فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال ۲۷، شماره دوم، تابستان ۱۳۹۱، شماره پیاپی ۱۰۵
حسین عساکره، دانشیار گروه جغرافیا - دانشگاه زنجان
H. Asakereh
E-mail: asakereh@znu.ac.ir
شماره مقاله: ۸۵۴
شماره صفحه پیاپی ۱۸۰۵۹-۱۸۰۴۱

تحلیل تغییرات مؤلفه‌های مبنای نمایه‌های فرین بارش شهرزنجان

چکیده

اقلیم به عنوان سامانه‌ای متشکل از چندین متغیر است. تغییر در هریک از این متغیرها نتایج متنوع و متفاوتی درپی دارد. اخیراً دانشمندان به منظور تحلیل تغییرات اقلیمی توجه خود را به دنباله توزیع فراوانی (فرین‌های) هریک از عناصر اقلیمی معطوف داشته و نمایه‌های مختلف و متنوعی برای ردیابی این مشخصه‌ها ارائه نموده‌اند. یکی از عناصری که قادر است تغییرات اقلیمی را منعکس نماید، بارش و رفتار زمانی آن است. بررسی تغییرات توام تمامی مشخصات فرین بارش، قادر است فضای چند بعدی این عنصر اقلیمی را بهتر نمایش دهد. یکی از روش‌های تحلیل توام تغییرات این عنصر و هر عنصر اقلیمی دیگر، به کارگیری تکنیک‌های آماری چند متغیره است. به منظور بررسی توام فرین‌های بارش ، ۲۶ نمایه فرین بارش از بارش‌های روزانه شهر زنجان طی دوره آماری ۲۰۰۶-۱۹۶۱ استخراج گردید. سپس با استفاده از تکنیک تحلیل مؤلفه‌های مبنا، ۶ مؤلفه از ۲۶ نمایه حدود ۸۶/۴ درصد از تغییرات را توضیح می‌داد. این شش مولفه به لحاظ وجود روند، جهش و چرخه‌هاآزمون شدند. از سال ۱۹۸۲ به بعد مولفه اول با تغییر سطح معنی دار بر کاهش بارش‌های حاصل از صدک اول دارند. مولفه دوم به عنوان نماینده فراوانی و تداوم بارش‌های بزرگ حاوی روند کاهشی معنی داری بوده است. بقیه مولفه‌ها فاقد روند و جهش بوده‌اند. تحلیل طیفی مؤلفه‌های مبنای فرین‌های بارش نیز نشان داد که مولفه دوم علاوه بر روند بلند مدت، حاوی چرخه‌های حدوداً سه ساله است. مولفه چهارم به عنوان نماینده بارش‌های ابر سنگین با چرخه‌های تقریبی چهار ساله و مولفه پنجم که نماینده میزان، فراوانی و تداوم بارش‌های کم مقدار است، حاوی چرخه‌های ۳-۲ ساله هستند.

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-30]

واژه‌های کلیـدی: تحلیل طیفی، چرخه‌های بارندگی، روند، زنجان، مولفه‌های مبنا، نمایه فرین بارش

مقدمه

اخیراً دانشمندان به منظور تحلیل تغییرات اقلیمی، توجه خود را به ردیـابی دگرگـونی در مقادیر بسیار بزرگ یا بسیار کوچک عناصر اقلیمی به ویژه بارش معطوف داشته‌اند. سـومین گزارش ارزیابی هیات بین الدولی تغییر اقلیم[۱](۲۰۰۷) نشان می‌دهد که در بیشتر بخـش‌هـای عرض‌های میانه و بالای نیمکره شمالی مقادیر مربوط به بارش فرین، بسامد بیشـتری داشـته است. کمیته مشترک اقلیم شناسی سازمان جهانی هواشناسی(CCL)[۲] برنامه پژوهش دراقلـیم جهان(WCRR)[۳]مربوط به پروژه قابلیت پیش بینی و تغییرپذیری اقلیم (CLIVAR)[۴] متشکل از گروه متخصصان پیش بینی، پایش و نمایه‌های تغییر اقلیم (ETCCDMI)[۵] به منظور مطالعه و تعیین نمایه‌های فرین اقلیمی درسال۱۹۹۸شکل گرفت. این تشکیلات نمایه‌های فرین تغییر اقلیم را برای دما وبارش روزانه و درمقیاس‌های جهانی و ناحیه ای استخراج و معرفی نمودند. نتایج این گروه کاری در گزارش‌های هیات بین الدولی تغییـر اقلـیم (۲۰۰۷ و ۲۰۰۱) ارائـه شده است. این نمایه‌ها شامل ۱۶ نمایه مربوط به دما و ۱۱ نمایه مربوط به بارش روزانه است. این مشخصات از تارگاه ETCCOM [۶] قابل دستیابی است. برخی اندیشمندان نیز آستانه‌هـایی برای فرین‌ها تعریف نموده‌اند. این تعدد و تنوع در نمایه‌هـای فـرین حاصـل تنـوع عوامـل تشکیل دهنده حالت سامانه اقلیم است. حالت سامانه اقلیمـی دریـک زمـان معـین نقطـه ای درفضای چند بعدی (فضای فاز) است. این فضای چند بعدی حاصل متغیرهای سازنده اقلـیم است. در واقع، چنانکه لورنز[۷](۱۹۶۴، ۱۱-۱) نیز اشاره کرده است، با تغییری اندک درهریک از متغیرهای سیستم اقلیم، نتایج متفاوت و متنوعی مورد انتظار خواهد بود. بدین علت، جایگاه

۱ - Intergovernmental Panel on Climate Change(IPCC)
۲ - The Joint World Meteorological organization commission for climatology
۳ - World Climate Research Program
٤ - Climate Variability and Predictability
٥ - Expert Team on Climatic Change Detection, Monitoring and Indices
٦ - http://ccma.seos.uvic.ca/ETCCDMI/List-۲۷-Indices.html
۷ - Loranz

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-30]

اقلیم در دراز مدت درفضای فاز پایدار نمی‌ماند و در یک حجم معین از فضای فاز خود تغییر می‌کند. بر همین اساس، اعتقاد براین است که سیستم اقلیم مجموعه ای به شدت پویا و چندبعدی است. وضعیت اقلیم به عنوان سامانه‌ای پویا دریک زمان یا دوره معین به "حالت" آن وابسته بوده، برای هواسپهر بوسیله میزان، تداوم وشدت عناصرآن درنظر گرفته می‌شود(عساکره، ۱۳۸۶الف، ۳۴-۳۵). بدین دلیل، بهترین نمایه برای بیان هرحالت اقلیم، نمایه ای است که تمامی حالت‌های ممکن اقلیم را دربر گیرد.

مطالعات پرشماری در مورد حالت اقلیم به لحاظ بارش‌های فرین در سطح جهانی انجام شده است که عموماً به بارش‌های سنگین توجه داشته‌اند. به منظور رعایت ایجاز به برخی از آنها اشاره می شود: بروکس و استنسراد[۸] (۱۲۰۱، ۲۰۰۰-۱۱۹۴) براساس بارش‌های ساعتی، بارش‌های سنگین ایالات متحده را بررسی کردند. ایشان بارش‌های بیش از ۱ اینچ در ساعت را برای ایالات متحده به عنوان بارش سنگین معرفی و روند آنها را ردیابی نمودند.هایلوکس و نیکولس[۹] (۲۰۰۰، ۱۵۴۱-۱۵۳۳) بارش روزانه ۹۱ ایستگاه در شرق و جنوب شرقی استرالیا را برای دوره آماری ۱۹۱۰ – ۱۹۹۸ بررسی نمودند. به منظور بررسی تغییر بارش‌های فرین، سه مشخصه فرین بارش شامل فراوانی فرین‌های بالاتر از یک آستانه، شدت و سهم بارش آنها در بارش سالانه را بررسی نمودند. نتایج تحقیق ایشان نشان می‌دهد که با اینکه بین مجموع بارش، فراوانی و شدت، همبستگی بالایی وجود دارد، اما فرین از روند کاهش برخوردارند.

فاولر[۱۰] و همکاران (،۲۰۰۵، ۲۱۲-۲۳۳) روشی نوین برای برآورد بارش‌های سنگین در بریتانیا ارائه کردند. سن روی[۱۱] (۲۰۰۹، ۳۴۵-۳۵۵) نیز به تحلیل مکانی بارش‌های فرین ساعتی در هند پرداخت. وی مشاهدات فرین بارش ساعتی طی ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۲ را برای فصول زمستان، تابستان‌های خشک و تابستان‌های مرطوب هند بررسی نمود. نتایج تحقیق وی گویای روند افزایشی بارش‌های سنگین در نواحی مرتفع هیمالایا، به ویژه در شمال غربی و دامنه هیمالایا (از جنوب تا حوضه ایندو – گنگ) بوده است. در زمستان عموماً روند منفی،

۸ - Brooks and Stensrud
۹ - Haylock and Nicholls
۱۰ - Fowler
۱۱ - Sen Roy

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-30]

ولی برای فصول خشک و مرطوب تابستان روند مثبت بود. در امتداد ساحل غربی روند کاهشی رخ داده است، درحالی که بخش شمالی ساحل روند افزایشی بارش فرین مشاهده شده است. بیشتر فلات دکن به سمت جنوب مرکزی منطقه ساحل روند مثبت رخ داده است.

در ایران نیز تحقیقات متعدد و پراکنده ای در خصوص بارش‌های فرین، به ویژه سنگین انجام شده است. یکی از این تحقیقات که در نوع خود از برتری ویژه ای برخوردار است، تحقیق محمدی (۱۳۸۸) در باره بارش‌های ابر سنگین ایران است. وی صد بارش سنگین و فراگیر ایران را از لحاظ همدیدی - پویشی بررسی و تحلیل کرده و الگوهای همدید، منابع رطوبتی و گرمایی مولد بارش‌های سنگین و فراگیر ایران را استخراج نموده است. مسعودیان (۱۳۸۷) نیز بارش‌های ابرسنگین ایران با استفاده از ۳۵۱ ایستگاه و براساس آمار روزانه ۶۴ بارش با حداقل ۱۰۰ میلی متر با استفاده از رویکرد محیطی گردشی و به روش همدید طبقه بندی و الگوسازی نموده است. رحیم‌زاده[۱۲] و همکاران (۲۰۰۹، ۳۴۳-۳۲۹) نیز فرین‌های دما و بارش را به عنوان شاخص تغییرات اقلیمی ایران بررسی کرده‌اند. در این بررسی از ۲۷ ایستگاه سینوپتیک بهره گرفته شده و برای هر ایستگاه ۲۷ شاخص اقلیمی بررسی شده است. طبق یافته‌های ایشان برای دو سوم کشور مجموع بارش با روند منفی، شاخص شدت بارش در نیمه شمالی روند مثبت و بعضاً منفی دیده شده است. بارش‌های حاصل از صدک ۹۵ در شرق و غرب روند منفی و در مرکز روند مثبت داشته و بارش‌های حاصل از صدک ۹۹ در بیشتر مناطق با روند منفی مشخص می شده است. محمدی و مسعودیان (۱۳۸۹، ۴۷-۷۰) نیز بارش سنگین و فراگیر ۱۲ تا ۱۷ آبان ماه ۱۳۷۳ ایران زمین را به لحاظ همدید- پویشی و با رویکرد محیطی به گردشی در معرض تحلیل قرار داداند. بررسی ایشان نشان می‌دهد که پرفشار اروپا – کم فشار عراق برای سطح دریا در رویداد بارشی تاریخ مزبور موثر بوده است. مجاورت این دو سامانه موجب فزونی شیو فشار شده، در ترازهای ۹۲۵ و ۸۵۰ خلیج فارس و در ترازهای بالاتر دریای سرخ، مدیترانه و سیاه موجب تامین رطوبت این بارش گردیده است.

۱۲ - Rahimzadeh

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-30]

در پژوهش حاضر تلاش می‌شود بیشینهٔ نمایه‌های فرین بارش ایستگاه زنجـان طـی دوره آماری ۲۰۰۶-۱۹۶۱ (به مدت۴۶سال) به لحاظ تغییرات کوتاه و بلند مدت در معرض توجـه قرار گیرد. در این راستا، از سه تکنیک تحلیل مولفه‌های مبنا به منظور کاهش حجم داده‌هـا، تحلیل روند به روش ناپارامتری با هدف ردیابی تغییرات بلند مدت و نیـز تحلیـل طیفـی بـه منظور ردیابی چرخه‌های نهان و آشکار در نمایه‌های فرین بهره گرفته شود.

داده‌ها و روش‌ها

به منظور بررسی فرین‌های بارش، داده‌های روزانه بارش زنجان برای دوره آماری ۲۰۰۶-۱۹۶۱ (به مدت۴۶سال) به صورت یک ماتریس۴۶×۳۶۶مرتب شد. دراین ماتریس ردیف‌ها نشانه تعداد روزها و ستون‌ها نشانه سال‌هاست. در واقع، مشاهدات بارندگی به صورت ستونی برای هرسال مرتب شد. سپس برحسب توصیه سازمان جهانی هواشناسی (۱۹۸۹) روزهای بـا بارش کمتر از۱ میلی متر برابر صفر و روزهای دیگر با مقدار واقعی بارندگی در نظر گرفتـه شد. سپس یازده مشخصه بارش‌های فرین توصیه شده به وسیله کمیته مشترک اقلـیم شناسـی سازمان جهانی هواشناسی برنامه پژوهش در اقلیم جهان مربوط به پروژه قابلیت پیش بینـی و تغییرپذیری اقلیم شامل گروه متخصصان پیش بینی، پایش و نمایه‌های تغییر اقلیم و ۱۵ نمایه تعریف شده به وسیله اندیشمندان مختلف و نیز براساس تعریف نگارنده (مجموعاً ۲۶ نمایـه) برای مشاهدات تعریف و محاسبه گردید. این نمایه‌ها درجدول۱ ارائه شده‌انـد. سـپس بـرای انجام تحقیق مراحل ذیل به کار گرفته شد:

۱- به علت فزونی نمایه‌های فرین و به منظور ارائه تصویری کلی، تـوام، نمـایش بـرهم کنش نمایه‌ها و همچنین، با هدف خلاصه سازی حجم بزرگ این نمایه‌ها از تکنیک تحلیـل مولفه‌های مبنا[۱۳] بهره گرفته شد (برای شناخت مبانی تئوری این تکنیک برک: فرشـاد فـر (۱۳۸۴)، جانسون و ویچرن (۱۳۸۶) و مانلی (۱۳۸۸)). ابتدا به منظور تحلیل مولفه‌های مبنا، با استفاده از ۲۶ نمایه فرین بارش برای ۴۶ سال یک ماتریس۲۶ × ۴۶ با آرایش P[۱۴] تشکیل شد. هدف از تشکیل این ماتریس به دست آوردن تغییرات زمانی ۲۶ نمایـه مزبـور بـود. از

۱۳ - Principle Components Analysis
۱٤ - P- Mode

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-30]

آنجا که واحدها و به تبع آن بزرگی مقادیر شاخص‌ها با یکدیگر متفاوت بود و بـه منظـور ارائه مقادیر بدون بعد، هریـک از شـاخص‌هـا (x_{ij}) براسـاس میـانگین (x_j) و انحـراف معیار(s_j) شان و با استفاده از نرم افزار*SPSS/Win* به صورت زیر به شکل نمره هنجار شـده z_{ij} محاسبه شد:

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - x_j}{s_j} \qquad (۱)$$

از آنجا که تعداد روزهای توام با بارش‌های بیش از صدک ۹۹ و متوسط تعـداد روزهـای متوالی توام با بارش در تمامی سال‌ها یک روز بوده، در هنجارسازی تمام روزها برابـر صـفر خواهند بود. از این رو، این دو فراسنج از تحلیل‌ها حذف شد. همچنین، به این علت که بیشینه بارش هرسال دقیقاً برابر با میزان بارش حاصل از صدک ۹۹ است، یکی از این دو (بیشـینه بارش) در محاسبات گنجانده نشد. سپس با به کارگیری نرم افزار مینی تب تحت ویـنـدوز[۱۵] تحلیل مؤلفه‌های مبنا براین ماتریس انجام شده و مهمترین مولفه‌ها اسـتخراج گردیـد. بـرای انجام تحلیل مؤلفه‌های مبنا، ماتریس همبستگی و مقادیر ویژه و بردارهای ویژه ماتریس‌هـای همبستگی استخراج گردید. بنابراین، سهم مؤلفه مبنای i ام در پراش کل مهیا گردید. توضیح اینکه اگرچه برای مطالعه تغییرپذیری کل یا اجزایی از سیستم اقلیمی p مولفه لازم است، ولی بعضاً می‌توان این تغییرپذیری را با تعداد کمتری (مثلاً k) مؤلفه مبنا بیان نمـود. بنـابراین k مولفه مبنا به جای p متغیر اولیه به کاربرده می‌شود (جانسـون و ویچـرن،۱۳۸۶، ۴۳۱). بـه تعبیر واضح تر، با به کارگیری تکنیک تحلیل مؤلفه‌های مبنا، متغیرها غربال شده، تعداد آنها برحسب مجموعه مولفه‌های ناهمبسته کاهش یافت. عدم همبستگی مولفه‌هـا یـک ویژگـی اساسی است،زیرا عدم همبستگی بدان معنی است که مؤلفه‌ها جنبه‌های متفاوتی از داده‌هـا را اندازه گیری می‌نمایند (مانلی ۱۳۸۸،۱۱۱).

۲- تغییرات بلند مدت (روند) هریک ازاین مؤلفه‌ها بررسی شد. تحلیل روند این مؤلفه‌ها براساس روش‌های ناپارامتریِ معرفی شده به وسیله عساکره (۱۳۸۶ب، ۱۱-۱۰) انجام گرفت. در این راستا، از امکان برنامه نویسی در نرم افزار مت لب[۱۶] بهره گرفته شد. بدین ترتیب، در

۱۵- Minitab/Win
۱۶ -Matlab

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-30]

محاسبات رگرسیون، میانهٔ تمامی شیب‌های ممکن در سری زمانی به عنوان شیب تغییرات تلقی شد؛ یعنی:

$$b = median\frac{Z_i - Z_j}{T_i - T_j} \qquad (۲)$$

برای تشکیل آماره آزمون در ابتدا خطای معیار ($SE(U)$) به شرح زیر حاصل شد:

$$SE(U) = \sqrt{\frac{n(n+1)}{12}\sum_{i=1}^{n}(T_i - \bar{T})^2} \qquad (۳)$$

سپس رتبهٔ هریک از متغیرها ($rank(Z_i)$) در آماره U منظور گردید.

$$U = \sum_{i=1}^{n}[rank(Z_i) - \frac{n+1}{2}]T_i \qquad (۴)$$

بدین ترتیب، امکان آزمون معنی داری شیب تغییرات برپایهٔ آماره آزمون t و با n-۲ درجه آزادی به شرح ذیل مهیا گردید:

$$|t| = \frac{|U|}{SE(U)} \qquad (۵)$$

مقدار a در روش ناپارامتری به شکل زیر برآورد می‌شود:

$$a = medianZ_T - bT_i \qquad (۶)$$

بدین ترتیب، معادله خط رگرسیون برای روند محاسبه و به لحاظ معنی داری حاصل آمد.

۳- تحلیل چرخه‌های مربوط به هر مؤلفه مبنا با استفاده از روش بلاکمن و توکی[۱۷] (۱۹۵۸) که به وسیله عساکره (۱۳۸۸، ۳۳-۵۰) و عساکره (۱۳۸۹، ۱۱-۲۴) ارائه و به کار گرفته شده، انجام شد. این امر با بهره گیری از امکان برنامه نویسی در نرم افزار *Matlab* صورت پذیرفت. تحلیل طیفی یکی از روش‌های استخراج و تحلیل نوسان‌های اقلیمی آشکار و نهان با طول موج‌های مختلف است. در تحلیل طیف، تصادفی نبودن نوسان‌ها در سری زمانی در سه سطح ۹۰، ۹۵ و ۹۹ درصد آزمون گردید. دراین رویه برخلاف تصور و برخلاف روش‌های معمول، سری زمانی تنها حاوی نوسان‌های محدود و با طول موج‌های گسسته درنظر گرفته نمی شود، بلکه می‌توان آنها را طول موج‌های نامتناهی و در بازه پیوسته

۱۷ - Blackman and Tukey

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-30]

ای نیز تصور کرد(چتفیلد[۱۸] ۱۹۷۵، ۱۳۳). به طور دقیق می‌توان اذعان داشت که طیف دریک سری زمانی اندازه ای از توزیع پراش را در امتداد تمامی طول موج‌های سری زمانی به دست می‌دهد. این مقادیر از طول موج‌های نامتناهی (روند خطی) تا کوچکترین طول موج (دوبرابر فاصله بین دو مشاهده متوالی) را در برمی گیرد. به عبارت دیگر، طیف، چگونگی توزیع واریانس بین دامنه پیوسته ای از بسامدها را نشان می‌دهد. بنابراین، طیف را می‌توان به صورت تجزیه واریانس یک فرایند تفسیر نمود. درتکنیک تحلیل طیفی،ابتدا سری‌های زمانی (دراین تحقیق نمرهای مؤلفه‌های مبنا) به تابع فرکانسی (به صورت تابعی دوره ای[۱۹] با دامنه[۲۰] و فراوانی[۲۱]) تبدیل شد. دراین تابع، فراوانی گویای مقیاس زمانی (چرخه در واحد زمان) و دامنه بیانگر میزان پراش درآن مقیاس زمانی است.

بحث

۱- مؤلفه‌های مبنا نمایه‌های فرین

ماتریس نمره‌های استاندارد شده نمایه‌های فرین بارش در معرض تحلیل مؤلفه‌های مبنا قرار گرفت. نتایج نشان داد که شش مؤلفه هریک با بیش از ۵ درصد پراش حدود ۸۶/۴ درصد پراش نمایه‌ها را توجیه می کند. بارهای هریک ازاین مؤلفه‌ها برروی هر نمایه در جدول ۱ ارائه شده است. همچنین، سهم پراش هر مؤلفه و سهم پراش انباشتی مؤلفه‌های ششگانه را در دو ردیف انتهایی می توان دید.

جدول۱: بارهای شش مولفه اول بر نمایه‌های فرین بارش زنجان برای دوره آماری ۲۰۰۶-۱۹۶۱ (مآخذ نگارنده)

نمایه	مولفه اول	مولفه دوم	مولفه سوم	مولفه چهارم	مولفه پنجم	مولفه ششم
مجموع بارش صدک اول	-۰/۲۴۸	-۰/۲۸۹	-۰/۰۰۷	-۰/۰۵۷	-۰/۰۱۱	۰/۰۹۷
مجموع بارش صدک پنجم	۰/۲۸۳	۰/۰۱۳	-۰/۰۶۴	-۰/۱۶	۰/۳۰۸	۰/۳۱

۱۸ - Chatfield
۱۹ - Periodic
۲۰ - Amplitude
۲۱ - Frequency

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-30]

مجموع بارش صدک دهم	۰/۲۴۹	۰/۰۸۵	۰/۲۷۱	-۰/۱۰۳	-۰/۲۳۷	-۰/۰۹۱
مجموع بارش صدک نود	۰/۰۰۷	-۰/۲۲۳	۰/۲۹۶	۰/۳۳۷	۰/۰۴۹	۰/۱۸۲
مجموع بارش صدک نود و پنج	۰/۱۱۴	-۰/۳۵۳	-۰/۱۰۸	-۰/۱۵۸	-۰/۱۲۶	۰/۰۵۳
مجموع بارش صدک نود و نه	۰/۲۱۶	-۰/۱۸۵	-۰/۱۸۵	۰/۲۱۹	۰/۲۰۱	-۰/۲۴۵
سهم بارش صدک اول از کل بارش	-۰/۳۰۸	-۰/۰۴۹	-۰/۰۸۴	-۰/۰۹۸	۰/۰۰۱	۰/۱۵۱
سهم بارش صدک پنجم از کل بارش	۰/۲۷۹	۰/۰۱۵	-۰/۰۶۹	-۰/۱۵۳	۰/۳۲۸	۰/۲۹۹
سهم بارش صدک دهم از کل بارش	۰/۲۳	۰/۰۹	۰/۲۸۱	-۰/۱۱۳	-۰/۲۴۵	-۰/۱۳۶
سهم بارش صدک نود از کل بارش	-۰/۰۷۶	-۰/۰۱۹	۰/۳۰۲	۰/۴۱۵	۰/۰۸۵	۰/۲۲۶
سهم بارش صدک نود و پنج از کل بارش	۰/۰۹۵	-۰/۲۵۷	-۰/۲۳۲	-۰/۲۱۶	-۰/۱۸۲	۰/۰۳
سهم بارش صدک نود و نـه از کـل بارش	۰/۱۱۹	۰/۰۹۵	-۰/۳۱۷	۰/۲۰۱	۰/۲۱۱	-۰/۲۶۸
تعداد روزهای با بارش صدک دهم	۰/۲۴۳	۰/۰۸۶	۰/۲۷۴	-۰/۰۹۶	-۰/۲۴۷	-۰/۱۰۷
تعداد روزهای با بارش صدک نود	-۰/۰۹۸	-۰/۱۶۲	۰/۳۳۲	۰/۲۱۲	۰/۲۴۹	۰/۰۹۳
تعداد روزهای با بارش صدک نود و پنج	۰/۰۲۸	-۰/۳۴۵	-۰/۰۵۳	-۰/۲۸۴	-۰/۰۶۷	-۰/۰۲
پنج بارش بزرگ	۰/۲۴۷	-۰/۲۵۲	-۰/۱۲۵	۰/۲۲۱	-۰/۰۷۹	-۰/۰۰۸
آستانه صدک اول	۰/۱۶۹	۰/۰۳	۰/۰۷	-۰/۲۱۸	۰/۲۷۲	۰/۳۳
آستانه صدک پنجم	۰/۳۳۳	۰/۰۹۵	۰/۱۰۶	-۰/۰۸۶	۰/۰۷	۰/۱۸۱
آستانه صدک نود	۰/۱۹۳	-۰/۱۵۱	-۰/۰۶۶	۰/۲۴۴	-۰/۳۱۶	۰/۲۵۴
آستانه صدک نودو پنج	۰/۱۹۹	-۰/۱۵۲	-۰/۰۹۸	۰/۲۵۶	-۰/۳۳۷	۰/۱۹۲
آستانه صدک نود ونه	۰/۲۳۲	-۰/۱۶۷	-۰/۱۹۹	۰/۲۲۳	۰/۱۸۶	-۰/۲۳۳
تعداد دفعات وقوع روزهای خشک	۰/۰۴۴	-۰/۲۸۶	۰/۲۵۷	-۰/۱۸۳	۰/۱۳۵	-۰/۱۶۹
حداکثر طول دوره خشک	-۰/۰۰۵	۰/۱۸۰	-۰/۲۱۶	۰/۰۴۶	-۰/۲۰۳	۰/۲۹۹
میانگین طول دوره خشک	-۰/۰۷۷	۰/۲۹۵	-۰/۲۵	۰/۱۱۲	-۰/۱۱۸	۰/۲۳۶
تعداد دفعات وقوع روزهای بارانی	-۰/۲۵	-۰/۲۸۳	-۰/۰۰۵	-۰/۰۵۵	-۰/۰۱۲	۰/۰۷۷
حداکثر طول روزهای بارانی	-۰/۱۰۶	-۰/۱۷۹	-۰/۰۶۴	-۰/۰۷۶	-۰/۰۵۹	۰/۱۹۳
سهم پراش	۲۵/۸	۲۲/۳	۱۶	۹/۵	۷/۶	۵/۱
پراش انباشته	۲۵/۸	۴۸	۶۴/۱	۷۳/۶	۸۱/۲	۸۶/۴

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-30]

مولفه اول حدود ۲۵/۸ درصد از پراش مشاهدات را توجیه می کند. این مولفه با بیشترین بار بر روی مجموع بارش‌های کم (مجموع بارش کمتر از صدک اول، پنجم، دهم به ترتیب با بار ۰/۲۴۸-، ۰/۲۸۳ و ۰/۲۴۹)، سهم بارش‌های مزبور در بارش سالانه (شامل سهم بارش‌های حاصل از صدک اول، پنجم، دهم به ترتیب با بارهای ۰/۳۰۸-، ۰/۲۷۹ و ۰/۲۳) و آستانه صدک پنجم (با بار ۰/۳۳۳)، به نظر می رسد که این مؤلفه می تواند نماینده بارش‌های کم مقدار باشد. با این وصف، آستانهٔ صدک ۹۹ و تعداد دفعات وقوع روزهای بارانی نیز به ترتیب با بارهای ۰/۲۳۲ و ۰/۲۵- مشخص شده‌اند.

مؤلفه دوم به عنوان نماینده فراوانی و تداوم بارش‌های بزرگ حدود ۲۲/۳ درصد از پراش مشاهدات را توجیه می کند. این مؤلفه با بیشترین بار بر روی مجموع بارش‌های سنگین (مجموع بارش‌های حاصل از صدک‌های ۹۰ و ۹۵ به ترتیب با بارهای ۰/۲۲۳-و ۰/۳۵۳-)، یک مورد مجموع بارش حاصل از صدک اول (با بار ۰/۲۸۹-)، سهم بارش حاصل از صدک ۹۵ (با بار ۰/۲۵۷-)، تعداد روزهای توام با بارش حاصل از صدک ۹۵ (با بار ۰/۳۴۵-) و پنج بارش بزرگ (با بار ۰/۲۵۲-) مشخص می گردد. عموماً بارهای اعمال شده براین مولفه، منفی است. همچنین، بارهای تعداد دفعات وقوع روزهای خشک، میانگین طول دوره خشک و تعداد دفعات وقوع روزهای بارانی (به ترتیب با ۰/۲۸۶-، ۰/۲۹۵ و ۰/۲۸۳-) نیز با مقادیر نسبتاً بزرگ در این مؤلفه مشارکت دارند.

مؤلفه سوم حدود ۱۶ درصد پراش نمایه‌ها را توجیه می‌کند. دراین مؤلفه، مجموع بارش حاصل از صدک‌های ۱۰ و ۹۰ (به ترتیب با بارهای ۰/۲۷۱ و ۰/۲۹۶) رخ داده است، اما عمدتاً بارهای بزرگ به سهم بارش‌های بزرگ (سهم بارش‌های حاصل از صدک ۹۰، ۹۵ و ۹۹ به ترتیب با ۰/۳۰۲، ۰/۲۳۲ و ۰/۳۱۷) و تعداد روزهای توام با بارش‌های صدک ۹۰ (با بار ۰/۳۳۲)تعلق دارد. همچنین،مجموع، سهم و تعداد روزهای توام با بارش حاصل از صدک دهم (با بارهای ۰/۲۷۱، ۰/۲۸۱ و ۰/۲۷۴) دراین مولفه نقش ایفا می کنند. بنابراین و با توجه به بارهای این مولفه، مولفه مزبور می تواند نماینده سهم بارش‌های سنگین تلقی شود. با این وصف، تعداد دفعات وقوع روزهای خشک و حداکثر طول دورهٔ خشک با بارهای به ترتیب ۰/۲۵۷ و ۰/۲۱۶- دراین مولفه دخالت داشته‌اند.

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-30]

مولفه چهارم به عنوان نماینده بارش‌های سنگین، ۹/۵ درصد از پراش موجود در نمایه‌ها را برعهده دارد. مجموع بارش حاصل از صدک‌های ۹۰ و ۹۹ (به ترتیب با بار ۰/۳۳۷ و ۰/۲۱۹)، سهم بارش‌های حاصل از صدک‌های ۹۰ تا ۹۹ (به ترتیب با بارهای ۰/۴۱۵، ۰/۲۱۶- و ۰/۲۰۱) تعداد روزهای بارش حاصل از صدک ۹۰ و ۹۵ (با بارهای ۰/۲۱۲ و ۰/۲۸۴-) و پنج بارش بزرگ (با بار ۰/۲۲۱)، آستانه صدک‌های ۹۰، ۹۵ و ۹۹ (به ترتیب با بارهای ۰/۲۴۴، ۰/۲۵۶ و ۰/۲۲۳) بزرگترین بارها را دراین مولفه بر عهده دارند.

مولفه پنجم با ۷/۶ درصد کل پراش موجود در نمایه‌ها مشخص می شود. دراین مولفه مجموع بارش‌های حاصل از صدک‌های پنجم و دهم (با بارهای ۰/۳۰۸ و ۰/۲۳۷-)، سهم این بارش‌ها (با بارهای ۰/۳۲۸ و ۰/۲۴۵-)، روزهای توام با بارش صدک دهم (با بار ۰/۲۴۷-)، آستانه‌های بارش صدک اول، ۹۰ و ۹۵ (به ترتیب با بارهای ۰/۲۷۲، ۰/۳۱۶- و ۰/۳۳۷-)، سهم بارش صدک ۹۹ و تعداد روزهای توام با بارش صدک ۹۰(با بارهای ۰/۲۱۱ و ۰/۲۴۹) و نیز حداکثر طول دوره خشک (۰/۲۰۳-) بیشترین بارها را برعهده دارند. ازاین رو، مؤلفه مزبور را می توان نماینده خشکسالی‌های ملایم دانست.

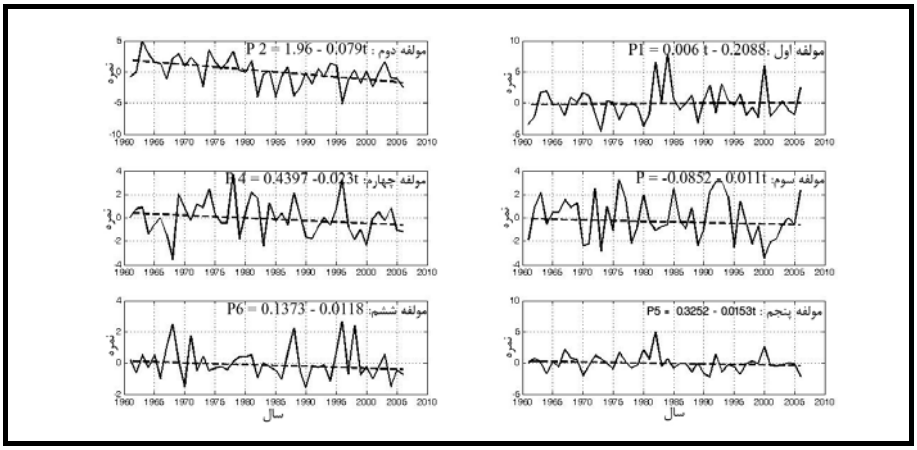
مجموع بارش‌های حاصل از صدک پنجم و ۹۹ (با بارهای ۰/۳۱ و ۰/۲۴۵-) سهم بارش‌های حاصل از صدک پنجم،۹۰ و ۹۹ (با بارهای ۰/۲۹۹، ۰/۲۲۶ و ۰/۲۶۸-)، آستانه‌های بارش صدک‌های اول، ۹۰ و ۹۹(با بارهای ۰/۳۳، ۰/۲۵۴ و ۰/۲۳۳-)، حداکثر و میانگین طول دوره خشک (با بارهای ۰/۲۹۹ و ۰/۲۳۶) ۵/۱ پراش کل نمایه‌ها را درمولفه ششم تشکیل می دهند. بنابراین،مولفه ششم به عنوان نماینده دوره‌های خشک و حداکثر طول دوره خشک به شمار می‌آید.

۲- تغییرات زمانی مؤلفه‌های مبنا

بر اساس ضرایب ارائه شده در جدول ۱، نمره‌های مربوط به هر مؤلفه محاسبه و شش سری زمانی برای شش مؤلفه مبنا به دست آمد. تغییرات زمانی این شش سری بررسی و وارسی شد. شکل۱ تغییرات زمانی مؤلفه‌های ششگانه را نشان می دهد.

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-30]

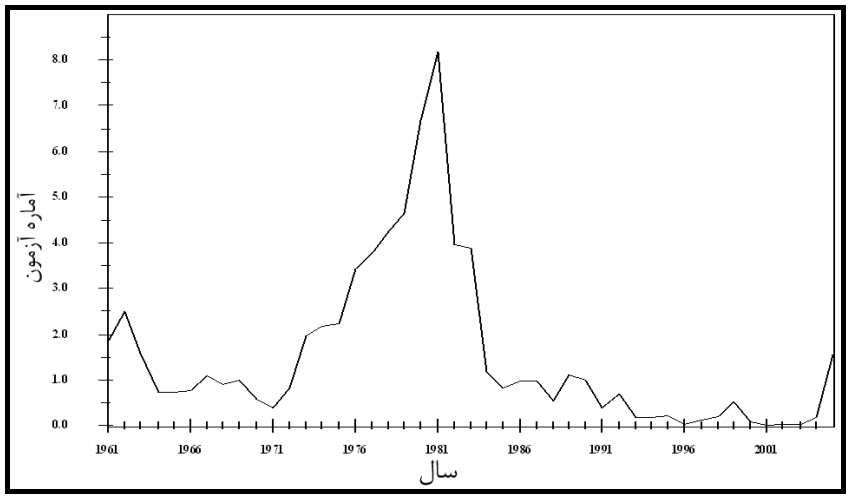
چنانکه در شکل۱دیده می‌شود، تمامی مولفه‌ها از روند منفی برخوردار بوده‌انـد. بـا ایـن وصف، به لحاظ آماری و با ۹۵ درصد اطمینان تنها روند مؤلفه دوم معنی دار است. روند این مؤلفه کاهشی سالانه حدود ۰/۰۸ را نشان می دهد. همان گونه که دیدیم، مؤلفه دوم به عنوان نماینده فراوانی و تداوم بارش‌های بزرگ تلقی می‌شده است. همچنین، عموماً تاثیر بارش‌های بزرگ دراین مؤلفه نیز منفی بوده است. بنابراین، می توان استنباط نمود کـه در دراز مـدت سهم این بارهای منفی کاهش و مقادیر بارش‌های بزرگ افزایش می‌یابد.



شکل۱: تغییرات زمانی و روند شش مولفه مبنای نمایه‌های فرین بارش زنجان برای دوره آماری ۲۰۰۶-۱۹۶۱ (مأخذ: نگارنده)

مولفه اول به عنوان نماینده بارش‌های کم مقدار فاقد روند معنی داری است. با این وصف، جهش قابل توجهی در مقادیر آن مشاهده می‌شود. به منظور بررسی معنی داری این جهش از آزمـون همگنـی نرمـال اسـتاندارد (*SNHT*) اسـتفاده شـد(بـرای آشـنایی رک: الکساندرسون،[۲۰](۱۹۸۶، ۶۶۱-۶۶۵). شکل ۲ مقادیر این آزمون را نشـان مـی‌دهـد. بـر ایـن اساس، یک جهش منفرد در نمره‌ها از سال ۱۹۸۲ مشاهده می‌شود.

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-30]



شکل۲: تغییرات آماره آزمون الکساندرسون برای مولفه اول طی دوره آماری ۲۰۰۶-۱۹۶۱

(مأخذ: نگارنده)

همان گونه که در شکل دیده می‌شود، آماره آزمون این جهش ۸/۱۷ با مقدار بحرانی آن (۸/۱) مقایسه و با ۹۵ درصد اطمینان، جهش معنی دار تایید گردید. میانگین میزان تغییر و به عبارت دیگر، جابه جایی میانگین دو نیم دوره در نمره مولفه حدود ۲/۳۳۱ بوده است.

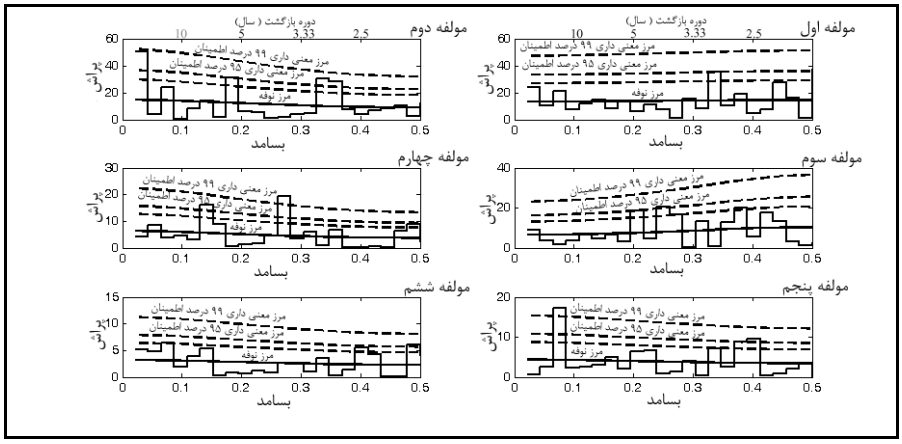
بررسی‌ها نشان داد که جهش مشابه در بارش‌های حاصل از صدک اول رخ داده است. بنابراین جهش ایجاد شده در مولفه اول می تواند نماینده جهش مشخصه‌های بارش حاصل از صدک اول (مجموع، سهم و تعداد روزها) باشد. ازآنجاکه بارهای صدک‌های مزبور برای این مؤلفه منفی است، می توان استنباط نمود که مجموع بارش‌های حاصل از این صدک‌ها کاهش سطح داشته و این امر گویای کاهش بارش‌های کم مقدار است. همچنین، سهم و تعداد روزهای توام با بارش‌های مزبور کاسته شده‌اند.

وارسی‌های متوالی مؤلفه‌ها نشان داد که به جز موارد یاد شده در بالا، هیچ روند یا جهش معنی دار دیگری در مؤلفه‌ها وجود ندارد. بدین علت، نوع دیگری از ناایستایی زمانی؛ یعنی چرخه‌های سالانه مؤلفه‌ها در معرض توجه قرار گرفت. لذا مؤلفه‌ها در معرض تحلیل طیفی قرار گرفتند. شکل ۳ چرخه‌های هریک از مؤلفه‌ها، مرزهای معنی داری ۹۰، ۹۵ و ۹۹ درصد

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-30]

(خط چین‌ها به ترتیب از پایین به بالا) و مرز نوفه(خط ممتد میانی) را نشان می دهد. محور افقی بالایی دوره بازگشت و محور افقی پایینی بسامدها را نشان می دهد.

همان گونه که دیده می‌شود، مولفه اول فاقد چرخه معنی دار در سطح اعتماد ۹۵ درصد و بالاتر است. تنها یک چرخه بین ۲ تا ۳ سال در سطح اعتماد ۹۰ درصد قابل رؤیت است. به این علت که این چرخه تقریباً برروی مرز معنی داری ۹۵ قرار دارد، به عنوان چرخه ای معنی دار درنظر گرفته نمی‌شود.



شکل ۳: طیف مولفه‌های شش گانه بارش‌های فرین برای دوره آماری ۲۰۰۶-۱۹۶۱

(مأخذ:نگارنده)

مؤلفه دوم سه چرخه را با ضریب اطمینان ۹۵ درصد نشان می دهد. این چرخه‌ها شامل چرخه‌هایی در بسامدهای ۰/۰۲۱۷ ، ۰/۳۲۶۱ و ۰/۳۴۷۸ (به ترتیب با دوره بازگشت تقریبی ۴۶، ۳ و ۲/۹ ساله) است. واضح است که چرخه با بسامد کم (دوره بازگشت زیاد) را می توان به روند حاکم بر مولفه نسبت داد که پیشتر از آن سخن گفته شد.

مؤلفه سوم و ششم نیز همچون مؤلفه اول فاقد چرخه مشخص و معنی دار (در سطح ۹۵ درصد اطمینان) است، درحالی که مولفه چهارم ضمن نمایش چرخه‌های نسبتاً آشکار در نمودار مربوط به سری زمانی (شکل ۲)، در شکل ۴ نیز در بسامد ۰/۲۶۰۸۷ (بادوره بازگشت تقریبی ۴ ساله) با ۹۹ درصد اطمینان ودر بسامد ۰/۱۳۰۴۳ (دوره بازگشت تقریبی ۷/۷ ساله) با ۹۵ درصد اطمینان چرخه‌های معنی داری را تجربه نموده است.

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-30]

مؤلفه پنجم با اطمینان ۹۹ درصد دربسامد ۰/۰۶۵۲ (دوره بازگشت تقریباً ۱۵ ساله)و با اطمینان ۹۵ درصد در بسامدهای ۰/۳۶۹۶ و ۰/۳۹۱۳ (به ترتیب با دوره بازگشت تقریبی ۳ و ۲/۵ ساله) مولفه‌ای پرافت و خیز و ناایستا به شمار می آید.

نتیجه گیری

اقلیم سامانه ای متشکل از اجزاء (اتمسفر، لیتوسفر، هیدروسفر و بیوسفر)، عوامل (طول و عرض جغرافیایی، ارتفاع، فاصله تا پهنه‌های آبی) و عناصر (دما و تابش، رطوبت و بارش، فشار و باد و...) است. هرگونه تغییر در هریک از این زیر سامانه‌ها تغییرات را سریعتر و برخی با تاخیر نشان می‌دهند. عناصر اقلیمی درقیاس با زیر سامانه‌های دیگر واکنش سریعتری نسبت به تغییرات نشان می‌دهند. این واکنش‌ها به صورت تغییر سطح میانگین، توزیع فراوانی و یا فرین‌ها صورت می‌گیرد. بارش یکی از عناصر حساس و پرالتهاب است که انعکاس تغییرات برآن بسیار زیاد است. توجه به فرین‌های بارش رویکردی نسبتاً نوین در مطالعه تغییر اقلیم به شمار می‌آید. این رویکرد نیازمند مطالعه با تفکیک زمانی – مکانی بالاست.

به منظور بررسی توام فرین‌های بارش ، ۲۶ نمایه فرین بارش از بارش‌های روزانه شهر زنجان طی دوره آماری ۲۰۰۶-۱۹۶۱ استخراج گردید. سپس با استفاده از تکنیک تحلیل مؤلفه‌های مبنا ، شش مؤلفه از ۲۶ نمایه که حدود ۸۶/۵ درصد از تغییرات را توضیح می‌داد، اختیار شد. این شش مؤلفه در برگیرنده بارش‌های کم مقدار، فراوانی و تداوم بارش‌های بزرگ، میزان بارش‌های سنگین، خشکسالی‌های ملایم، دوره‌های خشک و حداکثر طول دوره خشک هستند. شش مولفه مزبور به لحاظ تغییرات بلند مدت(وجود روند)، جهش و چرخه‌ها مورد آزمون قرار گرفتند.

از سال ۱۹۸۲ به بعد، مؤلفه اول با تغییر سطح معنی دار بر کاهش بارش‌های حاصل از صدک اول دلالت دارند. مولفه دوم به عنوان نماینده فراوانی و تداوم بارش‌های بزرگ حاوی روند کاهشی معنی داری بوده است. بقیه مولفه‌ها فاقد روند و جهش بوده‌اند. بنابراین، برخلاف بسیاری نواحی اقلیمی دیگر و نیز مطالعات عمده جهانی زنجان با کاهش فراوانی و

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-30]

تداوم بارش‌های بزرگ مواجه شده است، در حالی که بقیه مشخصه‌ها همچنان ثابت مانده‌اند. این امر اثباتی بر تبعیت فرین‌های اقلیمی از الگوهای مکانی است.

به منظور ردیابی چرخه‌ها در مؤلفه‌های مبنای فرین، تحلیل طیفی مؤلفه‌های مبنای فرین‌های بارش انجام شد. یافته‌ها نشان داد که مؤلفه دوم علاوه بر روند بلند مدت، حاوی چرخه‌های حدوداً سه ساله است. این وضعیت از یک الگوی نوسانی در فراوانی و تداوم بارش‌های بزرگ حکایت دارد؛ یعنی انتظار می‌رود که رفتارهای این نمایه‌ها هر سه سال یک بار تکرار شود. مؤلفه چهارم به عنوان نماینده بارش‌های ابر سنگین با چرخه‌های تقریبی چهار ساله مشخص گردید. مولفه پنجم که نماینده میزان، فراوانی و تداوم بارش‌های کم مقدار است، حاوی چرخه‌های ۳-۲ ساله هستند. پیشنهاد می‌شود این نوع تحولات از طریق شرایط سینوپتیک و نیز عملکرد پیوند ازدور (که درحوصله این مقاله نیست) بررسی و ردیابی گردد. به هرحال، با توجه به مطالعات پرشماری که در نقاط مختلف جهان شده و نیز براساس یافته‌های پذیرفته شده اقلیم شناختی، می‌توان پذیرفت که چرخه‌های دوسالانه حاصل تغییر جریان‌های مداری است که از ویژگی عام اقلیم کره زمین است.

منابع

۱- جانسون، ریچارد آ و ویچرن دین دبلیو، ترجمه: نیرومند، حسینعلی.(۱۳۸۶). تحلیل آماری چند متغیری کاربردی" انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

۲- عساکره حسین .(۱۳۸۶).الف ، تغییر اقلیم ، زنجان، انتشارات دانشگاه زنجان؛ ۲۳۴ صفحه

۳- عساکره ، حسین.(۱۳۸۶).ب، "کاربرد رگرسیون خطی در تحلیل روند دمای سالانه تبریز" فصلنامه تحقیقات جغرافیایی . ش ۸۷، صص ۳-۲۶

٤- .(۱۳۸۸). " تحلیل طیفی سری‌های زمانی دمای سالانه تبریز " فصلنامه تحقیقات جغرافیایی . ش ۹۳، صص ۳۳- ۵۰

٥- .(۱۳۸۹). تحلیل چرخه‌های میانگین دمای سالانه شهر زنجان مجله جغرافیا و توسعه . شماره ۱۹. صص ۱۱-۲۴

٦- فرشاد فر، عزت الله .(۱۳۸۴). اصول و روش‌های آماری چند متغیره کرمانشاه، انتشارات دانشگاه رازی.

۷- مانلی، بی. اف. جی.(۱۳۸۸). ترجمه مقدم، محمد و محمدی شوطی، ابوالقاسم وآقائی سربزه، مصطفی،آشنایی با روش‌های آماری چند متغیره، انتشارات پیشتاز علم.

۸- محمدی، بختیار .(۱۳۸۸). تحلیل همدید بارش‌های ابرسنگین ایران، رساله دکتری اقلیم شناسی، استاد راهنما: دکتر سید ابوالفضل مسعودیان و دکتر محمدرضا کاویانی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه اصفهان.

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-30]

۹- محمدی، بختیار و مسعودیان، سیدابوالفضل.(۱۳۸۹).« تحلیل همدید بارش‌های سنگین ایران، مطالعه موردی، آبان ماه ۱۳۷۳»، مجله جغرافیا و توسعه. ش ۱۹، صص۴۷-۷۰.

۱۰- مسعودیان، سیدابوالفضل .(۱۳۸۷).« شناسایی شرایط همدید همراه با بارش‌های ابرسنگین ایران»، سومین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران، دانشگاه تبریز ۲۳ الی ۲۵ مهرماه ۱۳۸۷.

۱۱- Alexandersson, H., ۱۹۸۶: A homogeneity test applied to precipitation data. J. Climatol., ۶, ۶۶۱–۶۷۵.

۱۲- Blackman,R,B. and Tukey,J.W. ۱۹۵۸, The Measurement of power spectra, Dover Publications,۱۹۰ pp New York

۱۳- Brooks.Harold.E and Stensrud.David.J. ۲۰۰۰: Climatology of heavy rain events in United States from Hourly precipitation observations. Monthly Weather Review. Vol ۱۲۸: ۱۱۹۴–۱۲۰۱

۱۴- Chatfield,C., ۱۹۷۵, The analysis of time series: theory and practice, chapman and Hill, London, ۲۶۳pp.

۱۵- Fowler. H.J, EK. Strom. M, Kilsby. C. G. and Jones. ۲۰۰۵: New estimates of Future changes in extreme rainfall across the UK using regional climate model integrations. ۱:Assessment of control climate. Journal of Climatology. ۳۰۰:۲۱۲-۲۳۳.

۱۶- Haylock. Malcolm and Nicholls. Neville. ۲۰۰۰: Trend in extreme rainfall indices for an updated high quality data set for Australia, ۱۹۱۰-۱۹۹۸. Int. J. Climatol. ۲۰: ۱۵۳۳-۱۵۴۱.

۱۷- IPCC (۲۰۰۱). Climate Change ۲۰۰۱: The Scienti_c Basis Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom..

۱۸- IPCC (۲۰۰۷). Climate Change ۲۰۰۷: The Scienti_c Basis Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.

۱۹- Loranz ,E.N. ۱۹۶۴: The Problem of Deducing The Climate from the Governing Equation.Tellus,Vol ۱۶, ۱-۱۱

۲۰- Rahimzadeh. Fatemeh, Asgari.Ahmad and Fattahi. Ebrahim. ۲۰۰۹: Variability of extreme temperature and precipitation in Iran during recent decades. Int.J.Climatol. ۲۹: ۳۲۹-۳۴۳

۲۱- SenRoy.Shouraseni ۲۰۰۹: A spatial analysis of extreme hourly precipitation patterns in India. Int.J.Climatol. ۲۹: ۳۴۵-۳۵۵

۲۲- WMO ۱۹۸۹. Calculation of Monthly and Annual ۳۰-year Standard Normal, WCDP-No. ۱۰, WMO-TD/No. ۳۴۱, World Meteorological Organization: Geneva.

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-30]

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-30]