Website: https://www.Sepehr.org Online ISSN: 2588-3879; Print ISSN: 2588-3860

Scientific - Research Quarterly

Geographical Data (SEPEHR) Vo.33,No.131, Autumn 2024

P.P 85-103

Research paper

https://doi.org/10.22131/SEPEHR.2023.1995956.2967

Investigating decadal changes in the probability of Iran's precipitation duration (1977-2016)

Zahra Rabiee[1]*, Hosein Asakereh[2], Younes Khosravi[3]

1- (*Corresponding author) Ph.D. Student in meteorology. University of Zanjan, Zanjan, Iran. Email: Zahrarabiee11@gmail.com

2- Professor of climatology, University of Zanjan, Zanjan, Iran. Email: asakereh1@yahoo.com

3- Associate professor of environmental science, University of Zanjan, Zanjan , Iran. Email: khosravi@znu.ac.ir

Article Info

Date of receive:

2023/04/04

Date of last review:

2023/08/24

Date of accept:

2023/10/13

Date of online publication:

2023/11/10

Keywords:

Iran,

Probability duration precipitation,

Decadal variability,

Rainy day

Extended Abstract

Introduction

The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) has reported that climate change results in anomalies, fluctuations or trends in climatic elements, such as precipitation and temperature. In this study, we aim to investigate the decadal changes in the probability of different durations of precipitation in Iran over the past four decades (1977-2016). To achieve this goal, we used the third version of the Asfazari database. We defined a rainy day as a day when the precipitation is more than the average precipitation in a given place. The Markov chain method was employed to estimate the probability of precipitation duration from 1971 through 2016.

Materials and Methods

We adopted the daily data of 2188 stations under the supervision of Iran's Meteorological Organization for the period 1971 through 2016. Accordingly, we estimated the probability of precipitation duration for 1-7 days for the entire period. We investigated the decadal changes in the probability of precipitation duration for the four study decades and compared them to the whole period under investigation. To understand the spatial features of these changes, we estimated the relationship between changes in the probability of precipitation duration for 1-7 days and spatial factors using multivariate regression models.

Results and Discussion

Our findings revealed that as the duration of rainy days increased, the area affected by precipitation decreased. ... **Page 86**

How to Cite:

Rabiee, Z. Asakereh, H. Khosravi, Y (2024). Investigating decadal changes in the probability of Iran's precipitation duration (1977-2016).Scientific - Research Quarterly Geographical Data (SEPEHR). 33(131), 85-103.

Therefore, the spatial distribution of the probability of precipitation duration for more than 7 days indicated the smallest area that received precipitation. The probability duration of precipitation lasting 4 days or more throughout Iran was very small, which can be attributed to the effects of local features on precipitation formation. The probability of 1-day precipitation for most regions of Iran was higher than other durations; however, there was only a probability of 1-day precipitation in half of Iran. The highest probability of precipitation duration occurred in the Caspian region, the only region that experienced all durations of precipitation, indicating the presence of various precipitation mechanisms in this area. The greatest probability of decadal changes was observed in the 1-7 day duration in the northern part of Iran, including the northwest to the east of the Caspian Sea and in the south of Alborz Mountain range. Additionally, the most changes in the probability durations of 1-7 days of precipitation in the south have been seen in Sistan and Baluchistan. The lowest probability of decadal changes was shown in large areas of the regions from the east, southeast, and southwest. Therefore, the changes in precipitation durations in the southern half of the regions were generally low; however, in the northern half, the changes were relatively significant.

In general, during the four study decades, the relationship between changes in the probability of 1-7 day precipitation durations and spatial factors, particularly latitude, was positive. Thus, decreasing latitudes resulted in an increasing probability of 1-7 day precipitation.

Conclusion

The most likely changes in precipitation duration were related to the western and eastern coast of the Caspian Sea and the northwestern region of Iran, as well as southern Alborz, where the probability of changes decreased. The least amount of possible changes was related to the south of Iran, where only two provinces, Sistan and Baluchistan, and Hormozgan, experienced the greatest change in the probability of one to seven days of precipitation. Thus, the possible changes in the spatial continuation of precipitation in the southern half of the country were primarily low. However, in the northern half, the possible changes in the duration of precipitation were more significant. changes in the duration of precipitation, along with changes in the intensity and frequency of precipitation, can have significant consequences in extreme events such as droughts and floods. Accurately depicting changes in precipitation duration can be helpful in addressing problems concerning precipitation.

شاپای الکترونیکی: 2588-3879 / شاپای چاپی: 2588-3860
تارنمای نشریه https://www.Sepehr.org

فصلنامه علمی - پژوهشی

اطلاعات جغرافیایی(سپهر) دوره۳۳، شماره ۱۳۱، پاییز ۱۴۰۳

مقاله پژوهشی

صفحات ۱۰۳ - ۸۵

https://doi.org/10.22131/SEPEHR.2023.1995956.2967

بررسی تغییرات دهه‌ای احتمال تداوم بارش ایران زمین طی چهار دهه اخیر (۱۳۹۴-۱۳۵۵)

زهرا ربیعی[۱*]، حسین عساکره[۲]، یونس خسروی[۳]

۱- (*نویسنده مسئول) دانشجوی دکتری آب و هواشناسی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران Zahrarabiee11@gmail.com
۲- استاد اقلیم شناسی،دانشگاه زنجان، زنجان، ایران asakereh1@yahoo.com
۳- دانشیار علوم محیط زیست، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران khosravi@znu.ac.ir

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت:
۱۴۰۲/۰۱/۱۵
تاریخ آخرین بازنگری:
۱۴۰۲/۰۶/۰۲
تاریخ پذیرش:
۱۴۰۲/۰۷/۲۱
تاریخ انتشار:
۱۴۰۲/۰۸/۱۹

واژه‌های کلیدی:

ایران؛
احتمال تداوم بارش؛
تغییرپذیری دهه‌ای؛
روز بارانی

چکیده

نمودها و جلوه‌های تغییرات اقلیمی، به‌عنوان یکی از واقعیت‌های طبیعی، به‌طور آشکاری قابل ردیابی است. این رویدادها به شکل ناهنجاری و یا نوساناتی در فراسنج‌های اقلیمی نظیر بارش، دما وغیره ایجاد می‌شوند. به‌منظور بررسی تغییرات دهه‌ای احتمال تداوم بارش ایران زمین طی چهار دهه اخیر (سال ۱۳۵۵ تا ۱۳۹٤) از پایگاه داده اسفزاری نسخه سوم حاصل میان‌یابی داده‌های بارش روزانه ۲۱۸۸ ایستگاه همدید، اقلیمی و باران سنجی سازمان هواشناسی به مدت ٤٦ سال از۱۳٤۹ تا ۱۳۹٤ استفاده شد. ابتدا روز بارانی براساس روشی نوین تعریف شد. سپس احتمال تداوم بارش طی دوره آماری ۱۳۹٤-۱۳٤۹ از طریق زنجیره مارکوف به‌دست آمد. نتایج نشان داد بیشترین احتمال تداوم و تغییرات آن طی تداوم یک تا هفت روزه بارش در ساحل غربی و شرقی خزر و شمال غرب ایران و جنوب البرز دیده شده است. پهنهٔ وسیعی از ایران احتمال رخداد بارش یک روزه و تداوم دو روزه بارش را تجربه کرده‌اند. در تداوم‌های بالاتر میزان درصد احتمال پهنه‌های زیر پوشش کاهش می‌یافت. طی دهه آخر - سال ۱۳۸۵ تا سال ۱۳۹٤- گسترهٔ تغییرات نواحی نسبت به سه دهه قبلی بیشتر بود. کمترین میزان تغییرات مربوط به جنوب ایران است. میزان درصد احتمال تغییرات طی تداوم‌های بالاتر کاهش را نشان می‌دهد. در این میان تنها دو استان سیستان و بلوچستان و هرمزگان بیشترین تغییر احتمال تداوم بارش یک تا هفت روزه را تجربه کرده‌اند. بنابراین تغییرات احتمالی تداوم بارش در نیمه جنوبی کشور عمدتاً کمتر بود.

****

استناد به این مقاله:

ربیعی، ز؛ عساکره، ح؛ خسروی، ی (۱٤۰۳). بررسی تغییرات دهه‌ای احتمال تداوم بارش ایران زمین طی چهار دهه اخیر (۱۳۹٤-۱۳۵۵). فصلنامه علمی پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (سپهر) ۳۳ (۱۳۱)، ۱۰۳-۸۵

۱- مقدمه

مطالعات ارائه شده در گزارش‌های هیئت بین‌الدول تغییر اقلیم (IPCC)[1]، تغییرات آب و هوایی را تأیید می‌کند ***(IPCC,2007:126)*** تغییرات آب و هوایی پدیده‌ای واقعی است که در الگوهای آب و هوایی نشان داده می‌شود و غالباً رویدادی است که با پیوستگی زمانی شناخته می‌شود ***(Oliveira,2019:21)***. از جلوه‌ها و نتایج تغییرات آب و هوایی تغییر رفتار عناصر اقلیمی به‌ویژه بارش و دما است. بارش از پدیده‌های پیچیده محیطی است که تمام جنبه‌های طبیعی، اجتماعی و اقتصادی را متأثر می‌کند. تغییر در الگوهای بارش ممکن است منجر به رخداد سیلاب و خشکسالی در مناطق مختلف شود ***(Karel and Knight,1998:546)***. تغییر رفتار عناصر اقلیمی، از جمله بارش، به اشکال مختلفی رخ می‌دهد ***(عساکره،۱۳۸٦: ٦)***. یکی از رفتارهای بارندگی که طی دهه‌های گذشته نمایان‌تر شده، تغییر در مقدار، زمان و تداوم رویداد بارش است که پژوهشگرانی نظیر (Trenberth,1999:329; Allen And Ingram,2002:227; Jones And Moberg ,2003:209; Sugiyamau et all,2010: 258 ;Mondal And Mujumdar,2014:217;O'Gorman And Schneider,2015:14774) به آن پرداخته‌اند.

بررسی تغییر در تداوم دوره‌های مرطوب و خشک اروپا طی دوره ۱۹۵۰ تا ۲۰۰۹ نشان داد که روند تغییرات تداوم بارش و خشکی از الگویی منطقه‌ای - فصلی پیروی می‌کند. برخی از یافته‌های پژوهشگران در مورد تغییرات تداوم دوره‌های مرطوب و خشک در کوه‌های آلپ سوئیس ***(Schmidli and Frei,2005,758)*** و افزایش تداوم دوره‌های خشک در مدیترانه ***(Kuglitsch et all, 2010:446)*** در شمال ایتالیا ***(Todeschini,2012:900)*** و اسکاندیناوی تأیید شده است ***(Zolina et all,2013:2029)***. این نتایج را عمدتاً به تغییرات طول فصل سرد نسبت می‌دهند.

سرزمین ایران از نظر عرض جغرافیایی در کمربند خشک و نیمه خشک کرهٔ زمین قرار گرفته است ***(علیزاده، ۱۳۸۷:۳۳)***. کمبود آب یکی از مشخصه‌های اصلی ایران محسوب می‌شود ***(کریمی و همکاران، ۲۰۱۸: ۱٦)***. بارش به مثابه یکی از عناصر و فرایندهای جوّی، تنوع زمانی و مکانی قابل ملاحظه‌ای در ایران دارد. چنین تنوع برجسته و گسترده‌ای در ارتباط با برهم کنش مداوم سامانه‌های گردش برون حاره و حاره‌ای (تنوع منشاء بارش) در طول سال است ***(علیجانی، ۱۳۷٤:۲۷۱؛کاویانی و مسعودیان،۱۳۸۷: ۷۰؛ سبزی پرور و همکاران، ۱۳۹٤: ۳۷۸)***. علاوه براین تفاوت زمانی - مکانی زیاد در بارش ایران تحت تأثیر طبیعت رفتار مکانی بارش نیز هست که در نتیجهٔ آن زمان و مقدار ریزش‌های جوّی در نقاط مختلف است ***(کاویانی و مسعودیان،۱۳۸۷: ۷۰)***. با این همه، میانگین سالانه بارش در ایران نزدیک به ۲۵۰ میلی‌متر برآورده شده که بیش از ٦۰ درصد مساحت ایران کمتر از ۲۵۰ میلی‌متر بارش دریافت می‌کنند و تنها بیش از ٤ درصد از ایران بیش از ٦۰۰ میلی‌متر بارش دارند ***(مسعودیان،۱۳۸۸: ۱۲۲)***. بنابراین، تعیین الگوی تغییرات زمانی و مکانی بارش برای طراحی و مدیریت بهینه فعالیت‌های مرتبط با آب نظیر تعیین مناطق مستعد برای کشت دیم، مطالعات فرسایش خاک، بررسی‌های آب‌شناختی و آبخیزداری و نیز مدیریت منابع آب ضروری است ***(نادی و خلیلی،۱۳۹۲: ۲٤۷)***. تغییرات بارش در پژوهش‌های متعدد بین‌المللی ***(Germer,2008:14;Moreau,2016:671;Djamaatel,2017:97; Zhao,2018:156; Martinez,2020: 146*** و ***ایران (بابایی و فرج زاده،۱۳۸۱: ۵۱؛ عساکره،۱۳۸٦: ۱٦۵؛ غیور و همکاران،۱۳۹۰: ۳؛عساکره و رزمی، ۱۳۹۱:۱٤۷؛ رسولی و همکاران،۱۳۹۲:۱۸۹۵۲؛ حلبیان،۱۳۹۵:۱۰۱،نوری و همکاران،۱٤۰۰: ۱۱۷)*** مورد بررسی قرار گرفته است.

تداوم به‌عنوان یکی دیگر از ویژگی‌های رفتاری بارش محسوب می‌شود. بنابر باور ***(Nune,1929: 62; Bromme,2012:385)*** در نظر گرفتن همه ویژگی‌های بارش نظیر تداوم آن، برای ثبت تغییرات ظریف و مهم در ویژگی بارش ضروری است. تداوم بارش امکان ارزیابی دقیق‌تر عوامل و سازوکارهای مرتبط با بارش فصلی و سالانه و نیز ماهیت متغیر آن‌ها را میسر می‌کند ***(Nune,1929: 62)***. تداوم بارش به‌عنوان عاملی در

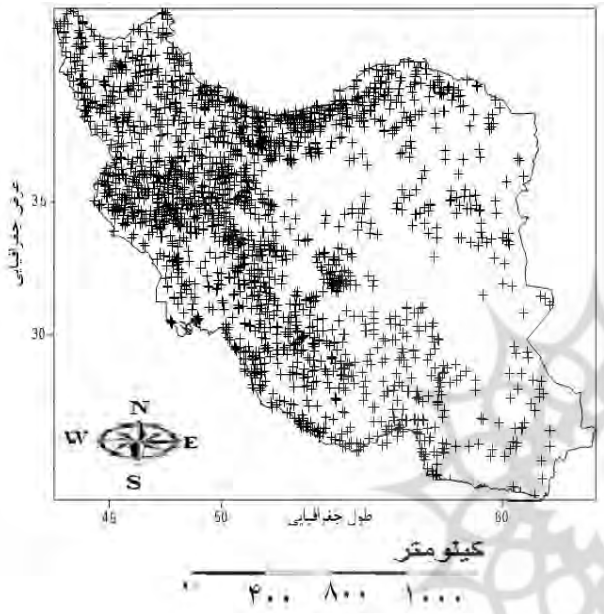
1- Intergovernmental Panel on Climate Change

تکوین چشم‌اندازهای جغرافیایی مناطق خشک و نیمه‌خشک و نیز به‌عنوان عاملی مهم در شکل‌گیری مخاطرات آب‌وهوایی (نظیر سیلاب و خشکسالی‌های فراگیر) به ویژه در ایران دارای اهمیت فراوانی است *(حمیدیان‌پور،۱:۱۳۹٤)*. بنابراین درک تغییرات تداوم بارش در برنامه‌ریزی اقلیمی و مدیریت مخاطرات (سیل و خشکسالی)، برنامه‌ریزی تقویم کشت و کار، مدیریت منابع آب کمک شایان توجهی خواهد داشت ***(Bromme,2012: 398)***.

رفتار ناهنجار و آشوبمند بارش ایران در مقیاس زمانی و مکانی *(عزیزی و همکاران، ۱۳۸۸: ۳)* رفتارهای دیگر بارش، نظیر تداوم، را متأثر ساخته است ***(Asakereh and Ashrafi, 2023 a:3; Asakereh and Ashrafi, 2023 b:1258)*** بنابراین در این میان از سویی اهمیت بررسی تغییرات احتمالی تداوم بارش به‌منظور پیش‌بینی‌های احتمالی و همچنین برنامه‌ریزی و اقدامات لازم در زمینه مدیریت منابع آب، مخاطرات خشکسالی و سیلاب ضروری است. در پژوهش حاضر هدف بررسی تغییرات احتمال تداوم بارش ایران زمین است. بنابراین تلاش شد که با استفاده از پایگاه داده اسفزاری برای دوره ۱۳۹٤ - ۱۳٤۹ و با به‌کارگیری دانش احتمالات و براساس رویه‌ای موسوم به زنجیره مارکوف احتمال وقوع تداوم بارش ایران زمین برآورد و توزیع مکانی آن طی دهه‌های متوالی بررسی شود.

۲- داده و روش پژوهش

برای انجام این پژوهش از پایگاه داده‌ای اسفزاری استفاده شده است. این پایگاه داده حاصل میان‌یابی داده‌های بارش روزانه ۲۱۸۸ ایستگاه همدید، اقلیمی و باران‌سنجی سازمان هواشناسی از ۱۳٤۹/۰۱/۰۱ تا ۱۳۹٤/۱۲/۲۹ به مدت ۱٦۸۰۱ روز و با تفکیک مکانی ۱۰ کیلومتر است *(مسعودیان،۱۳۹۸: ۱۰۷)*. توزیع مکانی ایستگاه‌های استفاده شده، در نگاره (۱) ارائه شده است. باتوجه به مشخصات کارتوگرافیک، سیستم تصویر استفاده شده در این روش میان‌یابی لامبرت مخروطی هم‌شکل است. براساس بیضوی مرجع و تفکیک مکانی، ده کیلومتر شبکه جغرافیایی پایگاه داده به ابعاد ۲۰۵×۱٦۷ (تعداد روز × طول جغرافیایی × عرض جغرافیایی) به‌دست آمد. تعداد کل یاخته‌های درون این شبکه ۳٤۲۳۵ است که تعداد ۱٦۲۰۳ یاخته در درون مرزهای ایران (۲۵ تا ٤۰ درجهٔ شمالی و ٤٤ تا ٦٤ درجهٔ شرقی) جای می‌گیرند.



نگاره۱: پراکنش ایستگاه‌های به‌کار رفته در ایجاد پایگاه داده‌ای بارش اسفزاری نسخه سوم *(مسعودیان، ۱۳۹۸)*

برای انجام پژوهش حاضر و براساس پایگاه داده یاد شده مراحل زیر طی شد:

برای ارائه ویژگی‌های مکانی بارش ایران، ابتدا میانگین بارش برای کل دوره (۱۳۹٤-۱۳٤۹) محاسبه شد.

در مرحلهٔ دوم احتمال رخداد بارش یک روزه یا تداوم دو تا هفت روزه بارش برای کل دورهٔ آماری محاسبه شد. منظور از تداوم بارش در یک مکان، فراوانی روزهای متوالی بارشی است. از این رو در این مرحله، ابتدا به‌منظور تهیه نقشه احتمال تداوم بارش آستانه روز بارانی انتخاب شد. معیارهای گوناگونی برای آستانه‌های روز بارشی ارائه شده است. بعضی از پژوهشگران آستانه یک میلی‌متر ***(Zende and Bhagawati,2021:9-18; Marian et all,2021:1-22; Kutiel et all,2020:1-***

(Caloiero and Coscarelli,2020:1-11; Hengchun and Eric ,2019:1-10; Tommaso 20; Florian et all,2019:1-13) و بعضی دیگر آستانه‌های دیگری (Caloiero,2018:3010; Parmendra et all,2014:8-13) (نظیر ۰/۱، ۰/۵، ۲/۵، ۵ میلی‌متر) را به‌کار گرفتند. در این پژوهش روزی که بارش آن روز از میانگین بارش در هر پیکسل بیشتر باشد به‌عنوان روز بارانی اطلاق شد. این معیار به‌دلیل این که متوسط اقلیم شناختی هر پیکسل را برای ارزیابی روز بارشی در نظر می‌گیرد، مقایسه مکان‌ها را آسان‌تر می‌کند. به‌این معنی که آستانهٔ ثابت برای تمامی نواحی صادق نخواهد بود. برای مثال بارش روزانه ۲/۵ میلی‌متر در برخی نواحی ایران، نظیر ایران مرکزی، بندرت رخ می دهد؛ در این صورت این نواحی بندرت روز بارانی را تجربه خواهند کرد.

در مرحلهٔ سوم احتمال رخداد بارش یک روزه و یا تداوم دو تا هفت روزه بارش برای هریک ازدهه‌های منتهی به دههٔ ۱۳۹٤-۱۳۸۵ محاسبه شد. به‌این ترتیب پنج ساله اول (۱۳۵۵-۱۳٤۹) در بررسی تغییرات و مقایسه دهه‌ها جای نگرفت. بر این اساس دو ویژگی احتمال رخداد بارش یک روزه یا تداوم دو تا هفت روزهٔ بارش ایران طی چهار دوره ده ساله (۱۳٦٤-۱۳۵۵، ۱۳۷٤-۱۳٦۵، ۱۳۸٤-۱۳۷۵، ۱۳۹٤-۱۳۸۵) مورد بررسی قرار گرفت:

نخست تغییرات مکانی دهه‌ای احتمال تداوم دو تا هفت روزهٔ بارش ایران طی چهار دوره ده ساله (۱۳٦٤-۱۳۵۵، ۱۳۷٤-۱۳٦۵، ۱۳۸٤-۱۳۷۵، ۱۳۹٤-۱۳۸۵) براساس روش زنجیره مارکوف دو حالته (رخداد و عدم رخداد بارش) مرتبهٔ یک بررسی و مطالعه شد. روش زنجیره مارکوف یک نوع احتمال شرطی است که احتمال رخداد رویدادها را براساس فراوانی رخدادهای پیشین و پسین بیان می‌دارد *(عساکره و ترکارانی،۱۳۹۹: ۱۲۲)* زنجیره گویای این واقعیت است که هر برآمد به t رویداد قبل از خودش وابسته بوده و به رویدادهای ماقبل دیگر مربوط نمی‌شود. در واقع در این رویه احتمال وقوع یک حالت اقلیمی در زمان t به وضعیت آن در زمان قبل یعنی t-1 بستگی دارد *(علیزاده، ۱۳۸۵: ۲۸۵)*.

در تحقیق حاضر به منظور مطالعه احتمالاتی روز بارانی براساس زنجیره مارکوف مراحل زیر انجام گرفت:

ابتدا داده‌های بارش روزانه به صورت زنجیره مارکوفی و بر حسب آستانهٔ تعریف شده در بالا و با دو حالت صفر و یک مرتب شدند. به‌این ترتیب دو حالت بدون بارش D و تؤأم با بارش W مشخص شد. سپس در مرحله بعد فراوانی وقوع هر یک از حالات دوگانه و تغییر حالات از D به W محاسبه شد تا براساس آن‌ها محاسبه ماتریس احتمال تغییر حالت به‌دست آید. ماتریس فراوانی دو حالتی در رابطه (۱) نشان داده شده است. در این ماتریس D نشان‌دهنده وقوع خشکسالی و W نشانگر عدم وقوع خشکسالی است.

$$F = \begin{matrix} \\ D \\ W \end{matrix} \begin{matrix} \begin{matrix} W & \quad D \end{matrix} \\ \begin{bmatrix} n_{11} & n_{10} \\ n_{01} & n_{00} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

رابطه(۱)

با توجه به ماتریس فراوانی بالا می‌توان چنین استنباط نمود که تغییر وضعیت از خشکی به خشکی را با D، Dn_{11} و تغییر خشکی به شرایط مرطوب (D،W) را با n_{10} تغییر شرایط مرطوب به خشکی (W،D) را با n_{01} و تغییر شرایط مرطوب به مرطوب (W،W) را با n_{00} نشان می‌دهد. شیوه‌های برآورد ماتریس احتمال به طرز تفکر پژوهشگر بستگی دارد و شامل روش‌های بیزی، کمترین توان دوم خطا، برآورد بیزی تجربی و حداکثر (بیشینه) درست‌نمایی است *(عساکره،۱۳۸۷: ٥٦-٤٦)*

در این پژوهش روش بیشینه درست‌نمایی به کار گرفته شده است. در این روش فراوانی نسبی را به‌عنوان برآوردی از ارزش احتمال در نظر می‌گیرند. برای مثال هرگاه طول دوره آماری n ساله را داشته باشیم و رویدادی معین m بار رخ دهد، آن‌گاه احتمال (فراوانی نسبی) با $\frac{m}{n}$ محاسبه می‌شود. این احتمال غالباً با p نشان داده می‌شود. آرایه این ماتریس بیانگر احتمال تغییر وضعیت از یک حالت به حالت دیگر است. این ماتریس یک ماتریس تصادفی است؛ زیرا هیچ یک از درایه‌های آن منفی نیست و مجموع درایه‌ها در هر

ردیف برابر یک است.

$$P = \begin{matrix} \\ D \\ W \end{matrix} \begin{matrix} \begin{matrix} D & W \end{matrix} \\ \begin{bmatrix} p_{11} & p_{10} \\ p_{01} & p_{00} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

رابطه (۲)

لازم به توضیح است که همه توان‌های ماتریس احتمال (P^k) نیز ماتریس تصادفی خواهند بود. همچنین از یک مقدار به بعد با افزایش k هیچ تغییری در ماتریس احتمال ایجاد نمی‌شود و مقادیر ردیف‌های متناظر در ماتریس یکسان و برابر خواهند بود. در این حالت گفته می‌شود که ماتریس به ایستایی (پایایی) رسیده است. این ماتریس احتمال وقوع را ماتریس ایستا (پایا) گویند *(عساکره، ۱۳۸۷: ٥٤)* در ماتریس پایا تنها دو مقدار، احتمال وقوع و احتمال عدم وقوع باقی می مانند. در تحقیق حاضر، احتمال وقوع ارائه شده است.

در نهایت به‌منظور به‌دست آوردن روند احتمال وقوع تداوم بارش دو تا هفت روزه بارش از روند رگرسیون خطی بهره گرفته شد. روند براساس روش‌های پارامتری معرفی شده توسط *(عساکره،۱۳۸٦: ۱۱)* برآورد شد. ویژگی دوم بررسی تغییرات نقش (b_i) متغیرهای مکانی (شامل طول جغرافیایی (λ)، عرض جغرافیایی (ϕ) و ارتفاع (h) در دهه‌های چهارگانه بررسی و مقایسه شدند. به‌این ترتیب برای هر دهه و برای هر تداوم مدلی به شرح زیر برازش شد:

$$R=a+b_1\phi+ b_2\lambda+b_3h$$

رابطه (۳)

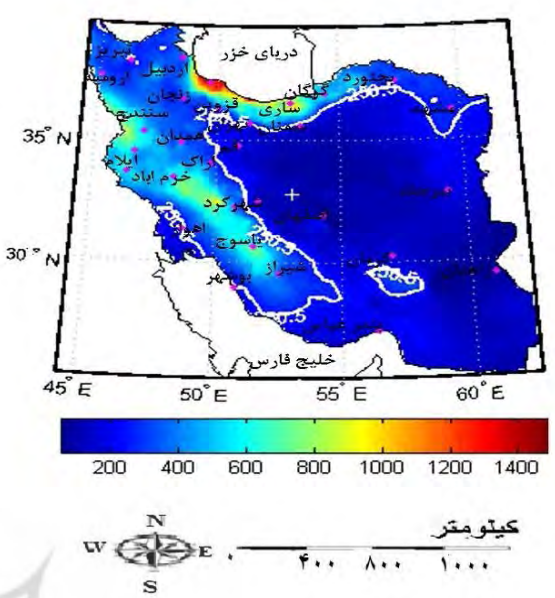
در نهایت دهه‌های مختلف با کل دورهٔ آماری و نیز با دههٔ پیشین آن مقایسه شد تا تغییرات دهه‌ای احتمال رخداد بارش یک روزه یا تداوم دو تا هفت روزهٔ بارش مجسم شود.

۳- نتایج و بحث

۳- ۱- توزیع مکانی بارش سالانه ایران

توزیع مکانی بارش سالانه ایران در نگاره (۲) و آماره‌های مکانی بارش در جدول ۱ ارائه شده است. همان‌گونه که در نگاره (۲) نشان داده شده است، مقدار بارندگی سالانه از غرب به شرق و از شمال به جنوب کاهش می‌یابد. بیشترین مقدار بارندگی در محل ورود بادهای غربی به داخل ایران و در دامنه بادگیر موانع کوهستانی قرار دارد *(علیجانی، ۱۳۸۸: ۷۸)*. میانگین مکانی بارش سالانه ایران به‌وسیله خط هم‌بارش ۲۵۰/٤ میلی‌متر مشخص شده است. ٦۳/۱ درصد از وسعت ایران نیز بارش کم‌تر از میانگین دریافت می‌کنند. انحراف معیار مکانی بارش حدود ۱۷۰/۵ میلی‌متر است که تفاوت مکانی بسیار زیاد بارش ایران را نشان می‌دهد. اختلاف بین‌کم باران‌ترین نواحی ایران (حوضه‌های داخلی کویر لوت و دشت کویر) و پرباران‌ترین نواحی (سواحل خزر) کاملاً چشمگیر بوده و نقش کانون‌های رطوبت به‌وضوح آشکار است *(علیجانی، ۱۳۸۸: ۱۸)*.

عدد حاصل از ضریب کشیدگی (+۸/٤) نشان‌دهنده تغییرپذیری زیاد بارش است. تفاوت مکانی بارش در ایران از یک‌سو به طبیعت رفتارمکانی بارش که تغییرات مکانی شدیدی از خود نشان می‌دهد و از سوی دیگر تنوع منشاء بارش در نقاط مختلف ایران سبب شده است تا در هر منطقه مقدار ریزش‌های جوّی و زمان بارش متفاوت باشد *(مسعودیان وکاویانی،۱۳۸۸: ۸۱)*. ضریب چولگی مکانی (حدود ۱/۷) بیان‌گر این است که داده‌ها چوله به چپ هستند و گویای مساحت بسیار کم مناطق پربارش است. مساحت مناطق پربارش بسیار ناچیز و تنها در حدود ۱/۲۲ درصد از مساحت ایران است. میانگین بارش این پهنه از ایران ۹۹۵/۵ میلی‌متر است که فقط به سواحل دریای خزر محدود شده و بعد از آن در منطقه محدودی در دامنه های بادگیر زاگرس مشاهده می‌شود *(علیجانی، ۱۳۸۸: ۱۲۱؛ عساکره و همکاران،۱۳۹۹: ۱۲۷)*.



نگاره(۲): مجموع سالانه بارش ایران زمین
طی دوره آماری ۱۳۹٤- ۱۳٤۹

۳-۲- الگوی مکانی احتمال رخداد تداوم یک یا ۷- ۲ روزه بارش

برای دستیابی به شناخت دقیق از الگوی مکانی احتمال رخداد بارش با تداوم‌های مختلف، توزیع مکانی احتمال بارش با تداوم یک تا هفت روزه در نگاره (۳) ارائه شده است. همان‌گونه که می‌توان دید هر چه تداوم روزهای بارش افزایش می‌یافت، از وسعت نواحی تحت تأثیر بارش کاسته می‌شد. به‌طوری که در توزیع مکانی احتمال تداوم بارش بیش از هفت روز، وسعت مناطقی که بارش دریافت می‌کرد به کمترین مقدار خود رسید. کاهش احتمال وقوع تداوم‌های بالا (بیش از یک) در گستره‌ای مانند ایران دور از انتظار نیست؛ زیرا ما ایران را به‌عنوان منطقه‌ای خشک می‌شناسیم که میانگین تعداد روزهای بارش آن ۵۲ روز است *(مسعودیان و کاویانی،۱۳۸۷: ٤٥)*. می‌توان دید که احتمال وقوع بارش با تداوم چهار روز و بیشتر از چهار روز در سراسر ایران بسیار ناچیز است. این وضعیت را می‌توان به دخالت عوامل محلی در شکل‌گیری بارش‌های پرتداوم نسبت داد. بنابراین در پژوهش حاضر سعی شده است تداوم‌هایی مورد بررسی قرار گیرند که پهنه‌های گسترده و پیوسته‌ای را در برمی‌گیرند. گستردگی و پیوستگی نواحی بارشی معمولاً در ارتباط با فعالیت الگوهای بزرگ مقیاس - همدید است. کاهش وسعت با تداوم‌های بیشتر، پیوستگی کمتری از خود نشان می‌دهد. این ویژگی بر پر رنگ شدن نقش عوامل محلّی اقلیم گواهی می‌دهد. می‌توان دید که با وجودی که احتمال وقوع بارش‌های یک روزه برای اکثر مناطق ایران بیش از سایر تداوم‌ها است، امّا تنها در نیمی از گسترهٔ ایران احتمال وقوع بارش یک روزه وجود دارد. توزیع مکانی احتمال بارش یک روزه در بخش شمالی کشور از شمال غرب به سمت شمال شرق و در محدودهٔ کوچکی از ایران مرکزی (مرکز و جنوب شرق) دیده می‌شود. بیشترین احتمال رخداد بارش یک روزه در سواحل شرقی دریای خزر نشان داده شده و کمترین احتمال رخداد بارش یک روزه بین دو تا چهار درصد در بخش عظیمی از کشور در شرق، جنوب شرق و جنوب غرب دیده شده است. به سمت جنوب از رخداد بارش‌های یک‌روزه کاسته می‌شود. در نیمهٔ شمالی کشور به‌دلیل قرارگیری در مسیر بادهای غربی و بهره‌گیری از رطوبت این سامانه‌ها، شرایط برای شکل‌گیری بارش مهیاتر است. احتمال تداوم بارش یک‌روزه در محدوده بسیار کوچکی از جنوب شرق و شرق ایران چهار تا شش درصد بود. البته در قسمت‌های مرتفع نیمه جنوبی ایران، تداوم‌های یک‌روزه بارش به میزان کمتری بیشتر از نواحی اطراف هستند. این ویژگی را می‌توان به بارش همرفت دامنه‌ای نسبت داد. زیرا اختلاف

جدول۱: برخی آماره‌های مکانی بارش طی دورهٔ ۱۳۹٤-۱۳٤۹

آماره	میانگین	مد	چولگی	کشیدگی	انحراف معیار	ضریب تغییرات
ارزش	۲۵۰/٤	۱۹۷ /٦	۱/۷	۳/٤	۱۷۰/۵	٦۸/۱

دمای ناشی از اختلاف ارتفاع می‌تواند منجر به صعود هوا و ایجاد بارش شود *(کاویانی و علیجانی،۱۳۸۸: ۲٤٥)*. بارش نواحی مرکزی، جنوب‌شرقی و شرق عمدتاً با یک روز بارشی مشخص می‌شود. همچنین بیشینهٔ روزهای بارشی ایران، عمدتاً حاصل بارش‌های یک روزه است *(نظری‌پور و همکاران، ۱۳۹۱: ۲٤۱)*.

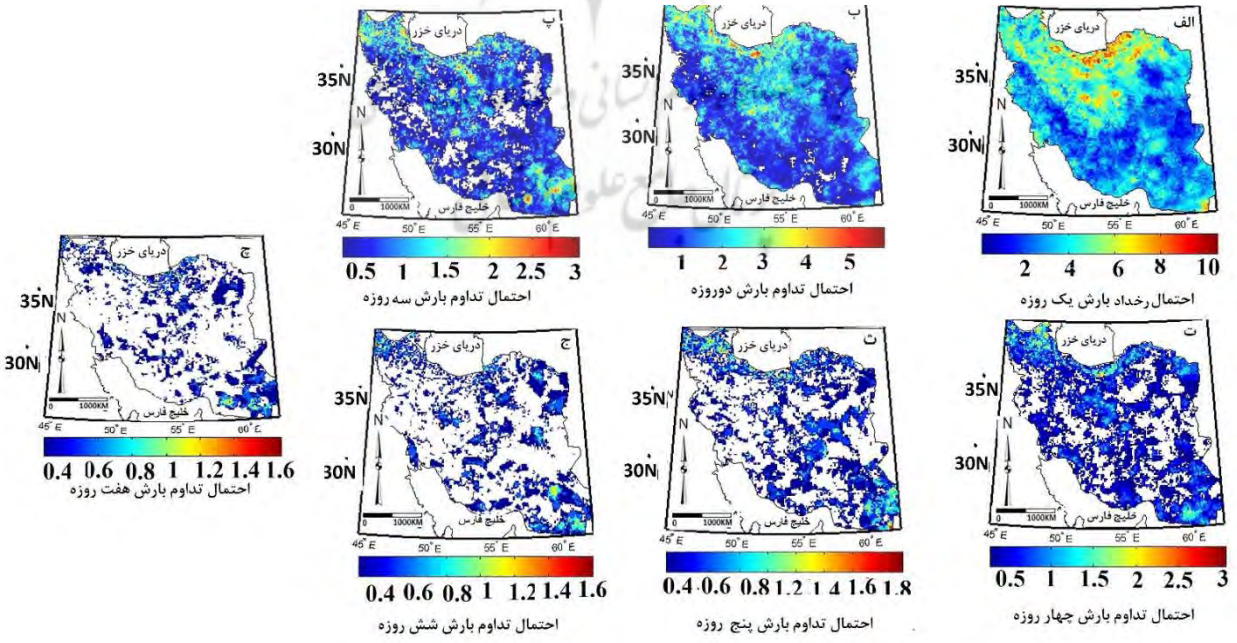
بیشینه احتمال تداوم بارش دو روزه در سواحل غربی خزر و به شکل کانون‌های کوچکی در شمال‌غربی رخ داد. در تدوام دو روزه نسبت به تداوم یک روزه، از وسعت و تراکم مناطق بارشی بسیار کاسته شد و در گسترهٔ وسیعی از ایران احتمال تداوم بارش دو روزه، فقط ۱ تا ۳ درصد بود.

بیشترین احتمال تداوم‌های سه روزهٔ بارش، ۲/۵ تا ۳ درصد، به‌صورت هسته‌های کوچکی در شمال غربی، ساحل غربی و شرقی خزر و بخشی از جنوب شرقی رخ داد. در احتمال تداوم بارش سه روزه برخی نواحی (نظیر خراسان جنوبی، یزد، کرمانشاه، جنوب فارس) با احتمال صفر مشخص می‌شد (رنگ سفید بر روی نقشه). زیرا عموماً نواحی محل رسیدن سامانه‌های جوّی تضعیف شده باران‌زا هستند. این ویژگی در تداوم‌های بیشتر نیز قابل مشاهده است. برای مثال احتمال تداوم بارش چهار تا هفت روزه در سراسر ایران بسیار ناچیز است.

بخش وسیعی از جنوب‌شرق و شرق و حتی غرب کشور تداوم بالاتر از چهار روز را تجربه نکردند و بارش‌ها بیشتر تحت‌تأثیر عوامل محلی شکل می‌گیرند. رخداد احتمال تداوم‌های بالاتر از چهار روز محدود به قسمت شمالی ایران بود. بیشترین احتمال تداوم ٦٥، و هفت روزهٔ بارش در شرق و غرب ناحیه خزری رخ داده است. این امر می‌تواند بیانگر حضور سازوکارهای بارشی متنوع در این ناحیه باشد *(علیجانی ، ۱۳۸۸: ۱۲۱-۱۱۰)*.

۳- ۳- الگوهای دهه‌ای تداوم بارش ۷ - ۲ روزه

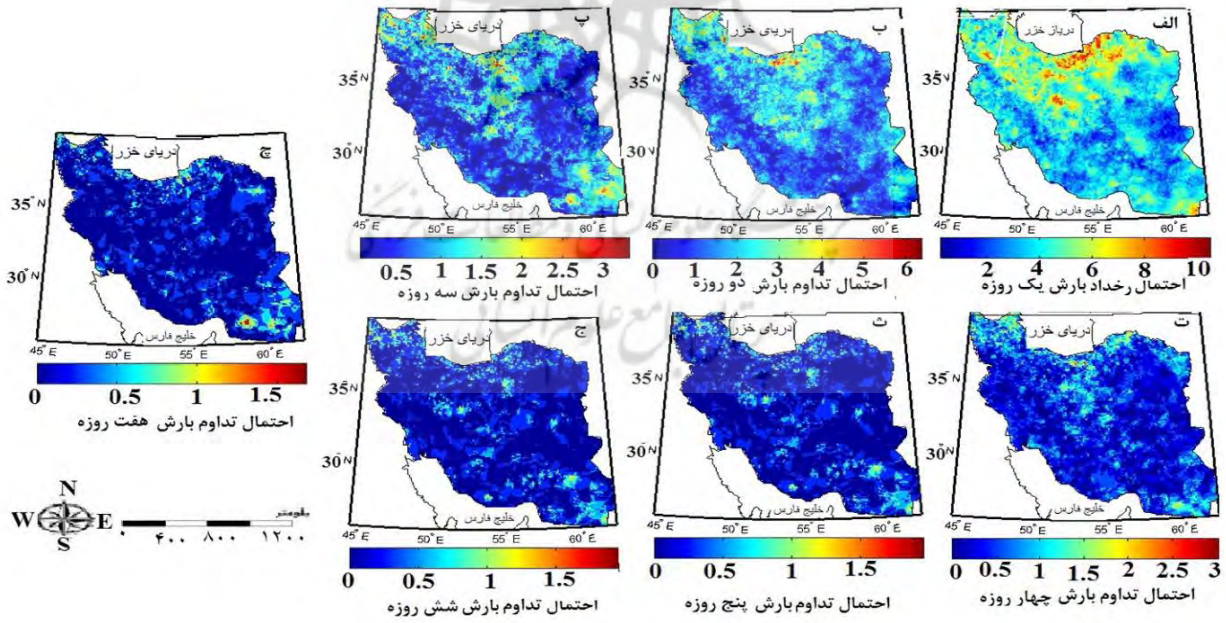
نگاره (٤) (الف، ب، پ و ت) توزیع مکانی احتمال رخداد یک روزه یا تداوم بارش دو تا هفت روزه را در دهه‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد. جدول ۲ درصد مساحت احتمال رخداد تداوم یک روزه یا تدام دو تا هفت روزه بارش را نیز طی چهار دهه نشان می‌دهد.



نگاره۳: توزیع مکانی احتمال رخداد یک روزه یا تداوم دو تا هفت روزه بارش در طی دوره ۱۳۹٤- ۱۳٤۹

جدول۲: درصد مساحت احتمال رخداد تداوم یک یا ۷-۲ روزه بارش طی دهه ۱۳۹٤-۱۳۵۵

	احتمال	تداوم						
		تداوم یک روزه	تداوم دو روزه	تداوم سه روزه	تداوم چهار روزه	تداوم پنج روزه	تداوم شش روزه	تداوم هفت روزه
دهه اول ۱۳۵۵-۱۳٦٤	۰-۳	۱۹/۵	۹۲/۸	۸۷/۱	۷٦/۰۲	۵٤/۹	۳۹/۵	۳٤/٦
	۳-٦	٦۹/٦٤	٦/٤	۰/۰٤	۰	۰	۰	۰
	٦-۹	۱۰/٦۱	۰/۰۰٦	۰	۰	۰	۰	۰
	۹-۱۲	۰/۱۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰
دهه دوم ۱۳٦۵-۱۳۷٤	۰-۳	۹/۲۱	۹۰/۳۵	۹۳/۵٦	۸۵/۰۷	٦۵/۲٦	٤۵/۱۲	۳٦/٦۱
	۳-٦	۷۵/۸۵	۹/٤۱	۰/۲۷	۰/۰۰٦	۰	۰	۰
	٦-۹	۱٤/٦۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	۹-۱۲	۰/۲٤	۰	۰	۰	۰	۰	۰
دهه سوم ۱۳۷٤-۱۳۸٤	۰-۳	۵/۳۵	۷۸/۸۷	۹۷/۲۳	۹۲/۳۱	۷۸/۲٦	٦۰/۸۰	۵۱/۵۱
	۳-٦	۷٤/۸۲	۲۱/۰۵	۰/٦۹	۰/۰۲٤	۰	۰	۰
	٦-۹	۱۹/۵۲	۰/۰٤	۰	۰	۰	۰	۰
	۹-۱۲	۰/۲۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰
دهه چهارم ۱۳۸۵-۱۳۹٤	۰-۳	۱۵/۷۹	٦۷/۹۵	۹٦/٤۲	۹۷/۱۱	۸۷/۸٤	۷۲/۰۰	٦۳/۳۵
	۳-٦	٦۹/۲۲	۳۱/۹۸	۳/٤۳	۰/۰۷	۰	۰	۰
	٦-۹	۱٤/۸۰	۰/۰۵۵	۰	۰	۰	۰	۰
	۹-۱۲	۰/۱۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰

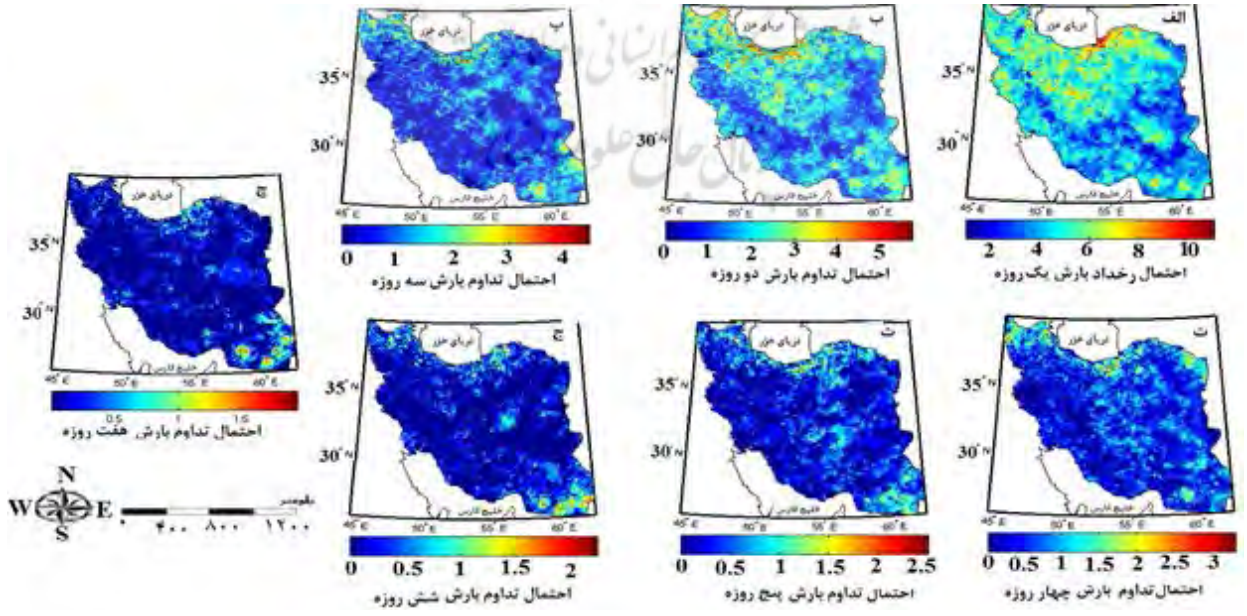


نگاره٤-الف: توزیع مکانی احتمال رخداد بارش یک روزه و یا تداوم ۲ تا ۷ روزه بارش در دهه ۱۳٦٤- ۱۳۵۵

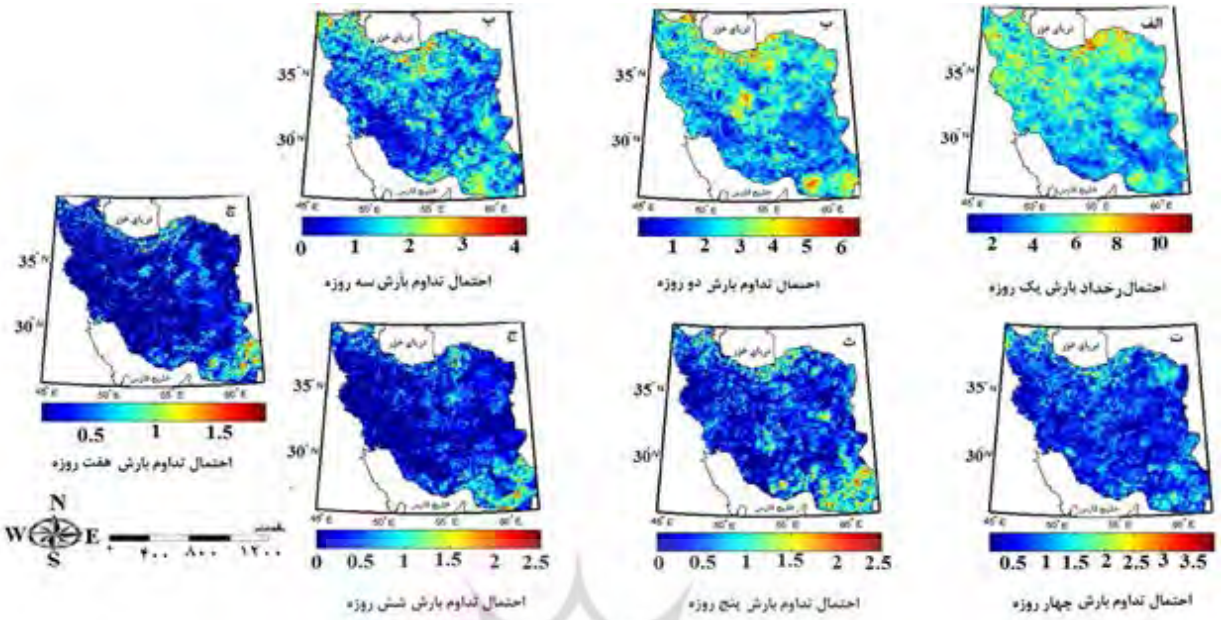
نگاره٤ الف: توزیع مکانی احتمالات را برای دهه اول (۱۳٦٤-۱۳۵۵) نشان می‌دهد. در احتمال رخداد تداوم یک‌روزه، بخش‌های شرقی ناحیه خزری، قسمت های مرکزی و شرقی کوهستان البرز، بخش های کوچکی در مرکز و شمال غرب کشور بالاترین احتمال وقوع بارندگی را داشته‌اند. این نواحی حدود ۰/۱۸ درصد از سطح کشور

را پوشش می‌دهند (جدول ۲). در نیمه شمالی کشور نیز احتمال وقوع این بارش‌ها نسبتاً بالاست. در تداوم دو روزه، قسمت‌های بیشینه به بخش‌های کوچکی از شرق ناحیه خزری محدود شده است. مقادیر احتمال نیز نسبت به بارش‌های یک‌روزه کاهش داشته است. این کاهش مقادیر احتمال و نیز کاهش سطح نواحی بیشینه در تداوم سه روزه و بالاتر نیز رخ داده است. به‌طوری که در تداوم‌های پنج و شش روزه نواحی احتمال بیشینه دیده نمی‌شود. در تداوم هفت روزه یک ناحیه بیشینه در جنوب شرق کشور شکل گرفته است. البته مقادیر احتمال نسبت به تداوم‌های یک و دو روزه بسیار کوچک‌تر هستند. طبق جدول ۲ طی این دهه بیشترین درصد مساحت پهنه‌ای احتمال وقوع تحت پوشش تداوم‌های مختلف مربوط به تداوم دو روزه است که حدود ۹۲/۸ درصد از مساحت کشور را در بر می‌گیرد که در طبقه ۳-۰ قرار گرفته است. بیشترین مساحت احتمال وقوع مربوط به احتمال رخداد بارش یک روزه ٦۹/٦٤ درصد است که در طبقه دوم ٦-۳ قرار گرفته است.

نگاره٤ ب: توزیع مکانی احتمالات را برای دهه دوم (۱۳۷٤-۱۳٦٥) نشان می‌دهد. در احتمال رخداد تداوم یک‌روزه، بخش شرقی ناحیه خزری بالاترین احتمال وقوع بارندگی را داشته‌اند. این نواحی حدود ۰/۲٤ درصد از سطح کشور را پوشش می‌دهند (جدول ۲). مانند دهه اول در نیمه شمالی کشور نیز احتمال وقوع این بارش‌ها نسبتاً بالاست. در تداوم دو روزه، قسمت های بیشینه به شرق و غرب ناحیه خزری و بخش‌های بسیار کوچکی از مرکز و شمال غرب کشور محدود شده است. مقادیر احتمال نیز نسبت به بارش‌های یک‌روزه در طبقات ۹-٦ و ۱۲-۹ بسیار کاهش داشته‌اند. این کاهش مقادیر احتمال و نیز کاهش سطح نواحی بیشینه در تداوم سه روزه و بالاتر نیز مانند دهه قبل رخ داده است. در تداوم شش و هفت روزه یک ناحیه بیشینه در جنوب شرق کشور شکل گرفته که مقادیر احتمال نسبت به تداوم‌های یک و دو روزه بسیار کوچک‌تر است. طبق جدول ۲ طی این دهه بیشترین درصد مساحت پهنه‌ای احتمال وقوع تحت پوشش تداوم‌های مختلف مربوط به تداوم سه روزه است که حدود۹۳/٥٦ درصد از مساحت کشور را در بر می‌گیرد که در طبقه ۳-۰ قرار گرفته است اما در طبقه دوم، سوم و چهارم طی همین دهه بیشترین مساحت احتمال وقوع مربوط به احتمال رخداد بارش یک



نگاره٤- ب: توزیع مکانی احتمال رخدا بارش یک روزه و یا تداوم ۲ تا ۷ روزه بارش در دهه ۱۳۷٤- ۱۳٦٥

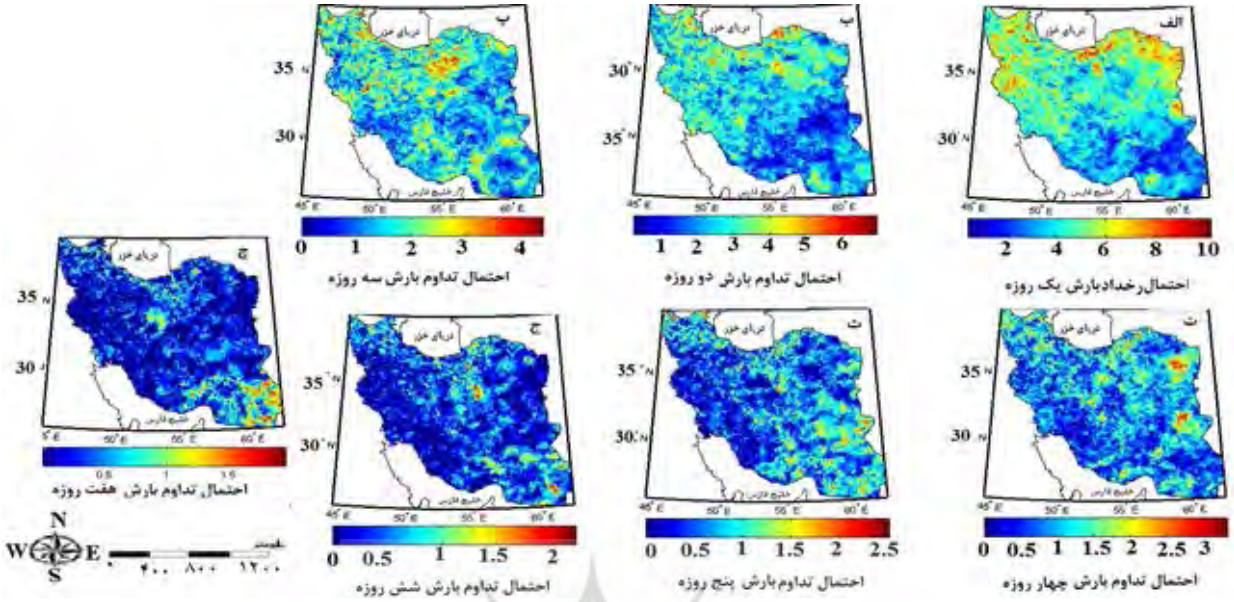


نگاره٤- پ: توزیع مکانی احتمال رخداد بارش یک روزه و یا تداوم ۲ تا ۷ روزه بارش در دهه ۱۳۸٤- ۱۳۷۵

روزه ۷۵/۸۵ درصد هست که در طبقه دوم ٦-۳ قرار گرفته است.

نگاره٤ پ: توزیع مکانی احتمالات را برای دهه سوم (۱۳۸٤-۱۳۷۵) نشان می‌دهد. در احتمال رخداد تداوم یک‌روزه، بخش‌های شرقی ناحیه خزری، بالاترین احتمال وقوع بارندگی را داشته‌اند. طبق جدول ۲ این نواحی حدود ۰/۲۹ درصد از سطح کشور را پوشش می‌دهند. در احتمال تداوم دو روزه، مقادیر بیشینه به بخش‌های شرقی ناحیه خزری، قسمت‌های مرکزی و شرقی کوهستان البرز و بخش‌های کوچکی در شمال غرب کشور محدود شده است. طی دهه مورد بحث، مانند دو دهه قبل احتمال وقوع این بارش‌ها در نیمه شمالی نسبتاً بالا است. در این دهه مقادیر احتمال نیز نسبت به بارش‌های یک‌روزه کاهش داشته است. این کاهش مقادیر احتمال و نیز کاهش سطح نواحی بیشینه در تداوم چهار روزه و بالاتر نیز رخ داده است. فقط در تداوم چهار روزه نواحی احتمال بیشینه در محدوده بسیار کوچکی از شمال غرب دیده می‌شود و در تداوم پنج، شش و هفت روزه یک ناحیه بیشینه در جنوب شرق کشور شکل گرفته که مقادیر احتمال آن‌ها کوچک است. طی این دهه بیشترین درصد مساحت پهنه‌ای احتمال وقوع تحت پوشش تداوم‌های مختلف مربوط به تداوم سه روزه، چهار روزه و پنج روزه است که به‌ترتیب حدود ۹۷/۲۳، ۹۲/۳۱، ۷۸/۲٦ درصد از مساحت کشور را در بر می‌گیرد که در طبقه ۳-۰ قرار گرفته‌اند (جدول ۲).

نگاره٤ ت: توزیع مکانی احتمالات را برای دهه چهارم (۱۳۹٤-۱۳۸۵) نشان می‌دهد. طی این دهه نیز احتمال رخداد تداوم یک‌روزه، به بخش‌های شرقی و غربی ناحیه خزری، قسمت‌های مرکزی و شرقی کوهستان البرز، بخش‌های از شمال شرق، شمال غرب و غرب کشور محدود شده است که بالاترین احتمال وقوع بارندگی را داشته‌اند. طبق جدول۲ این نواحی حدود ۰/۱۷ درصد از سطح کشور را پوشش می‌دهند. طی دهه مورد بحث مانند سه دهه قبل در نیمه شمالی کشور احتمال وقوع این بارش‌ها نسبتاً بالاست. در تداوم دو روزه، قسمت‌های بیشینه مانند تداوم یک‌روزه است اما از وسعت آن کاسته شده است. مقادیر احتمال نیز نسبت به بارش‌های یک‌روزه نیز طی دهه کاهش داشته است. این کاهش مقادیر احتمال و نیز کاهش سطح نواحی بیشینه در تداوم چهار روزه و بالاتر نیز رخ داده است. در



نگاره٤- ت: توزیع مکانی احتمال رخداد بارش یک روزه و یا تداوم ۲ تا ۷ روزه بارش در دهه ۱۳۹٤- ۱۳۸۵

تداوم‌های پنج، شش و هفت روزه نواحی احتمال بیشینه کوچکی در جنوب شرق کشور شکل گرفته است. این بیشینه محدود به جنوب شرق طی چهار دهه مورد بررسی در تداوم بالاتر از چهار روزه در نقشه‌ها مشاهده شد. طبق جدول ۲ طی این دهه بیشترین درصد مساحت پهنه‌ای احتمال وقوع تحت پوشش تداوم‌های مختلف مربوط به تداوم دو روزه است که حدود ۹۷/۱۱ درصد از مساحت کشور را در بر می‌گیرد که در طبقه ۳-۰ قرار گرفته است. بیشترین مساحت احتمال وقوع مربوط به احتمال رخداد بارش یک روزه ٦۹/۲۲ درصد است که در طبقه دوم ٦-۳ قرار گرفته است. درطی چهار دهه هر چه از احتمال رخداد ۳-۰ به سمت بالاتر ۱۲-۹ پیش می‌رویم از درصد مساحت تحت پوشش تداوم‌ها کاسته می‌شود.

۳-٤- روابط مکانی تداوم‌های بارش

عوامل مکانی به‌عنوان مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار در بارش هر پهنه محسوب می‌شوند. به‌این منظور رابطه تغییرات احتمال رخداد تداوم یک یا ۷-۲ روزه بارش با عوامل مکانی از طریق رگرسیون چندمتغیره طی چهار دهه (۱۳٦٤-۱۳۵۵، ۱۳۷٤-۱۳٦۵، ۱۳۸٤-۱۳۷۵، ۱۳۹٤-۱۳۸۵) برآورد و در جدول ۳ ارائه شد. این روابط و نیز ضرایب مربوط در هر سطح اطمینان مورد نظر معنی‌دار است: در طی دهه (۱۳٦٤-۱۳۵۵) احتمال تداوم یک تا هفت روزه بارش با عرض جغرافیایی مثبت و مستقیم است. به‌این منظور که با حرکت از عرض جنوبی به سمت عرض‌های بالاتر رابطه تغییرات احتمالی تداوم یک تا هفت روزه بارش با عرض جغرافیایی بیشتر بوده است. رابطه احتمال تداوم یک و شش روزه بارش طی دهه (۱۳٦٤-۱۳۵۵) با طول جغرافیایی منفی است. به‌این معنا که با حرکت از غرب به شرق ایران ارتباط طول جغرافیایی با تغییرات احتمال تداوم یک و شش روزه بارش منفی و معکوس بوده است. اما تغییرات احتمال تداوم‌های دو، سه ، چهار و پنج روزه بارش با طول جغرافیایی مثبت بوده است. رابطه ارتفاع طی دهه مورد مطالعه با احتمال تداوم یک تا هفت روزه بارش منفی بوده و نقش ارتفاع بسیار کمتر بوده است. طی دهه ۱۳۷٤-۱۳٦۵ نقش طول و عرض جغرافیایی طی احتمال تداوم یک تا هفت روزه بارش مثبت بوده است. به جز تغییرات احتمال تداوم شش و هفت روزه بارش که با عرض جغرافیایی

جدول۳: رابطه تغییرات احتمال تداوم یک تا هفت روزه بارش با عوامل مکانی طی دهه‌های مورد مطالعه

	دهه (۱۳۵۵-۱۳٦٤)	دهه(۱۳۷۵-۱۳۸٤)
احتمال تداوم ۱ روزه بارش	R= −۰/۷٤۸+۰/φ۱۷۸ −۰/λ۰۱۰٦ − ۰/۰۰۰۳ h	R = −۰/٤۰۰+۰/ϕ۱٦۹۸ −۰/λ۰۱٦۱ − ۰/۰۰۰ h
احتمال تداوم ۲ روزه بارش	R= −۱/۹۹۷+۰/φ۱۰۳ +۰/λ۰۰٦۸ − ۰/۰۰۰۱ h	R = −۱/٥۳+۰/ϕ۰۸٥۲ +۰/λ۰۲۰۱ − ۰/۰۰۰ h
احتمال تداوم ۳ روزه بارش	R= −۱/۲۲۸+۰/φ۰۳۲۰ +۰/λ۰۱٦۹ − ۰/۰۰۰۱ h	R = −۱/۱٥+۰/ϕ۰۰٤٤۸ +۰/λ۰۱۷۹ − ۰/۰۰۰ h
احتمال تداوم ٤ روزه بارش	R= −۰/٥۲۱+۰/φ۰۲۸۰ +۰/λ۰۰۱۹ − ۰/۰۰۰۰ h	R = −۰/۸۰+۰/ϕ۰۰۲٤ +۰/λ۰۱۳ − ۰/۰۰۰۰ h
احتمال تداوم ٥ روزه بارش	R= −۰/٦۰۸+۰/φ۰۱۳۷ +۰/λ۰۰۸۰ − ۰/۰۰۰۰ h	R= −۰/٤۰۱−۰/φ۰۰٥۷ +۰/λ۰۲۰۸ − ۰/۰۰۰۰ h
احتمال تداوم ٦روزه بارش	R= −۰/۰۹٦+۰/φ۰۱۹۰ +۰/λ۰۰۹۰ − ۰/۰۰۰۰ h	R= −۰/٤٦−۰/φ۰۰٥۲ −۰/λ۰۱۸۰۸ − ۰/۰۰۰۰ h
احتمال تداوم ۷ روزه بارش	R= −۰/۳٤٦+۰/φ۰۰۱٥۰ +۰/λ۰۰۷۸ − ۰/۰۰۰۰ h	R= −۰/٤٤۳−۰/φ۰۰۳۲۰ +۰/λ۰۱٤۹٦ − ۰/۰۰۰۰ h
	دهه (۱۳٦٥-۱۳۷٤)	**دهه(۱۳۸٥-۱۳۹٤)**
احتمال تداوم ۱ روزه بارش	R= ۲/۳٥٥+۰/φ۱٥۰ −۰/λ۰٤۲ − ۰/۰۰۰۲ h	R= −٤/۰۷+۰/φ۰۷۲ −۰/λ٥۳۰۰ − ۰/۰۰۰۰۷ h
احتمال تداوم ۲ روزه بارش	R= −۰/٥۷۸+۰/φ۰۷۷۰ +۰/λ۰۰۱٥ − ۰/۰۰۰۱ h	R= ۰/٦۱٦+۰/φ۱۰۱۱ −۰/λ۰۲۳۷ − ۰/۰۰۰۰۷ h
احتمال تداوم ۳ روزه بارش	R= −۰/٦۰۸+۰/φ۰۱۳۷ +۰/λ۰۰۸ − ۰/۰۰۰۱۸ h	R= ۰/٤۲۹+۰/φ۰٤۹ −۰/λ۰۰٦۹ − ۰/۰۰۰۰۲ h
احتمال تداوم ٤ روزه بارش	R= −۲/۲۱۰+۰/φ۰٤٤ +۰/λ۰۲٤ − ۰/۰۰۰٤ h	R= −۲/۰۱۹۰+۰/φ۰٥۱۰ +۰/λ۰۲٤۰ − ۰/۰۰۰۰۳ h
احتمال تداوم ٥ روزه بارش	R= −۱/۰۱٤+۰/φ۰۱٤۷ +۰/λ۰۱۳۱ − ۰/۰۰۰۱ h	R= −۱/۱٤٦۳+۰/φ۰۰۸۷۳ +۰/λ۰۲۸۰٤ − ۰/۰۰۰۰۲ h
احتمال تداوم ٦روزه بارش	R= −۰/۰۲۳۰+۰/φ۰۰۰٦ +۰/λ۰۰۹ − ۰/۰۰۰۳ h	R= −۰/۷۳۳۲+۰/φ۰۰۱۱۰ +۰/λ۰۰۱٤٤ − ۰/۰۰۰۰۲ h
احتمال تداوم ۷ روزه بارش	R= −۰/۲۹۱−۰/φ۰۰۲٤ +۰/λ۰۰۹۹ − ۰/۰۰۰۰ h	R= −۰/۱٥٦−۰/φ۰۰۱۹٥ +۰/λ۰۱٥۰ − ۰/۰۰۰۰۱٥ h

رابطه منفی را نشان می دهد. طی این دهه نیز نقش ارتفاع با تغییرات احتمال تداوم یک تا هفت روزه بارش دارای رابطه منفی بوده است. در دهه (۱۳۸٤-۱۳۷٥) نیز به مانند دو دهه قبلی رابطه عرض جغرافیایی با احتمال تغییرات تداوم یک تا هفت روزه بارش مثبت است و همچنین رابطه ارتفاع با احتمال تداوم یک تا هفت روزه بارش منفی هست. اما نقش طول جغرافیایی با احتمال تداوم چهار، پنج، شش و هفت روزه بارش مثبت بوده و طی این تداوم‌ها هرچه از غرب به شرق می‌رویم تغییرات بیشتر می‌شود. طی دهه آخر (۱۳۹٤-۱۳۸٥) رابطه ارتفاع با احتمال تداوم یک تا هفت روزه بارش منفی است. اما تغییرات احتمال تداوم یک تا شش روزه بارش با عرض جغرافیایی مثبت و فقط در احتمال تداوم هفت روزه بارش این ارتباط منفی بوده است. نقش طول جغرافیایی نیز طی احتمال تداوم یک تا سه روزه بارش منفی اما در احتمال تداوم چهار، پنج، شش و هفت روزه بارش مثبت تلقی می‌شود.

میزان نقش عوامل مکانی بوسیله بزرگی ضرایب آن‌ها تعیین می‌شود. می‌توان دید که نقش برخی از متغیرهای مکانی از دهه‌ای به دهه‌ای دیگر تفاوت‌های چشم‌گیری نشان می‌دهد. بررسی‌های انجام شده حاکی از وجود تغییرات در روابط مکانی در دهه‌های مورد بررسی است. برای مثال ضریب عرض جغرافیایی در دهه‌های مختلف در احتمال وقوع تداوم‌های مختلف با کاهش یا افزایش همراه بوده است. طول جغرافیایی و ارتفاع نیز چنین تغییراتی را به‌صورت کمتر تجربه کرده‌اند. روابط مکانی احتمال وقوع تداوم‌ها و تغییرات آن‌ها در جدول ۳ قابل مشاهده است. با توجه به ثابت بودن عوامل مکانی و عدم تغییر آن‌ها می‌توان تغییرات نقش این عوامل را ناشی از تغییرات به‌وجود آمده در سامانه‌های مهاجر، شاخص‌های پیوند از دور و سایر عوامل دخیل در شکل‌گیری اقلیم کشور دانست. برای مثال بررسی‌های جهانبخش و همکاران (۱٤۰۰) حاکی از وجود تغییراتی در چرخندهای موجد بارش طی سال‌های ۱۳٥٥

الی ۱۳۹۳ بوده است. این تغییرات هم در فراوانی ورود چرخندها و هم در عرض جغرافیایی محل ورود چرخندها به کشور رخ داده است. همین مسئله و نیز وجود تغییرات نظیر آن می‌تواند تعیین‌کننده تغییرات رخ داده در نقش عوامل مکانی در کشور باشد که نیازمند بررسی‌های بیشتر است. این موضوع می‌تواند دست‌مایه انجام تحقیقات آتی توسط پژوهشگران قرار گیرد.

۵- نتیجه‌گیری

یکی از جلوه‌های قابل ردیابی دگرگونی اقلیم تغییر در رفتار دهه‌ای بارش است *(عساکره و همکاران،۱۳۹۹: ۱۸۷)*. تداوم به‌عنوان یکی از ویژگی‌های رفتاری در مناطق خشک و نیمه خشک، نظیر ایران، از اهمیت قابل توجهی برخوردار است. در این پژوهش با استفاده از پایگاه داده اسفزاری طی دوره آماری (۱۳۹٤-۱۳٤۹) توزیع مکانی تغییرات دهه به دهه احتمال تداوم یک تا هفت روزه بارش به‌عنوان یکی از مشخصه‌های بارش مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که در هر چهار دهه (۱۳۹٤-۱۳۵۵) دراحتمال رخداد تداوم‌های یک یا ۷-۲ روزه بارش بیشترین احتمال تغییرات تداوم مربوط به ساحل غربی و شرق دریای خزر و محدوده شمال غربی ایران و جنوب البرز است. با این تفاوت که در تداوم‌های بالاتر میزان درصد احتمال تغییرات کاهش یافته است. طی دهه آخر (۱۳۹٤-۱۳۸۵) سطح تغییرات نواحی نسبت به سه دهه قبلی تغییر کرده و محدوده وسیعی از ایران را طی احتمال رخداد بارش یک روزه و تداوم دو روزه بارش نشان می‌دهد. عموماً در چهار دهه (۱۳٦٤-۱۳۵۵، ۱۳۷٤-۱۳٦۵، ۱۳۸٤-۱۳۷۵، ۱۳۹٤-۱۳۸۵) کمترین میزان تغییرات احتمالی مربوط به جنوب ایران است که میزان درصد احتمال تغییرات طی تداوم‌های بالاتر کاهش را نشان می‌دهد. در این میان تنها دو استان سیستان و بلوچستان و هرمزگان بیشترین تغییر احتمال تداوم بارش یک تا هفت روزه را تجربه کرده‌اند. بنابراین تغییرات احتمالی تداوم بارش در نیمه جنوبی کشور عمدتاً کمتر بوده است، اما در نیمه شمالی این تغییرات احتمالی تداوم بارش بیشتر نشان داده شده است. یافته‌های ثنایی و همکاران (۱۳۹۹: ۷٦) نیز نشان داد که روند تغییرات دیرپایی (تداوم) فصل بارش در کشور که فصل بارش در دوره مرطوب کشور در حال کوتاه شدن است. عموماً تغییرات عرض جغرافیایی در طی چهار دهه نسبت به طول جغرافیایی بیشتر بوده است و ارتفاع از رفتاری تقریباً ثابت برخوردار بود؛ واقعیتی که توسط عساکره و همکاران (۱٤۰۰) در مورد تغییرات میزان بارش تأیید شده است. تغییرات نقش عرض جغرافیایی را می‌توان به تغییرات مسیر چرخندهای مدیترانه‌ای که توسط آلپرت و همکاران (۱۹۹۰) و آلپرت و همکاران (۲۰۰٤) بررسی و تأیید شده است، نسبت داد. با توجه به نتایج تحقیق برخی از پژوهشگران که تحت‌تأثیر تغییر اقلیم مسیر و فراوانی چرخندها درحال تغییراست به‌عنوان مثال پژوهش‌های (Seager et all,2019:2887; Lionello et all,2016:29; Romem et all,2007: 65 و طبق یافته‌های کاوسی و موحدی (۱۳۹۳: ۹۷-۱۱۲) که نشان داد درصد فراوانی چرخندها رابطه مستقیم با میانگین بارش دارد و به‌دلیل کاهش ورود سامانه‌های مدیترانه‌ای (کم شدن فراوانی چرخندها) که خود باعث تغییر در رطوبتی ورودی به جوّ *(دارند،۱۳۹٤: ۲۱۳)* می‌شوند. به نظر می‌رسد که تغییرات نواحی بارشی مختلف متأثر از تغییرات سامانه‌های محلی و کلان مقیاس است *(کاشکی،۱۳۹٦: ۲۰۳؛ محمدنژاد و همکاران، ۱۳۸۸: ۱۳۰)*. لذا توزیع مکانی احتمال تداوم یک و یا ۷-۲ روزه بارش نیز با تغییراتی همراه بوده و میانگین بارش توزیع احتمال تداوم بارش یک و یا ۷-۲ روزه نیز رو به کاهش است. بنابراین اثرات ناشی از تغییر در مدت بارندگی، همراه با تغییر در شدت و فراوانی بارش، می‌تواند رویدادهای شدید مانند خشکسالی و سیل پیامدهای قابل توجهی به همراه داشته باشد. به تصویر کشیدن دقیق تغییرات در مدت بارش به سؤالات اساسی در مورد بارش می‌تواند راه‌گشا باشد.

تعارض منافع

در این پژوهش، حامی مالی و تعارض منافع وجود ندارد.

References

1- Alijani, Bahlol,. (2009), Climate of Iran, 9th edition, Tehran, Payam Noor Publishing House.

2- Alijani, B,.(1995). Rainfall moisture sources of Iran, collection of articles of the 7th Congress of Geographers of Iran. Geographical Institute of Tehran University, (1) 1, 275-261.

3- Alizadeh, Amin,. (2008). principles of applied hydrology, Mashhad, Ferdowsi University of Mashhad.

4- Allen, M. R., and Ingram, W. J. (2002). Constraints on future changes in climate and thehydrologic cycle. Nature, (419), 224–232.

5- Alpert, P. BU., Neeman, and Y. Shay-El. (1990), Climatological analysis of Mediterranean cyclones using ECMWF data. Tellus 42: 65–77.

6- Alpert, P., I. Osetinsky, B. Zivb, H. Shafir. (2004), Semi-objective classification for daily synoptic systems: application to the eastern Mediterranean climate change. International journal of climatology,24: 1001–1011.

7- Amoakowaah ,M,. Leonard, Kofitse, O., and Kofitse, Amekudzi, L. (2021).Characterisation of wet and dry spells and associated atmospheric dynamics at the Pra River catchment of Ghana, West Africa . Journal of Hydrology Regional Studies, 34(89), 1-29

8- Asakereh H. and Ashrai S. (2023 a). An investigation into trends in frequency and proportion of different duration of various types of extreme precipitation in Iran. Meteorological Applications, 30(1): 1-17.

9- Asakereh H. and Ashrai S. (2023 b). Varaiton in frequency and proportion of duration of rainy days in iran's precipitation. Theoretical and Applied Climatology 151: 1257-1268.

10- Asakereh, H.. (2007). Spatio- Temporal changes of Iran Inlprecipitation During recent decades. Geography and develoment, 5(10), 145-164.

11- Asakereh, H., & Razmi, R.. (2012). analysis of Annual precipitation changes in Northwest of Iran. Geography and Environmental Planing (university of Isfahan), 23(3), 147-162.

12- Asakereh, H., Masoodian, S A., & Tarcarani, F,. (2021). A Discrimination of Roles of Internal and External Factors on the Decadal Variation of Annual Precipitation in Iran over Recent Four Decades (1975-2016). Physical Geography Reserch Quarterly, 53(1), 91-107.

13- Asakereh, H., Masoodian, S A., & Tarcarani, F,. (2021). Variation in the Spatial Factors Affecting Precipitation in Relation to the Decadal Changes of Annual Precipitation in Iran. Geography and Environmental Planning, 32(3), 129-146.

14- Asakereh, H.. (2009). Kriging application in Climatic element Interpolation (A Case study: Iran Precipitation in 1996.12.16). Geography and develoment, 6(12), 25-42.

15- Asakereh, H.. (2008). Analysis of the Frequency and the Spell of Rainy Days Using Markove Chain Model for City of Tabriz, Iran. Iran Water Resources Research, 2, 46-56.

16- Azizi, Gh., Rostami ,Neiri, asem,. & Masoumeh, Sh,. (2009). synoptic analysis of heavy rains in the west of the country. Natural Geography Quarterly, 4(5),. 1-13.

17- Babaie, O., & FargJzadeh, M.. (2002). Patterns of Spatial and Temporal Variation of Rainfall in Iran. Modarres Human Sciences, 4(6), 51-70.

18- Brommer ,D.M. (2012). Reconsidering Duration in Assessing the Character of Precipitation. Geography Compass 6(7) , 385– 400

19- Caloiero, T., &Coscarelli, R.(2020). Analysis of the Characteristics of Dry and Wet Spells in a Mediterranean. Region Environmental Processes, 1-11

20- Caloiero,T., Sirangelo, B. Coscarelli, R., and Ferrari, E. (2018).Occurrence Probabilities of Wet and Dry Periods inSouthern Italy through the SPI Evaluated on Synthetic Monthly Precipitation Series .Water, 10 (336) 3-17

21- Darand, M,. (2015). analysis of Spatio-temporal Variation of Atmospheric Humidity in Iran During 1979-2013. Physical Geography Reserch Quarterly, 47(2), 213-219.

22- Gayoor, H., Massodian, S.A., Azadi, M., & Noori, H.. (2011). Temporal and Spatial analysis of Precipitation Events in the Southern Coasts of Caspianea sea.

Geography Reserch, 26(1 (100)), 1-30.

23- Germer, M. (2008). “Seasonal precipitation changes in the wet season and their influence on flood/drought hazards in the Yangtze River Basin China”. Quaternary International, 186, 12-21

24- HaimKutiel, J,. & SalingerDaniel .G.K. (2020). Spatial and temporal characteristics of rain-spells in New Zealand. Theoretical and Applied Climatology,78(9) 1-20

25- Halabian, AH.,)2015. temporal and spatial changes of precipitation in Iran. Scientific Research Journal of Desert Ecosystem, (13) 5, 101-116.

26- Hamidianpour,., (2014). analysis of spatial-temporal changes of rainfall duration in Iran. The 5th Regional Conference on Climate Change, 1-12.

27- Hengchun, Ye,. Fetzer, EJ. (2019). Asymmetrical shift towards longer dry spells associated with warming temperatures during Russian summers. American Geophysical Union, 34(2) 1-10

28- Jahanbakhsh, S., Ashrafi, S & Asakere, H., (2021). investigation of decadal changes of rainfall systems affecting the Yellow River catchment, Geography and Planning, No. 57, pp. 101-112.

29- Jones, J.M., &Moberg, A. (2003). Hemispheric and large-scale surface air temperature variations: An extensive revision and update to 2001. J. Climate, (16), 206–223

30- Kaousi, R., & Mohadi, Saeed,.(2013). A synergistic survey of the rotation actions on Iran in 2011. Geographical Research Quarterly,115, 112-97.

31- Kashki, A¬R,. (2016). analysis of the trend of polar ice in the northern hemisphere under the conditions of climate influence. Geography and Environmental Hazards, 203, 181-197.

32- Karel,TR., & Knight, R.W. (1998),“Secular trend of precipitation amount, frequency -length of dry spells. International Journal of Climatology 19:537-555

33- Kaviani, M¬R., Alijani, B,. (2004). Basics of Water and Meteorology, 15th edition. Tehran, Samit Publications.

34- Khalili, N,. & Mehdi, A,. (2013). classification of Iran's rainfall climate by cluster-factor analysis method. Iran Water and Soil Research 44 (3), 237-244.

35- Koffi, Sharma, Dj., Rudnick, V., Koudahe, R., Irmak, K., Suat, K., Adambounou, A., Mianikpo Sogbedji, Jean. (2017). Spatial and temporal variation in precipitation in Togo, International Journal of Hydrology, 1(4), 97-105

36- Kuglitsch, F,. Toreti, G., A.E,. Xoplaki, P. M,. Della-Marta, C,. S.Zerefos, Tu¨rkes¸, M,. and J,. Luterbacher. (2010). Heat wavechanges in the eastern Mediterranean since 1960, Geophys Res, 37(5) 435-451

37- Laszlo Csurgai , Horvath,. Bito. J. (2007).”Rain Attenuation Time Series Synthesis with Combined Markov Models for Microwave Terrestrial Links International Journal of Mobile Network Design and Innovation, 2 (216), 24- 41

38- Lionello, P., Trigo, I.F., Gil, V., Liberato, M. L., Nissen, K. M., Pinto, J. G., and Ulbrich, S. (2016). Objective climatology of cyclones in the Mediterranean region: a consensus view among methods with different system identification and tracking criteria.Dynamic Meteorology and Oceanography, 68(1), 29-45

39- MartinezCruz, D.A., Gutiérrez, M Alarcón-Herrera, M.T.(2020). Spatial and Temporal Analysis of Precipitation and Drought Trends Using the Climate Forecast System Future Dry lands and Climate Change in the Reanalysis, Stewardship of Global South , 3(24),129-146.

40- Masoudian, Sb,.)2018(. Rainfall report in March 2017 and April 2018 in the flooded basin of Iran, National Flood Report Special Committee, Climatology and Meteorology Working Group, unpublished

41- Masoudian, SA., & Kaviani, M R,.(2008). Climatology of Iran, Isfahan University Press.

42- Merianji, z,. (2013). Variability of rainfall regime in Iran. Doctoral thesis, Department of Climatology, University of Isfahan.

43- Mohammadnejad, A., Ahmadi Givi ,Farhang., & Irannejad, Parviz, .(2009). the effect of the annual fluctuation intervals of the subtropical high pressure belt and the Siberian high pressure belt on the Mediterranean circulation and precipitation in Iran, Journal of Earth and Space Physics, (4) 35, 115-130.

44- Mohammadyar, Z., Azizi, Qasim., & Aljani, Bahlul,.

24 (71), 197-217.

55- Rasouli, A.A., Roshani, R., & Ghasemi, A.R.. (2013). analysis the Spatial-Temporal change of Annual precipitation of Iran. Geographical Reserch, 28(1), 205-224.

56- Romem, M.; Ziv, B., & Saaroni, H.(2007). Scenarios in the development of Mediterranean cyclones. Advances in Geosciences 12: 59–65

57- Sabzi Paror, A.¬A., Asakere ., Masoudian, S A., & Merianji, Zohra., (2014). geographical factors affecting the variation of rainfall regime in Iran. Climatology, 12, 376-367.

58- Sanai, M., Barati, G,.Shakiba, A. (2019). Analysis of duratin series of rainy season in Iran. Journal of Climatology,11(42),61-76

59- Schmidli, J., & Frei, C.(2005). Trends of heavy precipitation and Science Basis. Contribution of Working Group I to The Fourth Assessment Report of The Intergovernmental Panel on Climate Change._Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom/ New York, USA.

60- Seager, R., Osborn, T. J., Kushnir, Y., Simpson, I.R., Nakamura, J., Liu, H. (2019). Climate variability and change of Mediterranean-type climates. Journal of Climate, 32(10), 2887-2915

61- Sugiyama, M., Shiogama, H. and Emori, S,.(2010). Precipitation extreme changes exceeding moisture content increases in miroc and ipcc climate models. Proc, Natl Acad Sci USA, 107, 571–575

62- Todeschini , S. (2012). Trends in long daily rainfall series of Lombardia northern Italy affecting urban stormwater control. Int J Climatol ,32(340) ,900–919

63- Trenberth, K. E. (1999). Conceptual framework for changes of extremes of the hydrological cycle with climate change.Climatic Change, (42),327–339

64- Zende, A.M., and Bhagawati, P.B. (2021). Dry Spell and Wet SpellCharacterisationof Nandani River Basin Western Maharashtra India.Water Sciencean TechnologyLibrary, (3), 9-18

65- Zhao, N., Yue, T., Li, Zhang, H., L., Yin X., Liu, Y. (2018). Spatio-temporal changes in region, China. Atmospheric Research precipitation over Beijing-

(2022). analysis of the trend of rainy periods and its role in environmental planning andmanagement. Geography and environmental planning, (4) 12, 1202-1217.

45- Mondal, A., & Mujumdar,P.P.(2014).Modeling-non-stationarity in intensity, duration and frequency of extreme rainfall over India. Journal of Hydrology, 521, (2015) 217-231

46- Moreau, E. (2016).Spatial and Temporal Variability of Rainfall in the Alps Mediterranean Euroregion, Journal American Meteorological Socciety, 87(58) 655-671

47- Nazim Al-Sadat, S¬J., Beigi, Amin., & Saifullah, B,.(2012). Zoning of winter rainfall in Bushehr, Fars and Kohgiluyeh and Boyer Ahmad provinces using principal component analysis method. Journal of Science, Technology, Agriculture and Natural Resources, 7 (1), 61-71.

48- Nazaripour, H., & Karimi, Z,. (2013). Detecting changes in Precipitation daily Persistences Share in the Supply of Iran's rainy days and Precipitation Amount. Journal of Geographical Sciences, 12(27), 53-75.

49- Nouri, M., Morid, S., Karimi, N., & Gholami, H.. (2021). Spatial and Temporal Variation of Temperature and Precipitation Trends of Aras Transboundary River Basin. Iran-Water Resources Reserch, 17(3), 104-117.

50- Nunn , R. (1929). Duration of rainfall at Baltimore, MD.Monthly Weather Review , 57, 50–52

51- O'Gorman, P.A and Schneider,T. (2105).The physical basis for increases in precipitation extremes in simulations of 21st-century climate change. Proc Natl Acad Sci.USA, 106, 14 773–14777

52- Oliveira, V. A., de Mello, C. R., Beskow, S Viola, M. R. Srinivasan, R. (2019). Modeling the effects of climate change on hydrology and sedimentload in a headwater basin in the Brazilian Cerrado biome, Ecological Engineering, 133(5), 20–31

53- Prasad Dabral, P., Purkayastha, K., Aram, M. (2014). Dry and wet spell probability by Markov chain model-a case study of NorthL akhimpur India. Department of Agricultural Engineering,7 (6), 6-13

54- Qolizadeh, M¬H, . & Hamidi, Samira,.) 2017(.evaluation of the variability of rainfall in Kurdistan Province. Scientific Journal of Geography and Planning,

Tianjin-Hebei NO, 202, 156-168
66- Zolina, Olga., Simmer, C., Konstantin, B.,Sergey, KG, and Peter, K.(2013). Changes in the duration of European wet and dry spells during the last 60 years. Journal of Climate, (26),2022-2047

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

COPYRIGHTS

©2024 by the authors. Published by National Geographical Organization. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NoDerivs 3.0 Unported (CC BY-ND 3.0)

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی