بررسی ارتباط بین بارش‌های سنگین غرب کشور ایران با رودخانه جوی

کبری معنوی پور[۱]، بتول زینالی[۲*]، برومند صلاحی[۳]

۱- دانشجوی دکتری، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی

۲*- دانشیار، دانشکده علوم اجتماعی ، دانشگاه محقق اردبیلی

۳-استاد، دانشکده علوم اجتماعی ، دانشگاه محقق اردبیلی

ایمیل نویسنده مسئول: Zeynali.b@uma.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۱۴

چکیده

هدف از این پژوهش بررسی ارتباط بین بارش‌های سنگین غرب کشور ایران با رودخانه جوی و شناسایی الگوهای همدید موثر بر آن می‌باشد. بدین منظور ابتدا داده‌های بارشی روزانه ۳۲ ایستگاه سینوپتیک با طول دوره آماری یکسان طی سال-های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۹ از سازمان هواشناسی اخذ شده سپس با در نظر گرفتن صدک ۹۵ام اقدام به شناسایی روزه‌های همراه با بارش سنگین شده و درگام بعدی رخ داد صدک ۹۵ام برای حداقل ۳۰ درصد از ایستگاه مورد توجه قرار گرفته و مشخص گردید که با در نظرگرفتن دو شرط فوق ۵۲ مورد بارش سنگین رخ داده است. نتایج تحلیل خوشه‌ای بر روی داده‌های فشار تراز دریا توام با بارش‌های سنگین نشان داد که این بارش‌ها در سه الگو عمده قابل بررسی هستند. بررسی جریان هوا و نقشه‌های همدیدی در تمامی الگوها نشان داد که جابجایی مکانی پرفشار سیبری – اروپا و پرفشار قرار گرفته بر روی دریای عرب و همچنین ناوه تراز میانی جو نقش اصلی در ایجاد شیو حرارتی و انتقال رطوبت به داخل کم‌فشار سودانی را داشته و زمینه ایجاد رودخانه جوی را فرآهم کرده به نحوی که در تمامی ۵۲ مورد بارش سنگین مشاهده گردید که همواره یک رودخانه جوی از شرق آفریقا شروع شده و با گذر از روی دریای سرخ، عربستان، خلیج فارس و عراق از سمت غرب و جنوب غربی وارد ایران شده است. در بررسی مسیر ورود رودخانه جوی به ایران مشخص گردید منشا رودخانه‌های الگوی اول دریای سرخ، دریای عرب و خلیج فارس بوده و در الگوی دوم و سوم علاوه بر مسیر ذکر شده در الگوی اول دریای مدیترانه نیز نقش داشته است. بنابراین می‌توان گفت که بین رخ داد بارش‌های سنگین در غرب ایران و رودخانه جوی یک ارتباط مستقیمی وجود دارد.

کلمات کلیدی

": بارش سنگین "، " رودخانه جوی "، " تحلیل همدیدی "، " تحلیل خوشه‌ای "، " نیمه غربی ایران "،

۱- مقدمه

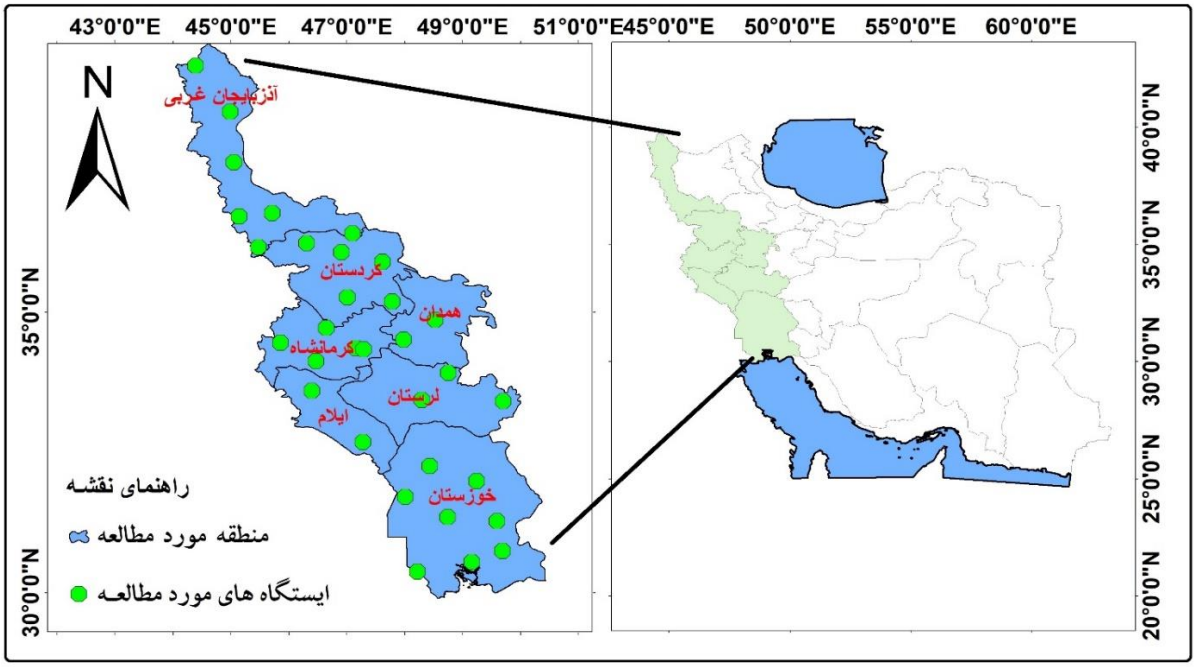
بارش به عنوان یکی از عناصر اقلیمی مهم از پیچیدگی‌های خاصی برخوردار است و معمولا بارش‌های یک نقطه در مقیاس‌های زمانی مختلف دارای توزیع‌های آماری ساده و متقارنی نیست(عسگری و رحیم زاده،۱۳۸۵). کاهش یا افزایش میزان بارندگی بر بسیاری دیگر از پدیده‌های اقلیمی و محیطی مانند رواناب، سیلاب، دمای هوا، رطوبت و همچنین بر بسیاری از فعالیت‌های بشر اثر دارد(گندمکار و خادم الحسینی،۱۳۸۸). بنابراین می‌توان دریافت که تغییر در میزان و رژیم بارندگی می‌تواند از نشانه‌های تغییرات اقلیمی باشد. موضوع اقلیم و تغییر آن به عنوان یک وضعیت برگشت ناپذیر بوده و یکی از مظاهر و پیامدهای آن تغییر در عناصر اقلیمی به ویژه دما و بارش در مناطق مختلف می‌باشد(۲۰۰۱، IPCC). یکی از مهم‌ترین تغییرات در عناصر اقلیمی رخ داد فرین‌های بارشی می‌باشد که به باور اندیشمندان علوم جوی تغییر اقلیم نه تنها باعث افزایش فرین‌های بارشی شده بلکه شدت این بارش‌ها نیز افزایش یافته است(نریمانی و دارند، ۱۳۹۹). بنابراین شناخت مکانسیم‌های حاکم بر این بارش‌ها بسیار مهم می‌باشد. از این رو در این مطالعه تلاش شده است تا شرایط جوی حاکم بر این گونه بارش‌ها شناسایی شود. در سال‌های اخیر تاثیر یک پدیده جوی به نام رودخانه‌های جوی در ایجاد بارش‌های سنگین در برخی از نقاط جهان نظیر اروپا و آمریکا مورد توجه دانشمندان علوم جوی قرار گرفته است که نشان می‌هد رودخانه جوی نقش بسیار مهمی در تامین رطوبت این بارش‌ها داشته است(شادمانی و همکاران، ۱۳۹۵). در نتیجه در این تحقیق سعی شده است به بررسی اثرات رودخانه جوی و شرایط همدیدی حاکم بر بارش‌های سنگین غرب ایران پرداخته شود. در خصوص ارتباط سنجی بین بارش‌های سنگین و رودخانه جوی و همچنین شرایط جوی حاکم بر این بارش‌ها مطالعاتی در خارج و داخل ایران انجام شده که در ادامه به

برخی از آن‌ها اشاره می‌شود.(Ralph at al, ۲۰۰٦) در بررسی ۷ سیل رخ داده در رودخانه روسیه در ایالت کالیفرنیا نشان دادند که عامل اصلی رخ داد بارش سیل آسا وجود رودخانه جوی بوده که در نتیجه صعود رودخانه‌های جوی از کوه به وجود آمده است. (Lavers at al, ۲۰۱۱) با اندازه گیری بارش و داده‌های ماهواره‌ای و شبیه سازی مدل و با بررسی جریان رودخانه بریتانیا ثابت کردند که وقوع رودخانه‌های جوی با ۱۰ سیلاب بزرگ رخ داده در منطقه زمیتان همزمان بوده است. (Lavers and Villarini, ۲۰۱۳)با استفاده از انتگرال عمودی بخار آب افقی طی سال‌های ۱۹۷۱ – ۲۰۱۱ به بررسی ارتباط بین رودخانه جوی و رخ داد سیل در ایالات متحده پرداخته و نشان دادند که ۵۰ درصد از بیشینه سیل‌های سالانه در منطقه اروپا در ارتباط با رودخانه جوی شکل می‌گیرد. (Dacre et al, ۲۰۱٤) در تحقیقی به چگونگی شکل‌گیری رودخانه‌های اتمسفری با تحلیل شار بخارآب در اقلیم زمستانی سیکلون‌های برون حاره‌ی اقیانوس اطلس شمالی پرداختند. (Champion at al, ۲۰۱۵)به بررسی ارتباط بین رودخانه جوی و بارش‌های سیل‌آسا تابستانه پرداخته و مشخص گردید که ۳۵ درصد از رودخانه‌های جوی زمستانی و حداقل ۱۵ درصد رودخانه‌های جوی تابستانی با یک بارش شدید همراه هستند.(Benedict at al, ۲۰۱۹) ارتباط بین بارش‌های سنگین و رودخانه‌های جوی در نروژ طی سال-های ۱۹۷۹ تا ۲۰۱٤ را مورد مطالعه قرار داده و مشخص گردید که حدود ۸۵ درصد بارش‌های سنگین رخ داده در ارتباط با رودخانه جوی بوده و دو الگوی کلی برای بارش-های سنگین حاصل از رودخانه جوی را معرفی نمودند. کریمی(۱۳۹۰) با هدف شناسایی منابع تامین کننده رطوبتی بارش‌های ایران بیان می‌کند که پرفشار شرق شبه جزیره عربستان(غرب دریای عرب) و پرفشار شمال آفریقا تزریق کننده‌های اصلی رطوبت به داخل ایران هستند.لشکری و همکاران(۱۳۹۲) به بررسی ارتباط بین کم‌فشار سودانی و بارندگی جنوب و جنوب غربی ایران پرداخته و مشخص گردید که نیمه جنوبی ایران در فصل سرد تحت تاثیر این کم‌فشار بوده و این سیستم نقش مهمی در سیل‌های نیمه جنوبی و جنوب غربی دارد. سلیمی و همکاران(۱۳۹٤) با استفاده از داده‌های NCEP به بررسی تاثیر رودخانه جوی بر آب و هوای ایران طی یک دوره سه ساله ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۳ پرداخته و یافته‌ها نشان داد که سالانه به طور میانگین حدود دوازده رودخانه جوی بخشی از رطوبت بارش‌های ایران را تامین می‌کند. شادمانی و همکاران(۱۳۹۵) در مطالعه‌ای به بررسی نقش رودخانه‌های جوی در ایجاد بارش‌های سیل‌آسا ۹ و ۲۱ آبان ۱۳۹٤ در غرب و جنوب کشور پرداخته و نتایج حاصله نشان داد که عامل اصلی سیل در تاریخ‌های ذکر رودخانه جوی بوده است. اسدالهی و همکاران(۱۳۹٦) در بررسی الگوهای همدید موثر بر بارش سنگین استان‌های لرستان، ایلام و همدان در تاریخ ۲۷ اکتبر تا ۲ نوابر ۲۰۱۵ بیان داشتند که عامل اصلی ایجاد بارش در منطقه مورد مطالعه وجود الگوی بندالی از نوع دوقطبی در تراز میانی جو بوده و تاثیر منابع آبی جنوبی کشور و دریای مدیترانه در تامین رطوبت مورد نیاز این بارش بسیار چشمگیر بوده است. سپندار و همکاران(۱۳۹۹) در واکاوای پیوند بین‌بارش‌های سنگین جنوب و جنوب غرب ایران با رودخانه‌های جوی بیان داشتند که ارتباط زیادی میان افزایش رودخانه جوی و افزایش بارش در منطقه مورد مطالعه وجود داشته است. لشکری و اسفندیاری(۱۳۹۹) به منظور شناسایی و تحلیل بالاترین بارش‌ها در ارتباط با رودخانه‌های جوی در ایران از شاخص صدک ۹۵ام و داده‌های انتگرال قائم بخار آب استفاده کرده و نتایج نشان داد که منشا اصلی رودخانه‌های جوی دریای سرخ، خلیج عدن و منطقه شاخ آفریقا می-باشد.

۲- روش انجام تحقیق

- **محدوده مورد مطالعه**

منطقه مورد مطالعه شامل استان‌های کرمانشاه، ایلام، کردستان، لرستان، همدان، خوزستان و آذربایجان غربی می‌باشدکه در مطالعات اقلیمی ایران تحت عنوان غرب کشور خوانده می‌شود. در شکل(۱) موقعیت منطقه مطالعاتی همراه با پراکندگی فضایی ایستگاه‌های مطالعاتی آمده است.



شکل(۱) منطقه مورد مطالعه همراه با پراکنش فضایی ایستگاه‌های مورد مطالعه

- **مواد و روش**

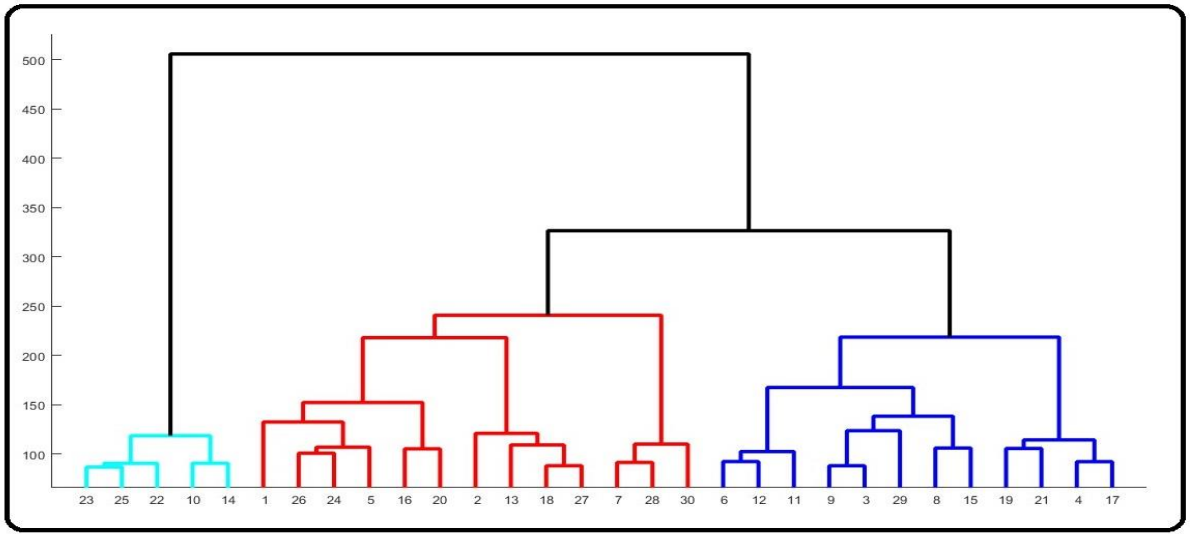
هدف اصلی این مطالعه بررسی ساختار جوی حاکم بر رخ داد بارش‌های سنگین غرب کشور با تاکید بر اثرات رودخانه جوی بر این گونه بارش‌ها می‌باشد. در نتیجه برای رسیدن به این هدف از نگرش محیطی به گردشی استفاده شده است. دلیل انتخاب این رویکرد این است که تغییرات زمانی و مکانی بارش بسیار شدیدتر از سایر متغیرهای اقلیمی بوده بنابراین رویکرد گردشی به محیطی اغلب در تبیین ریزش‌های جوی موفق نمی‌شود(میرموسوی و همکاران ۱۳۹۹). در واقع انتخاب این رویکرد به محقق امکان می‌دهد تا تنها بر روی بارش و در نتیجه تیپ‌های همدید متمرکز شود که با پدیده بارش در ارتباط هستند(مسعودیان، ۱۳۹۰: ۵۱). بنابراین در گام اول اقدام به اخذ داده‌های بارش روزانه برای سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۹ از سازمان هواشناسی کشور شده که باعث ایجاد ماتریسی با ابعاد(۳۲×۱۰۹۵۷) گردیده که عدد ۳۲ نشان دهنده تعداد ایستگاه‌ها و عدد ۱۰۹۵۷ نشان دهنده تعداد روزها می‌باشد. سپس با در نظر گرفتن دو شریط اصلی یک: استخراج آستانه بارش سنگین براساس صدک ۹۵ام دو: رخ داد بارش سنگین براساس صدک ۹۵ام حداقل در ۳۰ درصد ایستگاه‌ها اقدام به استخراج بارش سنگین گردید است. در این پژوهش برای تحلیل همدیدی از پایگاه داده‌های جوی مرکز پیش‌یابی اقلیم وابسته به اداره جوی و اقیانوس شناسی ایالات متحده(NCEP/NCAR) با تفکیک مکانی ۲.۵ در ۲.۵ درجه قوسی استفاده شده و داده‌های ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۱۰۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال، مولفه‌های مداری و نصف النهاری باد تراز ۱۰۰۰، ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال و رطوبت ویژه تراز ۸۵۰ برای طول ۱۰ درجه غربی تا ۸۰ درجه شرقی و عرض صفر تا ۸۰ درجه شمالی از این پایگاه اخذ گردیده و به منظور شناسایی رودخانه‌های جوی از داده‌های یکپارچه شده شار قائم بخار آب(شرق و شمال سو)(The Vertically Integrated Horizontal Water Vapor Transport (IVT)) مرکز پیش‌بینی میان مدت جو اروپا(ECMWF) با تفکیک ۰.۵ درجه قوسی بهره گرفته شده است. داده‌های یکپارچه شده شار قائم بخار آب شامل نم ویژه، وزش‌های مداری و نصف النهاری از تراز ۱۰۰۰ تا ۳۰۰ هکتوپاسکال جو، در دستگاه اویلری و به صورت زیر محاسبه می‌شود(رابطه ۱).

$$IVT = \sqrt{(\frac{1}{g}\int_{1000hpa}^{300hpa} qu\,dp)^2 + (\frac{1}{g}\int_{1000hpa}^{300hpa} qv\,dp)^2} \qquad (1)$$

در این رابطه IVT نشان‌دهنده شار قائم بخار آب، q نشان‌دهنده نم ویژه کیلوگرم در کیلوگرم($kg\ kg^{-1}$) u و v مولفه‌های مداری و نصف‌النهاری بر حسب متر بر ثانیه($m\ s^{-1}$)، g شتاب گرانی و dp اختلاف میان دو سطح تعیین شده است. (Lavers et al, ۲۰۱۲; Ramos et al ۲۰۱۵)در پژوهش حاضر برای بررسی دقیق اثرات رودخانه جوی و تحلیل دقیق شرایط جوی موثر بر بارش‌های سنگین اقدام به طبقه بندی روزهای متناظر با بارش‌های سنگین براساس داده‌های فشار تراز دریا با استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای با روش ادغام وارد شده سپس جهت تحلیل همدیدی و شناسایی اثرات رودخانه جوی اقدام به تهیه متوسط داده‌های جوی و IVT برای هر گروه شده و به صورت جداگانه مسیر ورود هر رودخانه جوی برای هر گروه شناسایی شده است.

۳- نتایج

با اعمال شرایط دوگانه یاد شده برای استخراج روزهای توام با بارش سنگین بر روی داده‌ها خام بارشی مشخص گردید که طی ۳۰ سال آماری تعداد ۵۲ مورد بارش سنگین رخ داده و سپس با استفاده از برنامه نویسی گردس اقدام به استخراج داده‌های فشار تراز دریا به صورت عددی برای ۵۲ روز مورد نظر جهت تحلیل خوشه‌ای شده و نتایج نشان داد که بارش‌های سنگین غرب کشور ایران براساس فشار تراز دریا در سه گروه عمده قرار گرفته و بترتیب فراوانی گروه اول تا سوم ۱۰، ۲۰ و ۲۲ مورد و متوسط بارش برای گروه اول تا سوم بترتیب ۱۸.۸۱، ۱۸.۶۱ و ۱۹.۵۰ میلیمتر می‌باشد(شکل ۲، جدول ۱).



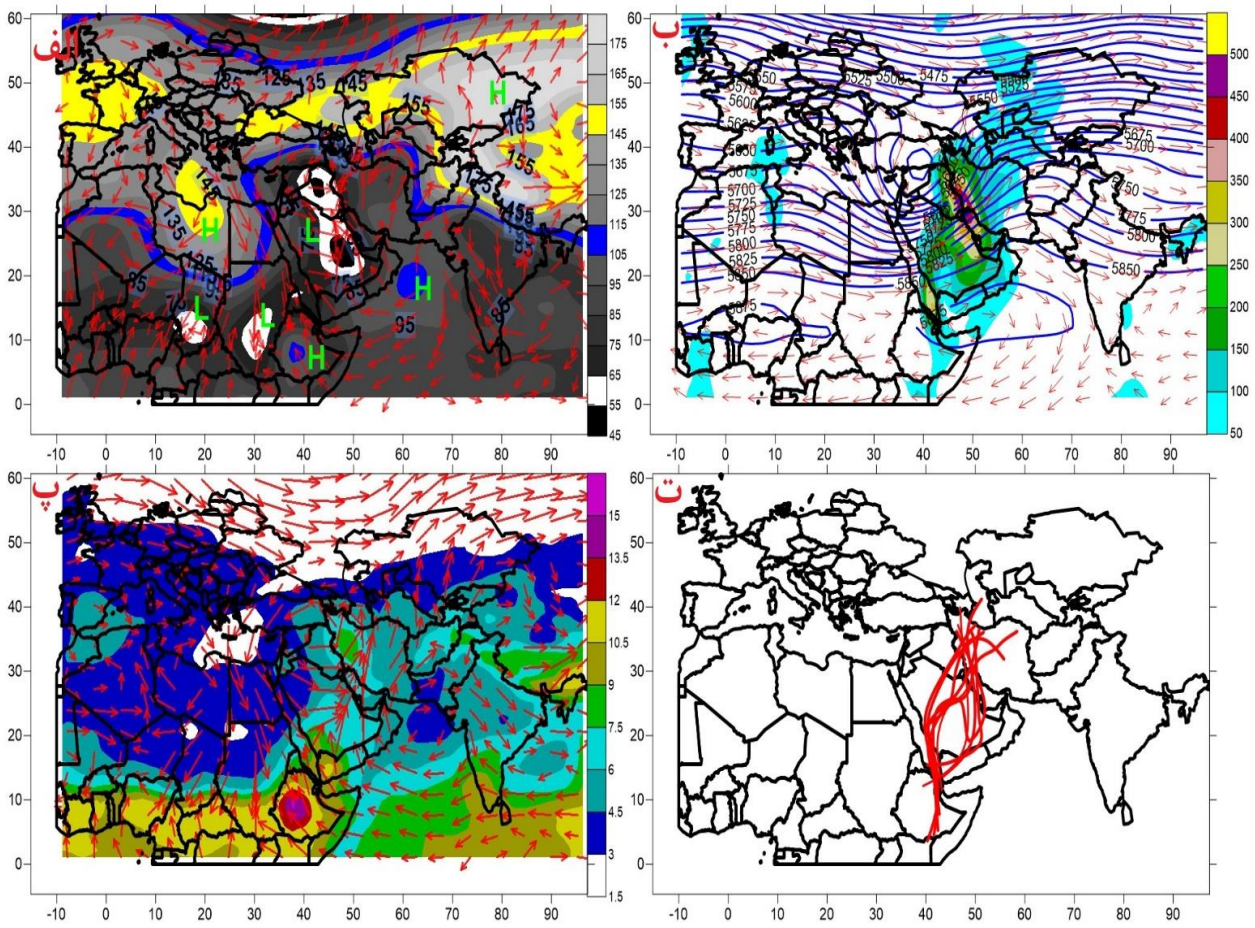
شکل(۲): دندروگرام حاصل از تحلیل خوشه‌ای به روش ادغام وارد بر روی داده‌های فشار تراز دریا

جدول(۱) مشخصات گروه‌ها استخراج شده

گروه	نام گروه	فراوانی	متوسط بارش
گروه اول	ادغام پرفشار سیبری با پرفشار اروپا و تقویت کم‌فشار سودانی	۱۰	۱۸.۸۱
گروه دوم	تقابل بین پرفشار سیبری _ پرفشار اروپا(کمربند پرفشار) با کم‌فشار سودانی	۲۲	۱۸.۶۱
گروه سوم	تقابل بین کم‌فشار ایسلند با پرفشار اروپا و سیبری	۲۰	۱۹.۵۰

- **الگوی اول: ادغام پرفشار سیبری با پرفشار اروپا و تقویت کم‌فشار سودانی**

همان‌گونه که در شکل(۳ الف) دیده می‌شود مرکز پرفشار سیبری و پرفشار اروپا در گسترش مداری خود با یک دیگر ادغام شده به گونه‌ای که از عرض ۳۵ تا ۵۵ درجه شمالی و طول ۱۰ درجه غربی تا ۱۰۰ درجه شرقی همچون کمربند کشیده شده است. ادغام این پرفشارها سبب حرکت هوا در تراز زیرین وردسپهر به سمت عرض‌های بالاتر شده است. قرارگیری مرکز پرفشار اروپا بر روی نواحی شمالی آفریقا از یک سو و از سوی دیگر قرارگیری یک مرکز پرفشار بر روی دریای عرب سبب حرکت در راستای جنوب غربی – شمال شرقی کم فشار سودانی به سمت عرض‌های بالا شده به نحوی که تا نواحی شمال شرقی ایران گسترش یافته و باعث ایجاد دو مرکز کم فشار محلی بر روی عربستان و عراق شده است. مراکز پرفشار واقع شده بر روی شمال آفریقا و دریای عرب با چرخش ساعتگر و نیروی گریز از مرکز خود به ترتیب باعث انتقال رطوبت دریای مدیترانه و دریای عرب به داخل کم‌فشار سودانی در تراز زیرین وردسپهر شده که تاییدی بر آن جهت جریان باد می-باشد. در شکل(۳ ب) یک سردچاله در تراز میانی جو بر روی مرز ترکیه و عراق سبب ایجاد یک ناوه پردامنه در راستای شمالی – جنوبی تا عرض ۲۰ درجه جغرافیایی و کندی جریانات غربی شده به گونه‌ای که این ناوه تا نواحی مرکزی آفریقا و جنوبی دریای سرخ و عربستان کشیده شده و نوار غربی ایران در جلوی محور ناوه با بیشینه ناپایداری قرار گرفته است. در این تراز جهت جریان باد به خوبی نقش دریای عرب و دریای سرخ را در انتقال رطوبت در بستر ناوه تشکیل شده به داخل ایران را نشان می‌دهد. جهت جریان باد در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال به خوبی نشان می‌دهد که یک همگرایی قوی بر روی دریای سرخ تشکیل شده و تا نواحی شمالی ایران ادامه داشته و این همگرایی سبب انتقال رطوبت دریای مدیترانه، سرخ، عرب و خلیج فارس به سمت نواحی غربی ایران شده به گونه‌ای که بیشینه رطوبت ویژه ایران بر روی این نواحی قرار گرفته است. در این تراز همان گونه که مشاهده می‌شود میزان رطوبت ویژه در غرب ایران به ٦ تا ۷.۵ گرم در کیلوگرم می‌رسد(شکل ۳ پ). انطباق مرکز پرفشار بر روی دریای عرب در تراز ۱۰۰۰ و ۸۵۰ هکتوپاسکال با تراز میانی جو و همچنین وجود ناوه در تراز میانی و سلول بسته پرفشار بر روی شمال آفریقا باعث یکپارچه شدن رطوبت دریای مدیترانه، عرب و دریای سرخ بر روی عربستان و ادغام این جریانات با رطوبت خلیج فارس شده و باعث حرکت این رطوبت در بستر زبانه‌های کم‌فشار سودانی به سمت نواحی غربی ایران شده و زمینه ایجاد رودخانه جوی را فراهم کرده به گونه‌ای که در این الگو یک رودخانه جوی از شرق آفریقا تا آسیا مرکزی کشیده شده و بیشینه آن بر روی نوار غربی ایران قرار گرفته است. مهم ترین منابع رطوبتی در تراز تحتانی در این الگو دریای عرب، خلیج فارس و دریای سرخ و در ترازهای میانی جو نقش دریای مدیترانه پر رنگ تر بوده است(شکل ۳ الف، ب، پ). همان گونه که در شکل(۳ ت) دیده می‌شود مسیر حرکت رودخانه جوی از شرق آفریقا شروع شده و با گذر از روی دریای سرخ با جهت جنوب غربی- شمال شرقی به سمت عرض های بالا حرکت کرده و بر روی عربستان به دوشاخه تبدیل شده به گونه ای که برخی از آن‌ها با عبور از عراق از سمت غرب وارد ایران شده و برخی دیگر با عبور از روی خلیج فارس از قسمت جنوب وارد ایران شده است. دو شاخه شدن رودخانه جوی بر روی عربستان می‌تواند تحت تاثیر جابجایی مکانی مرکز پرفشار دریا عرب و ناوه تراز میانی رخ داده باشد.

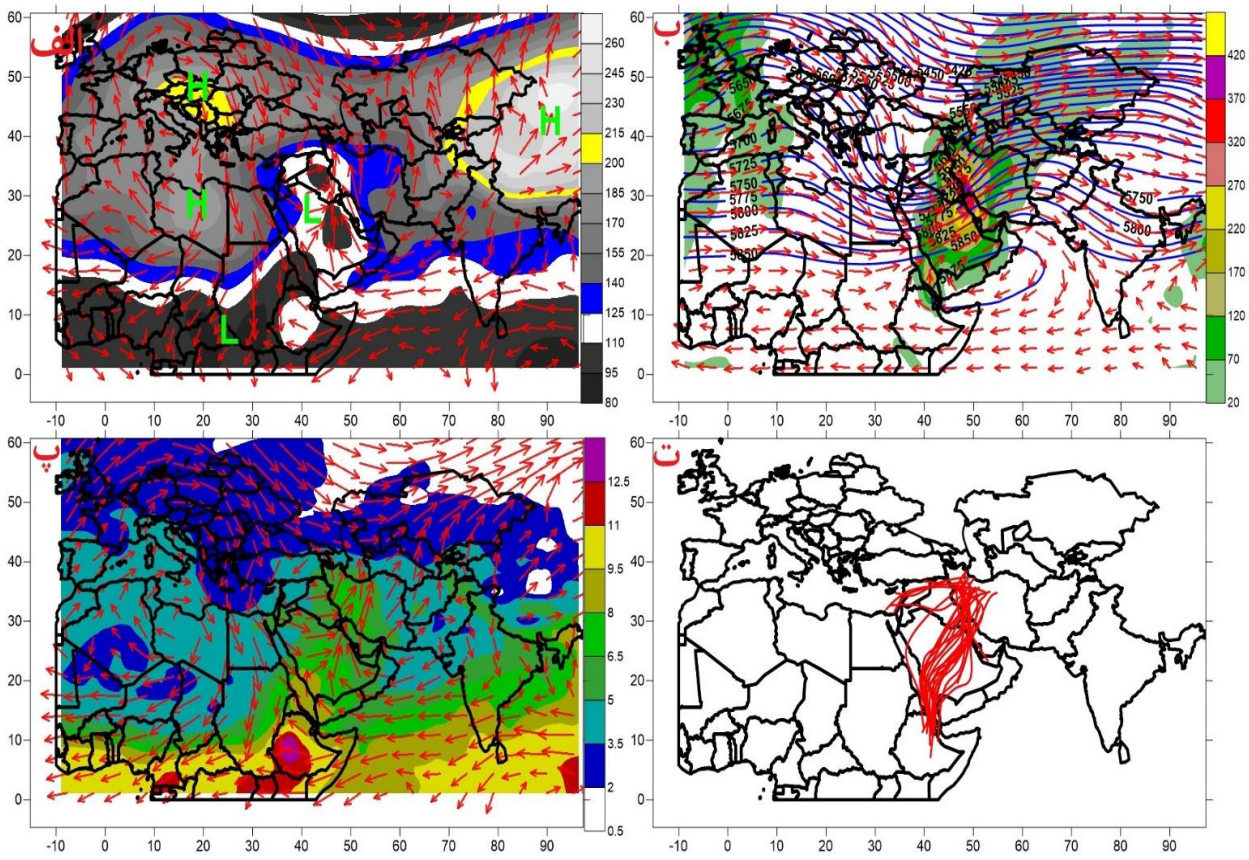


شکل(۳). الف) ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۱۰۰۰ و جهت جریان باد تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال ب) رودخانه جوی با واحد کیلوگرم متر بر ثانیه و ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ همراه با جهت جریان باد تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال شکل. پ) نقشه ترکیبی رطوبت ویژه تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال به گرم بر کیلوگرم و جهت جریان باد تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال ب) مسیر رودخانه جوی گروه اول

- **الگوی دوم: تقابل بین پرفشار سیبری _ پرفشار اروپا(کمربند پرفشار) با کم‌فشار سودانی**

در این الگو همانند الگوی اول پرفشار سیبری با پرفشار اروپا ادغام شده و یک کمربند پرفشار را به وجود آورده است. با گسترش نصف النهاری پرفشار اروپا و سیبری به سمت عرض‌های پایین کم‌فشار سودانی مجبور به حرکت در راستا جنوب غربی- شمال شرقی به سمت عرض‌های بالاتر و ایران شده است. جهت چرخش باد در این تراز به خوبی نشان می‌هد که زبانه‌های کشیده شده پرفشار سیبری بر روی دریای عمان سبب انتقال رطوبت دریای عمان و عرب به روی عربستان و چرخش پرفشار اروپا سبب نفوذ رطوبت دریای مدیترانه به روی عربستان شده و در نتیجه تحت تاثیر نیروی جاذب به مرکز کم‌فشار سودانی قرار گرفته و با یکدیگر ادغام شده و زمینه را برای نفوذ و پمپاژ رطوبت به غرب ایران را فرآهم کرده است(شکل ٤ الف). در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال یک فراز بسیار بلند بر روی غرب اروپا تشکیل شده و تا اروپای شمالی امتداد یافته است. جریانات هوا تحت تاثیر این فراز به سمت عرض‌های بالای کشید شده و سپس تحت تاثیر یک سردچاله بر روی ترکیه قرار گرفته و به سمت عرض‌های پایینی آمده و سبب ایجاد یک ناوه بر روی شرق مدیترانه شده است. در این الگو یک سلول بسته پرفشار بر روی دریای عرب، کشور یمن و عمان قرار گرفته و با چرخش ساعتگر خود زمینه را برای انتقال رطوبت دریای عمان، دریای عرب و دریای سرخ به داخل ناوه تشکیل شده را فراهم کرده و حرکت این رطوبت در بستر ناوه تشدید شده به گونه‌ای که باعث ایجاد یک رودخانه جوی از شرق آفریقا تا آسیا مرکزی شده است(شکل ٤ ب). جهت جریان باد در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال به خوبی نقش دریای عرب، سرخ، خلیج فارس و مدیترانه را در تامین رطوبت بارش‌های سنگین

این الگو را نشان داده به گونه‌ای که میزان رطوبت ویژه در نواحی غربی به ٦.٥ گرم در کیلوگرم رسیده که بالاترین میزان رطوبت ویژه بر روی جو ایران در این تراز می‌باشد(شکل ٤ پ). نقشه مسیر حرکت رودخانه جوی به خوبی نشان می‌دهد که در این الگو رودخانه جوی از شرق آفریقا شروع شده و پس از گذر بر روی نواحی مرکز عربستان از جنوب غربی کشور وارد ایران شده و نکته قابل توجه نقش آفرینی بیشتر دریای مدیترانه نسبت به الگوی اول در تامین رطوبت این بارش‌ها می‌باشد. رودخانه‌ای جوی که از مدیترانه شکل گرفته با گذر از روی سوریه و عراق از مرزهای غربی وارد ایران شده است(شکل ٤ ت).

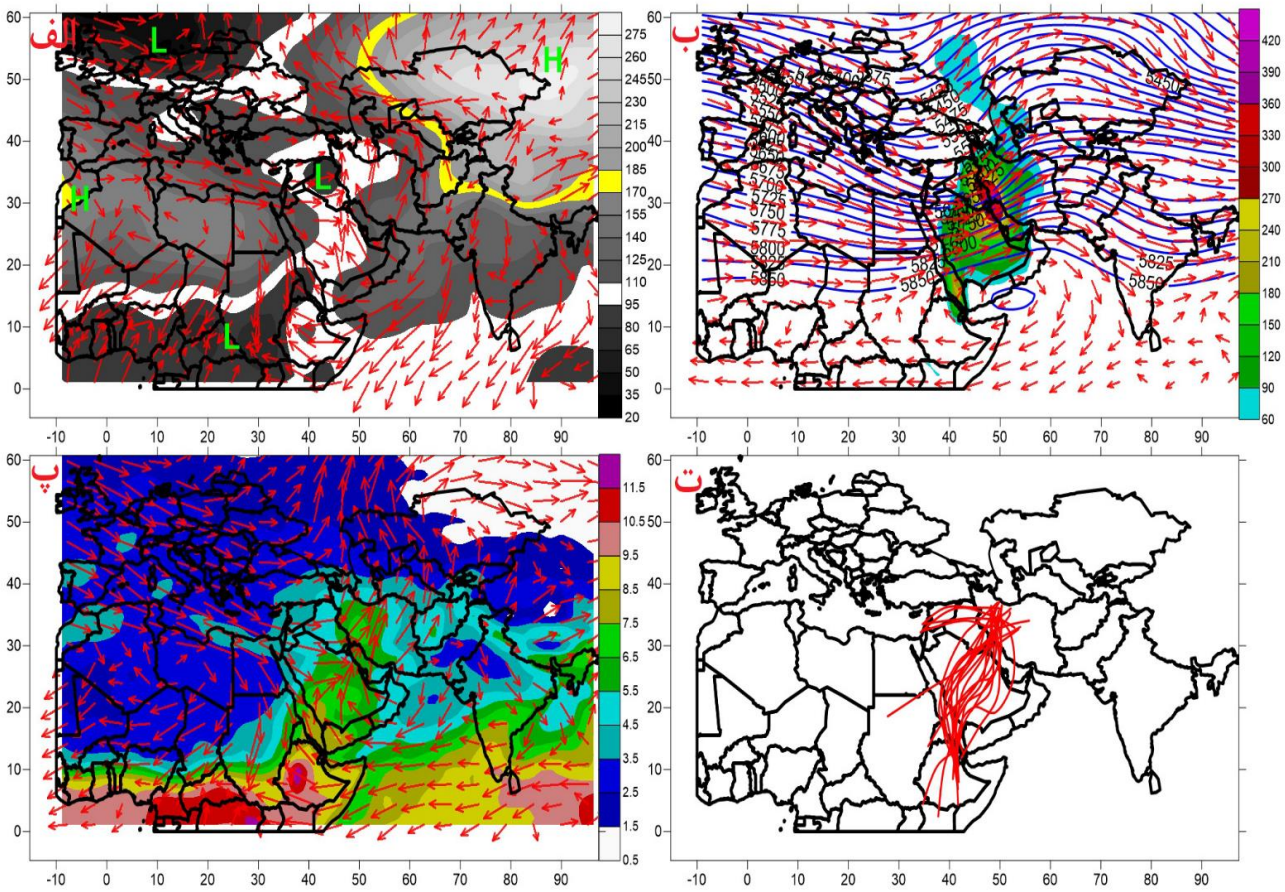


شکل(٤). الف) ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۱۰۰۰ و جهت جریان باد تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال ب) رودخانه جوی با واحد کیلوگرم متر بر ثانیه و ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ همراه با جهت جریان باد تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال شکل. پ) نقشه ترکیبی رطوبت ویژه تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال به گرم بر کیلوگرم و جهت جریان باد تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال ب) مسیر رودخانه جوی گروه اول

- **الگوی سوم: تقابل بین کم‌فشار ایسلند با پرفشار اروپا و سیبری**

در الگوی سوم مرکز کم‌فشار ایسلند با حرکت به سمت عرض‌های پایین سبب کشیدگی پرفشار اروپا به سمت عرض‌های پایین و قرارگیری آن بر روی نواحی شمالی و غربی آفریقا شده است. همان گونه که دیده می‌شود کم فشار سودانی تحت تاثیر پرفشار رانده شده اروپا از سمت غرب و زبانه‌های پرفشار سیبری از سمت شرق قرار گرفته و با حرکت نصف النهاری در راستای جنوب غربی-شمال شرقی به سمت عرض‌های بالا بخصوص ایران حرکت کرده و زبانه‌های آن با زبانه‌های کم فشار ایسلند ادغام شده و باعث ایجاد یک کمربند کم فشار میان دو پرفشار سیبری و اروپا شده است. جهت چرخش باد به خوبی همگرا شدن جریان باد ساعتگر و پادساعتگر دو مرکز پرفشار اروپا و کم‌فشار ایسلند بر روی جنوب اروپا و دریای مدیترانه را نشان داده و از سوی دیگر یک جریان همگرایی ناشی از چرخش کم‌فشار سودانی و زبانه‌های پرفشار سیبری بر روی عربستان شکل گرفته است. این همگرایی جریانات بر روی مناطق یاد شده سبب انتقال بیشتر از نرمال رطوبت به سمت نواحی غربی

ایران در این تراز شده است(شکل ۵ الف). در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال یک ناوه پردامنه از اروپا شمالی یعنی از عرض ٦٠ درجه با راستای تقریبا شمالی-جنوبی تا جنوب عربستان(عرض ۲۰ درجه) کشیده شده و اختلاف آن‌ها به حدود ۵۷۵ ژئوپتانسیل متر رسیده و زمینه را برای فرارفت هوای سرد عرض‌های بالای به سمت عرض‌های پایینی را فراهم کرده است. ناوه ایجاد شده پس از رسیدن به عربستان تحت تاثیر یک سلول بسته پر ارتفاع بر روی جنوب یمن قرار گرفته و به سمت عرض-های بالای کشیده شده و باعث ایجاد یک فراز بلند از شرق عربستان تا شمال روسیه شده است. در این الگو غرب و شرق ایران بترتیب تحت تاثیر اثرات ناوه و فراز ایجاد شده می‌باشد. مرکز پراتفاع بسته بر روی یمن با چرخش ساعتگر خود رطوبت دریای عمان، دریای عرب، دریای سرخ و خلیج فارس را به داخل ناوه ایجاد شده که حامل رطوبت دریای مدیترانه می‌باشد پمپاژ کرده و باعث ایجاد یک رودخانه جوی از شرق آفریقا تا آسیا مرکزی شده به نحوی که بیشینه آن تحت تاثیر شرایط توپوگرافی منطقه بر روی نوار غربی ایران قرار گرفته است(شکل ۵ ب). وزش رطوبتی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال به خوبی نقش منابع آبی مدیترانه، دریا سرخ، خلیج فارس، دریای عمان، دریای عرب را در تامین رطوبت بارش‌های این الگو را نشان می‌دهد. در این تراز بیشینه رطوبت ویژه بر روی ایران به مقدار ۵.۵ تا ٦.۵ گرم در کیلوگرم بر روی نوار غربی کشور قرار گرفته است(شکل ۵ پ). مسیر حرکت رودخانه جوی همانند دو الگوی دیگر از شرق آفریقا شروع شده و با گذر از روی دریای سرخ، عربستان و خلیج فارس از ناحیه جنوب غربی وارد کشور ایران شده و رودخانه‌های جوی که منشا آن‌ها مدیترانه بوده از سمت غرب با نفوذ بر روی عراق وارد ایران شده است. بنابراین در این الگو مانند الگوی دوم نقش دریای مدیترانه در تامین بارش‌های سنگین غرب کشور ایران کاملا مشخص و نمایان هست(شکل ۵ ت).



شکل(۵). الف) ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۱۰۰۰ و جهت جریان باد تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال ب) رودخانه جوی با واحد کیلوگرم متر بر ثانیه و ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ همراه با جهت جریان باد تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال شکل. پ) نقشه ترکیبی رطوبت ویژه تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال به گرم بر کیلوگرم و جهت جریان باد تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال ب) مسیر رودخانه جوی گروه اول

٤- نتیجه گیری

این پژوهش با هدف بررسی ارتباط بین رخ داد بارش-های سنگین با رودخانه جوی و تحلیل همدید آن به انجام رسیده است. به این منظور ابتدا داده‌های بارشی روزانه ۳۲ ایستگاه سینوپتیکی با طول دوره آماری یکسان طی سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۹ از سازمان هواشناسی اخذ گردیده سپس معیار استخراج روزهای همراه با بارش سنگین محاسبه صدک ۹۵ام برای هر ایستگاه و رخ داد صدک ۹۵ام حداقل در۳۰ درصد ایستگاه‌ها بوده و مشخص گردید که ۵۲ مورد بارش سنگین با در نظر گرفتن دو شرط فوق رخ داده است. سپس برای درک بهتر اقدام به تحلیل خوشه‌ای با روش ادغام وارد بر روی داده‌های فشار تراز دریا برای ۵۲ روز همراه با بارش سنگین شده و نتایج آن نشان داد که این بارش‌ها در ۳ گروه عمده قابل بررسی بوده و در ادامه اقدام به گرفتن میانگین برای هر گروه جهت تحلیل همدیدی و شناسایی رودخانه جوی گردیده و در گام پایانی مسیر حرکت رودخانه جوی برای هر گروه ترسیم گردیده است. در هر سه الگو مشاهده گردید که همیشه تعامل بین دو مرکز پرفشار سیبری-اروپا با کم‌فشار سودان و ایسلند وجود دارد. در بیشتر موارد پرفشار سیبری و اروپا در گسترش مداری خود با یک دیگر ادغام و باعث ایجاد یک کمربند پرفشار شده است. پرفشار سیبری و پرفشار اروپا چه در زمان ادغام با یکدگیر و چه در زمان تقابل با کم‌فشار ایسلند زبانه‌های آن‌ها به ترتیب بر روی دریای عرب و شمال آفریقا کشیده شده و هرکدام به نحوی باعث تقویت کم‌فشار سودانی شده است. کشیدگی زبانه‌های پرفشار سیبری بر روی دریای عرب زمینه را برای تقویت و حتی ایجاد یک سلول بسته پرفشار بر روی دریای عرب را فرآهم کرده است. جریان هوا نشان داد که زبانه‌های دو پرفشار سیبری و اروپا با چرخش ساعتگر خود باعث انتقال رطوبت دریای عرب، دریای عمان و مدیترانه به داخل کم‌فشار سودانی شده و با توجه به ماهیت دینامیکی کم-فشار سودانی زمینه را برای فعالیت و حرکت خارج از شرایط نرمال آن را فرآهم کرده و البته قرارگیری ناوه تراز میانی جو این حرکت را تشدید کرده است. آرایش جریانات هوا و منحنی‌های میزان در ترازهای تحتانی و میانی جو به خوبی نقش دریای عرب، دریای سرخ، خلیج فارس و تا حدودی دریای عمان و دریای مدیترانه را در تامین رطوبت بارش‌های سنگین غرب ایران را اثبات کرده و می‌توان بیان داشت که یک همگرایی قوی از رطوبت منابع آبی یاد شده از تراز زیرین تا میانی جو ایجاد شده و زمینه را برای ایجاد رودخانه جوی را فرآهم نموده است. در مطالعه ۵۲ مورد بارش سنگین مشاهده گردید که در تمامی موارد همراه یک رودخانه جوی از شرق آفریقا شروع شده و تا نواحی غربی ایران امتداد یافته و تاییدی بر این موضوع مسیر حرکت رودخانه جوی در هر سه گروه می‌باشد. در گروه اول منشاء اصلی رودخانه‌های جوی از شرق آفریقا شروع شده ولی در گروه دوم و سوم شاهد دخالت یک مسیر دیگر از مدیترانه بودیم که میزان بارندگی را افزایش داده به نحوی که متوسط بارش گروه اول ۱۸.۸۱ میلیمتر بوده و در گروه دوم و سوم بترتیب ۱۸.٦۱ و ۱۹.۵۰ میلیمتر رسیده است. یافته‌های این مطالعه تاییدی بر یافته لشکری و همکاران(۱۳۹۲)، حلبیان(۱۳۹٤)، اسدالهی و همکاران(۱۳۹٦)، روستا و همکاران(۲۰۱۸)،لشکری و اسفندیاری(۱٤۰۰) در خصوص نقش سامانه سودانی و پرفشار دریای عرب(عربستان) در انتقال رطوبت دریای عرب، دریای سرخ و خلیج فارس در ترازهای زیرین به سمت ایران و رخ داد بارش‌های سنگین و همچنین تقویت سامانه کم‌فشار سودانی توسط ناوه تراز میانی و سلول پرفشار واقع شده بر روی دریای عرب(عربستان) بوده و همین‌طور می‌توان به مطالعات شادمانی و همکاران(۱۳۹۵)، اسماعیل شاهزاده و همکاران(۱۳۹۷)لشکری و اسفندیاری(۱۳۹۸) در ارتباط با شکل گیری رودخانه جوی از شرق آفریقا تا نواحی مرکزی ایران و ارتباط بارش‌های سنگین ایران با رودخانه جوی اشاره کرد.

منابع

- مسعودیان، الف.، ۱۳۹۰. اقلیم شناسی همدید و کاربرد آن در مطالعات محیطی، انتشارات دانشگاه اصفهان.
- عسگری، الف.، رحیم زاده، ف.، ۱۳۸۵. مطالعه تغییر پذیری بارش دهه‌های اخیر ایران، پژوهش‌های جغرافیایی ایران، سال ۱۳۸۵، شماره ۵۸، ص٦۷-۸۰.
- گندمکار، الف.، خادمی الحسینی، الف.، ۱۳۸۸. بررسی روند تغییرات بارش در زابل، مجله آمایش محیط، سال ۱۳۸۸، شماره ٦، ٦۵-۷۷.
- نریمانی، م.، دارند، م.، ۱۳۹۹. بررسی اثر الگوهای پیوند از دور بر رخداد بارش‌های فرین ایران: پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه کردستان.

- شادمانی، ن.، ۱۳۹۵. بررسی وجود و نقش رودخانه‌های جوی در ایجاد بارش‌های سیل‌آسا در غرب و جنوب کشور(مطالعه موردی: سیل‌های ۹ و ۲۱ آبان ۱۳۹٤): پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهر کرد.
- اسماعیلی شاهزاده علی اکبری، ز.، عیسی خانی قدیم، س.، نصر اصفهانی، م.، ۱۳۹۷. نقش رودخانه‌های جوی در انتقال رطوبت نواحی حاره‌ای به جنوب غرب آسیا: پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه یزد.
- کریمی، م.، ۱۳۸٦. تحلیل منابع رطوبت بارش‌های ایران: رساله دکترای اقلیم شناسی، دانشگاه تربیت مدرس.
- لشکری، ح.، قائمی، ه.، پرک، ف.، ۱۳۹۲. تحلیل رژیم بارندگی منطقه جنوب و جنوب غرب کشور، فصلنامه علمی – پژوهشی اطلاعات جغرافیایی(سپهر). سال ۱۳۹۲. شماره ،۸۵، ص ۵۷-٦۳.
- سلیمی، س.، سلیقه، م.، ۱۳۹٤. تاثیر رودخانه‌های اتمسفری بر آب و هوای ایران. پژوهش‌های جغرافیایی طبیعی، سال ۱۳۹۵، شماره ۲، ص ۲٦٤-۲٤۷.
- شادمانی.، ن.، ۱۳۹۵. بررسی وجود و نقش رودخانه‌های جوی در ایجاد بارش‌های سیل آسا در غرب و جنوب کشور(مطالعات موردی: سیل‌های ۹ و ۲۱ آبان ۱۳۹٤): پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
- میرموسوی، ح.، جلالی، م.، اسدالهی، ع.، ۱۳۹۹. بررسی ماهیت و شاختار وردش‌های جوی بهنگام رخداد دروه‌های خشک روزانه در شمال غرب و غرب ایران، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال ۲۱، شماره ٦۳، ص ۲۳۳-۲۵۰.
- سپندار، ن.، ۱۳۹۹. واکاوی پیوند بین بارش‌های سنگین جنوب و جنوب غرب ایران با رودخانه‌های جوی؛ دانشگاه یزد.
- لشکری، ح.، اسفندیاری، ن.، ۱۳۹۹. شناسایی و تحلیل همدید بالاترین بارش‌های مرتبط با رودخانه‌های جوی در ایران، نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال ۷، شماره ۲، ص ۱۸۷- ۲۰٦.
- لشکری، ح.، اسفندیاری، ن.، ۱٤۰۰. الگوهای همدیدی و ترمودینامیکی رودخانه‌های جوی منجر به بارش سنگین دوره سرد کشور ایران، مجله علمی پژوهشی مخاطرات محیط طبیعی، دوره ۱۰، شماره ۲۹، ص ۱۲۵- ۱٤٤.
- لشکری، حسن؛ قائمی، هوشنگ؛ حجتی، زهرا؛ امینی، میترا(۱۳۹۲). تحلیل سینوپتیکی بارش‌های شدید در استان اصفهان، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ٤، ص ۹۹-۱۱٦.
- حلبیان، الف.، ۱۳۹٤. شناسایی الگوهای گردشی بارش‌های شدید موجد سیل در منطقه فارس. مجله آمایش جغرافیایی فضا، فصلنامه علمی – پژوهشی دانشگاه گلستان، سال ۱۳۹٤، سال۵، شماره ۱۸، ص ۳۱ - ٤۱.
- اسدالهی، ع.، میرموسوی، ح.، شادمان، ح.، ۱۳۹٦. شناسایی الگوهای همدید موثر بر بارش سنگین تاریخ ۲۷ اکتبر تا ۲ نوامبر ۲۰۱۵ در استان‌های لرستان، ایلام و همدان، اولین کنفرانس ملی اندیشه‌ها و فناوری‌های نوین در علوم جغرافیایی، دانشگاه زنجان.
- Lavers, DA., et al. ۲۰۱۲. The detection of atmospheric rivers in atmospheric reanalyses and their links to British winter floods and the large-scale climatic circulation. J Geophys Res Atmos, vol. ۱۱۷, □. ۱-۳۰.
- Ramos, AM., et al. ۲۰۱۵. Daily Precipitation Extreme Events in the Iberian Peninsula and Its Association with Atmospheric Rivers, J Hydrometeorol,vol. ۱٦, p. ۵۷۹-۵۹۷.
- IPCC,.۲۰۰۱. Climate change ۲۰۰۱ , Cambridge University
- Ralph F.M. et al. ۲۰۰٦. Flooding on California's Russian River: Role of atmospheric rivers. Geophysical Research Letters, vol ۳۳, p. ۱-۵.
- Dacre, HF., et al. ۲۰۱٤. How Do Atmospheric Rivers Form? Bull Am Meteorol Soc, vol. ۹٦, p. ۱۲٤۳-۱۲۵۵.
- Lavers D.A., et al. ۲۰۱۳. Future changes in atmospheric rivers and their implications for winter flooding in Britain. Environmental Research Letters, vol. ۸, p. ۱-۸.
- Lavers D.A., et al. ۲۰۱۱. Winter floods in Britain are connected to atmospheric rivers. Geophysical Research Letters, vol. ۳۸, p. ۱-۸.
- Champion A.J., et al. ۲۰۱۵. Atmospheric rivers do not explain UK summer extreme rainfall. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, vol. ۱۲۰, p. ٦۷۳۱- ٦۷٤۱ .
- Benedict, I., et al. ۲۰۱۹. Large-scale flow patterns associated with extreme precipitation and atmospheric rivers over Norway. Monthly Weather Review, vol. ۱٤۷, p. ۱٤۱۵-۱٤۲۸.
- Rousta, I., et al. ۲۰۱۸. A. Investigation of vorticity during prevalent winter precipitation in Iran. *Adv. Meteorol*, vol. *2018*, p. ۱–۱

Investigating the Relationship between heavy rainfall west of Iran and Atmospheric Rivers

Kobra Manavi Poor[۱], Batoul Zeynali[۲*], Bromand Salahi[۳]

[۱]Ph.D. Student of Climatology, Department of Physical Geography, Faculty of Social Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
[۲*] Associate Professor of Climatology, Department of Physical Geography, Faculty of Social Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
[۳] Professor of Climatology, Department of Physical Geography, Faculty of Social Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
Corresponding author email: Zeynali.b@uma.ac.ir

Abstract

Introduction

Precipitation, as one of the important climatic elements, has certain complexities, and usually the precipitations of one point in different time scales do not have simple and symmetrical statistical distributions (Asgari and Rahimzadeh, ۲۰۱۵). Reducing or increasing the amount of rainfall has an effect on many other climatic and environmental phenomena such as runoff, floods, air temperature, humidity, and also on many human activities (Gandhamkar and Khadem al-Hosseini, ۲۰۱۸). Therefore, it can be seen that the change in the amount and regime of rainfall can be a sign of climate change. The issue of climate and its change is an irreversible situation, and one of its manifestations and consequences is the change in climatic elements, especially temperature and precipitation in different regions (۲۰۰۱, IPCC). One of the most important changes in the climatic elements is the rainfall extremes, which according to atmospheric scientists, climate change has not only caused an increase in the rainfall extremes, but also increased the intensity of these rainfalls (Narimani and Daran, ۲۰۱۹). Therefore, it is very important to know the mechanisms governing these precipitations. Therefore, in this study, an attempt has been made to identify the atmospheric conditions governing these types of precipitation. In recent years, the effect of an atmospheric phenomenon called atmospheric rivers in causing heavy rains in some parts of the world such as Europe and the United States has attracted the attention of atmospheric scientists, which shows that atmospheric rivers play a very important role in providing the humidity of these rains has been (Shadamani et al., ۲۰۱۵). As a result, in this study, it has been attempted to examine the effects of the Joy River and the conventional conditions of heavy rainfall western Iran.

Methodology

The main purpose of this study was to investigate the atmospheric structure of the west of the country, emphasizing the effects of the atmospheric river on such rainfall. As a result, environmental attitudes have been used to achieve this goal. The reason for this approach is that the time and spatial changes are much more severe than other climatic variables, so the circulation approach to the environment often fails to explain atmospheric falls (Mirmosavi et al. ۱۳۹۹). In fact, the choice of this approach allows the researcher to focus only on precipitation and consequently synthetic types that are associated with the phenomenon of precipitation (Masoudian, ۲۰۱۱: ۵۱). Therefore, in the first step, the daily rainfall data for the years ۱۹۹۰ to ۲۰۱۹ is from the country's meteorological organization, which creates a matrix of ۱۰۹۵۷ (۳۲) (۳۲ indicating the number of stations and ۱۰۹۵۷ representing the number of stations and ۱۰۹۵۷. The number of days is the day. Then, considering the two main conditions of one: Extraction of heavy precipitation threshold based on the ۹۵th -by -۹۵th: The heavy rainfall based on the ۹۵th percense was at least ۳۰ % of the stations were extracted. Used to analyze the atmospheric atmospheric database of the US Oceanic and Oceanic Climate (NCEP/NCAR) with ۲,۵ x ۲,۵ degrees of arc and geoptt altitude of ۱۰۰۰ and ۵۰۰ hectopskal, The orbital and meridian components of the ۱۰۰۰, ۸۵۰ and ۵۰۰ hectops and the special moisture of ۸۵۰ for ۱۰ degrees west to ۸۰ degrees east and zero to ۸۰ degrees North were obtained from this base and to identify the atmospheric rivers. The integrated data of the vertical vapor flux (East and North of the Horizontal Water Vapor Transport (IVT)) has been used by the European Middle Ages Preference Center (ECMWF) with ۰,۵ degree arch. The integrated data of the vertical water vapor flux, including

special sprinkle, orbital, and meridian, from ۱۰۰۰ to ۳۰۰ hectop barley levels, are calculated in the Utiller device as follows (Relation ۱).

$$IVT = \sqrt{(\frac{1}{g}\int_{1000hpa}^{300hpa} qu\, dp)^2 + (\frac{1}{g}\int_{1000hpa}^{300hpa} qv\, dp)^2} \qquad (1)$$

In this respect, IVT indicates the vertical water vapor flux, q indicates a special kg per kg (kg kg^(-۱)) U and V orbital and half-enclosure components per second (m s^(m s^ ۱)), G is a acceleration and DP is the difference between the two levels. (Lavers et al, ۲۰۱۲; Ramos et al ۲۰۱۵) In the present study, to accurately examine the effects of the riverbank and carefully analyze the weather conditions affecting heavy rainfall, classify corresponding days with heavy rainfall data based on sea pressure data Using the mergers' analysis method, then to analyze the effects and identify the effects of the atmospheric river, to provide average atmospheric and IVT data for each group and separately the entry route of each atmospheric river for each identified group.

Conclusion

This study was aimed at investigating the relationship between heavy rainfall and the Joy River and its synergy analysis. To this end, the daily precipitation data of ۳۲ synoptic stations with the same statistical period during ۱۹۹۰ to ۲۰۱۹ were obtained from the Meteorological Organization, then the criterion for extracting the days with heavy rainfall of ۹۵, ۹۵th per station occurred at least ۳۰ % at least ۳۰ %. The stations were found and it was found that ۵۲ heavy rainfall cases were taken into account with the above two conditions. Then, for better understanding of the clustered analysis by integrating methods, the sea pressure alignment data for ۵۲ days was heavy with heavy rainfall, and the results showed that these rainfalls were investigated in three major groups, followed by more and more. The average for each group has been analyzed and identified by the Joy River, and in the final step of the Joy River movement is drawn for each group.In all three patterns, there is always an interaction between the two high-pressure Siberian-European centers with Sudan and Iceland's low pressure. In most cases, the high -pressure Siberian and European compactness has merged with one another in its orbital expansion and created a high -pressure belt. Siberian high -pressure and high -profile European pressure, both at the time of integration with unity and at the time of confrontation with Iceland, has been drawn to the Arab and North African Sea, respectively, each strengthened the Sudanese low pressure, respectively, respectively. . Siberian high -pressure tongues on the Arabian sea have paved the way for strengthening and even creating a high -pressure cell on the Arabian sea. The airflow showed that the two high -pressure Siberian and European tongues have transmitted the Arabian Sea, the Oman Sea and the Mediterranean into the Sudanese low -pressure, and given the low dynamic nature of the Sudanese Pressure, the field of activity and movement. Outside the normal conditions, it has exacerbated the movement of the atmosphere. The arrangement of air flows and curves in the lower and middle levels of the atmosphere well proves and proves the role of the Arab Sea, the Red Sea, the Persian Gulf and to some extent the Oman Sea and the Mediterranean Sea in supplying heavy rainfall western Iran. It can be said that a strong convergence of the moisture of the aforementioned water resources is created from the lower to the middle of the atmosphere and has paved the way for the creation of the atmospheric river. In the study, ۵۲ heavy rainfall cases were observed in all cases with a river from East Africa and extended to the western parts of Iran, confirming this issue of the movement of the Joy River in all three groups. In the first group, the main origin of the rivers from East Africa started, but in the second and third group we saw another route from the Mediterranean that increased the rainfall so that the average rainfall of the first group was ۱۸,۸۱ mm and in the second and third group. Respectively reached ۱۸,۶۱ and ۱۹,۵۰ mm.

Keywords

Heavy Rain; Atmospheric Rivers; Atmospheric Analysis; Cluster Analysis; Western Half Iran.