

شناخت مناطق همگن بارشی در غرب ایران

طیب رضیئی* و قاسم عزیزی**

* پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری

** گروه جغرافیای دانشگاه تهران

چکیده

شناخت زیرمنطقه های همگن اقلیمی، یکی از نیازهای اولیه در برنامه ریزی های محیطی و آمایش سرزمین است که بویژه برای مطالعه بیلان آب و دیگر مسائل هیدرولوژی دارای اهمیت است. از این رو، برای شناخت مناطق همگن بارشی منطقه کوهستانی غرب ایران که سرچشمه بسیاری از رودهای مهم کشور است، میانگین ۹ متغیر وابسته به بارش در دوره ۲۰۰۰-۱۹۶۵ برای ۱۴۰ ایستگاه هواشناسی پراکنده در سطح منطقه محاسبه و مورد استفاده قرار گرفت. متغیرهای یاد شده به کمک روش تحلیل مولفه های اصلی (با آرایه R) به چهار مولفه کاهش و با استفاده از چرخش وریماکس چرخش داده شدند. سپس با بهره گیری از روش خوشه بندی سلسله مراتبی به شیوه وارد ایستگاه های مورد استفاده در این تجزیه و تحلیل بر مبنای مقادیر نمرات استاندارد آنها در مولفه های به دست آمده گروه بندی و به این ترتیب غرب ایران به چهار زیرمنطقه همگن بارشی تقسیم شد. نتیجه نشان داد که روند ناهمواریها و عرض جغرافیایی در مرزبندی و تفاوت های مکانی بین مناطق نقش بسیار مهمی دارند. بررسی تغییرات ماهانه بارش زیرمنطقه ها نیز نشان داد که با حرکت از جنوب به شمال بیشینه بارش از زمستان به بهار منتقل می شود. این تفاوتها بیانگر تفاوت در سازوکارهای ایجاد بارش در شمال و جنوب منطقه مورد مطالعه است. از این رو، می توان گفت که سامانه های سینوپتیکی باران آور در شمال و مرکز منطقه مورد مطالعه با سامانه هایی که در جنوب موجب ایجاد بارش می شوند، متفاوتند.

واژه های کلیدی: منطقه بندی، تحلیل مولفه های اصلی، خوشه بندی، نمایه تمرکز بارش، غرب ایران

Delineation of homogeneous precipitation regions in Western Iran

T. Raziei* and Gh. Azizi**

*Soil Conservation and Watershed Management Research institute

**Geography Department, University of Tehran

Abstract

The mountainous region of western Iran was regionalized applying R mode principal component analysis (PCA) and Cluster Analysis (CA) on 9 precipitation derived variables in 140 stations distributed across the study area. In this way, the used variables were reduced to 4 principal components and then rotated using Varimax rotation criterion. Applying a Hierarchical Cluster Analysis, Ward's algorithm, on principal component scores, the stations were grouped into 5 individual clusters. The results indicated that the study area comprises of 5 distinctive homogenous subdivisions. The topography and latitude play an important role in determining boundaries between identified subdivisions and existence of spatial differences between them as well. Investigation of time evolution of monthly precipitation across the identified sub-regions indicated that the month of maximum precipitation moves from winter in the south to spring in the north-western most of the study area. The existence differences between south and north of the study area considering the time of occurrence of monthly maximum precipitation implied that the precipitation laden mechanisms are different in south and north of the study area.

Key Words: Regionalization, Western Iran, PCA, CA, PCI

مقدمه

شناخت زیرمنطقه های همگن اقلیمی یکی از نیازهای اولیه در برنامه ریزیها و بویژه برنامه های آمایش سرزمین است و برای درک پدیده های پیچیده اقلیمی بسیار ضروری است. منطقه بندی های اقلیمی اغلب بر مبنای استفاده از متغیرهای مختلف اقلیمی صورت می گیرد تا بدین وسیله نقش تمامی متغیرهای اقلیمی در تعیین اقلیم مناطق در نظر گرفته شود. اما در پاره ای از موارد نیاز است تا تفاوت های مکانی

موجود در یک منطقه از نظر تغییرات زمانی و مکانی تنها یک متغیر بررسی شود. برای مثال منطقه بندی یک کشور تنها بر اساس تغییرات بارش می تواند برای هدف های هیدرولوژی و مدیریت منابع آب بسیار سودمند باشد.

تحلیل مولفه های اصلی و خوشه بندی از جمله روشهایی هستند که برای منطقه بندی اقلیمی استفاده می شوند. پژوهشگرانی چون اهرنדרفر (۱۹۸۷: ۷۶)، فاوول و فاوول (۱۹۹۳: ۲۱۱۵) و بانکرز و همکاران

وریمکس به دلیل نداشتن وابستگی به شکل قلمرو و یا منطقه مورد مطالعه بیشتر مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است (ریچمن، ۱۹۸۱: ۱۱۴۸).

بسیاری از پژوهشگران برای پهنه‌بندی تغییرپذیری بارش از تحلیل مولفه‌های اصلی با آرایه S استفاده کرده‌اند (اهرن‌دورفر، ۱۹۸۷: ۷۶؛ جان‌وواک، ۱۹۸۸: ۲۴۳؛ کومری و گلن، ۱۹۹۸: ۲۰۳؛ سینگ و سینگ، ۱۹۹۶: ۲۵۴). از سوی دیگر استفاده از آرایه R نیز برای منطقه‌بندی اقلیمی بسیار استفاده شده (تادهانتر و همکاران، ۱۹۸۹: ۹؛ فاول و فاول، ۱۹۹۳، ۲۱۱۵؛ لولیس و همکاران، ۱۹۹۹: ۱۸۷؛ دیگاتانو، ۱۹۹۶: ۱۷۶۷؛ راگونتاه و همکاران، ۲۰۰۲: ۲۴۳۹؛ و احمد و همکاران، ۲۰۰۵: ۳۲۲). آرایه S تحلیل مولفه‌های اصلی با گروه بندی ایستگاه‌هایی که از نظر تغییرپذیری زمانی یک متغیر معین (مانند بارش) همانند هستند و یا به عبارت دیگر هم‌وردایی دارند^۲ منطقه مورد مطالعه را به زیر منطقه‌های همگن تقسیم می‌کند. در مقابل آرایه R با در نظر گرفتن برهمکنش متغیرهای مختلف، منطقه مورد مطالعه را به زیرمنطقه‌های مختلف تقسیم می‌کند (ریچمن، ۱۹۸۶: ۲۹۵).

پژوهشگران ایرانی نیز از هر دو آرایه S و R برای منطقه‌بندی اقلیمی استفاده کرده‌اند. حیدری و علیجانی (۱۳۷۸، ۵۹) با انجام تحلیل مولفه‌های اصلی بر روی ۴۹ متغیر اقلیمی دیده بانی شده در ۴۳

(۱۹۹۶، ۱۳۳) برای منطقه‌بندی اقلیمی از روش‌های تحلیل مولفه‌های اصلی و خوشه‌بندی بهره‌گرفته‌اند. از این روش به منظور کاهش ابعاد متغیرها به طور گسترده‌ای در آب و هواشناسی استفاده می‌شود. ارزش واقعی این روش زمانی مشخص می‌گردد که بخواهیم ماتریس بسیار بزرگی از داده‌ها را مورد پردازش قرار دهیم. در آب و هواشناسی عمدتاً از چهار آرایه S, R, P و T استفاده می‌شود (یارنال، ۱۹۹۳: ۷۵).

برای انجام پردازش داده‌ها در روش تحلیل مولفه‌های اصلی می‌توان از یکی از ماتریس‌های همبستگی و هم پراش استفاده کرد. استفاده از ماتریس همبستگی که بیشتر در آرایه P و R به کار می‌رود موجب استاندارد شدن داده‌ها و در نظر گرفتن وزن برابر برای آنها می‌شود. برای انتخاب تعداد مولفه‌های قابل استخراج از روش‌های مختلفی مانند نمودار غربالی^۱ آزمون نورث (نورث و همکاران، ۱۹۸۲: ۷۰۲) و غیره می‌توان استفاده نمود. در بسیاری از موارد تفسیر و تحلیل مولفه‌های انتخاب شده کمی دشوار است. از این رو به منظور ساده نمودن تفسیر، بیان و گزارش نتایج تحلیل مولفه‌های اصلی توصیه می‌شود که مولفه‌های تعیین شده چرخش داده شوند. با توجه به هدف مطالعه می‌توان از دو شیوه چرخش مایل و عمودی برای چرخش مولفه‌ها استفاده نمود. روش چرخش عمودی به شیوه

(۱۲۰) از میان ۵۷ متغیر اقلیمی در ۷۷ ایستگاه سینوپتیک و اقلیم شناسی پراکنده در سطح کشور، دوازده مورد را انتخاب نمودند و با انجام روش تحلیل مولفه های اصلی و خوشه بندی بر روی دوازده متغیر انتخابی توانستند کل کشور را به هفت منطقه همگن از نظر ویژگی های بارش تقسیم بندی نمایند.

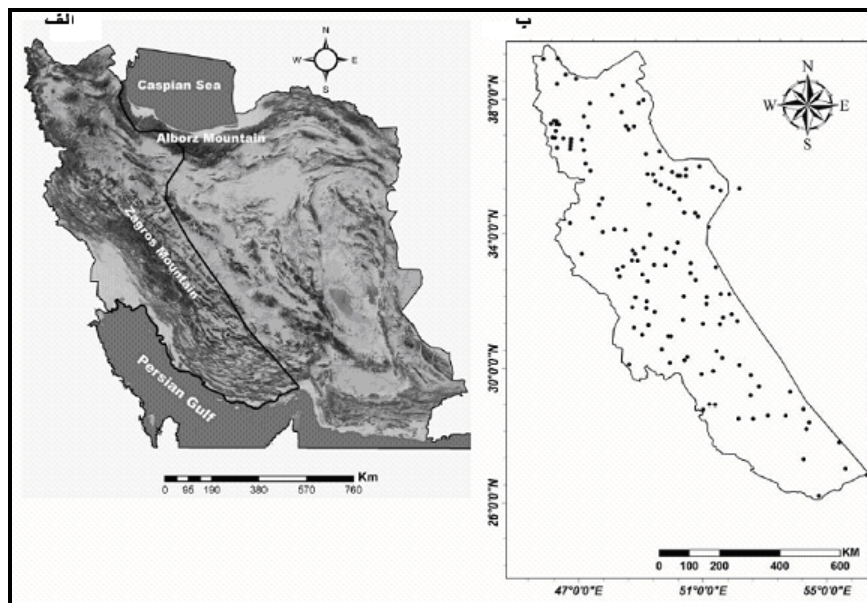
منطقه بندی های انجام شده در کشور اگرچه بستر مناسبی را برای برنامه ریزیها به دست می دهند، اما به دلیل استفاده از ایستگاه های محدود و با پراکنش نامناسب در سطح کشور نمی توانند از دقت مناسب برخوردار باشند. گستردگی کشور در طول و عرض جغرافیایی از یک سو و توپوگرافی پیچیده از سوی دیگر، بویژه در غرب کشور نشان دهنده وجود پهنه های اقلیمی ریز و درشتی است که با یک شبکه ایستگاهی پراکنده مانند شبکه ایستگاه های سینوپتیک و کلیماتولوژی کشور نمی توان آنها را شناخت. از سوی دیگر، برخی از منطقه بندی های انجام شده تنها بر مبنای یک متغیر و به منظور دستیابی به هدفی ویژه به انجام رسیده است. بنابراین، ادامه چنین پژوهش هایی با استفاده از ایستگاه های بیشتر و متراکم تر در سطح کشور و نیز در نظر گرفتن متغیرهای بیشتر ضروری به نظر می رسد. رضی و عزیزی (۱۳۸۷) نشان دادند که الگوی تغییرات مکانی بارش فصلهای زمستان و پاییز در غرب ایران، از الگوی تغییرات مکانی بارش سالانه پیروی می کنند.

ایستگاه سینوپتیک پراکنده در سطح کشور، متغیرهای همبسته را به هفت مولفه اصلی کاهش دادند که از این میان سه مولفه اول بخش بسیار زیادی از واریانس داده ها را تبیین می کنند. آنها با انجام خوشه بندی سلسله مراتبی بر روی مولفه های انتخابی، ایران را به شش منطقه و ۱۲ زیر منطقه همگن اقلیمی تقسیم کردند. جهانبخش اصل و ذولفقاری (۱۳۸۱، ۲۴۱) با انجام تحلیل مولفه های اصلی بر روی بارش روزانه ۲۲ ایستگاه سینوپتیک و اقلیم شناسی پراکنده در غرب ایران توانستند این بخش از کشور را از نظر ویژگی های بارش روزانه به پنج منطقه همگن بارشی منطقه بندی نمایند. ذولفقاری و ساری صراف (۱۳۷۸، ۱۴۱) نیز با انجام خوشه بندی بر روی داده های بارش ماهانه ۲۴ ایستگاه هواشناسی، شمال غرب کشور را از نظر ویژگی های بارش به پنج منطقه همگن تقسیم کردند. مسعودیان و عطایی (۱۳۸۴: ۱۰) نیز با استفاده از روش خوشه بندی ایران را بر اساس فصلهای بارشی به پنج منطقه جدا از هم تقسیم و ویژگی های بارشی هر یک از مناطق به دست آمده را مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار دادند. دومروئس و همکاران (۱۹۹۸: ۱۵۶) با انجام تحلیل مولفه های اصلی و خوشه بندی بر روی ۷۱ ایستگاه سینوپتیک و اقلیم شناسی پراکنده در سطح کشور، ایران را از نظر ویژگی های بارش ماهانه به پنج منطقه همگن اقلیمی تقسیم بندی نمودند. دین پشوه و همکاران (۲۰۰۴:

منطقه مورد مطالعه که در برگیرنده نیمه کوهستانی غرب کشور است، از 30° ، 26° تا $48'$ عرض جغرافیایی و 27° ، 45° تا $30'$ ، 51° طول جغرافیایی امتداد دارد و دارای آب و هوای مدیترانه‌ای است. این منطقه که در ناحیه انتقالی مسیر اصلی بادهای غربی و موقعیت اصلی پرفشار جنب حاره‌ای قرار دارد، بیشتر به وسیله ناهمواریهای زاگرس که در مسیر عبور بادهای بارانزای غربی قرار گرفته است پوشیده شده و بارش سالانه آن بین 200 تا 600 میلیمتر است (دومروس و همکاران، 1998 : 152 ; دین پشوه و همکاران، 2004 : 115). به علت گسترش و وسعت قابل ملاحظه منطقه مورد مطالعه در عرض جغرافیایی (26 تا 40 درجه) و نیز تنوع ناهمواریها، مقدار و توزیع بارش در منطقه از تغییرات مکانی زیادی برخوردار است.

در این بررسی همچنین مشخص شد که: (۱) توزیع مکانی مقدار و درصد بارش فصلی در غرب ایران با یکدیگر متفاوتند و (۲) بیشینه بارش پاییزه (به درصد) در جنوب غرب ایران، بیشینه بارش بهار در شمال غرب ایران و بیشینه بارش تابستانه در محدوده هرمزگان، لارستان و آذربایجان قرار دارند. این نتایج انگیزه انجام پژوهش پیش رو را با هدف دستیابی به یک منطقه بندی دقیقتر و بر مبنای بهره گیری از یک شبکه متراکمتر (استفاده از ایستگاه های سازمان هواشناسی و وزارت نیرو در کنار یکدیگر) در غرب کشور ایجاد نمود. از این رو، پژوهش پیش رو به شناسایی مناطق همگن بارشی غرب کشور و بررسی ویژگی های بارش در آنها می پردازد.

منطقه مورد مطالعه



شکل (۱ الف) نقشه توپوگرافی و موقعیت جغرافیایی ایران را نشان می دهد.

داده های گم شده در هر ایستگاه با استفاده از روش Move4 برآورد گردید. این روش یک مدل رگرسیونی است که در آن پارامترهای α و β طوری تعیین می شود که داده های برآوردی تغییری در واریانس داده های ایستگاه مورد بازسازی ایجاد ننماید و یا به عبارتی واریانس سری حفظ گردد (هیرش، ۱۹۸۲: ۱۰۸۴؛ وگل و استدینگر، ۱۹۸۵: ۷۲۲).

با بهره گیری از میانگین درازمدت ۹ متغیر مبتنی بر بارش که در جدول (۱) ارائه شده اند، به کمک روش تحلیل مولفه های اصلی غرب ایران منطقه بندی گردید. برای این منظور تحلیل مولفه های اصلی با آرایه R بر روی ۹ متغیر یاد شده انجام شد. بدین ترتیب یک ماتریس همبستگی با آرایش 9×140 (۱۴۰ ایستگاه و ۹ پارامتر) به عنوان ورودی مدل تحلیل مولفه های اصلی تشکیل گردید. سپس به کمک نمودار غربالی و آزمون نورث (نورث و همکاران، ۱۹۸۶: ۷۰۲) تعداد چهار مولفه اول انتخاب (شکل ۲) و به منظور دستیابی به الگویی پایدارتر و همگن تر با استفاده از روش وریمکس چرخش داده شدند. در نهایت، روش خوشه بندی سلسله مراتبی وارد در فرمول فوق Pi مقدار بارش ماه ام در هر ایستگاه است.

(Ward) بر روی ماتریس نمره استاندارد مولفه های چرخش یافته انجام و ایستگاه های مورد مطالعه

برای انجام این تحقیق از داده های بارش ۱۹۶ ایستگاه هواشناسی وابسته به وزارت نیرو و سازمان هواشناسی کشور بهره گیری شده است. به علت در دسترس بودن داده های روزانه ایستگاه های وابسته به وزارت نیرو، داده های این ایستگاه ها به تاریخ میلادی تبدیل شده تا با داده های وابسته به سازمان هواشناسی هم تقویم گردند. سپس داده های بارش سالانه همه ایستگاه ها از نظر آماری مورد آزمون قرار گرفت. همگنی داده ها از نظر میانه و واریانس با استفاده از آزمون همگنی من-ویتنی مورد آزمون قرار گرفت.

شکل (۱) الف ویژگی های کوهنگاری ایران و (ب) پراکنش ایستگاه های هواشناسی در غرب ایران

داده ها و روش پژوهش

روند و استقلال داده ها نیز به ترتیب با استفاده از آزمون من-کنندال و خود همبستگی کنندال بررسی شد (هلسل و هیرش، ۱۹۹۲: ۲۷۶). در نتیجه این بررسی، ۵۶ ایستگاه به علت کیفیت پایین داده ها و نیز داشتن داده های گم شده زیاد (بیش از ۵ درصد) حذف گردید. تعداد ۱۴۰ ایستگاه باقی مانده (شکل ۱-ب) که در بر گیرنده ۳۵ سال آبی از اکتبر ۱۹۶۵ تا سپتامبر ۲۰۰۰ هستند، برای تجزیه و تحلیل بیشتر انتخاب شدند. این تعداد ایستگاه در برگیرنده یک شبکه با توزیع مناسب از ایستگاه ها در سطح منطقه مورد مطالعه است.

$$PCI = 100 \frac{\sum_{i=1}^{12} P_i^2}{\left(\sum_{i=1}^{12} p_i\right)^2} \quad (1)$$

نمایه تمرکز بارش نشان می دهد که بارش ماهانه در طی سال چگونه توزیع شده است. دامنه تقسیمات این نمایه از صفر تا ۱۰۰ است. مقادیر کمتر از ۱۰ بیانگر توزیع یکنواخت بارش در همه ماه ها و مقدار ۱۰۰ بیانگر تمرکز کل بارش سالانه در یک ماه خاص است. مقدار تمرکز بارش ۱۱ تا ۲۰ نشان می دهد که بارش در ایستگاه مورد بررسی دارای رژیم فصلی مشخص و مقادیر بالاتر از ۲۰ نیز نمایانگر تغییرات شدید درون سالی بارش و تمرکز بارش در چند ماه محدود از سال است (د لوئیس و همکاران، ۲۰۰۰: ۱۴۵۴).

بر اساس مقدار نمره استاندارد مولفه های چهارگانه به پنج گروه همگن دسته بندی شدند. چگونگی توزیع بارش در طی ماه های مختلف سال نیز به کمک نمایه تمرکز بارش در این منطقه بندی استفاده گردید. این نمایه که در سال ۱۹۸۰ به سیله اولیور (به گفته د لوئیس و همکاران، ۲۰۰۰، ۱۴۵۴) معرفی شد، در واقع تغییرات درون سالی بارش و یا توزیع بارش در طی سال را ارزیابی می کند. نمایه تمرکز بارش در سالهای اخیر به وسیله دلوئیس و همکاران (۲۰۰۰: ۱۴۵۴ و ۲۰۰۱: ۲۷) اصلاح و به کار برده شد. در این پژوهش از شکل اصلاح شده این نمایه که به صورت رابطه (۱) نشان داده می شود استفاده شده است.

جدول (۱) پارامترهای مورد استفاده در تحلیل مولفه های اصلی با آرایه R برای منطقه بندی غرب ایران

| ۹ | ۸ | ۷ | ۶ | ۵ | ۴ | ۳ | ۲ | ۱ |
|------------------------|-------------------|----------------|-------------------|-----------------|--------------------|-----------------|-------------------|------------------|
| نمایه تمرکز بارش (PCI) | درصد بارش تابستان | درصد بارش بهار | درصد بارش زمستانه | درصد بارش پاییز | مقدار بارش تابستان | مقدار بارش بهار | مقدار بارش زمستان | مقدار بارش پاییز |

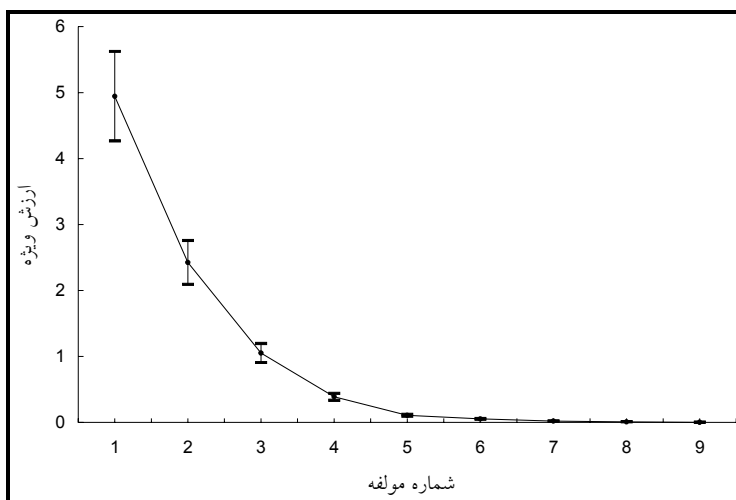
نتایج

از یکدیگر هستند و هر یک بخش درخور توجهی از واریانس داده ها را در بر می گیرند. بر این اساس، مولفه های اول تا چهارم برای مطالعه بیشتر انتخاب و برای دستیابی به یک توزیع مکانی همگن تر با استفاده از روش وریماکس چرخش داده شدند.

شکل (۲) نشان می دهد که مولفه های ۵ تا ۹ بخش ناچیزی از واریانس کل داده ها را در بر می گیرند و محدوده خطای آنها با یکدیگر همپوشانی دارند، در حالی که مولفه های اول تا چهارم مستقل

جدول ملاحظه می شود که چهار مولفه چرخش یافته اول ۹۷/۹ درصد کل واریانس داده های اصلی را بیان می کنند.

جدول (۲) مقدار بارگویه، ارزش ویژه، واریانس و واریانس تجمعی هر یک از مولفه های به دست آمده را پس از چرخش نشان می دهد. با توجه به این



شکل ۲ نمودار غربالی تحلیل مولفه های اصلی با آرایه R به همراه محدوده خطای مولفه ها (نورث و

همکاران، ۱۹۸۶)

جدول (۲) بارگویه، ارزش ویژه و واریانس تبیین شده به وسیله مولفه های چرخش یافته

| پارامتر | PC1 | PC2 | PC3 | PC4 |
|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| مقدار بارش پاییزه | ۱۸/۰ | ۹۲/۰ | ۱۸/۰- | ۲۷/۰ |
| مقدار بارش زمستانه | ۲۶/۰- | ۹۴/۰ | ۲۳/۰- | ۰۱/۰ |
| مقدار بارش بهاره | ۸۹/۰ | ۳۹/۰ | ۱۳/۰ | ۱۵/۰- |
| مقدار بارش تابستانه | ۳۹/۰ | ۱۵/۰- | ۸۵/۰ | ۲۸/۰- |
| درصد بارش پاییزه | ۰۸/۰- | ۱۹/۰ | ۳۷/۰- | ۹۰/۰ |
| درصد بارش زمستانه | ۹۰/۰- | ۲۹/۰ | ۲۷/۰- | ۱۱/۰- |
| درصد بارش بهاره | ۹۲/۰ | ۲۶/۰- | ۲۲/۰ | ۱۸/۰- |
| درصد بارش تابستانه | ۲۸/۰ | ۴۰/۰- | ۸۰/۰ | ۲۹/۰- |
| نمایه تمرکز بارش (PCI) | ۹۳/۰- | ۰۳/۰- | ۲۴/۰- | ۰۳/۰ |
| ارزش ویژه | ۶۶/۳ | ۲۵/۲ | ۷۷/۱ | ۱۳/۱ |
| درصد واریانس توضیح داده شده | ۶۳/۴۰ | ۰۲/۲۵ | ۷۱/۱۹ | ۵۱/۱۲ |
| درصد تجمعی واریانس توضیح داده شده | ۶۳/۴۰ | ۶۵/۶۵ | ۳۶/۸۵ | ۸۷/۹۷ |

تمرکز بارش در این منطقه را در پی دارد، در حالی که با افزایش سهم بارش بهار در نیمه شمالی منطقه توزیع بارش در طی سال در این منطقه یکنواخت تر شده است که این موضوع با مقدار پایین نمایه تمرکز بارش خود را نشان داده است. به طور کلی، می توان گفت که تغییرات مکانی نمره استاندارد مولفه اول از یک الگوی دو قطبی پیروی می کند و بیانگر آن است که رژیم بارش نیمه جنوبی و شمالی منطقه با یکدیگر رابطه عکس دارند.

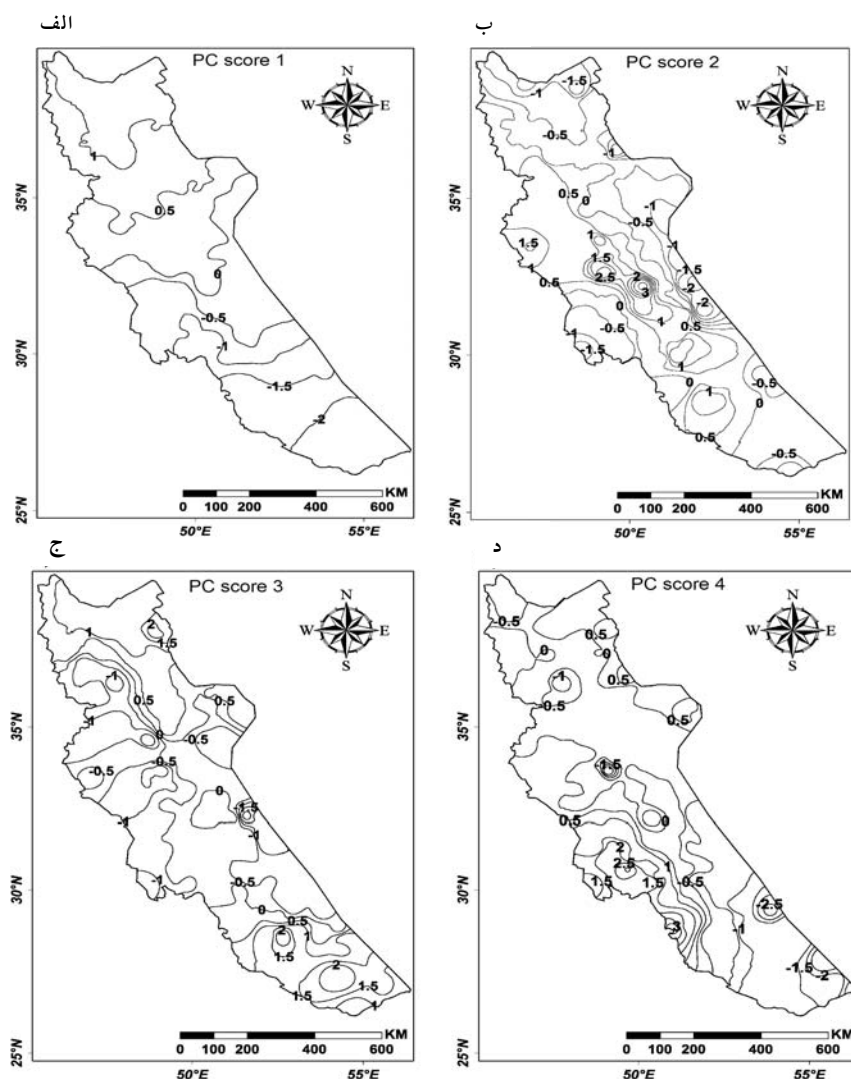
دومین مولفه که ۲۵/۰ درصد از واریانس داده ها را بیان می کند، دارای بار مثبت بالا بر روی مقدار بارش پاییزه و زمستانه است. شکل ۳-ب نشان می دهد که مولفه دوم دارای بالاترین نمره استاندارد در مناطق کوهستانی زاگرس است که بسرعت با شیب گرادیان شدید به اطراف کاهش می یابد. بررسی الگوی توزیع مکانی نمره استاندارد مولفه دوم نشان می دهد که منطقه کوهستانی و ناهموار زاگرس در مقایسه با مناطق پست اطراف تحت تاثیر ارتفاع و توپوگرافی، از مقدار بارش پاییزه و زمستانه بالایی برخوردار است. از الگوی مکانی نمره استاندارد مولفه دوم همچنین می توان دریافت که از نظر مقدار بارش اختلاف شدیدی میان مناطق مرتفع و پست اطراف دیده می شود. بر این اساس، نمره استاندارد منفی این مولفه در بخش های کم ارتفاع شرقی، شمالی و جنوبی منطقه مورد مطالعه بیانگر آن است که مقدار

مولفه اول که ۴۰/۶ درصد از کل واریانس داده ها را بیان می کند، بالاترین بارگویی مثبت را بر روی مقدار و درصد بارش فصل بهار و بیشترین بارگویی منفی را بر روی نمایه تمرکز بارش و درصد بارش زمستان دارا است. این مولفه با الگویی دو قطبی نشان می دهد که تحت تاثیر عرض جغرافیایی، میان نمایه تمرکز بارش و درصد بارش زمستانه از یک سو و مقدار و درصد بارش بهار از سوی دیگر، یک رابطه معکوس برقرار است. شکل ۳-الف نشان می دهد که نمره استاندارد مولفه اول در بخش شمالی منطقه مورد مطالعه، مثبت است. با توجه به شکل ۳-الف و جدول ۲ می توان گفت که بخش شمالی منطقه مورد مطالعه بویژه منطقه آذربایجان از بارش بهار درخور توجهی برخوردار است. در مقابل، مقدار پایین نمره استاندارد مولفه اول در نیمه جنوبی منطقه مورد مطالعه بیانگر آن است که در این بخش از منطقه درصد بالایی از بارش در فصل زمستان ریزش می کند که در پی آن مقدار نمایه تمرکز بارش نیز افزایش می یابد. به عبارتی دیگر، می توان گفت که نمره استاندارد مثبت مولفه اول در نیمه شمالی منطقه نشان دهنده مقدار و درصد بالای بارش بهار و نمره استاندارد منفی و بسیار پایین این مولفه در نیمه جنوبی نشان دهنده درصد بالای بارش زمستانه در این بخش از منطقه است. با توجه به شکل ۳-الف همچنین می توان دریافت که درصد بالای بارش زمستانه در نیمه جنوبی منطقه مقدار بالای نمایه

منطقه مورد مطالعه نشاندهنده مقدار درخور توجه بارش تابستانه در این مناطق است که می توان آن را به سازوکارهای همرفتی ناشی از گرم شدن سطح زمین و تاثیر نقش کوهستان (در شمال) و حرکت هوای بسیار مرطوبی که با گذر از روی آبهای گرم خلیج فارس به سوی نواحی ساحلی ایران می آیند (در جنوب) نسبت داد (علیجانی و هارمان، ۱۹۸۵: ۴۰۶).

بارش زمستانه و پاییزه این مناطق بسیار پایین تر از میانگین مکانی کل منطقه مورد مطالعه است.

سومین مولفه، با بار مثبت بالا بر روی مقدار و درصد بارش فصل تابستان ۱۹/۷ درصد از کل واریانس داده های اصلی را بیان می نماید. از این رو توزیع مکانی بارش تابستانه در منطقه مورد مطالعه را می توان در الگوی توزیع مکانی نمره استاندارد مولفه سوم (شکل ۳- ج) جستجو کرد. نمره استاندارد بالاتر از ۱ در بخش های شمالی و جنوبی

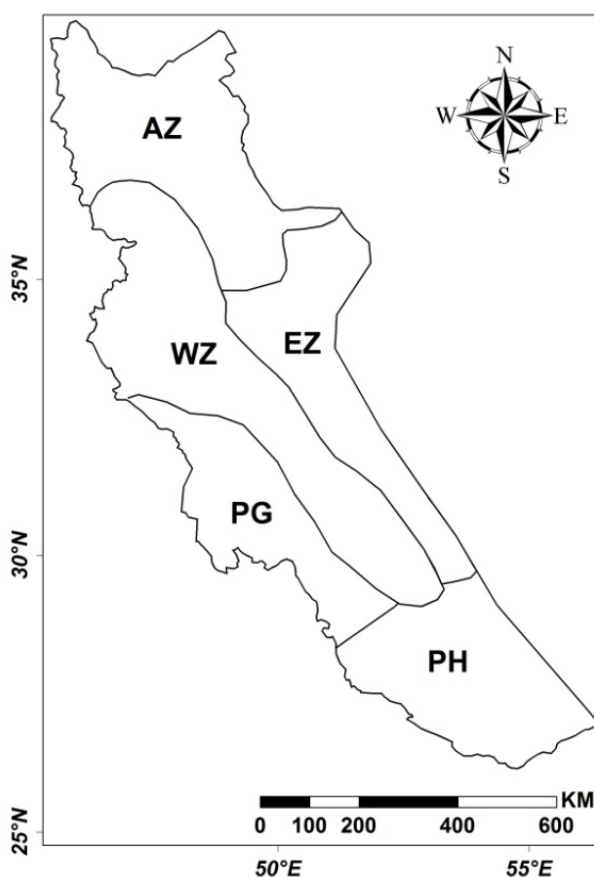


شکل ۳ الگوی توزیع مکانی نمره های استاندارد مولفه های چرخش یافته در منطقه مورد مطالعه

آبهای گرم خلیج فارس عبور می کنند، نسبت داد. با انجام خوشه بندی سلسله مراتبی وارد بر روی نمره های استاندارد مولفه های به دست آمده از روش تحلیل مولفه های اصلی، منطقه مورد مطالعه به پنج زیر منطقه همگن از نظر اقلیم بارشی تقسیم شد.

شکل ۴ زیرمنطقه های به دست آمده و جدول ۳ نیز ویژگی های آماری اقلیم بارشی آنها را نشان می دهند.

و سرانجام، مولفه چهارم با بار مثبت بالا بر روی درصد بارش پاییزه ۱۲/۵ درصد از کل واریانس داده را بیان می نماید. شکل ۳-د که الگوی مکانی نمره استاندارد مولفه چهارم را نشان می دهد، نشان دهنده بالاتر بودن بارشهای پاییزه در جنوب غرب ایران نسبت به میانگین مکانی کل منطقه مورد مطالعه است. درصد بالای بارش های پاییزه در جنوب غرب ایران را می توان به جریانهای سودانی که از روی



شکل (۴) مناطق همگن بارشی غرب کشور

❖ منطقه آذربایجان (AZ): یکی از ویژگی های

این زیرمنطقه که آن را از دیگر منطقه ها جدا می کند،

به طور کلی، ویژگی های زیر منطقه های به

دست آمده به شرح زیر بیان می گردد:

آذربایجان سهم بارش بهار در زیرمنطقه زاگرس غربی به ۱۸/۰ درصد کاهش می‌یابد. تابستان با تنها ۰/۳ درصد از بارش سالانه سهم بسیار ناچیزی از بارش سالانه این زیرمنطقه را به خود اختصاص می‌دهد و می‌توان آن را فصل کاملاً خشک زاگرس غربی به شمار آورد. مقدار زیاد بارش سالانه و فصلهای مختلف زاگرس غربی در مقایسه با دیگر زیرمنطقه‌ها را می‌توان به بادگیر بودن و نیز ارتفاع زیاد منطقه نسبت داد. به علت قرار داشتن در دامنه رو به باد و بهره‌گیری از تأثیر اوروگرافیک مقدار بارش در زاگرس غربی بسیار بیشتر از دیگر مناطق است. تفاوت ارتفاع در این منطقه باعث تغییرات مکانی شدید بارش در زاگرس غربی شده است. این موضوع از دامنه بالای تغییرات بارش در ایستگاه‌های این منطقه که با مقدار انحراف از معیار بالا در جدول ۳ ارائه شده است، مشخص است.

❖ زیرمنطقه زاگرس شرقی (EZ) به علت ارتفاع کمتر و در بادپناه بودن از بارش سالانه و فصلی کمتری در مقایسه با زاگرس غربی برخوردار است (جدول ۳). در مقایسه با زاگرس غربی، مقدار بارش تابستانه و بهار در زاگرس شرقی به علت افزایش دمای سطح زمین و وجود فعالیتهای همرفتی در این فصلها افزایش می‌یابد و در مقابل از مقدار

مقدار پائین نمایه تمرکز بارش و بیشینه بارش در بهار است. جدول ۳ نشان می‌دهد که هرچند بیشینه بارش در این زیرمنطقه در بهار روی می‌دهد، ولی مقدار بارش پاییز، زمستان و بهار تقریباً به هم نزدیکند. همچنین مقدار بارش تابستانه آذربایجان در مقایسه با دیگر زیرمنطقه‌ها بالاترین است. با توجه به وجود بارش در تمامی فصلها مقدار نمایه تمرکز بارش این زیرمنطقه با رقم ۱۴/۳ تا ۲۰/۵ نیز بسیار پایین تر از دیگر زیرمنطقه‌ها است. این دامنه از مقدار PCI نشان می‌دهد که مقدار بارش این زیرمنطقه تقریباً به طور یکنواخت در طی ماه‌های سال توزیع شده است که علت اصلی آن را می‌توان در موقعیت منطقه از نظر عرض جغرافیایی جستجو کرد. عرض جغرافیایی بالا سبب شده است که این زیرمنطقه از مکانیسم‌های مختلف بارشزا بهره‌بردار.

❖ زیرمنطقه زاگرس غربی (WZ) : از ویژگی‌های اصلی این زیرمنطقه که از کوهستانها و سرزمینهای بلند تشکیل شده است، در مقایسه با دیگر زیرمنطقه‌ها مقدار بالای بارش سالانه است که میانگین منطقه‌ای آن در حدود ۵۸۹ است. بر اساس جدول ۳ زمستان و پائیز به ترتیب با ۵۱/۱ و ۳۰/۶ درصد از بارش سالانه اولین و دومین فصل پر بارش این منطقه به شمار می‌روند. در مقایسه با زیرمنطقه

❖ زیرمنطقه پارس-هرمز (PH) نیز در جنوب و جنوب شرق منطقه مورد مطالعه قرار دارد. این زیرمنطقه از نظر مقدار بارش سالانه و نمایه تمرکز بارش تا حدودی همانند زیرمنطقه خلیج فارس است. از ویژگی های این زیرمنطقه تمرکز بسیار زیاد بارش در فصل زمستان و بارش قابل توجه در تابستان است. درصد بارش فصل زمستان در این زیر منطقه به ۶۷ درصد می رسد که بالاترین مقدار در میان زیرمنطقه ها است. مقدار بارش پاییزه این زیرمنطقه ۱۰ درصد کمتر از بارش پاییزه در زیرمنطقه خلیج فارس است. کمبود بارش پاییزه در این منطقه به این علت است که بادهای غربی و زبانه های آنها در این فصل به اندازه کافی قوی نیستند که این بخش از منطقه مورد مطالعه را تحت تاثیر قرار دهند. اما با فرا رسیدن زمستان بتدریج بادهای غربی قوی تر می شوند و حتی جنوبی ترین بخشهای منطقه مورد مطالعه را نیز تحت تاثیر قرار می دهند و موجب بارش های قابل توجهی می شوند، به ویژه اگر با جریانهای سودانی که از جنوب می آیند، ترکیب شوند. از این رو، نمایه تمرکز بارش در این زیرمنطقه به بالاترین مقدار؛ یعنی در حدود ۳۵ می رسد که نشان دهنده آن است که حجم بسیار زیادی از بارش سالانه در این زیرمنطقه در چند ماه

بارش زمستان و پاییز کم می شود. مقدار نمایه تمرکز بارش در زاگرس غربی و زاگرس شرقی با رقمی در حدود ۲۱ تقریباً با هم برابر است. نمایه تمرکز بارش برابر با ۲۱ نشان دهنده وجود ویژگی فصلی در رژیم بارش این مناطق و توزیع غیر یکنواخت و ناهماهنگ بارش در طی سال است.

❖ زیرمنطقه ساحلی خلیج فارس (PG) دربرگیرنده کوهپایه ها و سرزمینهای پست جنوب و جنوب غرب زاگرس است. این زیرمنطقه بیشترین بارش فصلی خود را با رقمی در حدود ۵۵ درصد در زمستان دریافت می کند و از بارش پاییزه درخور توجهی نیز برخوردار است (۳۷درصد). در مقابل، فصلهای بهار و تابستان به ترتیب با ۷/۵ و ۰/۲ درصد از کل بارش سالانه خشکترین فصلهای این زیرمنطقه به شمار می روند که در مقایسه با زیرمنطقه های آذربایجان، زاگرس شرقی و غربی بسیار پایین هستند. درصد بالای بارش زمستان و پاییز در مقابل درصد بسیار پائین بارش در بهار و تابستان نشان می دهد که بیشتر بارش این زیرمنطقه در دو فصل زمستان و پاییز تمرکز پیدا کرده اند که این ویژگی با مقدار بالای نمایه تمرکز بارش (PCI) در جدول ۳ مشخص شده است.

محدود از فصل زمستان ریزش می کند. با این حال این زیرمنطقه به علت بهره گیری از سامانه موسمی و رگبارهای همرفتی که در لایه مرطوب پائینی جو صورت می گیرد، از بارش های درخور توجهی در

تابستان برخوردار است. این لایه مرطوب به وسیله بخار آبی که از روی خلیج فارس به منطقه آورده می شود، ایجاد می گردد (علیجانی و هارمان، ۱۹۸۵: ۴۰۶).

جدول ۳ ویژگی های آماری بارش در زیر منطقه های به دست آمده

| نماینه تمرکز بارش | درصد بارش تابستان | درصد بارش بهار | درصد بارش زمستان | درصد بارش پاییز | میانگین بارش تابستان (میلیمتر) | میانگین بارش بهار (میلیمتر) | میانگین بارش زمستان (میلیمتر) | میانگین بارش پاییز (میلیمتر) | میانگین بارش سالانه (میلیمتر) | آماره | زیر منطقه |
|-------------------|-------------------|----------------|------------------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------|------------|
| ۱۷ | ۳/۹ | ۳۴/۰ | ۳۴/۱ | ۲۸/۰ | ۱۲/۷ | ۱۱۶/۹ | ۱۲۴/۹ | ۱۰۰/۸ | ۳۵۸/۱ | میانگین | آذربایجان |
| ۱/۵ | ۲/۷ | ۶/۴ | ۷/۰ | ۲/۳ | ۸/۲ | ۲۳/۸ | ۵۱/۵ | ۳۳/۸ | ۹۸/۱ | انحراف از معیار | |
| ۲۰/۵ | ۹/۷ | ۴۶/۷ | ۴۸/۱ | ۳۲/۱ | ۴۳/۷ | ۱۹۶/۴ | ۲۳۶/۶ | ۱۹۵/۰ | ۶۴۶/۸ | بیشینه | |
| ۱۴/۳ | ۰/۶ | ۲۰/۵ | ۲۲/۱ | ۲۲/۷ | ۳/۱ | ۷۹/۱ | ۴۷/۶ | ۵۳/۵ | ۲۰۸/۷ | کمینه | |
| ۲۱ | ۰/۳ | ۱۸/۰ | ۵۱/۱ | ۳۰/۶ | ۱/۶ | ۱۰۰/۱ | ۳۰۶/۳ | ۱۸۰/۹ | ۵۸۸/۹ | میانگین | زاگرس غربی |
| ۲/۴ | ۰/۳ | ۷/۵ | ۷/۱ | ۲/۲ | ۱/۵ | ۳۹/۶ | ۱۴۰/۸ | ۷۲/۶ | ۲۳۰/۰ | انحراف از معیار | |
| ۲۷/۹ | ۱/۱ | ۳۸/۲ | ۶۲/۷ | ۳۳/۴ | ۵/۴ | ۲۱۶/۸ | ۸۰۹/۶ | ۴۱۲/۶ | ۱۴۴۴/۵ | بیشینه | |
| ۱۷/۱ | ۰/۰ | ۷/۳ | ۳۵/۱ | ۲۵/۴ | ۰/۰ | ۳۶/۳ | ۱۱۶/۵ | ۸۵/۳ | ۳۳۱/۵ | کمینه | |
| ۲۱ | ۱/۲ | ۲۳/۲ | ۴۶/۲ | ۲۹/۴ | ۲/۹ | ۵۹/۱ | ۱۱۷/۳ | ۷۵/۸ | ۲۵۵/۱ | میانگین | زاگرس شرقی |
| ۲/۳ | ۰/۵ | ۵/۷ | ۶/۶ | ۱/۹ | ۱/۳ | ۲۲/۴ | ۳۷/۵ | ۲۴/۳ | ۷۳/۴ | انحراف از معیار | |
| ۲۸/۰ | ۲/۴ | ۳۵/۱ | ۶۱/۱ | ۳۲/۴ | ۶/۴ | ۹۸/۱ | ۱۹۹/۶ | ۱۱۶/۰ | ۳۷۷/۹ | بیشینه | |
| ۱۷/۶ | ۰/۵ | ۹/۷ | ۳۳/۳ | ۲۴/۷ | ۰/۷ | ۲۲/۲ | ۵۶/۷ | ۳۱/۱ | ۱۱۱/۰ | کمینه | |

ادامه جدول ۳ ویژگی های آماری بارش در زیر منطقه های به دست آمده

| نماینه تمرکز بارش | درصد بارش تابستان | درصد بارش بهار | درصد بارش زمستان | درصد بارش پائیز | میانگین بارش تابستان (میلیمتر) | میانگین بارش بهار (میلیمتر) | میانگین بارش زمستان (میلیمتر) | میانگین بارش پائیز (میلیمتر) | میانگین بارش سالانه (میلیمتر) | آماره | زیر منطقه |
|-------------------|-------------------|----------------|------------------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------|-------------------|
| ۲۹ | ۰/۲ | ۷/۵ | ۵۵/۳ | ۳۷/۰ | ۰/۶ | ۲۲/۶ | ۱۶۶/۴ | ۱۱۰/۳ | ۲۹۹/۹ | میانگین | زیر منطقه فارس |
| ۲/۹ | ۰/۳ | ۲/۱ | ۲/۴ | ۲/۶ | ۰/۷ | ۸/۲ | ۴۰/۵ | ۲۲/۱ | ۶۷/۳ | انحراف از معیار | |
| ۳۷/۳ | ۱/۰ | ۱۱/۵ | ۶۰/۰ | ۴۲/۳ | ۲/۸ | ۴۰/۱ | ۲۳۱/۲ | ۱۴۳/۶ | ۴۱۰/۴ | بیشینه | |
| ۲۵/۲ | ۰/۰ | ۳/۰ | ۵۰/۸ | ۳۳/۸ | ۰/۰ | ۷/۸ | ۸۷/۵ | ۵۹/۶ | ۱۶۶/۳ | کمینه | |
| ۳۵ | ۲/۸ | ۷/۳ | ۶۶/۷ | ۲۳/۲ | ۶/۴ | ۱۷/۶ | ۱۶۰/۱ | ۵۶/۳ | ۲۴۰/۳ | میانگین | زیر منطقه هرمزگان |
| ۴/۸ | ۲/۳ | ۱/۶ | ۲/۴ | ۲/۷ | ۴/۷ | ۵/۱ | ۴۰/۴ | ۱۷/۷ | ۶۰/۵ | انحراف از معیار | |
| ۴۴/۹ | ۸/۰ | ۹/۹ | ۷۱/۶ | ۲۶/۵ | ۱۷/۵ | ۲۶/۵ | ۲۳۰/۳ | ۷۸/۳ | ۳۳۶/۸ | بیشینه | |
| ۲۸/۵ | ۰/۸ | ۵/۴ | ۶۳/۳ | ۱۷/۶ | ۱/۹ | ۸/۳ | ۱۰۳/۴ | ۳۳/۰ | ۱۵۲/۱ | کمینه | |

رژیم بارش ماهانه زیر منطقه ها

برخی از ویژگی های آماری بارش ماهانه در زیر منطقه های غرب ایران در جدول ۴ ارائه شده است. در این جدول بیشینه، کمینه و میانگین منطقه ای بارش ماهانه هر یک از زیر منطقه های به دست آمده در این پژوهش ارائه شده است. این پارامترها که بر اساس میانگین گیری از ایستگاه های

مختلف هر زیر منطقه به دست آمده اند می توان به عنوان میانگین مکانی هر زیر منطقه در نظر گرفت، زیرا به این وسیله اثر داده های پرت و نویزها از بین رفته، میانگین به دست آمده هموار می گردد. به علت اختلاف ارتفاع ایستگاه های مورد استفاده در هر یک از زیر منطقه ها، کاملاً روشن است که مقدار بارش در هر زیر منطقه از ایستگاهی

مقدار بارش ماهانه از ایستگاهی به ایستگاه دیگر تفاوت درخور توجهی ممکن است نشان دهد، ولی نسبت مشارکت هر ماه در بارش سالانه در تمامی ایستگاه های یک زیرمنطقه معین بسیار همانند است. شکل ۵ توزیع میانگین منطقه ای بارش ماهانه زیرمنطقه ها را نشان می دهد که با میانگین گیری از بارش ایستگاه های آن زیرمنطقه به دست آمده است.

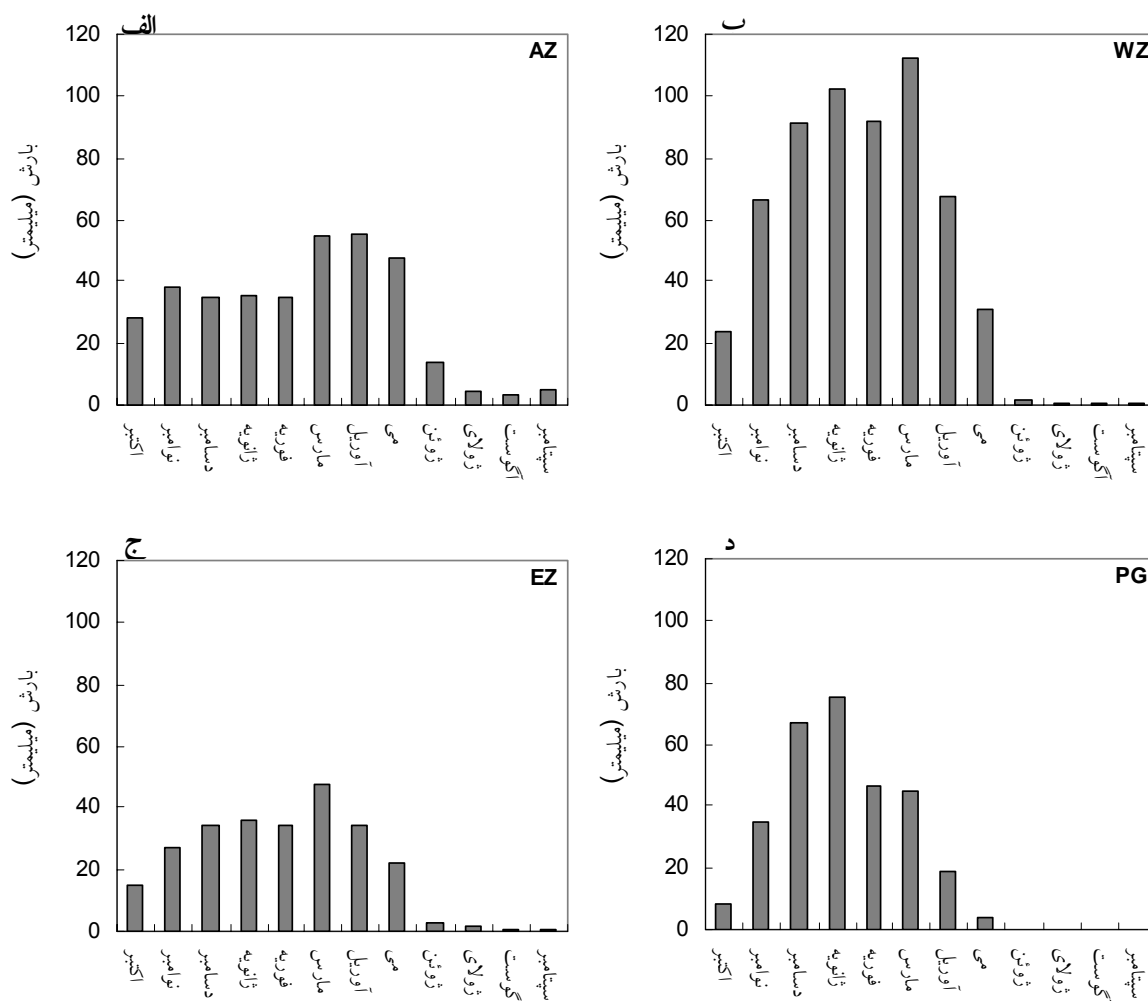
به ایستگاه دیگر متفاوت است. برای معرفی تغییرات بین ایستگاهی بارش در هر زیرمنطقه انحراف از معیار، مقدار کمینه و بیشینه بارش ماهانه به عنوان معیاری برای مقایسه تغییرات بین ایستگاهی بارش در زیر منطقه ها ارائه شده است. بر این اساس، می توان گفت فاصله بین بیشینه و کمینه بارش ماهانه در زیرمنطقه هایی که از نظر ارتفاعی همگن تر هستند کمتر است و بر عکس. اگرچه در همه زیر منطقه ها

جدول ۴ ویژگی های آماری بارش ماهانه در زیر منطقه های به دست آمده

| زیرمنطقه | آذربایجان | | | | زاگرس غربی | | | | |
|----------|-----------|---------|-----------------|--------|------------|---------|-----------------|--------|-------|
| | آماره | میانگین | معیار انحراف از | بیشینه | کمینه | میانگین | معیار انحراف از | بیشینه | کمینه |
| اکتبر | ۲/۲۸ | ۲/۲۸ | ۴/۸ | ۵/۵۷ | ۲/۱۷ | ۲/۲۶ | ۷/۱ | ۱۳/۶ | ۳/۱۰ |
| نوامبر | ۹/۳۷ | ۹/۳۷ | ۳/۱۸ | ۴/۸۳ | ۹/۱۶ | ۶/۶ | ۵/۸ | ۵۱/۸ | ۶/۳۰ |
| دسامبر | ۷/۳۴ | ۷/۳۴ | ۹/۱۵ | ۶/۶۷ | ۲/۱۳ | ۷/۱ | ۳/۳ | ۹/۱۶ | ۷/۲۰ |
| ژانویه | ۲/۳۵ | ۲/۳۵ | ۴/۱۴ | ۴/۶۴ | ۲/۱۲ | ۴/۶ | ۱۵/۸ | ۸۴/۸ | ۷/۲۱ |
| فوریه | ۳/۳۴ | ۳/۳۴ | ۶/۱۷ | ۱۷/۶ | ۱۱/۳ | ۷/۳ | ۱۳/۸ | ۵۴/۵ | ۳/۳ |
| مارس | ۱/۵۵ | ۱/۵۵ | ۱۲/۸ | ۶/۱۱۰ | ۰/۲ | ۹/۱۱/۵ | ۳۳/۱ | ۴۳/۲ | ۱/۵۷ |
| آوریل | ۸/۵۵ | ۸/۵۵ | ۶/۱۰ | ۵/۱۰۳ | ۵/۳۰ | ۱۷/۸ | ۱۶/۱ | ۴۵/۳ | ۲/۳۳ |
| می | ۶/۴۶ | ۶/۴۶ | ۷/۵ | ۴/۸۳ | ۳/۶/۵ | ۳/۸/۱ | ۳/۷ | ۲۶/۳ | ۸/۱ |
| ژوئن | ۹/۱۴ | ۹/۱۴ | ۴/۳ | ۶/۳۹ | ۱/۱ | ۲/۷ | ۳/۷ | ۳/۱۵ | ۰/۰ |
| ژولای | ۰/۴ | ۰/۴ | ۱/۲ | ۴/۱۰ | ۰/۱ | ۹/۰ | ۹/۵ | ۴/۳ | ۰/۰ |
| آگوست | ۵/۳ | ۵/۳ | ۲/۲ | ۰/۱۳ | ۹/۰ | ۶/۰ | ۶/۰ | ۳/۱ | ۰/۰ |
| سپتامبر | ۱/۴ | ۱/۴ | ۰/۵ | ۰/۲۲ | ۲/۰ | ۰/۸ | ۱/۰ | ۴/۱ | ۰/۰ |

ادامه جدول ۴ ویژگی های آماری بارش ماهانه در زیر منطقه های به دست آمده

| زیر منطقه | زاگرس شرقی | | | | خلیج فارس | | | | پارس - هرمز | | | |
|-----------|------------|-----------------|--------|-------|-----------|-----------------|--------|-------|-------------|-----------------|--------|-------|
| | میانگین | انحراف از معیار | بیشینه | کمینه | میانگین | انحراف از معیار | بیشینه | کمینه | میانگین | انحراف از معیار | بیشینه | کمینه |
| آماره | ۶/۱۷ | ۷/۱ | ۹/۳ | ۸/۴ | ۷/۱ | ۹/۱ | ۴/۰ | ۵/۰ | ۶/۳ | ۹/۲ | ۶/۳ | ۳/۰ |
| اکتبر | ۶/۱۷ | ۷/۱ | ۹/۳ | ۸/۴ | ۷/۱ | ۹/۱ | ۴/۰ | ۵/۰ | ۶/۳ | ۹/۲ | ۶/۳ | ۳/۰ |
| نوامبر | ۹/۲۹ | ۷/۱۰ | ۲/۵ | ۸/۹ | ۳/۸ | ۸/۱ | ۳/۵ | ۱/۳ | ۳/۱۴ | ۵/۵ | ۵/۳۰ | ۲/۳ |
| دسامبر | ۸/۳۳ | ۵/۸ | ۴/۵ | ۳/۱۳ | ۶/۷ | ۶/۱۵ | ۵/۹۰ | ۰/۳۳ | ۰/۳۶ | ۰/۲۶ | ۴/۱۰ | ۲/۱ |
| ژانویه | ۶/۳۴ | ۳/۹ | ۵/۵ | ۲/۱۶ | ۹/۶ | ۷/۱۱ | ۵/۱۰۳ | ۴/۳۴ | ۶/۸۰ | ۵/۲۸ | ۶/۴۱ | ۳/۳ |
| فوریه | ۶/۳۳ | ۵/۹ | ۵/۵ | ۵/۱۸ | ۶/۳۷ | ۱۰/۲ | ۳/۶ | ۳/۷ | ۶/۶۰ | ۱۰/۱ | ۲/۹۵ | ۵/۳۵ |
| مارس | ۵/۴۹ | ۱/۳ | ۶/۷ | ۲/۲۲ | ۲/۴۵ | ۰/۱۳ | ۲/۶ | ۳/۸ | ۶/۵۷ | ۸/۱۷ | ۴/۹۳ | ۴/۳۰ |
| آوریل | ۱/۳۹ | ۸/۴ | ۶/۷ | ۸/۱۳ | ۷/۱۷ | ۵/۶ | ۴/۳۳ | ۶/۷ | ۵/۱۹ | ۷/۶ | ۶/۳۷ | ۶/۶ |
| می | ۸/۲۷ | ۴/۳ | ۵/۴ | ۸/۷ | ۳/۸ | ۱/۶ | ۶/۵ | ۴/۳ | ۳/۸ | ۲/۳ | ۳/۱۱ | ۴/۳ |
| ژوئن | ۸/۳ | ۲/۷ | ۱/۱۲ | ۶/۰ | ۲/۰ | ۳/۰ | ۱/۰ | ۰/۰ | ۵/۰ | ۵/۰ | ۱/۷ | ۰/۰ |
| ژوئیه | ۹/۱ | ۱/۱ | ۲/۵ | ۲/۰ | ۲/۰ | ۵/۰ | ۲/۱ | ۰/۰ | ۹/۵ | ۲/۲ | ۷/۷ | ۹/۰ |
| آگوست | ۰/۱ | ۷/۰ | ۰/۳ | ۰/۰ | ۳/۰ | ۴/۰ | ۱/۴ | ۰/۰ | ۱/۷ | ۱/۸ | ۶/۸ | ۲/۰ |
| سپتامبر | ۶/۱۷ | ۸/۱ | ۹/۳ | ۹/۸ | ۰/۰ | ۰/۱ | ۳/۰ | ۰/۰ | ۴/۰ | ۵/۰ | ۶/۱ | ۰/۰ |



شکل ۵ توزیع زمانی بارش ماهانه در زیر منطقه های به دست آمده

توجهی برخوردار است، در حالی که فعالیت بادهای غربی در بخشهای جنوبی تر دیرتر آغاز می شود. بارش در آذربایجان از ماه اکتبر آغاز می شود و در ماه های آوریل و مارس به بالاترین مقدار می رسد. اگرچه تابستان فصل خشک همه بخشهای جغرافیایی ایران به شمار می رود، ولی مقدار بارش تابستانه در آذربایجان در خور توجه است. ماه های مارس تا می بیشترین سهم را در بارش سالانه آذربایجان دارا

با توجه به شکل ۵ ملاحظه می شود که رژیم ماهانه بارش در آذربایجان از توزیع تقریباً یکنواختی در طی سال برخوردار است. این موضوع با مقدار پایین نمایه تمرکز بارش در منطقه آذربایجان که در جدول ۲ ارائه شده است نیز هماهنگ است. با شروع فعالیت بادهای غربی در ماه های اولیه پاییز، بارش در این منطقه آغاز می شود. از این رو آذربایجان به علت داشتن عرض جغرافیایی بالا از بارش پاییزه قابل

هستند. فصل بارش در زاگرس شرقی نیز از ماه اکتبر آغاز و تا پایان می ادامه دارد. بیشینه بارش در زاگرس شرقی در ماه مارس روی می دهد. در این زیرمنطقه درصد مشارکت ماه های اکتبر تا می در بارش سالانه منطقه تقریباً به یک اندازه است که این مقدار در ماه مارس با رقم ۱۸ درصد به بالاترین میزان خود می رسد. در این زیرمنطقه نیز تابستان فصل خشک و کم بارش به شمار می رود. تغییرات رژیم بارش ماهانه در زاگرس غربی تقریباً همانند زاگرس شرقی است، هر چند که مقدار بارش در همه ماه ها در زاگرس غربی بیشتر است. در این زیرمنطقه نیز بیشینه بارش در ماه مارس روی می دهد. به طور کلی می توان گفت که رژیم بارش ماهانه زاگرس شرقی و زاگرس غربی تقریباً همانند هستند، با این تفاوت که بارش تابستانه در زاگرس شرقی بیشتر از زاگرس غربی است که تابستان تقریباً خشکی دارد.

شکل ۵ نشان می دهد که بارش در زیرمنطقه خلیج فارس از ماه نوامبر آغاز و تا آوریل ادامه پیدا می کند. برخلاف زیرمنطقه های آذربایجان و زاگرس غربی و شرقی که بیشینه بارش آنها به ترتیب در ماه های آوریل و مارس روی می دهد، بیشینه بارش زیرمنطقه خلیج فارس در ماه ژانویه روی می دهد؛ هر چند که مقدار بارش ماه دسامبر نیز بسیار قابل ملاحظه است. اگر چه امکان ریزش بارش در ماه های می و اکتبر وجود دارد، ولی با چشم پوشی از درصد ناچیز بارش این ماه ها می توان دوره بلند مدت

می تا اکتبر را دوره کم بارش و خشک زیرمنطقه خلیج فارس به شمار آورد. رژیم بارش زیرمنطقه پارس-هرمز بسیار شبیه به رژیم بارش زیرمنطقه خلیج فارس است، با این تفاوت که در این منطقه ماه نوامبر و می نیز بارش کمی دریافت می کنند و نمی توان آنها را جزو ماه های خشک منطقه به شمار آورد. از این رو بیشتر بارش این زیرمنطقه در پنج ماه پیوسته دسامبر تا آوریل تمرکز پیدا کرده است و ماه های می تا نوامبر دوره خشک این زیرمنطقه به شمار می رود. با توجه به شکل ۵ همچنین می توان دریافت که تابستان در این زیرمنطقه به طور کامل خشک نیست و بویژه ماه های جولای و آگوست دارای بارش درخور توجهی هستند. در این زیر منطقه نیز بیشترین مقدار بارش در ماه ژانویه روی می دهد. بارش ماه های جولای و آگوست در زیرمنطقه پارس-هرمز و بارش ماه های اکتبر و نوامبر در زیرمنطقه خلیج فارس را می توان نقطه تفاوت میان رژیم بارش در این دو زیرمنطقه به شمار آورد.

به طور کلی، می توان گفت که توزیع بارش ماهانه از جنوب به شمال یکنواخت تر می شود و از تعداد ماه های خشک و شدت خشکی آنها کاسته می شود. همچنین ماه وقوع بیشینه بارش نیز از جنوب به شمال تغییر کرده، از زمستان به بهار انتقال می یابد. براین اساس، در زیرمنطقه های خلیج فارس و پارس-هرمز که در جنوب قرار دارند، بیشینه بارش در ماه ژانویه، در زاگرس غربی و شرقی که در میانه

به باد و پشت به باد زاگرس دو زیرمنطقه کاملاً متفاوت را تشکیل داده اند. زاگرس غربی که در دامنه رو به باد قرار گرفته و از نظر ارتفاعی نیز بلندتر است (اثر اروگرافیک)، نسبت به زاگرس شرقی که در دامنه بادپناه قرار دارد بارش بیشتری، دریافت می‌کند. زیرمنطقه خلیج فارس نیز که در دامنه های جنوب غربی زاگرس قرار دارد در اثر کاهش ارتفاع زاگرس پدید آمده است. با کاهش ارتفاع نوار اصلی زاگرس و کم‌رنگ شدن نقش آن در تعیین شکل ناهمواری‌های منطقه مورد مطالعه، دو زیر منطقه آذربایجان در شمال و پارس-هرمز در جنوب پدیدار شده‌اند که جهت اصلی آنها (شرقی-غربی) عمود بر جهت نوار اصلی زاگرس است.

منطقه بندی به دست آمده در این پژوهش در مقایسه با کارهای پیشین به علت استفاده از یک شبکه متراکم از ایستگاه های هواشناسی وابسته به سازمان هواشناسی کشور و وزارت نیرو، اطلاعات دقیقتری از تفاوت‌های مکانی موجود در منطقه ارائه داده و زیرمنطقه های بارشی را با دقت بیشتری شناسایی نموده است. مقایسه این منطقه بندی با نقشه ناهمواریهای منطقه نشان می‌دهد که منطقه بندی به‌دست آمده با تغییرات توپوگرافی منطقه نیز انطباق بیشتری دارد و می‌تواند به عنوان بستری برای پژوهش‌های بعدی در غرب ایران مورد استفاده پژوهشگران قرار گیرد. مقایسه ویژگی های بارش در زیرمنطقه ها نیز بیانگر وجود تفاوت‌های مکانی میان

منطقه مورد مطالعه قرار دارند، در ماه مارس و در نیمه شمالی زیرمنطقه آذربایجان که در شمالی ترین بخش منطقه مورد مطالعه قرار دارد، در ماه آوریل روی می‌دهد. از این رو می‌توان چنین برداشت نمود که سامانه های سینوپتیکی موثر بر هریک از این مناطق متفاوتند و یا به صورت متفاوتی عمل می‌کنند. تفاوت رژیم بارش و بویژه تفاوت در زمان بیشینه بارش در هریک از این زیرمنطقه ها موجب تفاوت در رژیم هیدرولوژیکی رودخانه ها و منابع آب زیر زمینی آنها می‌شود. از این رو، با توجه به وجود تفاوت در رژیم بارش و در پی آن رژیم هیدرولوژیک زیرمنطقه های به دست آمده در این پژوهش، لازم است که در برنامه های مدیریت منابع آب در هریک از این زیرمنطقه ها به تفاوت‌های موجود توجه ویژه ای صورت پذیرد.

نتیجه گیری

نتیجه این پژوهش نشان داد که منطقه کوهستانی غرب ایران از پنج زیرمنطقه همگن بارشی برخوردار است. منطقه بندی به دست آمده با توپوگرافی و الگوی تغییرات مکانی بارش در غرب کشور کاملاً هماهنگ است. در این بررسی مشخص گردید که رشته کوه زاگرس نقش اصلی را در تعیین شکل و جهت محورهای اصلی زیرمنطقه های به دست آمده دارا است. زاگرس غربی به وسیله نوار اصلی زاگرس که دارای جهت شمال غربی- جنوب شرقی است، از زاگرس شرقی جدا می‌شود. از این رو، دامنه های رو

۴- رضیئی، طیب و عزیزی، قاسم. (۱۳۸۷).، بررسی توزیع مکانی بارندگی فصلی و سالانه در غرب ایران، پژوهشهای جغرافیایی، شماره ۶۵، ۱۰۸-۹۳.

۵- مسعودیان، ابولفضل و عطایی، هوشمند. (۱۳۸۴). شناسایی فصول بارشی ایران به روش تحلیل خوشه ای، مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان (علوم انسانی)، جلد هجدهم، شماره ۱، ۱-۱۲.

- 1- Ahmed S.M, Hussain M and W. Abderrahman, 2005, Using multivariate factor analysis to assess surface/logged water quality and source of contamination at Al-fadhli, eastern province, Saudi Arabia, Bull Eng Geol Environ, 64: 319-327.
- 2- Alijani, B and Harman, J.R, 1985, Synoptic climatology of precipitation in Iran, Ann Assoc Amer Geogr, 75: 404-416.
- 3- Bunkers, M.J, Miller, J.R and A.T DeGaetano, 1996, Definition of climate regions in the Northern plains using and objective cluster modification technique, J. Climate, Vol. 9, 130-146.
- 4- Comrie, A. C and E. C. Glenn, 1998, Principal components-based regionalization of precipitation regimes across the southwest United States and northern Mexico, with an application to monsoon precipitation variability, Clim. Res., Vol. 10: 201-215.
- 5- De Luis, M, J. Raventos, J.C. Gonzalez-Hidalgo, I.R. Sanchez and J. Cortina, 2000, Spatial analysis of rainfall trends in the region of Valencia (East Spain), Int. J. Climatol. 20: 1451-1469
- 6- De Luis, M, M Francisca Garcia- Cano, J. Cortina, J. Raventos, J. Carlos Gonzales-Hidalgo and J.R. Sanchez, 2001, climate trends, disturbances and short-term vegetation dynamics in a Mediterranean shrubland, Forest

این زیرمنطقه هاست. بررسی تغییرات ماهانه بارش زیرمنطقه ها نیز نشان داد که با حرکت از جنوب به شمال بیشینه بارش از زمستان به بهار منتقل می شود. از این رو، بیشینه بارش در زیر منطقه های PG و PH در ماه ژانویه، در EZ و WZ در ماه مارس و در زیرمنطقه AZ بویژه در نیمه شمالی آن در ماه آوریل روی می دهد. این تفاوتها بیانگر تفاوت در سازوکارهای ایجاد بارش در شمال و جنوب منطقه مورد مطالعه است. از این رو می توان گفت که سامانه های سینوپتیکی باران آور در شمال و مرکز منطقه مورد مطالعه متفاوت از سامانه هایی هستند که در جنوب موجب ایجاد بارش می شوند.

منابع و مأخذ:

- ۱- جهانبخش اصل، سعید و حسن ذولفقاری. (۱۳۸۱). بررسی الگوهای سینوپتیک بارش های روزانه در غرب ایران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره پیاپی ۶۳ و ۶۴، ۲۳۴-۲۵۸.
- ۲- حیدری، حسن و بهلول علیجانی. (۱۳۷۸). طبقه بندی اقلیمی ایران با استفاده از تکنیک های آماری چند متغیره، پژوهشهای جغرافیایی، شماره ۳۷، ۷۴-۵۷.
- ۳- ذولفقاری، حسن و بهروز ساری صراف. (۱۳۷۸). بررسی بارش های شمال غرب ایران با تاکید بر تحلیل خوشه ای، آب و توسعه، سال هفتم، شماره دوم و سوم، ۱۳۴-۱۴۲.

- 15- North GR, Bell TL, Cahalan RF (1982) Sampling errors in the estimation of empirical orthogonal functions. *Mon. Wea. Rev.*, 110: 699–706.
- 16- Oliver JE. 1980. Monthly precipitation distribution: a comparative index. *Professional Geogr* 32: 300–309
- 17- Reghunath R., Sreedhara Murthy T.R and B.R Raghavan, 2002, The utility of multivariate statistical techniques in hydrogeochemical studies: an example from Karnataka, India, *Water Research*, 36: 2437-2442.
- 18- Richman M.B 1986, Rotation of principal components, *J. Climatol.*, 6, 293-335.
- 19- Richman M.B., 1981, Obliquely rotated principal components: An improved meteorological map typing technique?, *Journal of Appl. Meteo.* Vol. 20, 1145-1159.
- 20- Singh K.K and S.K. Singh, 1996, Space-time variation and regionalization of seasonal and monthly summer monsoon rainfall of the sub-Himalayan region and Gangetic plains of India, *Clim. Res*, Vol: 251-262.
- 21- Todhunter P.E, Mearns L.O, Terjung W.H, Hayes J.T and H-Y. Ji, 1989, Effects of Mosoonal fluctuations on Grains in China. Part I: Climatic conditions for 1961-1975, *J. Climate*, Vol. 2: 5-17.
- 22- Vogel, R.M and J.R Stedinger, 1985, Minimum Variance Strimflow record augmentation procedures, *water Resour. Res.*, 21(5), 715-723.
- 23- Yarnal, B., 1993, *Synoptic climatology in environmental analysis;: A primer*, Belhaven Press, London, UK
- Ecology and Management 147, 25-37.
- DeGaetano A.T, 1996, Delineation of mesoscale climate zones in the northeastern United States using novel approach to cluster analysis, *J. climate*, Vol. 9: 1765-1782.
- 7- Dinpashoh, Y, Fakheri-Fard, A., Moghaddam, M, Jahanbakhsh, S and M. Mirnia, 2004. Selection of variables for the purpose of regionalization of Iran's precipitation climate using multivariate methods. *Journal of Hydrology* 297, 109–123
- 8- Domroes, M., Kaviani, M and D. Schaefer, 1998, An Analysis of Regional and Intra-annual Precipitation Variability over Iran using Multivariate Statistical Methods. *Theor. Appl. Climatol.* 61, 151±159
- 9- Ehrendorfer, M, 1987, A regionalisation of Austria's precipitation climate using principal component analysis, *J. Climatol.* 7: 71–89.
- 10- Fovel, R. G and M. C. Fovel, 1993, Climate zones of coterminous United States defined using cluster analysis, *Journal of Climate*, Vol-6, PP: 2103-2135.
- 11- Helsel D.R. and R.M. Hirsch. 1992. *Statistical Methods in Water Resources*. Amsterdam: Elsevier. PP: 552.
- 12- Hirsch, R.M, 1982, A comparison of four record extension techniques, *Water Resour. Res.*, 18(4), 1081-1088.
- 13- Janowalk J.E, 1988, An Investigation of interannual rainfall variability in Africa, *J. Climate*, Vol.1:240-255.
- 14- Lolis C.J, Bartzokas A and D.A Metaxas, 1999, Spatial covariability of the climatic parameters in the Greek area, *Int. J. Climatol.* 19:185-196.