

# بررسی بارش‌های حدی و نقش رودبادهای در آن

## مطالعه موردی: جنوب غرب ایران

حسن سینایی<sup>۱</sup>

محمد سلیقه<sup>۲</sup>

مهری اکبری<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۰۲/۰۸

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۰۸/۲۶

\*\*\*\*\*

### چکیده

پژوهش حاضر با هدف تبیین تأثیر رودباد بر بارش‌های حدی و فراگیر جنوب غرب ایران انجام شده است. به این منظور، از پایگاه‌های داده‌ای هواشناسی شامل بارش ایستگاه‌های هواشناسی مراکز استان‌ها استفاده شد. ابتدا بارش روزانه ۳۰ ساله (۱۹۸۹-۲۰۱۸) برای ۲۲ ایستگاه سینوپتیکی جنوب غرب ایران واقع در استان‌های ایلام، خوزستان، فارس، کهگیلویه و بویر احمد، چهارمحال و بختیاری و بوشهر از سازمان هواشناسی کشور اخذ شد. سپس ارتباط بارش‌ها با رودبادهای وردسپهری، فراسنج‌های ارتفاع ژئوپتانسیل در سطح ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال، مؤلفه مداری و نصف‌النهاری باد تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال، نم ویژه تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال و مؤلفه امگا در دو سطح ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال از پایگاه مرکز ملی پیش‌بینی محیطی و مرکز ملی پژوهش‌های جوئی (ncep/ncar) ایالات متحده دریافت و نقشه فراسنج‌های مذکور ترسیم شد. نتایج این پژوهش نشان داد در سه روز بارشی، در هر سه رودباد مورد مطالعه، محور رودباد به صورت نصف‌النهاری در راستای جنوب غربی-شمال شرقی منطقه مورد مطالعه را تحت تأثیر قراردادده است. همچنین در تراز ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکالی چرخندی بر روی موقعیت تقریبی شرق مدیترانه واقع شده و ضلع شرقی این چرخندها بر روی جنوب غرب ایران قرار گرفته است. قرارگیری محور رودباد در جهت نصف‌النهاری و در راستای جنوب غربی-شمال شرقی، و واقع شدن منطقه مورد مطالعه در ضلع شرقی چرخند تشکیل شده در شرق دریای مدیترانه، سبب تشدید ناپایداری در ترازهای زیرین در منطقه مورد مطالعه شده است. مقادیر امگای منفی در تراز ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکالی از ۰/۱۵- تا ۰/۸- پاسکال بر ثانیه، نشانگر ناپایداری شدید هوا در منطقه مورد مطالعه بوده است. در نتیجه می‌توان گفت عامل اصلی ناپایداری بارش‌های حدی فراگیر جنوب غرب کشور، رودباد و سامانه‌های برون حاره‌ای و عامل اصلی تأمین رطوبت بارش‌های این پهنه از کشور دریاهای گرم جنوبی (دریای سرخ، دریای عمان، دریای عربی، و خلیج فارس) می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: رودباد، جریان‌ات رطوبتی، بارش حدی فراگیر، جنوب غرب ایران

\*\*\*\*\*

۱- دانشجوی دکتری آب و هواشناسی - سینوپتیک، دانشگاه خوارزمی (نویسنده مسئول) sinagraphic56@gmail.com

۲- دانشیار دانشگاه خوارزمی

۳- دانشیار دانشگاه خوارزمی

## ۱- مقدمه

و این موضوع باعث تشدید فرآیند سیکلون‌زایی می‌شود. همچنین بررسی‌ها نشان می‌دهد که یک تراف عمیق بر روی این منطقه همراه یک رودباد سطح بالا قرار دارد. بسیاری از بارش‌های سنگین در اثر وجود رودباد قطبی و رودباد جنب حاره و یا هر دو اتفاق می‌افتد. رودبادها یک جریان هوای با سرعت بالا هستند که به صورت یک تونل باد با مسافت‌های بسیار طولانی در ارتفاعات بالای تروپوسفر (تروپوپاز) قرار گرفته‌اند. بنا به تعریف سازمان هواشناسی جهانی، هرگاه سرعت این نوارهای باد بیش از ۳۰ متر بر ثانیه باشد، جریان رودباد به وجود می‌آورد (علیجانی، ۱۳۷۹).

در تحقیق دیگر مفیدی (۱۳۸۳) در خصوص اقلیم شناسی سینوپتیکی بارش‌های سیل‌زا با منشاء منطقه دریای سرخ در خاورمیانه نتیجه گرفت که تکوین و گسترش کم‌فشارهای منطقه دریای سرخ و جابه‌جایی و انتقال آن‌ها در خاورمیانه به موقعیت و شدت رودباد جنب حاره و نیز عمق و امتداد محور ناوه عرض‌های میانی در شرق مصر بستگی دارد.

در تحقیقی دیگر مفیدی و زرین (۱۳۸۴) در بررسی سینوپتیکی تأثیر سامانه‌های کم‌فشار سودانی در وقوع بارش‌های سیل‌زا در ایران، با بررسی ۱۸ توفان با منشاء سودانی نشان دادند استقرار مناسب خروجی هسته رودباد جنب‌حاره بر روی خاورمیانه به همراه استقرار و تقویت پشته‌ای در تراز میانی و زبانه پرفشاری در تراز پایین بر روی دریای عرب به منظور تکوین و گسترش کم‌فشارهای سودانی تأکید دارد. موقعیت و سرعت هسته رودباد جنب‌حاره بر روی خاورمیانه و امتداد محور آن در ترازهای فوقانی و ردسپهر ضمن کنترل الگوی گردش تراز میانی، مسیرهای ورود کم‌فشارهای سودانی به ایران را کنترل می‌کند. فرج‌زاده اصل و همکاران (۱۳۸۶) در تحلیل موقعیت رودباد در رابطه با سامانه‌های بارشی غرب کشور (استان‌های ایلام و کرمانشاه) با مطالعه ۷ ایستگاه در دوره ۱۰ساله ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۹ میلادی، نشان دادند که در دو روز قبل از بارش، مسیرهای رودباد دارای انحنای آنتی‌سیکلونی

بارش از مهم‌ترین عناصر جوئی محسوب می‌شود که در تعیین پراکندگی دیگر عناصر اقلیمی می‌تواند مؤثر باشد. از این رو در تحقیقات اخیر به‌ویژه در مورد تحقیقات مربوط به تغییر اقلیم جهانی نقش برجسته و بارزی داشته است. آب و هوای ایران به دلیل موقعیت جغرافیایی آن وابسته به برخی از عوامل و عناصر اقلیمی است. یکی از اجزای بسیار مهم گردش عمومی جو که در کیفیت بارندگی‌ها (میزان، شدت، پراکندگی زمانی و مکانی و ...) تأثیر دارد رودبادها می‌باشند. در خصوص رودبادها و تأثیر آن‌ها در بارندگی‌ها مطالعات زیادی در جهان انجام گرفته است. تاریخ دقیق مطالعه در خصوص رودباد به درستی مشخص نیست ولی آنچه مسلم است اینکه جریانات رودباد برای اولین بار در مکتب شیکاگو و به سرپرستی رزبای ثبت و نامگذاری و در جریان جنگ جهانی دوم در سال ۱۹۴۴ (حمله هوایی آمریکا به ژاپن) شناخته شد. تا اواخر دهه ۱۹۴۰م بررسی سیستماتیکی از رودبادها وجود نداشت.

در سال ۱۹۴۷ میلادی تئوری رودباد توسط اریک پالمن<sup>۱</sup> و دیگر اعضای مدرسه هواشناسان دینامیکی شیکاگو<sup>۲</sup> تحت عنوان «Staff Members» ارائه و در سال ۱۹۵۰ میلادی مورد پذیرش قرار گرفت (لوئیس، ۲۰۰۳، اسمیت و یانکین، ۱۹۷۲) در بررسی رابطه بین سامانه‌های رودباد قطبی و بارش‌های سنگین نشان داده شده که بارش‌های سنگین بیشتر به صورت رگباری و در پیشانی جت استریم‌های قطبی روی می‌دهند. پریراکوس و همکاران (۲۰۰۵) با بررسی چرخندهای ۱۵ مارس ۱۹۹۸ ناحیه قبرس و رابطه رودباد جبهه قطبی و رودباد جنب حاره در سیکلون‌زایی شرق مدیترانه با یک مطالعه موردی دریافتند که هرگاه رودباد جبهه قطبی از موقعیت خود به طرف جنوب کشیده شود و با رودباد جنب حاره که از موقعیت خود به طرف شمال کشیده شده ادغام شود؛ با یک افزایش ناپایداری هیدرودینامیکی همراه است

1- Erik Palmen

2- Chicago

جنب حاره خیلی یکپارچه‌تر است. محدوده‌ی وزش رودباد جنب حاره‌ای بر روی مدار ۳۰ درجه در ارتفاعی بین ۹ تا ۱۵ کیلومتر قرار دارد (مسعودیان، ۱۳۹۰).

در تحقیق دیگری لشگری و همکاران (۱۳۹۱) در زمینه تحلیل آماری و همدیدی مؤثرترین الگوی رودباد موجد بارش فراگیر فصل زمستان ایران، با تحلیل سینوپتیکی یک الگو از هفت الگوی شناسایی شده طی دوره آماری ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۱ میلادی به این نتیجه رسیدند که این الگو که رودباد جنب حاره‌ای بوده باعث تشکیل ناوه و پشته‌ای در طول مسیر خود شده که این سامانه‌های فشار، با انتقال هوای سرد عرض‌های بالا و هوای گرم عرض‌های پایین به عرض‌های بالا سبب پیشروی برخی دیگر از سامانه‌های فشاری مثل کم‌فشار سودانی و سبیری، و ناپایداری هوا در نواحی شرقی مدیترانه و غربی ایران شده‌اند که این ناپایداری‌ها دقیقاً در منطقه واگرایی قسمت خروجی رودباد اتفاق افتاد و بارش‌های نسبتاً خوبی در ایران رخ داده است. هر دو رودبادهای در آب و هوای ایران و به‌خصوص میزان و شدت بارش‌ها تأثیرگذار هستند. رودباد جبهه قطبی بر بالای جبهه‌ی قطبی و در داخل بادهای غربی تشکیل می‌شود. هسته سرعت این رودباد اغلب اوقات در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکالی نمایان می‌شود. هسته‌های سرعت رودباد جبهه قطبی به همراه موج‌های کوتاه و در بستر موج بلند مدیترانه به طرف مشرق حرکت می‌کنند. بنابراین همراه جابه‌جایی فرود بلند مدیترانه، مسیر حرکت هسته‌های رودباد جبهه قطبی نیز جابه‌جا می‌شود. این رودباد در دوره گرم سال بر بالای ایران در سطح ۲۰۰ هکتوپاسکال مستقر است. در دوره سرد با سرعتی معادل ۳۷ تا ۵۲ متر بر ثانیه بر بالای بحرین مستقر است. جابه‌جایی آن سبب ورود رژیم‌های حاره و برون‌حاره به منطقه می‌شود. در دوره سرد سال که در جنوب مستقر است جو باروکلینیک (ناپایدار) ایجاد می‌شود. در دوره گرم که بر بالای کوه‌های البرز مستقر است جو باروتروپیک (پایدار) مستولی است (علیچانی، ۱۳۹۲). صلاحی (۱۳۹۲) طی مطالعه‌ای در رابطه با تحلیل

بوده که در روزهای آغاز و حداکثر بارش، انحنای سیکلونی کسب می‌کنند. میزان گرادیان مداری جریانات رودباد نیز به میزان زیادی در روزهای حداکثر بارش، بیشتر از سایر روزهای بارندگی است و در روزهای قبل از بارش به کمترین میزان خود می‌رسد. حداکثر اعمال اثر رودباد در منطقه مورد مطالعه در شرایطی است که رودباد در سطوح بالای تروپوسفر (۲۰۰ هکتوپاسکال) در جنوب رودباد سطوح پایین‌تر (۳۰۰ هکتوپاسکال) قرار بگیرد، به گونه‌ای که رودباد در سطوح پایین تروپوسفر به منطقه مورد مطالعه نزدیک باشد. در تحقیق دیگری علیجانی و همکاران (۱۳۸۹) برای تحلیل همدیدی بارش سنگین ششم ژانویه ۲۰۰۸ در جنوب‌شرق ایران مطالعه‌ای انجام دادند. نتایج نشان داد که رخداد بارش سنگین مورد مطالعه در جنوب‌شرق کشور با مهیا شدن شرایطی نظیر وجود رطوبت زیاد در تراز پایین جو به‌خصوص تخلیه رطوبتی شدید از خلیج فارس، ناهنجاری‌های منفی شدید در ترازهای میانی جو و استقرار رودباد جنب حاره‌ای در غرب منطقه مرتبط می‌باشد.

مسعودیان و محمدی (۱۳۸۹) در خصوص تحلیل همدید بارش‌های سنگین ایران نشان دادند که الگوی پرفشار اروپا - کم‌فشار عراق در رویداد این بارش‌ها مؤثر بوده است. در این زمان زبانه‌ای از پرفشار اروپا و دریای سیاه از شمال‌غرب کشور نفوذ کرده و با کم‌فشار عراق شیو شدیدی را موجب شده است. به‌نظر می‌رسد تحت این شیو شدید فشار و همچنین ادغام رودبادهای جنب حاره‌ای و جبهه‌ی قطبی بر روی عراق، فرود عمیق بر روی قبرس، تغذیه‌ی رطوبتی خلیج فارس در ترازهای ۹۲۵ و ۸۵۰ هکتوپاسکال، تغذیه‌ی رطوبتی دریای سرخ و مدیترانه و سیاه در ترازهای بالاتر، این بارش‌های سنگین اتفاق افتاده است. رودباد جبهه‌ی قطبی محصول شیو شدید دمای هوای قطبی و حاره‌ای است در حالی که رودباد جنب حاره حاصل شیو دمایی موجود در وردیست و محدود به وردسپهر بالایی است. رودباد جبهه‌ی قطبی عمدتاً فاقد یکپارچگی است و موقعیت مکانی منظمی ندارد در حالی که رودباد

ترازهای پایین غرب ایران را مطالعه نمودند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد در روزهای رخداد بارش، محور هسته رودباد در منطقه مورد مطالعه دچار انحنای نصف‌النهاری شده است؛ که این موضوع از دو جنبه به صعود شدیدتر هوا کمک می‌کند. این آرایش هسته رودباد سبب وزش دمایی گرم به مناطق تحت تسلط نیمه خروجی رودباد می‌شود و این شرایط صعود و همرفت بیشتر هوا را سبب می‌شود. یکی از هسته‌های سرعت در حاشیه استوایی بادهای غربی و دیگری بر روی جبهه‌ی قطبی منطقه برون حاره، بیش از نواحی دیگر حرکت می‌کند. در نتیجه سبب ایجاد دو بستر نسبتاً متمایز می‌شود که رودباد جبهه قطبی و رودباد جنب حاره نامیده می‌شود که از نظر ارتفاع و مدار جغرافیایی با هم متفاوت هستند (سعیدآبادی و همکاران ۱۳۹۴).

قویدل رحیمی و همکاران (۱۳۹۵) با تحلیلی از اوضاع جوّی بارش سنگین منجر به مخاطره سیل ۸ اسفند ۱۳۸۸ ایوان‌غرب، نشان داد استقرار رودباد جبهه قطبی یا عرض‌های میانه بر روی غرب کشور در روز مذکور موجب تشدید ناپایداری‌ها و ایجاد شرایط باروکلینیک برای ایوان‌غرب شده است. تحلیل نقشه‌های رودباد نشان دادند که در زمان رخداد بارش سنگین ایوان‌غرب، رودباد بسیار پر قدرت جبهه قطبی با بیشینه سرعت هسته مرکزی ۴۰ متر بر ثانیه در تراز ۲۰۰ هکتوپاسکال بر روی منطقه غرب و جنوب‌غرب کشور مستقر بوده و نقش مهمی در تشدید ناپایداری‌ها و صعود هوای مرطوب ایفا کرده است. رودبادها که در ترازهای بالاتر تروپوسفر تشکیل می‌شود، به دلیل تشدید واگرایی و همگرایی‌های سطوح زیرین خود نقش اساسی را در کنترل مسیر حرکت سامانه‌های باران‌زا، زمان ورود و خروج سامانه‌ها، تعیین دوره‌های بارش و تغییرات فصلی ایفا می‌کنند (سلیمه ۱۳۹۵).

کرمی و همکاران (۱۳۹۵) در تحلیلی بر ساختار منطقه‌ای جوّ در زمان رخداد بارش برف سنگین در استان کرمان، یکی از دلایل مهم بارش سنگین برف استان کرمان را قرارگیری منطقه در زیر هسته واگرایی رودباد و وجود

سینوپتیک مخاطرات اقلیمی شهرستان یاسوج (مطالعه موردی: بارش سنگین ۲۰ اسفند ۱۳۸۹) نتیجه گرفت در زمان رخداد بارش سنگین یاسوج، در ترازهای ۲۵۰ و ۳۰۰ هکتوپاسکال، رودباد جبهه قطبی بر روی منطقه یاسوج قرار گرفته و استقرار این رودباد ضخیم، باعث شدت یافتن ناپایداری‌ها و ناهنجاری‌های جوّی شده و بارش سنگین و نیمه‌سنگین در اکثر نقاط ایران و مخصوصاً یاسوج را به دنبال داشته است.

دارند (۱۳۹۴) در بررسی و واکاوی بسامد رخداد رودبادها هنگام بارش‌های سیل‌آسای استان کردستان با بررسی داده‌های بارش روزانه ۸ ایستگاه همدید بر روی استان کردستان طی بازه زمانی ۱۳۳۹/۱۰/۱۱ تا ۱۳۸۹/۱۰/۱۲ (۱۸۲۶۳) با بررسی فراوانی رخداد رودبادها نشان داد که به هنگام رخداد بارش‌های سنگین استان در فصل مرطوب رودبادها تا تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال کشیده شده‌اند. در تمام دیده‌بانی‌ها استان کردستان در قطاع چپ خروجی رودباد، جایی که واگرایی و ناپایداری در جوّ رخ می‌دهد، قرار دارد و محور خروجی به صورت مایل به سمت نیمه غربی کشور کشیده شده است.

در مطالعه‌ای دیگر رشید قانقرمه و روشن (۱۳۹۴) طی بررسی نقش رودباد جنب حاره‌ای در کنترل بارش‌های ایران، با بررسی روزهای بارش ۱۸۰ ایستگاه کشور نشان دادند، دو مؤلفه سرعت رودباد و موقعیت مرکزی هسته، نقش مؤثرتری نسبت به سرعت جابه‌جایی شمالی-جنوبی هسته بر کنترل بارش‌های ایران دارند.

در تحقیق دیگری آروین و همکاران (۱۳۹۴) تأثیر رودباد جنب حاره‌ای بر بارش‌های روزانه بیش از ۱۰ میلی‌متر در حوضه زاینده‌رود را بررسی کردند. نتایج این پژوهش نشان داد الگوی غالب در رخداد بارش با بیش از ده میلیمتر، قرارگیری چپ خروجی رودباد جنب حاره‌ای بر روی دامنه فرازش موج کوتاه باد غربی است.

سعیدآبادی و همکاران درخصوص موقعیت رودباد جبهه قطبی در ارتباط با بارش‌های سنگین و شار رطوبت

قوی با سرعت ۶۵ متر بر ثانیه در تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال در جنوب ایران به همراه ناوه سرد چالی بر روی دریای خزر شرایط را برای همگرایی سطوح پایین‌تر اتمسفر ایران را مهیا کرده، نفوذ رطوبت از دریای مدیترانه به همراه شرایط ناپایداری حاصل از اتمسفر سطوح بالایی؛ باعث ریزش باران فراگیر در ایران شده است.

## ۲- منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در جنوب غرب ایران واقع شده و استان‌های خوزستان، ایلام، چهارمحال و بختیاری، کهگیلویه و بویراحمد، بوشهر و فارس را شامل می‌شود (نگاره ۱). این منطقه از نظر اقلیمی جزء مناطق خشک و نیمه‌خشک قرار می‌گیرد. بیشترین مقدار بارش مطابق با مناطق کوهستانی می‌باشد در مقابل در نواحی جنوبی‌تر و جلگه‌های ساحلی از میزان بارش کاسته می‌شود. نواحی کوهستانی عمدتاً در نواحی شمالی و شمال غربی و شمال شرق منطقه گسترده‌تری دارند.

پیچانه قوی در ایران مرکزی شناسایی و معرفی کرد. مظفری و همکاران (۱۳۹۶) در تحلیل و بررسی موقعیت رودبادهای مرتبط با بارش فرین و شار رطوبت در مناطق غربی ایران با شناسایی چهار الگو نشان دادند در همه الگوها در روز رخداد بارش، ناحیه چپ خروجی (ربع دوم هسته رودباد جبهه قطبی) که بیشترین واگرایی سطوح بالا و همگرایی سطوح زیرین جو را فراهم می‌کند بر فراز آسمان غرب ایران قرار گرفته است.

شمسی‌پور و همکاران (۱۳۹۷) با واکاوی همیدی-ترمودینامیکی بارش‌های سنگین غرب و جنوب غرب ایران، مطالعه موردی ۱۲ تا ۱۵ آوریل ۲۰۱۶، با مطالعه و بررسی شاخص‌های فیزیکی و دینامیکی جو نشان دادند که مقادیر مثبت تاوایی، سرعت رودباد و امگای منفی به بیشینه خود در زمان بارندگی رسیده است.

زکی‌زاده و همکاران (۱۳۹۷) در تحقیقی در تحلیل آماری و سینوپتیکی مؤثرترین الگوی رودباد ایجادکننده بارش‌های سنگین ایران به نتیجه رسیدند استقرار رودباد



نگاره ۱: نقشه منطقه مورد مطالعه در جنوب غرب کشور ایران

### ۳- داده‌ها و روش کار

در این پژوهش از روش‌های آماری و هم‌دیدگی برای مطالعه استفاده شده است. برای انتخاب روزهای نماینده چند شرط مد نظر قرار گرفت:

۱- روز بارندگی در دوره سرد اتفاق افتاده باشد. زیرا بارش‌های دوره سرد به دلیل تعدد سامانه‌های مؤثر در بارش ایران از الگوهای متعددی منتج می‌شوند.

۲- بارندگی روز مورد نظر درصد نسبت قابل توجهی از بارندگی سال را شامل شود (بارش ایستگاه‌های مد نظر بیش از صدک ۹۰ ام هر ایستگاه باشد).

۳- فراگیر باشد، یعنی در بیش از ۷۰ درصد از ایستگاه‌های محدوده مطالعه ثبت شده باشد.

لذا با بررسی روزهای بارندگی در طی دوره ۳۰ ساله (۲۰۱۸-۱۹۸۹) سه روز که بالاترین بارندگی را داشتند و شرایط سه‌گانه فوق را حائز بوده‌اند به‌عنوان روزهای الگو و نماینده انتخاب شدند. اولین روز ۲۷ دی‌ماه ۱۳۷۴، دومین روز نماینده ۲۶ آذرماه ۱۳۸۵ و سومین روز نماینده ۴ آذرماه ۱۳۹۳ به‌عنوان روزهای دارای بارندگی حدی فراگیر که دارای بالاترین مقدار بارندگی روزانه دوره ۳۰ ساله (۲۰۱۸-۱۹۸۹) بوده‌اند انتخاب شدند. روزهای انتخاب شده هم دارای بارندگی سنگین بوده و هم پراکنش فراگیر داشته‌اند. برای بررسی الگوهای هم‌دیدگی این بارش‌ها از دو پایگاه داده‌ای اقلیمی استفاده شده است. ابتدا بارش روزانه ایستگاه‌های سینوپتیک جنوب غرب کشور ایران در روزهای منتخب اخذ شد. این داده‌ها به‌عنوان پایگاه محیطی داده‌ای بارش شناخته می‌شود. سپس به‌منظور ارتباط این بارش‌ها با رودبادهای وردسپهری، به دلیل فشردگی جو در فصل سرد از فراسنج‌های اقلیمی ارتفاع ژئوپتانسیل ۱۰۰۰، ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال، رودباد در ارتفاع ۳۰۰ هکتوپاسکالی، نم و ویژه تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکالی و مؤلفه امگا (میزان صعود و نزول جریان هوا) در ارتفاع ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکالی با تفکیک ۲/۵ درجه‌ای عرض جغرافیایی در روزهای بارشی مورد نظر از پایگاه داده‌ای ncep/ncar استخراج شد.

شبکه انتخابی برای بررسی گره‌های هم‌دیدگی و نتایج به‌دست آمده، شبکه‌ای است که ناحیه محدود به ۰ تا ۱۰۰ درجه طول جغرافیایی شرقی و ۰ تا ۷۰ درجه عرض شمال جغرافیایی را پوشش می‌دهد. در نهایت با استفاده از نرم‌افزار گردس نقشه فراسنج‌های مذکور ترسیم شد. ویژگی‌های بارش در روزهای منتخب در جدول ۱ نشان داده شده است.

### ۴- بحث و نتایج

#### ۴-۱- روز بارشی شماره ۱

اولین روز انتخاب شده دارای حداکثر بارش ۲۴ ساعتی در طی دوره آماری ۳۰ ساله، روز ۲۷/۱۰/۱۳۷۴ می‌باشد که میانگین بارش در منطقه مورد مطالعه ۲۸/۷۳ میلی‌متر بوده که برای تحلیل آن اطلاعات ساعت ۰۶ Z استفاده شده است. نگاره شماره ۲- الف نقشه ارتفاع ژئوپتانسیل به همراه مقادیر امگای تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال را نشان می‌دهد. در این تراز چرخندی با ارتفاع ژئوپتانسیل مرکزی ۱۴۸۰ متر در جنوب عراق و قسمت‌هایی از جنوب غرب ایران تشکیل شده و منطقه مورد مطالعه را تحت تأثیر خود قرار داده است. قرار گرفتن منطقه مورد مطالعه در ضلع شرقی این چرخند باعث تشدید ناپایداری در این تراز شده به طوری که میزان امگای ۰/۱۵- پاسکال بر ثانیه در این تراز نشان از ناپایداری جو می‌باشد.

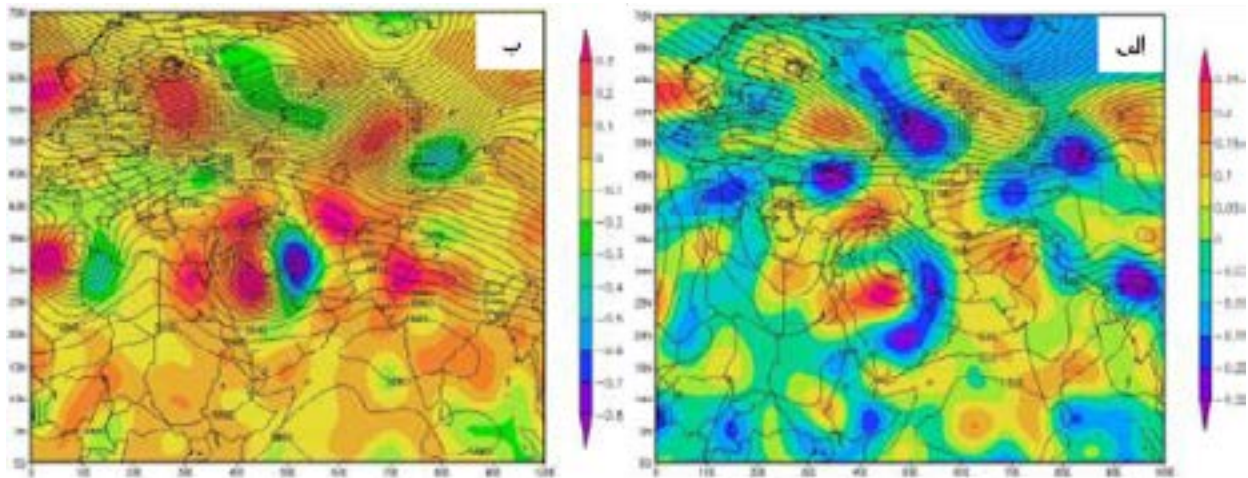
در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکالی (نگاره ۲- ب) چرخندی در جنوب غرب عراق با ارتفاع ژئوپتانسیل مرکزی ۵۵۴۰ متر قرار دارد و در هماهنگی با چرخند تراز ۸۵۰ هکتوپاسکالی است. همانگونه که مشاهده می‌شود منطقه مورد مطالعه در ضلع شرقی این چرخند واقع شده و همین امر باعث ناپایداری شدید در هر دو سطح ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکالی در منطقه مورد مطالعه شده به طوری که مقدار امگای ۰/۸- پاسکال بر ثانیه در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال منطقه مورد مطالعه مؤید این موضوع می‌باشد.

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی ( )

بررسی بارش‌های حدی و نقش رودباده‌ها در آن ... / ۱۸۳

جدول ۱: ویژگی‌های بارش روزهای منتخب در ایستگاه‌های منطقه مورد مطالعه

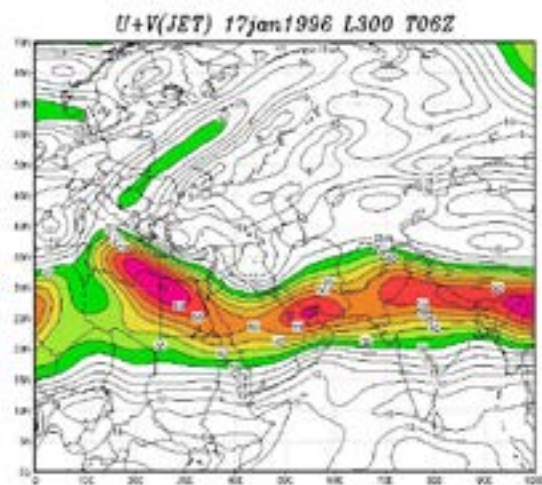
ردیف	نام ایستگاه	میانگین بارندگی ۳۰ ساله (۱۹۸۹-۲۰۱۸) (میلی‌متر)	مجموع بارندگی روز ۲۰۰۶/۱۲/۱۷ (میلی‌متر)	درصد بارندگی روز ۲۰۰۶/۱۲/۱۷ به مجموع بارندگی سال ۲۰۰۶ ایستگاه	میانگین بارندگی ۳۰ ساله ایستگاه (۱۹۸۹-۲۰۱۸)	مجموع بارندگی روز ۲۰۱۴/۱۱/۲۵ (میلی‌متر)	درصد بارندگی روز ۲۰۱۴/۱۱/۲۵ به مجموع بارندگی سال ۲۰۱۴ ایستگاه	میانگین بارندگی ۳۰ ساله ایستگاه (۱۹۸۹-۲۰۱۸)	مجموع بارندگی روز ۱۹۹۶/۰۱/۱۷ (میلی‌متر)	درصد بارندگی روز ۱۹۹۶/۰۱/۱۷ به مجموع بارندگی سال ۱۹۹۶ ایستگاه	درصد بارندگی روز ۱۹۹۶/۰۱/۱۷ به میانگین بارندگی ۳۰ ساله ایستگاه (۱۹۸۹-۲۰۱۸)
۱	دوگنبدان	۴۱۹/۸۸	۴۵/۳	۱۱/۱۳	۱۰/۷۸	-	-	-	۵۶	۱۰/۶۶	۱۳/۳۳
۲	چاه کوتاه	۱۹۹/۸۸	۳۱	۱۳/۸۷	۵/۵۱	۷/۵	۷/۵۹	۲/۶۸	۶۰	-	۳۰/۰۱
۳	بوشهر	۲۵۴/۸۷	۴۳	۲۳/۰۲	۱۶/۸۷	۲۸/۱	۳/۱۱	۳۶/۱۰	۸۷/۲	۲۸/۷۳	۳۴/۳۴
۴	بستان	۱۹۴/۹۸	۱۷	۲۰/۰۷	۸/۸۷	-	-	-	۵/۸	۳/۰۵	۲/۹۷
۵	بروجن	۲۵۰/۲۸	۲۰	۵/۸۱	۷/۶۹	-	-	-	۳۱	۵/۸۲	۵/۵۹
۶	بهبهان	۳۱۳/۷۸	۴۱	۱۲/۸۱	۱۳/۰۶	۱۰۰	۳۸/۲۷	۳۸/۷۶	۴۳	۱۱/۳۳	۱۳/۸۰
۷	ماهشهر	۱۹۶/۷۱	۲۳/۱	۱۴/۵۴	۱۱/۷۴	۲۲	۱۴/۵۲	۱۱/۱۸	۹	۵/۳۳	۴/۵۷
۸	باغ ملک	۳۴۷/۴۵	۵۴	۶/۶۰	۳۵/۵۴	۵۷	۱۲/۲۷	۱۶/۶۹	۴۴	-	۱۲/۶۶
۹	اهواز	۲۱۰/۱۵	۳۴/۱	۱۲/۶۷	۱۶/۲۲	۲۳	۱۰/۵۷	۱۰/۶۴	۸/۰۱	۳/۳۵	۳/۸۱
۱۰	آباده	۱۲۸/۶۹	۱۲/۹	۱۰/۶۳	۱۰/۰۲	۱۹	۱۵/۲۹	۱۴/۸۶	۱/۶	۱/۹۲	۱/۲۴
۱۱	آبادان	۱۵۰/۱۲	۱۸	۱۳/۷۴	۱۱/۹۹	۰/۴	۰/۵۷	۰/۲۶	۰	۰	۰
۱۲	دزفول	۳۱۳/۳۵	۴۹	۱۷/۷۲	۱۵/۶۳	-	-	-	۱۵	۴/۲۴	۴/۷۸
۱۳	یاسوج	۷۹۷/۳۵	۳۳	۴/۸۰	۴/۱۳	۱۰۳	۱۷/۸۲	۱۲/۹۱	۵۱	۵/۹	۶/۳۹
۱۴	شیراز	۳۲۲/۹۱	۴۷	۱۵/۱۰	۱۴/۵۵	۳۱	۱۳/۶۶	۹/۶	۴۴	۱۱/۳	۱۳/۶۲
۱۵	شهرکرد	۳۲۰/۴۲	۱۹	۴/۶۸	۵/۹۲	-	-	-	۱۱/۱	۲/۸۴	۳/۴۶
۱۶	رامهرمز	۲۹۱/۸۱	۵۵	۱۴/۲۱	۱۸/۸۴	۳۳	۱۵/۸۵	۱۱/۳	۱۳/۳	۳/۷۶	۴/۵۵
۱۷	امیدیه	۲۵۵/۵۰	۴۱	۱۵/۵۳	۱۶/۰۴	۵۱	۲۰/۵۸	۱۹/۹۶	۲۰	۷/۸	۷/۸۲
۱۸	مسجد سلیمان	۳۹۹/۳۳	۵۵	۱۲/۹۱	۱۳/۷۷	۳۶	۹/۴۳	۹/۰۱	۲۰	۳/۹۴	۵
۱۹	کوه‌رنگ	۱۳۳۶/۱۱	۴۸	۲/۵۹	۳/۵۹	۵۰	۵/۷۵	۳/۷۴	۶۰/۷	۴	۴/۵
۲۰	ایلام	۵۶۱/۶۳	۵	۰/۸۵	۰/۸۹	۱۷	۳/۳۴	۳/۰۲	۶	۰/۹۱	۱
۲۱	فسا	۲۸۴/۵۳	۶۱	۲۲/۱۳	۲۱/۴۳	۱۹/۲	۱۰/۷۲	۶/۷۴	۲۳/۴	۸/۰۴	۸/۲۲
۲۲	درودزن	۴۵۱/۱۸	۲۲	۵/۳۱	۴/۸۷	۲۹	۱۱/۹۱	۶/۴۲	۳۸	۷/۲۸	۸/۴۲
	میانگین	۳۶۳/۶۷	۳۵/۲	۱۱/۸۵	۱۱/۷۳	۳۶/۸۳	۱۲/۴۹	۱۰/۷۵	۲۸/۷۳	۶/۵۱	۸/۶۴



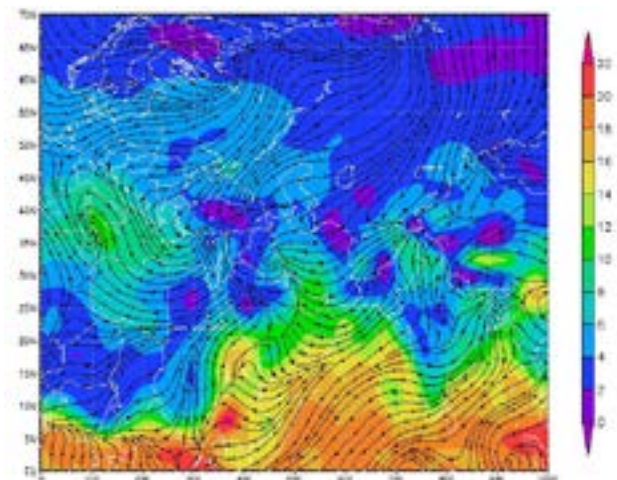
نگاره ۲: الف- نقشه ارتفاع ژئوپتانسیل و امگای تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال  
 ب- نقشه ارتفاع ژئوپتانسیل و امگای تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در روز بارشی ۲۷ دی ماه ۱۳۷۴

می‌باشد. نگاره ۴ نقشه رودباد در تاریخ ۱۳۷۴/۱۰/۲۷ در تراز ۳۰۰ هکتوپاسکال را نشان می‌دهد. همانگونه که مشاهده می‌شود یک رودباد واقع در عرض بین ۱۵ تا ۳۵ درجه شمالی از شمال آفریقا تا نواحی جنوب آسیا کشیده شده است. یکی از هسته‌های مرکزی این رودباد دارای سرعتی برابر ۶۰ متر بر ثانیه بر روی خلیج فارس و تنگه هرمز قرار دارد. نگاره ۲ که مربوط به امگای منفی سطوح زیرین و میانی جو منطقه مورد مطالعه در روز مورد نظر است، مؤید این موضوع می‌باشد.

نگاره ۳ نقشه جریانات جوی و مقادیر نم ویژه (برحسب گرم بر کیلوگرم) در روز ۱۳۷۴/۱۰/۲۷ در تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکالی را نشان می‌دهد.



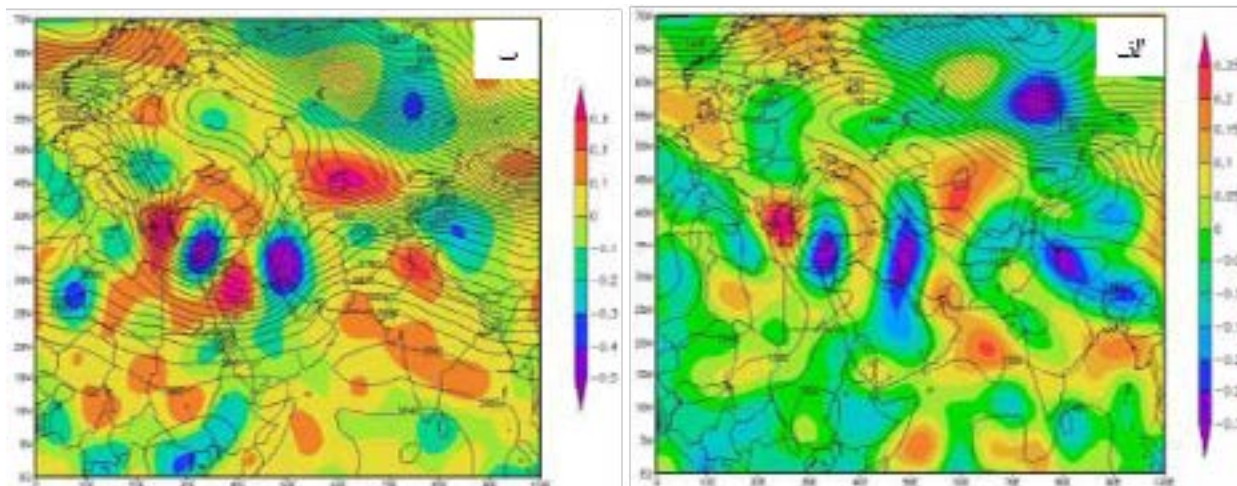
نگاره ۴: نقشه موقعیت رودباد در روز بارشی ۱۳۷۴/۱۰/۲۷ در سطح ۳۰۰ هکتوپاسکالی



نگاره ۳: نقشه جریانات جوی و مقادیر نم ویژه (برحسب گرم بر کیلوگرم) در تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال روز بارشی ۱۳۷۴/۱۰/۲۷

مطابق این نقشه جریانات غالب در این تراز فشاری، جنوبی بوده و باعث حمل رطوبت از منابع رطوبتی و دریا‌های جنوبی (دریای سرخ، دریای عرب، دریای عمان و خلیج فارس) است و همانطور که ملاحظه می‌شود میزان نم موجود در منطقه مورد مطالعه ۱۰ تا ۱۲ گرم بر کیلوگرم



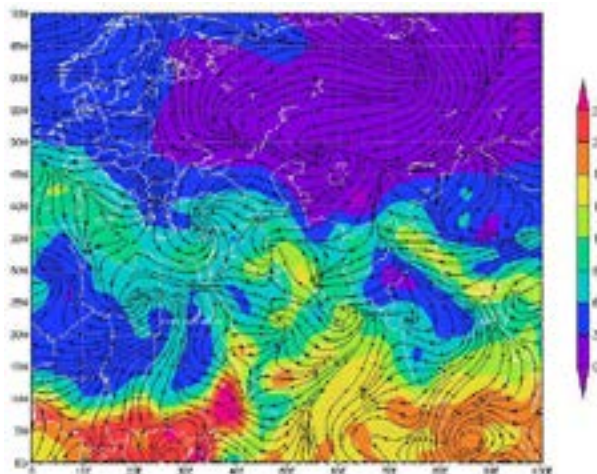


نگاره ۵: الف- نقشه ارتفاع ژئوپتانسیل و امگای تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال  
 ب- نقشه ارتفاع ژئوپتانسیل و امگای تراز ۵۰۰ هکتوپاسکالی در روز بارشی ۲۶ آذر ۱۳۸۵

#### ۴-۲- روز بارشی شماره ۲

دومین روز انتخاب شده، روز ۲۶ آذر ۱۳۸۵ می‌باشد که میانگین بارش روزانه آن ۳۵/۳ میلی‌متر بوده است. برای تحلیل همدیدی آن از اطلاعات ساعت ۰۶ Z (۹/۵ به وقت محلی) استفاده شده است. نگاره ۵ الف و ب به ترتیب نقشه ارتفاع ژئوپتانسیل و امگای تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال و ۵۰۰ هکتوپاسکال در روز ۲۶ آذر ۱۳۸۵ را نشان می‌دهد. در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال یک چرخند با ارتفاع ژئوپتانسیل ۱۴۴۰ متر در شرق دریای مدیترانه تشکیل شده و زبانه آن با منحنی پربندی ۱۴۸۰ متر به سمت شرق تا جنوب غرب ایران کشیده شده و منطقه مورد مطالعه را تحت تأثیر خود قرار داده است. فرارگیری ضلع شرقی این چرخند بر روی منطقه مورد مطالعه باعث تشدید ناپایداری در این تراز (امگای ۰/۳- پاسکال بر ثانیه در این تراز مؤید این موضوع است) و رخداد بارش‌های شدید و فراگیر در بیشتر مناطق جنوب غرب شده است. نقشه (ب) ارتفاع ژئوپتانسیل در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکالی است که در هماهنگی کامل با فشار تراز ۸۵۰ هکتوپاسکالی می‌باشد. همچنان در این تراز فشاری یک چرخند با ارتفاع ژئوپتانسیل ۵۵۰۰ متر در شرق دریای مدیترانه قابل مشاهده می‌باشد که جریانات غربی با عبور از جنوب این چرخند، به منطقه مورد مطالعه رسیده و

جو آن را تحت تأثیر قرار می‌دهند. در این تراز فشاری منطقه مورد مطالعه در ضلع شرقی ناوه بادهای غربی با ارتفاع ژئوپتانسیل ۵۶۴۰ تا ۵۷۰۰ متر قرار گرفته و همین امر سبب تشدید ناپایداری‌ها تا این تراز فشاری شده است. مقدار امگای ۰/۵- پاسکال بر ثانیه در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکالی که نشان‌دهنده ناپایداری شدید جوی است، مؤید این موضوع می‌باشد. نگاره شماره ۶ نقشه جریانات جوی و مقادیر نم ویژه (برحسب گرم بر کیلوگرم) در روز ۲۶ آذر ۱۳۸۵ را در تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکالی نشان می‌دهد.



نگاره ۶: نقشه جریانات جوی و مقادیر نم ویژه  
 (برحسب گرم بر کیلوگرم) در تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال  
 روز بارشی ۲۶ آذر ۱۳۸۵

نقشه‌های نگاره ۵ که مربوط به امگای ترازهای ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال با مقادیر ۰/۵- در این روز بارشی می‌باشند مؤید تأثیر رودباد در لایه‌های زیرین خود می‌باشند.

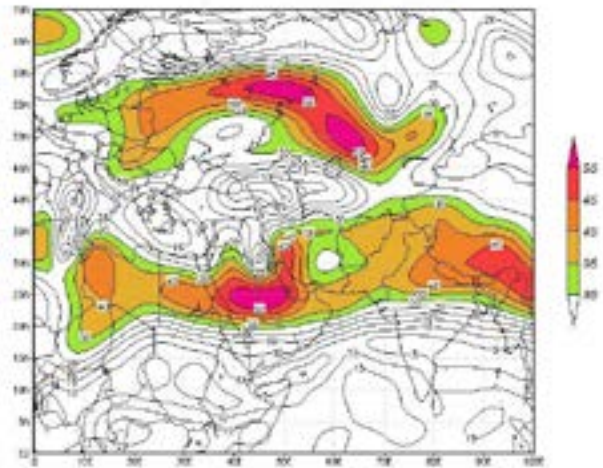
#### ۴-۳- روز بارشی شماره ۳

سومین روز انتخاب شده دارای بارش سنگین در منطقه مورد مطالعه طی دوره آماری ۳۰ ساله روز ۴ آذر ۱۳۹۳ می‌باشد که میانگین بارش در منطقه ۳۶/۸۲ میلی‌متر بوده است. برای تحلیل از اطلاعات ساعت ۱۲ Z (۱۵:۳۰) وقت محلی) استفاده شده است. نگاره ۸- الف نقشه ارتفاع ژئوپتانسیل و امگای تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال و نگاره ۸- ب نقشه ارتفاع ژئوپتانسیل و امگای تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در روز ۴ آذر ۱۳۹۳ را نشان می‌دهد. در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال چرخندی با دو هسته جدا یکی بر روی شرق مدیترانه با ارتفاع ژئوپتانسیل ۱۳۸۰ متر و یک هسته ثانویه بر روی جنوب شرق عراق و بخش از غرب ایران با ارتفاع ژئوپتانسیل ۱۴۴۰ متر تشکیل شده است.

منطقه مورد مطالعه در ضلع شرقی چرخند فوق‌الذکر (نگاره ۸ الف) قرار گرفته و همین امر باعث تشدید ناپایداری در این تراز فشاری شده است که مقادیر امگای ۰/۳- پاسکال بر ثانیه در این تراز مؤید این موضوع می‌باشد. نقشه تراز ۵۰۰ هکتوپاسکالی (نگاره ۸ ب) در هماهنگی با نقشه تراز ۸۵۰ هکتوپاسکالی (نگاره ۸ الف) می‌باشد. همانطور که مشاهده می‌شود همچنان چرخندی در این تراز با ارتفاع مرکزی ۵۳۸۰ ژئوپتانسیل متر بر روی شرق دریای مدیترانه تشکیل شده است. ناوه مدیترانه هوای سرد عرض‌های بالا را به ضلع غربی این چرخند انتقال داده و باعث تقویت این چرخند شده است. همچنان که مشاهده می‌شود در این تراز فشاری منطقه مورد مطالعه در ضلع شرقی (جلوی موج) بادهای غربی قرار گرفته و باعث تشدید ناپایداری در این تراز شده است. امگای تراز ۵۰۰ هکتوپاسکالی منطقه مورد مطالعه در این روز کمتر از ۰/۳- پاسکال بر ثانیه بوده که مؤید این موضوع می‌باشد.

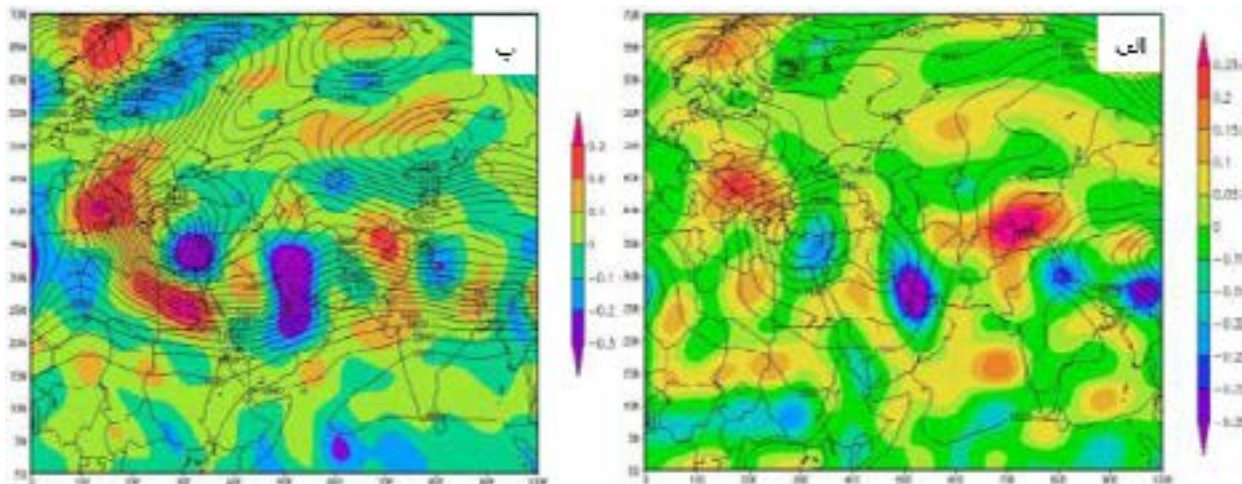
همانطور که در نگاره ۶ دیده می‌شود جهت غالب جریانات جوئی در این روز در این تراز فشاری جنوبی تا جنوب شرقی بوده که این جریانات با عبور از روی دریای گرم جنوبی (دریای سرخ، دریای عرب، دریای عمان و خلیج فارس) بر رطوبتشان افزوده شده و منطقه مورد مطالعه را در این تراز فشاری تحت تأثیر قرار می‌دهند. در این روز منطقه مورد مطالعه نم ویژه ۱۲ تا ۱۵ گرم بر کیلوگرم را تجربه کرده است.

نگاره ۷ رودباد در سطح ۳۰۰ هکتوپاسکال را نشان می‌دهد. این رودباد که دارای جهت غربی می‌باشد، از شمال آفریقا تا جنوب شرق آسیا کشیده شده و سرعت باد در هسته آن به ۵۰ متر بر ثانیه رسیده است. هسته اصلی رودباد در شمال عربستان و جنوب خلیج فارس مستقر شده یک زبانه از مرکز رودباد به سمت شمال و منطقه مورد مطالعه کشیده شده است.



نگاره ۷: موقعیت رودباد در روز بارشی ۲۶ آذر ۱۳۸۵ در سطح ۳۰۰ هکتوپاسکالی

همچنان که در نگاره ۵ مشاهده می‌شود محور هسته رودباد از جنوب خلیج فارس به صورت نصف‌النهاری در جهت شمال شرق امتداد یافته است. نصف‌النهاری شدن محور هسته رودباد (در راستای جنوب غرب شمال شرق) سبب بیشینه ناپایداری در ترازهای زیرین می‌شود.



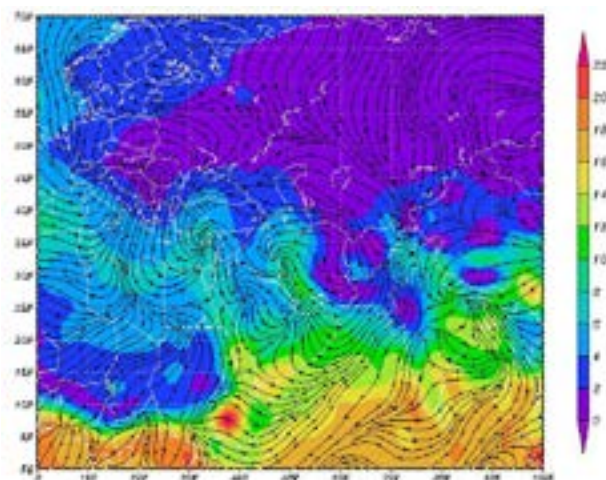
نگاره ۸: الف- نقشه ارتفاع ژئوپتانسیل و امگای تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال

ب- نقشه ارتفاع ژئوپتانسیل و امگای تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در روز بارشی ۴ آذر ۱۳۹۳

مورد مطالعه را در این تراز فشاری تحت تأثیر داده است. میزان رطوبت حمل شده در این روز در این تراز در منطقه مورد مطالعه ۱۲ تا ۱۵ گرم بر کیلوگرم بوده است.

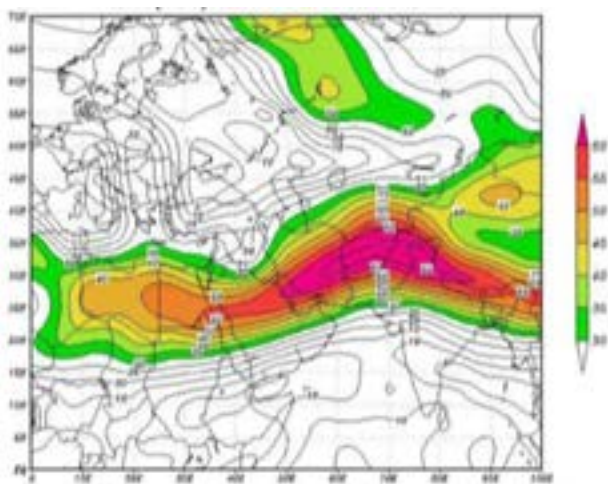
نگاره ۱۰ نقشه رودباد در تراز ۳۰۰ هکتوپاسکالی را در روز ۴ آذر ۱۳۹۳ نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود رودباد از منتهی‌الیه شمال غرب آفریقا تا نواحی شرقی و جنوب شرق آسیا کشیده شده است. هسته اصلی و مرکزی رودباد با سرعت ۶۰ تا ۶۵ متر بر ثانیه از جنوب ایران تا شمال هندوستان گسترش یافته است.

نگاره ۹ نقشه جریان‌ات جوئی و مقادیر نم ویژه (برحسب گرم بر کیلوگرم) در روز بارشی ۴ آذر ۱۳۹۳ را در تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکالی نشان می‌دهد.



نگاره ۹: نقشه جریان‌ات جوئی و مقادیر نم ویژه (برحسب گرم بر کیلوگرم) در تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال روز بارشی ۴ آذر ۱۳۹۳

همانطور که در نگاره ۹ دیده می‌شود جهت غالب جریان‌ات جوئی در این روز در این تراز فشاری جنوبی تا جنوب شرقی بوده است. این جریان‌ات با عبور از روی دریای گرم جنوبی (دریای سرخ، دریای عرب، دریای عمان و خلیج فارس) بر رطوبتشان افزوده شده و منطقه



نگاره ۱۰: نقشه موقعیت رودباد در روز بارشی ۴ آذر ۱۳۹۳ در سطح ۳۰۰ هکتوپاسکال

مورد مطالعه را تحت تأثیر قراردادده است. قرارگیری محور رودباد در جهت نصف‌النهاری و در راستای جنوب غربی - شمال شرقی سبب تشدید ناپایداری در ترازهای زیرین شده است که این موضوع در ترازهای ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکالی (نگاره‌های شماره ۵ و ۸، ۲) به وضوح قابل مشاهده است. در نتیجه می‌توان گفت عامل اصلی ناپایداری بارش‌های حدی فراگیر جنوب غرب کشور، رودباد و سامانه‌های برون‌حاره‌ای و عامل اصلی تأمین رطوبت بارش‌های این پهنه از کشور دریا‌های گرم جنوبی می‌باشد. یافته‌های این تحقیق تأیید کننده تحقیقات پیشین که توسط زکی‌زاده و همکاران (۱۳۹۷)، لشکری و همکاران (۱۳۹۱)، مظفری و همکاران (۱۳۹۶)، علیجانی و همکاران (۱۳۸۹) انجام شده است، می‌باشد.

#### منابع و مأخذ

- ۱- آروین، سجادیان، قانقرمه، حیدری؛ عباسعلی، سیدمحمد، عبدالعظیم، جلال (۱۳۹۴)، تأثیر رودباد جنب حاره‌ای بر بارش‌های روزانه بیش از ده میلی‌متر در حوضه زاینده‌رود، نشریه پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، دوره ۴۷، شماره ۱.
- ۲- دارند؛ محمد (۱۳۹۴)، واکاوی بسامد رخداد رودبادها هنگام بارش‌های سیل‌آسای استان کردستان، نشریه جغرافیا و مخاطرات محیطی، سال چهارم، شماره ۱۳.
- ۳- زکی‌زاده، سلیقه، اکبری؛ بهروز، محمد، مهری (۱۳۹۷)، تحلیل آماری و سینوپتیکی مؤثرترین الگوی رودباد ایجادکننده بارش‌های سنگین ایران، مجله مخاطرات محیط طبیعی، سال هفتم بهار ۱۳۹۷، شماره ۱۵، صص ۴۸-۳۱.
- ۴- سعیدآبادی، آب‌خرابات، نجفی؛ رشید، شعیب، محمدسعید (۱۳۹۴)، موقعیت رودباد جبهه قطبی در ارتباط با بارش‌های سنگین و شار رطوبت ترازهای پایین غرب ایران، نشریه محیط‌شناسی، دوره ۴۱، شماره ۴.
- ۵- سلیقه، محمد (۱۳۹۵)، آب و هواشناسی سینوپتیک ایران، انتشارات سمت، چاپ اول.

همانطور که در نگاره ۱۰ نشان داده شده است، محور رودباد، نصف‌النهاری و در راستای جنوب غرب شمال شرق بوده است. امتداد نصف‌النهاری رودباد در راستای جنوب غربی شمال شرقی بیشترین ناپایداری را در ترازهای زیرین خود ایجاد می‌کند. نقشه‌های نگاره شماره ۸ در خصوص مقادیر امگای دو تراز ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال و شدت ناپایداری‌های ناشی از آن مؤید این موضوع می‌باشد.

#### ۵- نتیجه گیری

در این پژوهش تأثیر رودبادهای ورد سپهری بر بارش‌های حدی و فراگیر در جنوب غرب ایران مورد بررسی قرار گرفته است. با بررسی ارتباط بارش‌ها با رودبادهای ورد سپهری، مشخص شد که در هر سه مورد بارش سنگین، رودباد دارای جهت غربی و در منطقه مورد مطالعه قدری نصف‌النهاری در راستای جنوب غربی - شمال شرقی بوده و در سراسر شمال آفریقا و خاورمیانه کشیده شده است. هسته رودباد با سرعت‌های ۳۵ تا ۶۰ متر بر ثانیه بر روی منطقه مورد مطالعه قرار گرفته است. همین امر سبب شده است ناپایداری‌های رخ داده تا تراز میانی و زیرین کشیده است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که در هر سه روز بارشی حدی فراگیر در منطقه مورد مطالعه، منبع اصلی رطوبت بارش‌ها، دریا‌های گرم جنوبی (دریای سرخ، دریای عرب، دریای عمان و خلیج فارس) بوده است. همچنین در هر سه روز بارشی حدی فراگیر رخ داده، در تراز ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکالی چرخندی بر روی موقعیت تقریبی شرق مدیترانه قرار گرفته و ضلع شرقی این چرخندها بر روی جنوب غرب ایران واقع شده است. همین امر سبب شده که مقادیر امگای منفی در تراز ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکالی از ۰/۱۵- تا ۰/۸- پاسکال بر ثانیه متغیر باشد که نشانگر ناپایداری شدید هوا در منطقه مورد مطالعه بوده است. همچنین بررسی هر سه روز بارشی در ارتباط با رودبادهای ورد سپهری نشان می‌دهد که در هر سه رودباد مورد مطالعه، محور رودباد به صورت نصف‌النهاری در راستای جنوب غربی - شمال شرقی منطقه

- آبگیر باران، دوره چهارم، جلد ۱۱.
- ۱۶- لشکری، خورشید دوست، رضایی بنفشه، شیرزاد؛ حسن، علی محمد، مجید، علی اصغر (۱۳۹۱)، تحلیل آماری همدیدی مؤثرترین الگوی رودباد موجد بارش‌های فراگیر فصل زمستان در ایران، کنگره بین‌المللی جغرافیدانان اسلام.
- ۱۷- محمدی، مسعودیان؛ بختیار، ابوالفضل (۱۳۸۹)، تحلیل همدید بارش‌های سنگین ایران (مطالعه موردی: آبان‌ماه ۱۳۷۳)، فصلنامه جغرافیا و توسعه، شماره ۱۹، صص ۴۷-۷۰.
- ۱۸- مسعودیان؛ ابوالفضل (۱۳۹۰)، آب و هوایی ایران، انتشارات دانشگاه اصفهان.
- ۱۹- مظفری، شفیعی؛ غلامعلی، شهاب، (۱۳۹۶)، تحلیل فضایی فراوانی رودبادهای مؤثر در بارش‌های فرین غرب ایران، فصلنامه پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، دوره ۴۹، شماره ۱، صص ۸۵-۱۰۰.
- ۲۰- مفیدی؛ عباس (۱۳۸۳)، اقلیم‌شناسی سینوپتیکی بارش‌های سیل‌زا با منشاء منطقه دریای سرخ در خاورمیانه، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۷۵، صص ۷۱-۹۲.
- ۲۱- مفیدی، زرین؛ عباس، آذر (۱۳۸۴)، تحلیل سینوپتیکی ماهیت سامانه‌های کم‌فشار سودانی (مطالعه موردی: توفان دسامبر ۲۰۰۱)، فصلنامه جغرافیایی سرزمین، دوره ۲، شماره ۲ (پیاپی ۶) صص ۲۶-۵۰.
- 22- Lewis, J.M., Ooishi's Observation: Viewed in the Context of Jet Stream Discovery. Bull. Amer. Meteor. Soc., 84, 357-369, (2003).
- 23- Prezerakos, N. G., Flocas, H. A., & Brikas, D. (2006). The role of the interaction between polar and subtropical jet in a case of depression rejuvenation over the Eastern Mediterranean. Meteorology and Atmospheric physics, 139-151.
- 24- Smith W Younkin R.J An Operationally Useful Relationship Between the Polar Jet Stream and Heavy Precipitation . National Meteorological Center - 22 March 1972- p: 552-657.
- 25- Sonja Molnos, T. M. (2017). A network-based detection scheme for the jet stream. Earth Syst. Dynam(8), 75-89.
- ۶- شمسی‌پور، سیف‌اله‌کاکلی، جاسمی؛ علی‌اکبر، سیدمیشم، ایوب (۱۳۹۷)، واکاوی همدیدی- ترمودینامیکی بارش‌های سنگین غرب و جنوب غرب ایران (مطالعه موردی ۱۲ تا ۱۵ آوریل ۲۰۱۶)، نشریه جغرافیا و مخاطرات محیطی، سال بیست و دوم، شماره ۶۴.
- ۷- صلاحی، عالی‌جهان؛ برومند، مهدی (۱۳۹۲)، تحلیل سینوپتیک مخاطرات اقلیمی شهرستان یاسوج (مطالعه موردی: بارش سنگین ۲۰ اسفند ۱۳۸۹)، فصلنامه جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره پنجم، صص ۷۳-۸۹.
- ۸- علیجانی، بهلول (۱۳۷۴)، آب و هوای ایران، انتشارات دانشگاه پیام‌نور.
- ۹- علیجانی، کویانی؛ بهلول، محمدرضا (۱۳۷۱)، مبانی آب و هواشناسی، انتشارات سمت، تهران.
- ۱۰- علیجانی؛ بهلول (۱۳۸۱)، اقلیم‌شناسی سینوپتیک، انتشارات سمت.
- ۱۱- علیجانی، خسروی، اسمعیل‌نژاد؛ بهلول، محمود مرتضی (۱۳۸۹)، تحلیل همدیدی بارش سنگین ششم ژانویه ۲۰۰۸ در جنوب شرق ایران، نشریه پژوهش‌های اقلیم‌شناسی، سال اول، شماره سوم و چهارم.
- ۱۲- فرج‌زاده اصل، لشگری، خورانی؛ منوچهر، حسن، اسدالله (۱۳۸۶)، تحلیل موقعیت رودباد در رابطه با سامانه‌های بارشی غرب کشور (استان‌های ایلام و کرمانشاه)، فصلنامه مدرس علوم انسانی ویژه‌نامه جغرافیا، صص ۲۳۹-۲۵۶.
- ۱۳- قانقرمه، روشن؛ عبدالعظیم، غلامرضا (۱۳۹۴)، ارزیابی نقش رودباد جنب حاره‌ای در کنترل بارش‌های ایران، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، سال ۲۶، شماره ۳.
- ۱۴- قویدل‌رحیمی، حاتمی؛ یوسف، داریوش (۱۳۹۵)، تحلیلی از اوضاع جوّی بارش سنگین منجر به مخاطره سیل ۸ اسفند ۱۳۸۸ ایوان غرب، فصلنامه علمی-پژوهشی فضای جغرافیایی، سال شانزدهم، شماره ۵۵، صص ۱.
- ۱۵- کرمی، اسدی، حاجی‌محمدی؛ مختار، مهدی، حسن (۱۳۹۵)، تحلیلی بر ساختار منطقه‌ای جوّ در زمان رخداد بارش برف سنگین در استان کرمان، سامانه‌های سطوح

