

جغرافیا و توسعه شماره ۲۶ بهار ۱۳۹۱

وصول مقاله : ۱۳۹۰/۲/۸

تأیید نهایی : ۱۳۹۰/۱۰/۴

صفحات : ۱۲۴-۱۱۳

## تحلیل سینوپتیکی بارش‌های حوضه‌های اترک و گرگان‌رود (۳۹ بارش فراگیر)

دکتر محمد باعقیده<sup>۱</sup>، دکتر علیرضا انتظاری<sup>۲</sup>، فاطمه علیمردانی<sup>۳</sup>

### چکیده

به منظور تحلیل سینوپتیکی بارش‌های حوضه‌های اترک و گرگان‌رود در شمال شرق ایران، ۳۹ روز با بارش فراگیر بیش از ۷ میلیمتر طی دوره‌ی آماری ۶ ساله (۲۰۰۲-۱۹۹۷) انتخاب شد. سپس داده‌های شبکه‌بندی شده‌ی فشارسطح دریا مربوط به (۶۵-۱۰ عرض جغرافیایی و ۸۰-۵ طول جغرافیایی) با تفکیک مکانی (۲.۵×۲.۵) درجه مربوط به روزهای منتخب بارشی از پایگاه داده (NCEP/NCAR) استخراج گردید.

بر روی این داده‌ها تحلیل عاملی و سپس تحلیل خوشه‌بندی سلسله مرتبی با روش ادغام ward انجام گرفت بر اساس این تحلیل ۶ الگوی سینوپتیکی در سطح زمین تشخیص داده شد که بر این اساس الگوهای مربوط به سطح ۵۰۰ نیز استخراج گردید. نتایج نشان می‌دهد در الگوهای سطح زمین تقابل یک مرکز پرفشار نسبتاً قوی در سمت غرب یا شمال‌غرب و مرکز کم‌فشاری در مرزهای شرقی ایران کاملاً مشهود است. علاوه بر آن الگوهای استخراج شده برای ارتفاع ژئوپتانسیل در سطح ۵۰۰ نیز همواره حضور یک فرود را بر روی ایران نشان می‌دهد.

کلیدواژه‌ها: تحلیل عاملی، الگوهای سینوپتیکی، خوشه‌بندی، حوضه‌های اترک و گرگان‌رود.

## مقدمه

اترک و گرگانرود از رودهای مهم شمال شرق کشور و حوضه‌ی آبریز دریای خزر می‌باشند. اراضی کشاورزی گسترده و حوضه‌های شهری و روستایی متعدد با جمعیت قابل توجه و همچنین سازه‌های مختلف آبی از جمله پل‌ها و سدهای متعدد در این محدوده واقع شده‌اند که از نوسانات دبی تأثیر می‌پذیرند. از آنجا که نوع و مقدار بارش نازل شده نقش تعیین‌کننده‌ای بر عکس‌العمل حوضه دارد، شناخت الگوهای سینوپتیکی غالب، می‌تواند در پیش‌بینی بارش‌های فراگیر یا بارش‌های سنگین و دبی‌های سیلابی کارآیی داشته و در برنامه‌ریزی‌ها و فعالیت‌های مختلف اقتصادی بخصوص کشاورزی، حمل و نقل، گردشگری و... لحاظ گردد. در این زمینه پژوهش‌های متعددی توسط محققان داخلی و خارجی انجام گرفته است. در بررسی سینوپتیکی بارش‌های مرتبط با سیلاب‌های بزرگ در غرب ایالت متحده که توسط روبرت<sup>۱</sup> (۱۹۸۰) انجام گرفت از تعداد ۶۱ سیل مورد بررسی ۴۱ مورد در اثر وضعیت حرکت آرام امواج کوتاه سطح ۵۰۰ به وقوع پیوسته است در این بررسی در نهایت چهار الگوی گردشی اصلی در رابطه با وقوع سیلاب‌ها ارایه شده است. روبرت (۱۹۹۸): (۷۰۶)، رابطه‌ی شرایط جوی بالا را با رخداد بارش‌های سنگین تابستان در یوتا بررسی نموده است. وی نقش عوامل سینوپتیکی را چه مستقیم و چه غیرمستقیم مهم دانسته و همچنین به این نتیجه رسیده که انتقال رطوبت از اقیانوس در ایجاد بارش‌های سنگین اهمیت فوق‌العاده‌ای دارد.

کاهان<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۰۲: ۱۶۷) اقلیم‌شناسی سینوپتیک بارش‌های سیلابی بیابان نجو در فلسطین را بررسی نموده و به این منظور در بازه‌ی زمانی (۱۹۹۴-۱۹۶۵) پس از استخراج سیلاب‌های بزرگ

(مجموعاً ۵۲ مورد) الگوهای سینوپتیکی سطح زمین، سطح ۵۰۰ و ۲۰۰ میلی‌بار برای هر روز بارشی مورد تحلیل قرار داده و در نهایت فرود دریای سرخ و کم-فشار روی سوریه به‌عنوان تأثیرگذارترین الگوها در بارش‌های منطقه معرفی شدند.

لیتمن<sup>۳</sup> (۲۰۰۰: ۱۶۱) با بهره‌گیری از روش تحلیل خوشه‌ای، داده‌های فشار و ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال را پردازش و طبقه‌بندی کرده و ارتباط تیپ‌های هوای حاصله را با بارش‌های مدیترانه بررسی نموده است. از نتایج در خور توجه این پژوهش، شناسایی ۲۰ تیپ هوای مختلف است که تا حدود زیادی پراش الگوهای بارش مدیترانه را تبیین می‌کند.

زنگویل<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۰۳: ۱۵۶۷) ارتباط بین میانگین ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ و الگوهای فشار تراز دریا را با توزیع مکانی بارش در شرق مدیترانه بررسی کرده‌اند نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که سامانه‌های همدید تأثیرگذار بر روی بارش‌های فصلی شرق مدیترانه را می‌توان در سه گروه تقسیم‌بندی نمود: در الگوی اول محور ناوه از شمال غرب به جنوب شرق در الگوی دوم از شمال به جنوب و در نمونه سوم، از شمال شرق به جنوب غرب کشیده شده است. توموزیو<sup>۵</sup> و همکاران (۲۰۰۵: ۱۹۳) ارتباط الگوهای گردشی جو بزرگ مقیاس را با تغییرپذیری مکانی بارش زمستانی در رومانی بررسی نموده‌اند.

سانتوز<sup>۶</sup> و همکاران (۲۰۰۵: ۳۳)، با بهره‌گیری از روش خوشه‌بندی رژیم‌های هوایی و ارتباط آن با بارش‌های زمستانه پرغال را مطالعه نموده‌اند.

علیجانی (۱۳۶۶: ۱۲۵)، عوامل سینوپتیکی بارش‌های ایران را در طول سال بر اساس نقشه‌های سینوپتیک سطح زمین و سطح بالا مورد بررسی قرار داده و در

3-Littmann  
4-Zangovil  
5-Tomozeio  
6-Santos

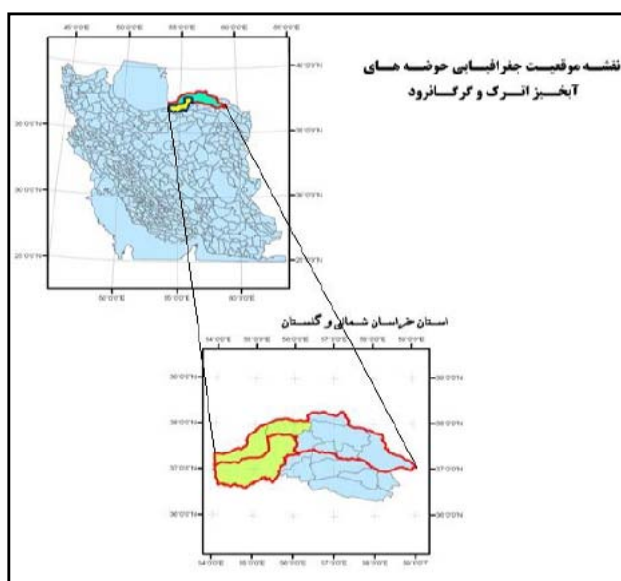
1-Robert  
2-Kahan

مسیر حرکت آن‌ها در بین نواحی بارش وجود دارد. فتح‌نیا (۱۳۸۴: ۷۲)، در تحقیق خود با عنوان مسیریابی و فرکانس‌بندی سامانه‌های بارش در غرب ایران در دوره‌ی زمانی (۱۹۹۹-۱۹۹۰) با استفاده از نقشه‌های سینوپتیک سطح زمین و تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در یک دوره ۱۰ ساله و رقومی‌سازی مراکز سیکلونی به نتایج زیر دست یافت: سامانه‌های ورودی به منطقه از نظر تعداد به ترتیب سودانی، ادغامی، مدیترانه‌ای و مونسونی بوده است. از نظر مدت بارش سامانه‌های سودانی بیشتر ۲ تا ۳ روزه، سامانه‌های ادغامی بیشتر ۳ روزه و مدیترانه‌ای بیشتر ۲ روزه بوده‌اند. سامانه‌های سودانی بارشی کمتر از ۱۰۰ میلی‌متر و سودانی بیش از ۳۰۰ میلی‌متر داشته است. سامانه‌ای سودانی در فصل پاییز و ادغامی و مدیترانه‌ای در فصل زمستان برای منطقه بارش داشته‌اند.

مرادی (۱۳۸۵: ۵۵)، به پیش‌بینی وقوع سیلاب‌ها بر اساس موقعیت‌های سینوپتیکی در ساحل دریای خزر پرداخت. ایشان با استفاده از نقشه‌های روزانه سطح زمین و ترازهای بالا طی دوره‌ی آماری ۳۰ ساله (۱۹۹۹-۱۹۷۰) به پیش‌بینی وقوع سیلاب‌ها پرداخت. نتایج حاصل بیانگر آن بود که سه نوع توده هوا شامل سیستم‌های کم فشار، چرخندها و واچرخندهای مهاجر در ریزش بارش سواحل جنوبی دریای خزر مؤثر است که شدیدترین بارش‌ها مربوط به چرخندها و واچرخندهای مهاجر است. هر گاه در ساحل جنوبی دریای خزر و در سطح زمین، پشته‌ی پرفشار کوتاه ناشی از گسترش هوای سرد در منطقه استقرار یابد و در ترازهای میانی و بالایی جو نیز ناوه وجود داشته باشد شرایط لازم برای وقوع بارش‌های شدید در منطقه مهیا می‌شود. عربی (۱۳۸۵: ۱۰)، برای تحلیل سینوپتیکی بارندگی دوره ۲۱ تا ۲۶ تیرماه ۱۳۷۸ در ایران، نقشه‌های هوای روزانه سطح زمین، ۸۵۰، ۷۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال را مورد تجزیه و تحلیل قرار داده است. بر اساس نتایج به دست آمده گسترش و نفوذ

آنها تأثیر عوامل محلی را نیز در نظر گرفته است. همچنین علیجانی (۱۳۷۲) ضمن بررسی مکانیزم‌های صعود بارندگی‌های ایران، مشخص می‌کند که اغتشاشات غربی در تمام سال به استثنای تابستان عامل غالب بوده‌اند. الگوهای سینوپتیک بارش‌های سیل‌خیز در جنوب غرب ایران نیز با استفاده از بارش‌های روزانه ۲۷ ایستگاه هواشناسی طی یک دوره‌ی زمانی ۱۷ ساله توسط لشگری (۱۳۷۵، چکیده) مورد بررسی قرار گرفت، او ابتدا بارش‌های شدید را شناسایی و سپس الگوهای حاکم بر آن‌ها را تحلیل نموده است. بر اساس نتایج تحقیق، وقوع بارش‌های سنگین و سیل‌آسا در جنوب غرب ایران، نتیجه‌ی تقویت و تشدید فعالیت مرکز کم‌فشار سودانی و منطقه‌ی همگرایی دریای سرخ و تبدیل آن به یک سیستم دینامیکی - ترمودینامیکی است.

نجانرسلویه (۱۳۷۷: ۸۵)، در تحقیق خود با عنوان الگوهای سینوپتیکی بارش‌های تابستانه جنوب شرق ایران دریافت، نفوذ زبانه کم‌فشار موسمی از سمت شرق در سطوح زیرین تروپوسفر که سبب انتقال رطوبت اقیانوس هند و خلیج بنگال می‌شود. چنانچه شرایط مساعدی برای صعود توده‌های هوای مرطوب در لایه‌های میانی تروپوسفر وجود داشته باشد بارش‌های رگباری شدیدی به وجود می‌آید. جهانبخش و همکاران (۱۳۸۰: ۲۳۴)، به منظور بررسی الگوهای سینوپتیکی بارش‌های روزانه در غرب ایران، داده‌های بارشی روزانه ۲۲ ایستگاه سینوپتیک و کلیماتولوژی طی یک دوره‌ی آماری ۲۰ ساله (۱۹۹۰-۱۹۷۱) را با استفاده از روش تحلیل عاملی، ناحیه‌بندی کرد که بر طبق آن پنج ناحیه بارش روزانه مشخص شد. سپس الگوهای سینوپتیک حاکم بر هر کدام از نواحی بارشی فوق را در دو سطح ۵۰۰ و سطح زمین مورد تجزیه و تحلیل قرار داد. نتایج حاصل نشان داده که اختلافات معنی‌داری در الگوی مراکز کم‌ارتفاع فرود موج کوتاه محور فرود و مراکز کم‌فشار، شدت فعالیت، فراوانی وقوع و



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی منطقه (حوضه های اترک و گرگانرود)  
مأخذ: نویسندگان

## مواد و روش ها

### تنظیم داده ها

در همه‌ی مطالعات سینوپتیکی دو رویکرد اصلی وجود دارد. این دو رویکرد را می‌توان رویکرد گردش به محیط و محیط به گردش نامید. تفاوت این دو رویکرد با یکدیگر در روشی است که الگوهای گردشی و محیط سطحی با یکدیگر مرتبط می‌شوند.

در رویکرد گردش به محیط، داده‌های محیطی بر اساس الگوهای گردشی ارزیابی می‌شوند. اما در رویکرد محیطی به گردشی، الگوهای گردشی باید معیارهایی را کنند (مسعودیان، ۱۳۸۵: ۴۸). در این تحقیق از روش همدیدی محیط به گردش<sup>۱</sup> در حکم اصل اولیه استفاده شده است. از بین ایستگاههای موجود، ۵ ایستگاه سینوپتیک انتخاب شدند. علت انتخاب این ایستگاهها، قدیمی بودن آنها و به تبع کامل بودن آمار بارشی برای دوره ۲۰۰۲-۱۹۹۷ و همچنین توزیع مکانی مناسب آنها بوده است. در جدول (۱) مشخصات آنها ذکر شده است.

سیستم کم‌فشار مونسون از سمت جنوب و جنوب‌شرق در فصل گرم سال باعث ورود رطوبت اقیانوس هند به داخل کشور شده و سیستم‌های پرفشار مهاجر از طرف شمال باعث وقوع بارندگی در این دوره شده است.

### منطقه‌ی مورد مطالعه

حوضه‌های آبریز اترک و گرگانرود بامساحتی حدود ۳۵ هزار کیلومتر مربع در شمال شرق ایران واقع شده است. حوضه‌ی آبریز اترک در سه استان خراسان رضوی، خراسان شمالی و گلستان گسترش یافته که بخش اعظم آن در خراسان شمالی قرار گرفته است. بخش سراب حوضه در خراسان رضوی و بخش پایاب آن در استان گلستان و در اتصال با دریای خزر قرار می‌گیرد. این حوضه بین طول‌های جغرافیایی ۵۴ درجه تا ۵۹ درجه و ۴ دقیقه و عرض‌های جغرافیایی ۳۸ درجه و ۵۷ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۱۷ دقیقه قرار داشته و از شمال به جمهوری ترکمنستان و از جنوب به حوضه‌های آبریز گرگانرود و کال شور (کویر مرکزی) و از شرق به حوضه آبریز قره‌قوم و از غرب به دریای مازندران ختم می‌گردد. مساحت کل حوضه‌ی اترک بجز بخشی از آن که در کشور ترکمنستان واقع شده، در حدود ۲۵۶۲۷ کیلومترمربع است. حوضه‌ی آبریز گرگانرود بین ۵۵ درجه و ۷ دقیقه تا ۵۵ درجه و ۳۸ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۴۸ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۵ دقیقه عرض شمالی واقع شده است. این حوضه به طور عمده در استان گلستان واقع شده و قسمت‌هایی از آن در استان خراسان شمالی قرار گرفته است از طرف شمال به صحرای ترکمنستان، از جنوب به رشته‌کوه‌های البرز، از سمت غرب به جلگه وسیع گرگان و دریای خزر و از جانب مشرق به رشته‌کوه‌های کپه‌داغ و گلی‌داغ منتهی می‌شود و دارای مساحتی در حدود ۱۰۲۰۰ کیلومتر مربع می‌باشد (شکل ۱).

ردیف در نرم‌افزار Excel تغییر فرم داده شد و تعداد ۳۹ ردیف در کنار هم ماتریس جدیدی را با ابعاد  $۶۳۰ \times ۳۹$  پدید آورده که سطرهای این ماتریس نماینده‌ی فشار تراز دریا در روزهای مورد نظر است و در مورد ستون‌ها، از آنجایی که داده‌ها از بالا به پایین و از چپ به راست مرتب شده‌اند، ستون اول این ماتریس نماینده تقاطعی است که در  $۶/۲۵$  درجه‌ی شرقی و  $۶۳/۷۵$  درجه‌ی شمالی واقع است و به همین ترتیب ستون دوم نماینده تقاطعی است به مختصات  $۸/۷۵$  درجه‌ی شرقی و  $۶۱/۲۵$  درجه‌ی شمالی و الی آخر. بنابراین سطرهای این ماتریس نماینده زمان برحسب روز و ستون‌های آن نماینده مکان برحسب فواصل  $۲/۵$  درجه قوسی هستند.

### تحلیل عاملی<sup>۱</sup>

استفاده از تکنیک تحلیل عاملی در این تحقیق در راستای دسته‌بندی الگوهای فشار بوده است که در آن از آرایه S استفاده شده است در این آرایه در ماتریس داده‌ها، ستون‌ها معرف مکان (ایستگاهها) و ردیف‌ها معرف زمان می‌باشند که در اینجا منظور از ایستگاهها همان گره‌گاههایی که مقادیر فشار یا ارتفاع ژئوپتانسیل در آن ثبت شده است و مقصود از زمان، روزهای منتخب است که در این تحقیق دارای بارش فراگیر تشخیص داده شده‌اند.

در واقع در این آرایه تنها یک متغیر مدنظر است و آن فشار یا ارتفاع ژئوپتانسیل است و خروجی این آرایه از تحلیل عاملی به ناحیه‌بندی تک‌معیاری می‌انجامد که می‌تواند به شناسایی نواحی استقرار و حاکمیت سیستم‌های فشار و همچنین دوره‌های استیلای هر کدام از الگوها (طبقه‌بندی نقشه‌های فشار) بیانجامد (علیچانی، ۱۳۸۱: ۱۱۲). آنچه عامل‌ها را تشکیل می‌دهد در واقع گره‌گاهها و سلول‌هایی است که برای استخراج

جدول ۱: مشخصات ایستگاه‌های سینوپتیک منطقه مورد مطالعه

ایستگاه	طول جغرافیایی		عرض جغرافیایی		ارتفاع (متر)
	دقیقه	درجه	دقیقه	درجه	
* فوچان	۴	۳۷	۳۰	۵۸	۱۲۸۷
بجنورد	۲۸	۳۷	۱۹	۵۷	۱۰۹۱
مراوه‌تپه	۵۴	۳۷	۵۷	۵۵	۴۶۰
گنبد	۱۵	۳۱	۱۰	۵۵	۳۷/۲
گرگان	۵۱	۳۶	۱۶	۵۴	۱۳/۳

مأخذ: نویسندگان

روزهای بارشی، یعنی روزهایی که همه ایستگاه‌های انتخاب شده، بارندگی ۱ میلیمتر و بیشتر داشته‌اند استخراج شدند (۱۳۴ روز بارشی). در بین روزهای بارشی نیز روزهای مشترک، با بارش بیش از ۷ میلیمتر جدا شده (۳۹ روز)، تا الگوهای گردشی مرتبط با آنها مورد بررسی قرار گیرند. بر این اساس برای هر یک از روزهای انتخابی داده‌های مربوط به فشار تراز دریا از پایگاه داده NCEP/NCAR استخراج گردید. به این ترتیب برای هر روز ماتریسی به ابعاد  $۱۴۴ \times ۷۳$  با تفکیک مکانی  $۲/۵ \times ۲/۵$  درجه حاصل آمده که حجم عظیمی از داده‌ها شامل ۱۰۵۱۲ عدد در تقاطع‌های  $۲/۵ \times ۲/۵$  درجه را شامل می‌شد. با توجه به موقعیت محدوده‌ی مورد مطالعه، چهارچوب پوشش مناسب برای بررسی سامانه‌های بارشی از  $۱۲/۵$  تا  $۶۵$  درجه‌ی شمالی و  $۵$  تا  $۸۰$  درجه‌ی شرقی در نظر گرفته شد تا ضمن محدود کردن منطقه‌ی مطالعاتی از حجم داده‌ها نیز کاسته شود. به این ترتیب در فاصله  $۱۲/۵$  تا  $۶۵$  درجه‌ی شمالی ۲۱ یاخته (سلول) و در فاصله  $۵$  تا  $۸۰$  درجه‌ی شرقی ۳۰ یاخته خواهیم داشت که در واقع هر یک از نقشه‌ها یک ماتریس  $۲۱ \times ۳۰$  و در مجموع  $۶۳۰$  عدد خواهد داشت. داده‌های هر یک از این ماتریس‌ها (هر روز یک ماتریس)، از چپ به راست به صورت یک

خوشه‌بندی کاهش تنوع و یا واریانس درون‌گروهی و افزایش واریانس بین‌گروهی است (علیجانی، ۱۳۸۱: ۱۹۰). تحلیل خوشه‌بندی سلسله مراتبی به روش ادغام Ward در نرم‌افزار SPSS بر روی نمرات عاملی انجام گرفت که در نهایت با توجه به نمودارهای درختی<sup>۲</sup> گروه‌های اصلی شکل گرفت. برای مشخص شدن درجه تمایز بین خوشه‌ها روش‌های مختلفی ارایه شده است به عنوان مثال هوث<sup>۳</sup> (۱۹۹۶) شاخص نسبت ضرایب همبستگی خوشه‌ها (PCR) و نسبت تفاوت متوسط بین اعضای خوشه‌ها (RDR) را معرفی می‌کند و یا کالکستین<sup>۴</sup> و همکارانش (۱۹۸۷) از نسبت انحراف معیار درون‌گروهی (WCS) و بین‌گروهی (BSC) استفاده کرده‌اند (علیجانی، ۱۳۸۱: ۱۷).

در این پژوهش با اجرای تحلیل واریانس و محاسبه آماره F، معنی‌داری تفاوت خوشه‌ها را برآورد نموده و در پایان فرایند خوشه‌بندی، مرحله‌ای انتخاب شده که معنی‌دارترین F را داشته‌اند در مرحله‌ی بعد نقشه‌ی ترکیبی مربوط به روزهای هر گروه (الگو) استخراج شد. در ادامه نمودار دندروگرام (دارنما) حاصل از خوشه‌بندی روزهای بارشی فراگیر آمده است.

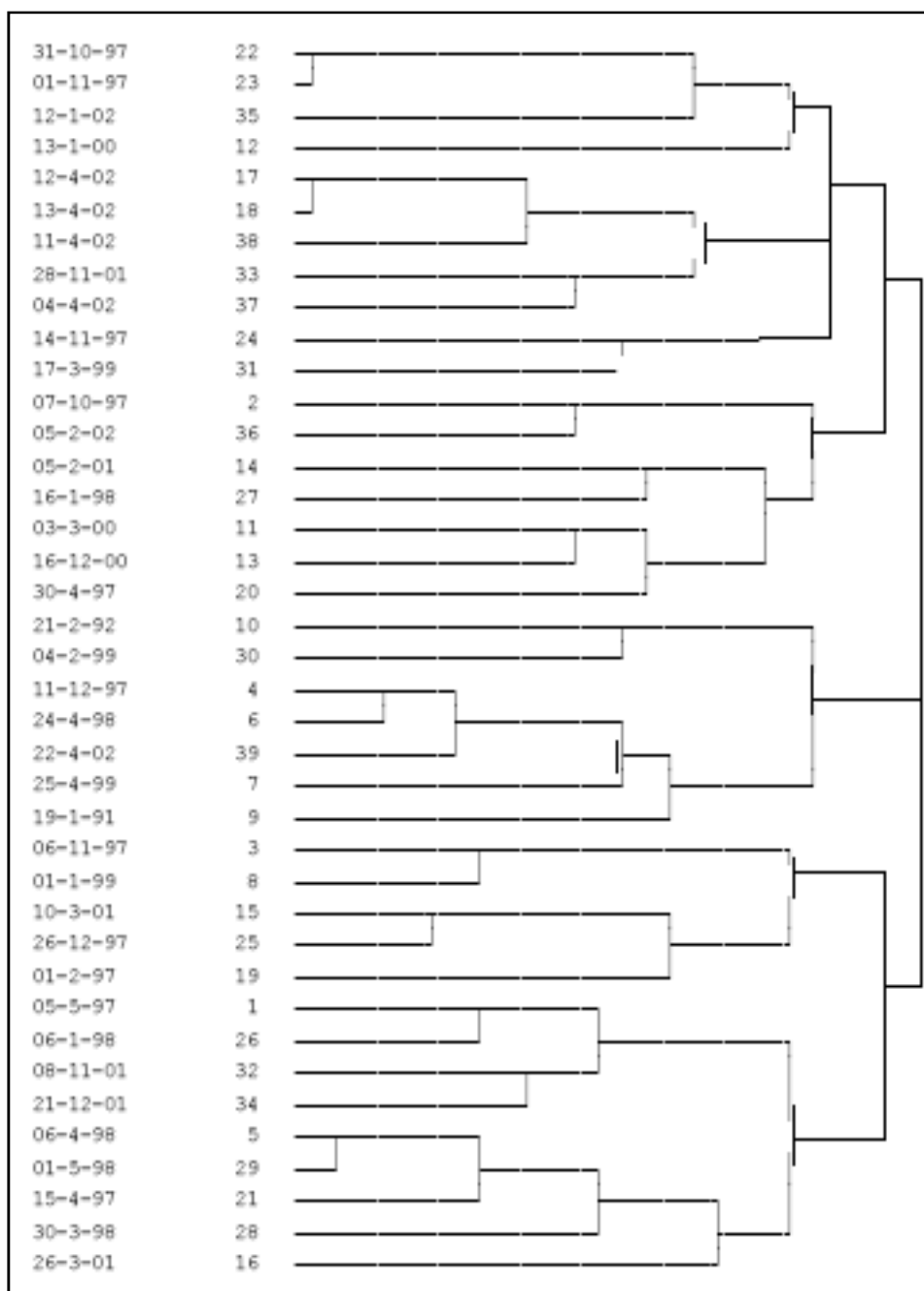
مقادیر فشار از آنها استفاده شده است. مشابه کار علیجانی و هوشیار (۱۳۸۴) در ارائه‌ی مدل مناسب جهت تحلیل سینوپتیکی سرماهای شمال غرب و یا تحقیقی که تحت عنوان شناسایی رفتار زمانی- مکانی پرفشار سیبری در تراز سطح دریا توسط کاویانی و مسعودیان (۱۳۸۶) انجام شده است. به این ترتیب داده‌های فشار مربوط به روزهای بارشی با استفاده از روش تحلیل عاملی طبقه‌بندی شدند. با استفاده از این روش، مؤلفه‌های اصلی تلاقی‌های داده‌ها (۶۳۰ تلاقی داده در هر گروه) به تعداد معدودی عامل اصلی کاهش یافت. این مؤلفه‌ها بیش از ۹۰ درصد واریانس داده‌ها را توجیه می‌کنند. پس از استخراج عامل‌های اصلی، نمرات عاملی آن‌ها به عنوان داده‌های اصلی در خوشه‌بندی مورد استفاده قرار گرفت. لازم به ذکر است که می‌توان با توجه به نمرات عاملی استخراج شده نقشه‌های محدودی استیلای هر عامل را نیز تهیه و کانون‌های تغییرعامل‌ها را شناسایی نمود که در این مقاله گنجانده نشده است.

### خوشه‌بندی<sup>۱</sup>

فرایند خوشه‌بندی تمام مشاهدات را به تناسب اندازه فاصله آنها گروه‌بندی می‌کند، بدین ترتیب ابتدا مشاهدات نزدیک یا هم ادغام و در مرحله‌ی بعد مشاهدات یا خوشه‌های نزدیکتر بعدی با هم ادغام می‌شوند. در مرحله‌ی آغازین فرایند خوشه‌بندی به تعداد مشاهدات خوشه وجود دارد و در آخرین مرحله همه‌ی مشاهدات در یک خوشه جمع می‌شوند. نمایش ترسیمی مراحل ترکیب مشاهدات و خوشه‌ها به یک درخت شباهت دارد که شاخه ریزتر در بالا و تنه اصلی درخت در پایین آن قرار دارد، به این نمودار، درخت خوشه‌بندی (دندروگرام) گفته می‌شود. هدف اصلی

2-Dendrogram  
3-Huth  
4-Kalkstien

1-Clustering



شکل ۲: نمودار دندروگرام روزهای بارشی  
مأخذ: نویسندگان

## بحث و نتایج

### استخراج الگوهای بارشی

نتیجه‌ی فرایند خوشه‌بندی<sup>۱</sup> بر روی داده‌های شبکه-بندی شده روزهای بارشی در نمودار دندروگرام آمده است. در این نمودار هر یک از شماره‌های ۱ تا ۳۹ نشان‌دهنده‌ی یک روز بارشی خاص است که تاریخ این روزها در دندروگرام مربوطه ذکر شده است. بر اساس نمودار دندروگرام داده‌های سطح زمین، ۶ الگو قابل تشخیص است. که این الگوها همراه با روزهای مربوطه در جدول (۲) آمده است.

جدول ۲: روزهای مربوط به الگوها

الگوها	روزهای مربوط به هرگروه
الگوی A	۲۲، ۲۳، ۳۵، ۱۲، ۱۷، ۱۸، ۳۸، ۳۱، ۳۳، ۲۴، ۳۷
الگوی B	۲، ۳۶، ۱۴، ۲۷، ۱۱، ۱۳، ۲۰
الگوی C	۱۰، ۳۰
الگوی D	۴، ۶، ۳۹، ۷، ۹
الگوی E	۳، ۸، ۱۵، ۲۵، ۱۹
الگوی F	۱، ۲۶، ۳۲، ۳۴، ۵، ۲۹، ۲۱، ۲۸، ۱۶

مأخذ: نویسندگان

### الگوهای بارشی

**الگوی A:** پدیده‌ی قابل توجه در این الگو، استقرار پرفشار تقویت شده سبیری با فشار داخلی ۱۰۲۷ میلی‌بار در عرض ۵۰ درجه شمالی و طول ۷۰ درجه شرقی است که گسترش آن به سمت غرب تا مرکز اروپا نفوذ کرده و با مرکز پرفشار دیگری در شمال دریای سیاه با فشار مرکزی ۱۰۲۵ میلی‌بار تلفیق شده است. منحنی بیرونی این سیستم پرفشار عریض با ۱۰۱۸ میلی‌بار از شمال ایران می‌گذرد. همزمان استقرار یک مرکز کم‌فشار در شرق ایران (شمال منطقه سیستان) با فشار مرکزی ۱۰۱۱ میلی‌بار موجب افزایش گرادیان فشار در شمال شرق ایران گردیده

است. حضور همین کم‌فشار عامل اصلی وقوع بارش‌های فراگیر در این الگو محسوب می‌شود. در سطح ۵۰۰ نیز فرودی نه چندان عمیق بر روی ایران قابل مشاهده است که استقرار محور آن بر روی ایران مرکزی و ناپایداری جلوی فرود موجب تقویت کم‌فشار شرقی شده است (شکل ۳ و ۴).

**الگوی B:** مهمترین مشخصه‌ی این الگو، استقرار کم-فشار با فشار مرکزی ۱۰۰۰ میلی‌بار در شمال دریای خزر است که زبانه آن به صورت اریب با منحنی بیرونی ۱۰۱۰ میلی‌بار شمال شرق ایران را در بر گرفته است. نفوذ این کم‌فشار به محدوده مورد مطالعه می‌تواند شرایط مساعدی را جهت فرایند صعود و ایجاد بارش فراهم آورد. الگوی گردش هوا در این کم‌فشار به گونه‌ای است که ضمن هدایت جریان هوای سرد به منطقه می‌تواند به خوبی از رطوبت دریای خزر تغذیه شده و با گسترش آن به محدوده‌ی شمال شرق ایران زمینه مناسب جهت رخدادهای بارش‌های فراگیر را فراهم آورد. در سطح بالا نیز وجود فرود نسبتاً عمیق در شمال شرق ایران باعث شده منطقه مورد مطالعه از ناپایداری‌های زیر فرود تأثیر پذیرد.

**الگوی C:** از این الگو باید به عنوان الگوی پرفشار شمال غرب یاد کرد. یک پرفشار قوی با فشار مرکزی ۱۰۳۲ میلی‌بار در منتهی‌الیه مرز شمال غربی ایران مستقر شده و بین طول‌های ۲۰ تا ۶۵ درجه شرقی را پوشش داده است. گردش آنتی‌سیکلونی هوا در حاشیه این پرفشار موجبات وزش بادهای شمال شرقی در منطقه و افت قابل توجه دما را فراهم می‌آورد. همزمان مرکز کم‌فشاری بر روی دریای عمان با فشار مرکزی ۱۰۱۶ میلی‌بار شکل گرفته که نفوذ زبانه‌ی آن به سمت شمال شرق ایران موجب فشردگی منحنی‌ها و افزایش شیب فشار گردیده است. کاهش دما در این محدوده



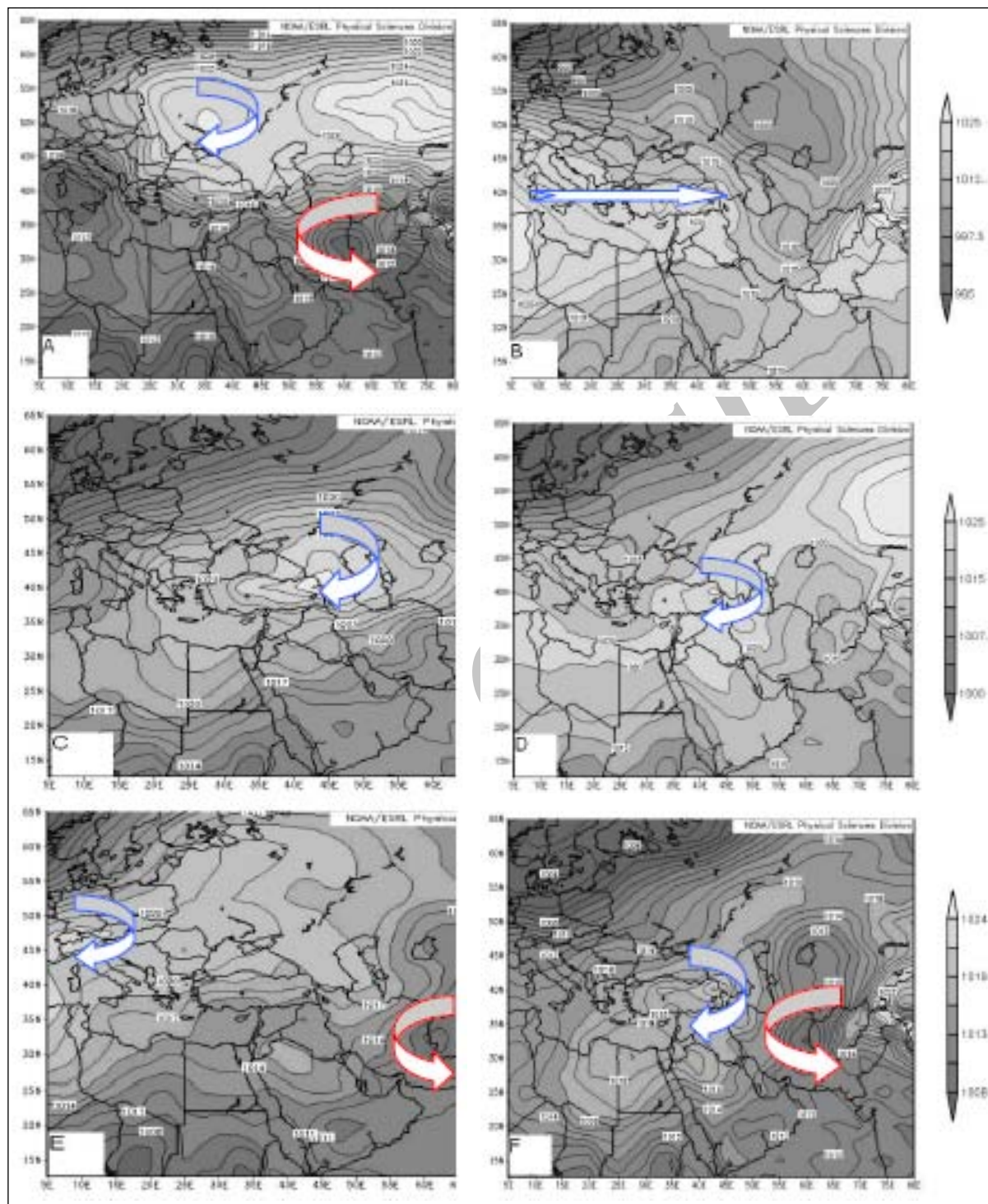
۱۰۲۱ میلی‌بار است در جهت جنوب غرب به شمال شرق گسترده شده است زبانه‌ای از آن به سمت خزر پیشروی داشته و منحنی بیرونی آن از مرکز دریای خزر عبور کرده است و فشاری برابر ۱۰۱۶ میلی‌بار دارد. مهمترین نکته در این الگو، استقرار یک کم‌فشار قوی با مرکزیت ۱۰۰۸ میلی‌بار در شرق ایران است. الگوی گردشی آنتی‌سیکلونی پرفشار شمال‌غربی موجب تزریق رطوبت به مرکز کم‌فشار شده و شرایط صعودی را تشدید می‌کند گسترش قابل توجه این کم‌فشار به شمال شرق ایران عامل اصلی وقوع بارش‌های فراگیر بوده است در سطح ۵۰۰ نیز فرودی نه چندان عمیق قابل تشخیص است که محور آن در امتداد دریاچه آرال تا شمال شرق ایران گسترش یافته است (شکل ۳ و ۴).

**الگوی F:** در الگوی آخر به بهترین شکل می‌توان حضور و گسترش کم‌فشار شرقی را مشاهده کرد این کم‌فشار با گردشی سیکلونی در حال گسترش به سمت عرض‌های فوقانی است و گستره‌ی آن از جنوب شرق ایران تا شمال دریاچه‌ی آرال را در بر گرفته است. به این ترتیب جو شمال شرق ایران کاملاً از ناپایداری آن تأثیر پذیرفته است. منبع اصلی تأمین‌کننده‌ی رطوبت این سیستم نیز منابع جنوب ایران می‌باشد. در جو بالا نیز استقرار محور فرود بر ایران مرکزی موجب قرارگیری منطقه‌ی مورد مطالعه در جلوی فرود (منطقه وزش چرخندگی مثبت) و بهره‌مندی از جریانات صعودی منجر به بارش شده است.

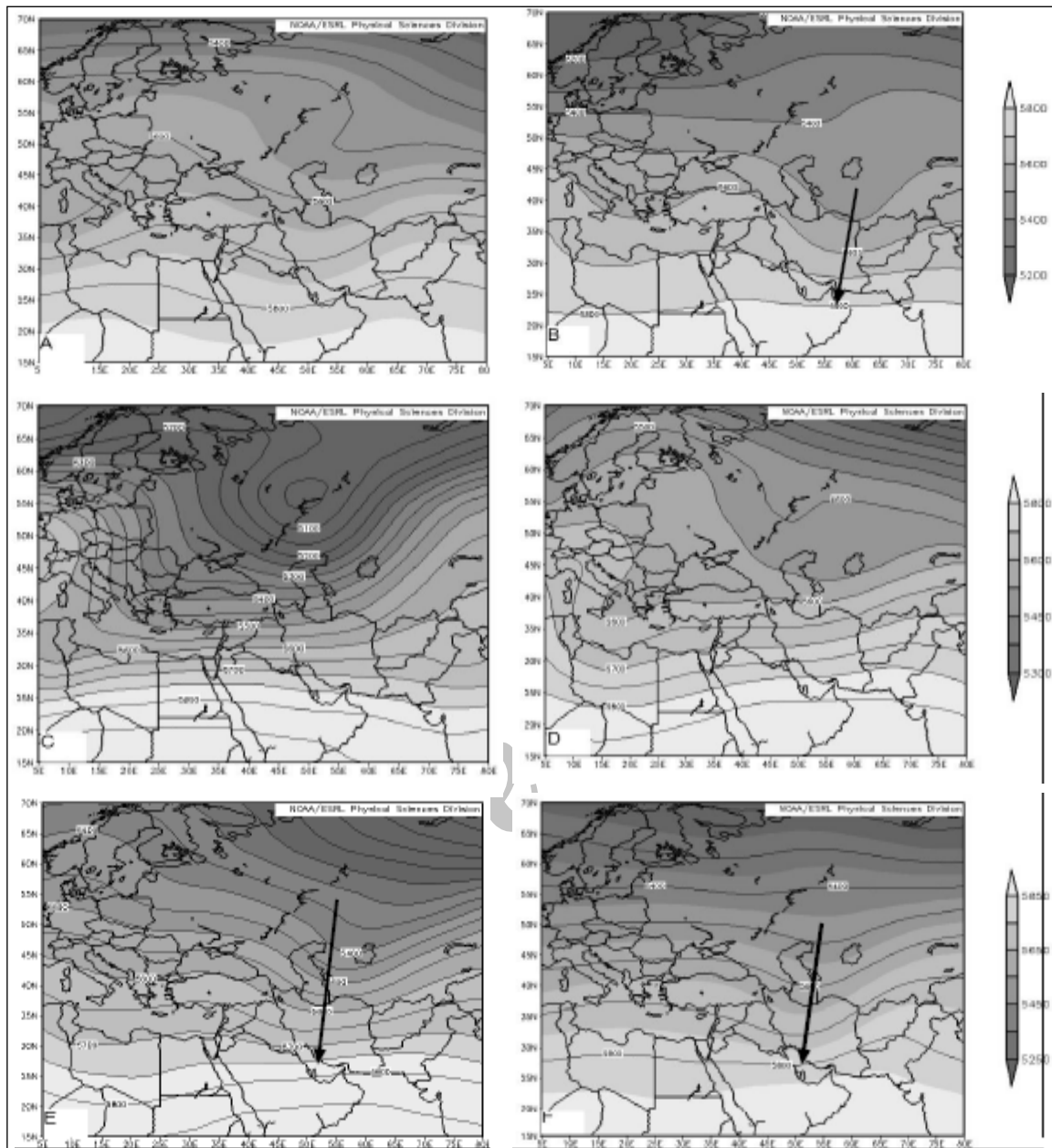
باعث شده است تا علی‌رغم ضعیف بودن کم‌فشار فوق و استیلای پرفشار بر منطقه‌ی مورد مطالعه، بارش‌های قابل توجهی را شاهد باشیم. در سطوح فوقانی جو نیز برای این الگو فرود عمیقی همراه با هسته سردچال، تا شمال دریای خزر را در بر گرفته است. اگرچه آرایش منحنی‌ها در شمال شرق ایران بیشتر مداری است اما عمق قابل توجه این فرود و وجود هسته‌ی سرد چال بی‌شک توانسته است در ناپایداری منجر به بارش در حوضه‌های مورد مطالعه مؤثر افتد.

**الگوی D:** در این الگو نیز حضور یک مرکز پرفشار در شمال غرب درست در محدوده الگوی قبل قابل تشخیص است که البته از نظر شدت ضعیف‌تر بوده و فشار مرکزی آن ۱۰۲۵ میلی‌بار است. این پرفشار در واقع یک مرکز فشار فرعی بر روی زبانه‌ای از پرفشار سیبری است که از سمت شمال شرق به منطقه نفوذ کرده و ضمن در بر گرفتن کامل دریای خزر به سمت عرض‌های پایین‌تر متمایل شده است. نکته‌ی قابل توجه دیگر، باز هم حضور یک کم‌فشار در مرزهای شرق ایران است که از این کم‌فشار می‌توان به عنوان کم‌فشار افغانستان با فشار مرکزی ۱۰۱۵ میلی‌بار یاد کرد و منشاء رطوبتی آن را باید منابع جنوبی ایران (دریای عمان) دانست. کم‌فشار فوق‌الذکر در حال گذر از منطقه و حرکت به سمت شرق است.

**الگوی E:** شباهت بسیار زیادی بین این الگو و الگوی C بخصوص از نظر موقعیت استقرار مرکز پرفشار وجود دارد، اما نکته‌ی قابل تأمل، جهت گسترش این پرفشار و شدت آن است. این پرفشار که فشار مرکزی آن



شکل ۳: الگوهای سطح زمین  
 مأخذ: NCEP/CAR



شکل ۴: الگوهای سطح ۵۰۰hp

مأخذ: NCEP/NCAR

### خلاصه نتایج

۱- با توجه به الگوهای استخراج شده از نقشه‌های سطح زمین، وجود یک مرکز پرفشار نسبتاً قوی در سمت غرب یا شمال غرب و مرکز کم‌فشاری در مرزهای شرقی ایران برای روزهای بارشی تشخیص داده‌شد. تقابل این مراکز که از نظر ژنز جزء سیستم‌های مهاجر محسوب می‌شوند، می‌تواند ضمن افزایش شیب

تغییرات فشار در فراهم آوردن مکانیسم‌های بارشی منطقه مؤثر واقع شود.

۲- نقش پرفشار سیبری در کاهش دما و افزایش شیب تغییرات فشار درد و مورد از الگوهای سطح زمین (D و A) کاملاً مشهود بوده است.

۳- گره کوهستانی شمال شرق ایران در تقویت پرفشارهای سطح زمین به صورت محلی ایفای نقش نموده است.

- ۸- لشگری، حسن (۱۳۷۵). الگوی بارش‌های سیل‌زا در جنوب غربی ایران، رساله دکتری. دانشگاه تربیت مدرس.
- ۹- مسعودیان، سیدابوالفضل (۱۳۸۵). اقلیم‌شناسی همدید، دانشگاه اصفهان.
- ۱۰- کاویانی، محمدرضا؛ سیدابوالفضل مسعودیان (۱۳۸۶). شناسایی رفتار زمانی- مکانی پرفشار سبیری در تراز سطح دریا، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی. شماره ۸۷.
- ۱۱- مرادی، حمیدرضا (۱۳۸۵). پیش‌بینی وقوع سیلاب‌ها بر اساس موقعیت‌های سینوپتیکی در ساحل دریای خزر، پژوهش‌های جغرافیایی. شماره ۵۵.
- ۱۲- نجارسلیقه، محمد (۱۳۷۷). الگوهای سینوپتیکی بارش‌های تابستانه جنوب‌شرقی ایران، پایان‌نامه دکتری. دانشگاه تربیت مدرس.

13-Kalkstien,LS et al (1987). An evaluation of three clustering procedures for use in Synoptic climatological Classification. J. Climate and Apple Meteorology. Vol, 26.

14-Huth,R (1996).An Intercomparision of Computer Assisted Circulation Classification Methods.Vol:16.

15-Kahan.R,Ziv.B,Enzel.Y and Dayan.U (2002). Synoptic climatology of major floods in the Negev desert,Israil. Inter.J.of Climatology: Vol .22.

16-Littmann. T (2000). An empirical classification of weather types in the mediteranian Basin and their inter relation with rainfall, journal of theoretical and Applied climatology,66:161-171.

17-Robert A.Maddox , faye canova and L.ray Hoxit. (Nov 1980). Meteorological characteristics of flash flood events over the western united stated. Monthly weather review .Vol. 108:1866-1877.

18-Robert P , Harnack, Donald T, jensan and joseph R, Cermak III (1998).

investigation of upper – air conditions occuring with heavy summer rain in utah, Inter. J. of Climatology. 18:701-723.

19-Santos. J. A. J Corte-real and S. M. Leite (2005). Weather regimes and their connection to the winter rainfall in Portugal, Inter.J.of Climatology 25:33-50.

20-Tamazeu.R and et al(2005). Winter precipitation variability and Larg-scale circulation patterns in Romania. journal of theoretical and Applied climatology, 81:193-201.

21-Zangovil A. S. karas and A. sasson (2003). Connection between eastern mediteranian seasonal mean 500 hpa height and sea level pressur pattern and the spatial rainfall distribution over Israel, Inter. J. of Climatology, 23:1567-1571.

۴- حضور مرکز کم‌فشار شرقی و یا قرارگیری منطقه مورد مطالعه بین دو مرکز کم‌فشار و پرفشار مهمترین الگوی سطح زمین در ایجاد بارش بوده‌اند.

۵- با توجه به الگوهای استخراج شده از نقشه‌های سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال، در اکثر روزهای بارشی، منطقه‌ی مورد مطالعه در جلو یا زیر یک فرود قرار گرفته است که شرایط ناپایداری و عوامل صعود را فراهم می‌سازد.

۶- در الگوهای سطح ۵۰۰ حضور یک فرود بر روی شمال ایران همواره مشهود بوده است و تفاوت‌های اصلی در این الگوها بیشتر در راستای درجه‌ی انحراف محور فرود و عمق آن است.

## منابع

۱- جهانبخش، سعید؛ حسن ذوالفقاری (۱۳۸۰). الگوهای سینوپتیکی بارش‌های روزانه غرب ایران. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی. شماره ۳۶.

۲- عربی، زهرا (۱۳۸۵). تحلیل سینوپتیکی بارندگی دوره‌ی ۲۱ تا ۲۶ تیرماه ۱۳۷۸ در ایران، پژوهش‌های جغرافیایی. شماره ۱۵.

۳- علیجانی، بهلول (۱۳۶۶). رابطه‌ی پراکندگی مکانی مسیرهای سیکلونی خاورمیانه با سیستم‌های هوایی سطح بالا، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی. شماره ۴.

۴- علیجانی، بهلول (۱۳۷۲). مکانیزم‌های صعودبارندگی‌های ایران. مجله دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه تربیت معلم تهران. شماره اول.

۵- علیجانی، بهلول (۱۳۸۱). اقلیم‌شناسی سینوپتیک، انتشارات سمت.

۶- علیجانی، بهلول؛ محمود هوشیار (۱۳۸۴). ارائه‌ی مدل مناسب جهت تحلیل سینوپتیکی سرماهای شمال غرب، پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت معلم.

۷- فتح‌نیا، امان‌اله (۱۳۸۴). مسیریابی و فرکانس‌بندی سامانه‌های بارش در غرب ایران در دوره‌ی زمانی ۱۹۹۰-۱۹۹۹، رساله کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس.