پهنه‌بندی بارندگی زمستانه استان‌های بوشهر، فارس و کهگیلویه و بویراحمد با استفاده از روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی

سیدمحمدجعفر ناظم‌السادات، بهزاد بیگی و سیف‌الله امین[۱]

چکیده

آگاهی از توزیع جغرافیایی الگوهای بارش، به دلیل استفاده گستردهٔ آن در کشاورزی، منابع آب، صنعت، توریسم، بهره‌برداری از سدها و نیز دانش آبیاری، حائز اهمیت است. با استفاده از روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA)، که یک روش بهینه ریاضی است، منطقه‌بندی بارندگی زمستانه در ناحیه جنوب مرکزی ایران (استان‌های فارس، بوشهر و کهگیلویه و بویراحمد) بررسی گردید. با میانگین‌گیری از داده‌های بارندگی در ماه‌های دی، بهمن و اسفند، سری زمانی فصلی بارندگی برای هر ایستگاه محاسبه، و سپس ماتریس هم‌بستگی بین داده‌های نرمال شده تشکیل گردید. در مرحله بعد اندازه مقادیر ویژه، بردارهای ویژه، سری زمانی مؤلفه‌های اصلی و عوامل بارگذاری نیز تعیین شد. با استفاده از روش آزمون Screet مؤلفه‌های اصلی و شمار آنها مشخص گردید. مؤلفه‌های اول و دوم، که مجموعاً ۶۸/۱٪ از کل واریانس داده‌های اولیه را توجیه می‌نمودند، به عنوان مؤلفه‌های اصلی در نظر گرفته شد و برای پهنه‌بندی بارندگی از آنها استفاده گردید. روش دوران داده شده عوامل بارگذاری به عنوان راه حل مناسب در تعیین گستره جغرافیایی مربوط به این مؤلفه‌ها مورد آزمون و تأیید قرار گرفت.

نتایج نشان داد که عوامل بارگذاری دوران داده شده متناظر با مؤلفه اول، در سطح گسترده‌ای از منطقه مورد بررسی دارای مقادیر بسیار زیادی است. بنابراین، سری زمانی PC1، که ۶۰/۴٪ از کل واریانس داده‌های خام را توجیه می‌کند، می‌تواند به عنوان نماینده داده‌های بارندگی بخش وسیعی از استان‌های فارس، بوشهر، و کهگیلویه و بویراحمد به کار رود. بردارهای بارگذاری متناظر با دومین مؤلفه اصلی (PC2) مقادیر بسیار زیادی را برای منطقه بوانات در شمال استان فارس نشان داد، و این ناحیه به عنوان منطقه مستقل متناظر با دومین مؤلفه در نظر گرفته شد. بارندگی این منطقه از استان فارس هم‌بستگی ضعیفی با بارندگی مناطق مجاور داشت. به نظر می‌رسد بارندگی ناحیه بوانات عموماً از توده‌های باران‌زای مدیترانه‌ای ناشی می‌شود که از شمال و غرب وارد این ناحیه می‌گردند. برای دیگر ایستگاه‌های مورد بررسی، علاوه بر سیستم‌های مدیترانه‌ای، توده‌های باران‌زای ناشی از جریان سودانی نقش بسیار اساسی در تولید بارش زمستانه ایفا می‌کنند.

واژه‌های کلیدی: *مؤلفه‌های اصلی، پهنه‌بندی، ایران، بارندگی*

---

۱. به ترتیب دانشیار، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استاد آبیاری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1382.7.1.5.4]

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

مقدمه

صرف نظر از مقدار محدودی از آب‌های سطحی که از خارج از مرزها وارد ایران می‌گردد، بارش‌های جوّی تقریباً تنها منبع تأمین آب کشور می‌باشند. در نواحی جنوبی، ضریب تغییرات بارندگی خیلی زیاد بوده و بارش سالیانه در بسیاری از نقاط خیلی کمتر از تبخیر و تعرق بالقوه است. به همین دلیل، همچون دیگر مناطق بیابانی دنیا، نوسان‌های بارندگی در مقیاس‌های فصلی و سالیانه، اقتصاد و روابط اجتماعی در نواحی جنوبی ایران را شدیداً تحت تأثیر قرار می‌دهد. در حالی که کمبود بارش موجب بروز خشکسالی فراوان گردیده، وقوع سیلاب‌های دهشتناک نیز آسیب‌های فراوانی را در مناطق جنوبی کشور موجب شده است. بر پایهٔ اطلاعات گرفته شده از ستاد حوادث غیر مترقبه استان فارس، میزان خسارت‌های ناشی از حوادث جوی و اقلیمی این استان در محدوده سال‌های ۷۶-۱۳۷۳ سالیانه بالغ بر سی و دو میلیارد ریال بوده است (۶). در صورت تعمیم این ارقام به دیگر مناطق جنوبی کشور، خسارت‌های حوادث اقلیمی سهم عمده‌ای از اعتبار سالیانه این نواحی را به خود اختصاص می‌دهد.

تفاوت مقدار بارندگی از محلی به محل دیگر و از زمانی به زمان دیگر، از جمله ویژگی‌هایی است که ابهام‌های زیادی در مورد علل بروز آنها وجود دارد. گرچه با گسترش دانش و فناوری هنوز علت این نوسان‌ها کاملاً مشخص نشده، لیکن تأثیرپذیری شرایط اقتصادی، روابط اجتماعی و سیاسی مردم از وضعیت بارش‌های جوّی امری مسلم است. حتی امروزه که سرعت زیاد ارتباطات امکان جبران کمبودهای مواد غذایی از طریق انتقال با هواپیماها و کشتی‌های تندرو را امکان‌پذیر کرده است، نوسان‌های بارندگی می‌تواند در تغییر سیاست دولت‌ها و روابط بین‌المللی تأثیر شگرفی داشته باشد (۱۲).

بررسی ویژگی بارندگی و پهنه‌بندی آن نقش عمده‌ای در استفاده بهینه از منابع آب و خاک و افزایش تولیدات زراعی، باغی و دامی دارد. گرچه پهنه‌بندی بارندگی کمک زیادی به پژوهندگان برای شناخت علل نوسان‌های بارندگی می‌کند، استفاده از روش‌های جدید علمی برای پهنه‌بندی بارندگی ایران مورد توجه دقیق قرار نگرفته است (۲). پژوهش‌های پیشین مرتبط با پهنه‌بندی، بیشتر بر پایه روابط هم‌بستگی بارندگی ایستگاه‌های مختلف بوده است. با این که تشکیل ماتریس هم‌بستگی بین بارندگی ایستگاه‌های مختلف می‌تواند تا اندازه‌ای در پهنه‌بندی به کار رود (۳)، چنانچه شمار ایستگاه‌ها زیاد باشد، استفاده از این روش موجب کاهش دقت محاسبات خواهد شد (۱۰). افزون بر این، کاربرد ماتریس هم‌بستگی نیاز به صرف وقت و نیروی انسانی زیادی برای رسیدن به نتایج مطلوب دارد. روش ماتریس هم‌بستگی برای شناسایی ایستگاهی که داده‌های بارندگی آن می‌تواند به عنوان شاخص بارندگی یک منطقه استفاده شود نیز از توانایی کافی برخوردار نیست.

در سال‌های اخیر، پژوهندگان به استفاده از روش‌های آماری و ریاضی نوین در طبقه‌بندی داده‌های اقلیمی توجه نموده‌اند. تحلیل مؤلفه‌های اصلی، شامل (Principal, PCA Component Analysis) و (Empirical Orthogonal, EOF Function)، از جمله روش‌هایی است که در دو دهه اخیر به منظور پهنه‌بندی داده‌های اقلیمی مورد توجه پژوهندگان قرار گرفته است (۱۰، ۱۶ و ۱۷). این روش‌ها، به ویژه در مناطق وسیع جغرافیایی که دارای داده‌های چند دهه‌ای (یا بیش از یک قرن) می‌باشند، کاربرد بسیاری دارند. در این مناطق روش‌های آماری معمول برای کاهش حجم داده‌ها و تجزیه و تحلیل آنها از توانایی کافی برخوردار نیست. کامپانوکی و همکاران (۸) تأکید می‌کنند که پژوهندگان علوم هوا و اقلیم شناسی، به منظور منطقه‌بندی اقلیمی، به دو روش PCA و EOF در سال‌های اخیر توجه بسیاری نموده‌اند. در این روش‌ها، با حذف داده‌های تقریباً یکسان، چند سری از داده‌های مستقل جدید، که درصد زیادی از واریانس داده‌های اصلی را نیز تعریف می‌کنند، به وجود می‌آید.

یکی از مزیت‌های روش PCA آن است که با حذف داده‌های مشابه، سری‌های زمانی موجود را به میزان چشم‌گیری کاهش می‌دهد. برای مثال، PCA توانایی آن را دارد که ۱۰۰

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1382.7.1.5.4]

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

سری داده به هم وابسته را به شمار اندکی از سری داده‌های مستقل (مثلاً ٤ سری) جدید تبدیل کند. این سری داده‌های جدید، ضمن استقلال آماری از یکدیگر، درصد زیادی از کل واریانس داده‌های اولیه را تعریف می‌کنند. در مرحله بعد، با استفاده از عامل‌های بارگذاری (Loadings)، PCA مشخص می‌کند که هر سری از داده‌های مستقل وابسته به کدام ناحیه از منطقه مورد بررسی می‌باشد.

بررسی‌های کشمیری‌پور (٤) و امین و همکاران (١ و ٧) نشان داد که بیش از ٩٠ درصد بارش‌ها در استان‌های بوشهر، فارس و کهگیلویه و بویراحمد در فصل‌های پاییز و زمستان انجام می‌شود. ناظم‌السادات (٥ و ٦) نشان داده است که بارندگی زمستانه نقش اصلی را در تأمین منابع آب کشور داشته و این نقش از شمال به جنوب و از غرب به شرق عموماً افزایش می‌یابد. در استان‌های فارس، بوشهر و کهگیلویه و بویراحمد، که در ناحیه جنوبی کشور قرار دارند، حدود ٥٠-٧٠ درصد از کل بارش سالیانه در زمستان اتفاق می‌افتد.

ناظم‌السادات (١٣ و ١٤) گزارش کرده است که بارندگی ایران متأثر از دمای خلیج فارس و دیگر متغیرهای بزرگ مقیاس اقلیمی مانند پدیده النینو (El Niño) می‌باشد. به علت شمار زیاد ایستگاه‌های هواشناسی در سراسر کشور، انجام پژوهش‌های پهنه‌بندی می‌تواند برای بررسی دقیق‌تر این گونه پدیده‌ها در شرایط آب و هوایی ایران استفاده شود. با توجه به موارد بالا، پهنه بندی بارندگی زمستانه در استان‌های فارس، بوشهر و کهگیلویه و بویراحمد از اهداف این پژوهش قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

موقعیت ایستگاه‌های مورد استفاده و نیز میانگین دراز مدت بارندگی ٢٣ ساله (١٣٥٠-١٣٧٣) آنها در فصل زمستان به ترتیب در شکل‌های ١ و ٢ نشان داده شده است. چنان که در شکل ٢ دیده می‌شود بیشترین میانگین مقدار بارندگی زمستانه به میزان ٦٤٥ میلی‌متر در ایستگاه سپیدار (ایستگاه شمارهٔ ٣٠) واقع در استان کهگیلویه و بویراحمد و کمترین مقدار آن به میزان ٧٦ میلی‌متر در ایستگاه آباده (ایستگاه شمارهٔ ١) واقع در استان فارس به وقوع می‌پیوندد. نسبت بارندگی زمستانه به کل بارش سالیانه در شهرهای آباده، شیراز و فسا به ترتیب برابر ٥٨، ٦٠ و ٦٤ درصد بود (٢). داده‌های بارندگی که آزمون‌های کنترل کیفی داده‌ها قبلاً روی آنها صورت گرفته بود، از شرکت مهندسین مشاور تماب گرفته شد. گرچه افزایش طول دورهٔ زمانی داده‌ها موجب افزایش دقت محاسبات می‌گردد، اما شمار ایستگاه‌هایی که داده بارندگی آنها بیش از ٣٠ سال باشد در منطقه مورد بررسی بسیار اندک بود. به همین دلیل داده‌های مورد استفاده تقریباً تنها منبع قابل اعتماد برای این پژوهش در نظر گرفته شد.

کلیه داده‌های ماهیانه به فصلی تبدیل شد و در مرحله بعد، سری زمانی مقادیر نرمال شده (Normalized anomalies) انحراف از میانگین داده‌های فصلی (Z_i) به شرح زیر محاسبه گردید (٩، ١١ و ١٥).

برای استاندارد یا نرمال کردن یک سری زمانی مانند A، هنگامی که $A=\{x_1, x_2, ..., x_n\}$ باشد، از معادله زیر استفاده می‌شود:

$$Z_i = \frac{(x_i - \bar{x})}{\sigma} \qquad [١]$$

که :

x_i = عضو سری زمانی A

Z_i = مقدار استاندارد شده نظیر x_i

$\bar{x}$ = میانگین دراز مدت سری زمانی $\{x_1, x_2, ..., x_n\}$

σ = انحراف معیار دراز مدت داده‌های مستقل سری A

بدین ترتیب، مقادیر استاندارد شده بارندگی هر ایستگاه یک ستون از ماتریسی را تشکیل دادند که از آن در تعیین ضریب هم‌بستگی بین ایستگاه‌ها استفاده شد. ماتریس داده‌ها (Data matrix) دارای ٤٦ سطر و ٢٣ ستون (تعداد سال‌ها) است، که هر سطر واریانس واحد و میانگین صفر دارد.

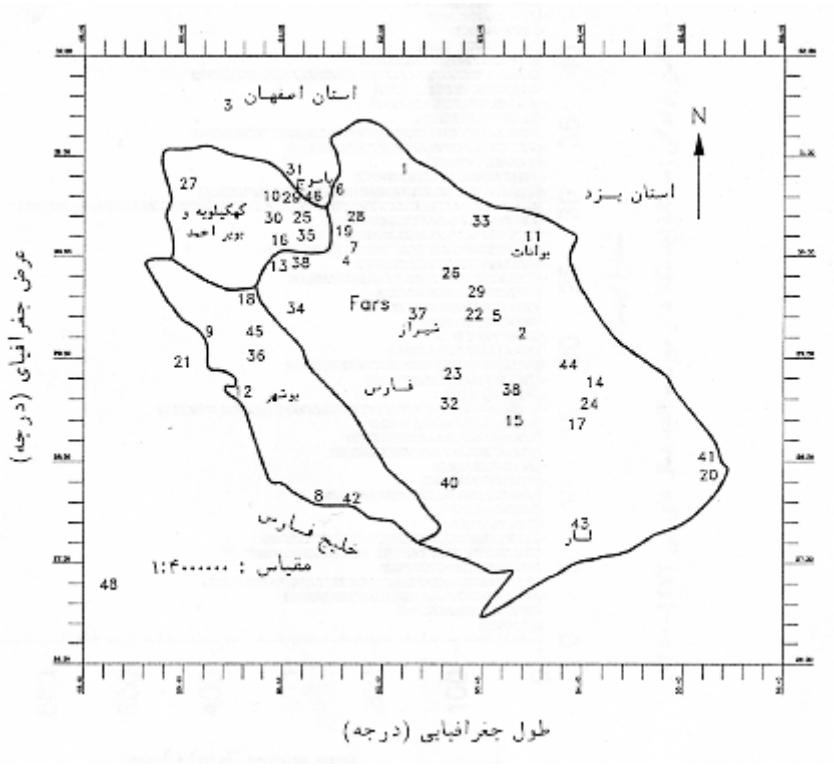
برای به کارگیری روش PCA، لازم است ماتریس هم‌بستگی (Correlation matrix) داده‌های استاندارد شده محاسبه و عناصر این ماتریس هم‌بستگی به عنوان داده ورودی برای تحلیل مؤلفه اصلی استفاده گردد. ماتریس هم‌بستگی از

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-10]

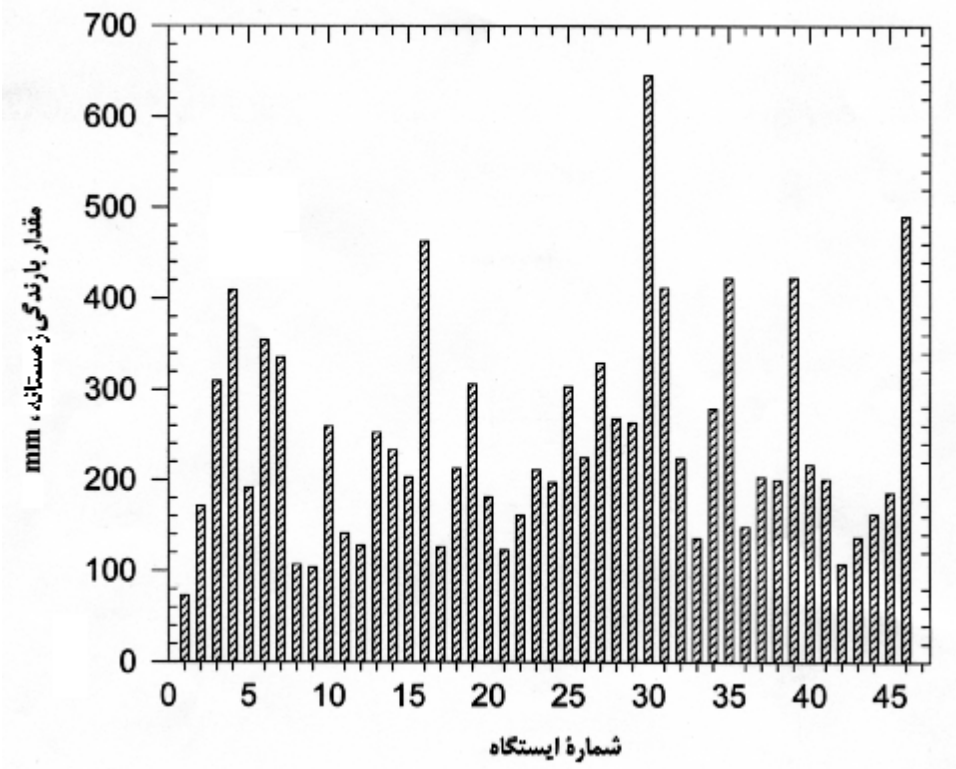
[DOR: 20.1001.1.22518517.1382.7.1.5.4]

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

شمارهٔ ایستگاه	نام ایستگاه	شمارهٔ ایستگاه	نام ایستگاه
۱	آباده	۲۴	داراب
۲	آبادهٔ طشک	۲۵	دارشاهی
۳	ارمند	۲۶	دشت بال
٤	اردکان	۲۷	دهدشت
٥	ارسنجان	۲۸	دهکده سفید
٦	بارز	۲۹	دهکده شهید
۷	بادامک	۳۰	سپیدار
۸	بندر دیر	۳۱	سی سخت
۹	بندر ریگ	۳۲	سیمکان
۱۰	بهاری	۳۳	سیوند
۱۱	بوانات	۳٤	شاهپور
۱۲	بوشهر	۳٥	شاه مختار
۱۳	پاتاوه	۳٦	شبانکاره
۱٤	پهناوه	۳۷	شیراز
۱٥	تمشیر	۳۸	فسا
۱٦	تنگ بریم	۳۹	فهلیان
۱۷	تنگ خسویه	٤۰	قیر
۱۸	جهره	٤۱	کله گاه
۱۹	جمال بیگ	٤۲	کنکان
۲۰	حاجی اباد	٤۳	لار
۲۱	خارک	٤٤	نیریز
۲۲	خرامه	٤٥	هیله
۲۳	خفر	٤٦	یاسوج



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های مورد بررسی و نام آنها



شکل ۲. کل بارش زمستانه در ایستگاه‌های مورد بررسی در استان‌های فارس، بوشهر و کهگیلویه و بویراحمد (به جدول مربوط به شکل ۱ مراجعه شود)

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1382.7.1.5.4]
PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

محاسبه ضرایب هم‌بستگی بین بارندگی ایستگاه‌های مختلف به وجود آمده و در این بررسی دارای ابعاد ٤٦×٤٦ می‌باشد. نقش PCA در تحلیل داده‌ها این است که پس از انجام این تحلیل به جای ٤٦ سری داده بارندگی اولیه که به یکدیگر هم‌بستگی دارند، ٤٦ سری جدید از داده‌های مستقل حاصل می‌گردد. مجموع واریانس سری داده‌های مستقل برابر کل واریانس داده‌های نرمال شده بارندگی (در این جا ٤٦) است. ویژگی مهم دیگر سری داده‌های جدید PC_S این است که چند سری اول از داده‌های تولید شده، که مؤلفه‌های اصلی نامیده می‌شوند، بخش اعظم واریانس موجود در کل داده‌ها را تعریف می‌کنند.

بر خلاف سری داده‌های موجود در ماتریس اولیه، که هر یک از سطرها واریانس ١ داشت، واریانس سری داده‌های PC یکسان نیست. معمولاً چند PC اولیه بخش زیادی از کل واریانس را تعریف می‌کنند، و PC های بعدی نقش چشم‌گیری در توجیه واریانس ندارند. در اصطلاح علمی، چند PC اولیه Signal و بقیه آنها Noise تلقی می‌گردند.

برای محاسبه مؤلفه‌های اصلی، ماتریس هم‌بستگی داده‌ها به عنوان فایل ورودی به نرم‌افزارهای SPSS و MINITAB معرفی گردید. ماتریس‌های مقادیر ویژه (Eigenvalues)، بردارهای ویژه (Eigenvectors) و عامل بارگذاری از نتایج محاسبات و خروجی نرم‌افزارها می‌باشند. اگر ماتریس بردارهای ویژه Φ نامیده شود، اجزای مؤلفه اصلی Y از رابطه زیر محاسبه می‌گردند:

$$Y = \Phi^t[X] \qquad [٢]$$

که در آن:

Φ^t = ماتریس ترانسپوز Φ، در این جا (٤٦×٤٦)

[X] = ماتریس مقادیر نرمال شده داده‌های مشاهده شده که دارای ٤٦ ردیف و ٢٣ ستون است.

Y = ماتریسی است که اعضای آن را PC های مستقل تشکیل می‌دهند.

در این پژوهش ماتریس Y، همچون ماتریس داده‌ها، دارای ٢٣ ستون و ٤٦ ردیف می‌باشد. به هر یک از ٤٦ سطر ماتریس Y اصطلاحاً یک مؤلفه گفته می‌شود، که از یکدیگر مستقل بوده و ضریب هم‌بستگی بین آنها صفر است. شمار اندکی از این ٤٦ مؤلفه که درصد زیادی از تغییرات موجود در سری خام داده‌ها را تعریف می‌کنند، به نام مؤلفه‌های اصلی نامیده می‌شوند. بردارهای عامل بارگذاری مربوط به هر مؤلفه از ضرب بردار ویژه آن مؤلفه در ریشهٔ دوم مقدار ویژهٔ همان مؤلفه حاصل می‌گردد. اعضای ماتریس عامل بارگذاری گویای ضریب هم‌بستگی بین مؤلفه‌های اصلی(PC_S) و داده‌های خام بوده و برای پهنه‌بندی بارندگی به کار می‌روند.

نتایج و بحث

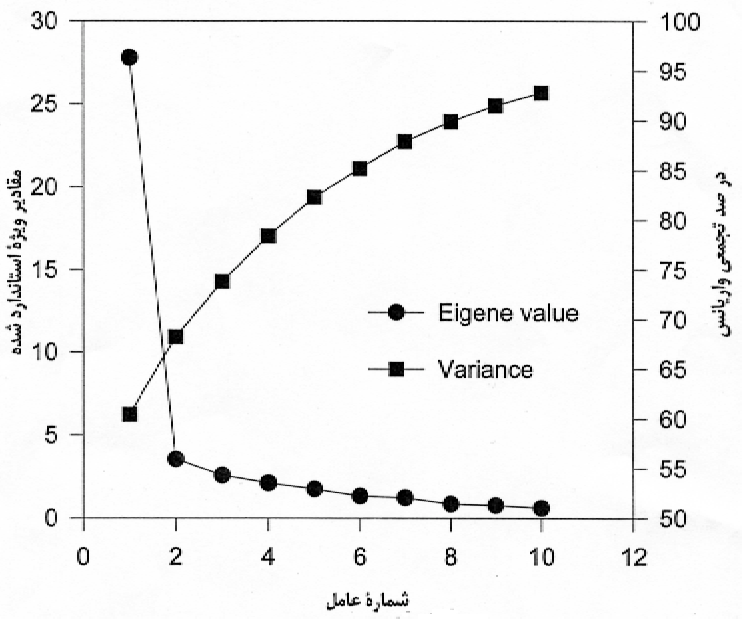
همان گونه که در شکل ٣ نشان داده شده است، مقادیر ویژه برای مؤلفه‌های اول، دوم، سوم و چهارم به ترتیب برابر ٢٧/٨، ٣/٥٥، ٢/٦ و ٢/١ می‌باشد. با توجه به این که کل واریانس موجود در سری داده‌ها برابر تعداد کل متغیرها (٤٦) است (در اثر استاندارد نمودن داده‌ها، واریانس برای هر ایستگاه برابر ١ است)، مقادیر ویژه مؤلفه‌های ١، ٢، ٣ و ٤ به ترتیب ٦٠/٤، ٧/٧، ٥/٦ و ٤/٦ درصد از کل واریانس را توجیه می‌کنند، که مقدار تجمعی آنها در شکل ٣ نشان داده شده است. بدین ترتیب مؤلفه‌های ٥ تا ٤٦ مجموعاً ٢١/٩ درصد از کل واریانس را تعریف می‌کنند، که سهم هر یک از مؤلفه‌ها، و مخصوصاً مؤلفه‌های بعد از ٤، در توجیه واریانس بسیار کم می‌باشد.

موضوعی که در منطقه‌بندی داده‌ها به روش PCA مهم است، مشخص نمودن شمار مؤلفه‌هایی است که سهم بسیاری از واریانس را توجیه نموده و می‌توانند به عنوان مؤلفه‌های اصلی در نظر گرفته شوند. باید به این نکته اساسی توجه نمود که بردارهای عامل بارگذاری متناظر با مؤلفه‌های اصلی برای پهنه‌بندی اقلیمی استفاده می‌گردند. بنابراین، تعیین شمار مؤلفه‌های اصلی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و لازم است که روش‌های مناسبی برای تعیین آنها اتخاذ نمود. یکی از مهم‌ترین روش‌ها که پژوهندگان از آن بسیار استفاده می‌کنند،

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1382.7.1.5.4]

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com



شکل ۳. اندازه مقادیر ویژه و درصد تجمعی واریانسی که توسط ده مؤلفه اول تعریف می‌گردد

آزمون اسکریت (Screet test) است، که در این پژوهش نیز از آن استفاده شد (۱۰، ۱۱ و ۱۵). در این روش، مقدار ویژه متناظر با هر مؤلفه در برابر شماره آن مؤلفه رسم می‌گردد (شکل۳). محلی که این نمودار میل به خطی شدن می‌نماید (یعنی در برابر تغییر شماره مؤلفه، مقدار ویژه تغییر چندانی ننماید) نشان‌دهندهٔ مرز بین مؤلفه‌های اصلی و غیر اصلی است. با توجه به شکل ۳، هر یک از مؤلفه‌های ۲، ۳ و ٤ می‌توانند به عنوان مرز بین مؤلفه‌های اصلی و فرعی تلقی شوند.

لازم به یادآوری است که برای مشخص کردن شمار مؤلفه‌هایی که باید نگهداری شوند (مؤلفه‌های اصلی) روش کاملاً دقیقی وجود نداشته، و آزمون و خطا نقش مهمی در رسیدن به هدف دارد. دوران بردارهای بارگذاری متناظر با مؤلفه‌های اصلی یکی از روش‌های توصیه شده در شناسایی مناطق وابسته به هر مؤلفه است (۱۰ و ۱۵). به منظور دست‌یابی به یک پهنه‌بندی مناسب، نخست چهار مؤلفه اول، و در مرحله دوم سه مؤلفه اول نگهداری شده و دوران داده شد. نتایج به دست آمده نشان داد که دوران چهار یا سه مؤلفه اصلی نمی‌تواند به منطقه‌بندی مناسبی برسد. اگر شمار مؤلفه‌های نگهداری شده مناسب باشد، اعضای بردارهای بارگذاری که دوران داده شده‌اند برای تعدادی از ایستگاه‌ها نزدیک به یک، و برای از آنها نزدیک به صفر می‌گردند.

با توجه به عدم موفقیت در دوران مؤلفه‌های اول تا چهارم و اول تا سوم، دوران دو مؤلفه اول و دوم آزموده شد و نتایج مطلوبی به دست آمد. توزیع جغرافیایی مقادیر دوران داده شده عامل اول بارگذاری نشان داد که بخش گسترده‌ای از منطقه مورد نظر هم‌بستگی بسیار زیادی را با مؤلفه اول نشان داده است. تنها قسمت کوچکی از ناحیه مورد بررسی واقع در شمال شرقی استان فارس (ایستگاه بوانات) هم‌بستگی ضعیفی با مؤلفه اول داشت. در مقابل، بردارهای دوران داده شده بارگذاری متناظر با مؤلفه دوم هم‌بستگی تنگاتنگی را با بارندگی بوانات نشان دادند. این بردارها با بارندگی مناطق دیگر هم‌بستگی ضعیفی داشتند.

یادآوری می‌نماید که اعضای بردارهای بارگذاری، ضریب هم‌بستگی بین سری‌های PC و داده‌های اولیه را نشان می‌دهند. مثلاً، هرگاه مقادیر بردارهای بارگذاری (متناظر با PC1) برای ایستگاه‌های شماره ۱ تا ۱۰ حدود ۰/۹ باشد، به مفهوم آن است که PC1 با بارندگی این ایستگاه‌ها ضریب هم‌بستگی زیادی داشته و می‌تواند به عنوان نماینده این ایستگاه‌ها به کار رود. بر

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1382.7.1.5.4]
PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

عکس، چنانچه برای ایستگاه‌های شماره ۱۵ تا ۲۰ اعضای بردار بارگذاری متناظر با PC1 نزدیک به صفر باشد، به مفهوم آن است که بارندگی این ایستگاه‌ها ارتباطی با PC1 ندارد.

توزیع جغرافیایی مقادیر دوران داده شده نشان می‌دهد که نخستین مؤلفه اصلی استخراج شده می‌تواند در حد مطلوبی گویای نوسان‌های بارندگی در بخش گسترده‌ای از استان‌های فارس، بوشهر و کهگیلویه و بویراحمد باشد. سری زمانی مؤلفه اول حدود ٦١ درصد از کل واریانس موجود در داده‌های ٤٦ ایستگاه بارندگی را توجیه کرده و می‌تواند به عنوان نماینده این ایستگاه‌ها معرفی گردد. با توجه به این که ایستگاه بوانات هم‌بستگی خوبی را با دومین مؤلفه اصلی (PC2) نشان داد، کل ناحیه مورد بررسی به دو قسمت S_1 و S_2 تقسیم گردید، که این تقسیم‌بندی در شکل ٤ نشان داده شده است. با توجه به این شکل، چنین نتیجه‌گیری می‌شود که الگوی بارش زمستانه در ایستگاه بوانات تفاوت معنی‌داری با ایستگاه‌های دیگر دارد.

برای ارزیابی نتایج به دست آمده، ضرایب هم‌بستگی بین ایستگاه بوانات و ایستگاه‌های دیگر محاسبه و در جدول ۱ ارائه گردیده است. در جدول ۱ ملاحظه می‌گردد که ضرایب هم‌بستگی عموماً ضعیف بوده و بیشترین آن، که برابر ۰/۵۳ است، مربوط به ایستگاه آباده می‌باشد. در شکل ۵ نوسان‌های هم‌زمان بارندگی در دو ایستگاه بوانات و شیراز در طول دوره مورد بررسی ارائه شده است که تفاوت کلی الگوی بارش در این دو ایستگاه را می‌رساند. مثلاً، در سال ١٣٦٦ که ایستگاه شیراز بارندگی خوبی داشته است، در بوانات بارندگی کمتر از معمول بوده است. در مقابل، در سال‌های ۱۳۷۰ و ۱۳۷۲ که بوانات بارندگی بیش از معمول داشته، در شیراز شرایط خشکی حاکم بوده است. هم‌چنین، این شکل نشان می‌دهد که در طول ۲۳ سال مورد بررسی، در ۱۳ مورد مقادیر نرمال شده بارندگی ایستگاه‌های بوانات و شیراز دارای علامت یکسان، و در ۱۰ مورد دارای علامت مخالف می‌باشند.

نوسان‌های هم‌زمان بارندگی در ایستگاه‌های بوانات و آباده نیز در شکل ٦ نشان داده شده است. همان طور که ملاحظه می‌گردد، در مقایسه با شیراز، نوسانات بارندگی در آباده شباهت بیشتری با بارندگی بوانات دارد. در عین حال، در برخی از سال‌ها تغییرات هم‌زمان بارندگی در دو ایستگاه آباده و بوانات از یک الگو پی‌روی نمی‌کند. نتایج به دست آمده گویای آن است که سیستم سودانی نفوذ کمتری به منطقه بوانات داشته و بارندگی این ناحیه عموماً تحت تأثیر جبهه‌های مدیترانه‌ای است. افزون بر این، می‌توان دریافت که بارندگی بوانات به میزان زیادی متأثر از شرایط آب و هوایی مناطق کویرمرکزی ایران بوده و به همین دلیل هم‌خوانی کمتری با بارندگی دیگر نواحی مورد بررسی دارد. در مقابل، بارندگی نواحی جنوبی منطقه مورد بررسی بیشتر تحت تأثیر سیستم‌های ترکیبی سودانی و مدیترانه‌ای است.

نتیجه‌گیری

بارندگی زمستانه در تأمین منابع آب در نواحی جنوبی ایران نقش اساسی ایفا می‌نماید. در استان‌های فارس، بوشهر و کهگیلویه و بویراحمد حدود ٦٠ درصد از بارش سالیانه در فصل زمستان اتفاق می‌افتد. بررسی پهنه‌بندی بارندگی نقش مهمی در شناسایی الگوی بارش داشته، می‌تواند در شناخت منابع اصلی تأمین آب کشور بسیار مؤثر باشد.

با این که استفاده از روش پیش‌رفته مؤلفه‌های اصلی (PCA) برای پهنه‌بندی اقلیمی در طی چند دهه اخیر مورد توجه بسیاری از هواشناسان و اقلیم‌شناسان قرار گرفته است، منابع علمی که نشان دهندهٔ استفاده از این روش‌ها در تجزیه و تحلیل بارندگی ایران باشد بسیار کم است. بدین ترتیب، برای نخستین بار در کشور این روش در پهنه‌بندی بارندگی زمستانه استان‌های فارس، بوشهر و کهگیلویه و بویراحمد با ذکر جزییات به کار گرفته شد.

نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که در بخش گسترده‌ای از این سه استان بارش‌های زمستانه از یک الگو پی‌روی می‌کند. نخستین مؤلفه اصلی (PC1) که گویای سری زمانی بارندگی این نواحی است، ٦٠/٤ درصد از کل واریانس داده‌ها را توجیه

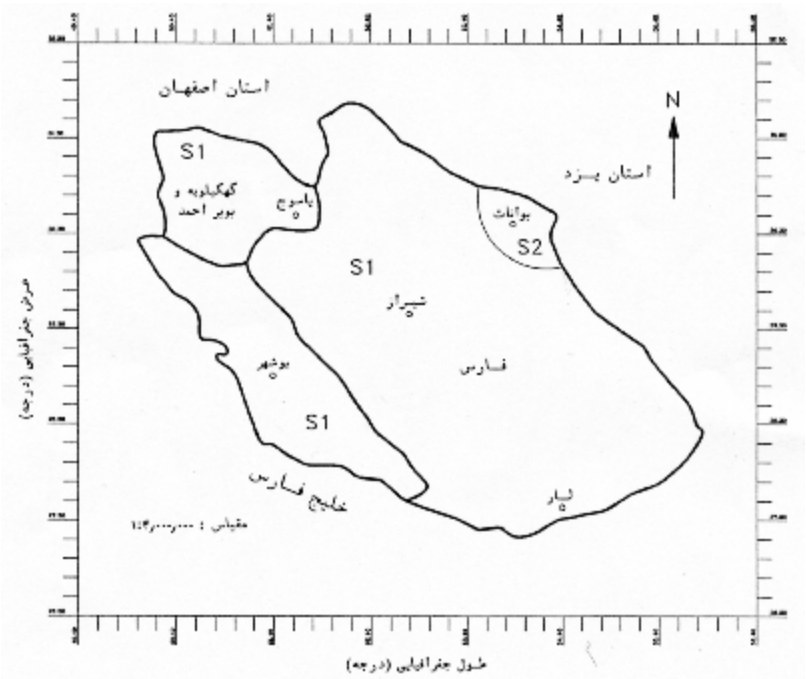
[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1382.7.1.5.4]

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

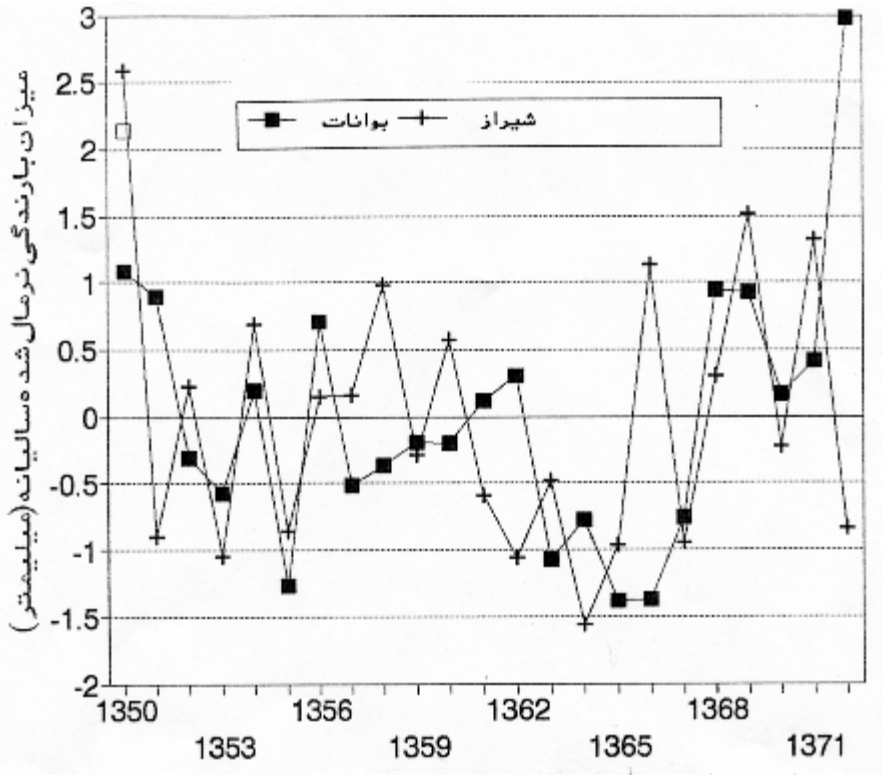
جدول ۱. ضریب هم‌بستگی بین بارش ایستگاه بوانات با بارش سایر ایستگاه‌های مورد بررسی در فصل زمستان

شماره ایستگاه	ضریب هم‌بستگی	شماره ایستگاه	ضریب هم‌بستگی	شماره ایستگاه	ضریب هم‌بستگی
۱	۰/۵۳	۱۷	۰/۰۳	۳۳	−۰/۲٤
۲	۰/۱۲	۱۸	۰/۲۲	۳٤	−۰/۰۲
۳	۰/۰۹	۱۹	۰/۰۸	۳۵	−۰/۱۱
٤	۰/٦	۲۰	۰/۱٤	۳٦	−۰/۲۱
۵	۰/۱۳	۲۱	۰/۱	۳۷	۰/۱
٦	۰/۱۳	۲۲	۰/۱٦	۳۸	۰/۰۷
۷	۰/۰٦	۲۳	۰/۰۰٤	۳۹	۰/۰۸
۸	−۰/۱٤	۲٤	۰/۰٦	٤۰	۰/۱۱
۹	−۰/۱٦	۲۵	۰/۱	٤۱	۰/۰٦
۱۰	۰/۱۰	۲٦	۰/۰٦	٤۲	−۰/۲۰
۱۱	۱	۲۷	−۰/۱٦	٤۳	−۰/۱٤
۱۲	−۰/۲۱	۲۸	−۰/۰۳	٤٤	−۰/۱۳
۱۳	−۰/۰۵	۲۹	−۰/۱۲	٤۵	۰/۰۲
۱٤	۰/۱٤	۳۰	۰/۰۱	٤٦	−۰/٤
۱۵	۰/۰۸	۳۱	−۰/۱٤		
۱٦	−۰/۰۸	۳۲	۰/۰۵		

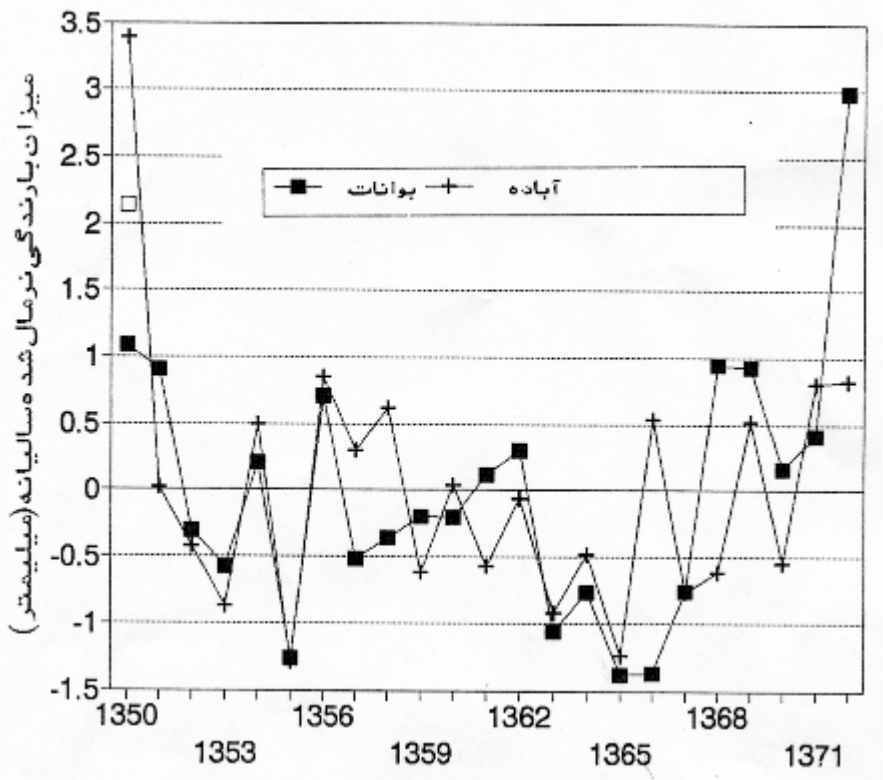


شکل ٤. پهنه‌بندی بارش منطقه مورد بررسی و تقسیم آن به دو ناحیه S_1 و S_2 . کلیه مناطق مورد بررسی به استثنای بوانات در ناحیه S_1 قرار دارند. ناحیه S_2 نشان دهندهٔ بارندگی ناحیه بوانات است.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1382.7.1.5.4]
PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com



شکل ۵. نوسانات هم‌زمان بارندگی زمستانه ایستگاه‌های بوانات و شیراز



شکل ٦. مقایسه نوسانات همزمان بارندگی زمستانه ایستگاه‌های آباده و بوانات

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1382.7.1.5.4]

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

می‌کند. این مؤلفه همبستگی بسیار زیادی را با بخش‌های وسیعی از سه استان مورد بررسی (بجز بخش کوچکی از شمال استان فارس) نشان داد. دومین مؤلفه اصلی همبستگی زیادی با بارندگی ایستگاه بوانات واقع در منطقه شمال شرقی استان فارس نشان داد. بارندگی زمستانه این ایستگاه ضریب همبستگی کمی با بارندگی دیگر ایستگاه‌های مورد بررسی داشت. بنابراین، به نظر می‌رسد که توده هوای بارانزای سودانی، که نقش مهمی در تأمین بارش زمستانه استان‌های جنوب مرکزی ایران دارد، تأثیر کمی در تولید بارش زمستانه در ایستگاه بوانات داشته باشد.

نتیجه‌گیری شد که منشأ تشکیل ابرها و تولید بارش زمستانه برای مناطق شمال شرقی استان فارس تا حد معنی‌داری با منشأ تولید بارش برای مناطق دیگر استان‌های فارس، بوشهر و کهگیلویه و بویراحمد متفاوت است.

منابع مورد استفاده

۱. امین، س.، ع. ر. سپاسخواه و ب. کشمیری پور. ۱۳۷۹. بررسی الگوی توزیع شدت بارش در پایه‌های زمانی مختلف در استان فارس. مجموعه مقالات دومین همایش ملی فرسایش و رسوب، شهریور ۱۳۷۹، دانشگاه لرستان، خرم آباد.

۲. بیگی، ب. ۱۳۷۸. تقسیم بندی الگوهای بارش در استان فارس، بوشهر، و کهگیلویه و بویراحمد با استفاده از روش تحلیل مؤلفه اصلی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبیاری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

۳. خلیلی، ع. ۱۳۷۰. طرح جامع آب کشور، شناخت اقلیمی ایران، بررسی بنیادی بارندگی. بخش دوم، انتشارات وزارت نیرو.

٤. کشمیری پور، ب. ۱۳۷٤. تعیین نوع توزیع شدت در طول مدت رگبارها در شرایط آب و هوایی استان فارس. پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبیاری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

۵. ناظم‌السادات، س. م. ج. ۱۳۷۷. بررسی تأثیر دمای سطح آب خلیج فارس بر بارندگی‌های جنوب ایران. مجله نیوار ۳۸: ۳۳-٤٤.

٦. ناظم‌السادات، س. م. ج. ۱۳۸۰. آیا باران می‌بارد؟ خشکسالی و بارندگی مازاد در ایران و ارتباط آن با پدیده النینو- نوسانات جنوبی. انتشارات دانشگاه شیراز.

7. Amin, S., A. R. Sepaskhah and B. Keshmiripour. 1999. Rainfall intensity distribution patterns in climatological conditions of four stations in Fars Province, Iran. Iran. J. Sci. and Technol. (24) 41: 89-98.
8. Compaynucci, R., H. Araneo and D. Canzianipo. 2001. Principal sequence pattern analysis: a new approach to classifying the evolution of atmospheric system. Int. J. Climatol. 21: 197-217.
9. Cordery, I. and Y. Opoku-Ankomah. 1994. Temporal variation of relations between sea surface temperature and New South Wales' rainfall. Aust. Met. Mag. 43: 73-80.
10. Drosdowsky, W. 1993. An analysis of Australian seasonal rainfall anomalies 1950-1987. I. Spatial pattern. Int. J. Climatol. 13: 1-30.
11. Legates, D. R. 1993. The effect of domain shape on principal component analysis. A reply. Int. J. Climatol. 13: 219-228.
12. National Drought Mitigation Center of United States (NDMC). 1998. Report on drought related effects of El Niño for February.
13. Nazemosadat, M. 1998. The Persian Gulf sea temperature as a drought diagnostic for southern parts of Iran. Drought News Network 10: 12-14.
14. Nazemosadat, M. J. 2001. ENSO and aloft winter rainfall in Iran: wind interactions. Iran. J. Sci. and Technol. 25(B4): 611-624.
15. Richman, M. B. 1986. Rotation of principal components. J. Climatol. 6: 293-335.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1382.7.1.5.4]

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

16. Yatagai, A. and T. Yasunari. 1994. Trend and decal scale fluctuation of surface air temperature and prediction over China and Mongolia during the recent 40 years period (1951-1990). J. Meteor. Soc. Japan 72: 937-957.
17. Yatagai, A. and T. Yasunari. 1995. Inter-annual variations of summer precipitation in the arid/semi-arid regions in China and Mongolia. Their regionality and relation to the Asian summer Monsoon. J. Meteor. Soc. Japan 73: 909-923.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1382.7.1.5.4]

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com