

## تحلیل رفتار مکانی - زمانی بارش روزانه در نواحی مرکزی و جنوب غربی ایران

امیرحسین حلبیان\* - استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه پیام نور  
فرشته حسینعلی پور - کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی، دانشگاه اصفهان  
فاطمه جعفری شندی - کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی، دانشگاه اصفهان

پذیرش مقاله: ۱۳۹۰/۱۰/۰۱      تأیید نهایی: ۱۳۹۱/۰۲/۱۵

### چکیده

در این پژوهش رفتار مکانی - زمانی بارش در پهنه‌ی مرکزی و جنوب غربی ایران با استفاده از داده‌های بارش روزانه‌ی ۱۱۴ ایستگاه همدید، اقلیم‌شناسی و باران‌سنجی که دارای آمار بیش از ۱۰ سال بودند، در بازه‌ی زمانی ۱۳۲۹/۱۰/۱۱ تا ۱۳۸۳/۱۰/۱۱ بررسی شد. ابتدا آرایه‌ای به ابعاد  $114 \times 19724$  تهیه و ضمن محاسبه‌ی میانگین بارش برای هر روز تقویم خورشیدی، با بهره‌گیری از روش کریگینگ نسبت به پهنه‌بندی و تحلیل بارش در این پهنه‌ی جغرافیایی اقدام شد. بدین ترتیب آرایه‌ی جدیدی به ابعاد  $366 \times 3720$  به دست آمد. آنگاه یک تحلیل خوشه‌ای پایگانی انباشتی روی این آرایه انجام گرفت. نتایج حاصل از تحلیل خوشه‌ای روی فواصل اقلیدسی این آرایه به روش "وارد" نشان داد که برحسب مقدار و زمان دریافت بارش در منطقه‌ی مورد مطالعه، چهار ناحیه‌ی بارشی متمایز وجود دارد. مناطق مذکور با توجه به وضعیت بارشی آنها، شامل منطقه‌ی بسیار کم‌بارش، کم‌بارش و نیمه‌پربارش و پربارش هستند.

کلیدواژه‌ها: بارش روزانه، تحلیل خوشه‌ای، توزیع مکانی - زمانی، پهنه‌بندی بارش، مرکز و جنوب غرب ایران.

### مقدمه

بارش در ایران از متغیرترین عناصر اقلیمی شمرده می‌شود که تغییرات آن در گستره‌ی جغرافیایی کشور قابل ملاحظه است. تفاوت‌های مکانی بارش در ایران از یک سو به طبیعت رفتار مکانی بارش بازمی‌گردد که درکل پدیده‌ای متغیر است و تغییرات مکانی شدیدی را از خود نشان می‌دهد. از سوی دیگر، تنوع منشأ بارش در نقاط مختلف ایران، سبب شده تا در هر منطقه مقدار ریزش‌های جوی و زمان بارش متفاوت باشد. تاکنون با

توجه به اهمیت بارش در ایران، به سبب نقش خطیری که در ارزیابی مهیایی بالقوه‌ی منابع آب آبخیزها دارد، پژوهش‌های فراوانی درباره‌ی ویژگی‌های این عنصر مهم اقلیمی انجام گرفته است، با این حال هنوز هم نادانسته‌های فراوانی درباره‌ی این متغیر اقلیمی وجود دارد. از لحاظ الگوی زمانی نیز بارش در ایران به دلیل قرارگیری کشور در منطقه‌ی خشک، دارای تغییرات زمانی فراوانی است (مسعودیان، ۱۳۹۰: ۱۳۲).

در کل ناحیه‌بندی و طبقه‌بندی طی دوره‌ی زمانی طولانی در تمامی زمینه‌های علم جغرافیا همواره مد نظر بوده است، هرچند نخستین تلاش‌ها در این زمینه در آب‌وهواشناسی انجام گرفته، اما تغییر مرز بین مناطق مختلف اقلیمی همچون یک مشکل باقی مانده است. یونانیان با استفاده از تغییر زاویه‌ی تابش، سطح زمین را به سه ناحیه‌ی گرم، معتدل و سرد و سال را در چارچوب چهار فصل تقسیم کرده‌اند، با این حال از اواسط قرن گذشته، افراد مختلفی در سطح دنیا، طرح‌های طبقه‌بندی زیادی را ارائه کرده‌اند که در جهان در سطح میکرو و ماکرو به کار برده شده است (حیدری، علیجانی، ۱۳۷۸). در این راستا استفاده از روش‌های نوین آماری، همچون تحلیل خوشه‌ای، ابزار سودمندی برای طبقه‌بندی بارش ایستگاه و در مجموع بررسی رفتار زمانی و مکانی آن است (گادگیل<sup>۱</sup> و همکاران، ۱۹۸۰؛ ژانگ<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۰۱؛ مرزبان<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۰۶). فیتادی ای. کی.<sup>۴</sup> و همکارانش (۱۹۹۸) توزیع مکانی و زمانی بارش را در شمال غرب یونان برای ۵۴ ایستگاه با ماتریس T به ابعاد ۱۲×۵۴ مطالعه کردند. دومروس<sup>۵</sup> و همکاران (۱۹۹۸) به روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی و تحلیل خوشه‌ای روی بارش ماهانه‌ی ۷۱ ایستگاه کشور، سه مؤلفه‌ی اصلی و پنج رژیم بارش را در ایران شناسایی کردند. جسن<sup>۶</sup> و همکاران (۲۰۰۵) بارش‌های سنگین شمال راین - وستفالیای<sup>۷</sup> را با استفاده از داده‌های راداری و باران‌سنج‌های منطقه بررسی کردند. نتایج پژوهش آنها نشان داد که تعیین گستره‌ی فضایی نواحی بارشی سنگین (بیش از ۱۰۰ میلی‌متر)، تنها به کمک داده‌های راداری یا باران‌سنج‌های فراوان در منطقه امکان‌پذیر است. سیبرت<sup>۸</sup> و همکاران (۲۰۰۶) برای مطالعه‌ی الگوهای همدید و منطقه‌ای بارش‌های سنگین در اتریش، طی سال‌های ۹۳-۱۹۷۹ (یک دوره‌ی ۱۵ ساله)، از داده‌های ۱۳۱ ایستگاه اقلیمی بهره گرفتند و هفت الگوی همدید مربوط به این بارش‌ها و نیز هفت ناحیه‌ی بارشی در اتریش را با روش تحلیل خوشه‌ای شناسایی کرده و در هر ناحیه الگوهای آنها را تحلیل و بررسی کردند.

بابایی فینی و فرج‌زاده (۱۳۷۴) به پهنه‌بندی تغییرات مکانی و زمانی بارش در ایران پرداختند که با استفاده از روش واسطه‌یابی، هفت الگوی بارش مکانی و هفت الگوی بارش زمانی را در سطح کشور یافتند.

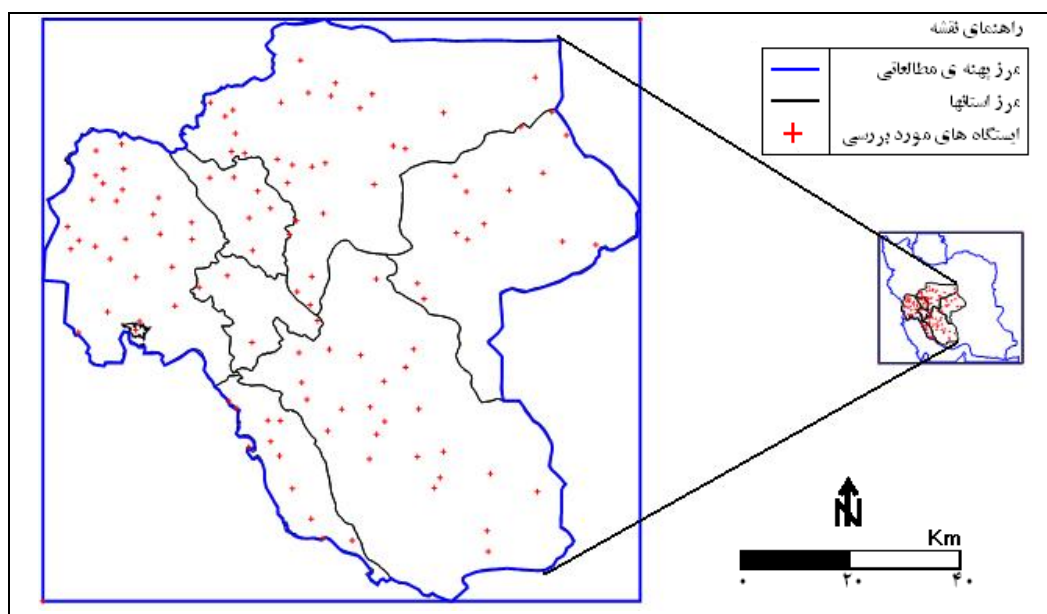
1. Gadgil
2. Zhang
3. Marzban
4. Fotidi, A.K.
5. Domroes
6. Jessen
7. Rhine-Westphalia
8. Seibert

جهانبخش و ذوالفقاری (۱۳۸۱) در بررسی الگوهای سینوپتیک بارش‌های غرب ایران و بر اساس نتایج تحلیل عاملی، پنج ناحیه‌ی بارش روزانه به نام‌های ناحیه‌ی مرکزی، ناحیه‌ی شمال غربی، ناحیه‌ی جنوب غربی، ناحیه‌ی خزری (شمال شرق) و ناحیه‌ی شرق را مشخص کرده‌اند. عزیزی و رضیئی (۱۳۸۱) به تحلیل و طبقه‌بندی رژیم بارشی غرب ایران با استفاده از روش‌های تحلیلی مؤلفه‌های اصلی و خوشه‌ای پرداخته‌اند. نتایج پژوهش آنها پنج زیرمنطقه‌ی همگن از نظر رژیم بارشی در غرب ایران را نشان می‌دهد که جهت‌گیری آنها با ناهمواری‌های غرب ایران کاملاً هماهنگ و نقش کوه‌ها و عرض جغرافیایی در مرزبندی مناطق به‌روشنی دیده می‌شود. دین‌پژوه و همکاران (۱۳۸۲) به پهنه‌بندی اقلیم بارش در ایران پرداخته‌اند و در آن از اکثر متغیرها با روش تجزیه به عامل‌ها و تجزیه‌ی خوشه‌ای بهره گرفته‌اند و کل کشور را به شش ناحیه‌ی همگن و یک ناحیه‌ی غیرهمگن تفکیک کرده‌اند. مسعودیان (۱۳۸۲) رژیم‌های بارشی ایران را به روش تحلیل خوشه‌ای بررسی کرد. شناسایی دوازده رژیم بارشی از نتایج این بررسی است که با عناوین رژیم‌های بارشی میانه‌ی جنوبی، فارسی، کردی، سیستانی، خراسان غربی، خراسان شرقی، خوزی، هرمزی، آذری، بلوچی، میانه و شمالی نام‌گذاری شده‌اند. همچنین مسعودیان (۱۳۸۸) نواحی بارشی ایران را براساس تحلیل خوشه‌ای مطالعه کرد و نشان داد که برحسب مقدار و زمان دریافت بارش در ایران، هشت ناحیه‌ی بارشی متمایز وجود دارد. کاوسی و مشکانی (۱۳۸۶) در مطالعه‌ی نسبت به پهنه‌بندی و تحلیل فضایی بارش ایران با استفاده از داده‌های میانگین بارش ایستگاه‌های هواشناسی اقدام کردند و با کاربرد روش‌های نوین زمین آماری<sup>۱</sup> به پیش‌بینی سطح تراز ریزش باران برای کل نقشه‌ی ایران پرداختند. نتایج این پژوهش نشان از این دارد که پیش‌بینی حاصل از هم‌کریگینگ بهتر از کریگینگ و روش کریگینگ بهتر از عکس فاصله‌ی موزون است. کریمی احمدآباد (۱۳۸۶) به بررسی منابع تأمین‌کننده‌ی رطوبت بارش‌های ایران پرداخته و برای رسیدن به این هدف، از روش مجموع قائم واگرایی شار افقی رطوبت استفاده کرده است. شناسایی ده ناحیه‌ی بارشی در ایران از نتایج این پژوهش است.

## مواد و روش‌ها

در این پژوهش برای پهنه‌بندی و تحلیل رفتار مکانی و زمانی بارش در مرکز و جنوب غرب ایران، داده‌های روزانه‌ی بارش ۱۱۴ ایستگاه همدید، اقلیم‌شناسی و باران‌سنجی در نواحی مورد نظر از ۱۳۲۹/۱۰/۱۱ تا ۱۳۸۳/۱۰/۱۱ خورشیدی (۱۹۵۱/۱/۱ تا ۲۰۰۴/۱۲/۳۱) با بیش از ۱۰ سال آمار گردآوری شد (شکل شماره‌ی ۱). ابتدا آرایه‌ای با آرایش S و به ابعاد  $114 \times 19724$  تهیه شد. سپس میانگین بارش روزانه‌ی هر ایستگاه برای هر یک از روزهای تقویم خورشیدی محاسبه و در ادامه با استفاده از روش کریگینگ، بارش در پهنه‌ی مورد

بررسی روی یاخته‌های  $14 \times 14$  کیلومتر درون‌یابی و بدین ترتیب آرایه‌ی جدیدی به ابعاد  $366 \times 3720$  به دست آمد. این آرایه اساس دآوری‌های ما درباره‌ی نواحی بارشی قلمرو مطالعاتی قرار گرفت.



در ادامه، با اندازه‌گیری فاصله‌ی اقلیدسی بارش برای کل پهنه، به‌ازای همه‌ی روزها، درجه‌ی ناهمانندی مکان‌ها با یکدیگر مورد سنجش قرار گرفت.

$$d_{rs}^2 = (P_r - P_s)(P_r - P_s)' \quad (۱)$$

فاصله‌ی اقلیدسی نقطه‌ی  $r$  ام به مختصات  $(\varphi_r, \lambda_r)$  و نقطه‌ی  $s$  ام به مختصات  $(\varphi_s, \lambda_s)$  یا

فاصله‌ی اقلیدسی گروه  $r$  ام و گروه  $s$  ام؛

$P_r$ : بارش نقطه یا گروه  $r$  ام؛

$P_s$ : بارش نقطه یا گروه  $s$  ام.

پس از اندازه‌گیری فواصل اقلیدسی، یک تحلیل خوشه‌ای به‌روش ادغام وارد<sup>۱</sup> روی آرایه‌ی فواصل ( $D$ )

انجام گرفت و ۳۶۶ نقطه‌ی آرایه‌ی  $P$  برحسب درجه‌ی همانندی با یکدیگر، خوشه شد.

در روش وارد گروه‌های  $r$  و  $s$  در صورتی ادغام می‌شوند که افزایش پراش ناشی از ادغام آنها نسبت به

ادغام هر یک از آنها با دیگر گروه‌ها، کمینه باشد؛ یعنی:

$$d(r,s) = \frac{n_r n_s d_{rs}^2}{(n_r + n_s)} \quad \text{رابطه ی ۲}$$

که در اینجا:

$d_{rs}^2$ : فاصله ی بین گروه  $r$  و گروه  $s$  است که به روش پیوند مرکزی به دست آمده باشد؛

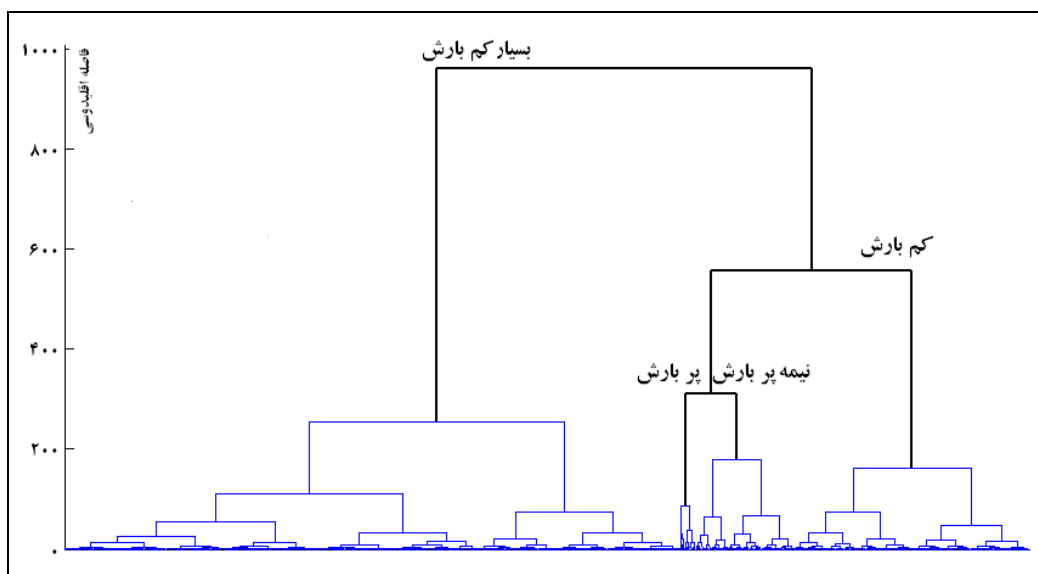
$n_r$ : تعداد اعضای گروه  $r$ ؛

$n_s$ : تعداد اعضای گروه  $s$  است.

در مطالعات اقلیم‌شناختی بیشتر از روش ادغام وارد استفاده می‌شود؛ زیرا در این صورت میزان پراش درون‌گروهی به حداقل می‌رسد و همگنی گروه‌های حاصله به حداکثر می‌رسد. به بیان دیگر روش وارد تضمین‌کننده ی کمترین پراش درون‌گروهی است و به همین دلیل همگنی درون‌گروهی افزایش می‌یابد. به این ترتیب گروه‌هایی حاصل می‌شود که از یک‌دستی درونی بالاتری برخوردارند (مسعودیان، ۱۳۸۸: ۸۵-۸۳). این تحلیل چهار ناحیه ی بارشی را در مرکز و جنوب غرب ایران نشان می‌دهد.

### یافته‌های تحقیق

اجرای روش تحلیل خوشه‌ای پایگانی انباشتی به شیوه ی ادغام وارد روی داده‌های بارش یاخته‌ای در قلمرو مطالعاتی نشان داد که این نواحی دارای نوسان‌های بارندگی زیادی بوده و از دیدگاه مقدار و زمان بارش، می‌تواند به چهار گروه بسیار کم‌بارش، کم‌بارش، نیمه پر بارش و پر بارش تقسیم شود (شکل شماره ۲).



شکل ۲. خوشه‌بندی نواحی بارشی در مرکز و جنوب غرب ایران

(۱) **پربارش:** این ناحیه با میانگین بارش سالانه حدود ۱۳۰۳ میلی‌متر، کمابیش ۲ درصد منطقه را تحت پوشش دارد و نقطه‌ی اوج زمانی بارش آن، دی ماه است (شکل‌های شماره‌ی ۴ و ۸). این ناحیه در تمامی ماه‌های سال بارش دریافت می‌کند؛ ولی مقادیر آن متفاوت است (شکل شماره‌ی ۴). گفتنی است که این ناحیه از نظر ارتفاعی، مرتفع‌ترین قلمرو پهنه‌ی مورد بررسی است، بنابراین می‌توان گفت که در این ناحیه، عامل ارتفاع (ناهمواری‌های زاگرس) مهم‌ترین علت فزونی بارش نسبت به نواحی دیگر است. از نظر فصلی نیز، در این ناحیه بیشینه‌ی بارش در فصل زمستان برابر با ۶۵۴ میلی‌متر (حدود ۵۰ درصد بارش سالانه) و کمینه‌ی آن در فصل تابستان رخ می‌دهد (اشکال شماره‌ی ۹ و ۱۰).

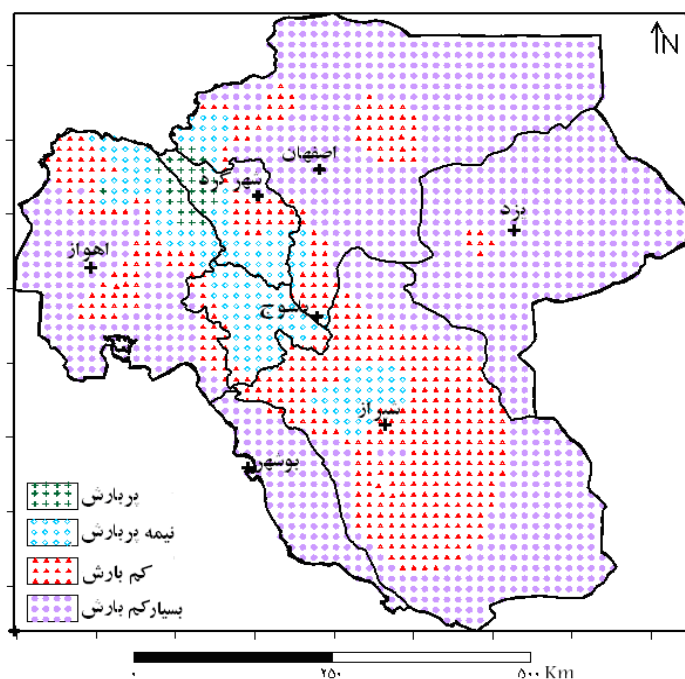
(۲) **نیمه‌پربارش:** این ناحیه با میانگین بارشی برابر با ۷۴۳ میلی‌متر، حدود ۱۰ درصد قلمرو مطالعاتی را زیر پوشش دارد و اوج بارش آن در دی ماه است (شکل‌های شماره‌ی ۵ و ۸). در این ناحیه نیز بارش در تمامی ماه‌های سال رخ می‌دهد؛ ولی مقادیر آن با هم متفاوت است (شکل شماره‌ی ۵). این ناحیه از لحاظ مکانی، کمابیش به شکل هاله‌ای ناحیه‌ی پربارش را دربرمی‌گیرد. با فاصله‌گرفتن از منطقه‌ی پُرتافت (پربارش) میزان بارش به پیروی از نقش ارتفاع، کاهش می‌یابد (شکل شماره‌ی ۳). در این ناحیه، فصل زمستان با ۶۵۴ میلی‌متر (حدود ۵۰ درصد بارش سالانه) بیشینه‌ی بارش و فصل تابستان نیز کمینه‌ی مقدار بارش را در بین فصول چهارگانه به خود اختصاص می‌دهند (شکل‌های ۹ و ۱۰).

(۳) **کم‌بارش:** این ناحیه با میانگین بارشی حدود ۳۹۲ میلی‌متر، کمابیش ۲۴ درصد منطقه‌ی مورد مطالعه را تحت پوشش خود دارد (شکل شماره‌ی ۸). ناحیه‌ی مزبور، کمابیش در فصل تابستان بارشی را دریافت نمی‌کند (شکل شماره‌ی ۶). بیشینه‌ی بارش این ناحیه در فصل زمستان (حدود ۵۶ درصد بارش سالانه) پدیدار می‌شود (اشکال شماره‌ی ۹ و ۱۰). ناحیه‌ی مزبور از لحاظ مکانی، مناطق اطراف ناحیه‌ی پُربارش را دربردارد و کم‌کم با کاهش ارتفاع، میزان بارش نیز رو به کاستی می‌گذارد (شکل شماره‌ی ۳).

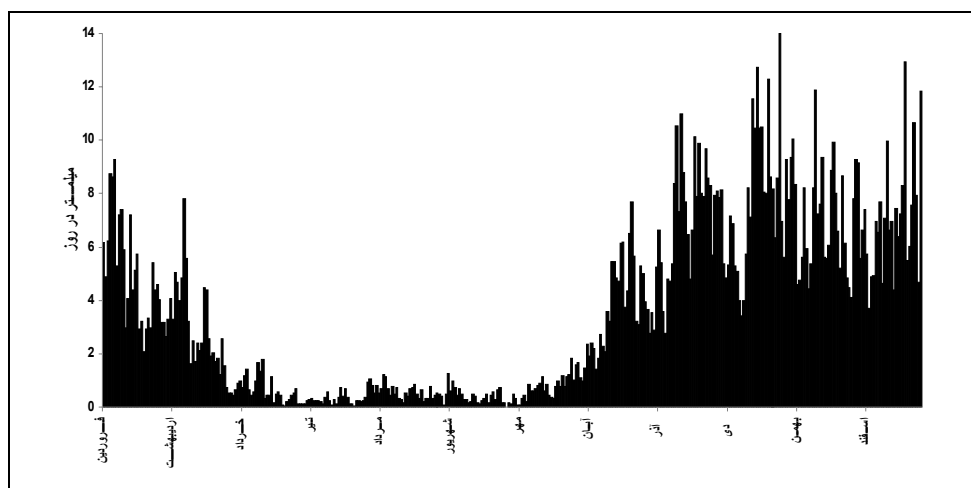
(۴) **بسیار کم‌بارش:** بارش در این ناحیه از لحاظ پراکنش زمانی از اواسط پاییز تا اواسط بهار روی می‌دهد (شکل شماره‌ی ۷). به گفته‌ی دیگر، کمابیش در شش ماه از سال در این ناحیه بارشی وجود ندارد. این ناحیه‌ی بارشی حدود ۶۴ درصد مساحت منطقه‌ی مطالعاتی را دربرمی‌گیرد و میانگین بارش آن حدود ۱۱۸ میلی‌متر است (شکل شماره‌ی ۸). در این محدوده‌ی بارشی، پست‌ترین نقاط از لحاظ ارتفاعی نسبت به سایر مناطق جای دارد و قسمت بزرگ آن، واقع در ناحیه‌ی مرکزی کشور است (شکل شماره‌ی ۳). حدود ۶۰ درصد بارش در این منطقه در فصل زمستان روی می‌دهد (شکل شماره‌ی ۱۰).

همان‌گونه که از اشکال ۹ و ۱۰ پدیدار است، بیشترین بارش این ناحیه در فصل زمستان دیده می‌شود و فصل پاییز در رتبه‌ی دوم قرار دارد. در دوره‌ی سرد سال بر اثر ورود امواج بادهای غربی و سیستم‌های مدیترانه‌ای و سودانی، سازوکار بارش در کشور فراهم می‌شود. دلیل عدم رخداد بارش در فصل تابستان در

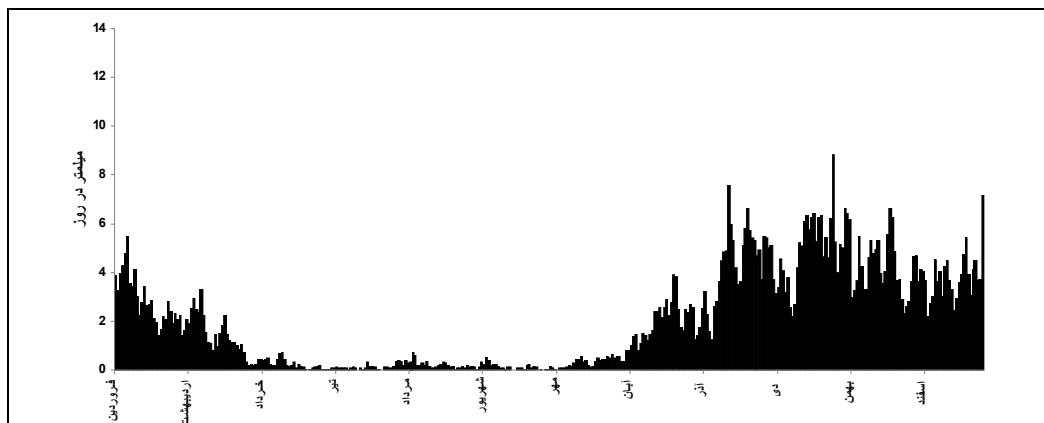
ناحیه‌ی مورد نظر، همانند بسیاری از نقاط دیگر ایران، پُرفشار جنب حاره‌ای آזור است که اقلیم ایران را در این فصل کنترل می‌کند. بنابراین براساس عملکرد الگوهای جوّی در این دوره از سال (شکل شماره ۷)، کمینه‌ی مقدار بارش در این ناحیه از قلمرو مورد مطالعه مشاهده می‌شود. البته در نواحی بسیار پُربارش و نیمه‌پُربارش در فصل تابستان، مقدار اندکی بارش روی می‌دهد که به نظر می‌رسد ناشی از عوامل محلی، به‌ویژه اثر ناهمواری‌ها است.



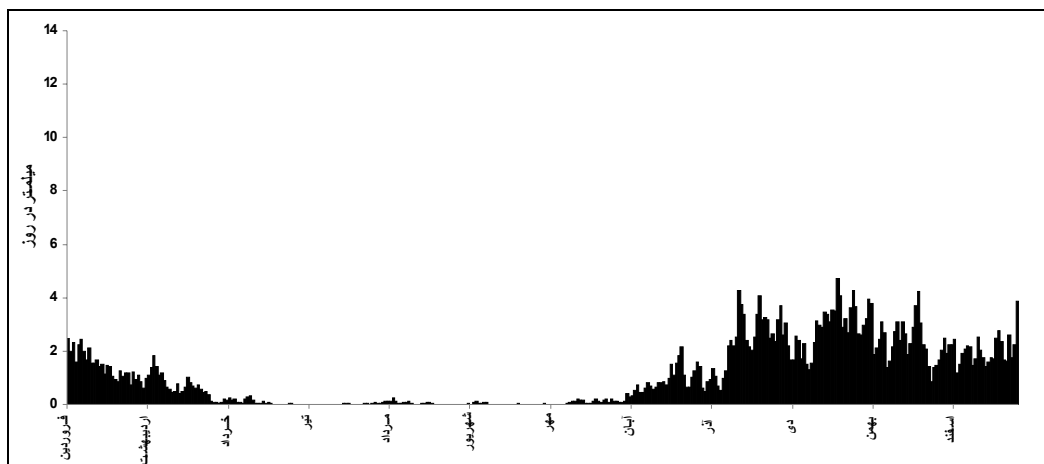
شکل ۳. پهنه‌بندی بارش در نواحی مرکزی و جنوب غربی ایران



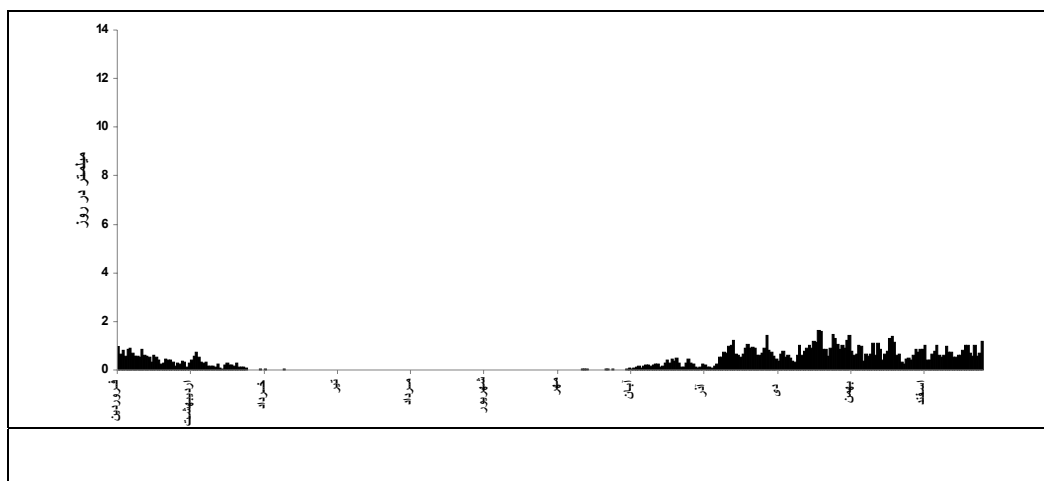
شکل ۴. پراکندگی ماهانه‌ی ناحیه‌ی بسیار پُربارش



شکل ۵. پراکندگی ماهانه ناحیه‌ی نیمه‌پربارش

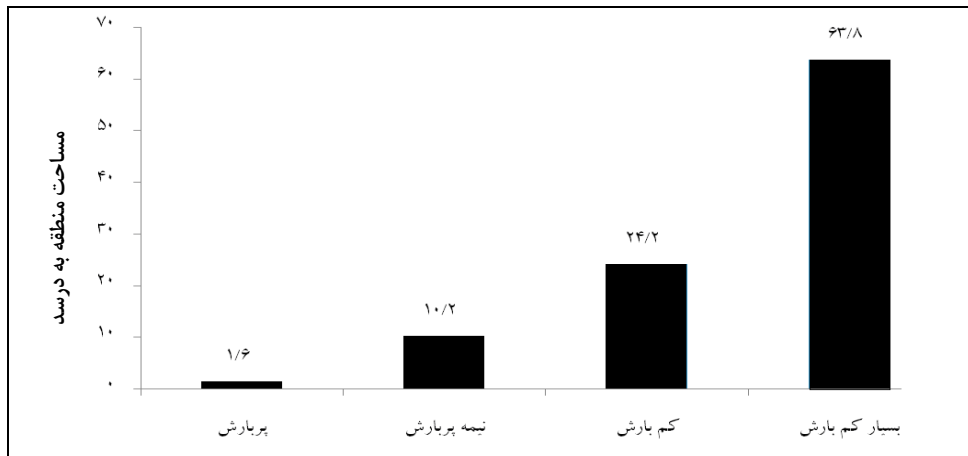


شکل ۶. پراکندگی ماهانه‌ی ناحیه‌ی کم‌بارش

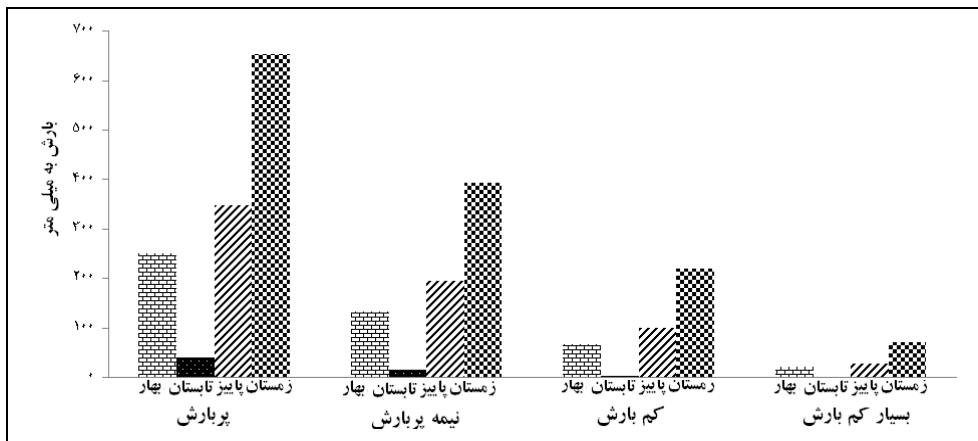


شکل ۷. پراکندگی ماهانه‌ی ناحیه‌ی بسیار کم‌بارش

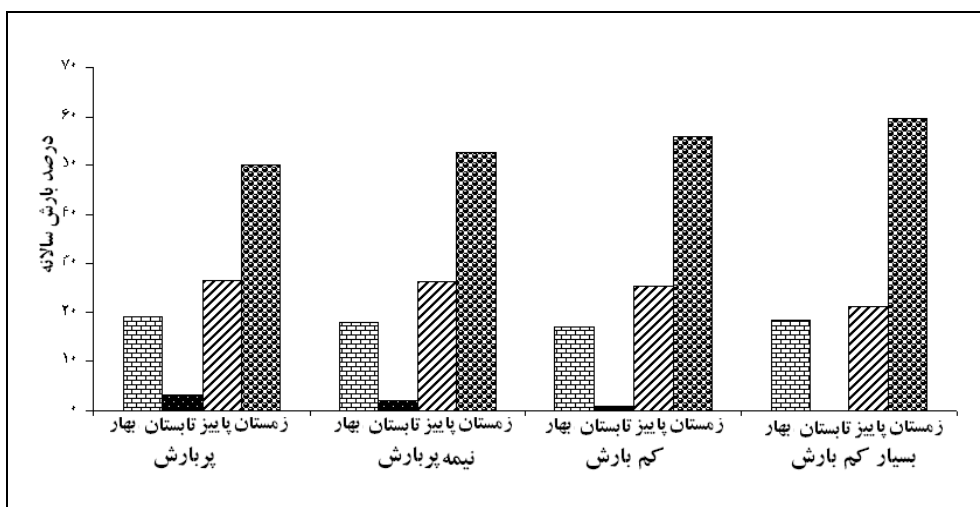




شکل ۸. مساحت نواحی تحت پوشش گروه‌های بارش به درصد در نواحی مرکزی و جنوب غربی ایران



شکل ۹. توزیع فصلی گروه‌های بارش در نواحی مرکزی و جنوب غربی ایران



شکل ۱۰. توزیع فصلی درصد بارش سالانه‌ی گروه‌های بارش در نواحی مرکزی و جنوب غربی ایران

### بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعه با استفاده از داده‌های بارندگی ۱۱۴ ایستگاه همدید، اقلیم‌شناسی و باران‌سنجی، بارش‌های روزانه‌ی نواحی مرکزی و جنوب‌غربی کشور بر اساس روش آماری تحلیل خوشه‌ای گروه‌بندی شد. نتیجه‌ی این گروه‌بندی، چهار ناحیه‌ی بارشی پُربارش، نیمه‌پُربارش، کم‌بارش و بسیار کم‌بارش است. منطقه‌ی پُربارش حدود ۲ درصد از مساحت منطقه‌ی مورد مطالعه را دربردارد. در این ناحیه که از لحاظ پراکنش مکانی مناطق شمالی شهرکرد و قسمت‌هایی از شمال‌شرق استان خوزستان را دربرمی‌گیرد؛ ۵۰ درصد بارش سال در فصل زمستان روی می‌دهد. بارش از لحاظ تمرکز زمانی در این ناحیه بسیار پراکنده است و کمابیش در تمام ماه‌های سال بارش رخ می‌دهد. در عین حال، ناحیه پُربارش از نظر ارتفاعی نیز منطبق بر مرتفع‌ترین بخش‌های پهنه‌ی مورد بررسی است. این موضوع می‌تواند نشانگر این باشد که سیستم‌هایی که وارد منطقه می‌شوند، در اثر عامل ارتفاع تقویت و تشدید شده و به بارش بیشتر در این بخش از قلمرو مطالعاتی منجر می‌شوند. ناحیه‌ی نیمه‌پُربارش حدود ۱۰ درصد از مساحت منطقه‌ی مورد مطالعه را دربرمی‌گیرد و از لحاظ مکانی کمابیش همچون هاله‌ای در اطراف منطقه‌ی پُربارش قرار دارد. با فاصله گرفتن از منطقه پُرتافت (پُربارش) میزان بارش به پیروی از نقش ارتفاع، کاهش می‌یابد. ناحیه‌ی کم‌بارش که حدود ۲۴ درصد از مساحت قلمرو مورد بررسی را شامل می‌شود و از لحاظ مکانی در اطراف ناحیه‌ی نیمه‌پُربارش قرار دارد؛ کمابیش در فصل تابستان بارشی دریافت نمی‌کند. در ناحیه‌ی بسیار کم‌بارش کمابیش شش ماه از سال بارشی رخ نمی‌دهد. در این ناحیه‌ی بارشی که منطبق بر پست‌ترین نقاط ایران مرکزی است و حدود ۶۴ درصد مساحت منطقه‌ی مطالعاتی را شامل می‌شود، حدود ۶۰ درصد بارش در فصل زمستان روی می‌دهد.

### منابع

- بابایی فینی ا. و فرج‌زاده م. ۱۳۸۱، **الگوهای تغییرات مکانی و زمانی بارش در ایران**، مجله‌ی مدرس، سال ۶، شماره ۴، صص. ۷۰-۵۱.
- جهانبخش اصل س. و ذوالفقاری ح. ۱۳۸۱، **بررسی الگوهای سینوپتیک بارش‌های روزانه در غرب ایران**، فصلنامه‌ی تحقیقات جغرافیایی، شماره‌های ۶۳-۶۴، صص. ۲۵۸-۲۳۴.
- حیدری، ح. و علیجانی ب. ۱۳۷۸، **طبقه‌بندی اقلیمی ایران با استفاده از تکنیک‌های آماری چند متغیره**، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۳۷، صص. ۷۴-۵۷.
- دین پژوه ی.، فاخری فرد، ا.، مقدم واحد م.، جهانبخش اصل س. و میرنیا م. ۱۳۸۲، **انتخاب متغیرها به منظور پهنه‌بندی اقلیم بارش ایران با روش‌های چند متغیره**، مجله‌ی علوم و کشاورزی ایران، سال ۳۴، شماره ۴، صص. ۸۲۳-۸۰۹.

- رضیئی ط. و عزیزی ق. ۱۳۸۱، منطقه‌بندی رژیم بارشی غرب ایران با استفاده از روش‌های تحلیل مؤلفه‌های اصلی و خوشه‌بندی، مجله‌ی تحقیقات منابع آب ایران، سال ۳، شماره‌ی ۲، صص. ۶۵-۶۲.
- کریمی احمدآباد م. ۱۳۸۶، بررسی منابع تأمین‌کننده‌ی رطوبت بارش‌های ایران، رساله‌ی دکترای اقلیم‌شناسی، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده‌ی علوم انسانی، گروه جغرافیا.
- کاوسی ا. و مشکانی م. ۱۳۸۶، پهنه‌بندی و تحلیل فضایی بارش اقلیمی ایران، مجله‌ی محیط‌شناسی، سال ۳۵، شماره‌ی ۴۳، صص. ۴۰-۳۱.
- لشکری ح. ۱۳۸۱، مسیریابی سامانه‌های کم فشار سودانی ورودی به ایران، مجله‌ی مدرس علوم انسانی، شماره‌ی ۶، صص. ۱۳۳-۱۷۰.
- مسعودیان ا. ۱۳۸۲، شناسایی رژیم‌های بارش ایران به روش تحلیل خوشه‌ای، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره‌ی ۵۲، صص. ۶۱-۴۷.
- مسعودیان ا. ۱۳۸۸، نواحی بارشی ایران، مجله‌ی جغرافیا و توسعه، شماره‌ی ۱۳، صص. ۹۱-۷۹.
- مسعودیان ا. ۱۳۹۰، آب و هوای ایران، چاپ اول، انتشارات شریعه توس، مشهد.
- Domroes M., Kaviani M. and Schaefer D., 1998, **An Analysis of Regional and Intra-annual Precipitation Variability Over Iran Using Multivariate Statistical Methods**, Theoretical and Applied Climatology, Vol. 61, No. 3-4, PP. 151-159.
- Fotiadi A.K., Metaxas D.A. and Barizokas A., 1998, **A Statistical Study of Precipitation in Northwest Greece**, International Journal of Climatology, Vol. 19, PP.1221-1232.
- Gadgil S. and Iyengar R.N., 1980, **Cluster Analysis of Rainfall Station of the Indian Peninsula**, Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, Vol. 106, PP. 873-886.
- Jessen M., Einfalt T., Stoffer A., Mehlig B., 2005, **Analysis of Heavy Rainfall Events in North Rhine-Westphalia with Radar and Rain Gauge Data**, Atmospheric Research, Vol.77, PP. 337-346.
- Marzban C., Sandgathe S., 2006, **Cluster Analysis for Verification of Precipitation Fields**, American Meteorology Society, Vol. 21, PP. 824-838.
- Seibert P., Frank A. and Formayer H., 2006, **Synoptic and Regional Patterns of Heavy Precipitation in Austria**, Theoretical and applied Climatology, Vol. 87, PP. 139-153.
- Zhang X., Hogg W.D. and Mekis E., 2001 **Spatial and Temporal Characteristics of Heavy Precipitation Events over Canada**, Journal of Climate, Vol. 14, PP. 1923-1936.