

واکاوی بارش منطقه جنوب غرب ایران با طرح ده بررسی موردی

طاهره انصافی مقدم^{۱*}، فرامز خوش اخلاق^۲، میلاد جلیلیان^۳

۱- استادیار، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران.

۲- دانشیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران.

۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران.

چکیده

از این مقاله شناسایی الگوهای توزیع مکانی رطوبت در روزهای بارانی در منطقه جنوب غربی ایران است. بدین منظور کدهای وضعیت هوای حاضر مخابره شده ایستگاه‌های واقع در هفت استان جنوب غربی ایران (دوره ۱۹۸۶-۲۰۱۶) بررسی شد. مهمترین موارد بارندگی‌های روزانه در دوره سی ساله (۱۹۸۶-۲۰۱۶) در منطقه مورد بررسی قرار گرفت و یک طبقه بندی بر اساس توزیع جغرافیایی از حداکثر بارش روزانه به دست آمد. سپس به منظور بررسی ساختار رطوبت روزانه جو در منطقه، نقشه ۱۰ مورد رخداد روزانه بارش، با استفاده از داده های شبکه بندی شده دما، فشار سطح دریا، ارتفاع ژئوپتانسیل (HGT)، برآیند مؤلفه های باد مداری (U) و نصف النهاری (V) و آرایش الگوهای سرعت قائم (أمگا) در ترازهای متفاوت از پایگاه علوم جو و اقیانوس ایالات متحده آمریکا (NCEP/NCAR) تهیه شد و پس از تولید نقشه و پردازش های آماری، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج حاکی از آن است که در الگوهایی با جریان جنوب تا جنوب غربی، مرکز سطح کم فشار از جنوب دریای سرخ تا جنوب ترکیه امتداد داشته و با سطح میانی در ارتباط است، جایی که شارهای رطوبت در جنوب دریای سرخ، جنوب غربی/جنوب ایران و شرق دریای مدیترانه همگرا می شوند. از سوی دیگر الگوهای توزیع فضایی بارندگی های شدید به طور مستقیم با عملکرد عوامل توپوگرافی در موقعیت های جوی جریان های غربی مرطوب مرتبط است.

کلید واژه‌ها: الگوهای گردش اتمسفر، شار رطوبت؛ سیستم های بارشی، الگوهای همدیدی، جنوب غرب ایران.

مقدمه

اقلیم شناسی همدیدی علمی است که رابطه میان گردش های جوی را با محیط سطحی یک منطقه که ضخامت آن یک کیلومتر در نظر گرفته می شود بررسی می کند. «به علت قرارگیری ایران در منطقه جنب حاره، اقلیم آن از سامانه های عرض های میانه در فصل سرد سال و سامانه های حاره ای در فصل گرم سال متأثر می شود. از دیرباز موضوع بارش و منابع آب یکی از مهمترین مسائل این سرزمین بوده و می باشد» (فرج زاده اصل و کریمی، ۱۳۸۸). «تغییر اقلیم با تغییر الگوهای بارش در سراسر جهان می تواند تغییرات قابل توجهی در فراوانی، شدت و مدت رویدادهای بارش ایجاد کند. در شرایط تغییر اقلیم و با افزایش حوادث شدید آب و هوایی، پیامدهای جبران ناپذیری بر محیط زیست و اقتصاد تحمیل می شود. از این رو لازم است درک مناسبی از فراوانی، شدت و توزیع مکانی این رویدادهای شدید داشته باشیم تا گامی اساسی در پیشگیری از آسیب های ناشی از آنها برداشته شود» (زرین و داداشی رودباری، ۲۰۲۱).

علی رغم داشتن منابع عالی آب در جنوب و شمال، جو ایران از رطوبت ضعیف رنج می برد. توپوگرافی به عنوان مانعی برای ورود رطوبت از دریاها و شمال و جنوب به مناطق داخلی عمل می کند. در داخل کشور، ارتفاع نقش مهمی در توزیع فراوانی آب قابل بارش بازی می کند. جذب رطوبت عامل مهمی برای توجیه تغییرات مکانی-زمانی آب قابل بارش در ایران بوده و این پارامتر بودجه آب را تحت تأثیر قرار می دهد (کیانی پور و همکاران، ۲۰۲۰).

الگوهای زمانی و مکانی بارش، انتقال رطوبت، نواحی چشمه و چاهک آن نقش بسیار مهمی در آب و هوا و چرخه آب در این فلات دارد. ایران در ناحیه خشک و نیمه خشک واقع شده است، و فاقد منابع آبی بزرگ داخلی برای تأمین رطوبت بارش های خود بوده و در نتیجه بیشتر منابع رطوبتی و بارش های آن از سطوح آبی اطراف تأمین می شود.

«در فصول سرد که امواج غربی و کم ارتفاع بر روی دریای اروپا و مدیترانه تشکیل می شود، به دلیل سنگینی، هوای سرد در این ایام، می تواند در عرض های جغرافیایی پایین، نفوذ کند و تراف (فرورفتگی) آنها بر فراز منطقه خاورمیانه قرار دارد. اما در فصول گرم سال، کم فشار حرارتی در عرض های جغرافیایی بالا به سمت بالا کشیده می شود و به دلیل تشدید

پدیده گرد و غبار خشکی شدید در منطقه را موجب می گردد» (آرامی و همکاران، ۲۰۱۸).

«فرارفت رطوبت یکی از عواملی است که باعث تغییر در مقدار و تغییرات آب قابل بارش در یک مکان می شود. بنابراین، درک رابطه بین آنها در پیش بینی رعد و برق و بارندگی شدید مهم است. توزیع مکانی رطوبت اتمسفر در ایران با ارتفاع از سطح دریا، فاصله تا دریا و فرارفت رطوبت، کنترل می شود. از آنجایی که فرارفت رطوبت، تابعی از گردش اتمسفر در مقیاس محلی و منطقه ای در فصول مختلف است، بنابراین میزان و تغییرات مکانی و زمانی آب بارش نیز تحت تأثیر آن قرار می گیرد. درک مکانیسم گردش عمومی جو و منابع رطوبت جوی از بدنه های آبی اطراف، نقش مهمی در آگاهی ما از وقوع بارندگی های شدید یا خشکسالی های بعدی دارد» (گلکار و همکاران، ۲۰۱۶).

هدف از طرح مقدمه، تبیین مکانیسم بارش های فراگیر ایران در ارتباط با همگرایی شار رطوبتی ناشی از پرفشارها و کم فشارها و نیز منشایی مقدار بارش از سمت دریای عرب، خلیج فارس، دریای خزر و دریای سرخ در ترازهای پایین جو و همچنین دریای مدیترانه و دریای سیاه در ترازهای بالایی جو است.

پژوهشگران مختلف در تحقیقات خود، الگوهای توزیع فراوانی شار رطوبت را در مقالات متعددی متذکر شده اند که در مرور منابع به معرفی برخی از این تحقیقات پرداخته می شود.

«رضی (۲۰۰۷) با طبقه بندی و خوشه بندی، هجده الگوی گردش جوی را برای خاورمیانه و ایران شناسایی کرد. در این تحقیق نشان داده شد که الگوهایی با جریان نصف النهاری و شمال غربی اغلب باعث خشکسالی می شوند و الگوهایی با جریان جنوب غربی باعث رخداد های مرطوب می شوند». «علاوه بر این، حالت های فضایی منطقه ای تنوع بارش روزانه توسط این محققین شناسایی شد. نتایج نشان داد که انواع چرخش عمومی بزرگ مقیاس (با موقعیت جغرافیایی فرود های تروپوسفر میانی/فرازاها و آنتی سیکلون عربی تروپوسفر پایینی بر روی خاورمیانه) عمدتاً بر توزیع فضایی بارندگی در ایران حاکمیت دارد. تغییر مکان و زمان رویدادهای خشک/مرطوب زمستانی و عوامل محرک گردش های جوی بزرگ مقیاس مرتبط با آنها در این تحقیق بررسی گردید» (روستا و همکاران، ۲۰۲۰).

گردوغبار جو در برخی موارد انتخابی، نشان داد در مقطعی از زمان که گردوغبار به مقدار بالایی می‌رسد، میزان آب قابل بارش که نشانگر پتانسیل و توانایی رخداد بارش است، به طور قابل توجهی کاهش می‌یابد.

کیانی پور و همکاران (۲۰۲۲) نشان دادند در داخل کشور، ارتفاع نقش مهمی برای توزیع فرکانس آب قابل بارش ایفا می‌کند، در حالی که در مناطق ساحلی، دو فرارفت رطوبت و دما موثر هستند. به این ترتیب، فرارفت رطوبت عامل مهمی برای توجیه تغییرات مکانی- زمانی آب قابل بارش در ایران محسوب شده و این پارامتر است که بر بودجه آب تأثیر می‌گذارد.

قصابی و همکاران (۲۰۲۲) با استفاده از روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی و خوشه‌بندی الگوهای روزانه گردش عمومی جو را در هجده گروه طبقه‌بندی کرده و با بررسی نقشه‌های سطحی و واگرایی شار رطوبت در سطح hPa ۸۵۰ ارتباط بین الگوهای گردش و وقوع بارش مورد بررسی و مطالعه قرار داده و توسط شاخص PI نشان دادند وجود انواع رژیم‌های بارشی و دمایی و به تبع آن دوره‌های خشک/مرطوب به نوع و فراوانی الگوهای گردش مربوط است.

هدف از این مطالعه تحلیل ویژگی‌های روزهایی با شار رطوبت در شرایط گردوغبار با طرح ده بررسی موردی در جنوب غربی ایران است. "با توجه به خلایی که در مجموعه تحقیقات بررسی شده در زمینه شناسایی و رتبه‌بندی خاستگاه‌های سامانه‌های فشار بارش زای غرب ایران مشاهده می‌شود، در پژوهش کنونی سعی بر آن بوده است تا با استفاده از آمار روزانه بارندگی دوره سی ساله ۴۵ ایستگاه سینوپتیک، اهداف زیر در منطقه جنوب غرب ایران دنبال شود:

1. تعیین سنگین‌ترین بارش هر ماه در سال‌های دوره بلند مدت در جنوب غربی کشور با دست کم دو روز پیاپی.
2. تعیین روز اوج بارش سنگین هر ماه به عنوان روز دارنده بیشترین شمار ایستگاه‌های دارای بارش.
3. شناسایی مسیر و خاستگاه سامانه‌های بارش زا در ترازهای دریا و 500 هکتوپاسکال.

در بحث واکاوی بارش منطقه جنوب غرب ایران می‌بایستی به علل وجودی و مکانیسم ایجاد بارش‌های منطقه‌ای جنوب غرب اشاره کرد. این مقدمه مقاله پیش رو، ورود به بحث فوق را تسهیل می‌نماید. این مقاله می‌تواند نتایج پایش و واکاوی بارش منطقه جنوب غرب ایران را در اختیار محققین و مدیران

با توجه به اهمیت فصل زمستان به عنوان فصل اصلی بارندگی در ایران، شناسایی الگوهای گردش جوی فصول دیگر کمتر مورد مطالعه قرار گرفته است. از سوی دیگر، بیشتر مطالعات به صورت منطقه‌ای در یک استان یا بخش کوچکی از کشور انجام شده است (دارند و همکاران، ۲۰۱۸، غیور و همکاران، ۲۰۱۲).

دارند و پژوه (۲۰۱۹) تغییرات همگرایی شار رطوبتی یکپارچه عمودی بر روی ایران را در لایه‌های مختلف تروپوسفر و رابطه آن با بارش، تابع توزیع احتمال و بارش محاسبه کرد. یافته‌های این تحقیق نشان داد که در ماه‌های گرم، شار رطوبتی یکپارچه عمودی بر روی ایران به مراتب بیشتر از ماه‌های سرد سال بوده و نرخ شار رطوبتی یکپارچه عمودی در سطح ۸۵۰-۱۰۰۰ هکتوپاسکال بالاتر از سایر لایه‌های تروپوسفر بوده و منابع رطوبت جوی ایران در این سطح، دریا‌های جنوبی مانند دریای سرخ، دریای عربی و خلیج فارس هستند که توسط سیستم فشار قوی دینامیکی عربستان سعودی و سیستم فشار پایین سودان به سمت ایران هدایت می‌شوند. در سطح ۷۰۰-۷۷۵ هکتوپاسکال، پرفشار دینامیک عربستان سعودی مهمترین سیستم جوی است که رطوبت دریا‌های جنوب را به ایران می‌فرستد (دوستکامیان و همکاران، ۲۰۱۸).

نتایج تحقیقات روستا و همکاران (۲۰۲۰) نشان داد که آب قابل بارش جوی ایران با استفاده از داده‌های تجزیه و تحلیل شده هوای بالا، توسط پایگاه علوم جو و اقیانوس ایالات متحده آمریکا (NCEP/NCAR) در سه دوره ۱۹۴۸-۱۹۵۷، ۱۹۵۸-۱۹۷۸ و ۱۹۷۹-۲۰۱۲ با نوسانات مختلفی روبرو شده است. در هر سه دوره، توزیع متوسط و ضریب تغییرات مکانی با ارتفاع کاهش می‌یابد. در مقابل، بین ضریب تغییرات مکانی و ارتفاع رابطه مثبت وجود داشت.

چاک رابورتی و همکاران (۲۰۲۲)، با استفاده از اندازه‌گیری‌های جمع‌سپاری بر روی بیش از ۴۰۰۰۰ ایستگاه هواشناسی در بیش از ۶۰۰ خوشه شهری اروپا، اثر تعدیل‌کننده کاهش رطوبت ناشی از شهرنشینی را بر تنش گرمایی و در نهایت اثر تعدیل‌کننده کاهش رطوبت ناشی از شهرنشینی بر تنش گرمایی در فضای باز را نشان دادند. آنها متوجه شدند که رطوبت نسبی کمتر به دلیل شهرنشینی تأثیر دمای بالاتر را تا حدی خنثی و بنابراین پتانسیل دما را تعدیل می‌کند.

نتایج تحقیق انصافی مقدم و صفرراد (۲۰۲۲)، با بررسی داده‌های سنجش از دور از جمله مقادیر آب قابل بارش و رخداد

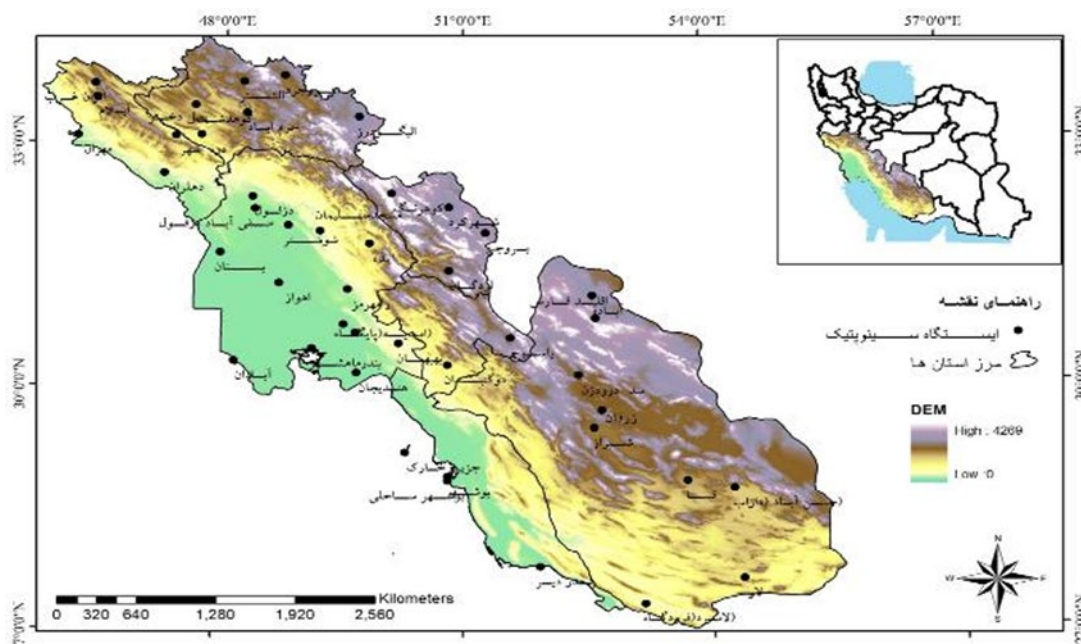
و عرض جغرافیایی ۲۷ درجه و ۳ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۲۲ دقیقه شمالی قرار دارد (شکل ۱). این مطالعه برای استان های جنوب غربی ایران و با استفاده از داده ها و اطلاعات ۴۵ ایستگاه همدیدی واقع در هفت استان ایلام، لرستان، کهگیلویه و بویر احمد، چهارمحال و بختیاری، خوزستان، بوشهر و فارس واقع در جنوب غربی ایران انتخاب شدند. پس از اخذ داده ها از سازمان هواشناسی کشور، فراوانی بارندگی روزانه با استفاده از داده های روزانه ۴۵ ایستگاه تفکیک شد.

و مسوولین بحران حاصل از رویدادهای حدی بارش قرار دهد. پیشگیری از آسیب های ناشی از وقایع حدی بارش می تواند در قالب سایر مقالات یا تحقیقات بررسی شود.

داده ها و روش ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در جنوب غربی ایران و در محدوده طول جغرافیایی ۴۵ درجه و ۸۶ دقیقه تا ۵۵ درجه و ۳۵ دقیقه شرقی



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی و نقشه توپوگرافی منطقه مورد مطالعه

جدول ۱- زمان ثبت و تداوم پدیده بارش در جنوب غرب ایران (۲۰۱۶-۱۹۸۶)

| ردیف | شروع تداوم بارش | پایان تداوم بارش | ماه و سال | میانگین روزهای بارشی موردی | دوره |
|------|-----------------|------------------|---------------------|----------------------------|-------|
| ۱ | ۲۰۰۵/۱۲/۲۶ | ۲۰۰۵/۱۲/۲۳ | دسامبر ۲۰۰۵ | ۱۷/۶۳ | مرطوب |
| ۲ | ۲۰۰۶/۰۲/۱۳ | ۲۰۰۶/۰۲/۰۶ | فوریه ۲۰۰۶ | ۱۱/۴۲ | مرطوب |
| ۳ | ۲۰۰۷/۰۴/۱۵ | ۲۰۰۷/۰۴/۱۱ | آوریل ۲۰۰۷ | ۹/۶۱ | مرطوب |
| ۴ | ۲۰۰۸/۱۱/۰۲ | ۲۰۰۸/۱۰/۲۹ | اکتبر و نوامبر ۲۰۰۸ | ۵/۴ | خشک |
| ۵ | ۲۰۰۹/۰۲/۱۴ | ۲۰۰۹/۰۲/۱۰ | فوریه ۲۰۰۹ | ۷/۹۳ | خشک |
| ۶ | ۲۰۰۹/۱۱/۰۵ | ۲۰۰۹/۱۰/۲۷ | اکتبر و نوامبر ۲۰۰۹ | ۹/۱۴ | مرطوب |
| ۷ | ۱۴/۰۱/۲۰۱۲ | ۱۱/۰۱/۲۰۱۲ | ژانویه ۲۰۱۲ | ۴/۰۲ | خشک |
| ۸ | ۲۰۱۳/۰۴/۲۰ | ۲۰۱۳/۰۴/۱۳ | آوریل ۲۰۱۳ | ۲/۹۴ | خشک |
| ۹ | ۲۰۱۴/۰۳/۱۴ | ۲۰۱۴/۰۳/۰۹ | مارس ۲۰۱۴ | ۹/۶۰ | مرطوب |
| ۱۰ | ۰۵/۱۰/۲۰۱۶ | ۰۱/۱۰/۲۰۱۶ | اکتبر ۲۰۱۶ | ۱/۸۹ | خشک |
| | میانگین | | | ۷/۹۶ | |

تحلیل روزانه داده‌های بارندگی

جهت شناسایی سازوکار الگوهای جوی ایجادکننده در منطقه پژوهش، به واکاوی شرایط همدید حاکم بر روزهای خشک و مرطوب، پرداخته شد. لذا به منظور تعیین روزهای خشک و مرطوب، از روش محاسبه میانگین روزانه بارش در هر دوره مطالعاتی (بالا تر از میانگین، دوره های مرطوب و پایین تر از میانگین، دوره‌های خشک) و سپس محاسبه نمایه بارش استاندارد، استفاده گردید. برای کاستن از تعداد گروه‌ها و به دست آوردن الگوهای اصلی، با استفاده از روش ترکیبی مقایسه همبستگی بین گروه‌ها و تفسیر چشمی، تعدادی از گروه‌ها که دارای بیشترین همبستگی بودند با هم ترکیب شدند و در نهایت الگوهای اصلی در دوره های خشک و مرطوب استخراج شد. برای تعیین روز نماینده هر گروه، با محاسبه ماتریس همبستگی درون گروهی، روزهای نماینده هر الگو که دارای بیشترین همبستگی درون گروهی بوده و معرف هر کدام از خوشه‌های تعیین کننده الگوهای همدید در منطقه بودند استخراج شدند (جدول ۱).

تجزیه و تحلیل سری زمانی از داده‌های روزانه موجود، مناسب‌ترین دوره را برای سالهای (۲۰۱۶-۱۹۸۶) نشان داد، زیرا بیشترین تعداد ایستگاه‌ها را با مجموعه داده‌های کامل، و دستیابی به یک مجموعه داده کاملاً عاری از مقادیر گمشده را ارائه داد. در مرحله اول داده‌های ساعتی و روزانه ۴۳۰۹۸۷۰ روز، از ۴۵ ایستگاه سینوپتیک در طی دوره آماری ۲۰۱۶-۱۹۸۶ مورد بررسی و وضعیت رخداد های بارش در ۸ سینوپ روزانه با توجه به میزان بارندگی رصد شد. در مرحله دوم از بین ۴۳۰۹۸۷۰ روز مورد بررسی، حدود ۵۷۰۰ مورد روزانه به لحاظ میزان افزایش یا کاهش و حتی توقف بارندگی در فایل جداگانه‌ای دسته‌بندی شد (انصافی مقدم و صفرآباد، ۲۰۲۳). برای تمامی موارد نقشه‌های همدیدی در ترازهای مختلف جو براساس عناصر مختلف اقلیمی، داده‌های مولفه باد مداری (U)، باد نصف‌النهاری (V)، نم و یژه و ارتفاع ژئوپتانسیل، امگا و فشار سطح دریا از مرکز NCEP/NCAR اخذ و نقشه‌های چرخندگی نسبی، امگا، ارتفاع ژئوپتانسیل، جریان باد و فرارفت رطوبت به صورت شش ساعته و روزانه، دو روز پیش و پس از بارش، تهیه شد و داده‌های مربوط به هوای حاضر این ایستگاهها نیز مورد بررسی قرار گرفتند.

انطباق میزان متوسط بارش هر سال در منطقه مورد مطالعه (بابایی و فرج زاده، ۱۳۸۲) بر متوسط سی ساله بارش سالانه ایران از قرار ۲۲۴ میلی متر، از جمله دلایل توجیه کننده انتخاب پنج مورد (کیس) خشک و پنج مورد (کیس) مرطوب و مجموعاً ده کیس مورد بررسی است. تمامی بارش‌های شناسایی شده در این مقاله توالی بیش از دو روز داشتند. از این رو چنانکه در تحقیقات دیگر (علیچانی و زاهدی ۱۳۸۱)، و لشگری (۱۳۷۹)، نیز لحاظ شده است چنین بارش‌هایی (با توالی بیش از دو روز) ناشی از همرفت‌های محلی نبوده، بلکه پیرو آرایش سامانه‌های فشار هستند.

در این بخش جدول و سپس نقشه‌های ۱۰ دوره روزانه در تراز دریا و سطوح ۷۰۰ و ۹۲۵ هکتوپاسکال مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند که در ادامه نتایج حاصل از آنها ارائه می‌شود. در نهایت در مرحله سوم ۱۰ رخداد بارندگی با در نظر گرفتن تداوم زمانی بیش از سه روز و گسترش مکانی حداقل ۱۰ ایستگاه از بین ۴۵ ایستگاه مورد بررسی استخراج گردید.

داده‌ها

دسته اول داده‌هایی که در این تحقیق از آن استفاده شد شامل داده‌های بارش روزانه طی هشت بار دیده بانی در روز، مربوط به ۴۵ ایستگاه همدید در جنوب غربی کشور، در طی دوره آماری سی ساله ۱۹۸۶ تا ۲۰۱۶ است که از سازمان هواشناسی کشور دریافت شده است. «به منظور شناسایی دقیق تر و انتخاب دوره‌های مورد مطالعه چند معیار در نظر گرفته شد: اول، تداوم زمانی دو روزه بارش در منطقه مورد مطالعه، دوم، گسترش مکانی بارندگی دست کم در هفت ایستگاه» (دارند و پژوه، ۲۰۱۸). در این پژوهش با انتخاب ۱۰ مورد رخداد بارش، داده‌های شبکه بندی شده دما، فشار سطح دریا، ارتفاع ژئوپتانسیل، از برآیند مؤلفه‌های باد مداری (U)، و نصف‌النهاری (V) استفاده شده و آرایش الگوهای سرعت قائم (امگا) و ارتفاع ژئوپتانسیل (HGT) برای ترازهای متفاوت از پایگاه علوم جو و اقیانوس ایالات متحده آمریکا (NCEP/NCAR) تهیه شده و پس از تولید نقشه و پردازش‌های آماری، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

است و در مورد برخی از کیس ها مانند رخداد بارش اکتبر و نوامبر ۲۰۰۹ (شکل ۷)، ورود، استقرار و خروج سامانه تا ده روز به طول انجامیده است. بنابراین به فراخور وضعیت سینوپتیک سامانه بارشی، یک کیس حاوی چهار نقشه و کیس دیگر حاوی ده نقشه می باشد.

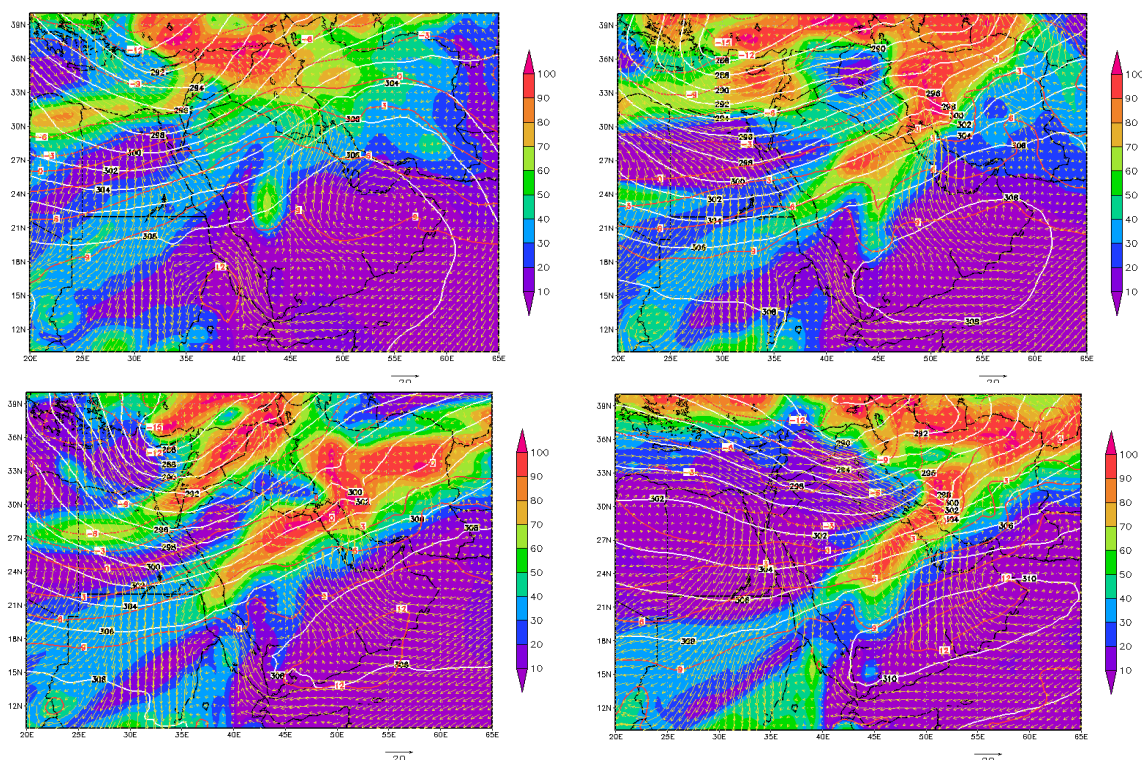
بحث

تحلیل رخداد بارش دسامبر ۲۰۰۵ (۲۳-۲۶/۱۲/۲۰۰۵)

در شکل ۲ وضعیت همدیدی جو طی روزهای ۲۳ تا ۲۶ ماه دسامبر سال ۲۰۰۵ نشان می دهد که در خارج از مرز های غربی ایران بر روی کشور عراق یک منطقه با نم نسبی بالای ۹۰ درصد زیر ناوه مدیترانه به وجود آمده است. در روز دوم مشاهده می شود که ناوه با جابجایی به سمت شرق به صورت پهن تر از روز قبل شده و از عمق آن اندکی کاسته شده است اما با تامین رطوبت این سامانه توسط دریای سرخ یک منطقه با نم نسبی بیشتر از ۹۰ درصد بر روی کشور ایران خصوصا در غرب و جنوب میانی کشور تشکیل شده است. جریانات مرطوب نشان می دهد که از روی دریای مدیترانه و دریای سرخ بیشترین رطوبت انتقال یافته است. در روز سوم با تشدید جریانات جنوب غربی به سوی کشور، حرکت شرق سوی ناوه در این روز نسبت به روز قبل عمیق تر شده و جریانات مرطوب از روی دریای سرخ و عرض های پایین، نم نسبی افزایش یافته و در روز چهارم حرکت شرق سو سبب شده است جریانات مناطق مرطوب نیز حرکت کرده و بیشترین نم نسبی در مرکز و جنوب غرب کشور به وجود بیاید، جریانات هوا در این مناطق به صورت همگرا از روی دریای عرب و دریای مدیترانه عبور کرده و پرفشار جنوب عربستان و کم ارتفاع مناطق شمال غرب ایران در این جریانات مرطوب نقش موثری داشته است.

برای دستیابی به اهداف در نظر گرفته شده در این پژوهش و انجام مقایسه بین مناطقی که در آنجا بارش رخ داده است و مناطقی که در تحلیل تصاویر ماهواره به عنوان ابرهای بارشزا تشخیص داده شده است، آمار بارندگی روزهای یک دوره سی ساله میلادی (۱۹۸۶-۲۰۱۶) از کلیه ایستگاه های مورد نظر و مناطق مورد مطالعه از اداره کل هواشناسی به صورت روزانه دریافت گردید. از طرف دیگر برای کسب اطلاعات از برخی پارامترهای جوی به خصوص باد، ابرناکی، دمای قله ابر و آب قابل بارش در روزهای مورد نظر با استفاده از سایت اینترنتی نوآ، امکان دریافت داده های مورد نیاز و ترسیم نقشه از داده های ترکیبی NCEP به وجود آمد که در این تحقیق از آنها استفاده گردیده است. بدین منظور نقشه های مورد استفاده در این بخش از سایت نوآ و داده های بازتحلیل NCEP/NCAR استخراج گردیده است. برای تمامی موارد نقشه های همدیدی در ترازهای مختلف جو بر اساس عناصر مختلف اقلیمی، داده های مولفه باد مدار (U)، باد نصف النهار (V)، نم ویژه و ارتفاع ژئوپتانسیل، امگا و فشار سطح دریا از مرکز NCEP/NCAR، اخذ و نقشه های چرخندگی نسبی، امگا، ارتفاع ژئوپتانسیل، جریان باد و فرارفت رطوبت به صورت شش ساعته و روزانه، دو روز پیش و پس از بارش، تهیه شد و داده های مربوط به هوای حاضر این ایستگاهها نیز مورد بررسی قرار گرفتند. در نهایت بر اساس شباهت شرایط همدیدی و قابلیت دریافت تصاویر ماهواره ای ۱۰ نمونه انتخاب و شرایط همدیدی آنها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. به منظور تحلیل شرایط سینوپتیکی هر رخداد بارش، داده های تراز دریا، نقشه توپوگرافی و سرعت قائم ترازهای ۸۵۰، ۷۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال، از ۴۸ ساعت قبل تا روز اوج بارش از مرکز ملی پیش بینی محیطی آمریکا (NCEP) تهیه گردید. همچنین با استفاده از داده های گرفته شده از سایت مذکور نقشه های ترکیبی پارامترهای یاد شده در محیط گردس ترسیم گردید.

در این مقاله تعداد نقشه های روزانه، مویید سکون و یا عبور سامانه بارشی در منطقه مورد بررسی است. در این مقاله همانطور که قابل مشاهده است در برخی کیس ها مانند رخداد بارش دسامبر ۲۰۰۵ (شکل ۲)، و رخداد بارش ژانویه ۲۰۱۲ (شکل ۸)، سامانه ای در عرض چهار روز از منطقه عبور کرده



شکل ۲- نقشه‌های ترکیبی سطوح مختلف جو برای رخدادهای (۲۳/۱۲/۲۰۰۵ تا ۲۶/۱۲/۲۰۰۵) نشان‌دهنده الگوی جوی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکالی، برای ارتفاع ژئوپتانسیلی (پهنه‌ای) و نم و یژه، و تراز ۹۲۵ هکتوپاسکالی، برای جهت و سرعت باد (پهنه‌ای) و دماست. (از سمت چپ به راست به ترتیب تصاویر مربوط به ۲۳ تا ۲۶ دسامبر ۲۰۰۵ می‌باشد)

شیب فشار بین این مناطق بیشتر از روز قبل بوده و ناوه را نسبت به روز قبل عمیق‌تر کرده است، جریانات به صورت جنوبی و جنوب غربی سبب افزایش نم نسبی و دما در نیمه جنوبی کشور شده است. در روز سوم به دلیل انتقال مداری ناوه به سمت غرب و قرارگیری بر روی جنوب غرب کشور مشاهده می‌شود که یک جریان رطوبتی بین دریای سرخ و جنوب غرب ایران ایجاد شده و کم ارتفاع مدیترانه نیز با جایجایی شرق سو بر روی کشور عراق جریان جنوب غربی را تشدید کرده است. در روز پنجم و ششم به دلیل ضعیف شدن ناوه کم ارتفاع مدیترانه و عقب نشینی پر ارتفاع جنوب عربستان، جریانات به صورت مداری است. اما دمای هوا در این روز سرد تر از روزهای قبل و مسیر رطوبت بر روی قسمت شمالی خلیج فارس محدود گردیده است. اما گسترش جنوب غرب- شمال غربی این مسیر تا نواحی شمال شرق ایران همچنان ادامه داشته است ولی در روز ششم جریانات در کشور ضعیف تر بوده و مسیر انتقال رطوبت نسبت به روز قبل مایل تر و مداری شده به طوری که تنها در جنوب غرب

تحلیل رخداد بارش فوریه ۲۰۰۶ (۱۳-۰۶/۰۲/۲۰۰۶) در اولین روز شکل ۳، مشاهده می‌شود که منطقه‌ای با رطوبت نسبی بالا در مرکز و شرق کشور و منطقه‌ای دیگری با رطوبت نسبی بالا در خارج از مرزهای جنوب غربی کشور وجود دارد. به دلیل وجود نم نسبی بیش از ۹۰ درصد در این مناطق می‌توان گفت که موج‌های کوتاه عامل وجود ناپایداری‌هایی شده است. هر چند که در روز اول جریان هوا بر روی کشور به صورت آرام می‌باشد اما در روز دوم این ناپایداری به دلیل قرار گرفتن غرب کشور زیر ناوه ایجاد شده، جریانات شدیدی به صورت شمال- جنوب در مناطق خشک عربستان، دریای عرب و خلیج فارس بوجود آمده و نم نسبی را در روز دوم بالا برده است. کنتورهای دما نشان می‌دهد که به دلیل وجود رطوبت فراوان در این منطقه، دما اندکی افزایش داشته است پر ارتفاع قرار گرفته در جنوب عربستان را می‌توان دلیل فرارفت رطوبت و هوای گرم در این روز دانست. در روز سوم به دلیل گستردگی بیشتر پر ارتفاع جنوب عربستان و کم ارتفاع ایجاد شده بر روی مناطق مرکزی دریای مدیترانه،

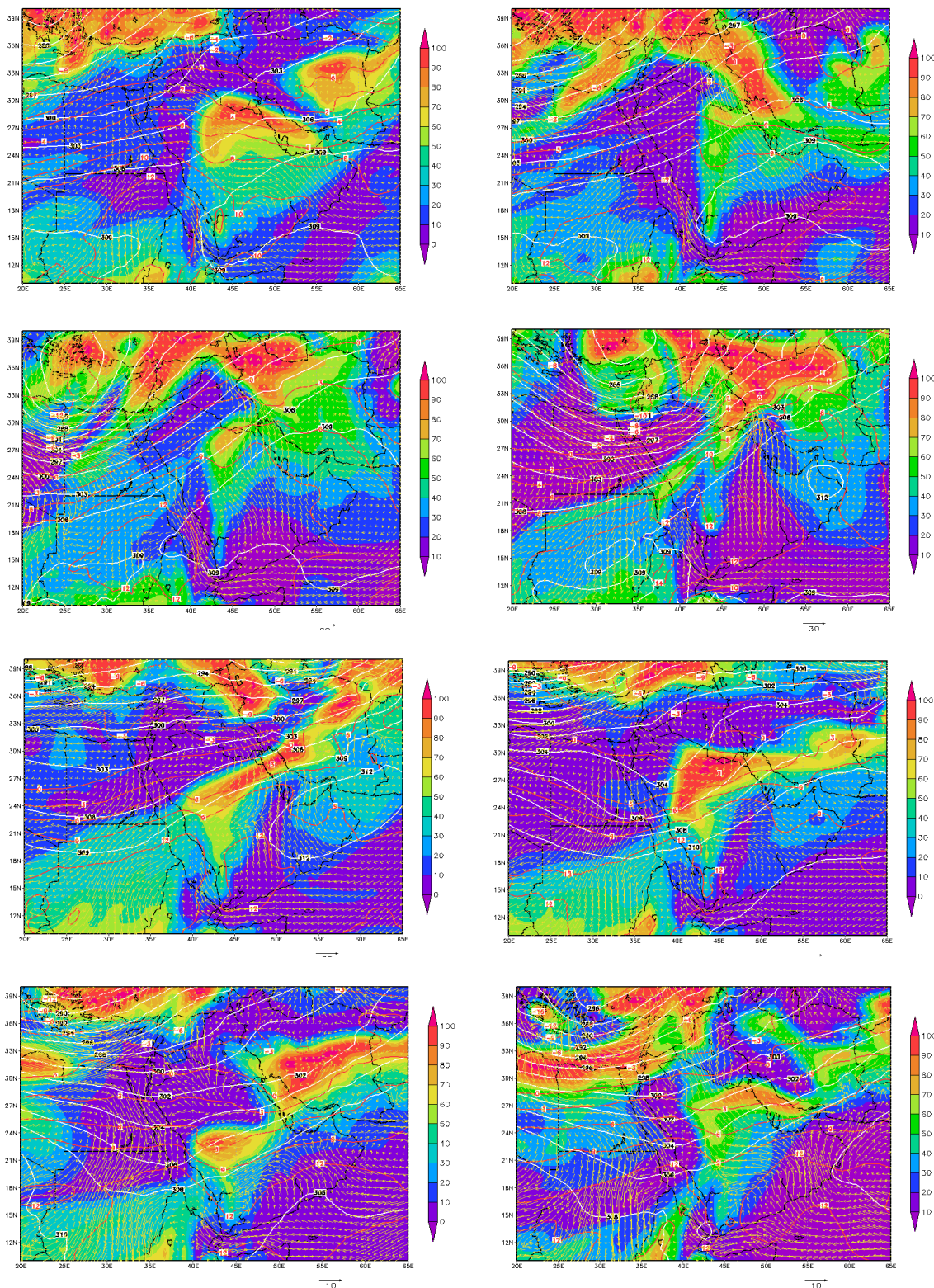
تحلیل رخداد بارش اکتبر و نوامبر ۲۰۰۸ (۲۹/۱۰/۲۰۰۸) -
(۲/۱۱/۲۰۰۸)

در شکل ۵ وضعیت همدیدی روزهای ۲۹ اکتبر تا ۲ دسامبر سال ۲۰۰۸ ترسیم شده است. در روز اول این دوره پنج روزه، یک کم ارتفاع با هسته ۳۰۴ ژئوپتانسیل متر در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال در غرب کشور ایران تشکیل شده است و در هسته این کم فشار، جریان هوا آرام بوده اما در غرب این کم ارتفاع جریانات شمالی - جنوبی می باشد. در قسمت جنوب کشور ایران، پرارتفاعی با هسته ۳۱۰ ژئوپتانسیل متر در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال با گردش و اچرخندی، بر روی دریای عرب و جنوب عربستان، جریانات مرطوبی را از روی دریای عرب به سمت شمال و مرکز عربستان انتقال داده است. همگرایی جریانات بین این دو هسته فشار سبب ایجاد یک مسیر رطوبتی قوی شده است که تا مرکز و شرق ایران ادامه پیدا کرده است. بیشترین رطوبت انتقال یافته این مسیر رطوبتی ناشی از قسمت جنوبی دریای سرخ است. در روز دوم دو کم ارتفاع بر روی شمال عراق و غرب عربستان تشکیل شده است که با گردش چرخندی رطوبت دریای سرخ و مدیترانه را به وسیله جریانات سمت راست خود بر روی کشور انتقال داده است و پر ارتفاع عربستان نیز با گردش و اچرخندی به تغذیه رطوبتی این سیستم کمک کرده است. در مسیر انتقال رطوبت، بیشترین تجمع رطوبتی در شمال غرب، مرکز و جنوب غرب ایران دیده می شود. به طوری که کم نسبی در این روز بیشتر از ۸۰ در صد می باشد. در روز سوم با ضعیف اما گستره شدن کم ارتفاع مدیترانه نسبت به روز گذشته، جریان هوا نیز آرام تر شده و کم نسبی تنها بر روی مناطق مرتفع کشور زیاد می باشد. اما در روز چهارم با شکل گیری یک مرکز کم ارتفاع بر روی کشور عراق، جریاناتی به صورت چرخندی را در اطراف خود ایجاد کرده است. به صورتی که در قسمت جنوبی خود با همگرا کردن جریانات مرطوب و انتقال بر روی کشور ایران کم نسبی را در مناطق مرتفع به بیشتر از ۹۰ درصد رسانده است. در روز پنجم، این کم ارتفاع به سمت غرب جابجا و قوی تر شده است که با کمک پر ارتفاع جنوب عربستان، یک شیب فشار شدید بین این دو مرکز ایجاد و جریان رطوبت ناشی از دریای سرخ و دریای عرب به مرکز ایران انتقال یافته است.

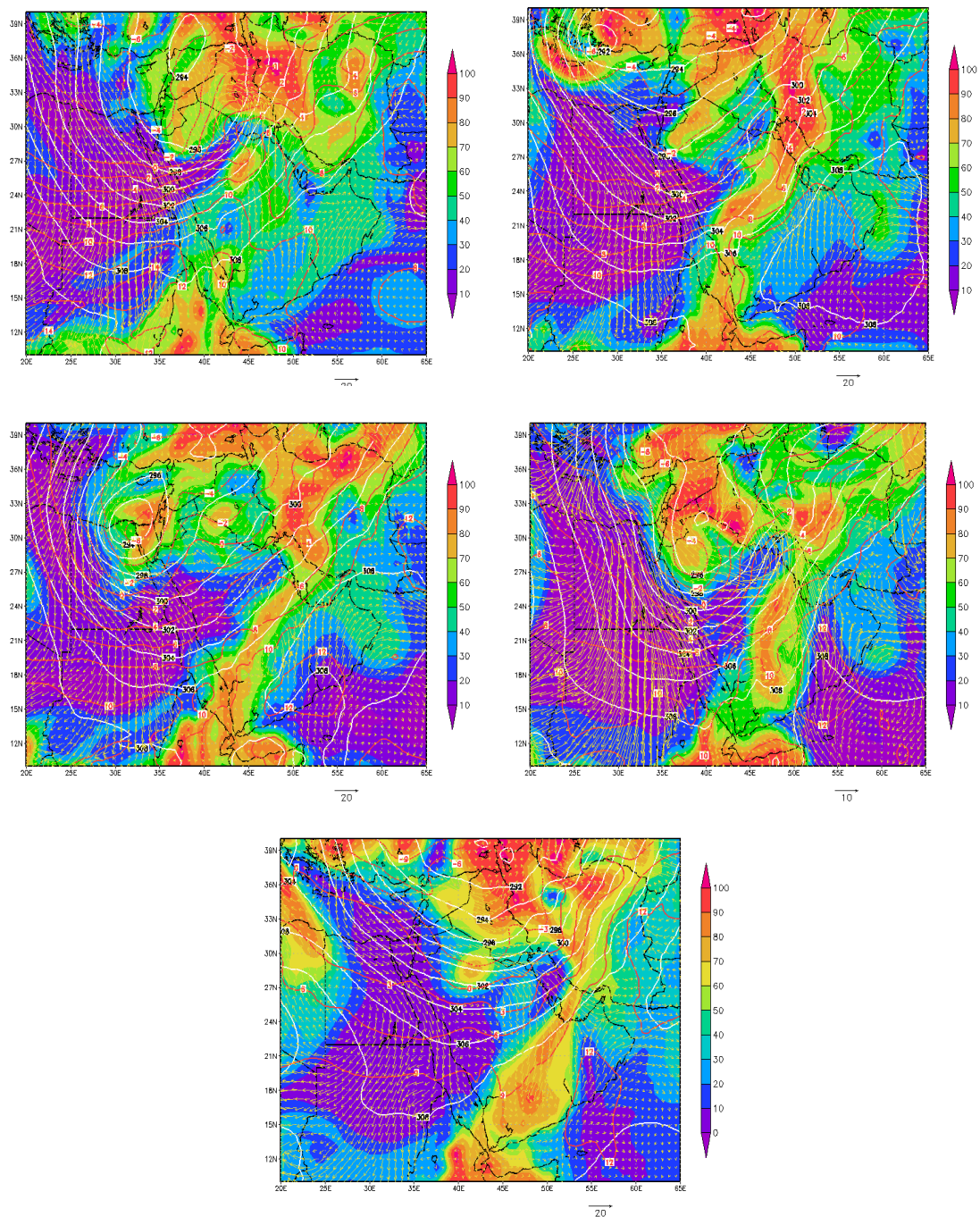
ایران بر روی خلیج فارس و شرق کشور هسته های کم نسبی بیشتر از ۷۰ درصد می باشد که این هسته های رطوبتی به صورت موج کوتاه با جریانات ضعیف نصف النهاری همراه بوده است. در روز هفتم و هشتم به دلیل ورود بیشتر سیستم رطوبتی از جنوب غرب با کم نسبی بیش از ۹۰ درصد، ناوه موجود در این روز سبب یک همگرایی جریان در مرکز کشور شده است، به صورتی که در روز هفتم جریانات در جنوب غرب کشور به صورت شمال غربی بوده و دمای هوا در این مناطق را سرد کرده است. در روز هشتم همگرایی جریان در مرکز کشور با جابجایی به سمت شرق ضعیف تر از روز قبل اما همچنان به دلیل وجود ناوه، مناطقی با کم نسبی بیشتر از ۷۰ درصد در جنوب غرب و مرکز کشور وجود دارد. جریانات در این نواحی از جهت های مختلف به صورت همگرا می باشد.

تحلیل رخداد بارش آوریل ۲۰۰۷ (۱۱-۱۵/۰۴/۲۰۰۷)

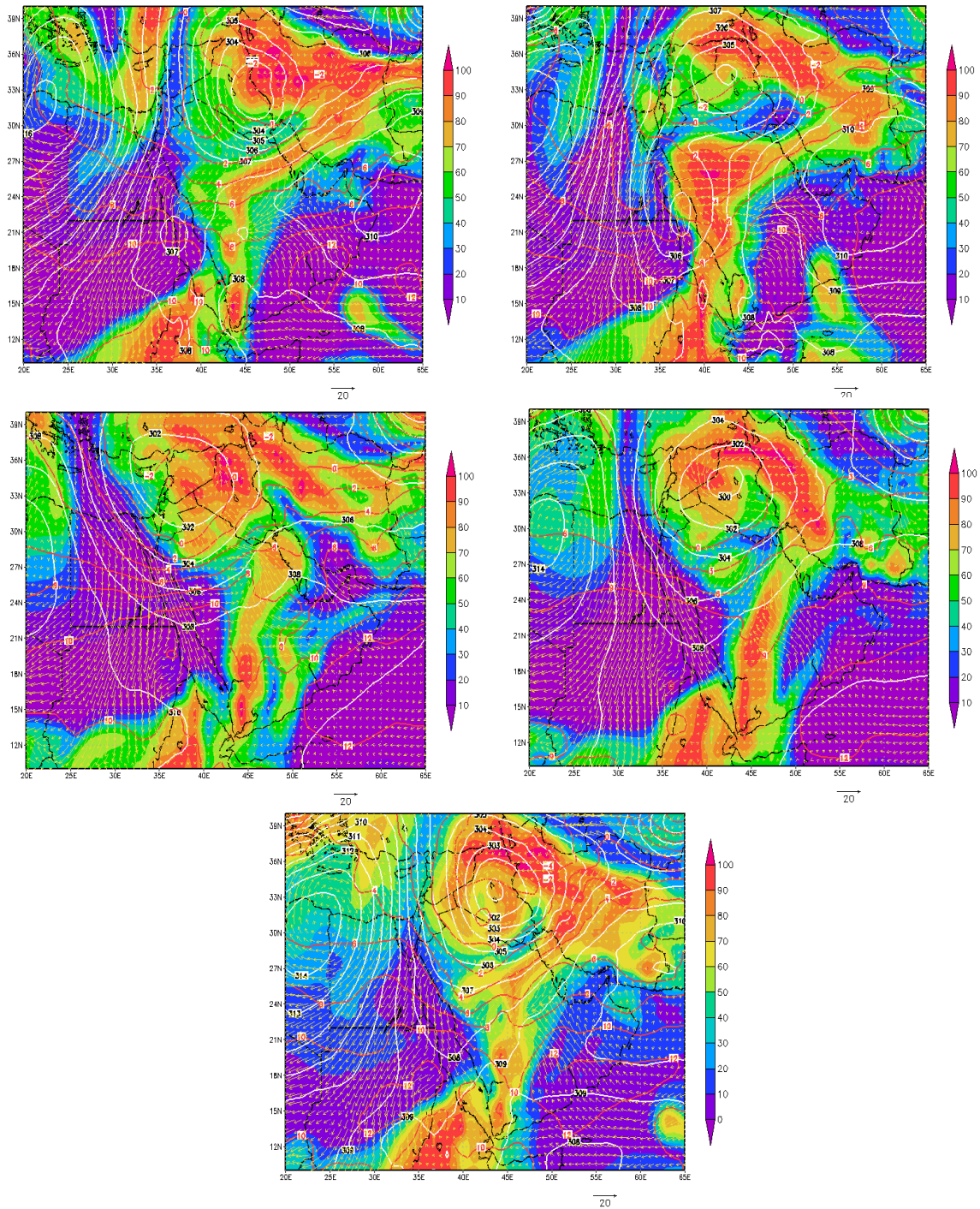
در نقشه های روز های اول و دوم مرتبط با شکل ۴ مشاهده می شود که وجود مناطق کم ارتفاع بر روی کشور های عراق، سوریه و ترکیه سبب ایجاد یک ناوه عمیق شده است. غرب کشور ایران بر روی حاشیه های شرقی این ناوه قرار گرفته است، به دلیل همگرایی جریانات چرخندی در شرق این کم ارتفاع، از سمت جنوب و جنوب غرب یعنی از روی دریای سرخ و غرب جریانات مرطوب، به غرب و جنوب غرب ایران انتقال یافته است و با جابجایی این ناوه در روز دوم مسیری از جریانات مرطوب بر مناطق داخلی ایران از جنوب غرب تا شمال کشیده شده است. در روز سوم با شکل گیری یک کم ارتفاع بر روی مناطق شرق دریای مدیترانه و ناوه عمیق، مسیر انتقال رطوبت همچنان بر روی جنوب غرب تا شمال و مرکز ایران کشیده شده است و در روز چهارم نیز به همین صورت جریانات به صورت یک همگرایی شدید بوده که از سمت جنوب به شمال، جریانات مرطوب و از سمت شمال، جریانات سرد با دمای کمتر از صفر درجه، سبب بالاتر رفتن کم نسبی در این روزها شده است. در روز پنجم با جابجایی ناوه عمیق بر روی مناطق مرکزی و شمالی کشور، مسیر رطوبت از روی دریای سرخ با عبور از جنوب عربستان و یمن و تغذیه از خلیج فارس موجب گردیده کم نسبی در این روز نیز افزایش یابد.



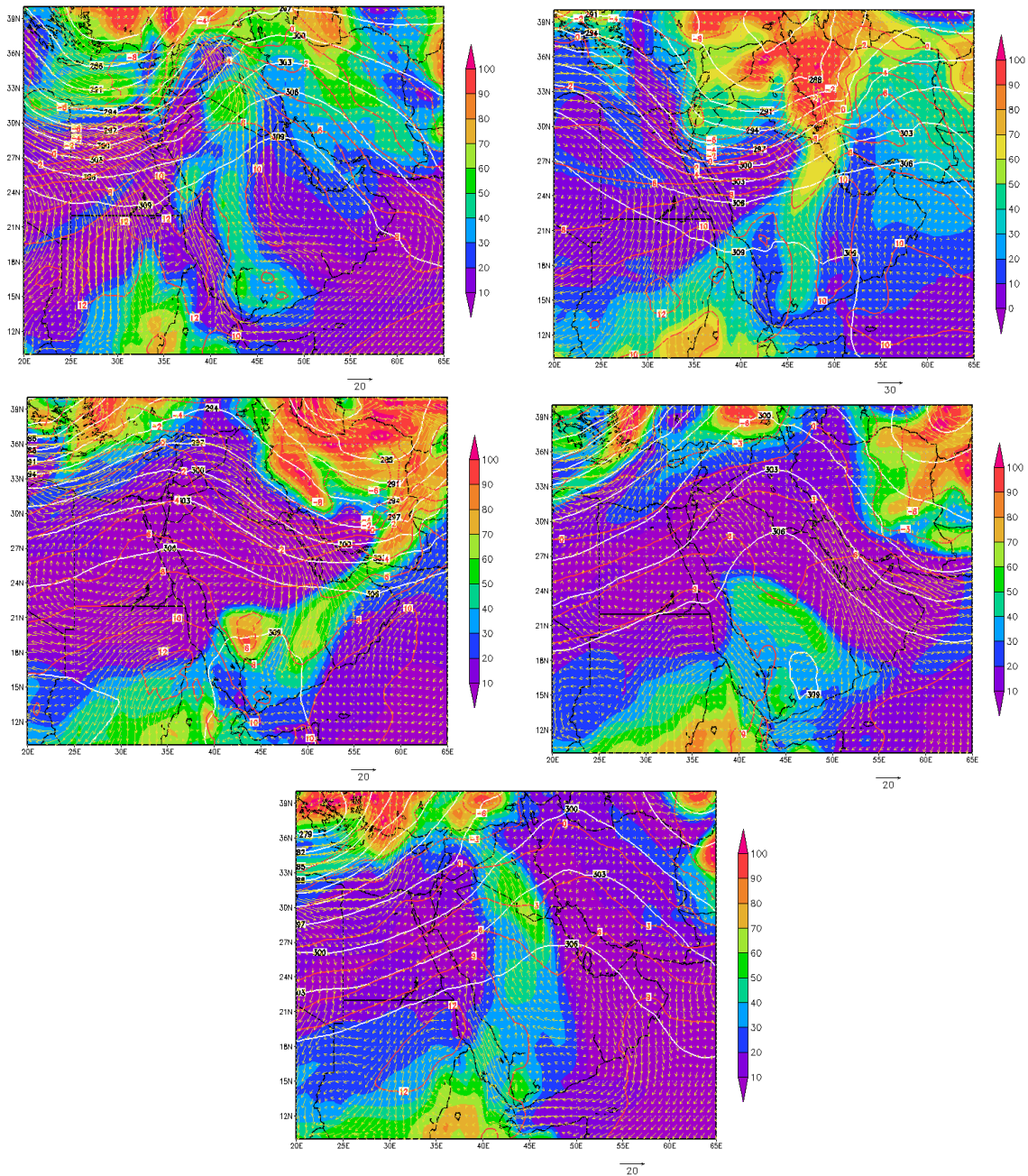
شکل ۳- نقشه‌های ترکیبی سطوح مختلف جو برای رخداد (۰۶/۰۲/۲۰۰۶ تا ۱۳) نشان دهنده الگوی جوی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکالی، برای ارتفاع ژئوپتانسیلی (پهنه‌ای) و نم و یژه، و تراز ۹۲۵ هکتوپاسکالی، برای جهت و سرعت باد (پهنه‌ای) و دماست. (از سمت چپ به راست به ترتیب، تصاویر مربوط به ۶ تا ۱۳ فوریه ۲۰۰۶ می باشد).



شکل ۴- نقشه‌های ترکیبی سطوح مختلف جو برای رخداد (۱۵-۱۱/۰۴/۲۰۰۷)، نشان دهنده الگوی جوی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکالی، برای ارتفاع ژئوپتانسیلی (پهنه‌ای) و نم و یژه، و تراز ۹۲۵ هکتوپاسکالی، برای جهت و سرعت باد (پهنه‌ای) و دماست. (از سمت چپ به راست به ترتیب، تصاویر مربوط به ۱۱ تا ۱۵ آوریل ۲۰۰۷ می باشد)



شکل ۵- نقشه‌های ترکیبی سطوح مختلف جو برای رخداد (۲۹/۱۰/۲۰۰۸ - ۲/۱۱/۲۰۰۸) نشان دهنده الگوی جوی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکالی، برای ارتفاع ژئوپتانسیلی (پهنه‌ای) و نم و یژه، و تراز ۹۲۵ هکتوپاسکالی، برای جهت و سرعت باد (پهنه‌ای) و دماست. (از سمت چپ به راست به ترتیب، تصاویر مربوط به ۲۹ اکتبر ۲۰۰۸ تا ۲ نوامبر ۲۰۰۸ می باشد)



شکل ۶- نقشه‌های ترکیبی سطوح مختلف جو برای رخداد (۱۴-۱۰/۲/۲۰۰۹) نشان دهنده الگوی جوی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکالی، برای ارتفاع ژئوپتانسیلی (پهنه‌ای) و نم و یژه، و تراز ۹۲۵ هکتوپاسکالی، برای جهت و سرعت باد (پهنه‌ای) و دماست. (از سمت چپ به راست به ترتیب، تصاویر مربوط به ۱۰ تا ۱۴ فوریه ۲۰۰۹ می باشد).

از ۹۰ درصد باشد اما وجود جریانات جنوبی- شمالی از مناطق خشک عربستان در شرق ناوه، به سمت عراق، نم نسبی را به کمتر از ۶۰ درصد رسانده است. به صورتی که غرب ایران بر روی پشته قرار گرفته است و نم نسبی چندان بالایی ندارد ولی در روز دوم به سبب جابجا شدن مرکز ناوه به سمت شرق و قرار گیری بر روی شمال غرب ایران، مناطق

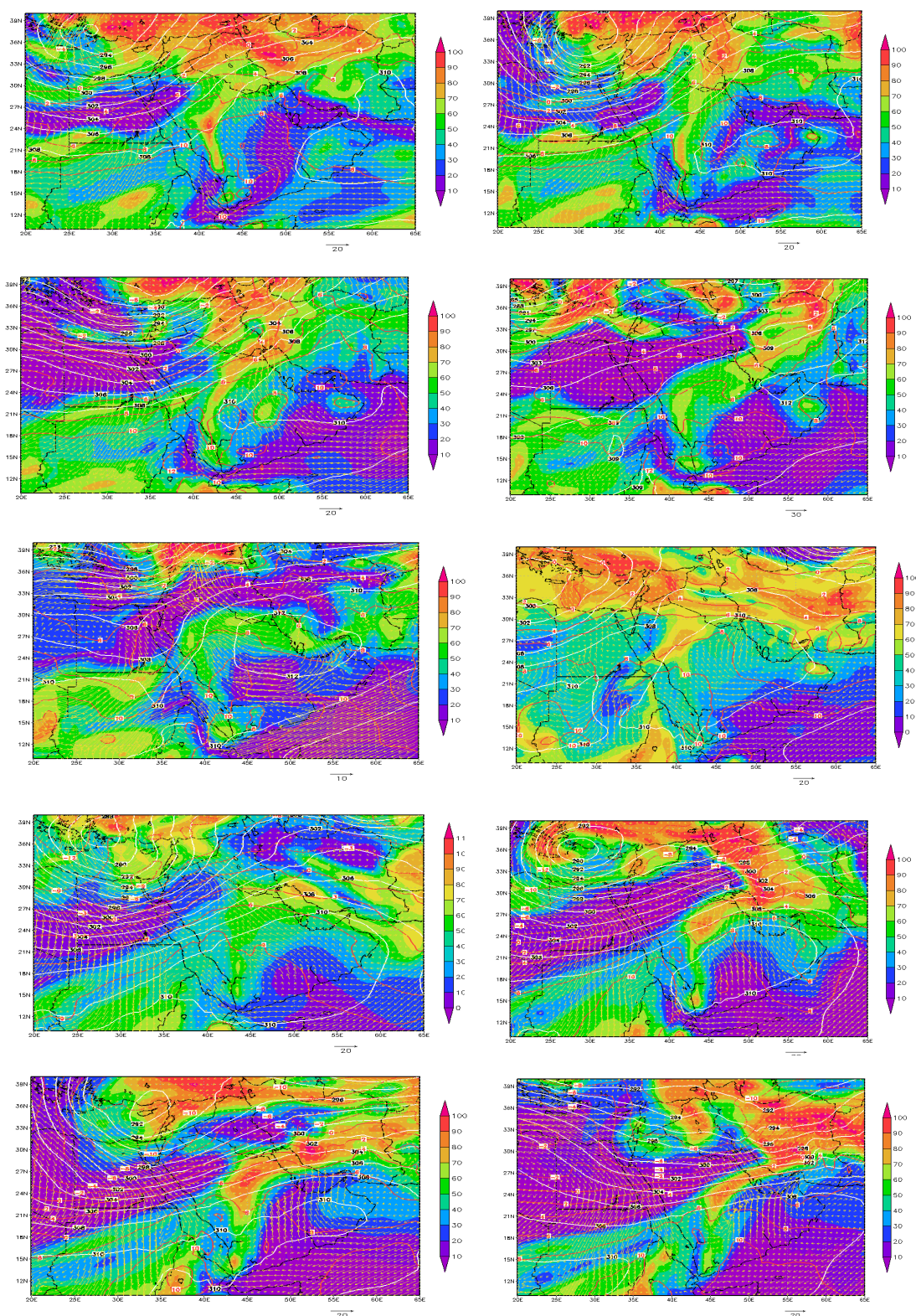
تحلیل رخداد بارش فوریه ۲۰۰۹: (۱۴-۱۰/۲/۲۰۰۹) در شکل ۶، وضعیت همدیدی از ۱۰ تا ۱۴ ماه فوریه ۲۰۰۹ به تصویر کشیده شده است. مشاهده می شود در روز اول یک ناوه عمیق از عرض های ۴۰ تا ۲۰ درجه شمالی را در بر گرفته است، وجود جریان چرخندی و همگرا در مرکز ناوه سبب شده است که نم نسبی در شمال دریای مدیترانه بیشتر

مرطوب واقع شده و همگرایی جریان شده سبب شده که جریانات غربی و جنوبی، تجمع رطوبت به این سمت را موجب شود. با گذر ناوه از مناطق غربی ایران، مناطق مرطوب نیز به دنبال این جابجایی به سمت مرکز و شرق کشور انتقال یافته است. مهمترین دلیل این جابجایی ضعیف شدن کم ارتفاع مدیترانه و شکل‌گیری جریانات مداری و ضعیف بر روی کشور می باشد. در روز پنجم با شکل‌گیری مرکز پر ارتفاع شمال شرق عربستان و جنوب غرب ایران، جریانات مرطوب از روی دریای سرخ به سمت شمال هدایت شده و به دلیل وجود ناوه ضعیف در شمال شرق آفریقا، بین این دو منطقه، رطوبت نسبی افزایش یافته است. در این روز، مناطق پر ارتفاع بر روی جو کشور مستقر بوده اما در روز ششم با گسترده‌گی پر ارتفاع جنوب عربستان و کم ارتفاع مدیترانه، بین این دو منطقه، شکل‌گیری جریانات غربی بر روی دریای مدیترانه و جریانات جنوب غربی بر روی دریای سرخ میسر شده است. به همین دلیل کم‌نسبی در کل ایران بیشتر از ۷۰ درصد بوده است. در روز هفتم هر چند کم ارتفاع و ناوه مدیترانه نسبت به روز قبل ضعیف‌تر شده است، اما همچنان وجود پر ارتفاع عربستان، گردش و اچرخندی در جنوب غرب ایران را سبب شده است. در این روز به سبب وجود پر ارتفاع دیگری بر روی شمال شرق آفریقا، عرض‌های پایین‌تر از ۲۴ درجه شمالی به صورت مناطق پر ارتفاع و مناطق بالاتر از ۳۰ درجه شمالی به صورت کم ارتفاع مشاهده می‌شوند. بین این دو منطقه به دلیل شیب تغییرات شدید فشار، ناپایداری‌هایی به صورت جریانات مرطوب به وجود آمده است. با تشدید این شرایط در روز هشتم، هوای مرطوب به سبب جریانات غربی و جنوب غربی به کشور وارد شده و رطوبت نسبی در شمال غرب و جنوب غربی ایران افزایش یافته است. در روز نهم و دهم همچنان شرایط شیب تغییرات فشار بر روی مناطق غربی ایران باقی است و جریانات جنوبی - شمالی سبب انتقال جریانات مرطوب از روی دریای سرخ و خلیج فارس شده و رطوبت نسبی را در این روز افزایش داده است.

غرب و جنوب غرب زیر ناوه و جریانات همگرا قرار گرفته و از جهات گوناگون رطوبت در این مناطق متمرکز گردیده است. علاوه بر این، ارتفاعات و دمای پایین در این روز سبب شده است کم‌نسبی در این منطقه بیش از ۹۰ درصد باشد. اما در روز های سوم و چهارم مشاهده می‌شود که ناوه مدیترانه از غرب ایران جابجا شده و پشته‌های حاصل از پراارتفاع عربستان این مناطق را فرا می‌گیرد. تنها دلیل وجود کم‌نسبی بالا در غرب ایران، ارتفاعات غرب و دمای پایین این مناطق می‌باشد. زیرا مسیر اصلی رطوبت به صورتی است که با جهت جنوب غربی - شمال شرقی تنها مناطق محدودی از جنوب غرب ایران را پوشش داده و بیشتر غرب کشور، تحت تاثیر جریانات شمال غربی، فرارفت دمایی سردی را در بر داشته است. در روز آخر این دوره، جریانات غرب و جنوب غرب ایران ضعیف شده و به دلیل قرارگیری پشته بر روی این مناطق، جو به صورت آرام و پایدار می‌باشد.

تحلیل رخدادهای بارش اکتبر و نوامبر ۲۰۰۹: (۲۷/۱۰/۲۰۰۹ - ۰۵/۱۱/۲۰۰۹)

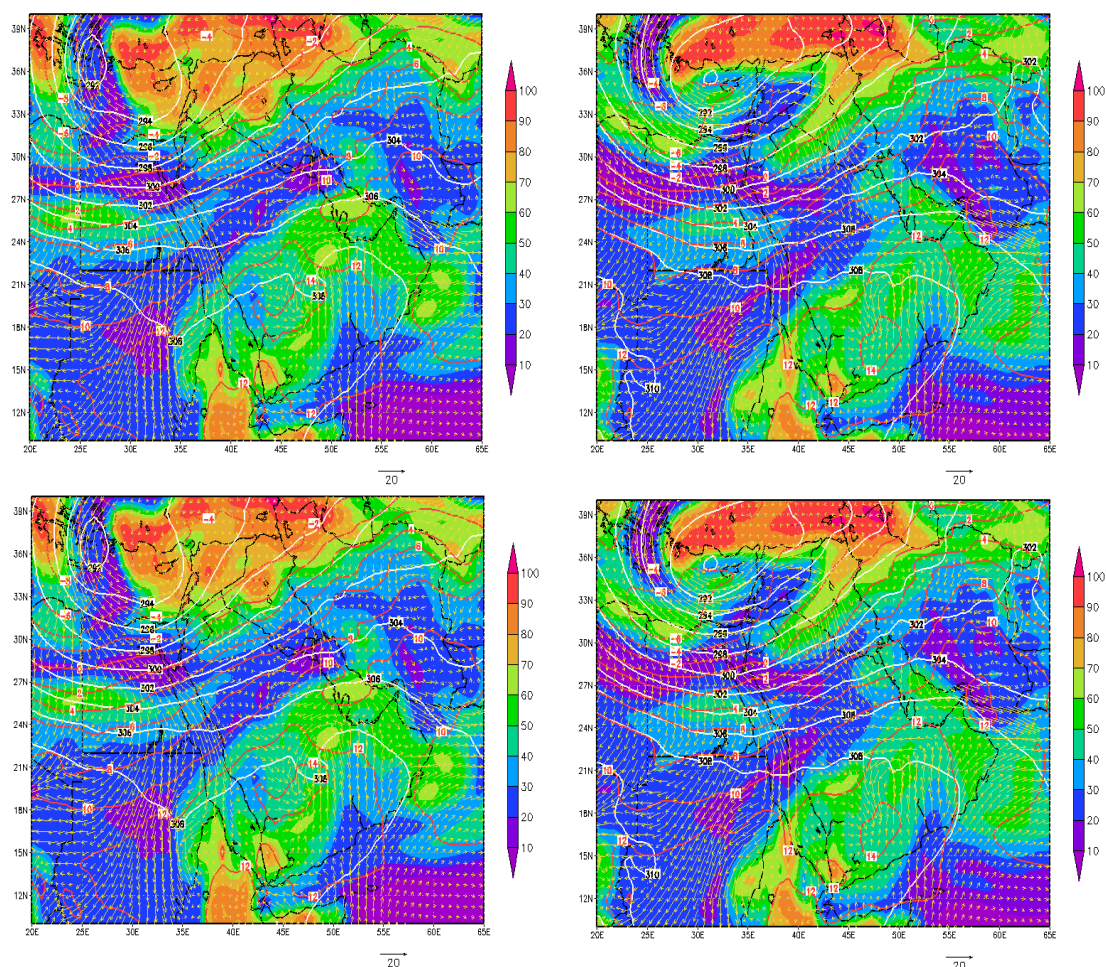
شکل ۷، وضعیت همدیدی جو در ۲۷ اکتبر ۲۰۰۹ تا ۰۵ نوامبر ۲۰۰۹ را نشان می‌دهد، در روز اول مشاهده می‌شود کم‌نسبی غرب کشور بالاست و خطوط پر ارتفاع بر روی مناطق غربی کشور قرار دارد. در قسمت غربی‌تر بر روی دریای مدیترانه وجود مرکزی کم ارتفاع و زش نصف‌النهار جنوبی - شمالی جریانات از روی مناطق خشک و آبی سبب شده است. رگه‌هایی از مناطق خشک در کنار مناطق مرطوب در نقشه دیده می‌شود. مهم‌ترین عامل انتقال علاوه بر کم ارتفاع مدیترانه، پر ارتفاع واقع در مناطق جنوب دریای عمان و عربستان می‌باشد. در روز دوم با تشدید و حرکت به سمت شرق، ناوه بر روی مناطق غربی ایران قرار گرفته است. به دنبال مسیرهای رطوبت، رطوبت غرب کشور به بیشتر از ۸۰ درصد افزایش یافته است. در روز سوم به دنبال جابجایی شرقی ناوه، مناطق غربی ایران در مسیر ورود جریانات



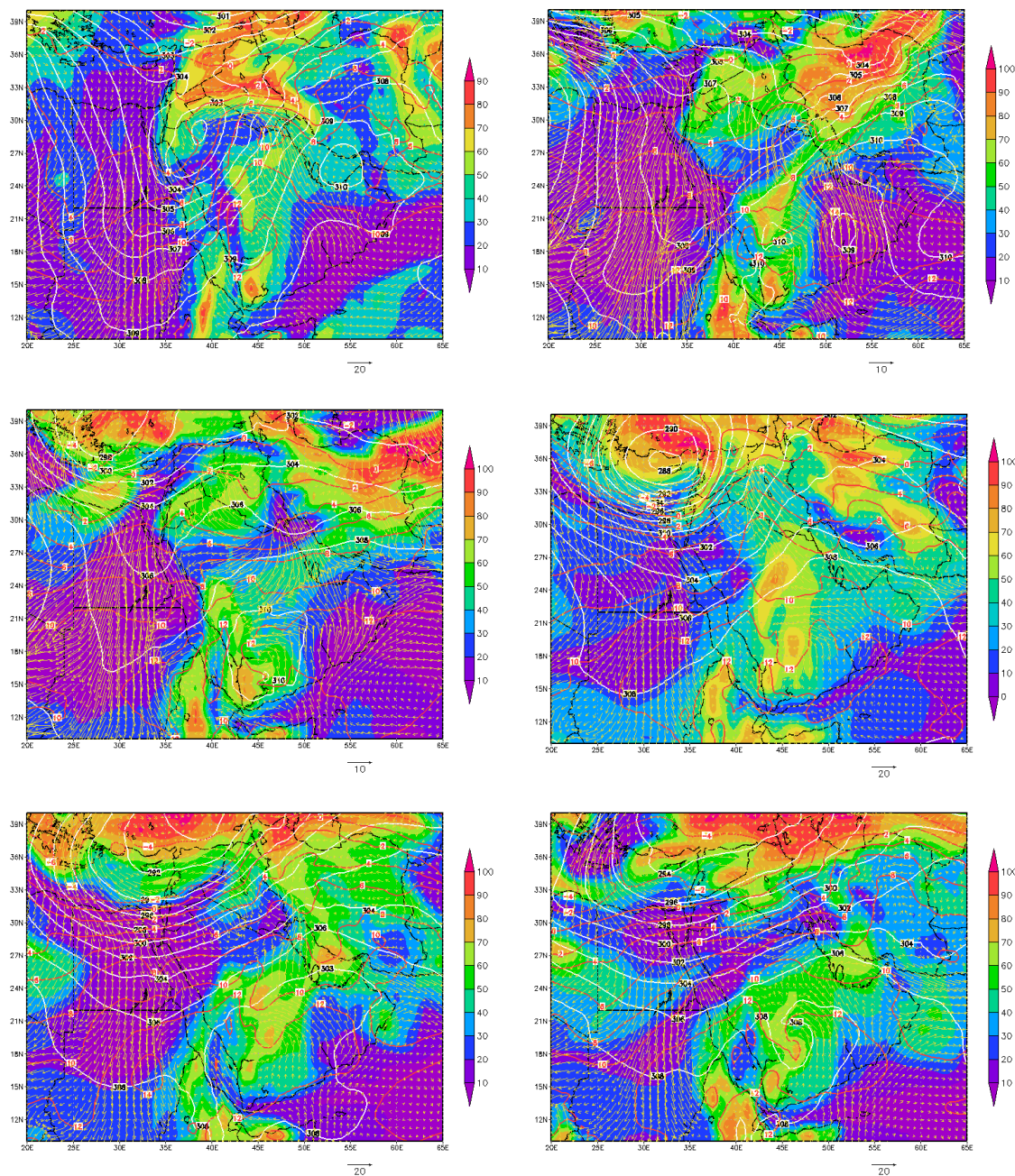
شکل ۷- نقشه‌های ترکیبی سطوح مختلف جو برای رخداد (۱۰/۲۷/۲۰۰۹ - ۱۱/۰۵/۲۰۰۹) نشان دهنده الگوی جوی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکالی، برای ارتفاع ژئوپتانسیلی (پهنه‌ای) و نم و یژه، و تراز ۹۲۵ هکتوپاسکالی، برای جهت و سرعت باد (پهنه‌ای) و دماست. (از سمت چپ به راست به ترتیب، تصاویر مربوط به ۲۷ اکتبر ۲۰۰۹ تا ۰۵ نوامبر ۲۰۰۹ می باشد).

کم منطقه می باشد اما در جنوب غرب فرارفت رطوبتی بیشترین تاثیر را در نم نسبی بالای منطقه داشته است. همین وضعیت در روز سوم نیز کماکان برقرار می باشد. در روز چهارم به دلیل ضعف ناوه مدیترانه و کشیده شدن پر ارتفاع عربستان این جریانات به صورت مداری و ضعیف در آمده و تنها در جنوب کشور انتقال رطوبت صورت می گیرد. با این حال به دلیل وجود فرارفت های مرطوب صورت گرفته در روز های قبل، نم نسبی در مرکز و شرق کشور بالاتر از ۷۰ درصد می باشد که ارتفاعات و دمای کم در این مناطق نیز بی تاثیر نبوده است.

تحلیل رخداد بارش ژانویه ۲۰۱۲: (۱۴-۱۱/۰۱/۲۰۱۲) در شکل ۸، وضعیت همدید جو در روز اول نشان می دهد که وجود ناوه مدیترانه در غرب کشور عراق و پر ارتفاع جنوب عربستان شیب فشاری شدید را در شمال عربستان به وجود آورده است که با جابجایی شرقی این ناوه در روز دوم از عمق آن کاسته شده ولی همچنان شیب تغییرات فشار باعث ورود جریانات مرطوب از سمت دریای سرخ به کشور شده است که جریانات شمال سوی در غرب پر ارتفاع عربستان در این انتقال بیشترین نقش را داشته است. به صورتی که جریانات در شمال غرب و غرب ایران به صورت مداری و ضعیف است و تنها دلیل بالا بودن نم نسبی، ارتفاعات و دمای



شکل ۸- نقشه های ترکیبی سطوح مختلف جو برای رخداد (۱۴-۱۱/۰۱/۲۰۱۲) نشان دهنده الگوی جوی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکالی، برای ارتفاع ژئوپتانسیلی (پهنه ای) و نم ویژه، و تراز ۹۲۵ هکتوپاسکالی، برای جهت و سرعت باد (پهنه ای) و دماست. (از سمت چپ به راست به ترتیب، تصاویر مربوط به ۱۱ تا ۱۴ ژانویه ۲۰۱۲ می باشد).



شکل ۹- نقشه‌های ترکیبی سطوح مختلف جو برای رخداد (۲۰-۱۳/۰۴/۲۰۱۳) نشان دهنده الگوی جوی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکالی، برای ارتفاع ژئوپتانسیلی (پهنه‌ای) و نم و یژه، و تراز ۹۲۵ هکتوپاسکالی، برای جهت و سرعت باد (پهنه‌ای) و دماست. (از سمت چپ به راست به ترتیب، تصاویر مربوط به ۱۳ تا ۲۰ آوریل ۲۰۱۳ می باشد).

جریانات باد سریع تر از سایر مناطق شده است. این جریانات با جهت جنوبی- شمالی، رطوبت دریای سرخ را از روی کشور عربستان انتقال داده و در غرب کشور به صورت تجمعی در آورده است. اما در روز دوم، علاوه بر جابجایی ناوه مدیترانه به سمت مرز های غربی کشور ایران، یک ناوه دیگر در شمال شرق آفریقا، سبب انتقال جریانات مرطوب با جهت جنوب غربی-شمال شرقی بر روی کشور عربستان

تحلیل رخداد بارش آوریل ۲۰۱۳: (۲۰-۱۳/۰۴/۲۰۱۳)
 در شکل ۹، وضعیت همدیدی جو ۱۳ تا ۲۰ آوریل سال ۲۰۱۳ در روز های اول و دوم نشان می دهد که یک ناوه با هسته مرکزی ۳۰۲ ژئوپتانسیل متر بر روی کشور ایران و شمال کشور عربستان و در جنوب خلیج فارس نیز یک پر ارتفاع با هسته ۳۱۰ ژئوپتانسیل متر به وجود آمده است. با ایجاد این مناطق، و تغییرات شدید فشار بین این دو مرکز، وزش

شده است. این ناوه بر ایران نیز نفوذ داشته است به صورتی که کشور ایران از دو مرکز کم ارتفاع سودانی و مدیترانه‌ای در این روز تغذیه رطوبت شده است. در روزهای سوم و چهارم با ادغام کم ارتفاع مدیترانه و سودانی ناوه ای عمیق به وجود آمده است که جریانات غربی و جنوب غربی به صورت مناطق همگرایی جریان مرطوب به کشور ایران وارد کرده است. در روزهای پنجم تا هشتم وجود پر ارتفاع جنوب عربستان و کم ارتفاع شمال مدیترانه سبب ایجاد مناطق اختلاف فشاری بین این دو مرکز شده است به صورتی که دو منطقه مرطوب، یکی در جنوب غرب ایران و دیگری در شمال غرب ایران را به وجود آورده است و هر روز که این ناوه عمیق تر بوده است فرارفت رطوبت نیز شدید تر و تبع نم نسبی در کشور بالا رفته است.

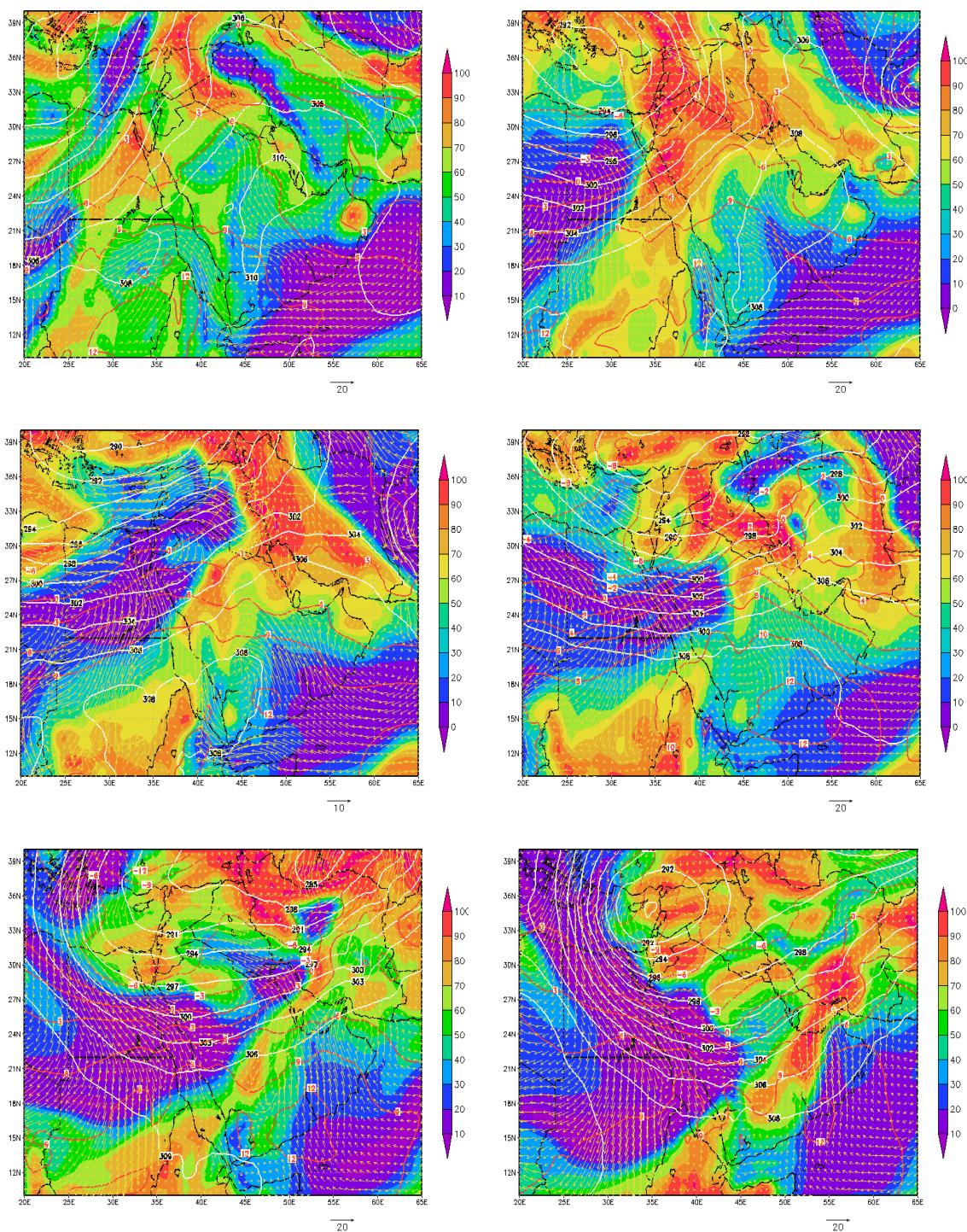
تحلیل رخداد بارش مارس ۲۰۱۴: (۲۰۱۴/۰۳/۰۹-۱۴)

در شکل ۱۰، وضعیت همدیدی جو، شرایط ایجاد کننده روزهای بارش یک دوره شش روزه در جنوب غرب کشور را نشان می‌دهد. در روز اول مشاهده می‌شود که یک سیستم رطوبتی قوی با نم نسبی بیشتر از ۶۰ درصد بیشتر مساحت کشور را پوشش داده است. به دلیل واقع نشدن غرب کشور در مسیر اصلی رطوبت نسبی، این مناطق خالی از رطوبت است. اما جریانات هوا در جنوب غرب کشور بر روی جنوب کشور عربستان به دلیل وجود یک پر ارتفاع با هسته ۳۱۰ ژئوپتانسیل متر به شکل واچرخند، جریان رطوبت را از روی دریای عرب و سرخ به عرض‌های بالاتر انتقال می‌دهد. زبانه‌های این پرفشار تا شمال کشور کشیده شده است اما به دلیل وجود یک کم ارتفاع در شمال دریای مدیترانه، قسمت غرب کشور عراق، شمال عربستان و شرق مدیترانه زیر یک ناوه عمیق قرار گرفته است و در روز دوم با حرکت شرق سوی این ناوه، به همراه تشدید کم ارتفاع مدیترانه و کشیدگی شمال سوی پر ارتفاع جنوب عربستان، یک جریان شدید باد از جنوب به شمال بر روی کشور عراق و سوریه شکل گرفته است. به دلیل شدت جریان هوا در این مناطق و انتقال رطوبت از دریای عرب، دریای سرخ و دریای مدیترانه، رطوبت نسبی در این روز نیز از ۹۰ درصد فراتر رفته است. به همراه حرکت شرق سوی ناوه، جریان رطوبت در روز سوم به صورت کامل بر روی نیمه غربی کشور از شمال تا جنوب قرار گرفته است

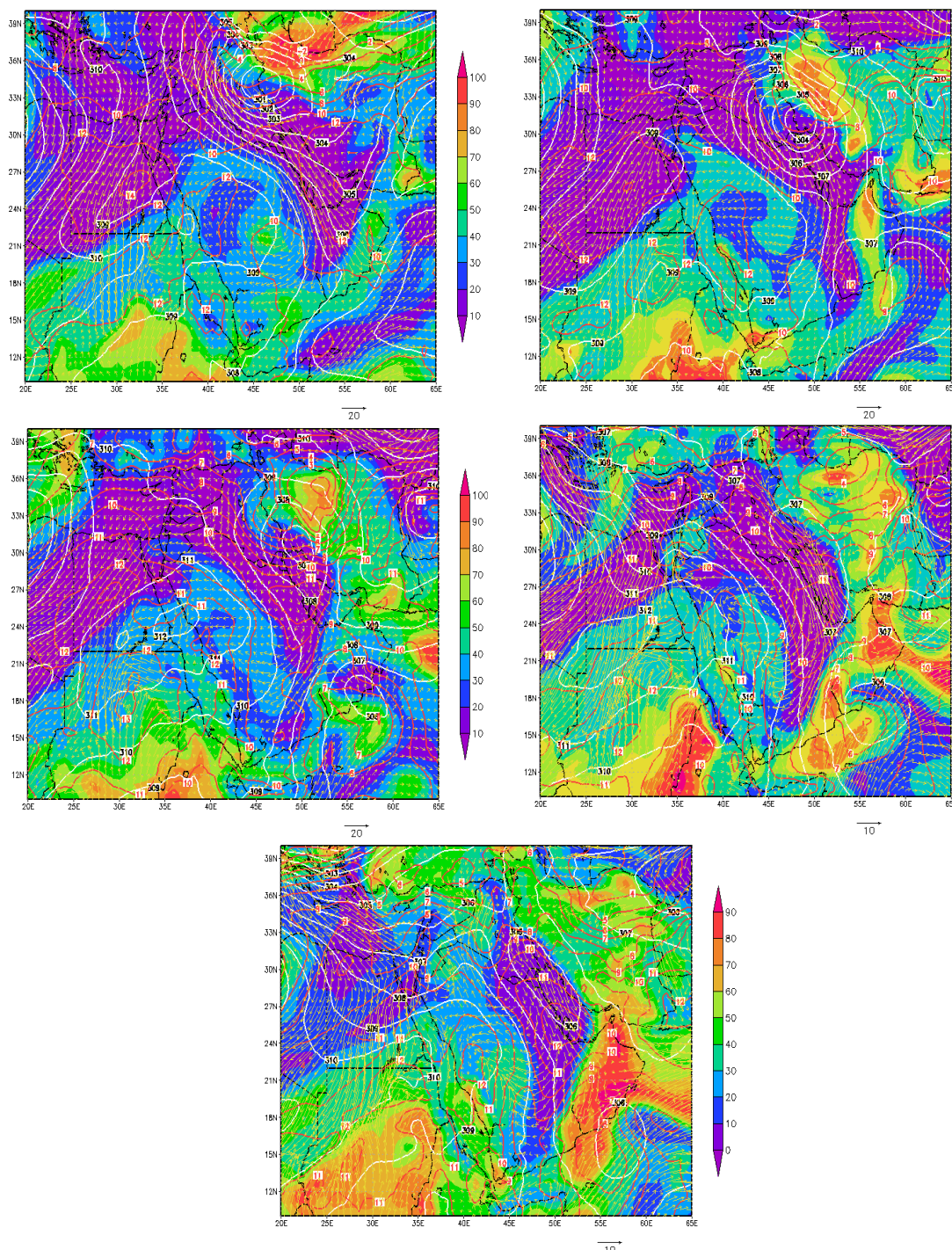
و با توجه همگرایی شدید، جریان هوا در غرب کشور ایران، رطوبت نسبی بسیار بالایی تجمع یافته است. در روز چهارم ناوه و به تبع آن مسیر رطوبتی از دریای سرخ ضعیف تر شده و بیشتر رطوبت وارد شده به غرب و جنوب غرب کشور را خلیج فارس تامین کرده است. تصویر روز پنجم نشان می‌دهد که رطوبت انتقال یافته در روز قبل همچنان در منطقه وجود دارد و علاوه بر دریای مدیترانه، دریای سرخ و دریای عرب، رطوبت بالای ۷۰ درصد را به صورت جنوب غربی-شمال شرقی به کشور تزریق می‌کند. در روز ششم مشاهده می‌شود که کم ارتفاع مدیترانه در مناطق جنوب و جنوب غرب، ناپایداری‌هایی را به صورت مناطق با رطوبت نسبی بالا به وجود آورده است که در مقایسه با روز قبل یک انتقال شرق سو در مسیر رطوبتی به وجود آمده است. دریای عمان و خلیج فارس نیز در تامین رطوبت این نواحی دخیل بوده‌اند.

تحلیل رخداد بارش اکتبر ۲۰۱۶: (۲۰۱۶/۱۰/۰۱-۰۵)

در وضعیت همدیدی جو شکل ۱۱ تمامی تصاویر جریان باد مداری و نصف‌النهاری دما به صورت کنتور در تراز ۹۲۵ هکتوپاسکال و ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۷۰۰ ژئوپتانسیل متر ترسیم شده است. وجود یک کم ارتفاع با مرکز ۳۰۱ ژئوپتانسیل متر در قسمت غرب ایران، سبب شده است جریان نصف‌النهاری از سمت شمالی- جنوبی شکل بگیرد که با توجه به دمای کم در این مناطق می‌توان گفت یک فرارفت گرم ایجاد شده است، پر ارتفاع شکل گرفته بر روی کشور عربستان نیز شدت جریان‌های جنوب به شمال را سبب شده است که در روز دوم یک جابجایی در کم ارتفاع دیده می‌شود به طوری که، قسمت جنوب غرب ایران در مرکز منطقه کم ارتفاع واقع شده است که به دلیل ضعیف تر شدن کم ارتفاع در این مناطق جریانات هوا نسبت به روز قبل کندتر و ماندگاری هوا در این روز بیشتر شده است. در روز سوم، کم ارتفاع با گسترش به سمت جنوب نسبت به روزهای قبل ضعیف تر شده است. دمای هوا در این مناطق بیشتر از روز های قبل است اما در این روز گسترش نصف‌النهاری کم ارتفاع باعث شده است شدت جریان باد در جنوب غرب بیشتر از غرب کشور باشد. در روز چهارم و پنجم، کشیدگی کم ارتفاع بیشتر از روزهای قبل است. به طوری که هسته سرعت باد در این روز بر روی خلیج فارس شدید می‌باشد.



شکل ۱۰- نقشه‌های ترکیبی سطوح مختلف جو برای رخداد (۱۴-۰۹/۰۳/۲۰۱۴) نشان دهنده الگوی جوی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکالی، برای ارتفاع ژئوپتانسیلی (پهنه‌ای) و نم و یژه، و تراز ۹۲۵ هکتوپاسکالی، برای جهت و سرعت باد (پهنه‌ای) و دماست. (از سمت چپ به راست به ترتیب تصاویر، مربوط به ۹ تا ۱۴ مارس ۲۰۱۴ می باشد)



شکل ۱۱- نقشه‌های ترکیبی سطوح مختلف جو برای رخداد (۰۵-۰۱/۱۰/۲۰۱۶) نشان دهنده الگوی جوی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکالی، برای ارتفاع ژئوپتانسیلی (پهنه‌ای) و نم و یزه، و تراز ۹۲۵ هکتوپاسکالی، برای جهت و سرعت باد (پهنه‌ای) و دماست. (از سمت چپ به راست به ترتیب، تصاویر مربوط به ۰۱ تا ۰۵ اکتبر ۲۰۱۶ می باشد).

جو، طی دوره های خشک و مرطوب و بر فراز منطقه مورد مطالعه مشخص گردید. بدین منظور داده های میانگین روزانه بارش طی یک دوره آماری ۳۰ ساله (۲۰۱۶-۱۹۸۶) برای ۴۵ ایستگاه همدید در منطقه پژوهش، از سازمان هواشناسی کشور

بحث

در این تحقیق نخست به بررسی دوره های خشک و مرطوب در جنوب غربی ایران پرداخته شدو سپس درواکای همدید روزها و دوره‌های خشک و مرطوب، ده الگوی درترازمیانی

هوای سرد شمالی و گرم جنوبی در کمربند همگرایی سودان و دریای سرخ تا سواحل جنوبی ایران شده، و نهایتاً تقویت آن را به دنبال داشته و خط ناپایداری هوا را در مناطق یادشده تشکیل داده است (خوش اخلاق و همکاران، ۱۳۹۳).

به لحاظ منابع رطوبتی، در هر دو پژوهش حاضر و تحقیق یاد شده مشابه، منبع تامین رطوبت در تراز دریا و ۸۵۰ هکتو پاسکال به طور ویژه دریای مدیترانه و دریای سرخ می باشد که از سمت غرب و جنوب غرب به منطقه مورد مطالعه وارد می شود. این رطوبت منطقه مورد مطالعه به همراه رطوبت شمال غرب اقیانوس هند و خلیج عدن که حاصل از چرخش و اچرخندی حاکم بر منطقه، تقویت می شود. در این الگو (الگوی ادغامی) شروع بارندگی ها با استقرار ناوه بر روی عراق و شمال عربستان (اما به شکل عمیق تر) در ترازهای بالایی و قرارگیری محدوده مطالعاتی در قسمت جلو آن و استقرار کم فشارهای سودان و مدیترانه در سطح زمین که بر روی عراق ادغام می شوند، رخ می دهد. در این الگو پرفشار عربستان از تاثیر کمتری برخوردار است. غالب نمونه های بارشی منطقه مورد مطالعه از این الگو پیروی می کنند. نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر با نتایج حاصل از تحقیقات برخی از محققین تطابق و در برخی موارد افتراق داشته است. نتایج تحقیق حاضر با نتایج تحقیقات گلکار و همکاران (۲۰۱۶) و مباحثی و همکاران (۲۰۱۰) کیانی پور و همکاران (۲۰۲۰ و ۲۰۲۲)، مطابقت نشان داده است. بر مبنای پژوهش درگاهیان و دوست کامیان (۱۳۹۸)، نفوذ و گسترش زبانه های کم فشار بر روی بخش های وسیعی از خاورمیانه و مخصوصاً بیابان های عراق، اردن، سوریه و شمال عربستان، موجب تقویت جریان بالاسو و به طبع در نبود رطوبت سبب صعود و انتقال ذرات ریز گردوغبار و دیگر آلاینده ها به سمت کشور به ویژه استان خوزستان شده است.

نتیجه گیری

هدف غایی این مطالعه تحلیل ویژگی های روزهایی با شار رطوبت با طرح ده بررسی موردی در جنوب غربی ایران بود. در این مقاله به منظور شناخت شار رطوبت در استان های جنوب غربی کشور، الگوهای توزیع فراوانی شار رطوبت در شرایط گردوغبار استان های جنوب غربی ایران از مجموعه

دریافت شد. جهت شناسایی دوره های خشک و مرطوب از دو روش محاسبه میانگین روزانه و همچنین شاخص بارش استاندارد (SPI) استفاده گردید. طرح ده مورد نمونه بررسی شده، حکایت از این دارد که در اکثر موارد سامانه های برخاسته از دریای مدیترانه از آن سوی مرزهای شمال غرب ایران گذر کرده و با ایجاد ناپایداری پیرامون سامانه توانسته است در غرب و جنوب غرب ایران بارش ایجاد کند.

در این مطالعه «نقشه های ترکیبی فشار متوسط سطح دریا (MSLP)، و ارتفاع ژئوپتانسیل hPa^{500} (GPH) تهیه و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. استفاده از داده های ماهواره ای برای معدل بازه های زمانی سی ساله منجر به تحلیل های کامل تری گردید. برای این پژوهش برش هایی از زمان خاصی از تصاویر ماهواره ای برای تأکید بیشتر بر اثرات بارشی روزانه استفاده شد. استفاده از مدل ترکیبی نقش ها علاوه بر تبیین وسعت و درجه آسیب پذیری ناشی از نقصان و افزایش رطوبت در دوره های خشک و مرطوب، در ده مورد نمونه منتخب سی ساله قابلیت بررسی تغییرات مکانی-زمانی را به طور همزمان امکان پذیر گردانید. همچنین بصری بودن نتایج توامان تغییرات فشار متوسط سطح دریا (MSLP)، و ارتفاع ژئوپتانسیل hPa^{500} (GPH) موجب درک بهتر و آسانتر شدن بررسی تغییرات زمانی و مکانی دوره های خشک و مرطوب گردید.

مطالعات قبلی عمدتاً بر روی پارامترهای hPa^{500} هکتوپاسکال و MSLP متمرکز شده بودند. در حالی که مطالعه حاضر، شار رطوبت hPa^{850} هکتوپاسکال، را که پارامتر مهمی برای وقوع بارش در هر یک از الگوهای سیستم گردشی است مورد تجزیه و تحلیل قرار داد (قصابی و همکاران، ۲۰۲۲).

نتایج بدست آمده از مطالعه حاضر با نتایج تحقیقات خوش اخلاق و همکاران (۱۳۹۳) که به منظور واکاوی الگوی همدید منجر به رخداد سیلاب در منطقه شهرستان های بهبهان و لیکک، انجام شده بود مطابقت دارد.

تحقیقات خوش اخلاق و همکاران (۱۳۹۳) نشان داد مرکز پرفشار اروپا سبب فرارفت هوای سرد عرض های بالا و مرکز پرفشار جنب حاره ای عربستان سبب فرارفت هوای گرم و مرطوب عرض های پایین از ترازهای زیرین به درون سامانه کم فشار مدیترانه سودان می شود. این جریان سبب همگرایی

سیکلونی در وقوع و انتقال بارندگی را با طرح ده بررسی موردی نشان داد.

در رخداد بارش دسامبر ۲۰۰۵ (۲۳-۲۶/۱۲/۲۰۰۵) بیشترین نم نسبی در مرکز و جنوب غرب کشور به وجود آمده، جریانات هوا به صورت همگرا از روی دریای عرب و دریای مدیترانه عبور کرده در حالیکه پرفشار جنوب عربستان و کم ارتفاع مناطق شمال غرب ایران در این جریانات مرطوب نقش موثری داشته است.

در رخداد بارش فوریه ۲۰۰۶ (۱۳-۰۶/۰۲/۲۰۰۶) هر چند که در روز اول جریان هوا بر روی کشور به صورت آرام بود اما در روز هفتم و هشتم به دلیل ورود سیستم رطوبتی از جنوب غرب با نم نسبی بیش از ۹۰ درصد، ناوه موجود در این روز سبب همگرایی جریان در مرکز کشور شده و موجب شده مناطقی با نم نسبی بیشتر از ۷۰ درصد در جنوب غرب و مرکز کشور ایجاد شود.

در رخداد بارش آوریل ۲۰۰۷ (۱۵-۱۱/۰۴/۲۰۰۷) در روز های اول و دوم وجود مناطق کم ارتفاع بر روی کشور های عراق، سوریه و ترکیه سبب ایجاد یک ناوه عمیق در غرب ایران شده است. در روز پنجم با جابجایی ناوه عمیق بر روی مناطق مرکزی و شمالی کشور، مسیر رطوبت از روی دریای سرخ با عبور از جنوب عربستان و یمن و تغذیه از خلیج فارس موجب گردیده نم نسبی در این روز افزایش یابد.

در رخداد بارش اکتبر و نوامبر ۲۰۰۸ (۲۹/۱۰/۲۰۰۸-۲/۱۱/۲۰۰۸) همگرایی جریانات بین این دو هسته فشار سبب ایجاد یک مسیر رطوبتی قوی شده که تا مرکز و شرق ایران ادامه پیدا کرده است. در روز پنجم، کم ارتفاع به سمت غرب جابجا و قوی تر شده و با کمک پر ارتفاع جنوب عربستان، شیب فشار شدیدی بین دو مرکز ایجاد گردیده و جریان رطوبت ناشی از دریای سرخ و دریای عرب به مرکز ایران انتقال یافته است.

در رخداد بارش فوریه ۲۰۰۹: (۱۴-۱۰/۲/۲۰۰۹) وجود جریان چرخندی و همگرا در مرکز ناوه سبب شده است که نم نسبی در شمال دریای مدیترانه بیشتر از ۹۰ درصد باشد اما وجود جریانات جنوبی- شمالی از مناطق خشک عربستان در شرق ناوه، به سمت عراق، نم نسبی را به کمتر از ۶۰ درصد رسانده است. در روز آخر این دوره، جریانات غرب و جنوب

داده‌های همدیدی، در فصول مختلف مورد مطالعه قرار گرفت.

این مطالعه به طبقه بندی الگوهای همدیدی موثر بر بارش در جنوب غربی ایران از سال ۱۹۸۶ تا سال ۲۰۱۶، با دقت بالا با استفاده از داده های با وضوح ۰.۵ درجه در مقیاس زمانی روزانه پرداخته است.

الگوهای همدید بارش های جنوب غرب ایران طی دوره سی ساله (۱۹۸۶-۲۰۱۶) حکایت از این دارد که سامانه برخاسته از دریای مدیترانه، از آن سوی مرزهای شمال غرب ایران گذر کرده و جو ناپایدار پیرامون سامانه توانسته است اندکی در غرب و جنوب غرب ایران بارش ایجاد کند. ده بررسی موردی بررسی شده در مقاله حاضر حکایت از سهم بی رقیب دریای مدیترانه در گسیل سامانه هایی دارد که بارش های اندک را پدید می آورند. بررسی جدول 1 متشکل از پنج بازه زمانی منتخب دوره خشک و پنج بازه منتخب دوره مرطوب و تحلیل هریک از ده مطالعه موردی ارزیابی مجموعه نتایج آماری و همدید این تحقیق را ممکن ساخت.

نتایج نشان داد بارندگی ها با قرارگرفتن ایستگاههای جنوب غرب ایران در منطقه واگرایی ناوه شروع می گردد. پراارتفاع مستقر بر روی شبه جزیره عربستان و شمال غرب اقیانوس هند با فرارفت هوای گرم و مرطوب به درون سامانه بارشی به تشدید هرچه بیشتر ناپایداری ها کمک می کند. بررسی نقشه های امگا و تاوایی در ده مورد بررسی شده حاکی از جو ناپایدار همراه با صعود هوا در روزهای بارشی می باشد. «در تراز دریا دو سیستم کم فشار از ۴۸ ساعت قبل از هر بارش یکی بر روی شرق سودان و دیگری بر روی دریای اژه و شمال دریای مدیترانه قرار دارند که در روز بارش با حرکت کم فشار سودانی به سمت شمال شرقی و چرخند مدیترانه به طرف شرق، در شمال عراق یکپارچه می شوند. همچنین با برخورد سیستم پرفشار مستقر در غرب ایران با سامانه ادغام (الگوی ادغامی سودانی- مدیترانه ای) شیو فشاری شدید ایجاد شده و موجب ناپایداری در منطقه گردد. در ترازهای بالایی نیز از دو روز قبل از شروع بارش چرخند مستقر بر روی مدیترانه و شمال آفریقا با حرکت به سمت شرق ضمن عمیق شدن ناوه آن، منطقه مورد مطالعه را نیز پوشش می دهد. در این مقاله شرایط سینوپتیک نقش مهم سیستم های

چهارم و پنجم، کشیدگی کم ارتفاع بیشتر از روز های قبل شده است. به طوری که هسته سرعت باد در این روز بر روی خلیج فارس شدید می باشد.

با توجه به اثرات گردوغبار بر سامانه تابشی و دمای منطقه، سامانه های گردشی منجر به بارش در جنوب غربی ایران نیز تحت تاثیر الگوهای همدیدی موثر بر بارش در ترازهای میانی جو قرار می گیرند. این ساز و کار منجر به تضعیف واگرایی در تراز میانی به عنوان یک عامل مهم در ناپایداری های بخش های زیرین تروپوسفر است، و منجر به تضعیف چرخندگی و همچنین تضعیف همگرایی جریان هوا در بخش زیرین تروپوسفر می گردد. تضعیف در واگرایی و همگرایی جریان هوا در تراز زیرین منجر به تغییر در وضعیت انتقال رطوبت به منطقه شده، و با تضعیف در واگرایی جریان هوا، واگرایی رطوبت از منابع اصلی رطوبت بارش جنوب غربی ایران نیز دچار تغییر و تضعیف می شود و این شرایط بارش منطقه را تحت تأثیر قرار می دهد. بیشترین تضعیف در واگرایی رطوبت در دریای سرخ رخ داده است که این شرایط بارش را تحت تاثیر قرار خواهد داد.

منابع

- 1- Arami S A, Ownegh M, Mohammadian Behbahani A., Akbari M, & Zarasvandi, A., (2018). The analysis of dust hazard studies in southwest region of Iran in 22 years (1996-2017). *jsaeh*. 2018; 5 (1): 39-66. URL: <http://jsaeh.khu.ac.ir/article-1-2729-en.html>. (In Persian).
- 2- Alijani B. & Zahedi M., (2002). Statical and Synoptic Analysis of Azerbaijan Rainfall, *Geographical Researches Journal*, 2002, 65, No. 549.
- 3- Alizadeh, A., Kamali, G., Mousavi, F. & Mousavi Baighi, M., (1384). *Weather and Climatology*, Ferdowsi University of Mashhad Publications, pp. 301 to 330.
- 4- Babae Fini, O., & Farajzadeh Asl, M., (2002). Patterns of spatial and temporal changes of precipitation in Iran, *Human Sciences MODARRES Quarterly*, 6th year, number 4 (27 consecutive, winter 2002) pages: 51 to 70.
- 5- Chakraborty, T., Venter, Z. S., Qian, Y., & Lee, X., (2022). Lower urban humidity moderates outdoor heat stress. *AGU Advances*, 3, e2022AV00072, <https://doi.org/10.1029/2022 AV000729>.

غرب ایران ضعیف شده و به دلیل قرار گیری پشته بر روی این مناطق، جو به صورت آرام و پایداری درآمده است.

در رخدادهای بارش اکتبر و نوامبر ۲۰۰۹ (۲۷/۱۰/۲۰۰۹-۲۷/۱۱/۲۰۰۹) در روز اول رگه هایی از مناطق خشک در کنار مناطق مرطوب دبر روی نقشه دیده می شود. مهم ترین عامل، علاوه بر کم ارتفاع مدیترانه، پر ارتفاع واقع در مناطق جنوب دریای عمان و عربستان می باشد. در روز نهم و دهم شرایط شیب تغییرات فشار بر روی مناطق غربی ایران باقی است و جریانات جنوبی- شمالی سبب انتقال جریانات مرطوب از روی دریای سرخ و خلیج فارس شده و رطوبت نسبی را در این روز افزایش داده است.

در رخدادهای بارش ژانویه ۲۰۱۲ (۱۴-۱۱/۰۱/۲۰۱۲) ابتدا جریانات در شمال غرب و غرب ایران به صورت مداری و ضعیف است و تنها دلیل بالا بودن نم نسبی، ارتفاعات و دمای کم منطقه می باشد. در نهایت به دلیل وجود فرارفت های مرطوب صورت گرفته در روز های قبل، نم نسبی در مرکز و شرق کشور بالاتر از ۷۰ درصد می باشد.

در رخدادهای بارش آوریل ۲۰۱۳ (۲۰-۱۳/۰۴/۲۰۱۳) در روز اول جریانات با جهت جنوبی- شمالی، رطوبت دریای سرخ را از روی کشور عربستان انتقال داده و در غرب کشور به صورت تجمعی در آورده است. در روز های پنجم تا هشتم وجود پر ارتفاع جنوب عربستان و کم ارتفاع شمال مدیترانه سبب ایجاد مناطق اختلاف فشاری بین این دو مرکز شده است به صورتی که دو منطقه مرطوب، یکی در جنوب غرب ایران و دیگری در شمال غرب ایران را به وجود آورده و فرارفت رطوبت نیز شدید تر و تبع نم نسبی در کشور بالا رفته است.

در رخدادهای بارش مارس ۲۰۱۴ (۱۴-۰۹/۰۳/۲۰۱۴) در روز اول به دلیل واقع نشدن غرب کشور در مسیر اصلی رطوبت نسبی، این مناطق خالی از رطوبت است. در روز ششم کم ارتفاع مدیترانه در مناطق جنوب و جنوب غرب، ناپایداری هایی را به صورت مناطق با رطوبت نسبی بالا به وجود آورده و انتقال شرق سو در مسیر رطوبتی به وجود آمده است.

در رخدادهای بارش اکتبر ۲۰۱۶ (۰۵-۰۱/۱۰/۲۰۱۶) جریانات نصف النهاری شمالی- جنوبی شکل گرفته با توجه به دمای کم در این مناطق فرارفت گرم ایجاد کرده است. در روز

- 16- Ghassabi, Z.; Fattahi, E. & Habibi, M., (2022). Daily Atmospheric Circulation Patterns and Their Influence on Dry/Wet Events in Iran. *Atmosphere* 2022, 13, 81.
- 17- Golkar, F., Hajam S. & Vazifeh Doost, M., (2016). Use of MODIS Products to Help Cloud Seeding Operation, *Journal of Climatological Research*, Article 8, 1393, Number 19, Spring 2016, Pages: 93-111.
- 18- Jalilian, M. & Ramazi, S., (2016). statistical analysis of heavy and super-heavy rains of Asian floods in Ilam province, the second national hydrology conference of Iran, Shahrekord, Shahrekord University, Iran Hydrology Association.
- 19- Khoshakhlagh, F., Najafi, M. S. & Samadi, M., (2012). An Analysis on Synoptic Patterns of Springtime Dust Occurrence in West of Iran, 44, Issue 2 - Serial Number 2, August 2012, Pages 99-124.
- 20- Khoshakhlagh, F., Safai Rad, R. & Salmani, D., (2013). synoptic monitoring of flood occurrence in November 2013 in Behbahan and Likak cities, *journal of natural geography research*, 46, number 4, winter 2013, pages 524-509.
- 21- Kianipour, M., Masoodian, A. & Asakereh, H., (2020). Frequency Distribution Patterns of Precipitable Water in Iran 'Physical Geography Research Quaternary '52'4 ' Winter 2021 'Pages 553-565.
- 22- Kianipour, M., Masoodian, A., & Asakereh, H., (2022). Analysis of Precipitable Water and Relationship with Moisture Advection in Iran, *Geography and Development*, 20, Issue 66 - Serial Number 66, March (2022), Pages 107-130.
- 23- Mobasheri, M. R.; Pourbaqer Kurdi, S. M.; Farajzadeh Asl, M. & Sadeghi Naeini, A., (2010). Estimation of Total Precipitation Water Using MODIS Satellite Images and Radiosound Data (Study Area: Tehran Region) *Modares Journal of Humanities*, Spring 2010 - ISC Issue 65 (20 Pages - From 107 to 126).
- 24- Mofidi, A. & Zarrin, A., (2013). Synoptic Climatology of Flooding Rainfalls Originating in the Red Sea Region in the Middle East, *Geographical Research Quarterly*, No. 75, pp. 71-93.
- 25- Omidvar, K., (1386). Investigation and analysis of synoptic and thermodynamic conditions of precipitation in Shirkoh area, *Geographical Researches*, No. 59, Spring 2016, Pages: 81-98.
- 26- Razieli, T., (2007). Investigation of the Relationship between 500-hPa Atmospheric Circulation Patterns and Dry and Wet Periods
- 6- Darand, M.; Garcia-Herrera, R.; Asakereh, H.; Amiri, R. & Barriopedro, D., (2018). Synoptic conditions leading to extremely warm periods in Western Iran. *Int. J. Climatol.*, 2018, 38, 307-319. [CrossRef].
- 7- Darand, M. & Pazhoh, Farshad., (2019). Vertically integrated moisture flux convergence over Iran, *Journal of Climate Dynamics*, 53(5-6), 3561-3582- March.2019, <https://doi.org/10.1007/s00382-019-04726-z>.
- 8- Dargahian, F. & Dostkamian, Mehdi., (2019). Identifying the synoptic patterns of widespread dusts in the warm period of Khuzestan province, 2019, *Journal of Natural Environment Hazards*, 8, Number 21 (Autumn 2019).
- 9- Doostkamian, M., Jalali, M. & Taherian Zad, A. M., (2018). 'Analysis of atmospheric precipitation water and moisture flux convergence spring rains Iran', *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 7(1), pp. 131-152. doi: 10.22067/geo. v7i1.64076. (In Persian).
- 10- Ensafi Moghaddam T., (2018). Analysis of dust occurrence effects on precipitation changes in South-West of Iran 'A Thesis for Recipt Degree of PHD in Physical Geography-Climatology 'Winter 2018, Department of physical Geography, University of Tehran.
- 11- Ensafi Moghaddam, T., & Safarrad, T., (2022). Investigate of Precipitable Water in dusty conditions using satellite images (Case study: Southwest of Iran). *Journal of RS and GIS for Natural Resources*, (https://girs.bushehr.iau.ir/article_690417.html).
- 12- Farajzadeh, M. & Karimi, N., (2013). Principles of Satellite Meteorology, Organization for the Study and Compilation of University Humanities Books, Humanities Research and Development Center.
- 13- Fattahi, E., K. Noohi, & H. Shiravand., (2012). Study of Dust Storm Synoptical Patterns in Southwest Iran, *DESERT*, 17, 49-55.
- 14- Gao, B. C. & Kaufman, Y. J., (2003). Water vapor retrievals using Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) near-infrared channels, *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 108(D13).
- 15- Gayoor, H.A.; Halbian, A.H.; Saberi, B. & Hossain-AliPoorjazi, F., (2012). Investigation of the relationship between heavy precipitation and high circulation patterns of the atmosphere (Case study: Southern Khorasan province). *Nat. Environ. Hazards* 2012, 11, 1-27. [CrossRef].

- 29- Lashkari, M. H., (1996). Synoptic pattern of heavy rains in Southwest of Iran, PhD Thesis, Tehran: Tarbiat Modares University.
- 30- Zarrin, A., & Dadashi-Roudbari, A. A., (2021). Projected consecutive dry and wet days in Iran based on CMIP6 bias-corrected multi-model ensemble', *Journal of the Earth and Space Physics*, 47(3), pp. 561-578. doi: 10.22059/jesphys.2021.319270.1007295.
- in Western Iran. Ph.D. Thesis, (2007), University of Tehran, Tehran, Iran, 2007.
- 27- Raziei, T.; Bordid, I.; Pereira, L.S.; Real, J.C. & Santos, J.A., (2011). Relationship between daily atmospheric circulation types and winter dry/wet spells in western Iran. *Int. J. Climatol.* ,2011, 321, 1056–1068. [CrossRef].
- 28- Rousta, I., Doostkamian, M., Olafsson, H., Zhang, H., Vahedinejad, S., Sarif, Md., O. & Vargas, E., (2020). Analyzing the Fluctuations of Atmospheric Precipitable Water in Iran During Various Periods Based on the Retrieving Technique of NCEP/NCAR. *The Open Atmospheric Science Journal*. ISSN: 1874-2823 - 14, 2020. 12. 48-57. 10.2174/1874282301812010048.