (۱۳۹۱): شناسایی الگوهای ریزش بارش‌های سنگین در استان چهارمحال و بختیاری، مدرس علوم انسانی- برنامه‌ریزی و آمایش فضا، سال شانزدهم، شماره ۴، تهران.
- ۵- براتی، غلامرضا و جواد بذاق جمالی و ناصر ملکی. (۱۳۹۱): نقش واچرخندها در رخداد بارش‌های سنگین دهه اخیر غرب ایران. پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، سال چهل و چهارم، شماره ۲، تهران.
- ۶- جلالی، مسعود و علی شاهبایی و وهاب کمربان. (۱۳۹۶): شناسایی الگوهای هم‌مدیدی بارش‌های شدید تابستانه در سواحل جنوبی دریای خزر. مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی، سال بیست و یکم، شماره ۵۹، تبریز.
- ۷- جانباز قبادی، غلامرضا. عباس مفیدی و آذر زرین. (۱۳۸۹): تعیین الگوهای هم‌مدیدی بارش‌های زمستانه سواحل خزر. مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، سال بیست و دوم، شماره ۲ (پیاپی ۴۲)، اصفهان.
- ۸- درگاهیان، فاطمه. بهلول علیجانی و حسین محمدی. (۱۳۹۳): بررسی سینوپتیکی الگوهای فشار مرتبط با بلاکینگ‌های مؤثر بر رخداد بارش‌های مداوم (۵ روز و بیشتر) و سنگین در ایران: در فصل سرد ۲۰۱۲-۱۹۵۳. مجله جغرافیا و مخاطرات محیطی، سال سوم، شماره ۱۰، مشهد.
- ۹- درگاهیان، فاطمه و بهلول علیجانی. (۱۳۹۶): بررسی سینوپتیکی و دینامیکی بارش برف بهمن ۹۲ در ایران با تأکید بر نقش پدیده بلاکینگ. مخاطرات محیط طبیعی، سال ششم، شماره ۱۲، زاهدان.
- ۱۰- دوستان، رضا و محمد میردریگوندی. (۱۳۹۲): تحلیل هم‌مدیدی بارندگی‌های سنگین و فراگیر غرب ایران. دومین کنفرانس بین‌المللی مخاطرات محیطی، دانشگاه خوارزمی، تهران.
- ۱۱- رحیمی، داریوش. جواد خوشحال و تیمور علیزاده. (۱۳۸۹): تحلیل آماری-هم‌مدیدی بارش‌های سنگین مناطق خشک ایران (مطالعه موردی: استان کرمان). جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، سال هشتم، شماره ۱۴، مشهد.
- ۱۲- عزیزی، قاسم. معصومه نیری و شیما رستمی جلیلیان. (۱۳۸۸): تحلیل سینوپتیکی بارش‌های سنگین در غرب کشور (مطالعه موردی: بارش ۷-۱۴ مارس ۲۰۰۵، ۱۶-۲۴ اسفند ۱۳۸۵). جغرافیای طبیعی، سال اول، شماره ۴، لارستان.
- ۱۳- علیجانی، ب. (۱۳۹۶): آب و هوای ایران، انتشارات پیام نور، چاپ ۱۴.
- ۱۴- علیجانی، بهلول. محمود خسروی و مرتضی اسمعیل نژاد. (۱۳۸۹): تحلیل هم‌مدیدی بارش سنگین ششم ژانویه ۲۰۰۸ در جنوب شرقی ایران. پژوهش‌های اقلیم‌شناسی، سال اول، شماره ۳-۴، مشهد.
- ۱۵- غیور، حسنعلی. امیرحسین حلبیان و بیژن صابری و فرشته حسینی پور جزی. (۱۳۹۱): بررسی رابطه بارش‌های سنگین با الگوهای گردشی جو بالا (مطالعه موردی: استان خراسان جنوبی). مخاطرات محیط طبیعی، سال اول، شماره ۲، زاهدان.
- ۱۶- فرج زاده اصل، منوچهر. حسن لشکری و اسد... خورانی. (۱۳۸۶): تحلیل موقعیت رود باد در رابطه با سامانه‌های بارشی غرب کشور (استان‌های ایلام و کرمانشاه). مدرس علوم انسانی- برنامه‌ریزی و آمایش فضا، دوره ۱۱، شماره ۵۳، تهران.
- ۱۷- فرج زاده، منوچهر و سعید رجایی نجف‌آبادی. (۱۳۹۲): تحلیل شرایط سینوپتیک رخداد سیل در بارش‌های سنگین (شهرستان کوهرنگ). جغرافیا و برنامه‌ریزی، سال هفدهم، شماره ۴۵، تبریز.
- ۱۸- قادری، حیدر و بهلول علیجانی. (۱۳۸۹): تحلیل سینوپتیکی بارش‌های شدید لارستان. فصل‌نامه جغرافیای طبیعی، سال سوم، شماره ۸، لارستان.
- ۱۹- قویدل رحیمی، یوسف. محمود احمدی و داریوش حاتمی زرنه و محمدرضایی. (۱۳۹۳): شناسایی الگوهای سینوپتیک بارش سنگین مولد سیلاب مخرب در شهرستان جیرفت. جغرافیا، سال دوازدهم، شماره ۴۱، تهران.
- ۲۰- قادی، سهراب. سعید موحدی و سید ابوالفضل مسعودیان. (۱۳۹۱): رابطه فرود دریای سرخ با بارش‌های سنگین ایران. جغرافیا و پایداری محیط، سال دوم، شماره ۲، کرمانشاه.

- ۲۱- قویدل رحیمی یوسف و داریوش حاتمی. (۱۳۹۵): تحلیلی از اوضاع جوی بارش سنگین منجر به مخاطره سیل ۸ اسفند ۱۳۸۸ ایوان غرب. فضای جغرافیایی، سال شانزدهم، شماره ۵۵، اهر.
- ۲۲- کرم پور، مصطفی. جعفر معصوم پور سماکوش و مرتضی میری و یداله یوسفی. (۱۳۹۲): بررسی الگوهای همیدی بارش‌های سیل‌آسا در استان لرستان. فضای جغرافیایی، سال سیزدهم، شماره ۴۳، اهر.
- ۲۳- لشکری، حسن. (۱۳۸۴): تحلیل همیدی دو نمونه از الگوهای بارش‌های زمستانه جنوب شرق ایران. مدرس علوم انسانی- برنامه‌ریزی و آمایش فضا، سال نهم، شماره ۱، تهران.
- ۲۴- لشکری، حسن و مهدی خزایی. (۱۳۹۳): تحلیل سینوپتیکی بارش‌های سنگین استان سیستان و بلوچستان. اطلاعات جغرافیایی (سپهر)، سال بیست و سوم، شماره ۹۰-۱، تهران.
- ۲۵- محمدی، بختیار و سید ابوالفضل مسعودیان. (۱۳۸۹): تحلیل همید بارش‌های سنگین ایران مطالعه موردی (آبان‌ماه ۱۳۷۳). جغرافیا و توسعه، سال هشتم، شماره ۱۹، زاهدان.
- ۲۶- مسعودیان، سید ابوالفضل و فاطمه جعفری شندی. (۱۳۹۳): بررسی رابطه سامانه‌های همیدی مؤثر در بارش‌های سنگین پهنه کم بارش شمالی ایران. جغرافیا و برنامه‌ریزی، سال هجدهم، شماره ۵۰، تبریز.
- ۲۷- مسعودیان، سید ابوالفضل و سکیته کارساز. (۱۳۹۳): تحلیل همید الگوهای ضخامت بارش‌های سنگین ناحیه زاگرس جنوبی. جغرافیا و توسعه، شماره ۳۷، زاهدان.

- 28- Jansa, A. Genoves, A. Picornell, M. Campins, J. Riosalido, R. Carretero, O. (2001): Western Mediterranean Cyclones and Heavy Rain. Part 2: Statistical Approach, Meteorol. Appl. 8 (1), pp.43-56.
- 29- Penarrocha, D. Estrela, M.J. and Millan, M. (2002): Classification of Daily Rainfall Patterns in a Mediterranean Area With Extreme Intensity Levels: The Valencia Region. Int. J. Climatol. 22(6), pp.677-695.
- 30- Houssos, E. E. Lolis, C. J. Bartzokas, A. (2008): Atmospheric Circulation Patterns Associated With Extreme Precipitation Amounts in Greece, Adv. Geosci, 17, PP. 5 -11.
- 31- Quadrelli, R. Lazzeri, M, Cacciamani, C. and Tibaldi, S. (2001): Observed Winter Alpine Precipitation Variability and Links With Large-Scale Circulation Patterns, Climate Research, 17(3), PP.275-284.