

## مقایسه روش‌های همبستگی و میانگین در انتخاب روزهای نماینده طبقات الگوهای فشار تراز دریا توأم با بارش سنگین و فراگیر در ایران زمین

حسین عساکره<sup>۱</sup>، سعیده اشرفی<sup>۲\*</sup>

۱-استاد آب و هواشناسی دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

۳- دانش‌آموخته دکتری آب و هواشناسی دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

### چکیده

بارش سنگین یکی از مشخصه‌های بارشی است که اثرات فراوانی بر محیط دارد و علی‌رغم خسارات فراوان می‌تواند نقش بسیار مهمی در تأمین آب ایفا کند. از این‌رو مطالعه ویژگی‌های بارش سنگین گامی مهم در شناسایی رفتار و مدیریت این نوع از بارش‌هاست. در این پژوهش بارش‌های سنگین فراگیر ایران مورد مطالعه قرار گرفته است. برای این منظور از داده‌های شبکه‌ای بارش اسفزاری طی سال‌های ۱۹۷۲-۱۹۷۱ تا سال آبی ۲۰۱۵-۲۰۱۶ استفاده شد و روزهای بارش سنگین با استفاده از آستانه‌های صدکی ۹۰، ۹۵ و ۹۹ استخراج گردید. معیار فراگیر بودن بارش نیز براساس ناهنجاری مثبت صدک ۷۵ مساحت روزهای توأم با بارش سنگین در نظر گرفته شد. برپایه این معیارها و در طی دوره مورد بررسی، ۱۶۰ روز توأم با بارش سنگین و فراگیر در کشور رخ داده است. برای شناسایی الگوهای بارش سنگین فراگیر، روش تحلیل خوشه‌ای دو حالتی (باینری) مورد استفاده قرار گرفت. بر این اساس ۸ الگوی جوی برای بارش‌های سنگین فراگیر شناسایی گردید. برای انتخاب روزهای نماینده، روش‌های همبستگی و نیز روش میانگین مساحت هر الگو استفاده شد. بررسی‌ها نشان داد که روزهای نماینده انتخاب شده توسط روش میانگین مساحت توانسته است نتایج نسبتاً بهتری در تبیین بارش سنگین داشته باشد. بر این اساس معلوم شد که بارش‌های سنگین و فراگیر همزمان با حضور سامانه‌های کم‌فشار با منشأهای متعددی در کشور رخ داده است.

**کلید واژه‌ها:** روز توأم با بارش سنگین، فراگیری، آستانه صدکی، ایران.

## ۱- مقدمه

تنوع مکانی و تغییر (پذیری) زمانی پدیده‌های طبیعی و ضرورت شناخت آنها به منظور بهره‌برداری ایمن، مطالعه آنها را زمان‌بر و دشوار می‌کند. با این حال می‌توان این پدیده‌ها را در گروه‌هایی مجزا دسته‌بندی نمود. زیرا به عقیده الکساندر فون هامبولت، پدیده‌های جهان در عین تنوع ظاهری وحدتی درونی دارند. قبول وحدتی درونی حاکی از نظامی به هم پیوسته و منسجم بین تمام این پدیده‌هاست؛ به عبارت دیگر، بین پدیده‌ها و جنبه‌ها و موقعیت عملکرد آنها، روابط متقابل معین و مشخصی وجود دارد که همگنی مکانی و زمانی دارند. بر اساس این معیارها می‌توان مکان (زمان) را به واحدهای کمابیش مستقل از یکدیگر تفکیک نمود (کاوایانی و علیجانی، ۱۳۸۰: ۳۴۴). بر این اساس طبقه‌بندی عبارت است از گروه‌بندی سیستماتیک پدیده‌ها یا وقایع در داخل طبقات یا گروه‌ها بر حسب ویژگی‌ها یا روابطی که بین آنها مشترک می‌باشد (حیدری، ۱۳۷۷: ۸). پدیده‌های اقلیمی یکی از موارد مهم و متنوع در طبیعت جهان می‌باشند. طبقه‌بندی اقلیمی از اوایل قرن بیستم مورد توجه اقلیم‌شناسان قرار گرفته است.

اقلیم هر محل از عناصر متعددی تشکیل شده و بررسی تغییر تک تک عناصر اقلیمی، کاری بسیار حجیم و زمان‌بر است. بنابراین باید نماینده‌ای مناسب برای عناصر انتخاب شود که بتواند به خوبی ویژگی‌های تمامی عناصر اقلیمی را منعکس کند. هیچ پدیده محیطی - اقلیمی وجود ندارد که الگویی خاص از توزیع فشار عامل ایجاد آن نباشد (علیجانی، ۱۳۸۵: ۲۰۱). فشار هوا عنصری است که می‌تواند به شایستگی ویژگی‌های عناصر اقلیمی اعم از دما، بارش و... را نمایان کند. بنابراین عوامل اصلی و مستقل کنترل‌کننده هوا، سامانه‌های فشار هستند که با تغییرات زمانی و مکانی خود، ویژگی‌های رطوبت، حرارت و فشار را تغییر می‌دهند. بیشتر این سامانه‌های فشار، مقیاس متوسط یا همدیدی دارند (بوشر، ۱۳۸۵: ۵). از این رو در مطالعه حاضر فشار هوای تراز دریا به عنوان نمایه اقلیم انتخاب گردید.

بارش‌های سنگین یکی از پدیده‌های اقلیمی به شمار می‌روند که می‌تواند اثرات بسیاری بر محیط به جای نهد. شاید بتوان این نوع از بارش‌ها را مهم‌ترین عامل طبیعی ایجاد سیل‌های

مخرب دانست که خسارت‌های جبران‌ناپذیری بر محیط طبیعی و نیز جوامع انسانی تحمیل می‌کنند. حال اگر این نوع از بارش‌ها در مساحت‌های گسترده‌ای رخ دهند، خسارت وارده نیز به همان میزان بیشتر خواهد بود. البته نباید نقش این بارش‌ها را در تامین آب نادیده گرفت. زیرا با مدیریت این بارش‌ها می‌توان مقادیر عظیمی از آب را برای زمان کم‌آبی ذخیره نمود. این ذخیره‌سازی می‌تواند به صورت سطحی یا زیرزمینی بوده و در مواقع نیاز مورد بهره‌برداری قرار گیرد که نیازمند مدیریت کارا و آمادگی کافی در این زمینه است. با توجه به مطالب ذکر شده می‌توان دریافت که مطالعه بارش‌های سنگین به ویژه در سطوح گسترده امری ضروری بوده و موجب شناخت رفتار این نوع از بارش‌ها می‌شود. شناسایی رفتار این نوع از بارش‌ها گامی مهم در مدیریت منابع آب خواهد بود. با توجه به حجم داده‌های موجود و برای سهولت امر شناخت رفتار بارش‌های سنگین نیازمند استفاده از طبقه‌بندی خواهیم بود. زیرا علی‌رغم تنوع الگوهای منجر به بارش سنگین، شباهت‌هایی در این الگوها وجود دارد.

به طور کلی طبقه‌بندی‌های اقلیمی عمدتاً بر حسب به کارگیری عناصر اقلیمی - عوامل پدید آورنده و روش‌های مورد استفاده به سه دسته سیستم‌های طبقه‌بندی تجربی (مانند روش‌های هانسن (۱۸۰۲)، دمارتن (۱۹۰۹)، کوپن (۱۹۱۸)، تورنت ویت (۱۹۴۸)، پگی (۱۹۶۱) و... (سیدان و محمدی، ۱۳۷۶: ۱۰۹ - ۷۴) - ژنتیک (مانند فلون (۱۹۵۷)، الیور (۱۹۷۰)، بودیکو (۱۹۵۶)، ترجونگ (۱۹۷۰)) (فریفته، ۱۳۶۶: ۹۰ - ۵) و چند متغیره تقسیم می‌شوند. نقاط ضعف سیستم‌های طبقه‌بندی تجربی و ژنتیک موجب اقبال اقلیم‌شناسان به روش‌های چند متغیره از اواسط قرن بیستم گردید. ظهور کامپیوترهای محاسبه‌گر از دهه ۱۹۶۰ نقطه آغاز این نوع سیستم‌های طبقه‌بندی بود. مخصوصاً که با گذشت زمان سرعت و ظرفیت محاسباتی کامپیوترها افزایش می‌یافت. در روش‌های نوین، طبقه‌بندی اقلیمی فرایندی است که در آن تا حد زیادی ماهیت آماری داده‌های اقلیمی و نه سلیقه فردی محقق تعیین‌کننده مرز نواحی و زمان رویدادهای آب‌وهوایی است. برخی از این روش‌ها (مانند تحلیل عاملی و تحلیل مولفه‌های اصلی) برای کاستن از انبوه داده‌های اقلیمی به کار می‌روند. برخی دیگر از تحلیل‌های

همکاران (۱۳۹۸) حاکی از وجود ۸ رژیم بارش حدی در کشور است که رژیم‌های آذربایجانی و آذربایجان شمالی در نیمه اول و سایر رژیم‌ها در نیمه دوم سال بالاترین بارش‌های حدی دارند.

اهمیت بارش‌های سنگین در تامین منابع آبی و نیز مخاطرات ناشی از این بارش‌ها موجب شده تا اقلیم‌شناسانی نظیر قائدی و همکاران (۱۳۹۱)، نوری و همکاران (۱۳۹۱) و لشکری و خزائی (۱۳۹۳) مطالعاتی در این زمینه داشته باشند. از طرف دیگر تنوع سامانه‌های همیدید موجب بارش‌های سنگین لزوم به کارگیری طبقه‌بندی را برای مطالعه این دسته از بارش‌ها ضروری می‌نماید. مسعودیان و جعفری شنیدی (۱۳۹۳)، مسعودیان و کارساز (۱۳۹۳) الگوهای همیدیدی منجر به بارش‌های سنگین را از طریق طبقه‌بندی این سامانه‌ها مطالعه نمودند. در این نوع از مطالعات انتخاب روز نماینده برای هر الگوی یکی از مراحل مهم تحقیق به شمار می‌رود. برای این منظور در اغلب مطالعات از روش همبستگی استفاده شده است. برای مثال Lund (1963) عساکره و همکاران (۱۳۹۱)، بلیانی و سلیقه (۱۳۹۵) از روش همبستگی در تعیین روز نماینده بهره برده‌اند. در این میان استفاده از روش میانگین مساحت سطح دریافت‌کننده بارش سنگین برای تعیین روز نماینده مغفول‌ملنده است. از این رو در مطالعه حاضر تلاش بر این است تا علاوه بر طبقه‌بندی الگوهای توام با بارش‌های سنگین، کارایی روش‌های همبستگی و میانگین مساحت در تعیین روز نماینده الگوهای بارش سنگین مورد بررسی قرار گرفته و روش بهینه اختیار و به عنوان معیاری برای انتخاب روز نماینده معرفی گردد.

## ۲- داده‌ها و روش‌ها

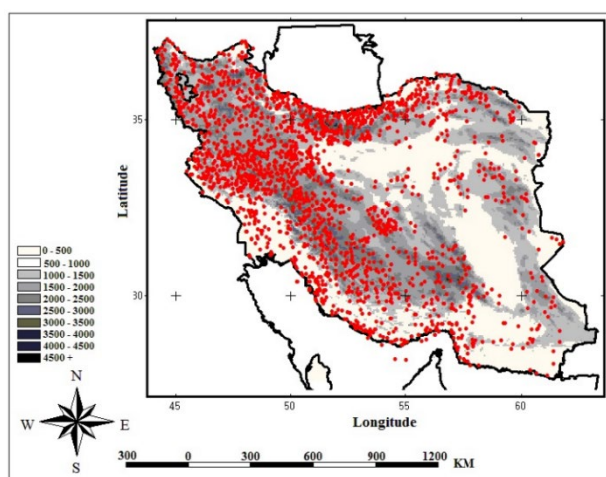
### ۲-۱- منطقه مورد مطالعه

ایران در کمربندی از کره زمین واقع شده است که اغلب مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان در آن قرار دارند (علیزاده، ۱۳۸۸: ۳۳). مناطق خشک ایران اغلب در بخش‌های وسیعی از مرکز، شرق و جنوب‌شرق کشور، دیده می‌شوند. شکل (۱) نقشه توپوگرافی ایران را نشان می‌دهد. رشته کوه البرز با جهت غربی - شرقی و رشته کوه زاگرس با جهت شمال‌غربی - جنوب‌شرقی مهم‌ترین ناهمواری‌های ایران

چند متغیری (مانند تحلیل خوشه‌ای و تحلیل فازی) داده‌های اقلیمی را بر اساس همبستگی درونی میان آنها در دو یا چند گروه جا می‌دهند (مسعودیان و کاویانی، ۱۳۸۷: ۱۳۵). سهولت در استفاده، اطمینان بالای نتایج و حجم داده‌های اقلیمی موجب شده تا اقلیم‌شناسان در دهه‌های اخیر به صورت گسترده از روش‌های چند متغیره بهره گیرند. در مطالعات بسیاری، اقلیم‌شناسان اقدام به شناسایی الگوهای آب‌وهوایی با استفاده از روش‌های دسته‌بندی نموده‌اند. برای مثال Michailidou et al (2009) با بهره‌گیری از روش تحلیل خوشه‌ای، ۶ نوع آب‌وهوا برای آتن، ۵ نوع آب‌وهوا برای تسولانیککی و برای هر دو ایستگاه فقط دو نوع آب‌وهوا وابسته به وضعیت واچرخندی شناسایی نموده‌اند. بررسی‌های Almazroui et al (2015) حاکی از وجود ۱۲ نوع الگوی گردش جو در ناحیه عربی است و رابطه قوی بین انواع گردش جوی و اقلیم سطحی وجود دارد که به صورت همیدیدی قابل تبیین است. Zhang et al (2016) در ارتباط با تاثیر الگوهای همیدید هوا و تغییرات درون دهه‌ای بر کیفیت هوا در دشت شمالی چین ۵ الگوی گردش جوی را تشخیص دادند. فتاحی و حجازی زاده (۱۳۸۵) توده‌های هوا برای دوره‌های خشک و مرطوب را بر اساس منشأ و تعدیل آنها در مسیر به ۶ گروه تقسیم‌بندی نموده و دریافتند که دوره‌های خشک و مرطوب رابطه بسیار قوی با فراوانی انواع توده‌های هوا دارد. قائدی و همکاران (۱۳۹۱) تاثیر فرود دریای سرخ را بر بارش ایران مورد مطالعه قرار داده‌اند. بررسی‌ها حاکی از وجود ۳ الگوی اصلی برای فرود دریای سرخ است که میزان تاثیر فرود بر بارش در هر یک از ماه‌ها و الگوهای مختلف، متفاوت است. بیش‌ترین افزایش بارش در زمان رخداد الگوی میانی فرود دریای سرخ مربوط به اردیبهشت و خرداد می‌باشد. حجازی زاده و همکاران (۱۳۹۲) الگوهای مولد سیلاب‌های مخرب و فراگیر حوضه آبریز دریاچه ارومیه را با استفاده از روش‌های تحلیل عاملی و تحلیل خوشه‌ای در ۷ الگوی همیدید طبقه‌بندی کردند. نتایج بررسی‌های ایشان نشان داد که الگوی همیدیدی ناوه موج کوتاه بادهای غربی مولد ۶۷/۳٪ از کل سیلاب‌ها می‌باشد. مطالعه امیدوار و همکاران (۱۳۹۲) نشان داد که ۲ الگوی همیدیدی موجب وقوع سیلاب‌های رودخانه بولنات مروست در استان یزد می‌شود. بررسی محمدیاریان و

(مسعودیان و کاویانی، ۱۳۸۷: ۹). بنابراین می‌توان عوامل دخیل در توزیع بارش در ایران را به عوامل محلی (محیطی) و نیز عوامل بیرونی (گردشی) تفکیک نمود که هر کدام از این عوامل سهمی در شکل‌گیری و توزیع بارش دارند.

هستند که نقش مهمی در توزیع رطوبت و بارش ایران ایفا می‌کنند. رطوبت دریای خزر به دامنه شمالی رشته‌کوه البرز محدود شده و نواحی پربارش ایران را شکل داده و زاگرس نیز مانعی برای رسیدن رطوبت دریای مدیترانه از طریق بادهای غربی به نواحی کم‌ارتفاع مرکزی است. به همین دلیل دامنه‌های غربی زاگرس نواحی نسبتاً پربارش ایران هستند. بنابراین می‌توان گفت که در ایران توزیع ناهمواری‌ها و نیز جهت آنها نحوه توزیع بارش را به شدت متأثر می‌سازد



شکل ۱- موقعیت ایران در جهان، سطوح ارتفاعی و پراکنش ایستگاه‌های مورد استفاده

## ۲-۲- داده‌ها

کیفی این داده‌ها را به پایگاهی قابل اطمینان تبدیل کرده است. نقشه‌های فشار تراز دریا نیز از مرکز ملی پیش بینی محیطی / مرکز ملی پژوهش جوی (NCEP/NCAR)<sup>۱</sup> اخذ گردید. از آن‌جا که در ایران آغاز دوره بارشی معمولاً در فصل پاییز اتفاق می‌افتد، از این‌رو روز ۲۳ سپتامبر (۱ مهر) به‌عنوان آغاز سال بارشی (سال آبی) در نظر گرفته شد. بنابراین با محوریت سال آبی در این تحقیق، دوره مورد مطالعه از ۱۹۷۰/۰۹/۲۳ تا ۲۰۱۵/۰۹/۲۲ تعیین گردید.

## ۲-۳- روش‌ها

در این پژوهش، بارندگی‌های سنگین و فراگیر در ایران بر روی یاخته‌های نقشه‌های بالا مورد ارزیابی قرار گرفته است. برای این منظور مراحل زیر برای شناسایی روزهای بارش سنگین و نیز معیار فراگیری آنها انجام پذیرفت:

برای دستیابی به اهداف پژوهش حاضر از پایگاه داده‌ای اسفزاری نسخه سوم استفاده شده است. به منظور تهیه این پایگاه، داده‌های بارش روزانه ۲۱۸۸ ایستگاه همدید، اقلیمی و باران‌سنجی سازمان هواشناسی برای بازه زمانی ۱۹۷۰/۰۳/۲۱ تا ۲۰۱۶/۰۳/۲۰ یعنی برای ۴۶ سال (برابر با ۱۶۸۰۱ روز) به کار گرفته شده است. این پایگاه داده با توان تفکیک مکانی ۱۰ کیلومتر به‌وسیله مسعودیان (۱۴۰۱) تهیه شده است. بالا بودن تعداد ایستگاه‌های مورد استفاده در این پایگاه داده توانسته است پوشش مناسبی از توزیع ایستگاهی در کشور را به دست دهد. همین مسئله می‌تواند ویژگی‌های بارشی نواحی مختلف را به خوبی منعکس کند. همچنین استفاده از ایستگاه‌های باران‌سنجی سازمان هواشناسی و وزارت نیرو در این پایگاه داده ویژگی‌های محلی بارش را نیز به خوبی پوشش داده است. از طرف دیگر انجام کنترل

ناهنجاری آن به دست آمد. برای مثال مساحت تمامی روزهای اول فروردین با میانگین مساحت یکم فروردین مقایسه شد. برای تمامی روزهای سال همین رویه اتخاذ گردید. با انجام این مرحله، به تعداد روزهای دوره آماری ناهنجاری به دست آمد.

ج: در گام سوم ناهنجاری‌های بزرگ‌تر از صفر در نظر گرفته شد و صدک ۷۵ برای این ناهنجاری‌ها محاسبه گردید. صدک ۷۵ به دست آمده برابر با ۱۶ درصد از سطح کشور است و به عنوان آستانه برای شناسایی مساحت فراگیر بارش مورد استفاده قرار گرفت.

با بررسی‌های انجام شده مشخص شد که ۱۶۰ روز توأم با بارش سنگین فراگیر (با آستانه صدک ۹۰ و بیشتر)، ۴۰ روز توأم با بارش خیلی سنگین فراگیر (با آستانه صدک ۹۵ و بیشتر) شناسایی شد. همچنین مشخص شد که بارش‌های فوق‌العاده سنگین (با آستانه صدک ۹۹) در گستره فراگیر رخ نداده است. در این پژوهش بارش‌های سنگین با آستانه صدک ۹۰ و بیشتر (شامل بارش‌های فراتر از صدک ۹۰ و صدک ۹۵) به عنوان ملاک مطالعه انتخاب گردید. بدین ترتیب فشار هوای تراز دریا به عنوان نمایه اقلیم توأم با این بارش‌ها اختیار و بررسی شد.

به منظور کاهش حجم داده‌ها و بررسی تمامی ۱۶۰ روز از تحلیل خوشه‌ای باینری بهره گرفته شد. بدین ترتیب روزهای بارشی طبقه‌بندی شد. از این رو ابتدا مقادیر یاخته‌ها تبدیل به داده باینری (بارش کد ۱ و عدم بارش کد ۰) تبدیل و سپس تحلیل خوشه‌ای باینری اعمال گردید. برای این منظور از روش فاصله اقلیدسی و روش ادغام «وارد» بهره گرفته شد. روش فاصله اقلیدسی که به ضریب تفاوت اقلیدسی نیز موسوم است به صورت زیر تعریف می‌شود (فرشادفر، ۱۳۸۴: ۵۶۵):

(۱)

در رابطه فوق  $e_{jk}$  ضریب تفاوت دو مورد (روز) است. مقدار  $X_{ij}$  مقدار صفت  $i$  ام روی روز  $j$  ام است. مقدار  $X_{ik}$  مقدار صفت  $i$  ام روی روز  $k$  ام، و  $n$  به معنای تعداد صفات اندازه‌گیری شده بر روی روزها می‌باشد. مقدار  $e_{jk}$  بین صفر

۱- مقادیر صدک‌های ۹۰، ۹۵ و ۹۹ بارش در روزهای بارانی برای تمامی یاخته‌های نقشه محاسبه گردید. به این معنا که برای هر یاخته آستانه‌ای مختص همان یاخته به دست آمد. سپس داده‌های بالاتر از آستانه صدک‌های ۹۰، ۹۵ و ۹۹ به ترتیب به عنوان روزهای بارش سنگین، خیلی سنگین و فوق‌العاده سنگین شناسایی گردید. استفاده از آستانه یکی از روش‌های مطالعه در فرین‌های اقلیمی است. در این میان استفاده از چندک‌ها از اهمیت و کاربرد بیش‌تری برخوردارند (عساکره، ۱۳۹۰: ۱۱۶) از صدک‌ها برای نمایش وضعیت انتهایی مقادیر به وقوع پیوسته و طبقه‌بندی آنها مورد استفاده قرار می‌گیرند (عساکره، ۱۳۹۰: ۱۲۰). برای مثال Zhao et al (2009)، عساکره و همکاران (۱۳۹۱)، عساکره (۱۳۹۱)، اشرفی (۱۳۹۲)، عساکره و همکاران (۱۳۹۹)، از نمایه‌های صدکی برای مطالعه بارش‌های سنگین بهره گرفته‌اند. از نمایه‌های صدکی در رابطه با مطالعه بارش، بارش با آستانه صدک ۹۰ (R90p)، بارش با آستانه صدک ۹۵ (R95p) و بارش با آستانه صدک ۹۹ (R99p) هستند که به ترتیب روز مرطوب، خیلی مرطوب و فوق‌العاده مرطوب نامیده می‌شوند (Alexander et al, 2006). پس از محاسبه مقادیر صدک‌های مذکور (آستانه)، روزهای توأم با بارش برابر یا بیش‌تر از آستانه شناسایی شد. با شناسایی روزهای همراه با بارش سنگین، امکان بررسی فراگیری بارش‌های سنگین برای هر ۳ آستانه فراهم گردید.

۲- یکی از ویژگی‌های سامانه‌های همدید قوی، مهیا کردن شرایط برای تکوین بارش‌های سنگین در مقیاس مکانی گسترده است. اما گستره مکانی که به عنوان گستره فراگیر تلقی شود، می‌تواند منشا اختلاف نظر صاحب‌نظران باشد. در پژوهش حاضر به منظور تعیین آستانه برای تعریف «گستره فراگیر بارش» در این پژوهش مراحل زیر انجام گردید.

الف: در گام اول میانگین سطح دریافت کننده بارش برای هر یک از روزهای سال محاسبه شد. به این صورت که ابتدا مساحت منطقه بارشی در تمامی روزهای دوره آماری محاسبه و سپس میانگین مساحت برای ۳۶۵ روز سال به دست آمد.

ب: در گام دوم مساحت سطح دریافت کننده بارش در هر یک از روزهای سال با میانگین روز متناظر با آن مقایسه و

مساحت سطح دریافت کننده بارش سنگین برای تمامی روزهایی که بارش سنگین فراگیر داشته‌اند در تمامی گروه‌ها اندازه‌گیری می‌شود. در گام بعدی، میانگین مساحت برای هر یک از گروه‌ها محاسبه و روزی که نزدیک‌ترین مقدار مساحت سطح دریافت کننده بارش سنگین را به میانگین به دست آمده (برای گروه) داشته باشد به‌عنوان روز نماینده آن گروه (الگو) اختیار می‌شود.

برای شناخت منابع رطوبتی سامانه‌های باران‌زا باید وزش رطوبت (شار رطوبت) مورد بررسی قرار گیرد. وزش رطوبت را می‌توان به صورت زیر محاسبه نمود (مسعودیان و همکاران، ۱۳۹۱: ۱۵۴):

$$MFC = -\left(u \frac{\partial q}{\partial x} + v \frac{\partial q}{\partial y}\right) \quad (3)$$

سرعت قائم هوا (امگا) از مهم‌ترین فراسنج‌های تحلیل سینوپتیک برای پدیده‌های جوی نظیر بارش‌های سنگین محسوب می‌شود. با استفاده از این فراسنج سرعت صعود یا نزول هوا سنجیده می‌شود. مقادیر منفی امگا نشان دهنده‌ی صعود و مقادیر مثبت آن نشان دهنده‌ی نزول هوا می‌باشند. بنابراین می‌توان دریافت که نواحی منفی در نقشه‌های امگا منطبق بر بیشینه بارش هستند (قوبدل، ۲۰۱۰: ۱۸۲).

### ۳- بحث

#### ۳-۱- طبقه‌بندی الگوهای جوی توأم با بارش‌های سنگین

همان‌طور که پیش‌تر گفته شد، با ملاک‌های به‌کار گرفته شده در این مطالعه، ۱۶۰ روز توأم با بارش سنگین فراگیر انتخاب و جهت سهولت مطالعه با استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای باینری دسته‌بندی گردید. شکل (۲) دارنمای به‌دست آمده از تحلیل خوشه‌ای را نشان می‌دهد.

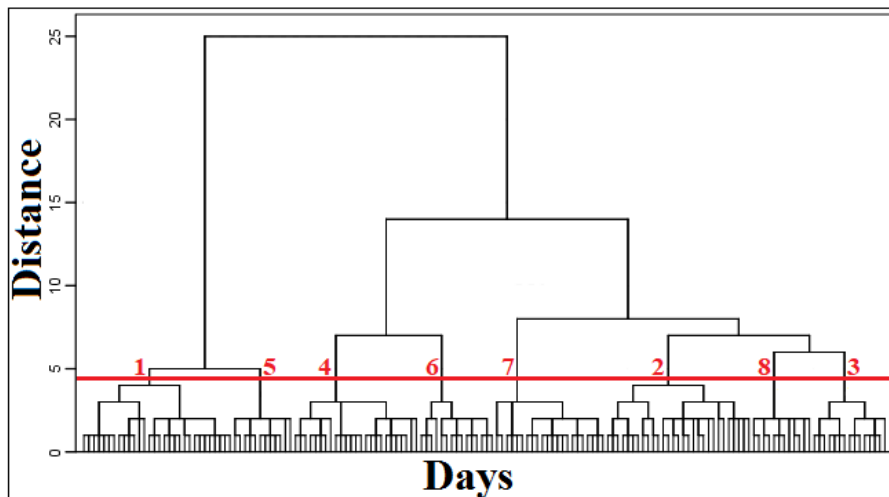
و بی‌نهایت متغیر است. یعنی  $0 \leq e_{jk} \leq \infty$  می‌باشد. در این روش طی هر مرحله از تجزیه، کمبود اطلاعاتی که در اثر دسته‌بندی روزها در دسته‌ها به وجود می‌آید را می‌توان توسط کل مجموع مربعات انحرافات هر نقطه از میانگین دسته‌ای که به آن تعلق دارد، به‌دست آورد. در هر مرحله دو دسته‌ای که ادغام آنها سبب کمینه نمودن مجموع مربعات خطا<sup>۱</sup> (ESS) شود با هم ترکیب می‌شوند. مقدار ESS از طریق فرمول زیر به‌دست می‌آید (فرشادفر، ۱۳۸۴: ۵۹۲):

$$E.S.S = \sum_{j=1}^k \left[ \sum_{i=1}^{n_j} X_{ij}^2 - \frac{1}{n_j} \left[ \sum_{i=1}^{n_j} X_{ij} \right]^2 \right] \quad (2)$$

در رابطه فوق  $X_{ij}$  امتیاز یا نمره روز  $i$  ام در دسته  $j$  ام است،  $k$  تعداد کل دسته‌ها در هر مرحله،  $n_j$  تعداد روزها در هر دسته  $j$  ام است.

پس از تعیین تعداد الگوها، مسئله مهم بعدی تعیین روزهای نماینده برای هر کدام از الگوهاست. برای تعیین روزهای نماینده استفاده از روش همبستگی متداول است. به این صورت که میان روزهای هر کدام از الگوها ضریب همبستگی (معمولاً همبستگی پیرسون) محاسبه شده و روزی که با تعداد بیشتری از روزها همبستگی بالاتر از یک آستانه داشته باشد به‌عنوان روز نماینده انتخاب می‌شود. این روش اولین بار برای یافتن الگوی ۴۴۵ روز زمستانی در ایالات متحده توسط Lund (1963) مورد استفاده قرار گرفت و منجر به شناسایی ۱۰ نوع آب‌وهوا گردید.

در این پژوهش علاوه بر روش مذکور از میانگین مساحت هر گروه نیز برای یافتن روز نماینده استفاده و نتایج به‌دست آمده از ۲ روش با هم مقایسه می‌شود. برای انتخاب روز نماینده از طریق روش همبستگی، ضریب ۰/۵ به عنوان آستانه، انتخاب و روزی که با تعداد بیش‌تری از روزها همبستگی بالاتر از ۰/۵ داشت به عنوان روز نماینده انتخاب گردید. همچنین برای به‌کارگیری روش میانگین، ابتدا



شکل ۲- دارنمای حاصل از تحلیل خوشه‌ای باینری روزهای بارش سنگین فراگیر

درون‌گروهی کم‌تری داشته باشند به عنوان تعداد الگوی بهینه انتخاب گردید. فرایند شرح داده شده با آزمون و خطا انجام گردید. همان‌طور که مشاهده می‌شود ۱۶۰ روز مورد مطالعه در ۸ گروه (الگو) جای گرفته‌اند. الگوی دوم بیش‌ترین و الگوهای پنجم و هشتم کم‌ترین روزها را در خود جای داده‌اند (جدول ۱). جدول (۳) فراسنج‌های مکانی بارش در روزهای نماینده انتخابی از روش‌های همبستگی و میانگین مساحت را نشان می‌دهد.

تعیین تعداد گروه‌ها (الگوها) در تحلیل خوشه‌ای براساس بیشینه بودن شباهت اعضای گروه‌ها صورت می‌گیرد. بنابراین تعداد گروه‌ها باید به گونه‌ای تعیین شود که اعضای هر گروه بیش‌ترین شباهت را به یکدیگر و اعضای هر گروه با اعضای گروه‌های دیگر بیش‌ترین تفاوت را داشته باشند. در این پژوهش به منظور دستیابی به تعداد بهینه‌ی الگوها، واریانس درون‌گروهی به عنوان ملاک در نظر گرفته شد. به این صورت که تعداد الگویی که اعضای گروه‌ها واریانس

جدول ۱- تعداد روزها و میانگین مساحت نواحی بارش سنگین الگوها

الگوی اول	الگوی دوم	الگوی سوم	الگوی چهارم	الگوی پنجم	الگوی ششم	الگوی هفتم	الگوی هشتم	
۳۰	۲۹	۱۵	۲۵	۱۲	۱۵	۲۲	۱۲	تعداد روزها
۲۰/۳	۲۵/۱	۱۸/۳۶	۲۲/۳۴	۲۲/۴۱	۲۳/۹۳	۲۲/۶۷	۲۲/۳۴	میانگین مساحت

بر اساس هر دو روش را نشان می‌دهد. در ادامه روزهای انتخاب شده از هر دو روش مورد بررسی و مقایسه قرار می‌گیرد.

به‌منظور انتخاب روزهای نماینده برای الگوها از روش‌های همبستگی و میانگین سطح دریافت‌کننده بارش سنگین استفاده شد. جدول (۲) تاریخ روزهای نماینده انتخاب شده

جدول ۲- تاریخ و مساحت نواحی بارشی روزهای نماینده منتخب بر اساس روش‌های همبستگی و میانگین مساحت

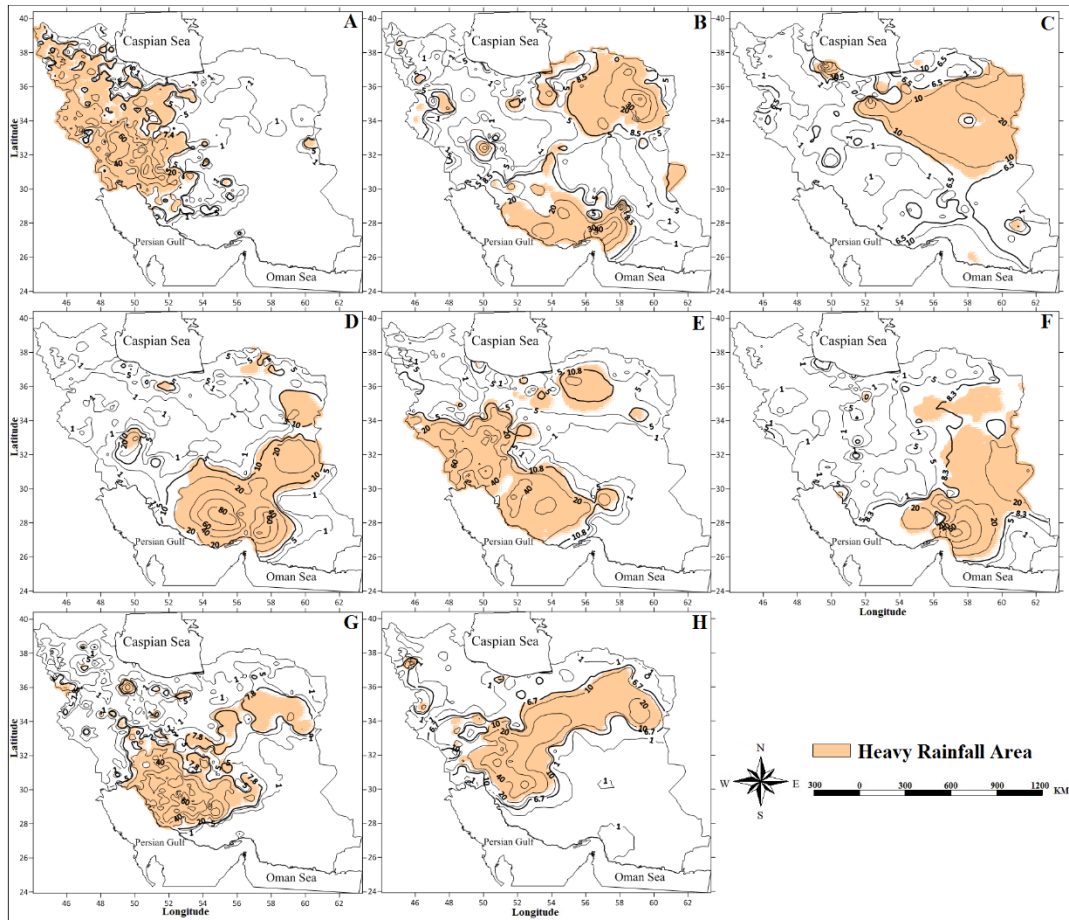
	روز نماینده حاصل از روش میانگین مساحت			روز نماینده حاصل از روش همبستگی		
	تاریخ روز نماینده	مساحت پهنه بارش	مساحت پهنه بارش سنگین	تاریخ روز نماینده	مساحت پهنه بارش	مساحت پهنه بارش سنگین
الگوی اول	۱۳ ژانویه ۲۰۰۴	۵۱/۲۶	۱۹/۹۸	۴ فوریه ۲۰۰۷	۵۸/۴۲	۲۰/۱۸
الگوی دوم	۷ مارس ۱۹۹۱	۷۹/۸۲	۲۳/۸۵	۲۵ مارس ۱۹۷۶	۷۵	۲۲/۲۵
الگوی سوم	۵ فوریه ۱۹۹۳	۶۹/۶۰	۳۴/۸۸	۲۴ آوریل ۱۹۹۵	۸۴/۸۴	۲۷/۹۸
الگوی چهارم	۱۹ فوریه ۱۹۷۴	۷۵/۲۲	۲۲/۲۷	۲۳ مارس ۱۹۸۴	۶۶/۸۶	۱۸/۳۳
الگوی پنجم	۲۲ دسامبر ۱۹۹۲	۶۸/۲۲	۲۴/۵۸	۱۲ دسامبر ۱۹۹۵	۷۳/۷۱	۲۲/۰۹
الگوی ششم	۱۱ فوریه ۱۹۸۰	۶۸/۳۹	۲۷/۴۵	۱۷ مارس ۱۹۷۲	۶۰/۷۴	۲۳/۳۸
الگوی هفتم	۲۵ ژانویه ۱۹۷۵	۷۱/۳۴	۲۳/۷۳	۲۵ ژانویه ۱۹۷۵	۷۱/۳۴	۲۳/۷۳
الگوی هشتم	۸ ژانویه ۲۰۰۴	۵۷/۹۳	۱۸/۴۰	۱۸ ژانویه ۱۹۹۹	۷۰/۵۵	۲۲/۶۷

## ۳-۲- انتخاب روزهای نماینده به روش

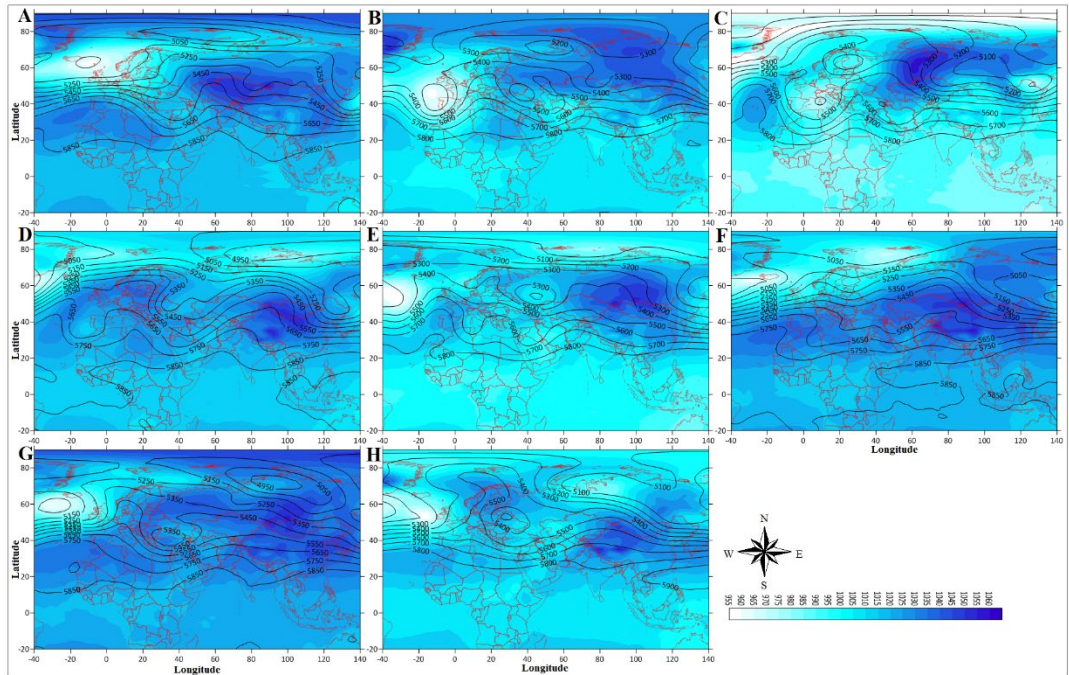
## همبستگی

شکل (۳) نقشه هم‌باران و گستره توأم با بارش سنگین فراگیر، شکل (۴) نقشه فشار تراز دریا (طیف رنگی پس زمینه) و ارتفاع سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال، شکل (۵) نقشه شار همگرایی رطوبت و شکل (۶) نقشه امگا برای روزهای نظیر را نشان می‌دهد. بررسی‌های انجام شده حاکی از ورود سامانه‌های کم‌فشار به کشور و فراهم کردن شرایط ناپایداری و بارش در روزهای مورد نظر می‌باشد. مطالعه کیانی و همکاران (۱۳۹۹) نیز نشان داد که بارش‌های سنگین زمستانه در ایران (به‌ویژه در غرب) ناشی از تضعیف پرفشار مستقر در ایران و جایگزینی آن با سامانه‌های کم‌فشار تراز دریا و رطوبت‌رسانی دریای مدیترانه و دریای سرخ هستند. در روزهای انتخابی در ۶ الگو (الگوهای اول، دوم، چهارم، پنجم، ششم و هشتم) زبانه‌ای از کم‌فشار سودانی با گذر از روی خلیج عدن و عربستان و از جهات غرب، شمال‌غرب و یا جنوب وارد کشور شده و در سطح وسیعی ایجاد بارش کرده است. درصدی از سطح دریافت‌کننده بارش نیز بارش سنگین است. در تمامی این ۶ الگو، پرفشاری بر روی تبت (در الگوهای چهارم، پنجم و ششم، بر روی تبت و غرب مغولستان) تشکیل شده و پربندهای انتهایی و یا زبانه‌ای از آن از سمت شرق، شمال شرق یا جنوب شرق وارد کشور شده‌اند. در الگوهایی که پربندهای انتهایی از سمت جنوب‌شرقی وارد کشور می‌شوند، حرکت واچرخندی آن موجب انتقال رطوبت از دریای عرب، دریای عمان و گاهی اوقات خلیج فارس به کشور می‌شود. از طرف دیگر رطوبت دریای سرخ، خلیج عدن، دریای عرب و خلیج فارس از طریق حرکت چرخندی کم‌فشار سودانی نیز به سمت ایران روانه شده است. این مسئله را می‌توان به وضوح در نقشه همگرایی شار رطوبت مشاهده نمود (شکل ۵). البته مطالعه

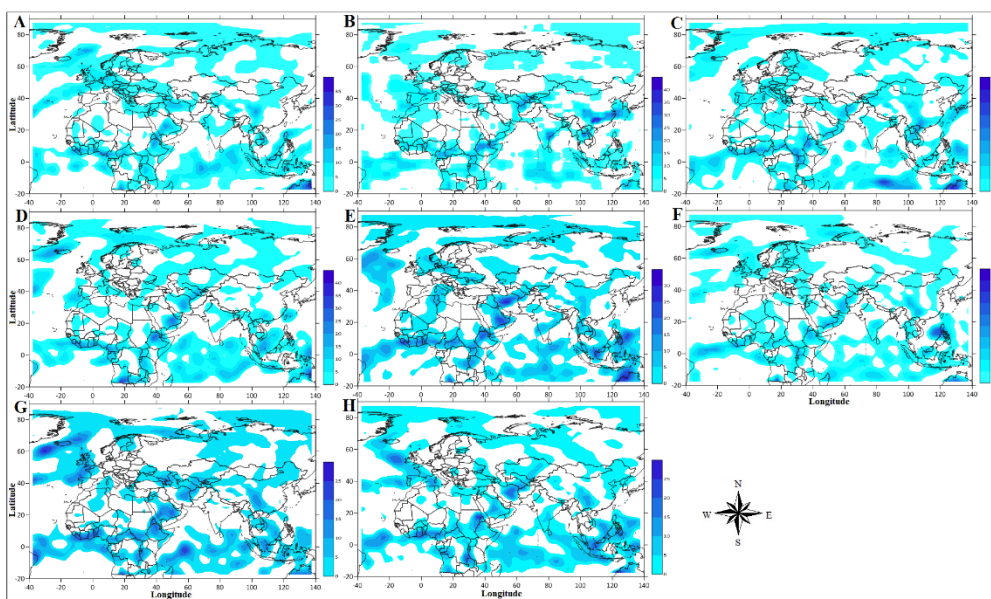
رحیمی و همکاران (۱۳۸۹) حرکت روبه شرق و تقویت فرود مدیترانه و حرکت رو به عرض‌های پایین تاوه قطبی را در ایجاد بارش‌های سنگین رخ داده در الگوی ششم موثر دانسته‌اند. نکته قابل توجه در مورد الگوی ششم این که بارش سنگین در این الگو در شرق و جنوب‌شرق اتفاق افتاده است. بسیاری از پژوهشگران منبع رطوبتی بارش‌های این ناحیه را منابع آبی شرقی مانند اقیانوس هند می‌دانند. برای مثال لشکری و خزائی (۱۳۹۳) طی مطالعه‌ای دریافتند که خلیج بنگال و دریای عرب منبع تامین رطوبت بارش‌های سنگین جنوب‌شرق کشور هستند. در الگوی دوم یک کم‌فشار بر روی شمال‌شرق کشور دیده می‌شود که به نظر می‌رسد ادامه کم‌فشار مستقر بر روی دریای عرب بوده و از رطوبت آن تغذیه می‌شود. پرفشار تبت و روسیه نیز به‌صورت مانع عمل کرده و موجب ریزش باران توسط این کم‌فشار می‌شوند. در الگوی سوم کم‌فشاری از جنوب‌شرق وارد کشور شده است. از طرف دیگر نواحی شمالی کشور از شمال‌غرب تا شمال‌شرق تحت تاثیر پربندهای انتهایی پرفشاری است که در غرب روسیه واقع است و به‌شکل مانع، موجب صعود توده کم‌فشار جنوب‌شرقی شده و ریزش باران را به دنبال داشته است. رطوبت این کم‌فشار از طریق دریای عرب، دریای عمان و خلیج فارس تامین می‌شود. البته لازم به ذکر است که مطالعه مسعودیان و جعفری شندی (۱۳۹۳) نشان داده است که واچرخند سبیری، واچرخند دریای سیاه، فرود سرخ و خلیج فارس در ارتباط با بارش‌های این ناحیه هستند. در الگوی هفتم یک کم‌فشار بر روی گرجستان دیده می‌شود که با کم‌فشار سودان ادغام شده و از این طریق تغذیه رطوبتی می‌شود. پرفشار تبت نیز مانع حرکت شرق‌سوی این کم‌فشار شده و موجبات بارندگی را فراهم کرده است. مسعودیان و کارساز (۱۳۹۳) دریافتند که فرود منتهی‌الیه شرق مدیترانه در ایجاد بارش‌های سنگین زاگرس جنوبی نقش مهمی ایفا می‌کند.



شکل ۳- نقشه هم‌بارش و گستره دریافت کننده بارش سنگین روزهای نماینده الگوهای بارش سنگین فراگیر بر اساس روش همبستگی

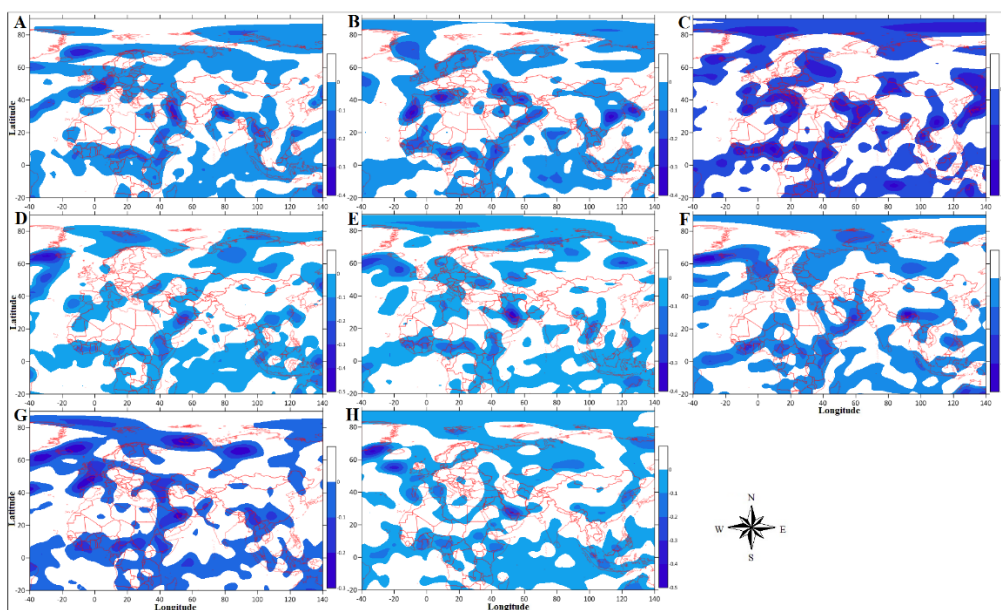


شکل ۴- نقشه فشار سطح دریا (طیف آبی پس زمینه) و ارتفاع سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال برای روزهای نماینده الگوهای بارش سنگین فراگیر بر اساس روش همبستگی



شکل ۵- نقشه شار همگرایی رطوبت در تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال برای روزهای نماینده الگوهای بارش سنگین فراگیر بر اساس روش

#### همبستگی



شکل ۶- نقشه امگای سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال برای روزهای نماینده الگوهای بارش سنگین فراگیر بر اساس روش همبستگی

جدول ۳- فراسنج‌های مکانی بارش در روزهای نماینده انتخابی از روش‌های همبستگی و میانگین مساحت

روز نماینده حاصل از روش میانگین مساحت				روز نماینده حاصل از روش همبستگی				
کشیدگی	چولگی	بیشینه	میانگین	کشیدگی	چولگی	بیشینه	میانگین	
۴/۰۶	۲/۰۶	۸۳/۷	۸/۲	۷/۴	۲/۶	۸۶/۹	۷/۴	الگوی اول
۵/۹	۱/۴	۶۷/۴	۷/۹	۱/۵	۱/۴	۵۳/۱	۸/۵	الگوی دوم
۲/۰۵	۱/۴	۵۱/۱	۵/۸	۲/۶	۱/۴	۵۷/۲	۶/۵	الگوی سوم
۴/۹	۲/۲	۸۶/۱	۹/۷	۶/۲	۲/۴	۹۰/۸	۱۰	الگوی چهارم
۲/۲	۱/۷	۷۴/۲	۹/۸	۲/۷	۱/۸	۸۶/۹	۱۰/۸	الگوی پنجم
۹/۷	۲/۷	۹۶/۳	۸/۳	۹/۷	۲/۷	۹۶/۳	۸/۳	الگوی ششم

۳/۶	۱/۹	۷۰/۹	۷/۹	۷/۵	۲/۸	۹۴/۱	۷/۸	الگوی هفتم
۵/۷	۲/۰۷	۸۴/۳	۷/۷	۵/۷	۲/۲	۷۳/۹	۶/۷	الگوی هشتم

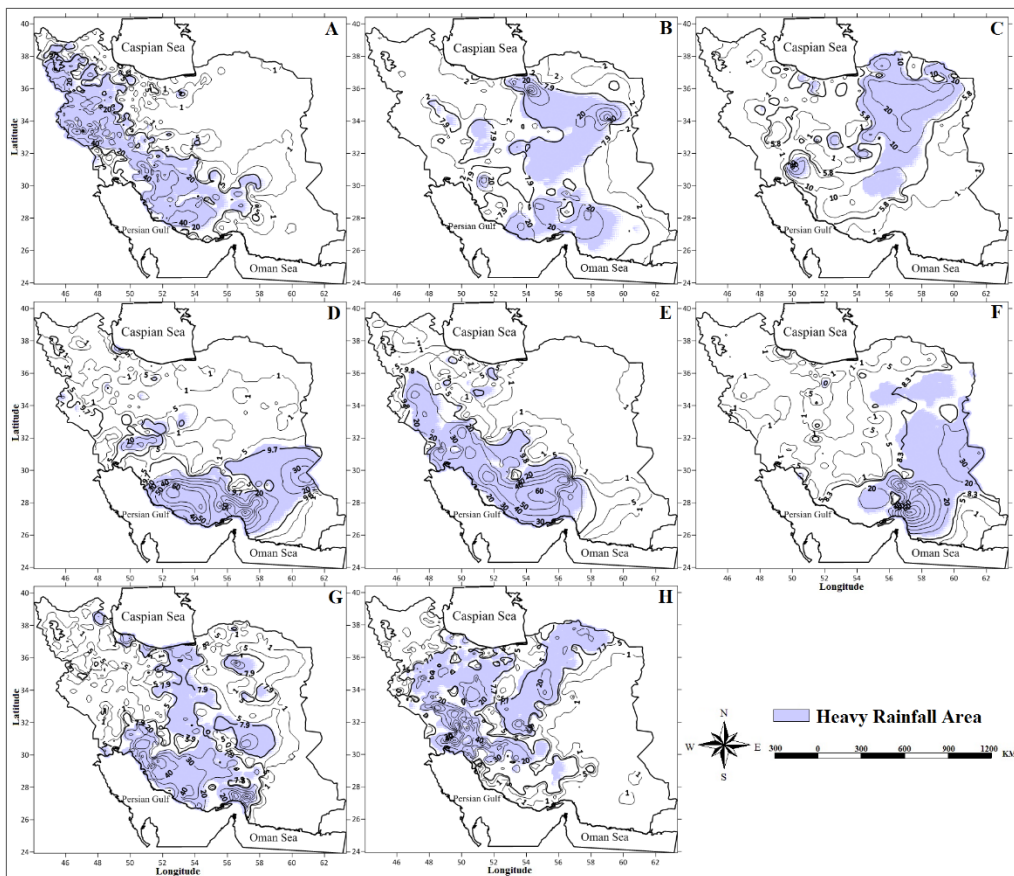
### ۳-۲- انتخاب روزهای نماینده به روش میانگین

#### مساحت

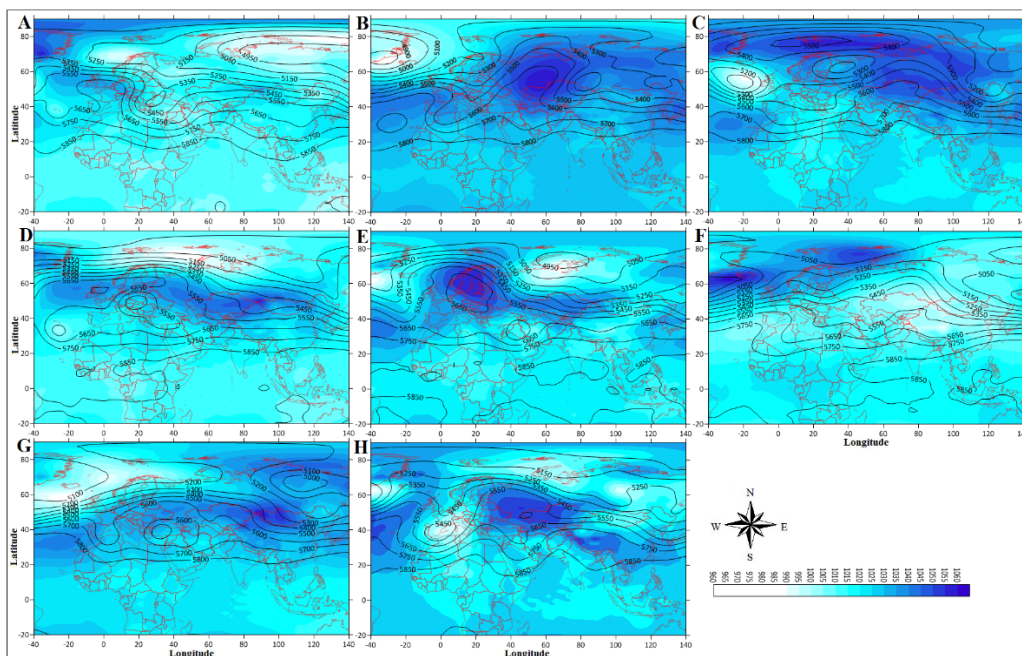
شکل (۷) نقشه هم‌باران و سطح ناحیه بارش سنگین فراگیر و شکل (۸) نقشه توزیع فشار تراز دریا (طیف رنگی پس زمینه) و ارتفاع سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال، شکل (۹) نقشه شار همگرایی رطوبت و شکل (۱۰) نقشه امگا برای روزهای نماینده به دست آمده از روش میانگین مساحت را نشان می‌دهد. بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که در روزهای انتخابی از روش میانگین مساحت در ۴ الگو (الگوهای اول، چهارم، ششم و هفتم) زبانه‌ای از کم‌فشار شکل گرفته بر روی سودان و اتیوپی از سمت شمال غرب، غرب و جنوب وارد کشور شده است. در سمت شرق بر روی تبت (و در مواردی بر روی مغولستان، قزاقستان و تبت) پرفشاری شکل گرفته است و بخش‌هایی از کشور را تحت تاثیر قرار می‌دهد. این تاثیر گاهی به صورت مانعی در مسیر حرکت شرق سوی کم‌فشار بوده و گاهی نیز به صورت انتقال رطوبت از دریای عرب و دریای عمان و خلیج فارس توسط حرکت واچرخندی پربندهای انتهایی می‌باشد (شکل ۸). مطالعه براتی و همکاران (۱۳۹۱) نیز نشان داد که وجود واچرخند در غرب و شرق سامانه بارش‌زا حرکت شرق سوی سامانه را کند کرده و این کندی حرکت به تقویت تغذیه رطوبتی سامانه بارش‌زا منجر می‌شود. در الگوی اول رطوبت مورد نیاز بارندگی از دریای مدیترانه، دریای سرخ، خلیج فارس و تا حدودی دریای سیاه تامین شده است. در الگوهای چهارم و هفتم نیز رطوبت از سمت دریای سرخ و تا حدودی خلیج فارس و نیز مدیترانه منتقل شده است. نکته جالب توجه این که در برخی از الگوها کم‌فشار شکل گرفته بر روی سودان و اتیوپی یک کم‌فشار گسترده بوده و

بخش‌های وسیعی از آفریقا را تحت سیطره دارد. گستردگی کم‌فشار مذکور موجب می‌شود تا از اقیانوس اطلس در حوالی عرض جغرافیایی صفر درجه در غرب آفریقا رطوبت اخذ کرده و از روی آفریقا، خلیج عدن و خلیج فارس به سمت ایران روانه می‌کند.

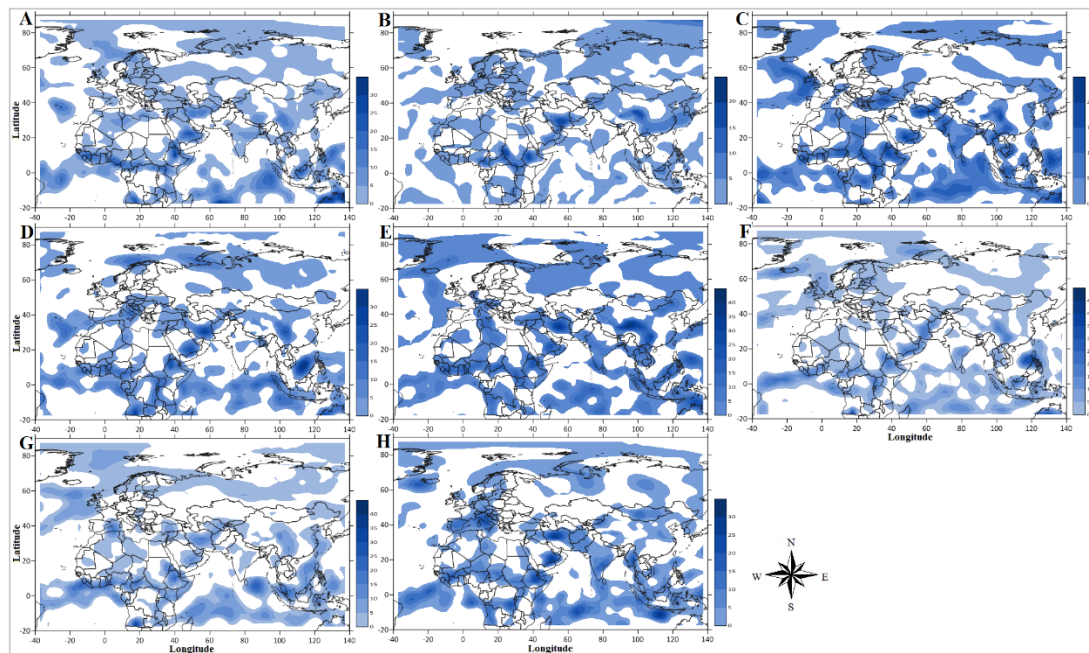
در الگوی دوم نیمه جنوبی کشور تحت حاکمیت کم‌فشار قرار دارد. به نظر می‌رسد این کم‌فشار حاصل ادغام مراکز کم‌فشار شکل گرفته بر روی آفریقا و شرق هند باشد. عمده هسته‌های بیشینه رطوبت بر روی آفریقا دیده می‌شود که از طریق تنگه باب‌المنندب و شرق عربستان رطوبت را روانه ایران کرده است. بخشی از رطوبت نیز از اقیانوس هند و خلیج فارس تامین شده است. در الگوی سوم تمامی سطح کشور تحت سیطره کم‌فشاری است که از سمت خلیج بنگال، هند و پاکستان و جنوب شرقی وارد شده است. رطوبت مورد نیاز بارندگی در این الگو از اقیانوس هند، دریای عرب و دریای عمان تامین می‌شود. در الگوی پنجم یک مرکز کم‌فشار در مرکز ایران شکل گرفته و تا عراق و عربستان نیز گسترش یافته است. به نظر می‌رسد رطوبت این کم‌فشار از شرق دریای مدیترانه و نیز خلیج عدن تامین می‌شود. احمدی و علیجانی (۱۳۹۳) نیز عمیق‌تر شدن ناوه سوریه و جابجایی پرفشار سیبری به سمت غرب را در ایجاد بارش‌های سنگین سواحل خلیج فارس دخیل می‌دانند. در الگوی هشتم قسمت‌های شرق کشور تحت تاثیر کم‌فشار شکل گرفته بر روی هند و پاکستان و قسمت‌های غربی تحت تاثیر کم‌فشار عربستان هستند. کم‌فشارهای هند و عربستان در ایران ادغام شده‌اند. رطوبت نیز از اقیانوس هند، دریای عرب در شرق و شرق مدیترانه و تا حدودی شرق دریای سیاه گسیل می‌شود.



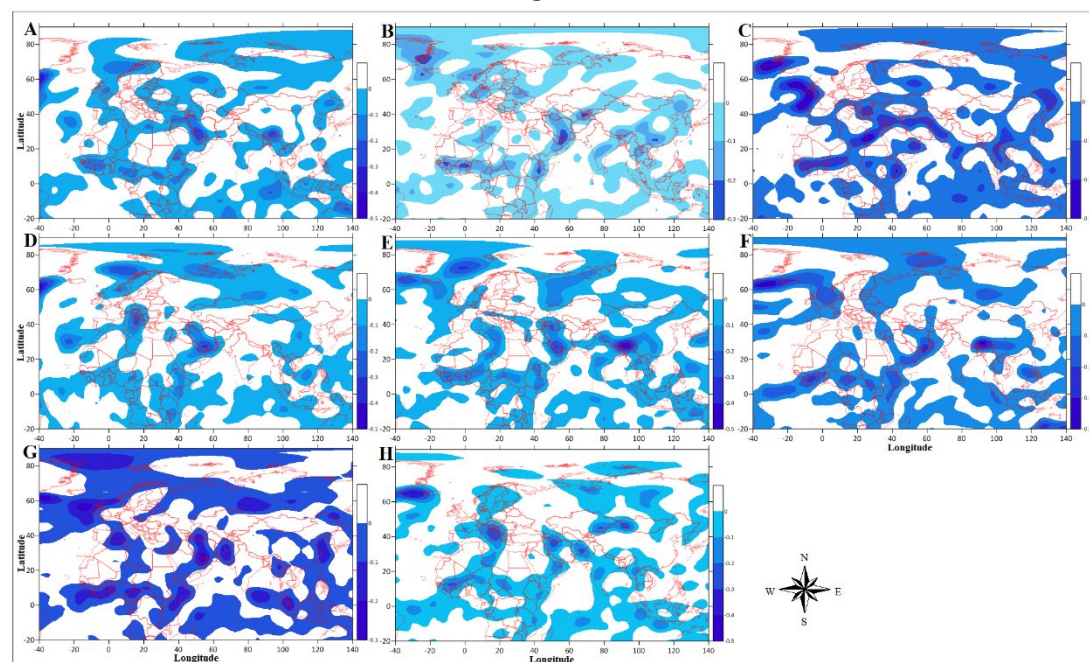
شکل ۷- نقشه هم‌بارش و سطح دریافت کننده بارش سنگین روز نماینده الگوهای بارش سنگین فراگیر بر اساس روش میانگین سطح بارش



شکل ۸- نقشه فشار سطح دریا (طیف آبی پس زمینه) و ارتفاع سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال برای روزهای نماینده الگوهای بارش سنگین فراگیر بر اساس روش میانگین سطح بارش



شکل ۹- نقشه شار همگرایی رطوبت در تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال برای روزهای نماینده الگوهای بارش سنگین فراگیر بر اساس روش میانگین سطح بارش



شکل ۱۰- نقشه امگای سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال برای روزهای نماینده الگوهای بارش سنگین فراگیر بر اساس روش میانگین سطح بارش

و ۱۰) نیز حاکی از وجود حرکات صعودی در بخش‌های دریافت‌کننده بارش می‌باشد. این حرکات صعودی در نواحی دریافت‌کننده بارش سنگین، شدیدتر بوده‌اند. لازم به ذکر است که فقط در الگوی هشتم بر اساس روش همبستگی، قسمت‌های پرباران در نواحی دارای حرکت صعودی ضعیف‌تر اتفاق افتاده‌اند.

بررسی نقشه‌های ارتفاع تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال (شکل‌های ۴ و ۸) نشان می‌دهد که در تمامی الگوها فرود عمیق یا نسبتاً عمیقی در شرق مدیترانه، دریای سرخ، عراق و عربستان و در برخی موارد بر روی ایران شکل گرفته است و نواحی دریافت‌کننده بارش اغلب در سمت شرقی فرود در ناحیه تاوایی مثبت قرار داشته‌اند. بررسی نقشه امگا (شکل‌های ۶

عنوان معیار فراگیری مورد استفاده قرار گرفت. با بررسی‌های انجام شده بر اساس آستانه‌های صدکی و نیز معیار فراگیری مشخص شد که ۱۶۰ روز بارش سنگین فراگیر طی دوره مورد مطالعه رخ داده است. روش تحلیل خوشه‌ای باینری برای شناسایی الگوهای بارش سنگین فراگیر مورد استفاده قرار گرفت و ۸ الگو شناسایی گردید. برای انتخاب روزهای نماینده روش‌های همبستگی و نیز روش میانگین مساحت هر الگو استفاده و نقشه‌های تراز دریا، ارتفاع سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال، همگرایی شار رطوبت و نقشه امگا مورد بررسی قرار گرفت. بررسی‌های انجام شده بر روی نقشه‌های مذکور نشان داد که روزهای نماینده انتخاب شده توسط روش میانگین مساحت ناحیه بارش سنگین هر الگو توانسته است روزهایی با بارش نزدیک‌تر به توزیع نرمال انتخاب کرده، نتایج بهتری ارائه دهد و شکل‌گیری بارش سنگین را توجیه کند. علاوه بر این برای هر دو نوع طبقه‌بندی حضور سامانه‌های کم‌فشار در کشور با بارش‌های سنگین و فراگیر توأم بوده است.

### منابع

- 1) Ahmadi I, Alijani B (2014) Identification of synoptic patterns causing heavy rainfall in northern coast of Persian Gulf. *Physical Geography Research Quarterly* 46(3): 4 – 5. doi: 10.22059/jphgr.2014.52132 (In Persian)
- 2) Alexander LV, Zhang X, Peterson TC, Caesar J, Gleason B, Klein Tank AMG, Haylock M, Collins D, Trewin B, Rahimzadeh F, Tagipour A, Kumar Kolli R, Revadekar JV, Griffiths G, Vincent L, Stephenson DB, Burn J, Aguilar E, Brunet M, Taylor M, New M, Zhai P, Rusticucci M, Vazquez Aguirre JL. (2006). Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. *Journal of Geophysical Research – Atmospheres* 111: D05109, DOI:10.1029/2005JD006290
- 3) Alijani B (2006) *Synoptic Climatology*, Samt Press, Second Edition Tehran, Iran (In Persian)
- 4) Alizadeh A (2009) *Principles of applied hydrology*. Imam Reza University press, Mashhad, Iran (In Persian)
- 5) Almazroui. Mansour, Dambul. Ramzah, Nazrul Islam. Md and Jones. P.D (2015),

جدول (۳) مقادیر فراسنج‌های چولگی و کشیدگی برای روزهای نماینده حاصل از ۲ روش مورد استفاده را نشان می‌دهد. ضرایب چولگی و کشیدگی نشان دهنده‌ی شکل توزیع داده‌هاست و هر چه این ضرایب کوچک‌تر باشند شباهت توزیع داده‌ها به توزیع نرمال بیش‌تر خواهد بود. با اندکی دقت می‌توان دریافت که مقادیر محاسبه شده برای روش میانگین مساحت در اغلب الگوها کوچک‌تر از مقادیر محاسبه شده برای روش همبستگی است. بنابراین می‌توان این‌طور بیان کرد که توزیع داده‌های بارش در روزهای به دست آمده از روش میانگین مساحت شباهت بیشتری به توزیع نرمال دارند. شباهت داده‌ها با توزیع نرمال بدین معناست که این داده‌ها قابلیت مطالعه‌ی بالاتری داشته و رفتاری قانون‌مندتر از خود بروز می‌دهند. همچنین این نوع از داده‌ها قابلیت پیش‌بینی با خطای کم‌تری نیز دارند. بنابراین بررسی‌های انجام شده حاکی از برتری نسبی روش میانگین مساحت ناحیه بارش سنگین هر الگو در انتخاب روز نماینده نسبت به روش همبستگی می‌باشد. از طرف دیگر در روزهای انتخابی توسط روش همبستگی، اغلب الگوها به کم‌فشار سودانی نسبت داده شده و نقش سایر عوامل، کم‌رنگ و یا نادیده گرفته شده است. برای مثال در این روش نقش اقیانوس هند در تأمین رطوبت بارش‌های سنگین شرق و جنوب شرق کشور بسیار کم‌رنگ بوده است. در صورتی که در روزهای نماینده انتخاب شده بر اساس روش میانگین مساحت، آرایش و چیدمان مراکز فشار به گونه‌ای است که تعادل نسبی در نقش عوامل موجد بارش سنگین برقرار شده است.

### ۴- نتیجه‌گیری

برای انجام این تحقیق از داده‌های شبکه‌ای بارش طی سال آبی ۱۹۷۲-۱۹۷۱ تا سال آبی ۲۰۱۶-۲۰۱۵ استفاده شد و ماتریس داده‌های روزانه با ابعاد ۱۶۲۰۳ یاخته در ۱۶۴۳۶ روز شکل گرفت. در این پژوهش بارش‌های سنگین فراگیر ایران زمین مورد مطالعه قرار گرفته است. برای این منظور و برای شناسایی روزهای توأم با بارش سنگین از صدک‌های ۹۰، ۹۵ و ۹۹ به عنوان آستانه استفاده شد. صدک ۷۵ آنومالی‌های مثبت مساحت روزهای بارش سنگین نیز به

- semi-arid and arid regions of Iran, Desert, No 20 (In Persian)
- 16) Farshadfar E (2005), *Multivariate Principles and Procedures of Statistical*, taghe-bustan press, second edition (In Persian)
  - 17) Fatahi I, HejaziZadeh Z (2006) *Temporal and Spatial Air Masses and its Application in Monitoring Dry and Wet Periods (Spells) in Southwest Basins of Iran*. *Geographical Research* 21: N 81 (In Persian)
  - 18) Ghaedi, S., Movahedi, S., Masoodian, A., Rahimi, D. (2012). *The Impact of Red Sea Trough on Iran Precipitation. Geography and Environmental Sustainability*, 1(1), 63-78 (In Persian)
  - 19) Ghavi Del, Y (2010), *Display and Describe Sinoptic climate by Usind Grads Soft Ware*, Soha Danesh Press, First Edition (In Persian)
  - 20) HejaziZadeh, Z., & Jahfarpoor, Z., & Parvin, N. (2008). *The Study and Recognition 500 hpa Level Synoptic Patterns Generating of Spread and Destroy Floods Over Urmia Lake Basin*. *Journal of Geographical Sciences*, 7(10), 125-156 (In Persian)
  - 21) Heydari H (1999) *Analysis of climatic elements in Iran for determining a classification pattern*, PHD thesis, Tarbiyat Modarres University (In Persian)
  - 22) Kavyani M R; Alijani B (2001) *The foundations of climatology*. Samt Press, Tehran, Iran (In Persian)
  - 23) kiani, M., Lashkari, H., Ghaemi, H. (2020). *Synoptic analysis of winter (DJF) extreme rainfall in western Iran. Researches in Earth Sciences*, 11(3), 223-244. doi: 10.52547/esrj.11.3.223 (In Persian)
  - 24) Lashkari H; Khazaie M (2014) *Synoptic analysis of heavy rainfalls in Sistan & Baluchestan*. *Sepehr* 90: 70 – 79 (In Persian)
  - 25) Lund. Iver. A (1963), *Map-Pattern Classification by Statistical Methods*, *Journal of Applied Meteorology*, Vol 2, 56-65, DOI: [https://doi.org/10.1175/1520-0450\(1963\)002<0056:MPCBSM>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0450(1963)002<0056:MPCBSM>2.0.CO;2)
  - 26) Masoodian S; Jafari Shendi F (2015) *The Relationship between Synoptic Systems Influencing Heavy Rainfall in the Northern Low Rainfall Region*. *Geography and Planning* 50: 305 – 331 (In Persian)
  - 27) Masoodian S; Karsaz S (2015) *Synoptic analysis of thickness patterns at the time Atmospheric circulation patterns in the Arab region and its relationships with Saudi Arabian surface climate: A preliminary assessment*, *Atmospheric Research* 161–162,P 36–51
  - 6) Asakereh H (2011) *Foundations of statistical climatology*. Zanjan University Press, Zanjan, Iran (In Persian)
  - 7) Asakereh H (2012) *Frequency distribution change of extreme precipitation in Zanjan City*. *Geography and Environment Planning* 23:51-66 (In Persian)
  - 8) Asakereh, H, Khosh Raftar, R and Sotudeh, F (2012), *Analysis the Relation of Synoptic Patterns with Daily Heavy Precipitation in Guilan Province During September (1976 – 2005)*, *Physical Geography Research Quarterly*, Vol 44, N 80, p 51 – 66 (In Persian)
  - 9) Asakereh, Hossein, Masoudian Seyed Abolfazl and Tarkarani, Fatemeh (2020), *Long - term trend detection of annual precipitation over Iran in relation with changes in frequencies of daily extreme precipitation*, *Journal of geography and environmental hazard*, Vol 9, N 36, [https://doi: 10.22067/geoeh.2021.67028.0](https://doi:10.22067/geoeh.2021.67028.0)
  - 10) Asakereh, Hossein, Tarkarani, Fatemeh and Soltani, soghra (2013), *On Tempo-Spatial Characters of Extreme Daily Precipitation of Northwest of Iran*, *Iran-Water Resources Research*, Vol 8, No 3.
  - 11) Ashrafi, Saeideh (2013), *Regionalization of very heavy rainfall cycles in Sistan & Balouchestan*, *Geographic Notion*, Vol 7, No 13.
  - 12) Balyani, Saeed and Saligheh, Mohammad (2016), *The Analysis and Extraction of Daily Heavy Rainfall Lead Atmospheric Patterns in Northern Portion of Persian Gulf (Helle and Mond Sub Basin)*, *Journal of Spatial Analysis Environmental hazards*, Vol 3, N 2, P 79 – 98 (In Persian)
  - 13) Barati, G., Bodagh Jamali, J., Maleki, N. (2012). *Anticyclones and Heavy Rainfalls over Western Iran*. *Physical Geography Research Quarterly*, 44(2), 85-98. doi: 10.22059/jphgr.2012.29208
  - 14) Boucher K, translated by bohlool Alijanin (2006), *Global climate (volume 2) Subtropical region*, Samt press (In Persian)
  - 15) Farifteh, J (1987), *Climatic classification systems with emphasis on a case study in*

Spatial and temporal characteristics of wet spells in the Yangtze River Basin from 1961 to 2003, *Theor Appl Climatol* 98:107–117, DOI 10.1007/s00704-008-0099-0

- of heavy and extensive precipitations of south Zagros area. *Geography and Development* 12 (37):15 – 27, doi: 10.22111/gdij.2015.1816 (In Persian)
- 28) Masoodian SA; kavyani M R (2008) *Climatology of Iran*. Isfahan University Press. Isfahan, Iran (In Persian)
- 29) Masoodian SA; Asakereh H; Mohammadi B, Halabian A H (2012), *Atmospheric Data Analysis and Display*, Esfahan University press, First Edition (In Persian)
- 30) Michailidou, C& P. Maheras & A. Arseni-Papadimitriou & F. Kolyva-Machera & C. Anagnostopoulou (2009), A study of weather types at Athens and Thessaloniki and their relationship to circulation types for the cold-wet period, part II: discriminant analysis, *Theoretical and Applied Climatology*, 97, 179–194
- 31) Mohamadyariyan M, Tavousi T, khosravi M, Hamidiyanpour M. (2019), Zoning of Iranian Heavy Precipitation Regime, *GeoRes* 34 (2) :183-192
- 32) Nouri H; Ghayoor H; Masoodian A; Azadi M (2013) Investigation on temperature in sea- air interaction of Caspian Sea for heavy and super heavy precipitation in the southern coasts. *Geographical Research* 27:199 – 223 (In Persian)
- 33) Omidvar, K., Dehghan, H., Forodi, M. (2013). Synoptic Analysis of Floods in Bavanat Marvast River in Yazd. *Geography and Territorial Spatial Arrangement*, 3(8), 27-40. doi: 10.22111/gajj.2013.1285 (In Persian)
- 34) Rahimi D; Khoshhal J; Alizadeh T (2011) The statistical –synoptic analysis of heavy showers in arid regions of Iran: Kerman Province. *Journal of Geography and Regional Development* 14: 51-69. doi: 10.22067/geography.v8i14.8996 (In Persian)
- 35) Seyedan J and Mohammadi (1997), Climatic classification methods, *Geographical Researches*, No 45, 74 – 109 (In Persian)
- 36) Zhang. Yang, Ding. Aijun, Mao. Huiting, Nie. Wei, Zhou. Derong, Liu. Lixia, Huang. Xin, Fu. Congbin (2016), Impact of synoptic weather patterns and inter-decadal climate variability on air quality in the North China Plain during 1980-2013, *Atmospheric Environment* 124, P 119-128
- 37) Zhao. G.-J, Hörmann. G, Fohrer. N, Gao. J.-F, Zhai. J.-Q, Zhang. Z.-X (2009),