

Zoning of Iranian Heavy Precipitation Regime

ARTICLE INFO

Article Type

Original Research

Authors

Mohamadyariyan M.¹ MA,
Tavosi T.*¹ PhD,
Khosravi M.¹ PhD,
Hamidiyanpour M.¹ PhD

How to cite this article

Mohamadyariyan M, Tavosi T, Khosravi M, Hamidiyanpour M. Zoning of Iranian Heavy Precipitation Regime. Geographical Researches Quarterly Journal. 2019; 34(2):183-192.

¹Department of Geography and Environmental Planning University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran

*Correspondence

Address: Department of Geography and Environmental Planning, Natural Geography group, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran. Postal Code:98135987
Phone: +98 (54) 31312491
Fax: +98 (54) 32416141
t.tavousi@gep.usb.ac.ir

Article History

Received: September 18, 2018
Accepted: April 15, 2019
ePublished: June 20, 2019

ABSTRACT

Aims & Backgrounds One of the most important incidents of heavy precipitation is the heavy loses. Heavy Precipitation regimes can help to identify the climate of each region. Many economic activities (especially agriculture) are adjusted based on the precipitation regime. Change of precipitation regime, in addition to significant environmental impacts, can affect the habits and economic activities and their incomes.

Identification of homogeneous precipitation regions is one of the most important prerequisites for environmental planning, especially resource management and spatial planning programs. This research aimed to zoning the Iranian Heavy precipitation regime over 20 years (1996-2016).

Methodology The daily precipitation data of 153 synoptic station were used to zoning the heavy precipitation regime. For implementation of the PCA model, a matrix with the dimensions of 153×12 was created. By analyzing the main components on the matrix, the first six components were selected. The stations were grouped in the six areas of homogeneous heavy precipitation by k-mean clustering of Standard score matrix of selective components.

Findings The regime of autumn heavy precipitation had the most factor score among the 6 regimes. The maximum heavy precipitation of spring-summer pattern (second pattern) was in April to July. The third pattern (absolute spring regime) had the highest heavy precipitation in April and May. The fourth pattern of early winter had the highest heavy precipitation in October, November, December, and January. In the fifth pattern, a large part of the heavy precipitation was in the summer. The heavy precipitation maximum of the sixth pattern was in the summer.

Conclusion There are 8 regimes of heavy precipitation in Iran which the maximum of heavy precipitation is in the Azerbaijani and north Azerbaijan regimes at the first half of the year and in the other regimes at the second half of the year.

Keywords Iran; Main Component Analysis; Multi-Average Clustering; Heavy Rainfall Regime; Equamax Rotation

CITATION LINKS

[Alexander, et al; 2006] Global observed changes in daily ...; [Alijani; 2001] Iran rainfall ...; [Alijani, et al; 2011] Atmospheric circulation patterns of ...; [Alijani; 2002] Synoptic ...; [Dinpashoh, et al; 2004] Selection of variables for the purpose ...; [Domroes & Ranatung; 1993] A statistical approach toward a ...; [Domroes, et al; 1998] An analysis of regional and intra-annual ...; [Dostkamyan & Mirmosavi; 2015] The study and analysis the clusters ...; [Farajzadeh-Asl; 1995] Drought analysis and forecasting ...; [Ghayoor, et al; 2011] Analysis of temporal and spatial events ...; [Janbaz Ghobadi, et al; 2011] Identify the patterns of severe winter ...; [Masoodian; 2005] Identification of Iran's rainfall regime ...; [Masoodian; 1998] Investigating the system of temporal ...; [Masoodian & Ataee; 2005] Identification of Iranian rainfall ...; [Masoodian; 2009] Precipitation regions of ...; [Modarres & Sarhadi; 2011] Statistically-based ...; [Mofidi, et al; 2007] Determination of the pattern of extreme ...; [Nazeri Tohroodi, et al; 2013] Comparison of normalizing ...; [Seibert, et al; 2007] Synoptic and regional patterns of ...; [Peterson, et al; 2001] Report on the activities of the working ...; [Raziei; 2017] Identification of precipitation regimes of Iran using ...; [Raziei, et al; 2008] A precipitation-based regionalization for ...; [Raziei & Azizi; 2007] The zoning of the western rainforest ...; [Regenmortel; 1995] Regionalization of Botswana rainfall during ...; [Raziei; 2017] Identification of Iranian rainfall regimes ...; [Richman; 1986] Rotation of principal ...; [Seibert, et al; 2007] Synoptic and regional patterns of heavy ...; [Yarnal; 1993] Synoptic climatology in environmental ...; [Zhang, et al; 2005] Trends in Middle East climate extreme ...; [Summer, et al; 1993] The spatial organization of daily rainfall over ...; [Bravo, et al; 2012] Cluster analysis for validated ...; [Jackson & Weinand; 1995] Classification of tropical rainfall ...; [Kaufman & Rousseuw; 1990] Finding Groups in Data: An introduction to cluster ...; [Masoodian; 2004] Temperature trends in Iran during the last half ...; [Reiser & Kutiel; 2007] The rainfall regime and its ...; [Romero, et al; 1999] A classification of the atmospheric circulation pattern producing significant daily ...

ناحیه‌بندی رژیم بارش‌های حدی ایران در دوره ۲۰ساله

محترم محمدپاریان MA

گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران

تقی طاوسی* PhD

گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران

محمود خسروی PhD

گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران

محسن حمیدیان‌پور PhD

گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران

چکیده

اهداف و زمینه‌ها: یکی از مهم‌ترین رخدادهای حدی، بارش‌های سنگین است که هر ساله خسارات فراوانی را به دنبال دارد. رژیم بارش‌های سنگین می‌تواند در شناسایی اقلیم هر منطقه کمک شایانی کند. بسیاری از فعالیت‌های اقتصادی (به‌ویژه کشاورزی) بر پایه رژیم بارندگی تنظیم می‌شود. دگرگونی رژیم بارش افزون بر اثرات قابل‌توجه زیست‌محیطی می‌تواند عادات و فعالیت‌های اقتصادی و نیز درآمدهای حاصل از آن را متأثر سازد. شناسایی مناطق همگن بارشی مهم‌ترین پیش‌نیاز برنامه‌ریزی‌های محیطی به‌ویژه برنامه‌های مدیریت منابع و آمایش سرزمین است. هدف این پژوهش، ناحیه‌بندی رژیم بارش‌های حدی ایران در دوره ۲۰ساله اخیر بود.

روش‌شناسی: به‌منظور ناحیه‌بندی رژیم بارش‌های حدی ایران از داده‌های بارش روزانه ۱۵۳ ایستگاه همدید (۱۹۹۶-۲۰۱۶) استفاده شد. برای اجرای روش PCA ماتریسی به ابعاد ۱۲×۱۵۳ تشکیل شد. با تحلیل مؤلفه‌های اصلی روی ماتریس مورد نظر، ۶ مؤلفه اول انتخاب و سپس با خوشه‌بندی K-Mean روی ماتریس نمره استاندارد مؤلفه‌های انتخابی، ایستگاه‌های مورد مطالعه به ۸ منطقه همگنی بارش‌های حدی گروه‌بندی شد.

یافته‌ها: رژیم اول (رژیم بارش‌های حدی پاییزه) بالاترین نمره عاملی را در بین ۶ رژیم دیگر داشت. بیشینه بارش‌های حدی الگوی بهار-تابستانه (الگوی دوم) در ماه‌های آوریل تا جولای بود. الگوی سوم (رژیم مطلق بهار) دارای بیشینه بارش‌های حدی در ماه‌های آوریل و می بود. الگوی چهارم مربوط به اوایل زمستان دارای بیشینه بارش‌های حدی در اکتبر، نوامبر، دسامبر و ژانویه بود. در الگوی پنجم، بخش بزرگی از بارش‌های حدی در تابستان بود. حداکثر بارش‌های حدی الگوی ششم که در اکثر ایران حاکمیت داشت، در زمستان (مارس) بود.

نتیجه‌گیری: هشت رژیم بارش حدی در ایران وجود دارد که رژیم‌های آذربایجانی و آذربایجان شمالی در نیمه نخست سال و سایر رژیم‌ها در نیمه دوم سال دارای بالاترین میزان بارش‌های حدی هستند.

کلیدواژه‌ها: ایران، تحلیل مؤلفه اصلی، خوشه‌بندی چند میانگین، چرخش اکو ماکس، رژیم بارش‌های سنگین

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۶/۲۷

تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۱/۲۶

نویسنده مسئول: t.tavousi@gep.usb.ac.ir

مقدمه

شناسایی مناطق همگن اقلیمی از دیرباز مورد توجه آب و هواشناسان بوده است. آنها با استفاده از روش‌های گوناگون و براساس متغیرهای مهم اقلیمی مانند بارش و دما، کره زمین را به مناطق همگن اقلیمی طبقه‌بندی می‌کردند [Raziei, 2017]. بارش یکی

از عناصر مهم در شناسایی اقلیم هر منطقه است. رژیم بارش به معنای نسبت بارش دریافتی هرماه از کل بارش سالانه است [Masoudian, 2005]. رژیم بارش نشانگر توزیع زمانی بارش و بیانگر شمار چرخه‌های بارندگی در طی سال است در نتیجه حاوی چرخه ایست که نشان‌دهنده افت‌وخیز بارش در طی سال است. اگر این اتفاق رخ دهد، رژیم بارش را رژیم متمرکز می‌گویند. اگر بجای یک افت‌وخیز در سری زمانی ماهانه بارش دو یا چند افت‌وخیز در بارش دیده شود، بارش با انقطاع در چند ماه یا چند فصل روی می‌دهد. در این صورت بارش غیرمتمرکز خواهد بود. بسیاری از فعالیت‌های اقتصادی (به‌ویژه کشاورزی) بر پایه رژیم بارندگی تنظیم می‌شود دگرگونی رژیم بارش افزون بر اثرات قابل‌توجه زیست محیطی می‌تواند عادات و فعالیت‌های اقتصادی و نیز درآمدهای حاصل از آن را متأثر سازد. شناسایی مناطق همگن بارشی مهم‌ترین پیش‌نیاز برنامه‌ریزی‌های محیطی به‌ویژه برنامه‌های مدیریت منابع و آمایش سرزمین است. در این پژوهش هدف مطالعه ناحیه‌بندی رژیم‌های بارش حدی است.

براساس مطالعات و بررسی‌های صورت گرفته توسط نویسندگان تاکنون (۱۳۹۷) در ایران مطالعات چندانی در زمینه ناحیه‌بندی رژیم‌های بارش‌های حدی با داده‌های ایستگاهی صورت نگرفته است. رجنمورتل [Regenmortel, 1995] بارش‌های روزانه بوتسوانا را با استفاده از روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بررسی نمود. در این مطالعه از داده‌های بارش روزانه ۴۹ ایستگاه هواشناسی برای یک دوره ۹ساله از سال ۱۹۸۰ تا ۱۹۸۸ استفاده شده است. در این پژوهش با استفاده از چرخش واریماکس تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بر روی ماتریس همبستگی پیرسون، ۵ تا ۸ مؤلفه اصلی را انتخاب نمودند. بنا بر نظر محقق چون بوتسوانا از نظر فیزیوگرافی بسیار همسان است، پس اختلاف موجود بین نواحی بارش فقط از توپوگرافی تبعیت نمی‌کند بلکه اثرات سینوپتیکی (گردش عمومی هوا) تبیین‌کننده این اختلاف است. دمروس و همکاران [Domroes et al, 1998] به روش تحلیل مؤلفه اصلی و تحلیل خوشه‌ای روی بارش ماهانه ۷۱ ایستگاه ایران سه مؤلفه اصلی و پنج رژیم بارش در ایران شناسایی کرده‌اند. این پژوهش یکی از نخستین کوشش‌هایی است که برای شناسایی نواحی بارشی ایران به کمک روش‌های نوین انجام گرفته است. اساس این پهنه‌بندی داده‌های ماهانه بوده و به‌جای تک‌تک نقاط مکانی به طبقه‌بندی ایستگاه‌ها پرداخته‌اند. سیبرت و همکاران بر روی داده‌های بارش سنگین طی سال‌های ۱۹۷۰ تا ۱۹۹۳ با استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای هفت الگوی همدید و هفت ناحیه بارشی را در اتریش شناسایی کردند [Seibert et al, 2007]. دین‌پژوه و همکاران نیز از میان ۵۷ متغیر اقلیمی وابسته به بارش در ۷۷ ایستگاه همدیدی و اقلیم‌شناسی پراکنده در سطح کشور برای دوره آماری ۱۹۵۶ تا ۱۹۹۸، ۱۲مورد را به پیشنهاد کرزانوفسکی را انتخاب کردند و با تحلیل مؤلفه‌های اصلی و خوشه‌بندی بر روی ۱۲متغیر انتخابی توانستند کل کشور را به ۶ منطقه همگن و ۱ ناحیه غیر همگن از نظر

است که بخش‌های زیادی از نواحی مرکزی ایران از آستانه بارش‌های شدید پایین برخوردار بوده است. با تحلیل مؤلفه‌های اصلی بر روی ماتریس میانگین درصد بارش ماهانه ایستگاه‌ها در دوره آماری ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۴، پنج مؤلفه اول را انتخاب و سپس با خوشه‌بندی وارد بر روی ماتریس نمره استاندارد مؤلفه‌های انتخابی ایستگاه‌های مورد مطالعه را به ۱۰ منطقه همگن بارشی گروه‌بندی کرد. نتایج این پژوهش بیانگر آن است که رژیم‌های بارشی آذربایجان شمالی و جنوبی با بیشینه بارش در مه و آوریل بخش‌هایی از شمال غرب ایران را پوشش می‌دهند. رژیم بارشی جنوب-جنوب‌غربی با بیشینه بارش در ژانویه، پس‌کرانه‌های خلیج فارس و رژیم بارشی کوهستانی غربی با بیشینه بارش در ماه مارس، بخش کوهستانی غرب ایران را دربر می‌گیرند. رژیم بارشی خزری هم با بیشینه پاییزه و توزیع تقریباً مناسب بارش در سال کرانه‌های دریای خزر را شامل می‌شود. بخش مرکزی-شمال شرقی و بخش مرکزی-شرقی ایران هم دارای رژیم بارشی مرکزی-شمال شرقی و رژیم بارشی مرکزی-شرقی هستند که در آنها زمستان پر بارش‌ترین فصل و مارس پر بارش‌ترین ماه سال است اما فصل بارش در رژیم بارشی مرکزی-شرقی کوتاه‌تر است. کرانه‌های دریای عمان و بخش بزرگی از جنوب شرق ایران هم به ترتیب دارای رژیم بارشی ساحلی جنوب شرقی و رژیم بارشی موسمی جنوب شرقی است که در آنها بارش‌های موسمی تابستانه قابل توجه است. ارتفاعات البرز مرکزی و پس‌کرانه‌های دور شرق دریای خزر نیز دارای رژیم بارشی کوهستانی البرز مرکزی است که در آن بارش به‌طور تقریباً منظمی در همه ماه‌های سال توزیع شده است [Raziei, 2017].

بررسی پژوهش‌های انجام‌گرفته در کشور نشان می‌دهد که مطالعه در زمین ناحیه‌بندی رژیم بارش‌های حدی در ایران، کمتر مورد توجه قرار گرفته است. در مطالعات صورت گرفته در این زمینه فقط به رژیم‌های بارش و خصوصیات و ویژگی‌های آنها پرداخته شده است در صورتی‌که پژوهشی در زمینه رژیم بارش‌های حدی صورت نپذیرفته است. از این‌رو، هدف از پژوهش حاضر ناحیه‌بندی رژیم بارش‌های حدی ایران در دوره ۲۰ساله اخیر بود (شکل ۱).



شکل ۱) پراکنش ایستگاه‌های مورد مطالعه روی نقشه ایران

ویژگی‌های بارشی تقسیم کنند [Dinpashoh et al, 2004]. رضیئی و همکاران [Raziei et al, 2008] نیز با تحلیل مؤلفه‌های اصلی بر روی ۹ متغیر وابسته به بارش و خوشه‌بندی مؤلفه‌های به‌دست‌آمده، ۵ منطقه همگن بارشی برای غرب ایران شناسایی کردند. کابریا و همکاران [Bravo Cabrera et al, 2012] با استفاده از داده‌های بارش ۳۵ تا ۴۰ سال برای ایستگاه مکزیک به روش تحلیل خوشه‌ای K-Mean و با چرخش واریماکس در نهایت دو گروه بارشی را برای مکزیک ارائه دادند. فرج زاده اصل [Farajzadeh Asl, 1995] با استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای و براساس داده‌های بارش ماهانه و دخالت انحراف معیار رژیم بارش ایران را به شش گروه: رژیم بیابانی، رژیم مدیترانه‌ای، رژیم مدیترانه‌ای کوهستانی، رژیم نیمه بیابانی، رژیم نیمه مرطوب و رژیم مرطوب تقسیم نموده است. مسعودیان [Masoudian, 2005] به شناسایی رژیم‌های بارش ایران با استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای پرداخت در این پژوهش ۳ رژیم اصلی بارشی برای ایران شناسایی گردید. رژیم بارش زمستانی، رژیم بارش زمستانی-بهاری و رژیم بارش پاییزی. نتایج این پژوهش حاکی از آن است که رژیم بارشی در ایران با عرض جغرافیایی ارتباط دارد. مسعودیان و عطایی [Masoudian & Ataei, 2005] با انجام تحلیل خوشه‌ای بر روی نیم سده ماهانه ایران ۵ ناحیه بارشی شناسایی کرده‌اند. مدرس و سرحدی [Modarres & Sarhadi, 2011] در پژوهشی تحت عنوان توابع توزیع منطقه‌ای بارش ایران بیان می‌کند که بارش ایران دارای تغییرات زمانی-مکانی شدیدی است. نتایج حاصل از این پژوهش بیان می‌کند که در ایران هشت ناحیه همگن بارشی براساس بارش سالانه وجود دارد که تأثیر نزدیکی به دریا، اثرپذیری از ارتفاعات و تأثیر عرض جغرافیایی را به‌خوبی نشان می‌دهد.

مسعودیان [Massoudian, 2009] با انجام یک تحلیل خوشه‌ای به کمک داده‌های بارش روزانه ۳۳۳ ایستگاه سینوپتیک و کلیماتولوژی و با انجام یک تحلیل خوشه‌ای بر روی فواصل اقلیدسی به روش ادغام وارد ماتریسی به‌اندازه ۵۲۱۴×۳۶۶ نشان داد که برحسب مقدار و زمان دریافت بارش در ایران هشت ناحیه بارشی متمایز وجود دارد. آرایش جغرافیایی این نواحی آشکار می‌سازد که هرچند مقدار بارش تا اندازه‌ای به ناهمواری‌ها وابسته است اما زمان دریافت بارش بیشتر آرایش مداری دارد و با پیشروی و پس‌روی سامانه‌های همسید وابستگی دارد. دوستکامیان و میرموسوی [Dostkamyani & Mirmosavi, 2015] به بررسی و تحلیل خوشه‌های آستانه بارش‌های شدید ایران پرداختند. چهار ناحیه به شرح زیر مشخص شد: ناحیه ۱ با آستانه بارش‌های شدید زیاد و ضریب تغییرات زیاد (ناحیه ۱)، ناحیه ۲ با آستانه بارش متوسط و ضریب تغییرات متوسط (ناحیه ۲)، ناحیه ۳ با آستانه بارش شدید بسیار زیاد و ضریب تغییرات بسیار کم ناحیه ۳ و ناحیه ۴ با آستانه بارش شدید بسیار کم و ضریب تغییرات بسیار زیاد (ناحیه ۴). در بین نواحی یادشده ناحیه سوم یعنی کرانه‌های ساحلی دریای خزر دارای بالاترین آستانه بارش‌های شدید بوده است این در حالی

روش‌شناسی

تحقیق حاضر با استفاده از روش‌های آماری به پهنه‌بندی رژیم بارش‌های حدی در ایران پرداخته است. گردآوری داده‌ها در این پژوهش به صورت میدانی و از طریق سازمان هواشناسی کشور دریافت گردیده است. سپس با استفاده از نرم‌افزارها SPSS 22 تجزیه و تحلیل، و در نهایت از طریق نرم‌افزار GIS 10 نقشه‌های ناحیه‌بندی رژیم بارش‌های حدی ترسیم گردید. از داده‌های بارش روزانه ۱۵۳ ایستگاه همدیدی کشور برای دوره آماری ۲۰ساله (۲۰۱۶-۱۹۹۶) که از سازمان هواشناسی کشور تهیه گردید، استفاده شده است. گرچه بسیاری از ایستگاه‌های مورد مطالعه از آمار طولانی‌تری برخوردارند اما در اینجا به منظور یکدست بودن مطالعه و همچنین به دست آمدن یک شبکه منظم از نقاط، دوره آماری کوتاه‌تری در نظر گرفته شد. در این دوره آماری اکثر ایستگاه‌های مورد استفاده از آمار کامل برخوردار هستند. در شکل ۱ ملاحظه می‌شود که پراکنش ایستگاه‌ها در سطح کشور دارای نظم و تراکم بالایی است که شرایط آرمانی را برای ناحیه‌بندی رژیم بارش‌های حدی کشور فراهم نموده است. این شبکه ایستگاهی همچنین یکی از پیش‌نیازهای روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی را که همان توزیع تقریباً یکنواخت نقاط است، تأمین و از انحراف نتایج جلوگیری می‌کند. یکی دیگر از پیش‌نیازهای روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی نرمال بودن داده‌ها یا محدود بودن دامنه تغییرات داده‌هاست [Richman, 1986]. از این رو در این پژوهش به جای استفاده از مقدار واقعی بارش، از لگاریتم مقدار بارش روزانه استفاده شده است تا از دامنه تغییرات داده‌ها کاسته شده و توزیع داده‌ها به توزیع نرمال نزدیک‌تر شود. استفاده از لگاریتم مقادیر بارش روزانه، از دادن وزن بیشتر به نقاط با مقدار بارش زیادتر جلوگیری می‌کند [Nazeri, Tohroodi et al, 2013; Raziei, 2017].

تحلیل مؤلفه اصلی

تحلیل مؤلفه‌های اصلی و خوشه‌بندی از جمله روش‌هایی هستند که برای منطقه‌بندی‌های اقلیمی به کار می‌روند. در آب و هواشناسی از چهار آرایه P.R.S و T برای تحلیل مؤلفه‌های اصلی استفاده می‌شود [Yarnal, 1993]. از آنجاکه داده‌های اقلیمی حاوی اطلاعاتی درباره پراکنندگی مکانی و تغییرات زمانی برای هر عنصر اقلیمی است، لذا می‌توان با پردازش داده‌های اقلیمی مبادرت به تفکیک مکانی و ایجاد قلمروهای همگن و همچنین گروه‌های زمانی مشابه نمود. فن انجام این کار به کارگیری روش آماری تحلیل خوشه‌ای است که روش بسیار مناسب و ایده‌آل برای پهنه‌بندی مکانی یا دسته‌بندی زمانی عناصر اقلیمی است. چگونگی آرایش داده‌ها در به دست آمدن ترکیبات زمانی یا مکانی داده‌ها بسیار حایز اهمیت است. به طوری که اعمال تحلیل خوشه‌ای بر روی ماتریس داده‌ها با آرایش T (مکان روی سطرها و زمان روی ستون‌ها) به تفکیک مکانی منجر شده لیکن در آرایش S (زمان روی سطرها و مکان روی ستون‌ها) تفکیک زمانی حاصل می‌گردد [Masoudian & Ataee, 2005]. برای تحلیل مؤلفه‌های اصلی

معمولاً از ماتریس همبستگی یا ماتریس هم پراش بین متغیرها استفاده می‌شود. استفاده از ماتریس همبستگی موجب استاندارد شدن داده‌ها و در نظر گرفتن وزن برابر برای آنها می‌شود. مؤلفه‌های انتخابی را نیز معمولاً به یکی از روش‌های چرخش مایل یا عمودی چرخش می‌دهند تا اطلاعات موجود در داده‌ها خود را بهتر نمایش داده و تفسیر آنها ساده‌تر شود. چرخش عمودی به شیوه وریمکس و چرخش مایل به شیوه پرومکس بیشتر از هر روش دیگری استفاده می‌شود [Richman, 1981]. در میان اقلیم شناسان تعریف یکسانی از روزهای بارشی وجود ندارد. سامر و گایچارو [Summer & Guijaro, 1993] روزی را بارانی می‌داند که دست‌کم ۰/۱ میلی‌متر بارش داشته باشد. دومروس و راناتونگ [Domroes & Ranatung, 1993] به نقل از منابع مختلف روزهای ۰/۱، ۰/۱۵، ۰/۲۰، ۰/۲۵ و ۰/۳۰ را روزهای بارشی معرفی نموده‌اند. علیجانی روز بارانی را روزی معرفی می‌کند که بیشتر از ۱ میلی‌متر بارندگی داشته باشد. در این پژوهش براساس معیار قراردادی بارش، روز بارشی روزی لحاظ گردید که میزان بارش آن بیشتر از ۱ میلی‌متر باشد [Alijani, 2002]. در گام بعدی جهت بررسی بارش‌های حدی از میان شاخص‌هایی که جهت این امر وجود دارند شاخص پایه صدک که هم‌اکنون رایج‌ترین روش محاسبه و تعیین بارش‌های حدی به شمار می‌رود، استفاده گردید. براساس توافق بین‌المللی، از تعداد کل روزهای بارشی، روزهای برابر یا بالاتر از صدک ۹۵ ام و ۹۹ ام به ترتیب به مثابه روزهای دارای بارش شدید و بارش حدی در نظر گرفته می‌شوند [Zang et al, 2005; Alexander et al, 2006; Peterson et al, 2001]. روزهایی که برابر یا بالاتر از صدک ۹۵ ام به منزله روزهای بارش‌های حدی انتخاب گردید. جهت بررسی و شناسایی رژیم بارش‌های حدی ایران، مقادیر بارش روزانه ۱۵۳ ایستگاه مورد مطالعه در ماتریسی به ابعاد 153×12 (m×n) در چیدمان T ساخته شد. در این ماتریس عدد ۱۲ (n) و ۱۵۵ (m) به ترتیب معرف تعداد ماه‌های سال و تعداد ایستگاه‌ها است. پس از اطمینان از امکان استفاده از روش تحلیل مؤلفه اصلی برای کاهش تعداد داده‌ها، این روش با آرایه T بر روی ماتریس همبستگی داده‌ها اجرا شد. بعد از اجرای PCA با استفاده از آزمون غربالی تعداد ۶ عامل یا مؤلفه اول که مجموعاً ۸۹٪ واریانس کل داده‌ها را تشکیل می‌دهند، برای استفاده در روش خوشه‌بندی انتخاب شدند (۶ عامل وجود دارند که مقادیر ویژه بزرگ‌تر از ۱ دارا می‌باشند). در آزمون غربالی مقادیر ارزش ویژه مؤلفه‌ها در برابر تعداد مؤلفه‌ها روی نمودار برده می‌شوند و از روی خط شیب این نمودار می‌توان در مورد تعداد مؤلفه‌هایی که می‌تواند نگه داشت تصمیم گرفت. عامل‌های حاصل ممکن است نتوانند خوشه‌بندی متغیرها را به نحو کاملاً مستقل از همدیگر انجام دهند، یا اینکه ممکن است بارگوبه متغیرها با عامل‌های متعددی بالا باشد، در صورتی که باید پردازش به گونه‌ای باشد که متغیر با یک عامل، بالاترین بارگوبه معنی‌دار را داشته باشد. برای حصول چنین نتیجه‌ای معمولاً عامل‌ها چرخش داده می‌شوند. چرخش عامل‌ها

روی ماه‌های آوریل و مه که نمایشگر اهمیت بارش در این ماه‌هاست؛ و بیانگر رژیم بهاره مطلق است. در شکل ۳ گستره زیرپوشش این بارش‌ها را به ترتیب در شمال غرب و به‌صورت مختصری در شمال شرق ایران نمایش می‌دهد. عامل چهارم نیز با بار مثبت بسیار زیاد بر روی ماه‌های دسامبر و ژانویه نمایشگر بارش‌های حدی زمستانه است (جدول ۲). مناطق تحت سیطره این رژیم که معروف به رژیم زمستانه (چله) است در نیمه غربی ایران است؛ که حداکثر تعداد روزهای بارش حدی را در اوایل زمستان دارا است. عامل پنجم با بارگویی بالا و مثبت بر روی ماه‌های جولای، اوت و سپتامبر بیانگر رژیم تابستانه (تموز) است. عامل پنجم نیمه شمالی و به‌صورت پراکنده بخش‌هایی از جنوب شرق و جنوب ایران را در برگرفته است. عامل ششم از بالاترین بارگویی مثبت در ماه‌های فوریه و مارس برخوردار است. در نقشه مربوط به عامل ششم گستردگی این مؤلفه در بخش‌های مختلف و پراکنده در سراسر ایران قابل‌مشاهده است. با توجه به شکل ۳ ملاحظه می‌شود که نقشه پراکنش نمره استاندارد عامل‌های اول تا ششم به‌خوبی تفاوت‌های مکانی مناطق مختلف کشور را از نظر دریافت بارش نشان می‌دهد. از این‌رو نمره استاندارد مؤلفه‌های یادشده معیار خوبی برای گروه‌بندی ایستگاه‌های مختلف کشور از نظر شکل توزیع بارش یا رژیم بارشی هستند.

شکل ۲ نمودارهای خطی مربوط به هر رژیم را نشان می‌دهد. در رژیم اول (رژیم بارش‌های حدی پاییزی) بالاترین نمره عاملی را در بین ۶ رژیم دیگر دارا است. نمودار دوم الگوی بارش حدی بهاره-تابستانه را نمایش می‌دهد که بیشینه بارش‌های حدی آن در ماه‌های آوریل تا جولای است. الگوی سوم (رژیم مطلق بهاره) که در پژوهش حاضر تحت عنوان الگوی بارش‌های نیسان نام‌گذاری شده است. دارای بیشینه بارش‌های حدی در ماه‌های آوریل و می است. الگوی چهارم مربوط به اوایل زمستان است و به الگوی بارش‌های حدی زمستانه (چله) نام‌گذاری شده است (بیشینه اکتبر، نوامبر، دسامبر و ژانویه). در الگوی پنجم که در این مطالعه به الگوی تموز شناخته می‌شود، بخش بزرگی از بارش‌های حدی خود را در تابستان دریافت می‌کند؛ و درنهایت الگوی ششم که در اکثر ایران حاکمیت دارد، حداکثر بارش‌های حدی این رژیم در زمستان (مارس) است.

جدول ۲) مقدار بارگویی مؤلفه‌های انتخابی چرخش یافته به شیوه اکواماکس

ماه	عامل اول	عامل دوم	عامل سوم	عامل چهارم	عامل پنجم	عامل ششم
ژانویه				۰/۸۶		
فوریه					۰/۹۵	
مارس					۰/۶۷	
آوریل			۰/۹۰			
مه		۰/۶۹	۰/۵۸			
ژوئن		۰/۹۳				
جولای		۰/۶۷		۰/۵۶		
اوت				۰/۹۰		
سپتامبر	۰/۷۸				۰/۵۲	
اکتبر	۰/۸۸					
نوامبر	۰/۸۵					
دسامبر					۰/۸۲	

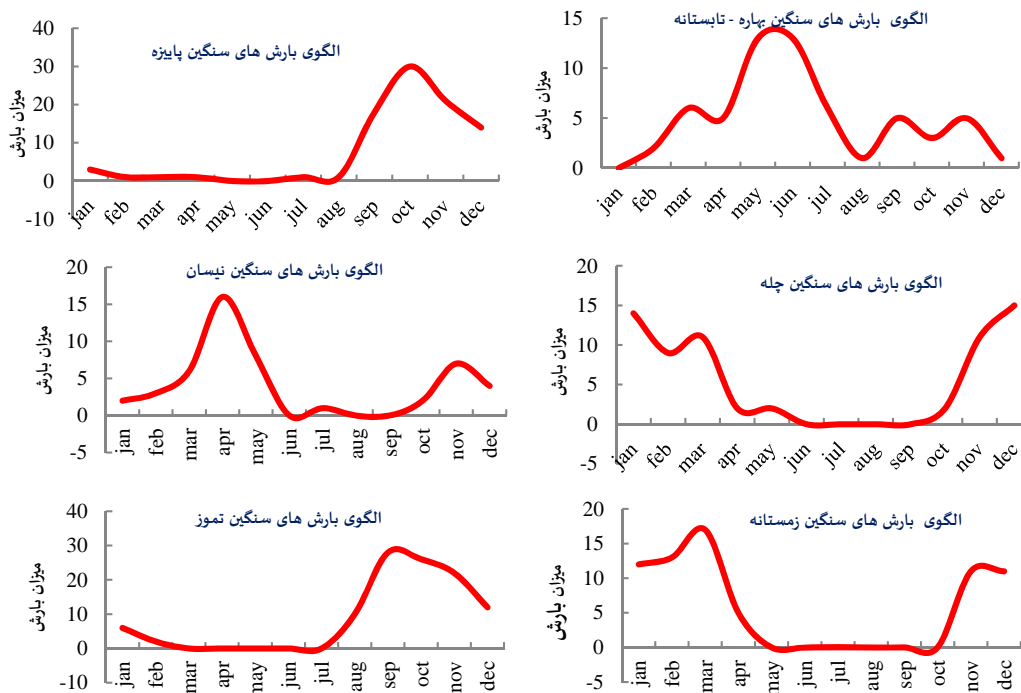
معمولاً به دو صورت عمودی و مایل انجام می‌شود [Alijani, 2002]. درنهایت مؤلفه انتخاب‌شده به روش اکواماکس که یکی دیگر از روش‌های چرخش مؤلفه‌های انتخابی است، چرخش داده شد تا ساختار موجود در داده‌ها بهتر شناسایی شود. جدول ۱ درصد واریانس و واریانس تجمعی مؤلفه‌های انتخابی را نشان می‌دهد. در گام بعدی پژوهش با استفاده از تجزیه خوشه‌ای که ابزار میان‌بر تحلیل داده‌هاست و هدف آن نظم دادن به اشیاء مختلف به گروه‌هایی که درجه ارتباط بین دو شیء اگر آنها به یک گروه تعلق داشته باشند حداکثر و در غیر این صورت حداقل است. در این روش گروه‌بندی مشاهدات براساس فاصله بین آنها انجام می‌گیرد؛ یعنی مشاهداتی که از همدیگر فاصله کمتری دارند جزء یک گروه قرار می‌گیرند. هدف اصلی خوشه‌بندی ایجاد گروه‌ها و طبقاتی است که تنوع و تفرق درون گروهی آنها کمتر از تفرق درون گروهی آنها کمتر از تفرق و پراکنش بین گروهی باشد [Alijani, 2002]. جهت شناسایی و انتخاب تعداد خوشه‌های بهینه از روش K-means استفاده شد. این روش برای ناحیه‌بندی روزهای بارش حدی بر روی کل ماتریس بارگویی (با ۶ عامل) به‌کاربرده شده است. این الگوریتم مجموع مربعات درون گروهی (W) را کاهش می‌دهد با افزایش تعداد گروه (K) مقدار W کاهش می‌یابد. در روش خوشه‌بندی K-means تعداد گروه‌ها قبل از انجام فرآیند، باید تعیین گردد، که تعداد مناسب گروه‌ها با افزایش معنی‌داری انتخاب شدند. درنهایت با توجه به خروجی روش K-means برای پراکندگی رژیم بارش‌های حدی در ایران ۸ رژیم بارش حدی شناسایی شد.

جدول ۱) درصد واریانس و واریانس تجمعی پیش از چرخش و پس از چرخش

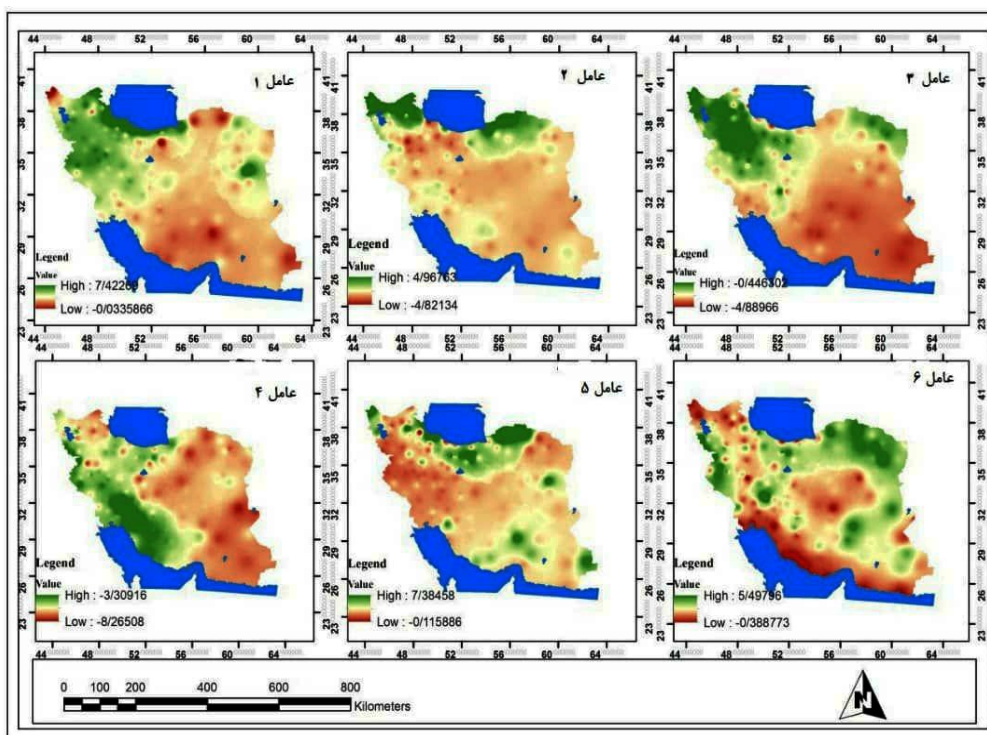
عامل‌ها	بدون چرخش		چرخش به شیوه اکواماکس	
	پراش	بار عامل‌ها	پراش	بار عامل‌ها
اول	۳۱/۷۳۵	۳/۸۰۸	۳۱/۷۳۵	۳/۸۰۸
دوم	۲۱/۵۱	۲/۵۸۱	۲۱/۵۱	۲/۵۸۱
سوم	۱۸/۶۹۹	۲/۲۴۴	۱۸/۶۹۹	۲/۲۴۴
چهارم	۷/۷۰۶	۰/۹۲۵	۷/۷۰۶	۰/۹۲۵
پنجم	۵/۵۰۹	۰/۷۰۸	۵/۵۰۹	۰/۷۰۸
ششم	۳/۸۹۷	۰/۴۶۸	۳/۸۹۷	۰/۴۶۸

یافته‌ها

نتایج این پژوهش نشان داد که ۶ عامل حدود ۸۹٪ پراش تجمعی را تبیین کرده است. در جدول ۱ مقادیر بار عاملی و پراش تبیین شده توسط عوامل شش‌گانه بدون چرخش و با چرخش اکواماکس نشان داده شده است. با توجه به جدول ۲ ملاحظه می‌شود که عامل اول بیشترین بار را بر روی ماه‌های سپتامبر، اکتبر و نوامبر (با بار مثبت) و مارس (با بار منفی) دارد؛ که گویای سهم درخور توجه بارش‌های حدی این ماه‌ها در بخش گسترده‌ای از شمال ایران است (شکل ۳، عامل اول). عامل دوم بار مثبت بسیار بالا را بر روی ماه‌های مه، ژوئن و جولای دارا است. به عبارتی بارش‌های بهاری (نیسان) بخش شمالی مناطق شمال غرب و همچنین غرب ایران را دربر گرفته است. رژیم مربوط به عامل دوم رژیم بهاره تابستانه است. با توجه به جدول ۲ مؤلفه سوم با داشتن بیشترین بارگویی مثبت بر



شکل ۲) الگوی بارش‌های حدی ایران



شکل ۳) توزیع مکانی نمره استاندارد مقادیر مؤلفه‌های اول تا ششم پس از چرخش به شیوه اکوامکس

پراکنندگی جغرافیایی قلمرو این رژیم‌ها در شکل شماره ۵ به نمایش گذاشته شده‌است.

تعداد ۵ ایستگاه همدیدی استان‌های شمال غرب ایران و استان گلستان در محدوده رژیم بارش‌های حدی البرز شرقی واقع شده‌اند. بارش‌های حدی این رژیم از لحاظ توزیع زمانی در تمام طول سال به‌طور منظم پراکنده شده‌است. افزایش چشمگیر فعالیت‌های همرفتی

بحث

با توجه به اینکه ایران در منطقه‌ای خشک واقع شده‌است تغییرات زمانی بارش‌های در آن بسیار زیاد است. به کمک تجزیه و تحلیل‌های آماری، برای ایران ۸ رژیم بارش سنگین شناسایی و سپس ناحیه‌بندی گردید. اسامی که برای هرکدام از نواحی انتخاب گردیده است برگرفته از موقعیت جغرافیایی این رژیم‌ها است.

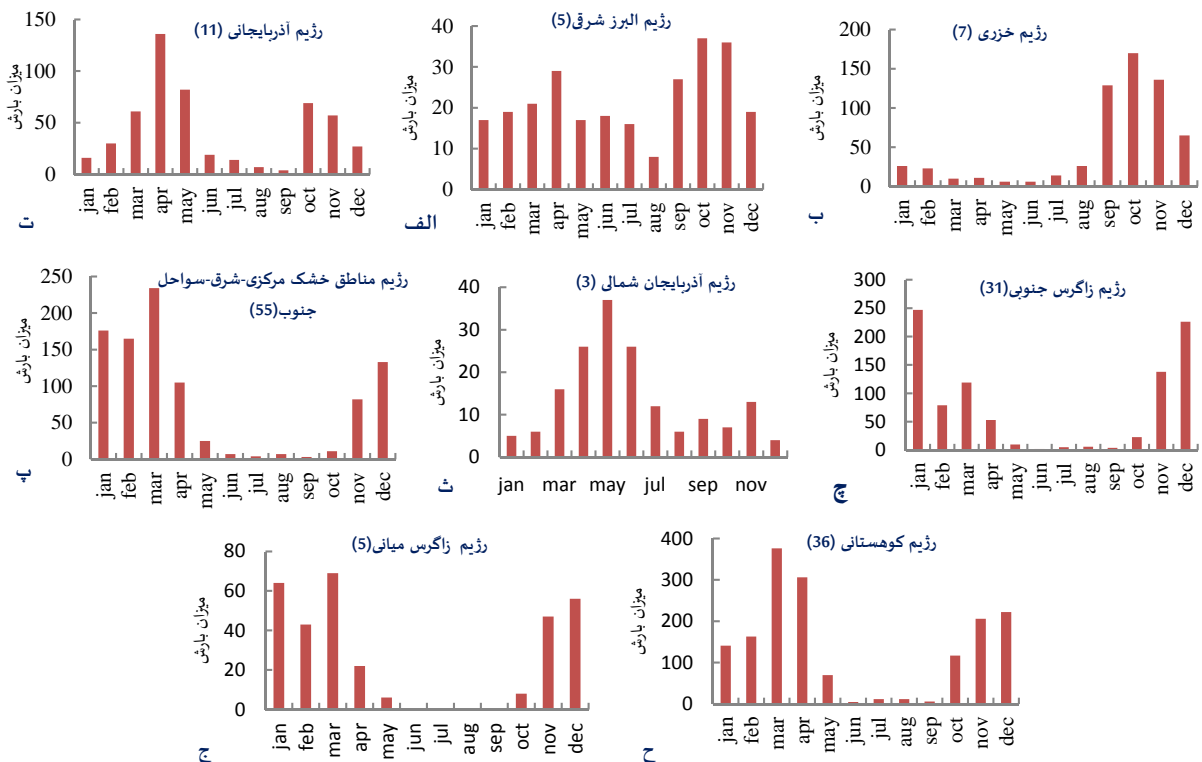
این رژیم با شرایط جغرافیایی این بخش از ایران است که می‌توان یکی از دلایل گستردگی این رژیم را دریافت نامنظم بارش‌های حدی این نواحی در طی سال ذکر نمود. این بدان معناست که الگوی زمانی منظمی برای بارش‌های حدی این رژیم وجود ندارد و به‌صورت پراکنده در هر ۴ فصل از سال بارش‌های حدی را دریافت می‌نمایند. علیرغم همه تحقیقات صورت گرفته، هنوز میزان نقش و اهمیت سامانه‌های مقیاس همدید از جمله پرفشار جنب‌حاره‌ای ایران، کم‌فشار موسمی هند، ناوه‌ی شب ایستای شمالی و به‌طورکلی ساختار گردش جو در زمان وقوع بارش‌های تابستانه جنوب شرق ایران به‌خوبی مشخص نشده است [Alijani et al, 2011]. در تابستان سامانه‌های باران‌زا در سواحل خزر رو به تضعیف می‌باشند و سامانه‌های باران‌زایی که جنوب شرق ایران را تغذیه می‌کنند رو به تقویت می‌باشند.

جدول ۳) درصد بارش‌های حدی در فصول مختلف

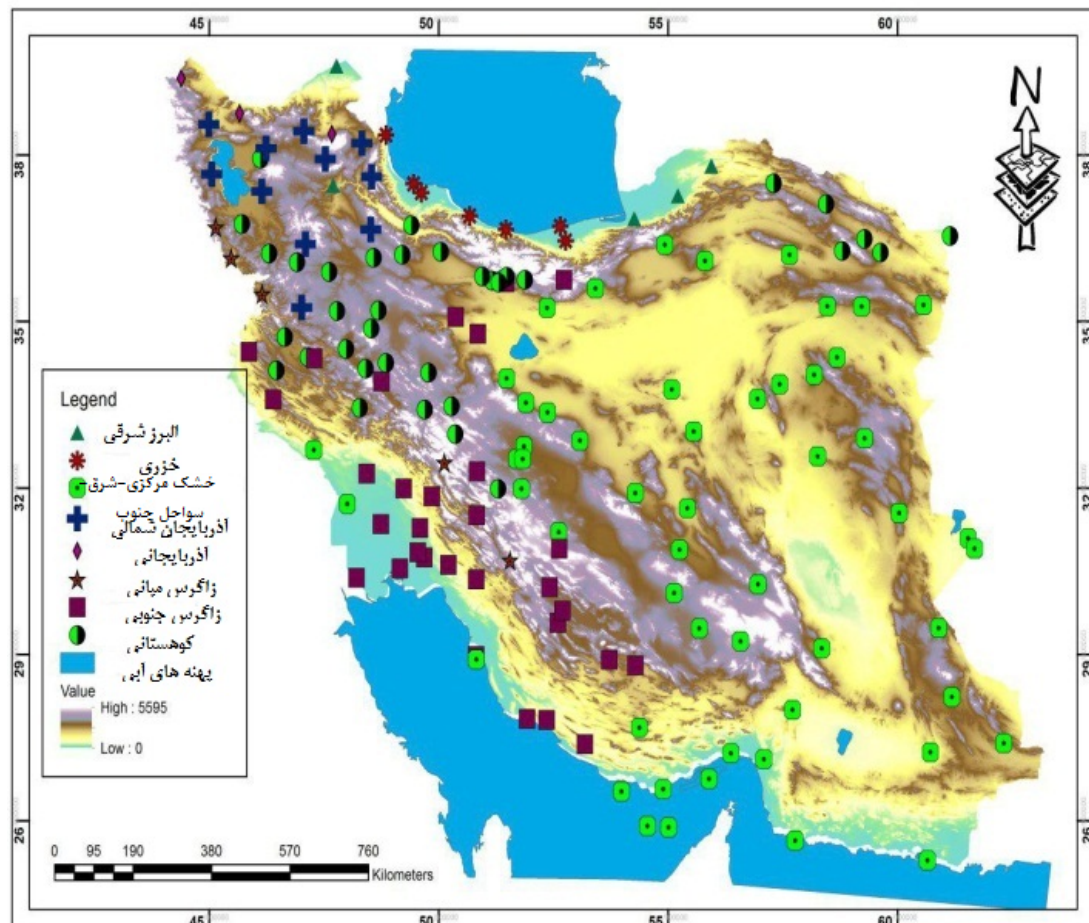
ردیف	نام رژیم	زمستانه	پاییزه	تابستانه	بهاره
۱	البرز شرقی	۲۱	۳۸	۱۶	۲۵
۲	خزری	۱۸	۷۰	۷	۴
۳	خشک مرکزی - شرق - سواحل جنوب	۵۰	۱۰	۲	۳۸
۴	آذربایجانی	۱۴	۲۵	۸	۵۳
۵	آذربایجان شمالی	۹	۱۸	۲۶	۴۷
۶	زاگرس میانی	۵۲	۱۷	۰	۳۱
۷	زاگرس جنوبی	۶۱	۱۸	۱	۲۰
۸	کوهستانی	۳۲	۲۰	۲	۴۶

و در نتیجه وقوع بارش‌های اروگرافیک سبب افزایش رقم قابل‌توجه تعداد روزهای با بارش حدی در فصل تابستان شده است. حدود ۳۸٪ بارش حدی رژیم مذکور در پاییز (بیشینه)، ۲۵٪ در بهار، ۲۱٪ در زمستان و ۱۶٪ آن در تابستان دریافت می‌گردد (جدول ۳). یک نگاه دقیق‌تر نشان می‌دهد که این رژیم بعد از رژیم خزری بیشترین سهم دریافت بارش‌های حدی پاییزه را دارا است. رژیم بارش‌های حدی خزری تنها پاره‌ای از ایستگاه‌های کرانه خزری را پوشش می‌دهد (۵ ایستگاه). فراوانی تعداد روزهای با بارش حدی در تمام ماه‌های سال به‌خوبی توزیع شده است. با توجه به شکل ۴-ب کاملاً مشهود است که بارش‌های حدی پاییزه سهم بالاتری را برخوردار هستند. ۷۰٪ بارش در پاییز و ۱۸٪ بارش در فصل زمستان رخ می‌دهد (جدول ۳).

بهار و تابستان فصول خشک این رژیم به شمار می‌روند و به‌ندرت شاهد ریزش بارش‌های حدی هستند. همان‌طور که مطالعات پیشین در مورد بارش ایستگاه‌های سواحل خزر [Mofidi et al, 2007; Janbaz Ghobadi et al, 2011; Ghayor et al, 2011] به‌طور واضح بیان نموده‌اند که فصل پاییز فصل پر بارش این نواحی است. در پژوهش حاضر نیز این مسئله در مورد بارش‌های حدی نیز کاملاً صدق می‌کند. با توجه به شکل ۵ تعداد ۵۵ ایستگاه همدیدی به‌صورت پراکنده در مناطق خشک مرکزی و شرق و سواحل جنوب در دست‌بندی این رژیم قرار گرفته‌اند که در مقایسه با سایر رژیم‌ها دارای تعداد ایستگاه‌های سینوپتیکی بیشتری است. این رژیم در سه قلمرو جغرافیایی گسترش یافته است و علت نام‌گذاری همخوانی



شکل ۴) رژیم‌های بارشی شناسایی شده ایران، اعداد داخل پرانتز معرف تعداد ایستگاه‌ها در هر رژیم می‌باشند



شکل ۵) پراکنش ایستگاه‌های همدیدی و خوشه‌ها (رژیم‌های بارشی) روی نقشه ناهمواری‌های ایران

در نتیجه وقوع بارش‌های اروگرافیک سبب افزایش فراوانی بارش‌های حدی تابستانه شده است [Raziei, 2017]. با نگاهی به شکل ۵ ملاحظه می‌شود تعداد ۵ ایستگاه سینوپتیک (همدیدی) که شامل ایستگاه‌های سردشت، پیرانشهر، مریوان، یاسوج و کوهرنگ می‌باشند از یک رژیم همانندی برخوردارند. این رژیم تحت عنوان رژیم بارش‌های حدی کوهستانی نام‌گذاری شده است. حداکثر فراوانی بارش‌های حدی را در ماه‌های مارس، ژانویه و دسامبر به ترتیب با مقادیر ۶۹، ۶۴، ۵۶ دریافت می‌نماید. ژوئن، جولای، اوت و سپتامبر ماه‌های بدون فراوانی در طول دوره مطالعه می‌باشند. فصل تابستان این رژیم مطلقاً خشک است. حدود ۵۲٪ بارش‌های حدی در فصل زمستان رخ می‌دهد. تعداد ۳۱ ایستگاه همدیدی به صورت پراکنده در بخش جنوب و جنوب غرب ایران از یک رژیم همانندی برخوردارند. بیشینه تعداد روزهای با بارش حدی در ماه‌های ژانویه (۲۴۷) قرار دارد. در این رژیم بارش‌های حدی در فصول زمستان و بهار متمرکز شده است. تابستان با سهم ۱٪ از بارش‌های حدی فصل خشک این رژیم است (شکل ۴-ج). سهم دریافت بارش‌های حدی زمستانه و بهاره به ترتیب حدود ۶۱ و ۲۰٪ است (جدول ۳). تمرکز بارش‌های حدی در زمستان و بهار از شباهت‌های موجود میان رژیم جنوب و جنوب‌غربی و رژیم کوهستانی است. شکل ۴ تفاوت‌های بارز میان دو رژیم مذکور را نمایان می‌سازد. در حالی که تمرکز روزهای

ژانویه و فوریه به نسبت تقریباً برابر، فراوانی بارش‌های حدی را دریافت می‌کنند اما بخش بزرگی از کل بارش‌های حدی دوره مورد مطالعه را در مارس با فراوانی ۲۳۴ مورد دریافت می‌کند (شکل ۴-پ و جدول ۳). فصول تابستان و پاییز دوره‌های خشک این رژیم می‌باشند (مه تا اکتبر). در مجموع حدود ۵۰٪ از بارش‌های حدی در طی فصل زمستان، و ۳۸٪ آن‌ها در فصل بهار رخ می‌دهد (جدول ۳). تعداد ۱۱ ایستگاه همدیدی در استان‌های آذربایجان و زنجان از رژیم همانندی (آذربایجانی) برخوردارند. آنچه در شکل ۴-ت قابل مشاهده است بیانگر آن است که رژیم آذربایجانی در طی سال دارای روزهای با بارش حدی است (بیشینه در ماه آوریل با فراوانی ۱۳۶). ماه خشک این رژیم فصل تابستان است. در این رژیم ۵۳٪ بارش‌های حدی در فصل بهار (متأثر از گرمایش سطحی و همرفت محلی) و ۲۵٪ آن‌ها در فصل پاییز رخ می‌دهند (جدول ۳). با توجه به شکل ۵ تعداد ۳ ایستگاه از بخش شمالی آذربایجان در گروه‌بندی این رژیم قرار گرفته‌اند. حداکثر و حداقل تعداد روزهای با بارش حدی به ترتیب در ماه‌های مه و دسامبر می‌باشند (۴-ث). در مجموع حدود ۴۷٪ بارش‌های حدی در بهار و ۲۶٪ در تابستان دریافت شده است. زمستان فصل خشک آن را تشکیل می‌دهد. شباهت بارز میان رژیم آذربایجانی و رژیم آذربایجان شمالی برخورداری از حداکثر فراوانی بارش حدی در بهار است. افزایش چشمگیر فعالیت‌های همرفتی و

نتیجه‌گیری

هشت رژیم بارش حدی خزری (سواحل خزر)، آذربایجان شمالی (ایستگاه‌های مرزی ایران و آذربایجان)، آذربایجان (ایستگاه‌هایی از مرکز و جنوب آذربایجان)، زاگرس جنوبی (جلگه خوزستان و نوار ساحلی و پس‌کرانه‌های خلیج فارس)، کوهستانی (کوهستان‌های غرب ایران و مناطق پای کوهی پیرامون آن و به‌صورت پراکنده در خراسان)، خشک مرکزی، شرق، سواحل جنوبی (بخش گسترده‌ای از ایران)، البرز شرقی (نواحی از شمال غرب ایران و ایستگاه‌هایی از استان گلستان) و زاگرس میانی (نیمه غربی ایران و به‌صورت پراکنده در ایستگاه‌هایی از شمال غرب ایران) در ایران وجود دارد که رژیم‌های آذربایجانی و آذربایجان شمالی در نیمه نخست سال و سایر رژیم‌ها در نیمه دوم سال دارای بالاترین میزان بارش‌های حدی هستند.

تشکر و قدردانی: موردی از سوی نویسندگان گزارش نشده است.

تأییدیه اخلاقی: موردی از سوی نویسندگان گزارش نشده است.

تعارض منافع: موردی از سوی نویسندگان گزارش نشده است.

سهم نویسندگان: محترم محمدیاران (نویسنده اول)، مقدمه/داده‌ها/روش‌شناسی (۱۵٪)؛ تقی طاوسی (نویسنده دوم)، تحلیلگر آماری (۳۰٪)؛ محمود خسروی (نویسنده سوم)، تحلیلگر آماری/بحث ناحیه‌بندی (۳۰٪)؛ محسن حمیدیان‌پور (نویسنده چهارم)، یافته‌های پژوهش/نتیجه‌گیری (۲۵٪)

منابع مالی: مقاله حاضر مستخرج از رساله دوره دکتری است.

منابع

Alexander L, Zhang X, Peterson TC, Caesar J, Gleason B, Klein Tank AMG, et al (2006). Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. *Geological Research, Atmosphere*. 111(D5).

Alijani B (2001). Iran rainfall hydrometeorology. Scientific Information Center (Virtual). 1(1):261-275. [Persian]

Alijani B, Mofidi A, Aliakbari Bidokhti A, Jafarpour Z (2011). Atmospheric circulation patterns of the summer rainfalls in the southeast Iran during July 1994. *Earth and Space Physics*. 37(3):205-227. [Persian]

Alijani B (2002). Synoptic climatology. 1st Edition. Tehran: Samt Publication. [Persian]

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(1-4):109-123.

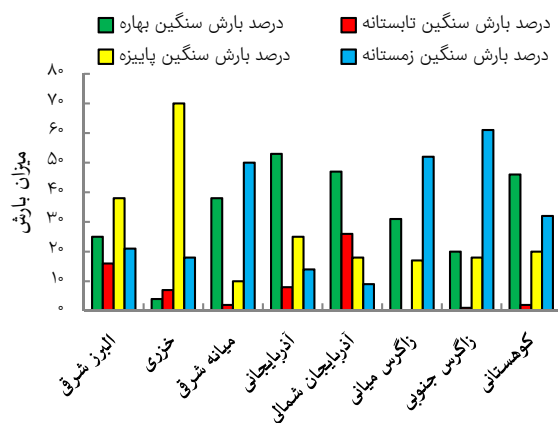
Domroes M, Ranatung E (1993). A statistical approach toward a regionalization of daily rainfall in Srilanka. *Climatology*. 13(7):741-754.

Domroes M, Kaviani M, Schaefer D (1998). An analysis of regional and intra-annual precipitation variability over Iran using multivariate statistical methods. *Climatology*. 61(3-4):151-159.

Dostkamyan M, Mirmosavi SH (2015). The study and analysis the clusters of heavy rainfall threshold in Iran. *Geography and Development*. 13(41):131-146. [Persian]

با بارش حدی در رژیم جنوب جنوب غربی در زمستان است (رژیم کوهستانی در بهار). دوره خشک رژیم جنوب جنوب غربی طولانی‌تر از دوره خشک رژیم کوهستانی است. با توجه به شکل ۵ تعداد ۳۶ ایستگاه همدیدی در گستره بسیار بزرگی از کوهستان‌های غرب ایران و مناطق پای کوهی پیرامون آن و همچنین به‌صورت پراکنده مناطق کوهستانی خراسان از یک رژیم همانندی برخوردارند. بیشینه فراوانی تعداد روزهای بارش حدی مربوط به ماه‌های مارس (۳۷۶)، آوریل (۳۰۶)، دسامبر (۲۲۲) و نوامبر (۲۰۶) است. حدود ۴۶٪ بارش‌های حدی این رژیم در فصل بهار و ۳۲٪ در فصل زمستان اتفاق می‌افتد (جدول ۳). در مجموع، بررسی‌ها نشان داد که بیشترین و کمترین درصد بارش‌های حدی در فصل زمستان به ترتیب مربوط به رژیم‌های حدی زاگرس جنوبی و آذربایجان شمالی است. بالاترین درصد بارش‌های حدی پاییز در رژیم خزری رخ می‌دهد و پایین‌ترین رژیم بارش حدی فصل پاییز مربوط گستره رژیم خشک مرکزی- شرق- سواحل جنوب است. فصل تابستان برای رژیم‌هایی همچون آذربایجان شمالی و البرز شرقی بارش‌های حدی نسبتاً بالایی را در بردارد و سیستم‌های جوی برای رژیم‌هایی همچون زاگرس میانی و زاگرس جنوبی و کوهستانی بین ۰ تا ۲٪ شرایط رخداد بارش‌های حدی را فراهم می‌نماید. فصل بهار اکثر رژیم‌ها به‌طور میانگین حدود ۳۳٪ بارش‌های حدی را دریافت می‌نمایند که در این بین ایستگاه خزری پایین‌ترین میزان بارش‌های حدی بهاره را دریافت می‌نماید و رژیم آذربایجانی با ۵۳٪ بالاترین میزان دریافت بارش‌های بهاره را دارا است.

نتایج حاصل از ارزیابی و شناسایی رژیم بارش‌های حدی نشان از همگنی و همانندی درون‌گروهی و ناهمانندی بین گروهی بسیار زیادی است (شکل ۶). پیوستگی فضایی ایستگاه‌ها در رژیم‌های شناسایی شده نشان می‌دهد که پراکندگی رژیم‌ها با ویژگی‌های جغرافیایی و ناهم‌واری‌های ایران هم‌انگنی ندارد و اختلاف موجود بین نواحی بارش فقط از توپوگرافی تبعیت نمی‌کند بلکه اثرات سینوپتیکی (گردش عمومی هوا) تبیین‌کننده این اختلاف است. بررسی‌های آماری نشان داد که همه ایستگاه‌ها به‌درستی در خوشه‌ای که در آن قرار دارند، دسته‌بندی شده‌اند.



شکل ۶) توزیع فصلی بارش‌های حدی در رژیم‌های مختلف بارش‌های حدی

- Peterson TC, Folland C, Gruza G, Hogg W, Mokssit A, Plummer N (2001). Report on the activities of the working group on climate change detection and related rapporteurs 1998-2001. Geneva: World Meteorological Organization.
- Raziei T (2017). Identification of precipitation regimes of Iran using multivariate methods. *Earth and Space Physics*. 43(3):695-673. [Persian]
- Raziei T, Bordi I, Pereira LS (2008). A precipitation-based regionalization for western Iran and regional drought variability. *Hydrology and Earth System Sciences*. 12:1309-1321.
- Raziei T, Azizi G (2007). The zoning of the western rainforest regime using principal component analysis and clustering methods. *Iran-Water Resources Research*. 3(2):46-49. [Persian]
- Regenmortel GV (1995). Regionalization of Botswana rainfall during the 1980s using principal component analysis. *International Journal of Climatology*. 15(3):313-323.
- Raziei T (2017). Identification of Iranian rainfall regimes using multivariate methods. *Earth and Space Physics*. 43(3):695-673. [Persian]
- Richman MB (1986). Rotation of principal components. *Climatology Banner*. 6(3):293-335.
- Seibert P, Frank A, Formayer H (2007). Synoptic and regional patterns of heavy precipitation in Austria. *Theoretical and Applied Climatology*. 87(1-4):139-153.
- Yarnal B (1993). Synoptic climatology in environmental analysis: A primer [Book Review]. *Climatology*. 14(1):115.
- Zhang X, Aguilar E, Sensoy S (2005). Trends in Middle East climate extreme indices from 1950 to 2003. *Atmosphere*. 110(D22).
- Summer G, Ramis G, Guijaro J (1993). The spatial organization of daily rainfall over Mallorca, Spain. *Climatology*. 13(1):89-109.
- Farajzadeh-Asl M (1995). Drought analysis and forecasting in Iran [Dissertation]. Tehran: Tarbiat Modares University.
- Ghayoor HA, Masoudian SA, Azadi M, Noori H (2011). Analysis of temporal and spatial events of the Caspian Sea coastal events. *Geographical Researches Quarterly Journal*. 100(26):1-30. [Persian]
- Janbaz Ghobadi Gh, Mofidi A, Zarrin A (2011). Identify the patterns of severe winter rainfall in the southern coastal of the Caspian Sea. *Geography and Environmental Planning*. 22(2):23-40. [Persian]
- Masoodian A (2005). Identification of Iran's rainfall regime by cluster analysis. *Geographical Research*. 37(52):47-59. [Persian]
- Masoodian A (1998). Investigating the system of temporal and spatial variations of rainfall in Iran [Dissertation]. Isfahan: Isfahan University. [Persian]
- Masoudian SA, Ataee H (2005). Identification of Iranian rainfall season by cluster analysis. *Applied Sociology*. 18(1):12-1. [Persian]
- Masoodian A (2009). Precipitation regions of Iran. *Geography and Development*. 7(13):79-91. [Persian]
- Modarres R, Sarhadi A (2011). Statistically-based regionalization of rainfall climates of Iran. *Global and Planetary Change*. 75(1-2):67-75.
- Mofidi A, Zarrin A, Janbaz Ghobadi GR (2007). Determination of the pattern of extreme and fatal precipitation in the southern costal of the Caspian Sea. *Physics of Earth and Space*. 33(3):131-154. [Persian]
- Nazeri Tohroodi M, Khalili K, Abbaszadeh-Afshar M, Nazeri-Torodi Z (2013). Comparison of normalizing conversions to normalize monthly rainfall data in different regions of Iran. *Water and Soil*. 28(2):365-372. [Persian]
- Seibert P, Frank A, Formayer H (2007). Synoptic and regional patterns of heavy precipitation in Austria. *Theoretical and Applied Climatology*. 87(1-4):139-153.