پهنه بندی بارش پاییزه نیمه غربی ایران:کاربرد توابع متعامدتجربی در مطالعات اقلیم شناسی

دریافت مقاله: ۸۹/۸/۱ پذیرش مقاله: ۸۹/۱۱/۲۰
صفحات:۴۴-۲۷

زهرا صمدی: استادیار دانشگاه[۱]
Email: z_samadi2005@yahoo.com
حسین محمدی: استاد دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران
Email:hmohamadi@ut.ac.ir

چکیده

پهنه بندی وبررسی توزیع جغرافیایی الگوهای بارش به دلیل ارتباط گسترده آن با فعالیت بخشهای مختلف کشاورزی از اهمیت خاصی برخورداراست. تحلیل توابع متعامد تجربی که بعنوان یک روش تحلیل مؤلفه های اصلی شناخته شده است، که یکی ازکارآمدترین روش های استخراج اطلاعات ازمجموعه داده های بزرگ می باشد. مزیت تحلیل توابع متعامد تجربی، فشرده سازی تغییرپذیری فضایی و زمانی سری های داده است که برحسب توابع متعامد یا روش های آماری فراهم می کند. کارایی این روش درمنطقه بندی بارش پاییزه (سه ماهه اکتبر، نوامبر، دسامبر) نیمه غربی ایران (از۴۴ تا۴۹ درجه طول شرقی و از۳۰ تا۴۰ درجه عرض جغرافیایی) که دارای تنوع شرایط اقلیمی وجغرافیایی بوده و شامل۱۱ استان کشور می باشد، ارزیابی شده است. براساس این تحقیق مؤلفه های اول تا هشتمEOF که مجموعاً ۹۰/۷۴ درصدازکل واریانس داده های اولیه را توجیه نموده اند به عنوان مؤلفه های اصلیEOF درنظر گرفته شدند و برای مرزبندی نواحی بارشی از آنها استفاده گردید. یافته های تحقیق نشان می دهدکه به دلیل هبستگی بالای مجموع بارهای عاملی هر مؤلفه با بخشی ازمنطقه مورد بررسی که دارای شرایط بارشی همگن تری می باشند، مؤلفه های اول تا ششم به ترتیب می توانند نماینده خوبی ازداده های بارش در بخش زاگرس میانی(استانهای ایلام، لرستان ، کرمانشاه (به استثناء ایستگاه پاتاق)، همدان و ایستگاههای مظفرآباد قور و دیوان دره از کردستان و ده جلال از زنجان)، بخش

---

[۱]. نویسنده مسئول: تهران، خ کارگر شمالی، خ سیندخت شمالی، کوچه ولی عصر، پلاک ۱، واحد۱

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

گسترده ای از استان زنجان و نیمه جنوبی منطقه آذربایجان، استان خوزستان، بخش عمده منطقه آذربایجان، استان گیلان (به استثناءایستگاههای لاهیجان و کومله) و استان اردبیل باشند. تفاوت بارش پاییزه ایستگاههای لاهیجان و کومله با دیگر ایستگاههای واقع در استان گیلان باعث گردیده تا بارهای عاملی مؤلفه هایEOF شماره ۷ و ۸ مقادیر بسیار زیادی را برای این دو منطقه در شرق استان گیلان نشان دهند. نتایج حاصل نشان دهنده تفکیک مطلوب نواحی بارشی متناسب با شرایط اقلیمی حاکم بر آنها می باشد که در دیگر مطالعات اقلیمی صورت گرفته، مورد آزمون و تائید قرار گرفته اند.

کلید واژگان : الگوهای بارش، تحلیل توابع متعامد تجربی، تحلیل مؤلفه های اصلی، روش های آماری، اقلیم شناسی

مقدمه

در ایران به دلیل قرار گرفتن در یک منطقه خشک و نیمه خشک جهان، آب و به تبع آن بارشهای جوی به عنوان منبع اصلی و عمده تامین آب کشور از اهمیت ویژه ای برخوردار است به دلیل شرایط جغرافیایی، توپوگرافی و اقلیمی منطقه، تغییرات مکانی و زمانی بارش در ایران بسیار زیاد بوده و در بسیاری از نقاط آن، بارش سالیانه خیلی کمتر از تبخیر و تعریق بالقوه می باشد. براساس مطالعات صورت گرفته در طرح اطلس اقلیمی ایران در دوره زمانی ۱۹۹۰-۱۹۶۱ در حالی که بیش از دو سوم از خاک کشور دارای میانگین بارش سالیانه کمتر از ۳۰۰ میلی متر می باشد، مناطقی از زاگرس و دامنه های شمالی البرز و دشت کویر و لوت به ترتیب بارشهای بیش از هزار میلی متر و کمتر از پنجاه میلی متر را تجربه می کنند(عسگری و رحیم زاده ، ۱۳۸۵، ص۶۷). به همین دلیل نوسانهای بارش در مقیاس های فصلی و درون سالیانه که به دنبال خود باعث بروز خشکسالیهای فراوان و سیلهای مخرب می گردد موجب اثرات سوء بر روی فعالیتهای اقتصادی (بویژه در بخش زیر بنایی کشاورزی)، اجتماعی و حتی سیاسی (تغییر سیاست دولتها و روابط بین الملل(مرکز ملی کاهش خشکسالی آمریکا، ۱۹۹۸، ص۲۳) می شود.

مطالعه بارش و تفکیک مناطق بارشی از یکدیگر نقش عمده ای در تصمیم گیریها و برنامه ریزیهای خرد و کلان کشور بویژه در استفاده بهینه از منابع آب و خاک و افزایش تولیدات بخش

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

کشاورزی (زراعی، باغی، دامی) و جنگل و مرتع دارد. در مطالعات اقلیمی بویژه در مناطق بسیار وسیع که دارای داده های اقلیمی طولانی مدت و مختلف همراه با ایستگاههای بارش زیادی می باشند، روشهای آماری معمول (مانند همبستگی و تشکیل ماتریس همبستگی بین ایستگاههای بارش) از توانایی کافی جهت کاهش حجم و تعداد متغیرها، افزایش دقت و قدرت تجزیه و تحلیل آنها برای تحقیقات بیشتر، برخوردار نمی باشند. بر همین اساس در دو دهه اخیر توجه بیشتری به روشهای آماری چند متغیره از جمله تحلیل عاملی و تحلیل مولفه های اصلی(EOF[1] وPCA[2]) برای استخراج اطلاعات بهینه از سری های زمانی داده ها مانند پهنه بندی داده های اقلیمی- اقیانوسی شده است(حیدری، ۱۳۷۸، فرشادفر، ۱۳۸۴، پریزندورفر، ۱۹۸۸، بارنستون و راپلوسکی، ۱۹۹۲، پریزندورفر، ۱۹۸۸). تحلیل متعامد تجربی که بعنوان تحلیل مولفه های اصلی شناخته شده یکی از کارامدترین روشهای استخراج اطلاعات از مجموعه داده های بزرگ است(پارادا و کانتون، ۱۹۹۸، ص۲۴۳۰) که پس از اعمال آن می توان از طریق بارهای عاملی ارتباط هر سری از داده های مستقل به نواحی ایجاد شده درمنطقه مورد بررسی را مشخص نمود.

در زمینه استفاده از روش مولفه های اصلی خصوصاً EOF در مطالعات اقلیمی – اقیانوسی مناطق مختلف جهان، تحقیقات زیادی انجام شده است که از آن جمله می توان به موارد زیر اشاره کرد. در مطالعات مجزایی که توسط لاگرلوف و برستین[۳] (۱۹۹۸) ، پادن و همکاران[۴](۱۹۹۱)، فنگ و هسی[۵](۱۹۹۳) و هرناندز- گوارا و نیکجر[۶](۱۹۹۷) صورت گرفته است از روش تحلیل EOF برای مطالعه تغییر پذیری الگوهای فضایی سطح که در ارتباط با SST[7] مناطق دریایی مختلف جهان می باشد، استفاده شده است. این تحقیقات نشان داده اند که بوسیله تحلیل EOFS می توان ضمن ایجاد نواحی مختلف دریایی، اطلاعات بسیاری درباره روند تغییرات زمانی ویژگیهای دریایی بدست آورد. پارک و اُه[۸](۲۰۰۰) در مطالعه ای از این روش برای ناحیه بندی دریاهای حاشیه شرق آسیا استفاده کرده اند. آنان دریافتند که تغییر

[1] -Empirical Orthogonal Function (EOF)
[2] -Principal Component Analysis (PCA)
[3]- Lagerloaf and Berstein
[4]-Paden et al
[5]- Fang and Hsieh
[6]- Hernandez-Guerra and Nykjer
[7]-Sea Surface Temperature
[8]- Park and Oh

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

پذیری درون سالی و دهه ای دمای سطح آب مربوط به بخش غربی اقیانوس آرام است. در مطالعه دیگری که بوسیله وارگاس و همکاران [1](۲۰۰۳) صورت گرفته است از روش EOF برای تحلیل الگوهای دمای سطح آب در خلیج کادیز[2] استفاده شده است. آنان در این تحقیق مشاهده کردند که اولین مولفه EOF با گرم شدن تدریجی ناحیه مورد مطالعه همبستگی دارد. در صورتی که دومین مولفه EOF عمدتاً نشان دهنده سرد شدن آبهای جزیره مرجانی در جنوب غربی ایبریا[3] است. در تحقیقی که توسط سیلوا و همکاران[4](۲۰۰۶) انجام گرفت، نواحی تغییر پذیری زمانی و فضایی الگوهای دمای هوا (حاصل از مدل SSTA[5] و مشاهدات) در شمال شرق برزیل با استفاده از روش توابع متعامد تجربی شناسایی و ارتباط آن با دمای سطح آب مشخص گردید.

بررسی ناظم السادات و همکاران(۱۳۸۲) برای پهنه بندی بارندگی زمستانه استانهای جنوبی بر اساس روش تحلیل مولفه های اصلی نشان داد که روش دوران شده عوامل بارگذاری، راه حل مناسبی در تعیین گستره جغرافیایی مربوط به مولفه های اصلی است. در تحقیق طبقه بندی اقلیمی ایران توسط ترابی و جهانبخش(۱۳۸۳)، جهت تعیین متغیرهای اصلی موثر درمرزبندی نواحی اقلیمی و میزان تاثیر هر یک، از روش تحلیل عاملی و تجزیه مولفه های اصلی استفاده شده است. نتایج آنان نشان می دهد که مولفه های مربوط به نم نسبی و دماهای حداقل و حداکثر مجموعاً ۶۴/۲۷ درصد از کل تغییرات را تبیین نموده اند. این مطالعه همچنین کارآمدی کاربرد روش برای انجام مطالعات تحلیلی و مفصل در خصوص روابط بین متغیرها را نشان داده است.

در این مقاله به منظور حصول نواحی بارش پاییزه درنیمه غربی کشور از روش تابع متعامد تجربی(EOF) استفاده شده است. روش و نتایج حاصل از این تحقیق در زیر ارائه شده است.

تابع متعامد تجربی(EOF)

در اکثر مطالعات اقلیمی- اقیانوسی (مانند تغییر پذیری اقیانوسی، تغییر اقلیم) با مجموعه داده های بزرگی از شبکه ای از سریهای زمانی ایستگاهها یا نقشه های فضایی مانند(مانند دمای

[1] -vargas et al
[2]- Cadiz
[3]- Iberia
[4]- Silva et al
[5]- Sea Surface Temperature Anomalies

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

سطح) مواجه هستیم که در اغلب موارد خواستار کاهش این سری داده های به هم وابسته به تعداد اندکی از عاملهای جدید می باشیم بگونه ای که عاملهای جدید ضمن استقلال آماری از یکدیگر بخش عمده ای از کل واریانس داده های اولیه را حفظ نماید. یک انتخاب درست و کارآمد مستلزم ترکیب خطی پیش گو کننده ها یا مدولهای فضایی متعامد است که واکنش خالص بصورت تابعی از زمان برای واریانس ترکیبی در همه مشاهدات محاسبه شود. در این راستا، یک تکنیک مفید برای فشرده سازی داده ها در این نوع از سریهای زمانی تحلیل مولفه های اصلی(PCA) است. در اقیانوس شناسی این شیوه تحت عنوان تحلیل توابع متعامد تجربی(EOF) مشهور است. روشEOF یکی از تکنیکهای معکوس سازی است و معادل با روش کاهش داده ای است که بطور گسترده در علوم اجتماعی تحت عنوان تحلیل عاملی شناخته شده است. اولین منبعی که می توان برای کاربرد EOF در تحلیلهای دینامیکی ژئوفیزیکی یافت توسط ادوارد لورنز[1](۱۹۵۶) گزارش شده که در آن وی تکنیک را برای پیش بینی آماری جوی مورد استفاده قرار داده و اصطلاح EOF را وضع کرده است. مزیت تحلیلEOF این است که شرح و توصیف فشرده و متراکمی از تغییر پذیری فضایی و زمانی سریهای زمانی را بر حسب توابع متعامد یا روشهای آماری فراهم می کند. معمولاً اکثر واریانس یک سری توزیع شده از نظر فضایی در چند تابع متعامد اول است که سپس این الگوها می توانند به مکانیسم های دینامیکی متحمل متصل شوند. این مسئله تاکید می کند که هیچ ارتباط فیزیکی یا ریاضی مستقیمی ضرورتاً بین روش آماری EOFS و مدولهای دینامیکی مربوطه وجود ندارد. مدولهای دینامیکی هماهنگ با محدودیتهای فیزیکی از طریق معادلات حاکم و شرایط مرزی مربوط هستند(لبلوند و میساک، ۱۹۷۹، ص۱۲). بنابراین توابع متعامد تجربی روش ساده ای برای تقسیم بندی واریانس گروهی از سریهای زمانی همزمان است که دارای توزیع فضایی هستند. این روش را تجربی می نامند زیرا این حقیقت را منعکس می کنند که بوسیله ساختار کوواریانس مجموعه داده های خاصی تحلیل می شوند. در مجموع همانطور که داویس[2](۱۹۷۶) بیان کرده است دو مزیت تحلیل آماری EOF ، اول اینکه EOFS پربازده ترین روش فشرده سازی داده ها است و دوم اینکه EOFS می توانند بعنوان مدولهای (یعنی متعامد) مستقل از تغییر پذیری دامنه داده ها مورد توجه قرار گیرند(امری و تامسون، ۲۰۰۷، ص۳۲۳). از آنجایی که هدف این مقاله شرح کامل روابط ریاضی روش EOF و جنبه ها و کاربردهای آن نمی باشد،

[1]- Edward Lorenz
[2]- Davis

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

برای جزئیات بیشتر می توان به منابع(داویس ، ۱۹۷۶، امری و تامسون، ۲۰۰۷، پریزندورفر، ۱۹۸۸) مراجعه نمود.

در این مطالعه، برای استخراج مولفه های EOF مراحل زیر اجرا شد. اگر مجموعه (x1,x2,…,xi) سری زمانی داده های اولیه بارش در p ایستگاه باشند، ابتدا لازم است این سری زمانی استاندارد(نرمال) گردند. بدین منظور برای بدست آوردن نمره z هر سری زمانی، میانگین و انحراف معیار آنها محاسبه و طبق رابطه[1] مربوط استاندارد شدند. پس از تشکیل ماتریس اولیه که دارای ۶۴ ستون(تعداد ایستگاهها) و ۲۰ سطر(تعداد سالها) است، همبستگی بین متغیرها(۶۴ ایستگاه) محاسبه و ماتریس همبستگی با ابعاد ۶۴×۶۴ جهت ورود به روش تحلیل EOF آماده گردید. سپس مقادیر ویژه[2] و بردار های ویژه[3] تشکیل شد. با توجه به اینکه مجموع مقادیر ویژه با مجموع واریانس برابر است با اعمال این روش که مشابه روش PCA می باشد، به جای ۶۴ سری داده های اولیه بارش(وابسته)، ۶۴ سری داده های جدید و مستقل حاصل می گردد که مجموع واریانس کل سریهای مستقل برابر با کل واریانس سری داده های اولیه است. با این تفاوت که تنها چند مولفه اول بخش اعظم واریانس(مقدار ویژه) داده های اولیه را تعریف می کنند که مولفه های اصلی می گویند.

ترکیب خطی اولین مولفه اصلی که دارای بزرگترین واریانس است را می توان بصورت زیر نوشت:

$$PC_1 = a_{11}x_1 + a_{21}x_2 + ... + a_{p1}x_p \qquad (1)$$

و ترکیب خطی دومین مولفه دومین واریانس بیشتر

$$PC_2 = a_{12}x_1 + a_{22}x_2 + ... + a_{p2}x_p$$

و الی آخر

---

2 . $Zi = \dfrac{xi - \overline{X}}{\delta}$

که در آن

Zi: استاندارد شده نظیر xi

Xi: عضو سری زمانی متغیر مورد نظر

X: میانگین سری زمانی متغییر مورد نظر

S: انحراف معیار سری زمانی متغییر مورد نظر

[2]- Eigenvalues

[3]- Eigenvectors

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

$$PC_p = a_{1p}x_1 + a_{2p}x_2 + ... + a_{pp}x_p$$

به عبارت دیگر:

$$var(pc_1) \geq var(pc_2) \geq .... \geq var(pc_p)$$

در هنگام محاسبات فوق و تشکیل ترکیب خطی هر مولفه از طریق دوران داده های اولیه و تبدیل آنها به داده های مستقل و فاقد همبستگی می توان محدودیتهایی برای هر مولفه دررابطه ۱ مانند زیر بر قرار نمود:

$$\sum_{k=1}^{P} a_{jk}^2 = 1 \qquad (2)$$

در صورتی که رابطه ۲ برقرار شود واریانس سری زمانی PCj برابر با واریانس(مقدار ویژه) j ام (λj) می گردد و به هر مولفه اصلی یک تابع متعامد تجربی می گویند. بدین ترتیب هر مولفه اصلی به میزان مقدار ویژه همان مولفه، از واریانس کل داده ها را توجیه می کند.

دراین معادلات، aij ها را بار عاملی می نامند که برای مولفه iام و متغیر jام می باشد. بار عاملی هر مولفه از ضرب عناصر بردار ویژه در جذر مقدار ویژه همان مولفه حاصل می شود که نشان دهنده ضریب همبستگی بین هر مولفه اصلی و داده های استاندارد شده در همان مولفه می باشد. از این ضرایب برای مشخص کردن پهنه های بارش استفاده شده است.

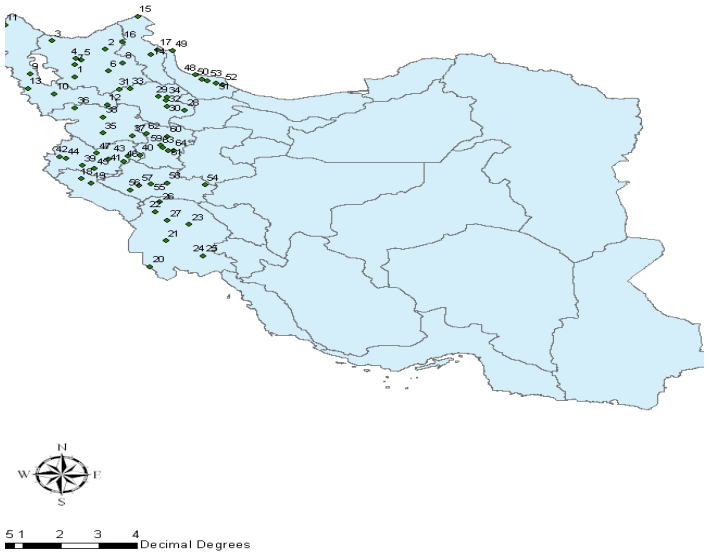
داده های بارش و مناطق مورد مطالعه

نیمه غربی کشور از ۴۴ تا ۴۹ درجه طول شرقی و از ۳۰ تا ۴۰ درجه عرض شمالی به دلیل قرار داشتن در مسیر ورودی اکثر سیستم های باران زای و توده های آب و هوایی به کشور و تنوع ناهمواریها و شرایط بارشی متفاوت به عنوان منطقه مورد مطالعه انتخاب شد. با توجه به آنکه فصل پاییز از فصول بارشی مهم کشور می باشد، سری زمانی داده های بارش سه ماهه اکتبر، نوامبر و دسامبر ۶۴ ایستگاه (سینوپتیک ، کلیماتولوژی، باران سنجی) واقع در استانهای آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، اردبیل، گیلان، زنجان، کردستان، کرمانشاه، همدان، لرستان، ایلام و خوزستان (جدول ۱) برای دوره زمانی ۲۰۰۵-۱۹۸۶ از سازمان هواشناسی کشور اخذ گردید. شکل ۱ موقعیت استان ها و ایستگاه های انتخابی را نشان می دهد. لازم به توضیح است در ابتدا کلیه ایستگاههای موجود در این استانها گرفته شد که در نهایت پس از بررسی تمامی آنها، ایستگاههایی که دارای آمار بارندگی دربازه زمانی مورد نظر بودند، انتخاب شدند. در بعضی از ایستگاهها که ارقام گم شده وجود داشت با استفاده از روش نسبتها، آمار

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

ناقص برآورد گردید. سپس داده های بارندگی ماهانه همه ایستگاهها از نظر آماری مورد آزمون قرار گرفت و همگنی داده ها با استفاده از آزمون همگنی ران تست مورد آزمون قرار گرفت. به دلیل بررسی فصلی الگوی بارش، با جمع سه ماهه داده های بارش در ماههای اکتبر نوامبر و دسامبر سری زمانی پاییزه این داده ها بدست آمد. میانگین دراز مدت جمع بارش فصلی ۲۰ ساله در شکل ۲ نشان داده شده است. همانطور که ملاحظه می شود بیشترین میانگین جمع بارش پاییزه به میزان ۷۷۷/۵۲ میلی متر مربوط به ایستگاه بندرانزلی واقع در استان گیلان و کمترین مقدار آن به میزان ۴۹/۰۱ میلی متر مربوط به ایستگاه جلفا واقع در استان آذربایجان شرقی می باشد.

کلیه محاسبات آماری در این تحقیق توسط نرم افزارهای SPSS و Excel صورت گرفته است.



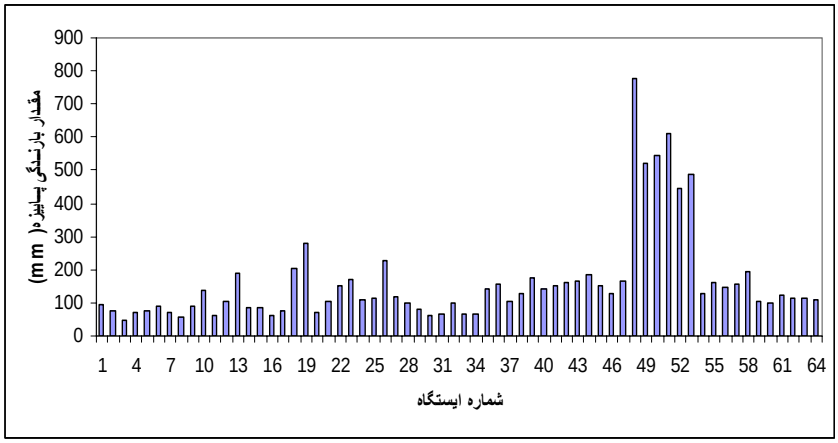
شکل(۱) موقعیت ایستگاه های انتخابی(برای نام ایستگاه به جدول ۱ مراجعه شود)

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

جدول(۱) مشخصات ایستگاههای بارش مورد استفاده به تفکیک استان

ردیف	نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ردیف	نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
۱	مراغه	46 16	37 24	۳۳	حصار	47 43	36 58
۲	اهر	47 04	38 26	۳۴	زاکر	48 42	36 39
۳	جلفا	45 40	38 45	۳۵	سنندج	47 00	35 20
۴	تبریز	46 17	38 05	۳۶	سقز	46 16	36 15
۵	خلعت پوشان	46 27	38 03	۳۷	مظفرآباد قور	47 47	35 13
۶	کوهسالار	47 09	37 37	۳۸	دیوان دره	47 01	35 55
۷	زین جناب	46 16	37 51	۳۹	اسلام آبادغرب	46 28	34 07
۸	سراب	47 32	37 56	۴۰	کنگاور	47 59	34 30
۹	ارومیه	45 05	37 32	۴۱	کرمانشاه	47 09	34 21
۱۰	مهاباد	45 43	36 46	۴۲	سرپل ذهاب	45 52	34 27
۱۱	ماکو	44 26	39 20	۴۳	صحنه	47 41	34 29
۱۲	تکاب	47 07	36 23	۴۴	پاتاق	46 02	34 23
۱۳	میرآباد	45 01	36 59	۴۵	چوقاکبود	46 47	34 00
۱۴	اردبیل	48 17	38 15	۴۶	هرسین	47 34	34 16
۱۵	پارس آباد	47 55	39 39	۴۷	جلوگیره	46 51	34 35
۱۶	مشیران	47 31	38 42	۴۸	بندرانزلی	49 27	37 29
۱۷	نمین	48 27	38 25	۴۹	آستارا	48 51	38 22
۱۸	ایلام	46 26	33 38	۵۰	رشت	49 37	37 19
۱۹	چنارباشی	46 42	33 28	۵۱	لاهیجان	50 00	37 11
۲۰	آبادان	48 15	30 22	۵۲	کومله	50 11	37 08
۲۱	اهواز	48 40	31 20	۵۳	کوچ اصفهان	49 46	37 16
۲۲	دزفول	48 23	32 24	۵۴	الیگودرز	49 42	33 24
۲۳	مسجد سلیمان	49 17	31 56	۵۵	خرم آباد	48 17	33 26
۲۴	امیدیه(پایگاه)	49 39	30 46	۵۶	بابازید	47 44	33 13
۲۵	آغاجاری	49 40	30 46	۵۷	معمولان	47 58	33 23
۲۶	مازو	48 31	32 47	۵۸	زاقه خرم آباد	48 42	33 29
۲۷	کشت وصنعت	48 43	32 05	۵۹	همدان فرودگاه	48 32	34 52
۲۸	خرم دره	49 11	36 11	۶۰	همدان نوژه	48 43	35 12
۲۹	زنجان	48 29	36 41	۶۱	گنبد همدان	48 45	34 41
۳۰	ده جلال	48 42	36 19	۶۲	کیتو	48 09	35 19
۳۱	خنداق لو	47 27	36 57	۶۳	شورین	48 35	34 48
۳۲	نیماور	48 41	36 33	۶۴	نشار	48 52	34 40

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]



شکل(۲) میانگین دراز مدت جمع بارش فصلی ۲۰ ساله در ایستگاههای انتخابی(برای نام ایستگاه به جدول ۱ مراجعه شود.)

بحث و نتایج

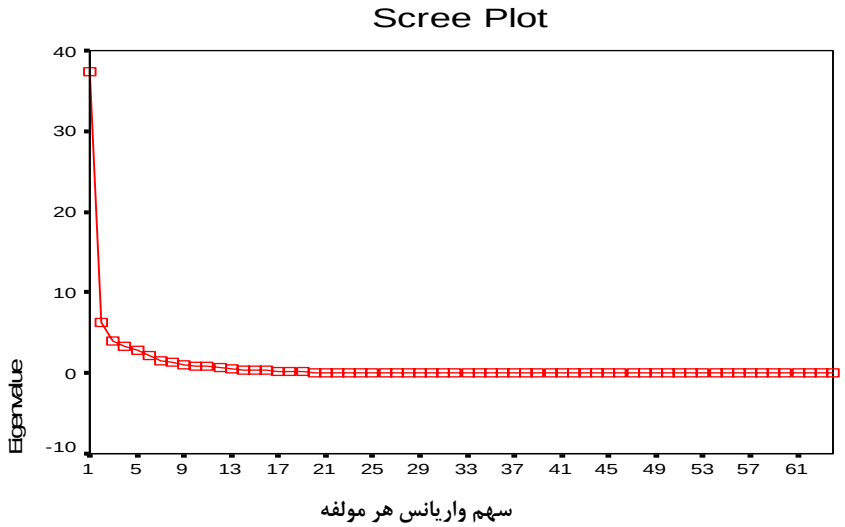
در جدول ۲ مقادیر ویژه، واریانس و درصد تجمعی واریانس ۸ مولفه اصلی EOF نشان داده شده است. مقادیر ویژه چهار مولفه اول EOF به ترتیب برابر با ۱۷/۷۹، ۱۲/۱۰، ۹/۴ و ۸/۸۱ می باشد که به ترتیب ۲۷/۸۰ ، ۱۸/۹۱، ۱۴/۷۴ و ۱۳/۷۷ درصد از واریانس کل را توجیه می کنند. بنابراین مولفه های اول تا چهارم روی هم ۷۵/۲۴ درصد از مجموع واریانس را تعیین می کنند. سهم واریانس مولفه های پنجم، ششم، هفتم و هشتم با مقادیر ویژه ۳/۳۸ ، ۳/۳۴ ، ۱/۶۱ و۱/۵۷ به ترتیب ۵/۲۸، ۵/۲۳، ۲/۵۲ و ۲/۴۶ درصد از کل واریانس است که مجموعاً هشت مولفه اول ۹۰/۷۴۷ درصد

جدول(۲) مقادیر ویژه، واریانس و درصد تجمعی واریانس ۸ تابع تجربی EOFs

مقدارویژه	واریانس	درصد تجمعی
۱۷/۷۹۳	۲۷/۸۰۲	۲۷/۸۰۲
۱۲/۱۰۷	۱۸/۹۱۸	۴۶/۷۱۹
۹/۴۳۷	۱۴/۷۴۵	۶۱/۴۶۴
۸/۸۱۶	۱۳/۷۷۶	۷۵/۲۴۰
۳/۳۸۰	۵/۲۸۱	۸۰/۵۲۱
۳/۳۴۹	۵/۲۳۳	۸۵/۷۵۵
۱/۶۱۶	۲/۵۲۵	۸۸/۲۸۰
۱/۵۷۹	۲/۴۶۷	۹۰/۷۴۷

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

از واریانس داده های بارش استاندارد شده را بر می گیرند. همانطور که شکل ۳ سهم هر مولفه EOF در برآورد واریانس کل را نشان می دهد، بعد از مولفه هشتم سهم واریانس هر مولفه بشدت به هم نزدیک شده بطوری که نقاط تقریباً روی هم قرار گرفته اند. از سوی دیگر بنظر می رسد نمودار اسکری[1] از مولفه پنجم یا ششم میل به خطی شدن پیدا کرده است. روشهای متفاوتی برای پاسخ به این سوال که چه تعداد مولفه اصلی به جای داده های اصلی(متغیرها) می توان بکار برد، وجود دارد. اما توجه به این مطلب که انتخاب تعداد مولفه های اصلی برابر با همان تعداد پهنه های بارشی مورد نظر می باشد، این موضوع را حائز اهمیت می کند. بر همین اساس از آنجایی که خود سیستم با توجه به ماهیت ریاضی روش EOF در ایجاد ترکیبات خطی و مقادیر سریهای زمانی داده های بارش ایستگاهها اقدام به ایجاد این تعداد مولفه اصلی[2] نموده و از سوی دیگر از جمله روشهای متداول در زمینه انتخاب تعداد مولفه های اصلی، انتخاب آن تعداد مولفه است که سهم آنها در برآورد واریانس کل حداقل ۹۰ درصد باشد(فرشادفر، ۱۳۸۴)، هشت مولفه اولیه به عنوان مولفه های اصلی EOF انتخاب شدند.



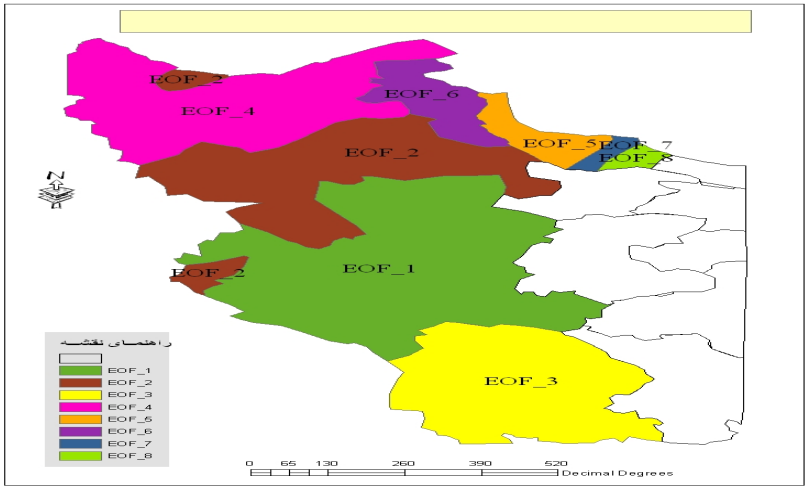
شکل(۳) سهم هر مولفه EOF در برآورد واریانس کل EOFS

[1]- Scree-Graph

[2]- با وجود این، عملیات با انتخاب ۳ ،۴،۵، ۶ و ۷ مولفه اصلی نیز تکرار گردید که در نهایت با توجه به نتایج پهنه بندیهای بارشی صورت گرفته برای ایستگاهها، نتایج همان ۸ مولفه EOF بهتر تشخیص داده شد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

سری زمانی دوران یافته EOF-1 همبستگی بالایی با بارش ایستگاههای استانهای ایلام، لرستان، کرمانشاه(به جز ایستگاه پاتاق در غرب آن)، همدان و همچنین ایستگاههای مظفرآباد قور و دیوان دره از استان کردستان و ده جلال از استان زنجان نشان می دهد. بنابراین این مولفه با ۲۷/۸۰ درصد از کل واریانس موجود می تواند بخوبی گویای بارش در بخش زاگرس میانی باشد (شکل ۴). در مولفه دوم EOF ایستگاه های مهاباد و تکاب از آذربایجان غربی، جلفا و کوهسالار از آذربایجان شرقی، کلیه ایستگاههای استان زنجان(به جز ایستگاه ده جلال)، سنندج و سقز از کردستان و پاتاق از کرمانشاه همبستگی زیادی با آن نشان می دهند که آن را در مجموع می توان مولفه جنوب منطقه آذربایجان- شمال زاگرس نامید. بدین ترتیب این مولفه با برخورداری از ۱۸/۹۱ درصد از سهم کل واریانس نماینده مناسبی از نوسانهای بارش در بخش گسترده ای از استان زنجان، نیمه جنوبی منطقه آذربایجان و نیمه غربی استان کردستان و بخش کوچکی از غرب و شمال غرب استانهای کرمانشاه و آذربایجان شرقی است.



شکل (۴) نواحی بارش پاییزه نیمه غربی کشور حاصل از پهنه بندی با استفاده از روش EOFS

تفاوت بارش فصل پاییز در ایستگاههای استان خوزستان باعث گردیده تا بخش جنوب غربی بیشترین ارتباط را با مولفه EOF-3 (مولفه جنوب غربی کشور)که توجیه کننده ۱۴/۷۴ درصد

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

از مجموع واریانس است، داشته باشد. توزیع جغرافیایی مقادیر دوران دریافته EOFS نشان می دهند که چهارمین مولفه اصلی می تواند در حد مطلوبی گویای بارش و نوسانهای آن در بخش عمده منطقه آذربایجان(شرقی و غربی) و شمال استان اردبیل باشد. وضعیت بارش پاییزه در ایستگاههای استان گیلان، این خطه را از سایر مناطق جدا نموده است. بطوری که ایستگاه های استان گیلان(به استثناء ایستگاههای لاهیجان و کومله واقع در منتهی الیه شرق استان)، بیشترین همبستگی خود را با مولفه EOF-5 که آن را می توان بخش غربی- مرکزی استان گیلان نامید، دارا می باشند. در حالی که ایستگاههای لاهیجان و کومله با ضرایب همبستگی به ترتیب حدود (۰/۸) و(۰/۶-) همبستگی بالایی را با هفتمین(مولفه لاهیجان) و هشتمین(مولفه کومله) EOF نشان می دهند. کلیه ایستگاههای استان اردبیل(به استثنای پارس آباد مغان) نیز که در برگیرنده بخش شرقی منطقه آذربایجان(مولفه اردبیل) می باشند همبستگی بالایی با EOF-6 داشته و بدین وسیله این منطقه بارشی را از سایر مناطق مورد مطالعه جدا نموده اند.

نتیجه گیری

کارایی توابع متعامد تجربی(EOFs) در ناحیه بندی بارش پاییزه شصت و چهار ایستگاه واقع در نیمه غربی کشور مورد ارزیابی قرار گرفت. ایستگاههای مورد مطالعه در متنوع ترین منطقه آب و هوایی کشور و در بدو ورود عوامل آب و هوایی برون حاره واقع گردیده اند. با وجود آنکه به دلیل تنوع، ویژگی ذاتی آب و هوای ایران، هیچ یک از عناصر آب و هوایی آن تصویر همگنی ارائه نمی دهند، دوره مرطوب در غرب کشور تقریباً مطابق با آغاز فصل سرد(بارشهای پاییزی) است و بنابراین نتایج حاصل ار این بررسی می تواند در مرز بندی نواحی بارشی این مناطق کمک موثری نماید.

با اعمال روش توابع متعامد تجربی در نهایت هشت مولفه اصلی که حدود ۹۰/۷۵ درصد از واریانس داده های بارش استاندارد شده را تعریف می نمودند، انتخاب شدند. دوران عوامل بارگذاری نشان داد که مولفه های اول تا چهارم بالاترین همبستگی را با بارش بخش عمده ای از نیمه غربی کشور دارند و گویای بارش در بخشهای زاگرس میانی، منطقه آذربایجهن و جنوب غربی منطقه می باشند. نتایج نشان داد که مولفه های پنجم تا هشتم نقش مهمی در توجیه واریانس بارش ایستگاههای واقع در استانهای گیلان و اردبیل(به جز پارس آباد مغان) دارند و این مناطق بارشی را از سایر مناطق مورد بررسی جدا نموده اند. گرچه این تحقیق صرفاً پهنه

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

بندی نواحی بارش پاییزه نیمه غربی کشور را مورد بررسی قرار داده است اما نواحی بارشی ایجاد شده در این تحقیق با شرایط اقلیمی حاکم بر آن مناطق که در دیگر تحقیقات صورت گرفته مشخص شده است(از جمله تحقیقات علیجانی، ۱۳۶۶ و ۱۳۷۴، ایزدنگهدار، ۱۳۷۰، لشکری، ۱۳۷۵ و۱۳۸۱، خوشحال، ۱۳۷۶، حیدری، ۱۳۷۸، ذوالفقاری، ۱۳۷۹، مفیدی، ۱۳۸۳، اوجی، ۱۳۸۵، صمدی، ۱۳۸۶ و کریمی، ۱۳۸۶) مطابقت دارد. بنابراین نتایج حاصل از این مطالعه ضمن آنکه تأییدی بر یافته های تحقیقات صورت گرفته در بالا می باشد گویای کارایی خوب روش توابع متعامد تجربی(EOF) در مطالعات اقلیم شناسی می باشد.

منابع و ماخذ

۱- اوجی، روح الله (۱۳۸۵) **مطالعه سینوپتیکی الگوهای جوی، فراوانی و مسیر چرخنده ها در دوره های ترسالی غرب میانه ایران،** پایان نامه کارشناسی ارشد ، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران.

۲- ایزد نگهدار، زهرا (۱۳۷۰) **بررسی سینوپتیکی بعضی از سیستم های مدیترانه ای مخصوص و اثرات آن بر روی ایران،** پایان نامه کارشناسی ارشد هواشناسی، موسسه ژئوفیزیک، دانشگاه تهران.

۳- ترابی، سیما و جهانبخش، سعید(۱۳۸۳) **تعیین متغییرهای زمینه ای در طبقه بندی اقلیمی ایران:معرفی و کاربرد روش تحلیل عاملی و تجزیه مؤلفه های اصلی در تحلیل مطالعات جغرافیی و اقلیم شناسی،** فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال۱۹، شماره پیاپی۷۲ ، صص۱۶۵-۱۵۱.

۴- حیدری، حسن (۱۳۷۸) **تحلیل عناصراقلیمی ایران به منظورارائه یک الگوی طبقه بندی،** رساله دوره دکتری جغرافیایی طبیعی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس.

۵- خوشحال دستجردی، جواد(۱۳۷۶) **تحلیل و ارائه مدلهای سینوپتیک کلیماتولوژی برای بارشهای بیش از صد میلی متر در ساحل جنوبی دریای خزر،** رساله دکتری جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

۶- ذوالفقاری، حسن(۱۳۷۹) **تحلیل الگوهای زمانی ومکانی بارشهای روزانه در غرب ایران با استفاده از روشهای آماری و سینوپتیکی**، رساله دکتری جغرافیای طبیعی، دانشگاه تبریز.

۷- صمدی، زهرا (۱۳۸۶) **تحلیل الگوی سینوپتیکی بارش سیل زای پاییز ۱۳۸۲ سواحل جنوبی دریای خزر**، مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان(علوم انسانی) جلد۲۷، شماره ۶، صص۹۴-۷۷.

۸- عسگری، احمد و رحیم زاده، فاطمه (۱۳۸۵) **مطالعه تغییرپذیری بارش دهه های اخیرایران**، پژوهشهای جغرافیایی، شماره۵۸، صص۸۰-۶۷

۹- علیجانی، بهلول (۱۳۶۶) **رابطه پراکندگی مکانی مسیرهای سیکلونی خاورمیانه با سیستم های هوای سطح بالا**، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۴، صص۱۴۳-۱۲۵

۱۰- علیجانی، بهلول (۱۳۷۴) **منابع رطوبت بارندگی ایران**، مجموعه مقالات هفتمین کنگره جغرافی دانان ایران، دانشگاه تهران، جلد دوم ، صص۲۷۶-۲۶۱.

۱۱- علیجانی، بهلول (۱۳۷۶) **آب و هوای ایران** ، انتشارات پیام نور، تهران.

۱۲- فرشادفر، عزت الله (۱۳۸۴) **اصول وروشهای آماری چندمتغیره**، انتشارات طاق بستان، چاپ دوم، ص۷۳۴

۱۳- کریمی احمد آباد، مصطفی (۱۳۸۶) **تحلیل منابع تامین رطوبت بارش های ایران**، رساله دکتری جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس.

۱۴- لشکری، حسن (۱۳۷۵) **الگوی سینوپتیکی بارشهای شدید جنوب غرب ایران**، رساله دکتری جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس.

۱۵- لشکری، حسن (۱۳۸۱)، **مکانیسم تکوین، تقویت و توسعه مرکز کم فشار سودان و نقش آن بر روی بارشهای جنوب و جنوب غرب ایران**، پژوهشهای جغرافیایی.

۱۶- لشکری، حسن (۱۳۸۱) **مسیریابی سامانه های کم فشار سودانی ورودی به ایران**، فصلنامه مدرس، دوره ۶، شماره ۲.

۱۷- مفیدی، عباس (۱۳۸۳) **اقلیم شناسی سینوپتیکی بارشهای سیل زا با منشاء منطقه دریای سرخ در خاورمیانه**، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۷۵، صص۹۳-۷۱

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

۱۸- ناظم السادات، سیدمحمدجعفر، بیگی، بهزاد، امین، سیف الله، (۱۳۸۲) **پهنه بندی بارندگی زمستانه استانهای بوشهر، فارس وکهگیلویه وبویراحمد با استفاده ازروش تحلیل مؤلفه های اصلی**، مجله علوم وفنون کشاورزی ومنابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، سال هفتم، شماره اول، صص۷۲-۶۱.

Barnston, A.G., Ropelewski, C.F., (1992), ***Prediction of ENSO episodes using canonical correlation analysis***, J.Climate, vol.5, pp.1316-1345.

Davis, R.E. (1976) ***Predictability of sea surface temperature and sea level pressure anomalies over the North Pacific Ocean***, J.Phys.Oceanogr.6, 249-266.

Emery, William J., Thomson, Richard E., (2007), ***Data Analysis Methods in physical oceanograph*y**, Elsevier, Newyork, p.638

Fang, W., HSIEH, W., (1993), ***Summer SST variability off Vancouver Island from satellite data***, Journal of Geophysical Research.98, 14391-14400.

Hernandez-Guerra, A., Nykjaer, L., (1997), ***Sea surface temperature variability off Northwest Africa, (1981-1989)***.International Journal of Remote Sensing.18, 2539-2558.

Lagerloef, G.S.E., Berstein, R.L., (1988), ***Empirical Orthogonal Function analysis of advanced very high resolution radiometer surface temperature patterns in Sanata Barbara Channel***, Journal of Geophysical Research, 93.6863-6873.

LeBlond, P.H., Mysak, L.A., (1979), ***Waves in the ocean***, Elsevier, Amsterdam.

National Drought Mitigation Center of United States (NDMC). (1998). Report on drought related effects of EI-Nino for February.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

Paden, C.A, Abbott, M.R, Winant, C. D.,(1991),***Tidal and atmospheric forcing of the upper ocean in the Gulf of California. 1. Sea surface variability***. Journal of Geophysical Research, 96.18337-18359.

Parada, M., canton, M., (1998), ***Sea surface temperature variability in Alboran sea from satellite data***, int.J.Remote Sensing, vol.19.No.13.2439-2450.

Park, W.S., oh, I.S.,(2000), ***Interannual and interdecadal variations of sea surface temperature in the East Asian Marginal seas***. Progress in oceanography 47,191-204.

Preisendorfer, R.W. (1988), ***Principal Component Analysis in Meteorology and Oceanography***.Developments in Atmospheric Science, 17.Elsevier, Amsterdam.

Silva,Vicente de P.R., Sousa, F.de A.S., Cavalcanti, Enilson P., Souza, Enio P., Silva, Bernado B.da, (2006), ***Teleconnections between sea-surface temperature anomalies and air temperature in Northeast Brazil***, Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics 68,781-792.

Vargas, J.M., Garcia-lofuente, J., Delgado, J., criado,F., (2003), ***Seasonal and Wind-indueed variability of sea surface Temperature patterns in the Gulf of Cadiz***, Journal of Marine Systems 38,205-219.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]