Climate Change & Climate Disasters

Print ISSN: 2783-0551

University Zanjan

A Study of Precipitation in Rasht's Synoptic Station based on Factor Analysis

Fatemeh Sotoudeh Gigasary [1] | Reza Khoshraftar [2] | Hossein Asakereh [3]

1. Graduated from Khwarazmi University, Tehran, Iran
2. Associate Professor Department of Geography, Zanjan University, Zanjan, Iran
3. Professor in Climatology, Department of Geography, University of Zanjan, Zanjan, Iran

Article Info:

Article type:
Research Article

history:
Received:
2022/11/19
Received:
2022/1/2
Accepted:
2023/3/10
Published:
2023/1/5

Keywords:
Precipitation Regime, Trend, Factor Analysis, Rasht, Guilan Province.

Abstract: This study examines the patterns of precipitation at Rasht's synoptic station through an analysis based on factor analysis. Utilizing the daily precipitation data from Rasht's station spanning from 1961 to 2005, the long-term trends of precipitation were investigated using statistical tests including Pearson, Spearman, and Mann-Kendall. Additionally, a factor analysis technique based on the maximum likelihood approach was employed to extract the dominant parameters influencing monthly precipitation. This analysis revealed the distinct precipitation regimes present in Rasht. Trends in decadal precipitation showed significant decreases in certain decades and months, alongside increases in others. Factor analysis was conducted on 12 matrices of 8 × 45 dimensions in P mode for each month, as well as on the number of days with precipitation levels equal to or exceeding 1, 5, 10, 20, 30, 40, 50, and 100 mm. The findings identified three distinct precipitation regimes, with the first regime observed in April, October, February, and March, the second regime in May, and the third regime in the months from June to September and November to December.

Cite this article: Sotoudeh Gigasary , F, Khoshraftar , R. Asakereh, H (2023). A Study of Precipitation in Rasht's Synoptic Station based on Factor Analysis . Climat Chenge and Climat Disasters, 2(3), 68-107.
© The Author(s).

Homepage: cccd.znu.ac.ir **Publisher:** University of Zanjan

دگرگونی ها و مخاطرات آب و هوایی
شاپا چاپی: ۰۵۵۱-۲۷۸۳
دانشگاه زنجان

رفتارشناسی خرده نواحی اقلیمی در ایران مرکزی با استفاده از روش تحلیل عاملی

فاطمه ستوده گیگاسری [۱] | رضا خوشرفتار [۲] | حسین عساکره [۳]

۱. دانش آموخته دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
۲. دانشیار ژئومورفولوژی، گروه جغرافیا، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران
۳. استاد اقلیم‌شناسی، گروه جغرافیا، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

اطلاعات مقاله:

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخ‌ها:

دریافت: ۱۴۰۱/۸/۲۸

بازنگری: ۱۴۰۱/۱۰/۱۲

پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۱۹

انتشار: ۱۴۰۲/۳/۱۵

واژگان کلیدی:

رژیم بارش، روند، تحلیل عاملی، رشت، استان گیلان

چکیده: در پژوهش حاضر با استفاده از آمار بارش روزانهٔ ایستگاه رشت برای سال‌های ۱۹۶۱ تا ۲۰۰۵ روند بلند مدت بارش با استفاده از آزمون پیرسون، اسپیرمن و من-کندال تحلیل شد و با به کارگیری تکنیک تحلیل عاملی دوران یافته به روش درستنمایی بیشینه، فراسنج غالب بر رژیم بارش ماهانه رشت شناسایی گردید. مقادیر دهه‌ای بارش حاکی از وجود روند کاهشی معنی‌دار در برخی دهه ها و برخی ماه ها و نیز روند افزایشی در ماه هایی معدود بود. تحلیل عاملی دوران یافته به روش درستنمایی بیشینه بر روی ۱۲ ماتریس پراکنش۸ × ۴۵ به آرایه P برای هر ماه و بر روی تعداد روزهای با بارش مساوی و بالاتر از ۱، ۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۵۰، ۴۰ و ۱۰۰ میلی‌متر اعمال شد. نتایج حاکی از سه رژیم بارشی است. رژیم نخست در ماه‌های فروردین، مهر، بهمن و اسفند، رژیم دوم در ماه اردیبهشت و رژیم سوم در ماه‌های خرداد تا شهریور و نیز آبان تا دی شکل گرفتند.

استناد: ستوده گیگاسری، فاطمه، خوشرفتار، رضا، عساکره، حسین (۱۴۰۲). رفتارشناسی خرده نواحی اقلیمی در ایران مرکزی با استفاده از روش تحلیل عاملی. دگرگونی ها و مخاطرات آب و هوایی، ۲(۳)، ۸۶-۱۰۷

© نویسندگان .

ناشر: دانشگاه زنجان.

Homepage: cccd.znu.ac.ir

CC BY

مقدمه

بارش پدیده حاصل از اندرکنش‌های پیچیده جو است. درمیان رویدادهای اقلیمی، با توجه به نقش حیاتی آن اهمیت ویژه‌ای دارد و نسبت به پدیده‌های اقلیمی دیگر ازپیچیدگی رفتاری چشم‌گیرتری برخوردار است (محمدی و مسعودیان، ۱۳۸۹، ۴۷). رژیم بارندگی یکی از مشخصات بارندگی است که متأثر از تغییر اقلیم بوده و گویای توزیع زمانی بارش درطی سال است. مفهوم رژیم بارندگی و کمّی‌سازی آن امکان مقایسه میزان بارندگی فصول- ماه‌ها را مهیا می‌سازد. بدیهی است، وارسی رژیم بارش در طی زمان، شناخت تغییرات رژیم بارندگی را آشکار خواهد کرد (عساکره، ۱۳۸۹، ۶۳). مطالعه رژیم بارش هر منطقه می‌تواند شناخت دقیقی از تغییرات زمانی و مکانی بارش بدست دهد که در برنامه‌ریزی‌های علوم مختلفی مانند کشاورزی، مدیریت منابع آب، جنگلداری، مهندسی عمران کاربرد موثر و مفیدی دارد. روش‌های متفاوت و زیادی جهت وارسی رژیم بارش وجود دارد که یکی از آنها، استفاده از تکنیک‌های آماری چند متغیره مانند تحلیل عاملی، تحلیل مولفه اصلی[1] (PCA) و تحلیل خوشه‌ای می‌باشدکه امروزه کاربرد وسیعی در اقلیم شناسی به خود اختصاص داده است. در مطالعه حاضر، جهت بررسی رژیم بارندگی ایستگاه همدید رشت از تکنیک تحلیل عاملی استفاده شده است. مطالعات بسیاری در زمینه کاربرد تکنیک‌های چند متغیره در اقلیم شناسی بارش در جهان صورت گرفته است که از آن جمله می توان به موارد زیر اشاره نمود:

هورل[2] (۱۹۸۱، ۲۰۸۰) تغییرپذیری سالانه فشار تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال را در نیمکره شمالی با استفاده از تحلیل مولفه اصلی و کومری و گلن[3] (۱۹۹۸، ۲۰۱) برای تعیین رژیم بارش جنوب غربی ایالات متحده و شمال مکزیک از بارش-های ماهانه و سالانه و تکنیک مولفه اصلی استفاده کردند که در نتایجه، ۹ ناحیه پیوسته و مجاور و همچنین ۴ زیر منطقه موسمی شناسایی شد.کورت ریل و همکاران[4] (۱۹۹۹) با استفاده از تکنیک-های تحلیل مولفه‌های اصلی و الگوهای خوشه‌بندی k-means ارتباط میانگین

1-Principal Component Analysis
2-Horel
3-Comrie and Glenn
4-Corte-Real and et al

روزانه فشار سطح دریا[1] (MSLP) را بر بالای شمال شرقی اقیانوس اطلس و غرب اروپا با بارش روزانه پرتغال مورد مطالعه قرار دادند و چهار الگوی گردشی تاثیرگذار بر بارش روزانه شناسایی کردند. فوتایدی و همکاران[2] (۱۹۹۹، ۱۲۲۱) بارش ماهانه یونان را با روش‌های آماری (تحلیل همسازها، تحلیل عاملی) بررسی کرده و در شمال غرب یونان، ۴ رژیم بارشی مشخص می‌شود. دین پشوه و همکاران[3] (۲۰۰۴، ۱۰۹) به منظور مطالعه اقلیم بارشی ایران روش تحلیل عاملی و خوشه‌ای بکاربردند که در نتیجه ۶ ناحیه همگن و یک ناحیه ناهمگن در اقلیم بارشی ایران شناسایی شد.

لولیز و همکاران[4] (۲۰۰۴، ۱۸۰۳) با بکارگیری تکنیک تحلیل عاملی و اثر پارامترهای شار حرارت محسوس و نهان در سطح دریای مدیترانه در بارش در طول ماه‌های زمستان در یونان مورد بررسی قرار دادند در نتیجه، ۷ عامل اول ۷۸ درصد پراش داده‌ها را تبیین نمود و به این ترتیب ۷ منطقه توسط دو پارامتر، شناسایی شد. هیوسوس و همکاران[5] (۲۰۰۸، ۵) با استفاده از تحلیل عاملی و تحلیل خوشه‌ای K-means الگوهای گردشی مرتبط با مقادیر حداکثر بارش را در یونان بررسی کردند. نیکولاکیس[6] (۲۰۰۸، ۶۷) توزیع مکانی – زمانی بارش ماهانه قبرس را با استفاده از تحلیل طیفی و عاملی مورد بررسی و ارزیابی قرار داد. در راستای تحلیل توزیع زمانی بارش، اعمال تحلیل فوریه نشان داد که دو همساز ۹۷ درصد جمع واریانس را تبیین می‌کنند. جهت تحلیل مکانی با استفاده از تحلیل عاملی نشان داد که دو عامل معنی‌دار اول، ۹۲/۶ درصد جمع واریانس را توجیه می‌کنند. استاتیس و میرونیدیس[7](۲۰۰۹، ۴۶۷) ویژگی های الگوی بارش برای منطقه تسالی[8] در یونان مرکزی با استفاده از تحلیل مولفه اصلی و داده‌های بارش ماهانه مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد دو مولفه اول ۸۷/۷ درصد وارانس داده‌ها را تبیین می‌کند. مولفه اول فراوانی سیکلونها و مولفه دوم مربوط به آنتی‌سیکلونها است. ساریس و همکاران[9] (۲۰۱۰، ۲۳۴) جهت مطالعه رژیم‌های بارش ترکیه از روش‌های آماری

1-Mean Sea Level Pressure
2-Fotiadi and et al
3-Dinpashoh and et al
4-Lolis and et al
5-Houssos and et al
6-Nikolakis
7-Stathis and Myronidis
8-Thessaly
9-Sariş and et al

چند متغیره استفاده کردند. نتایج رژیم-های شناسایی شده شامل: رژیم‌های ساحلی برای مرمره[1]، ساحل دریای اژه، دریای مدیترانه و سیاه، رژیم‌های انتقالی در نواحی قاره‌ای دریای اژه و جنوب شرقی آناتولی و رژیم‌های داخلی سراسر آناتولی مرکزی و شرقی است.

فالاها و سوپراپتو[2] (۲۰۱۰) برای تحلیل بارش یوگیاکارتا و جاوای مرکزی[3] از تکنیک تحلیل عاملی استفاده نمودند. بر این اساس، ۵ عامل غالب تاثیرگذار بر بارش آشکار شد. بابائی فینی و فرج زاده (۱۳۸۱، ۵۱) الگوهای تغییرات مکانی و زمانی بارش در ایران بررسی و پهنه‌بندی نمودند. نتایج نشان دهنده ۷ الگوی مکانی بارش و ۷ الگوی زمانی بارش در سطح کشور است. مسعودیان(۱۳۸۲، ۸۱) برای بررسی پراکندگی جغرافیایی بارش در ایران از روش تحلیل عاملی استفاده نمود. نتایج حاصله سه قلمرو پر بارش را در ایران آشکار نمود که در هر یک از قلمروها، مکانیسم‌های مختلف بارشی فعال هستند. مسعودیان (۱۳۸۲، ۷۹) برای بررسی نواحی اقلیمی ایران با استفاده از تکنیک تحلیل عاملی و خوشه-ای، ۲۷ عنصر اقلیمی در مقیاس سالانه را بکار برد و نشان داد که اقلیم ایران ساخته ۶ عامل است و بر اساس این ۶ عامل، ۱۵ ناحیه اقلیمی در ایران شناسایی شد. رضیئی و عزیز (۱۳۸۶، ۶۲) برای منطقه-بندی رژیم بارشی غرب ایران با استفاده از ۱۰ پارامتر اقلیمی از روش‌های تحلیل مولفه اصلی و خوشه‌بندی استفاده کردند. نتایج گروه بندی، ۵ زیر منطقه همگن را در غرب ایران نشان داد.

اشرفی (۱۳۸۹، ۲۵) با استفاده از روش‌های تحلیل خوشه‌ای و تحلیل ممیزی بارش شمال غرب ایران را پهنه-بندی کرده و نتایج به دست آمده حاکی از وجود چهار ناحیه بارشی در محدوده مورد مطالعه می‌باشد. منتظری و کریم‌پور (۱۳۹۰، ۱۰۳) جهت شناسایی پهنه‌های اقلیمی حوضه زاینده رود، تحلیل مولفه اصلی و تحلیل خوشه‌ای بکار بردند که نتیجه آن تقسیم حوضه زاینده رود به ۵ خرده ناحیه اقلیمی است. خسروی و آرمش (۱۳۹۱، ۸۷) با استفاده از تحلیل عاملی و خوشه‌ای اقدام به پهنه‌بندی اقلیمی استان مرکزی نمودند. بررسی نتایج حاصل از تحلیل عاملی نشان داد که اقلیم منطقه متأثر از ۶ مؤلفه است. تحلیل

1-Marmara
2-Falahah and S. Suprapto
3-Yogyakarta and Central Java

خوشه‌ای بر روی این عوامل، وجود هفت ناحیه آب و هوایی را در منطقه نشان داد.

در پژوهش پیش‌رو، از تکنیک تحلیل عاملی به جهت اهمیت و کاربرد مفید و گسترده آن در اقلیم شناسی، جهت بررسی رژیم بارشی ایستگاه رشت بهره گرفته شده است.

۱. داده‌ها و روش‌ها

در این پژوهش، آمار بارش روزانه ایستگاه همدید رشت برای سال‌های ۱۹۶۱ تا ۲۰۰۵ (۴۵ سال) از سازمان هواشناسی کشور تهیه شد. آمار روزانه به سال میلادی بوده که به سال شمسی تبدیل شد. ایستگاه مذکور در عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۲ دقیقه و طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۳۹ دقیقه در ارتفاع ۳۷ متر از سطح دریا واقع شده است.

برای شناسایی رژیم بارشی رشت ابتدا تعداد روزهای با بارش مساوی و بیش‌تر از ۱، ۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰،۵۰ و ۱۰۰ میلی‌متر (R1mm، R5mm، R10mm، R20mm، R30mm، R40mm، R50mm و R100mm) برای هر ماه، طی ۴۵ سال (۱۳۴۰ تا ۱۳۸۴) استخراج شد. بکارگیری تعداد روزهای بارش با مقادیر مشخص بجای بارش مطلق شاید تصویر روشن‌تری از رژیم بارندگی در رشت را آشکار کند. جهت بررسی و مطالعه تغییرات زمانی بارش ماهانه ایستگاه رشت از روش‌های آمار کلاسیک استفاده شده است. در راستای شناخت ویژگی‌های عمومی بارش رشت از فراسنج‌ها و جهت آشکار-سازی روند در این مطالعه، از روش‌های برآورد خطی بهره گرفته شد. در این رویه از روش پارامتریک (پیرسون) و نیز از روش‌های نارپارامتریک (اسپیرسون و من-کندال) برای بررسی روندهای دهه-ای بارش در مقیاس ماهانه، فصلی و سالانه استفاده شد.

جدول ۱: داده‌های توصیفی و همبستگی بارش ماهانه ایستگاه رشت (۱۳۸۴-۱۳۴۰)

فراسنج / ماه	جمع بارش (mm)	انحراف معیار	پراش	ضریب تغییرات	حداکثر (mm)	حداقل (mm)	دامنه (mm)	چولگی	کشیدگی	همبستگی اسپیرمن	همبستگی پیرسون	همبستگی من-
فروردین	۸۱/۰	۵۸/۵	۳۴۲۶	۷۲/۲	۲۳/۴۳	۱۰/۱	۲۳/۳۳	۱/۲	۰/۵	۰/۰۴-	۰/۰۸-	۰/۰۵-
اردیبهشت	۶۱/۴	۳۳/۷	۱۱۳/۹۶	۵۵/۸	۱۴/۶۰	۶/۶	۱۳۴	۰/۵	۰/۵-	۰/۰۸	۰/۰۷	۰/۰۶
خرداد	۴۲/۴	۳۵/۶	۱۲۶/۸۷	۸۳/۹	۱۲/۴۷	۱/۵	۱۲/۹۵	۱/۰	۰/۰	۰/۴-	۲ -۰/	۰/۳-
تیر	۴۷/۱	۵۲/۷	۲۷۷۶	۱۱/۸۱	۲۱/۴۱	۰	۲۱/۴۱	۱/۶	۱/۷	۰/۰۷	۰/۱۰	۰/۰۴
مرداد	۵۶/۴	۴۴/۸	۲۰۰۸	۷۹/۴	۲۲/۴۷	۱	۲۲/۴۶	۱/۶	۳/۸	۰/۱۹-	۱۴/-	۰/۱۱-
شهریور	۴ ۱۴۴/	۷۹/۹	۶۳۷/۸۶	۵۵/۳	۳۹/۱۰	۳	۳۸/۱۷	۰/۶	۰/۸	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۰۹
مهر	۱۹/۸۲	۱۰/۶۶	۱۱۳/۳۵۷	۵۵/۳	۴۵/۶۰	۱۰	۴۴/۶۰	۰/۶	۰/۴-	۰/۰۲-	۰/۰۴-	۰/۰۲-
آبان	۱۹/۹۰	۱۰/۱۴	۱۰۸/۴۳۳	۵۴/۵	۴۹۱	۴۸/۹	۴۴/۱۲	۱/۱	۱/۱	۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۰۳
آذر	۱۶/۵۲	۱۰/۹۲	۱۰۵/۱۹۴	۶۳/۳	۳۸۰	۱۰/۲	۳۶/۸۹	۰/۵	۰/۸-	۰/۱۸	۰/۱۲	۰/۱۱
دی	۱۳/۶۲	۷۱/۸	۵۱۶/۸۰	۵۴/۲	۲۹۴	۲۳/۵	۲۷/۵۰	۰/۷	۰/۱-	۰/۰۹-	۰/۱۱-	۰/۰۶-

بهمن	۱۳/۴۱	۷۷/۹	۶۰۷/۶۰	۵۹/۳	۴۳/۵۲	۲۹	۴۰/۵۳	۱/۷	۴/۲	۰/۰۲	۰/۰۸	۰/۰۱
اسفند	۱۱/۲۰	۵۲/۱	۲۷۱/۵۹	۴۷/۳	۲۴/۴۰	۲۷/۹	۲۱/۵۲	۰/۵	۰/۴ –	۰/۰۹ –	۰/۰۴ –	۰/۰۸ –
بهار	۱۸/۹۳	۷۸/۸	۶۲۱/۷۱	۴۲/۹	۲۳/۴۹	۵۹/۳	۳۳/۱۳	۰/۹	۰/۷	۰/۰۴ –	۰/۰۳ –	۰/۰۳ –
تابستان	۲۴/۰۸	۹۹/۹	۹۹۸/۵۲	۴۰/۳	۴۶/۱۲	۲۷	۴۳/۱۵	۰/۰	۰/۳ –	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۰۵
پاییز	۵۴/۲۶	۱۸/۴۲	۳۳۲/۲۸۶	۳۳/۴	۹۶۳	۲۳/۶۷	۷۲/۴۵	۰/۴	۰/۴ –	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۴
زمستان	۳۷/۲۴	۱۲/۲۹	۱۷۶/۲۰۱	۳۴/۵	۷۰۶	۱۵/۷۰	۵۵/۳۵	۰/۶	۰/۲	۰/۰۳ –	۰/۰۲ –	۰/۰۲ –
سالانه	۱۳/۲۵۲	۲۵/۲۶	۶۵۶/۲۴۴	۱۸/۹	۱۹/۴۶۲	۹۴/۳۲	۱۰/۱۲۰	۰/۵	۰/۱ –	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۶

پس از محاسبه مشخصات توصیفی (شامل میانگین، انحراف معیار، پراش، حداکثر، حداقل، دامنه، ضریب تغییرات، چولگی و کشیدگی) نتایج در جدول ۱ ارائه شد. نتایج حاصل نشان داد که میانگین مجموع بارش سالانه رشت طی ۴۵ سال مورد بررسی ۱۳۵۲/۲ میلی‌متر است که نسبت به میانگین بارش کشور، ۲۴۴/۷ میلی‌متر (عساکره، ۱۳۸۶، ۱۴۵) بسیار بزرگ‌تر است.

محاسبات نشان داد که بیش‌ترین مقدار میانگین مجموع بارش ماهانه ایستگاه رشت، ۱۹۲/۸ میلی‌متر در ماه مهر و کم‌ترین میزان میانگین مجموع بارندگی در ماه خرداد به مقدار ۴۲/۴ میلی‌متر است. میانگین جمع بارش فصل بهار ۱۸۳/۹، فصل تابستان ۲۴۸/۰، فصل پاییز ۵۴۶/۲ و زمستان ۳۷۴/۲ میلی‌متر برای دوره مورد مطالعه می‌باشد. همانگونه که مشاهده می‌شود سهم بارش فصل پاییز نسبت به سایر

فصول بیش‌تر و بعد از آن زمستان است و کم‌ترین میزان بارندگی در فصل بهار مشاهده می‌شود.

جهت برآورد تغییرپذیری بارندگی از نسبت انحراف معیار به میانگین استفاده می‌شود ($cv = \frac{s}{\bar{x}} \times 100$) و تصویری از پایداری و ناپایداری بارش به دست می‌دهد (عساکره، ۱۳۸۶، ۱۴۵). این تغییر پذیری برای بارش سالانه رشت حدود ۱۸/۹ درصد است و گویای این است که تفاوت‌های زمانی بارش رشت در مقیاس سالانه چندان چشم گیر نیست و در واقع در مقیاس سالانه بارش، با ثبات‌تر و قابلیت اعتماد بیش‌تری دارد. اما در مقیاس ماهانه و فصلی این تفاوت چشمگیر می‌شود. درمقیاس ماهانه، کم‌ترین تغییر پذیری بارش حدود ۴۷/۳ درصد در ماه اسفند و بیش‌ترین مقدار حدود ۱۱۱/۸ درصد در ماه تیر دیده می‌شود و این نشان از عدم اعتماد به بارش‌های ماه تیر و ثبات بیش‌تر در بارش ماه اسفند است. در مقیاس فصلی نیز بارش فصل پاییز با حدود ۳۳/۴ درصد و فصل بهار با ۴۲/۹ درصد، کم‌ترین و بیش‌ترین میزان تغییر پذیری را دارند.

مثبت بودن ضرایب چولگی در تمامی ماه‌ها، حاکی از فزونی بارش ماهانه با مقادیر کم‌تر از میانگین است. مقدار این نمایه در ماه‌های فروردین، خرداد، تیر، مرداد، آبان و بهمن بالاتر از ۱ و در سایر ماه‌ها کمتر از ۱ است. نمایه کشیدگی در مقیاس زمانی سالانه و فصلی مقادیر کوچکی را نشان می‌دهد و گواهی بر این است که بارش حول میانگین است. در مقیاس ماهانه نیز (به جز در بهمن، آبان، مرداد و تیر) نمایه کشیدگی، مقادیر کوچک دارد.

تکنیک تحلیل عاملی

با استفاده از تکنیک تحلیل عاملی دوران یافته[1] (واریماکس[2]) به روش درستنمایی بیشینه[3] از بین متغیرهای مورد بررسی، عاملی را که بیش‌ترین تاثیر را بر رژیم بارشی رشت (برای هر ماه به صورت مجزا) دارد، شناسایی شد.

امروزه در اقلیم شناسی، خانواده بردارهای ویژه جایگاه ویژه‌ای را به خود اختصاص داده است. تحلیل عاملی از خانواده بردارهای ویژه (تحلیل مولفه

1-Rotated Factor Analysis

2-Varimax

3-Maximum Likelihood

مبنا(PCA)، تحلیل عاملی(FA) و توابع تجربی متعامد (EOF)) محسوب می-شود.

در دهه ۱۹۵۰ لورنز در پژوهش-های هوا شناسی و اقلیم شناسی روش تحلیل عاملی را بکار برد. وی نام این روش را تابع تجربی غیر همبسته[1] نامید، امتیاز این روش در این است که ضمن کاهش تعداد متغیرها، مقدار اولیه پراش داده‌های اصلی را حفظ می‌کند (علیجانی، ۱۳۸۱، ۱۸۰). تحلیل عاملی جزء خانواده تحلیل بردارهای ویژه است (یارنال ، ۱۹۹۳، ۱۰۰) و در واقع گسترش تجزیه مولفه‌های اصلی است. در هر دو روش، تلاش بر آن است که ماتریس کوواریانس (Σ) تقریب زده شود که این تقریب در تحلیل عاملی از دقت و ظرافت بیش‌تری برخوردار است (فرشادفر، ۱۳۸۴، ۳۴۱) و هدف آن آشنایی ساختار زیربنایی داده‌های چند بعدی از راه استخراج مقادیر ویژه و بردارهای ویژه ماتریس پراکنش است. در یک فضای چند بعدی، هر بردار ویژه، پراش داده‌ها را در چند گروه متمایز و مجزا دسته بندی می‌کند (یارنال ، ۱۹۹۳، ۱۰۰)

دوران یک تبدیل خطی است. در این تبدیل، محورهای مختصات تازه‌ای چنان میان داده‌ها عبور داده می‌شود که تصویر متغیرها بر روی این محورها ساختارهای زمانی و مکانی مدها را ساده‌تر می‌کند (مسعودیان، ۱۳۸۲، ۷۹). تحلیل عاملی شامل چند مرحله است: مرحله اول انتخاب داده‌ها، مرحله دوم تنظیم ماتریس داده‌ها، مرحله سوم تشکیل ماتریس همبستگی، مرحله چهارم و آخر استخراج عامل‌ها.

در این پژوهش پس از انتخاب داده‌ها، ۱۲ ماتریس پراکنش برای ۱۲ ماه سال تشکیل شد. بنابراین ۱۲ ماتریس پراکنش ۸ × ۴۵ به آرایه P تنظیم شد که در این ماتریس ۴۵، سال‌ها و ۸، متغیرهای مورد بررسی (تعداد روزهای با بارش مساوی و بیش‌تر از ۱، ۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰،۵۰ و ۱۰۰ میلی‌متر) می‌باشد. پس از محاسبه ماتریس همبستگی، با استفاده از محاسبه دترمینان ضرایب همبستگی بین متغیرها و یا معیار کایزر- مییر- آلکاین (KMO)[2] صحت تحلیل عاملی مورد

20-Empirical Orthogonal Functions (EOF)

2-Ksiser- Meyer- Olkin

آزمون قرار گرفت. در این پژوهش، معیار KMO در ماه‌های اردیبهشت ۰/۶، خرداد، تیر و شهریور ۰/۷، فروردین، مرداد، مهر، آبان، ، دی، بهمن و اسفند ۰/۸ و آذر ۰/۹ بود و محاسبه دترمینان ماتریس همبستگی برابر صفر است که نشان می‌دهد که انتخاب متغیرها مناسب می‌باشد.

با فرض بر اینکه بردار قابل مشاهده و تصادفی X با P متغیر (صفت)، دارای میانگین □ و ماتریس واریانس-کواریانس $\sum$ و P متغیر، دارای همبستگی درونی بالای با یکدیگر هستند. همچنین $F_m, \dots, F_2, \square_1$ تعداد m عامل باشند که از تعداد صفات یعنی P خیلی کم‌تر هستند یعنی $m \ll p$ باشد. بنابراین m تعداد عامل‌های غیر قابل مشاهده و تصادفی است که همبستگی و ارتباط بین متغیرهای اصلی را توضیح می‌دهند. در واقع در تجزیه عاملی بردار X (متغیرها یا صفات) با عامل‌ها (m) دارای یک رابطه خطی است. به این متغیرهای غیر قابل مشاهده و تصادفی که علت ارتباط متغیرهای اصلی هستند، عامل‌های مشترک[1] گویند (فرشادفر،۱۳۸۴، ۳۴۵).

مدل تحلیل عاملی به شرح زیر است:

$$X_1 = \mu_1 + l_{11}F_1 + l_{12}F_2 + \cdots + l_{1m}F_m + \varepsilon_1$$
$$X_2 = \mu_2 + l_{21}F_1 + L_{22}F_2 + \cdots + l_{2m}F_m + \varepsilon_2 \quad (1)$$

.

.

.

$$X_p = \mu_p + l_{p1}F_1 + l_{p2}F_2 + \cdots + l_{pm}F_m + \varepsilon_m$$

درفرمول بالا X_p صفات قابل مشاهده و اندازه گیری (تعداد روزهای با بارش مساوی و بیش‌تر از ۱، ۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰،۵۰ و ۱۰۰ میلی‌متر)، μ_p میانگین متغیر (متوسط هر یک از تعداد روزهای بارشی) ، l_{pm} ضرایب بار عامل‌ها، F_m عامل‌های مشترک تصادفی غیر قابل مشاهده و ε_m عوامل غیر قابل مشاهده و اختصاصی می‌باشد که به آن عامل ویژه گویند. بار عامل‌ها همبستگی بین عامل‌های حاصل از تحلیل عاملی و متغیرهای اصلی را که برای ساختن عامل‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند،

1.Common Factor

توضیح می‌دهد. مدل فوق را به صورت زیر هم می‌توان نوشت:

(۲)
$$X_i = M_i + L_{ij} + F_i + \varepsilon_i$$

۲. یافته ها و نتایج

در پژهش حاضر، جهت بررسی روند دهه‌ای، دوره مورد مطالعه به ۴ دهه تقسیم و برای هر دهه، سری زمانی بارش ماهانه، فصلی و سالانه توسط روش‌های آماری ذکر شده مورد آزمون قرار گرفت (جدول ۲). نتایج آزمون نشان داد که در ماه خرداد در دهه آخر (۱۳۹۰-۱۳۸۰) روند منفی توسط آزمون کندال (۰/۴۹-) و در ماه تیر، در دهه سوم (۱۳۶۹-۱۳۶۰) روند منفی معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد اطمینان در هر سه آزمون کندال (۰/۵۶-)، اسپیرمن (۰/۶۵-) و پیرسون (۰/۶۷-) رخ داده است. دی ماه نیز در دهه سوم روند مثبت در هر سه آزمون کندال (۰/۶۶)، اسپیرمن (۰/۷۱) و پیرسون (۰/۶۹) قابل مشاهده است. برای ماه بهمن در دهه اول (۱۳۴۹-۱۳۴۰)، روند مثبت در هر سه آزمون کندال (۰/۵۶)، اسپیرمن (۰/۷۲) و پیرسون (۰/۷۴) و برای ماه اسفند در دهه چهارم (۱۳۷۹-۱۳۷۰) در هر سه آزمون کندال (۰/۵۱-)، اسپیرمن (۰/۶۴-) و پیرسون (۰/۶۳-) ردیابی شد. در بررسی روند فصلی تنها فصل زمستان در دهه دوم (اسپیرمن ۰/۷۳-، پیرسون ۰/۶۳-) با خطای کم‌تر از ۰/۰۵، معنی‌دار است. لازم به ذکر است که آزمون روند در دوره ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۴ اعمال شد و نتیجه گویای عدم وجود روند در مقیاس‌های مورد بررسی می‌باشد. هم چنین برای افزایش طول آخرین دوره، دوره از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۸۴ در نظر گرفته شد، اما نتیجه اعمال تکنیک روند بر روی این دوره نیز، روند معنی داری را در مقیاس‌های زمانی مورد بررسی نشان نداد.

جدول ۲: روند دهه‌ای بارش ماهانه، فصلی و سالانه ایستگاه رشت (۱۳۸۴-۱۳۷۰)

	۱۳۴۹-۱۳۴۰			۱۳۵۹-۱۳۵۰			۱۳۶۹-۱۳۶۰			۱۳۷۹-۱۳۷۰		
	کندال	اسپیرمن	پیرسون	کندال	اسپیرمن	پیرسون	کندال	اسپیرمن	پیرسون	کندال	اسپیرمن	پیرسون
فروردین	۰/۱۶	۰/۳۲	۰/۳۳	۰/۲۴	-۰/۳۶	۰/۳۴	۰/۲۴	-۰/۲۱	۰/۰۹	۰/۳۷	۰/۵۰	۰/۲۷
اردیبهشت	۰/۲۰	۰/۳۶	۰/۲۰	۰/۲۴	۰/۳۱	۰/۲۱	۰/۲۴	-۰/۴۱	۰/۳۹	۰/۱۱	-۰/۱۵	۰/۲۶
خرداد	۰/۳۸	۰/۵۲	۰/۴۱	۰/۱۴	۰/۱۳	۰/۱۶	۰/۳۳	-۰/۴۹	۰/۲۹	۰/۲۹	-۰/۴۴	۰/۴۱
تیر	۰/۰۲	-۰/۰۱	۰/۳۳	۰/۰۹	۰/۱۸	۰/۰۸	۰/۵۶	-۰/۶۵	۰/۶۷	۰/۳۸	-۰/۵۲	۰/۴۵
مرداد	۰/۰۷	۰/۱۴	۰/۰۸	۰/۰۷	-۰/۱۲	۰/۱۹	۰/۰۲	-۰/۰۹	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۱۵
شهریور	۰/۳۳	-۰/۴۶	۰/۴۳	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۱۳	۰/۰۷	۰/۱۶	۰/۲۸	۰/۳۸	۰/۵۰	۰/۵۴
مهر	۰/۱۱	-۰/۱۸	۰/۰۶	۰/۲۰	۰/۳۵	۰/۲۷	۰/۲۹	۰/۴۱	۰/۳۶	۰/۱۶	-۰/۱۹	۰/۱۵
آبان	۰/۰۲	-۰/۰۸	۰/۰۵	۰/۱۱	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۱	-۰/۰۱	۰/۲۹	۰/۲۲	-۰/۱۸	۰/۱۲
آذر	۰/۱۱	۰/۱۶	۰/۲۷	۰/۲۴	-۰/۳۵	۰/۳۰	۰/۲۴	-۰/۳۲	۰/۳۳	۰/۴۲	-۰/۵۸	۰/۵۴
دی	۰/۰۷	-۰/۴۲	۰/۱۰	۰/۲۹	-۰/۴۱	۰/۴۳	۰/۶۶	۰/۷۱	۰/۶۹	۰/۰۷	-۰/۰۶	۰/۰۳
بهمن	۰/۵۶	۰/۷۲	۰/۷۴	۰/۴۷	-۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۱۶	۰/۱۹	۰/۰۶	۰/۱۱	-۰/۱۹	۰/۲۸
اسفند	۰/۲۳	۰/۳۸	۰/۳۳	۰/۲۴	-۰/۳۲	۰/۲۶	۰/۲۰	-۰/۱۸	۰/۳۹	۰/۵۱	-۰/۶۴	۰/۶۳
بهار	۰/۵۶	۰/۳۹	۰/۵	۰/۲۰	-۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۳۳	-۰/۳۸	۰/۳۹	۰/۲۹	-۰/۲۶	۰/۴۲
تابستان	۰/۳۲	-۰/۲۴	۰/۳۳	۰/۱۶	-۰/۲۲	۰/۰۸	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۱۱	۰/۰۷	۰/۰۳	۰/۱۹
پاییز	۰/۱۱	۰/۱۹	۰/۲۵	۰/۰۲	۰/۱۴	۰/۸	۰/۱۱	-۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۱۶	-۰/۳۳	۰/۳۴
زمستان	۰/۳۳	۰/۴۹	۰/۵۶	۰/۴۸	-۰/۷۳	۰/۶۳	۰/۳۳	۰/۳۸	۰/۳۶	۰/۴۱	-۰/۵۹	۰/۴۹
سالانه	۰/۴۲	۰/۴۹	۰/۵۸	۰/۲۰	-۰/۲۴	۰/۳۱	۰/۰۷	۰/۱۶	۰/۰۲	۰/۲۰	-۰/۲۹	۰/۴۱

لازم به ذکر است، گرچه تغییراتی از نوع روند در دهه‌های مورد مطالعه ردیابی شد، اما بررسی جهت آشکار سازی روند در ایستگاه رشت، در هر سه مقیاس زمانی در طی دوره مورد مطالعه نشان داد که در سری‌های زمانی مورد مطالعه، هیچ گونه تغییر روندی رخ نداده است (جدول ۱).

برای بررسی رفتار بلند مدت (۴۵ ساله) تعداد روزهای بارشی، بر روی هر سری زمانی تعداد روزهای بارشی بیش از ۱، ۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌متر، یک آزمون کندال و اسپیرمن در هر ماه اعمال شد تا وجود یا عدم وجود روند در سری‌ها آشکار شود. نتایج اعمال این دو آزمون نشان داد که تعداد روزهای با بارش مساوی و بالاتر ۱ میلی‌متر در ماه فروردین و تعداد روزهای با بارش مساوی و بالاتر از ۳۰ و ۴۰ میلی‌متر در ماه خرداد روند کاهشی معنی‌داری را در سطح ۹۵ درصد داشته است. تعداد روزهای بارشی مساوی و بزرگ‌تر از ۱ میلی‌متر در ماه مهر در آزمون کندال روند کاهشی معنی‌داری را نشان می‌دهد، در حالیکه آزمون اسپیرمن حاکی از عدم معنی‌داری آن است. در سایر ماه‌ها، روند معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد، در تعداد روزهای بارشی مورد بررسی مشاهده نشد.

جدول ۳: آزمون روند تعداد روزهای بارشی ماهانه ایستگاه رشت (۱۳۹۰-۱۳۴۰)

نوع آزمون ماه‌ها	≥ 1		≥ 5		≥ 10		≥ 20		≥ 30		≥ 40		≥ 50		≥ 100	
	کندال	اسپیرمن	کندال	اسپیرمن	کندال	اسپیرمن	کندال	اسپیرمن	کندال	اسپیرمن	کندال	اسپیرمن	کندال	اسپیرمن	کندال	اسپیرمن
فروردین	۲۲ / ۰ –	۳۱ / ۰ –	۱۴ / ۰ –	۱۰ / ۰ –	۰۳ / ۰ –	۰۳ / ۰ –	۰۰ / ۰	۰۱ / ۰	۰۳ / ۰	۰۳ / ۰	۰۳ / ۰	۰۴ / ۰	۰۰ /۴ ۰	۰۱ / ۰	–	–
اردی بهشت	۱۴ / ۰	۱۷ / ۰	۰۶ / ۰	۰۸ / ۰	۰۴ / ۰ –	۰۷ / ۰ –	۰۲ / ۰	۰۳ / ۰	۰۶ / ۰ –	۰۷ / ۰ –	۱۱ / ۰ –	۱۳ / ۰ –	۰۳ / ۰ –	۰۳ / ۰ –	–	–

خردا د	۱۲ ۰/ -	۱۶ ۰/ -	۰۲ ۰/	۰۴ ۰/	۰۱ ۰/	۰۲ ۰/	۰۱ ۰/ -	۰۱ ۰/ -	۲۴ ۰/ -	۳۰ ۰/ -	۲۶ ۰/ -	۳۱ ۰/ -	۰۵ ۰/ -	۰۶ ۰/ -	-	-	
تیر	۰۲ ۰/ -	۰۴ ۰/ -	۰۵ ۰/	۰۷ ۰/	۱۳ ۰/	۱۸ ۰/	۰۵ ۰/	۰۷ ۰/	۰۴ ۰/	۰۶ ۰/	۰۵ ۰/ -	۰۶ ۰/ -	۰۵ ۰/ -	۰۵ ۰/ -	۰۹ ۰/	۱۰ ۰/	
مردا د	۰۸ ۰/ -	۱۲ ۰/ -	۱۲ ۰/ -	۱۸ ۰/ -	۱۵ ۰/ -	۲۴ ۰/ -	۱۸ ۰/ -	۲۴ ۰/ -	۰۲ ۰/ -	۰۲ ۰/ -	۰۱ ۰/ -	۰۱ ۰/ -	۰۳ ۰/ -	۰۴ ۰/ -	۰۹ ۰/ -	۱۱ ۰/ -	
شهر یور	۰۹ ۰/ -	۱۳ ۰/ -	۰۷ ۰/ -	۱۱ ۰/ -	۲۰ ۰/	۲۷ ۰/	۰۹ ۰/	۱۳ ۰/	۰۴ ۰/	۰۵ ۰/	۰۱ ۰/	۰۱ ۰/	۰۱ ۰/	۰۱ ۰/	۱۰ ۰/ -	۱۲ ۰/ -	
مهر	۲۳ ۰/ -	۲۹ ۰/ -	۱۲ ۰/ -	۱۵ ۰/ -	۱۵ ۰/ -	۱۹ ۰/ -	۰۶ ۰/ -	۰۵ ۰/ -	۰۵ ۰/	۰۶ ۰/	۱۳ ۰/	۲۳ ۰/	۰۴ ۰/	۰۶ ۰/	۰۹ ۰/	۱۲ ۰/	
آبان	۰۷ ۰/	۱۰ ۰/	۱۲ ۰/	۱۸ ۰/	۰۱ ۰/ -	۰۴ ۰/ -	۰۰ /۴ -	۰۲ ۰/ -	۰۶ ۰/	۰۸ ۰/	۰۴ ۰/	۰۵ ۰/	۱۱ ۰/	۱۵ ۰/	۱۱ ۰/	۱۴ ۰/	
آذر	۰۷ ۰/	۲۰ ۰/	۲۰ ۰/	۲۷ ۰/	۱۹ ۰/	۲۶ ۰/	۱۳ ۰/	۱۸ ۰/	۰۴ ۰/	۰۶ ۰/	۰۹ ۰/	۱۲ ۰/	۰۱ ۰/ -	۰۱ ۰/ -	۱۴ ۰/ -	۱۷ ۰/ -	
دی	۰۹ ۰/ -	۱۲ ۰/ -	۱۵ ۰/ -	۲۲ ۰/ -	۲۱ ۰/ -	۲۹ ۰/ -	۰۱ ۰/ -	۰۱ ۰/ -	۰۴ ۰/	۰۴ ۰/	۰۹ ۰/ -	۱۲ ۰/ -	۰۸ ۰/	۰۹ ۰/	۲۰ ۰/	۲۴ ۰/	
بهم ن	۰۷ ۰/ -	۰۹ ۰/ -	۰۴ ۰/ -	۰۶ ۰/ -	۰۲ ۰/	۰۱ ۰/	۰۸ ۰/	۱۱ ۰/	۱۳ ۰/	۱۸ ۰/	۱۳ ۰/	۱۶ ۰/	۰۲ ۰/	۰۳ ۰/	۱۴ ۰/	۱۷ ۰/	
اسف ند	۰۸ ۰/ -	۱۴ ۰/ -	۱۱ ۰/ -	۱۸ ۰/ -	۰۹ ۰/ -	۱۳ ۰/ -	۰۳ ۰/ -	۰۳ ۰/ -	۰۱ ۰/ -	۰۱ ۰/ -	۱۸ ۰/	۲۱ ۰/ -	۱۲ ۰/ -	۱۵ ۰/ -	-	-	

آخرین گام در این پژوهش، اعمال تکنیک تحلیل عاملی دوران یافته به روش درستنمایی بیشینه بر روی ماتریس داده-های اولیه است. در این ماتریس پراکنش ۸×۴۵ به آرایه P تنظیم شد، ۴۵، سال و ۸، متغیر مورد بررسی (تعداد روزهای بارشی، ۱، ۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۱۰۰ میلی‌متر) است. به این ترتیب، ۱۲ ماتریس پراکنش ۸×۴۵ به آرایه P تشکیل

شد و ۱۲ بار تحلیل عاملی بر روی هر ماتریس (برای هر ماه) اعمال گردید. نتیجه حاصل از تحلیل عاملی بر روی ماتریس پراکنش تشکیل شده منجر به شناخت تعداد روزهای بارشی می‌شود که بیش‌ترین پراش را در هر ماه تبیین می‌کند. به بیان دیگر، موجب شناخت مولفه سازنده بارش هر ماه می‌شود که این متغیر یا مولفه، بیش‌ترین غلبه و کنترل را در رژیم بارشی هر ماه بیان می‌کند. تعداد عوامل استخراج شده در هر ماه، درصد پراش هر یک از عوامل و متغیری که بیش‌ترین همبستگی را با عوامل حاصل از تحلیل عاملی دارد(جدول ۴). با اعمال تکنیک تحلیل عاملی بر روی ماتریس داده‌های اولیه ماه فروردین مشخص شد که دو عامل با مقدار ویژه بیش از ۱، حدود ۶۹/۵۶ درصد پراش تعداد روزهای بارشی تبیین می‌کند. این نشان می‌دهد که ساز وکار بارش ماه فروردین را بیش‌تر مربوط به بارش‌های مساوی و بزرگ‌تر از ۳۰ میلی‌تر است و دومین عامل کنترل کننده بارش رشت، تعداد روزهای بارشی مساوی و بزرگ‌تر از ۵ میلی‌متر است. اما نتیجه اعمال تکنیک تحلیل عاملی دوران یافته به روش درستنمایی بیشینه بر روی ماتریس داده‌های ماه اردیبهشت و خرداد دو عامل به ترتیب ۷۰/۳۷ و ۷۳/۷۶ درصد پراش تعداد روزهای بارشی را توجیه می‌کند. بیش‌ترین همبستگی با عامل اول در ماه اردیبهشت را بارش مساوی و بزرگ‌تر از ۱۰ میلی‌متر و در ماه خرداد را بارش مساوی و بزرگ‌تر از ۵ دارند و نیز بیش‌ترین همبستگی با عامل دوم در ماه اردیبهشت بارش مساوی و بزرگ‌تر از ۴۰ میلی‌متر و در ماه خرداد بارش مساوی و بزرگ‌تر از ۳۰ میلی‌متر دارند.

نتیجه حاصل از این رویه بر روی ماتریس پراکنش ماه‌های تیر، مرداد و شهریور نشان داد که در هر سه ماه، از ۸ پارامتر بارشی مورد بررسی، ۲ عامل بیش‌ترین پراش (به ترتیب ۷۴/۸۴، ۶۹/۷۶ و ۷۲/۲۴ درصد) را تبیین می‌کند. بارهای عاملی متغیرها بیانگر آن است که تعداد روزهای بارشی مساوی و بزرگ‌تر از ۵ میلی‌متر بیش‌ترین وزن را روی عامل اول و تعداد روزهای بارشی مساوی و بزرگ‌تر از ۴۰ میلی‌متر بیش‌ترین وزن را روی عامل دوم دارند. این نتیجه مبین این است که عامل کنترل کننده بارش در هر سه ماه تابستان، یکسان عمل می‌کند.

جدول ۴ : نتایج تحلیل عاملی ماهانه ایستگاه همدید رشت

ماه	درصد پراش کل	تعداد عامل	عامل اول	درصد پراش عامل اول	میزان همبستگی با عامل اول	عامل دوم	درصد پراش عامل دوم	میزان همبستگی با عامل دوم
فروردین	۶۹/۵۶	۲	بارش ≥ 30 mm	۳۵/۲۶	۰/۸۵	بارش ≥ 5 mm	۳۴/۳۰	۰/۹۳
اردیبهشت	۷۰/۳۷	۲	بارش ≥ 10 mm	۳۶/۶۵	۰/۸۸	بارش ≥ 40 mm	۳۳/۷۳	۱
خرداد	۷۳/۷۶	۲	بارش ≥ 5 mm	۳۹/۱۵	۰/۹۴	بارش ≥ 30 mm	۳۴/۶۰	۰/۹۳
تیر	۷۴/۸۴	۲	بارش ≥ 5 mm	۳۸/۱۶	۰/۹۹	بارش ≥ 40 mm	۳۶/۶۸	۰/۹۴
مرداد	۶۹/۷۶	۲	بارش ≥ 5 mm	۴۱/۲۰	۱	بارش ≥ 40 mm	۲۸/۵۶	۰/۹۰
شهریور	۷۲/۲۴	۲	بارش ≥ 5 mm	۳۸/۴۷	۰/۹۸	بارش ≥ 40 mm	۳۳/۷۷	۰/۹۲
مهر	۷۳/۲۴	۲	بارش ≥ 30 mm	۳۸/۰۴	۰/۹۴	بارش ≥ 5 mm	۳۵/۲۰	۰/۹۷
آبان	۷۳/۲۷	۲	بارش ≥ 5 mm	۴۰/۰۸	۰/۹۵	بارش ≥ 30 mm	۳۳/۲۰	۰/۸۳
آذر	۷۴/۷۰	۲	بارش ≥ 5 mm	۳۹/۶۵	۰/۹۵	بارش ≥ 30 mm	۳۵/۰۶	۰/۸۷
دی	۶۵/۱۱	۲	بارش ≥ 5 mm	۳۷/۹۴	۰/۹۴	بارش ≥ 40 mm	۲۷/۱۷	۰/۸۵
بهمن	۷۴/۹۶	۲	بارش ≥ 40 mm	۴۲/۸۴	۰/۹۸	بارش ≥ 5 mm	۳۲/۱۲	۰/۹۹
اسفند	۷۳/۶۵	۲	بارش ≥ 30 mm	۵۰/۰۰	۰/۸۹	بارش ≥ 5 mm	۳۱/۶۶	۰/۹۵

در ماه‌های مهر، آبان و آذر، از ۸ عنصر بارشی مورد بررسی، ۲ عامل بیش‌ترین پراش (به ترتیب ۷۳/۲۴، ۷۳/۲۷ و ۷۴/۷۰ درصد) را تبیین می‌کند. بارهای عاملی متغیرها بیانگر آن است که تعداد روزهای بارشی مساوی و بزرگتر از ۳۰ میلی‌متر در ماه مهر و تعداد روزهای بارشی مساوی و بزرگتر از ۵ میلی‌متر در آبان و آذر بیش‌ترین وزن را روی عامل اول و و تعداد روزهای بارشی مساوی و بزرگتر از ۵ میلی‌متر در ماه مهر همچنین ۳۰ میلی‌متر در آبان و آذر بیش‌ترین وزن را روی عامل دوم دارند.

همچنین از ۸ عنصر بارشی مورد بررسی ۲ عامل با مقادیر ویژه بیش از یک، بیش‌ترین درصد پراش ماه‌های دی، بهمن و اسفند (فصل زمستان) (به ترتیب ۶۵/۱۱، ۷۴/۹۶ و ۷۳/۶۵ درصد پراش) دارد. همبستگی هر یک از متغیرهای با عامل‌ها بیانگر آن است که در ماه دی تعداد روزهای بارش مساوی و بزرگتر از ۵ میلی‌متر، بهمن ۴۰ میلی‌متر و اسفند۳۰ میلی‌متر با عامل اول و تعداد روزهای بارش مساوی و بزرگتر از ۵ میلی‌متر در بهمن و اسفند و۴۰ میلی‌متر در دی ماه، با عامل دوم بیش‌ترین همبستگی را دارند.

نتایج نشان می‌دهد که در فصل پاییز و زمستان اولین عامل تاثیرگذار بر بارش ایستگاه رشت تعداد روزهای بارشی بزرگ‌تر و مساوی ۳۰ میلی‌متر است. بدین معنی که در این دوفصل در طی ۴۵ سال مورد مطالعه، بیش‌ترین تکرار بارش، روزهای با بارش بزرگ‌تر ۳۰ میلی متر یعنی بارش‌های سنگین است. به این ترتیب می‌توان سه رژیم بارشی مجزا در رشت مشخص نمود:

رژیم اول: بارش ماه‌های فروردین، مهر، بهمن و اسفند است که عامل کنترل کننده و غالب اول، تعداد روزهای بارشی مساوی و بالاتر از ۳۰ و ۴۰ میلی‌متر، و عامل دوم تعداد روزهای بارشی مساوی و بزرگ‌تر از ۵ میلی‌متر است. بدین معنی که در ماه‌های فروردین، مهر، بهمن و اسفند غلبه بارش‌های سنگین در ایستگاه رشت قابل استنباط است.

رژیم دوم: ماه اردیبهشت است که با سایر ماه‌ها چندان شباهتی ندارد. در این ماه، تعداد روزهای بارشی مساوی و بالاتر از ۱۰ میلی‌متر اولین و مهم‌ترین عامل کنترل کننده بارش و تعداد روزهای بارشی مساوی و بالاتر از ۴۰ میلی‌متر دومین عامل غالب و تاثیر گذار بر رژیم بارش رشت در ماه اردیبهشت است.

سومین رژیم بارشی: ماه‌های خرداد تا شهریور و نیز آبان تا دی است که عامل کنترل کننده اقلیم، تعداد روزهای بارشی مساوی و بالاتر از ۵ میلی‌متر و دومین عامل سازنده اقلیم، تعداد روزهای بارشی مساوی و بالاتر از ۳۰ و ۴۰ میلی‌متر است.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش با استفاده از آمار ۴۵ ساله بارش روزانه ایستگاه رشت، با استفاده از تکنیک تحلیل عاملی رژیم بارشی ایستگاه رشت مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت. بدین منظور تعداد روزهای بارشی، ۱، ۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۱۰۰ میلی‌متر در هر ماه استخراج شد. جهت بررسی روند دهه‌ای، دوره مورد مطالعه به ۵ دهه تقسیم و برای هر دهه، سری زمانی بارش ماهانه، فصلی و سالانه توسط روش‌های آماری (پیرسون، اسپیرمن و من-کندال) مورد آزمون قرار گرفت. نتایج آزمون نشان داد که در دهه آخر روند منفی در ماه خرداد، در دهه سوم در ماه تیر، روند کاهشی و در ماه دی روند مثبت قابل مشاهده است. در

دهه اول برای ماه بهمن، روند مثبت و در دهه چهارم برای ماه اسفند روند منفی ردیابی شد. در مقیاس فصلی تنها فصل زمستان در دهه دوم روند کاهشی معنی-دار است.

در ادامه با استفاده از آزمون من-کندال و اسپیرمن، روند رفتار بلند مدت (۴۵ ساله) سری‌های زمانی تعداد روزهای بارشی، ۱، ۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۱۰۰ میلی‌متر مورد آزمون قرار گرفت. نتیجه آزمون گویای وجود روند کاهشی معنی‌دار در تعداد روزهای با بارش مساوی و بالاتر ۱ میلی‌متر در ماه‌های فروردین و مهر و تعداد روزهای با بارش مساوی و بالاتر از ۳۰ و ۴۰ میلی‌متر در ماه خرداد است.

نتایج حاصل از اعمال تحلیل عاملی دوران یافته به روش درستنمایی بیشینه بر روی ماتریس پراکنش ۱۲ ماه ۸ × ۴۵ به آرایه P مورد بررسی نشان داد که در ماه‌های فروردین، مهر، بهمن و اسفند، عامل کنترل‌کننده و عامل غالب اول، تعداد روزهای بارشی مساوی و بالاتر از ۳۰ و ۴۰ میلی‌متر، و عامل دوم تعداد روزهای بارشی مساوی و بزرگ‌تر از ۵ میلی‌متر است. ماه اردیبهشت با سایر ماه‌ها مشابهتی ندارد. در این ماه، تعداد روزهای بارشی مساوی و بالاتر از ۱۰ میلی‌متر اولین و مهم‌ترین عامل کنترل‌کننده بارش و تعداد روزهای بارشی مساوی و بالاتر از ۴۰ میلی‌متر دومین عامل غالب و تاثیرگذار بر رژیم بارش رشت در ماه اردیبهشت است. هم‌چنین، ماه‌های خرداد تا شهریور (آخر بهار و تابستان) و نیز آبان تا دی، اولین عامل کنترل‌کننده و غالب بر بارش رشت، تعداد روزهای بارش مساوی و بالاتر از ۵ میلی‌متر و دومین عامل تاثیر گذار، تعداد روزهای بارش مساوی و بالاتر از ۳۰ و۴۰ میلی‌متر است.

ملاحظات اخلاقی

حامی مالی: این پژوهش هیچ کمک مالی از سازمان های تأمین مالی دریافت نکرده است.

تعارض منافع: طبق اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

برگرفته از پایان نامه/رساله: این مقاله برگرفته از پایان نامه/رساله نبوده است.

منابع

- اشرفی، سعیده، ۱۳۸۹، پهنه بندی بارش شمال غرب ایران با استفاده از روش های تحلیل خوشه ای و تحلیل ممیزی، نشریه پژوهش های اقلیم شناسی، شماره سوم و چهارم، صص ۴۲- ۲۵.
- بابائی فینی، ام السلمه، فرج زاده، منوچهر، ۱۳۸۱، الگوهای تغییرات مکانی و زمانی بارش در ایران، فصلنامه مدرس علوم انسانی- برنامه ریزی و آمایش فضا،شماره ۴، صص ۷۶- ۵۱.
- خسروی، محمود، آرمش، محسن، ۱۳۹۱، پهنه بندی اقلیمی استان مرکزی با استفاده از تحلیل عاملی- خوشه ای، جغرافیا و برنامه ریزی محیط، سال ۲۳، پیاپی ۴۶، شماره ۲، صص ۱۰۰- ۸۷.
- رضیئی، طیب، عزیز، قاسم، ۱۳۸۶، منطقه بندی رژیم بارشی غرب ایران با استفاده از روش های تحلیل مولفه اصلی و خوشه بندی، تحقیقات منابع آب ایران، سال سوم، شماره ۲، صص ۶۵- ۶۲.
- عساکره، حسین، ۱۳۸۹، تحلیل بر تغییر رژیم بارش در استان زنجان، مجله علمی و فنی نیوار، شماره ۷۱، صص ۷۶- ۶۳.
- عساکره، حسین، ۱۳۸۶، تغییرات زمانی- مکانی بارش ایران زمین طی دهه های اخیر، جغرافیا و توسعه، ۱۰، صص ۱۶۴- ۱۴۵.
- علیجانی، بهلول، (۱۳۸۱)، اقلیم شناسی سینوپتیک، چاپ اول، انتشارات سمت، تهران.
- فرشادفر، عزت الله، ۱۳۸۴، اصول و روش های آماری چند متغیره، انتشارات دانشگاه رازی، چاپ دوم، ص ۳۴۱.
- محمدی، بختیار و مسعودیان، ابوالفضل، ۱۳۸۹، تحلیل همدید بارش های سنگین ایران مطالعه موردی: آبان ماه ۱۳۷۳، جغرافیا و توسعه، شماره ۱۹، صص ۷۰ – ۴۷)
- مسعودیان، سید ابوالفضل، ۱۳۸۲، نواحی اقلیمی ایران، جغرافیا و توسعه، سال اول، شمار ۱، صص ۸۸- ۸۱.
- مسعودیان، سید ابوالفضل، ۱۳۸۲، بررسی پراکندگی جغرافیایی بارش در ایران به روش تحلیل عاملی دوران یافته، جغرافیا و توسعه، شمار ۲، صص ۸۸- ۷۹.

- منتظری، مجید، کریم پور، مریم، ۱۳۹۰، شناسایی پهنه های اقلیمی حوضه زاینده رود با استفاده از روش های آماری چند متغیره فصل نامه جغرافیای طبیعی، شماره ۱۴، صص ۱۱۶- ۱۰۳.
- یارنال، برنت، ۱۳۸۵، اقلیم شناسی همدید و کابرد آن در مطالعات محیطی، ترجمه ابوالفضل مسعودیان، انتشارات دانشگاه اصفهان، ص ۱۰۰.
- Comrie. C, Andrew, Glenn. C, Erik,) 1998), Principal components-based regionalization of precipitation regimes across the southwest United States and northern Mexico, with an application to monsoon precipitation variability, Climate Research, 10: 201–215.
- Corte-Real. J., Quian. B. and Up. H.,) 1999), Circulation patterns, daily precipitation in Portugal and implications for climate change simulated by the second Hadley Centre GCM. Climatic Dynamics, 15, 921 - 935.
- Dinpashoh. Y, Fakheri-Fard. A, Moghaddam. M, Jahanbakhsh S, Mirnia M, (2004), Selection of variables for the purpose of regionalization of Iran's precipitation climate using multivariate methods, Journal of Hydrology, 297: 109–123.
- Falahah and Suprapto .S,) 2010), Interpretatation of Rainfall Data Using Analysis Factor Method, Proceedings of the Third International Conference on Mathematics and Natural Sciences, (ICMNS 2010).
- Fotiadi .A.K, Metaxas .D.A, Bartzokas. A,) 1999), A statistical study of precipitation in northwest Greece, International Journal of Climatology, 19:1221–1232.
- Horel.D, John, (1981), A Rotated Principal Component Analysis of the Interannual Variability of the Northern Hemisphere 500 mb Height field, Monthly

Weather Review, 109:2080-2092.

- Houssos. E. E, Lolis. C. J, Bartzokas. A,) 2008), Atmospheric circulation patterns associated with extreme precipitation amounts in Greece, Advances in Geosciences, 17: 5-11.
- Lolis C. J, Bartzokas .A and Katsoulis. B. D, (2004), Relation between Sensible and Latent Heat Fluxes in the Mediterranean and Precipitation in the Greek Area during winter, International Journal of Climatology, 24: 1803–1816.
- Morala. L., Serrano. A, Garcıa. J. A.,) 2003), Detecting quasi-oscillations in the monthly precipitation regimes of the Iberian Peninsula, Annales Geophysicae, 21: 819–832.
- Nikolakis, Dimitrios, 2008, a statistical study of precipitation in Cyprus, Hellenic Journal of Geosciences, 43: 67-74.
- *Sariş, F., Hannah, D. M., Eastwood, W. J., (2010), Spatial variability of precipitation regimes over Turkey, Hydrological Sciences Journal, 55(2), 234-249.*
- Stathis .D and Myronidis .D, 2009, Principal Component Analysis of Precipitation in Thessaly Region (Central Greece), Global NEST Journal, Vol 11, pp 467-476.
-