



Identifying the Rainy Season in Iran

Vaziri Mehr, M.¹ | Asakereh, H.¹ | Hamidianpour, M.²

1. Department of Geography, Faculty of Human Sciences, University of Zanjan, Zanjan, Iran.

2. Department of Physical Geography, Faculty of Geography and Environmental Planning, University of Sistan and Baluchestan, Sistan and Baluchestan, Iran.

Corresponding Author E-mail: asakereh1@yahoo.com

(Received: 1 Jan 2026, Revised: 14 Feb 2026, Accepted: 13 April 2026, Published online: 30 May 2026)

Summary

The rainy season represents a key manifestation of the climate system's response to atmospheric general circulation, synoptic-scale interactions, and land-atmosphere thermodynamic conditions. The timing of the rainy season—its onset, cessation, and duration—reflects the trajectories of cyclones, the intensity and positioning of westerlies, and variations in moisture flux convergence. Iran, situated within the arid and semi-arid subtropical belt, exhibits high spatiotemporal variability in its rainy season due to its location at the intersection of Mediterranean, Sudanese, Caspian, and Monsoon influences. Consequently, identifying the rainy season using a physically based approach with daily precipitation data is essential for understanding the mechanisms governing regional precipitation. This study aims to extract and analyze the temporal and spatial characteristics of Iran's rainy season and interpret them within the framework of the governing atmospheric processes.

Daily precipitation data from 72 synoptic stations across Iran were analyzed for the period 1960–2023. Stations were selected to ensure appropriate spatial coverage, topographic diversity, and minimal data gaps. The rainy season was identified using a 30-day moving average applied to daily precipitation series, with the long-term mean over 366 days serving as the reference threshold. Any period of at least 30 consecutive days in which the moving average exceeded the threshold was classified as a rainy season. Transition points from dry to wet and vice versa defined the onset and cessation, respectively. Based on this method, indicators including the onset, cessation, duration of the rainy season, and the proportion of seasonal precipitation relative to annual totals, were extracted. To evaluate the influence of spatial factors on rainy season variability, multivariate regression and Pearson correlation analyses were conducted between geographical variables (latitude, longitude, and altitude) and rainy season characteristics. The analysis revealed that Iran exhibits both a general and a regional rainy season regime. The general rainy season extends across the country, whereas the regional rainy season occurs in the northwest, parts of the Caspian Sea coast, and the southeast of Iran.

The general rainy season initiates in areas along the Caspian Sea coast and gradually extends westward, northwestward, eastward, and southeastward. This pattern aligns with the expansion of the Siberian high, weakening of the subtropical high-pressure system, and Mediterranean cyclone activity. Cessation occurs first along the Caspian Sea coast, followed by the central and southern regions. Maximum rainfall duration is observed in the northwest, while the central and southeastern regions experience the shortest durations. The length of the general rainy season ranges from approximately four to over seven months. The ratio of seasonal to annual precipitation indicates a high concentration of cold-season rainfall (>85%) along the southwest to eastern regions, consistent with large-scale cyclonic dominance. In contrast, the Caspian Sea coast and northwestern coastal areas exhibit greater temporal dispersion of precipitation due to the interaction of synoptic and convective systems.

The regional rainy season is primarily influenced by mesoscale processes in the northwest and monsoon flows in the southeast. Its duration exceeds two months in the northwest but is less than one month in the southeast. Statistical analyses indicate that altitude strongly influences the spatial variability of rainy season onset and cessation, particularly in northern and southern regions, whereas latitude plays a significant role in the east. These findings highlight the combined control of topography and geographic location on precipitation responses to general atmospheric circulation.

This study demonstrates that the rainy season in Iran reflects a structural spatiotemporal organization. Variations in onset, cessation, and duration correspond with Mediterranean cyclone trajectories, moisture flux convergence, the subtropical jet stream, and regional sea surface temperatures. Overall, the rainy season in Iran is not only a climatic phenomenon but also a manifestation of underlying physical changes in the regional atmosphere-ocean system.

Keywords: Iran, Precipitation, Rainy Season, Spatial analysis, Widespread rainy season.

Cite this article: Vaziri Mehr, M., Asakereh, H., & Hamidianpour, M. (2026). Identifying the Rainy Season in Iran. *Journal of the Earth and Space Physics*, 52(1), 179-194. DOI: <http://doi.org/10.22059/jesphys.2026.408873.1007746>

E-mail: (1) cloudinsky1996@yahoo.com (2) mhamidianpour@gep.usb.ac.ir



© Authors Retain the Copyright and Full Publishing Rights.

Publisher: University of Tehran Press.

DOI: <http://doi.org/10.22059/jesphys.2026.408873.1007746>

Print ISSN: 2538-371X
Online ISSN: 2538-3906

شناسایی فصل بارش در ایران

محدثه وزیری مهر^۱ | حسین عساکره^۱ | محسن حمیدیان پور^۲

۱. گروه جغرافیا، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.

۲. گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، دانشکده جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، سیستان و بلوچستان، ایران.

رایانامه نویسنده مسئول: asakereh1@yahoo.com

(دریافت: ۱۴۰۴/۱۰/۱۱، بازنگری: ۱۴۰۴/۱۱/۲۵، پذیرش نهایی: ۱۴۰۵/۱/۲۴، انتشار آنلاین: ۱۴۰۵/۳/۹)

چکیده

شناسایی ویژگی‌های زمانی و مکانی فصل بارندگی در ایران، از اهمیت بالایی در مطالعات اقلیم‌شناسی، مدیریت منابع آب و برنامه‌ریزی کشاورزی برخوردار است. در این پژوهش، با استفاده از روش میانگین متحرک ۳۰ روزه بر داده‌های بارش روزانه و آستانه بلندمدت ۳۶۶ روزه، شاخص‌های آغاز، پایان، طول فصل بارندگی و نسبت بارش فصل بارندگی به بارش سالانه برای کشور ایران استخراج و تحلیل شدند. نتایج حاصل از نقشه‌های فضایی نشان داد که ایران طی دوره آماری ۱۹۶۰ تا ۲۰۲۳ دو الگوی بارشی متمایز را تجربه کرده است: در دوره اول، فصل بارندگی به صورت گسترده و پیوسته سراسر کشور را در بر گرفته و تمرکز بارش در فصل سرد سال، از نواحی غربی به نواحی شرقی منتقل شده است؛ در حالی که در دوره دوم، فصل بارندگی به صورت منطقه‌ای و پراکنده ظاهر شده و نواحی مرکزی کشور از الگوی بارشی منظم خارج شده‌اند. تأخیر در آغاز فصل بارندگی و پیش‌افتادن پایان آن در بسیاری از مناطق، به‌ویژه در جنوب‌شرق کشور، منجر به کاهش طول فصل بارندگی و افت محسوس شاخص بارش شده است. این تغییرات با جابه‌جایی مسیر چرخندهای مدیترانه‌ای، کاهش همگرایی شار رطوبتی، تضعیف جریان رودباد و افزایش دمای سطح دریاهای اطراف ایران هم‌راستا بوده‌اند. یافته‌ها بیانگر آن است که فصل بارش در ایران از نظر زمان آغاز، پایان و طول، تنوع مکانی قابل‌توجهی دارد. آغاز بارش‌های فراگیر عمدتاً از سواحل خزر شروع شده و به تدریج به سایر مناطق گسترش می‌یابد و طول فصل بارش بین حدود ۴ تا ۸ ماه متغیر است. نتایج تحلیل‌های آماری بیانگر نقش معنادار ارتفاع و عرض جغرافیایی در تغییرات مکانی بارش، به‌ویژه در شمال، جنوب و شرق کشور است. در مجموع، توپوگرافی و موقعیت جغرافیایی نقش تعیین‌کننده‌ای در الگوی زمانی و مکانی فصل بارش داشته است.

واژه‌های کلیدی: ایران، بارش، فصل بارش، تحلیل فضایی، فصل بارش فراگیر.

۱. مقدمه

و همکاران، ۲۰۰۶)، تبخیر (روزنبرگ و همکاران، ۲۰۰۳)، وقوع سیلاب (گروسمن و همکاران، ۲۰۰۱) و واکنش‌های اکوسیستم‌های طبیعی (اپستین و همکاران، ۲۰۰۲؛ شیائو و مودی، ۲۰۰۴) در مقیاس محلی، منطقه‌ای و حتی جهانی تأثیرگذار است. بنابراین شناسایی فصل بارش از جنبه‌های مختلف در استفاده از منابع آبی اهمیت دارد و یک ضرورت اساسی برای مدیریت و برنامه‌ریزی منابع آب محسوب می‌شود (اوگانتونده و همکاران، ۲۰۱۴). از این‌رو، در مزارع سنتی کم‌درآمد، به‌ویژه در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری که سیستم‌های آبیاری اغلب توسعه نیافته هستند و تولید محصولات کشاورزی کاملاً وابسته به میزان

فصل بارش از مهم‌ترین مؤلفه‌های اقلیم‌شناسی بارش است که نه تنها از منظر ترمودینامیکی و همدید جو، بلکه از دیدگاه اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی نیز از اهمیت شایان توجهی برخوردار است و نشان‌دهنده تغییر در گردش جوی در مقیاس بزرگ (سیمونس، ۱۹۸۲؛ سیلوادیاس و همکاران، ۱۹۸۳) و نیز دگرگونی در الگوی منطقه‌ای (فیگوروا و همکاران، ۱۹۹۵؛ هرل و همکاران، ۱۹۸۹؛ لنترس کوک، ۱۹۹۷) و تغییر ناگهانی در منبع گرمایش جو (به‌ویژه در مناطق حاره و جنب حاره) می‌باشد.

از آنجا که بارندگی یکی از اجزای مهم چرخه هیدرولوژیکی است، فصل بارش بر نسبت رواناب (اسمال

چرخندهای مدیترانه‌ای و عقب‌نشینی پرفشار جنب‌حاره‌ای همراه است، در حالی که پایان آن با گسترش پرفشار سبیری (در نواحی شمال‌غرب و بعضاً شمال‌شرق)، افزایش OLR (Outgoing long waves radiation) و تضعیف جریان رودباد در ارتفاع ۳۰۰ هکتوپاسکال مشخص می‌شود. فصل بارش در ایران نه تنها بازتابی از تعامل پیچیده بین نیروهای همدید و ویژگی‌های جغرافیایی است، بلکه شاخصی کلیدی برای ارزیابی آسیب‌پذیری اقلیمی، امنیت غذایی و مدیریت پایدار منابع آب محسوب می‌شود (تیروچ و همکاران، ۲۰۱۷).

اقلیم بارشی ایران، به‌ویژه فصل بارش آن در ایران، هنوز به‌طور کامل و دقیق بررسی نشده است. از آنجا که این جنبه از اقلیم‌شناسی بارش، برای فرایندهای هیدرولوژیکی و فعالیت‌های کشاورزی اهمیت زیادی دارد، این پژوهش افزون بر شناسایی فصل بارش بر پایه توسعه تعریفی مبتنی بر مشاهدات روزانه، توزیع مکانی آن را نیز مدنظر قرار داده است تا تأثیر عوامل و ویژگی‌های زمانی و مکانی بر فصل بارش ایران بررسی شود.

۲. داده‌ها و روش‌ها

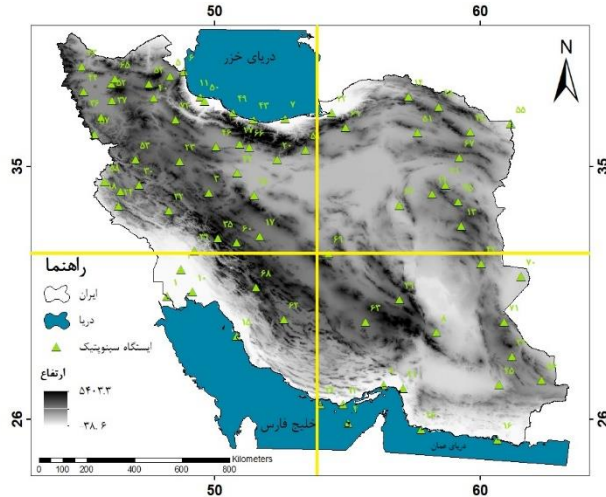
۲-۱. داده‌ها

در این پژوهش از داده‌های بارش ۷۲ ایستگاه همدید کشور، تحت نظارت سازمان هواشناسی کشور، حداکثر با طول دوره آماری ۶۳ ساله (۱۹۶۰-۲۰۲۳) و حداقل ۳۲ سال (شکل ۱) استفاده شد. به‌منظور حصول شبکه‌ای منظم از نقاط و همچنین به‌دست آمدن نتایجی که واقعیت اقلیمی را دقیق‌تر بیان دارد، ایستگاه‌هایی اختیار شدند که دوره آماری ثبت داده طولانی‌تری داشتند. این ایستگاه‌ها با کمینه خلاء آماری، به‌منظور حصول شبکه‌ای منظم از نقاط و همچنین به‌دست آوردن نتایجی که واقعیت اقلیمی را دقیق‌تر بیان دارد، اختیار شدند.

بارش و زمان‌بندی فصل بارش است (بویارد میچثو و همکاران، ۲۰۱۳)، تولید محصولات کشاورزی و بسیاری از عوامل محیطی دیگر به میزان دسترسی به آب بستگی دارند. بر این اساس، اهمیت فاصله بین آغاز و پایان فصل بارش به‌عنوان دوره دسترسی به آب، ناشی از برخی فعالیت‌های کشاورزی که باعث کاهش خطر کاشت زود هنگام یا دیر هنگام می‌شود. در نتیجه، علاوه بر میزان و توزیع مکانی بارش سالانه، توزیع ماهانه بارش و فصل بارش از عوامل مهم در نظام‌های اقتصادی محسوب می‌شوند که به‌طور قابل توجهی بر کمیت و کیفیت سرمایه اقتصادی-اجتماعی تأثیر می‌گذارند (عساکره و همکاران، ۲۰۲۲).

غالب گستره کشور ایران (بیش از ۸۵٪ از مساحت کشور) با اقلیم خشک و نیمه‌خشک، دارای توزیع زمانی و مکانی بسیار نامتوازن بارش است. مسعودیان (۱۳۹۰) نشان داد که ۶۱ درصد از مساحت کشور، بارشی کمتر از ۲۵۰ میلی‌متر دریافت می‌کند و تنها ۴ درصد آن از بارش بیش از ۶۰۰ میلی‌متر برخوردار است. در چنین شرایطی، شناخت دقیق زمان آغاز، پایان، و طول فصل بارندگی برای مدیریت منابع آب، کشاورزی دیم، و مقابله با مخاطرات اقلیمی ضروری است (کریمی و همکاران، ۱۴۰۲). دوام فصل بارش در ایران با گسترده‌گی سرزمین، تنوع مکانی-زمانی بارش و گوناگونی سازوکارها و سامانه‌های بارشی پیوند دارد (خلیلی، ۱۳۹۷).

به‌طور کلی ایران دو فصل بارندگی را تجربه می‌کند که شامل فصل بارندگی فراگیر و فصل بارندگی ناحیه‌ای می‌باشد. فصل بارندگی فراگیر فصلی است که طی آن بارش به تدریج تمام نقاط کشور را تحت تأثیر قرار می‌دهد. آغاز فصل بارش فراگیر در ایران طی دو مرحله رخ می‌دهد. این مراحل در مقیاس منطقه‌ای تا حدودی متفاوت هستند، اما ارتباط مشخصی با عرض جغرافیایی دارند (عساکره و همکاران، ۲۰۲۳). آغاز فصل بارندگی معمولاً با نفوذ



شکل ۱. توزیع ارتفاعی ایران و پراکنش ایستگاه‌های مورد مطالعه.

جدول ۱. مشخصات مختصاتی (درجه) - ارتفاعی (متر) و دوره ثبت داده بارش (برحسب میلی‌متر) برای ایستگاه‌های مورد مطالعه.

ردیف	ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	میانگین بارش	ارتفاع	شروع داده	پایان داده	ردیف	ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	میانگین بارش	ارتفاع	شروع داده	پایان داده
۱	آبادان	۴۸/۲۱	۳۰/۳۷	۱۵۶/۱۴	۶/۶	۱۹۶۰	۲۰۲۳	۳۷	مرآغه	۴۶/۱۴	۳۷/۳۴	۳۱۶/۸	۱۳۴۴	۱۹۸۴	۲۰۲۳
۲	اهواز	۴۸/۷۴	۳۱/۳۴	۲۲۹/۲۹	۲۲/۵	۱۹۶۰	۲۰۲۳	۳۸	مشهد	۵۹/۶۳	۳۶/۲۳	۲۵۴/۴	۹۹۹	۱۹۶۰	۲۰۲۳
۳	اراک	۴۹/۷۸	۳۴/۰۷	۳۳۵/۹۱	۱۷۰/۲/۸	۱۹۶۰	۲۰۲۳	۳۹	مسجد سلیمان	۴۹/۲۴	۳۱/۹۸	۴۵۵/۶	۳۲۰/۵	۱۹۸۵	۲۰۲۳
۴	ابوموسی ایسلند	۵۵/۰۱	۲۵/۸۷	۱۳۶/۰۸	۶/۶	۱۹۸۵	۲۰۲۳	۴۰	میانه	۴۷/۷	۳۷/۴۵	۲۸۳/۶	۱۱۱۰	۱۹۸۸	۲۰۲۳
۵	اردبیل	۴۸/۳۲	۳۸/۲۱	۲۹۶/۷	۱۳۱۴/۳	۱۹۷۷	۲۰۲۳	۴۱	میناب	۵۷/۰۸	۲۷/۱	۲۰۱/۴	۲۹/۶	۱۹۸۵	۲۰۲۳
۶	آستارا	۴۸/۸۵	۳۸/۳۵	۱۳۷۸/۸	-۲۱/۱	۱۹۸۶	۲۰۲۳	۴۲	تهپندان	۶۰/۰۳	۳۱/۵۴	۱۳۲/۱	۱۱۸۸	۱۹۸۸	۲۰۲۳
۷	بایلسر	۵۲/۶۵	۳۶/۷۲	۸۹۹/۶	-۲۱	۱۹۶۰	۲۰۲۳	۴۳	نوشهر	۵۱/۴	۳۶/۶۶	۱۲۹۷/۱	-۲۰/۹	۱۹۷۷	۲۰۲۳
۸	بم	۵۸/۳۵	۲۹/۱	۶۰/۲	۱۰/۶۷	۱۹۶۰	۲۰۲۳	۴۴	ارومیه	۴۵/۰۵	۳۷/۶۵	۳۳۱/۶	۱۳۲۸	۱۹۶۰	۲۰۲۳
۹	بندرعباس	۵۶/۳۷	۲۷/۲۱	۱۷۹/۵	۹/۸	۱۹۶۰	۲۰۲۳	۴۵	قائن	۵۹/۱۷	۳۳/۷۴	۱۷۷/۵	۱۴۳۹	۱۹۸۸	۲۰۲۳
۱۰	بندر مانشهر	۴۹/۱۵	۳۰/۵۴	۲۰۷/۳	۶/۲	۱۹۸۸	۲۰۲۳	۴۶	قزوین	۵۰/۰۶	۳۵/۷	۳۱۷/۸	۱۲۷۹/۱	۱۹۶۰	۲۰۲۳
۱۱	بندرانزلی	۴۹/۴۵	۳۷/۴۷	۱۷۷۹/۴	-۲۳/۶	۱۹۶۰	۲۰۲۳	۴۷	قم	۵۰/۸۵	۳۴/۸۷	۱۳۴/۹	۸۷۹/۱	۱۹۸۷	۲۰۲۳
۱۲	بندر لنگه	۵۴/۸۲	۲۷/۵۲	۱۴۵/۸	۲۲/۷	۱۹۶۶	۲۰۲۳	۴۸	قوچان	۵۸/۴۵	۳۷/۱۱	۳۰۶/۶	۱۲۷۰	۱۹۸۴	۲۰۲۳
۱۳	بیرجند	۵۹/۲۸	۳۲/۸۹	۱۶۸/۵	۱۴۹۱	۱۹۶۰	۲۰۲۳	۴۹	رامسر	۵۰/۶۸	۳۶/۹	۱۲۲۴/۴	-۲۰	۱۹۶۰	۲۰۲۳
۱۴	بجنورد	۵۷/۳	۳۷/۴۸	۲۶۴/۹	۱۰/۶۵	۱۹۷۸	۲۰۲۳	۵۰	رشت	۴۹/۶۲	۳۷/۳۲	۱۳۴۴/۲	-۸/۶	۱۹۶۰	۲۰۲۳
۱۵	بوشهر	۵۰/۸۱	۲۸/۹۶	۲۴۸/۶	۶	۱۹۶۰	۲۰۲۳	۵۱	سبزوار	۵۷/۶۴	۳۶/۲	۱۸۹/۶	۹۶۲	۱۹۶۰	۲۰۲۳
۱۶	چابهار	۶۰/۶۵	۲۵/۲۸	۱۱۱/۲۷	۸	۱۹۶۴	۲۰۲۳	۵۲	سنند	۴۶/۱۱	۳۷/۹۳	۲۱۹/۴	۱۶۴۱	۱۹۸۸	۲۰۲۳
۱۷	اصفهان	۵۱/۷	۳۲/۵۱	۱۱۴/۰/۴	۱۵۵۱/۹	۱۹۶۰	۲۰۲۳	۵۳	سنندج	۴۷/۰۱	۳۵/۲۵	۴۶۲/۴	۱۳۷۳/۴	۱۹۶۰	۲۰۲۳
۱۸	اسلام آباد غرب	۴۶/۴۶	۳۴/۱۱	۴۸۳/۸	۱۳۴۹	۱۹۸۷	۲۰۲۳	۵۴	سراب	۴۷/۵۳	۳۷/۹۳	۲۳۲/۲	۱۶۸۲	۱۹۸۸	۲۰۲۳
۱۹	فردوس	۵۸/۱۸	۳۴/۰/۳	۱۵۰/۱/۳	۱۲۹۲	۱۹۸۵	۲۰۲۳	۵۵	سرخس	۶۱/۱۴	۳۶/۵۳	۱۸۰/۹	۲۷۸	۱۹۸۵	۲۰۲۳
۲۰	گرمسار	۵۲/۳۶	۳۵/۲۴	۱۲۱/۸۸	۸۹۹/۹	۱۹۸۶	۲۰۲۳	۵۶	سراوان	۶۲/۳۱	۲۷/۳۹	۱۰/۶/۸	۱۱۸۲	۱۹۸۸	۲۰۲۳
۲۱	گناباد	۵۸/۶۸	۳۴/۳۵	۱۴۱/۵۷	۱۰/۵۶	۱۹۸۷	۲۰۲۳	۵۷	سردشت	۴۵/۴۸	۳۶/۱۴	۸۱۱/۵	۱۵۵۶/۸	۱۹۸۸	۲۰۲۳
۲۲	گرگان	۵۴/۴۱	۳۶/۹	۵۹۳/۵۱	۰	۱۹۶۰	۲۰۲۳	۵۸	سرپل ذهاب	۵۴/۸۶	۳۴/۴۵	۴۶۰/۹	۵۴۵	۱۹۸۸	۲۰۲۳
۲۳	همدان	۴۸/۶۹	۳۵/۱۹	۳۰۹/۶۱	۱۶۷۹/۷	۱۹۶۰	۲۰۲۳	۵۹	سمنان	۵۳/۴۲	۳۵/۵۸	۱۳۹/۴	۱۱۲۷	۱۹۶۵	۲۰۲۳
۲۴	ایلام	۴۶/۳۹	۳۳/۵۶	۶۰۵/۷۲	۱۳۳۷	۱۹۸۷	۲۰۲۳	۶۰	شهرکرد	۵۰/۸۳	۳۲/۲۹	۳۲۵/۵	۲۰۵۰	۱۹۶۰	۲۰۲۳
۲۵	ایرانشهر	۶۰/۷۱	۲۷/۲۳	۱۰۶/۱۷	۵۹۱/۱	۱۹۶۵	۲۰۲۳	۶۱	شاهرود	۵۴/۹۲	۳۶/۳۸	۱۵۹/۶	۱۳۲۵/۲	۱۹۶۰	۲۰۲۳
۲۶	جاسک	۵۷/۷۶	۲۵/۶۳	۱۴۳/۶۷	۵/۲	۱۹۶۸	۲۰۲۳	۶۲	شیراز	۵۲/۶	۲۹/۵۶	۳۱۷/۹	۱۴۸۸	۱۹۶۰	۲۰۲۳
۲۷	کرج	۵۰/۹۵	۳۵/۸	۲۳۹/۷۱	۱۲۹۲/۹	۱۹۸۵	۲۰۲۳	۶۳	سیرجان	۵۵/۶۸	۲۹/۴۶	۱۴۰/۵	۱۷۳۹	۱۹۸۵	۲۰۲۳
۲۸	کاشان	۵۱/۴۸	۳۳/۹۶	۱۳۶/۰/۴	۹۵۵	۱۹۶۷	۲۰۲۳	۶۴	طبرس	۵۶/۹۵	۳۳/۶	۷۹/۲۱	۷۱۱	۱۹۶۱	۲۰۲۳
۲۹	کرمان	۵۶/۹۶	۳۰/۲۵	۱۴۳/۹۸	۱۷۵۴	۱۹۶۰	۲۰۲۳	۶۵	تبریز	۴۶/۲۴	۳۸/۱۲	۲۹۰/۲	۱۳۶۱	۱۹۶۰	۲۰۲۳
۳۰	کرمانشاه	۴۷/۱۵	۳۴/۳۵	۴۵۲/۲۹	۱۳۱۸/۵	۱۹۶۰	۲۰۲۳	۶۶	تهران	۵۱/۳	۳۵/۶۹	۲۳۱/۶	۱۱۹۱	۱۹۶۰	۲۰۲۳
۳۱	خاش	۶۱/۱۸	۲۸/۲۲	۱۴۷/۷۷	۱۴۲۷	۱۹۸۸	۲۰۲۳	۶۷	ترت خیدریه	۵۹/۲	۳۵/۳۳	۲۶۸/۳	۱۴۵۱	۱۹۶۰	۲۰۲۳
۳۲	خرم آباد	۴۸/۲۸	۳۳/۴۳	۵۰۳/۲	۱۱۴۷/۸	۱۹۶۰	۲۰۲۳	۶۸	یاسوج	۵۱/۵۵	۳۰/۶۹	۸۴۰/۵	۱۸۱۶/۳	۱۹۸۸	۲۰۲۳
۳۳	خری	۴۴/۹۹	۳۸/۵۵	۲۹۳/۵۶	۱۱۰۳/۴	۱۹۶۰	۲۰۲۳	۶۹	یزد	۵۴/۳۸	۳۱/۹	۸۵/۳۵	۱۳۳۰/۲	۱۹۶۰	۲۰۲۳
۳۴	کیش ایسلند	۵۲/۹۸	۲۶/۵۲	۱۷۶/۱	۳۰	۱۹۷۷	۲۰۲۳	۷۰	زابل	۶۱/۵۴	۳۱/۱	۵۹/۴۵	۴۸۹/۲	۱۹۶۳	۲۰۲۳
۳۵	کوهرنگ	۵۰/۱۲	۳۲/۴۵	۱۴۰/۳/۱	۲۳۶۵	۱۹۸۸	۲۰۲۳	۷۱	زاهدان	۶۰/۹	۲۹/۴	۸۲/۱	۱۳۷۰	۱۹۶۰	۲۰۲۳
۳۶	مهاباد	۴۵/۷۱	۳۶/۷۵	۴۱۲/۰/۴	۱۳۵۱/۸	۱۹۸۸	۲۰۲۳	۷۲	زنجان	۵۲/۴۸	۳۶/۶	۳۰/۵/۱	۱۶۴۰/۷	۱۹۶۰	۲۰۲۳

همسایگی را با مناطق جنوبی و دریا دارد و به دلیل در بر گرفتن سه دشت هامون، لوت و جازموریان و ارتفاعات تفتان، توأم با تضادهای ارتفاعی و اقلیمی قابل توجهی است. با توجه به توزیع ارتفاعی ایستگاهها (جدول ۱)، حدود ۲۴ درصد کل ایستگاهها در ارتفاع بین ۲۳/۶- تا ۲۶ متر قرار گرفته‌اند. این طیف ارتفاعی در گستره بزرگی (به‌ویژه شهرهای مجاور با سواحل) جای دارد. طبقات ارتفاعی ۸۰۰-۲۶ متر، به دلیل این که از وسعت زیادی برخوردار نیستند، تعداد ایستگاههای کمی را به خود اختصاص داده‌اند. در طبقاتی که به سمت مناطق مرتفع (۳۰۰۰-۸۰۰ متر) در امتداد رشته کوه‌های البرز و زاگرس بوده، بر تعداد ایستگاهها افزوده می‌شود.

۲-۲. روش‌ها

شناسایی فصل بارندگی یکی از موضوعات کلیدی در مطالعات اقلیم‌شناسی، هیدرولوژی و کشاورزی است که به‌طور مستقیم با زمان‌بندی بارش، مدیریت منابع آب و برنامه‌ریزی زراعی در مناطق خشک و نیمه‌خشک مانند ایران ارتباط دارد.

فرایند شناسایی فصل بارندگی در درجه نخست به مقدار بارش روزانه و الگوی تکرار یا استمرار رخدادهای بارشی وابسته است (ده لاکاسا، ۲۰۰۹). در این راستا، تاریخ‌هایی که بخش قابل توجهی از بارش فصلی در آنها اتفاق می‌افتد یا روزهایی که میزان بارش به یک آستانه مشخص می‌رسد، به‌عنوان معیارهایی برای تعیین زمان آغاز فصل بارندگی مطرح شده‌اند (لو و همکاران، ۲۰۰۷). یکی از ساده‌ترین روش‌ها برای تعیین آغاز و پایان فصل بارش، ردیابی تداوم اولین یا آخرین روز بارانی است که مقدار بارش آن از آستانه تعیین شده فراتر می‌رود (بنوآ، ۱۹۷۷؛ استرن و همکاران، ۱۹۸۱؛ هولم، ۱۹۸۷؛ سیواکومار، ۱۹۸۸).

در مواردی که میزان بارش به‌عنوان شاخص اصلی در نظر گرفته شود، فصل بارندگی برای هر نقطه به‌صورت مجموعه‌ای از روزهای متوالی تعریف می‌شود که در آن از مقدار آستانه عبور کرده باشد. پژوهش عساکره و همکاران (۲۰۲۲) نشان داده که آغاز فصل بارش معمولاً با وقوع یک

تجسم و تصور توزیع فضایی ایستگاه‌های مورد استفاده، تصویری مناسب از نمونه‌گیری آماری، جغرافیای ایستگاه‌ها، همگنی - همگونی توزیع مکانی ایستگاه‌ها، عدم قطعیت‌های علمی و نیز تحلیل مکانی نتایج به‌دست می‌دهد. از منظر عملی نیز می‌تواند راهنمای عمل برای متولیان مکان‌یابی ایستگاه‌های کشور به‌دست دهد. بنا به این دلایل، برخی مشخصات فضایی ایستگاه‌های مورد استفاده در پی آمده است:

اگر ایران را به چهار ربع تقسیم کنیم می‌توان بدین ترتیب تقسیم‌بندی کرد: ربع اول شامل مناطق شمال شرق ایران می‌شود که بخشی از نواحی کوهستانی و کوهپایه‌ای و مرکزی را در بر می‌گیرد. این ناحیه دارای ۱۳ ایستگاه است. ارتفاعات در این بخش بسیار متغیر است. ارتفاعات ۶۰۰ تا ۹۰۰ متر بیشترین مساحت این ربع را شامل می‌شود. ارتفاعاتی چون ۹۰۰ تا ۲۷۰۰ متر ناحیه کوچک‌تری را به خود اختصاص داده است. اکثر ایستگاه‌های این ربع به جز ایستگاه‌های مرکزی از سال ۱۹۸۰ به بعد بارش را ثبت کرده‌اند. ربع دوم، مناطق شمال غرب ایران، سه ناحیه خزری و کوهپایه‌ای و کوهستانی را در بر گرفته است. این ناحیه با ۳۶ ایستگاه بیشترین ایستگاه‌ها را به خود اختصاص داده است. در این ناحیه ایستگاه‌ها در طبقات ارتفاعی متنوعی قرار دارند. مثلاً ارتفاع مناطق خزری بین ۲۳- الی ۲۶ متر با کمترین طبقه ارتفاعی و مناطق کوهستانی و کوهپایه‌ای بین ۱۰۰۰ تا ۲۴۴۸ متر با بیشترین طبقه ارتفاعی قرار دارند. از سال ۱۹۸۸ به بعد ایستگاه‌های بارش در این ناحیه نسبت به نواحی دیگر افزایش یافته‌اند. ربع سوم، مناطق جنوب غرب ایران، دو ناحیه پیش کوه‌های غربی و جنوبی را در بر گرفته است. این ناحیه با ۶ ایستگاه، کمترین شمار ایستگاه‌ها را به خود اختصاص داده است. اکثر ایستگاه‌های این ناحیه از سال ۱۹۶۰ شروع به ثبت بارش کرده‌اند. ربع چهارم شامل جنوب شرق ایران؛ بخشی از ناحیه کوهستانی، جنوبی و مرکزی کشور است. این بخش ۱۷ ایستگاه را در خود جای داده است و بعد از ناحیه اول بیشترین شمار ایستگاه‌ها را به خود اختصاص داده است. در این ناحیه، از غرب به شرق، ارتفاعات کاهش می‌یابد. همچنین این ناحیه بیشترین

ایران، نوسانات شدید بارش روزانه و عدم پیوستگی رویدادهای بارشی، شناسایی دقیق فصل بارش را دشوار می‌سازد.

در این پژوهش، برای شناسایی فصل بارندگی در ایران، از روش توسعه‌یافته توسط عساکره و ترکارانی (۱۳۹۹) استفاده شده است. این روش مبتنی بر هموارسازی سری‌های زمانی بارش روزانه با میانگین متحرک ۳۰ روزه است. توضیح این که تعیین دقیق زمان آغاز، پایان و طول فصل بارندگی نیازمند روشی است که بتواند نوسانات شدید بارش روزانه را کاهش داده و الگوی واقعی بارش را آشکار سازد. از این روش‌های هموارسازی در تعریف فصل بارش بسیار مفید هستند. این رویکرد، با کاهش اثر نوسانات تصادفی بارش روزانه، امکان شناسایی دقیق‌تر الگوهای بارشی را فراهم می‌سازد. همچنین، با ادغام فصل‌های متوالی با فاصله کمتر از ۳۰ روز، از تفکیک غیر واقعی فصل‌های بارندگی جلوگیری شده و ساختار زمانی منسجم‌تری حاصل شده است. در این تحقیق دو معیار تجربی و نقلی (استنادی) برای تعریف میانگین متحرک استفاده شد. اول تعریف «انجمن هواشناسی ایالات متحده» است که فصل بارش را فصلی می‌داند که تداوم روزهای توأم با بارش حداقل ۳۰ روز باشد. در مرحله نخست، میانگین متحرک ۳۰ روزه بر مشاهدات برازش یافت. با توجه به شرایط محلی ایران، این میانگین متحرک به صورت آزمون و خطا برای بازه‌های ۲۵، ۲۰، ۱۵، ۱۰ و ۵ روزه بررسی شد. این میانگین‌های متحرک برای بسیاری از ایستگاه‌ها نتوانستند تصویری معقول، و مقبول ارائه کنند. به طوری که نقشه‌های ترسیم شده از این نتایج، منعکس‌کننده فصول حاکمیت سیستم‌های بارشی ایران نبودند. از این رو از ارائه آنها صرف نظر شد. برخی مطالعات از روش‌های هموارسازی سری‌های زمانی بارش استفاده کرده‌اند. به عنوان نمونه، دانینگ و همکاران (۲۰۱۶) از میانگین متحرک ۳۰ روزه با درون‌یابی اسپلاین مکعبی بهره گرفتند تا اثر بارش‌های شدید در تعیین آغاز فصل بارش کاهش یابد. اودکونله (۲۰۰۶) نیز به جای میزان بارش، تعداد روزهای بارانی را ملاک قرار داد و با استفاده از میانگین متحرک ۵ روزه بر

مقدار مشخص از بارش همراه است. از این رو، برای تعیین دقیق فصل بارش و همچنین تاریخ شروع تحلیل، به تعریف یک تاریخ اولیه نیازمند است. تاریخ شروع تحلیل به زمانی اطلاق می‌شود که پیش از آغاز فصل بارش، منحنی سری زمانی بارش روزانه روند افزایشی خود را آغاز می‌کند. این تاریخ معمولاً در نزدیکی شروع فصل بارندگی قرار دارد. در این زمینه، دو چارچوب زمانی رایج وجود دارد: نخست، سال هواشناسی (از ۱ ژانویه تا ۳۱ دسامبر) که در مناطقی با بارش پراکنده در طول سال کاربرد دارد؛ دوم، سال هیدرولوژیکی که در مناطقی با فصل خشک طولانی، برای تفکیک دقیق‌تر فصل بارش از دوره خشک مورد استفاده قرار می‌گیرد. با این حال، در تمامی مناطق، شروع فصل بارندگی الزاماً از ابتدای پاییز نیست و زمان آغاز فصل بارش در نقاط مختلف، متفاوت است. با توجه به این که در بسیاری از مناطق، آغاز سال هیدرولوژیکی با آغاز فصل بارش هم‌زمان است. این تاریخ در پژوهش حاضر پس از آزمون و خطا در هر ایستگاه اصلاح شد و میانگین نهایی تاریخ شروع تحلیل برای ایران برابر با ۷ اوت (۱۷ مرداد) محاسبه شد. توجه کنید که ۱۷ مرداد به عنوان آغاز فصل بارش به حساب نیامده است، بلکه به عنوان تاریخ شروع سری زمانی سالانه به شمار می‌آید. زیرا در این تاریخ هیچیک از ایستگاه‌های کشور بارش بیش از میانگین سالانه دریافت نمی‌کنند. بنابراین، تنظیم سری‌های بارش و انجام محاسبات بر آنها راحت‌تر است. زیرا در این صورت پیوستگی چرخه‌های بارشی در سال حفظ می‌شود.

یکی از چالش‌های مهم در شناسایی فصل بارش، تعیین آستانه مناسب برای میزان بارش AP (Amount of precipitation) است. استفاده از آستانه‌های ثابت، روش را به شدت وابسته به شرایط محلی می‌کند (مورون و همکاران، ۲۰۰۹) و در مناطق دارای چند فصل بارندگی یا تنوع اقلیمی، می‌تواند منجر به خطاهای مکانی و تفسیری شود (کاپان و همکاران، ۲۰۰۱؛ کیان و همکاران، ۲۰۰۹؛ گو و همکاران، ۲۰۱۸). این آستانه‌ها تحت تأثیر ویژگی‌های جغرافیایی و تصمیمات پژوهشگر قرار دارند و قابلیت تعمیم‌پذیری محدودی دارند. در مناطق جنب حاره، نظیر

میانگین بارش ۳۶۶ روزه، فصل خشک (میانگین متحرک کمتر از میانگین بود) و فصل بارانی (میانگین متحرک بالاتر از میانگین بود) که حداقل ۳۰ روز طول می‌کشد، قابل تشخیص بودند.

روش به کار رفته در این تحقیق در زمره «روش‌های نسبی» و نه «روش‌های مطلق» است. زیرا فصل بارش هر ناحیه براساس و نسبت به میانگین روزانه بارش تعیین می‌شود. در این معنا نمی‌توان ایستگاه‌ها و نواحی را باهم مقایسه کرد. همین واقعیت در میزان بارش نیز منعکس شده است. به طوری که میزان متوسط بارش روزانه در فصل بارش آستارا تا ۹ میلی‌متر نیز می‌رسد، در حالی که میزان متوسط بارش روزانه تهران در فصل بارش حداکثر به ۱/۳ میلی‌متر می‌رسد. در این معنا، اگر از یک آستانه ثابت (مطلق و نه نسبی) برای تعیین فصل بارش استفاده می‌شد، برخی ایستگاه‌ها، هیچ‌گاه فصل بارش را تجربه نمی‌کردند و برخی ایستگاه‌ها هیچ‌گاه فصل خشک را تجربه نمی‌کردند. در واقع روش نسبی انعکاسی از تأثیرات نسبی سیستم‌های باران‌زای فصل بارش هستند.

همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، بارندگی روزانه، میانگین ۳۶۶ روزه و میانگین متحرک ۳۰ روزه بارش شش ایستگاه هواشناسی منتخب نه تنها میزان بارش، آغاز و پایان فصل بارش، بلکه شیب کاهش-افزایش مقادیر بارندگی و الگوی فصل بارانی-خشک بسیار متنوع بود. به عنوان مثال، آستارا فصل بارانی را از ۱۰ اوت تا ۲۸ نوامبر (به مدت حدود ۴ ماه) تجربه کرد. در حالی که تبریز دو فصل بارش داشت؛ فصل کوتاه در پاییز (به طور متوسط از ۷ اوت تا ۳ اکتبر) و فصل بلند از زمستان تا بهار (به طور متوسط از ۴ ژانویه تا ۱۶ می) که توسط یک فصل خشک در پاییز-زمستان (۵ اکتبر تا ۳ ژانویه) از هم جدا می‌شد. همچنین ایرانشهر نیز با دو فصل بارش مشخص می‌شود؛ فصل بلند از اواخر پاییز تا اوایل بهار (به طور متوسط از ۳۰ نوامبر تا ۲۴ مارس) و فصل کوتاه در تابستان (به طور متوسط از ۲۲ ژوئن تا ۱۷ جولای) است. به طور متوسط، فصل بارندگی در تهران، جاسک و سهند به ترتیب از ۱۳ اکتبر تا ۲۵ مارس (حدود ۷ ماه)، از ۵ نوامبر تا ۲۷ مارس (حدود ۵ ماه) و از ۱ اکتبر تا ۱۱ می

منحنی تجمعی بارش روزانه، نقاط آغاز و پایان فصل بارندگی را شناسایی کرد. همچنین، لیت-فیلیو و همکاران (۲۰۲۰) از فیلتر پایین‌گذر لانچوس برای هموارسازی داده‌ها بهره بردند. علاوه بر این، در روش عساکره و ترکارانی (۱۳۹۹)، میانگین بلندمدت ۳۶۶ روزه بارش روزانه به عنوان آستانه مرجع در نظر گرفته شده است. بر این اساس، دوره‌هایی که میانگین متحرک ۳۰ روزه از میانگین سالانه یک محل، فراتر رود و حداقل ۳۰ روز تداوم داشته باشد، به عنوان فصل بارندگی آن محل تعریف می‌شود. نقاط گذار از وضعیت خشک به مرطوب و بالعکس، به ترتیب به عنوان آغاز و پایان فصل بارش شناسایی شده‌اند. در مواردی که فصل بارندگی از انتهای سال عبور کرده، ساختار مدور سال اصلاح شده تا پیوستگی زمانی حفظ شود. بر اساس تعریف AMS (۱۹۹۹) (American Meteorological Society)، فصل بارندگی باید حداقل ۳۰ روز تداوم داشته باشد. در این راستا، ابتدا میانگین متحرک ۳۰ روزه برای هر ایستگاه از نقشه بارش روزانه ایران محاسبه شد. این هموارسازی موجب کاهش اثر نوسانات تصادفی و بازتاب بهتر الگوهای واقعی بارش و خشکسالی شد. سپس، میانگین بارش ۳۶۶ روزه به عنوان آستانه مرجع در هر ایستگاه تعیین شد. هر بازه حداقل ۳۰ روزه که میانگین متحرک از این آستانه عبور کند، به عنوان فصل بارش آن محل در نظر گرفته شد. نقاط آغاز و پایان این عبور، به ترتیب آغاز و پایان فصل بارش را مشخص می‌کنند و فاصله بین آنها طول فصل بارندگی را تعریف می‌کند.

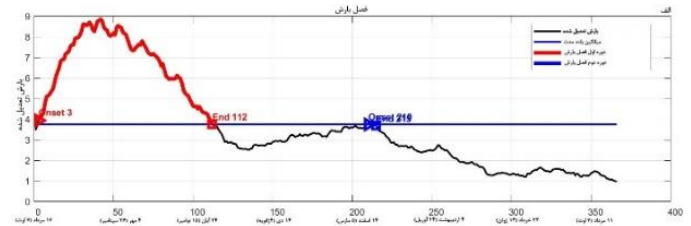
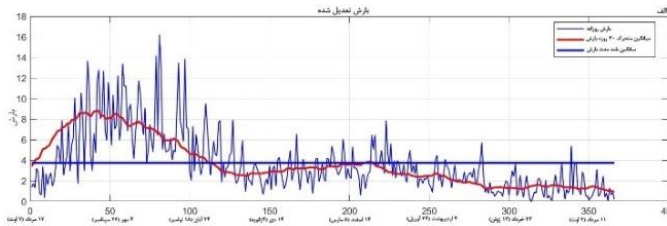
شکل ۲ نمونه‌هایی از مراحل فوق را برای ایستگاه‌های منتخب نشان می‌دهد که در آنها برخی ایستگاه‌ها با ویژگی‌های بارندگی متفاوت (ایستگاه‌های آستارا، ایرانشهر، تبریز، تهران، جاسک و سهند) قرار دارند. در تمام مثال‌ها، سه منحنی ارائه شد (بارش روزانه، میانگین متحرک ۳۰ روزه بارش و خط افقی که میانگین بلندمدت ۳۶۶ روزه بارش را نشان می‌دهد). میانگین بارش ۳۶۶ روز به عنوان معیاری برای تمایز فصل بارش و فصل خشک در نظر گرفته شد. با مقایسه میانگین متحرک با

$$RSP = \left(\frac{\text{مجموع بارش در فصل بارندگی}}{\text{کل بارش سالانه}} \right) \times 100 \quad (۱)$$

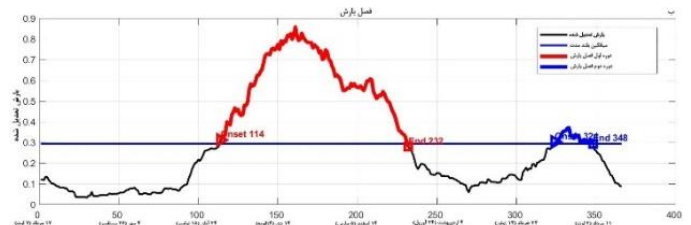
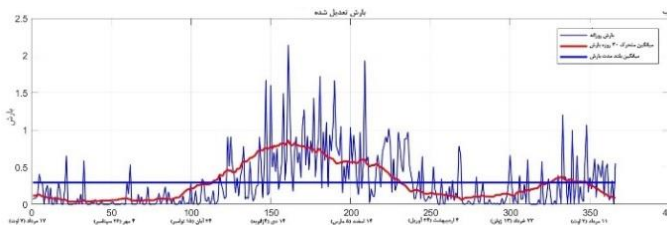
مقدار بالای شاخص نسبت بارش، نشان‌دهنده تمرکز بارش در یک فصل خاص و مقدار پایین آن بیانگر پراکندگی بارش در طول سال است. این شاخص امکان مقایسه شدت و تمرکز بارش بین مناطق مختلف را فراهم می‌کند.

(حدود ۸ ماه) ادامه داشته که سهند بیشترین طول فصل بارش و آستارا کمترین آن را دارد.

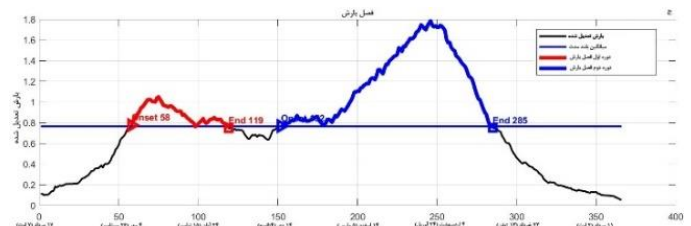
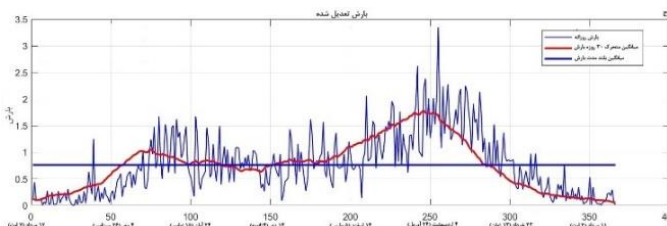
مجموع بارش فصل بارندگی و نسبت بارش فصل بارندگی به بارش سالانه (RSP) استخراج شد. شاخص نسبت بارش که توسط عساکره و همکاران (۲۰۲۳) معرفی شده، به صورت زیر تعریف می‌شود:



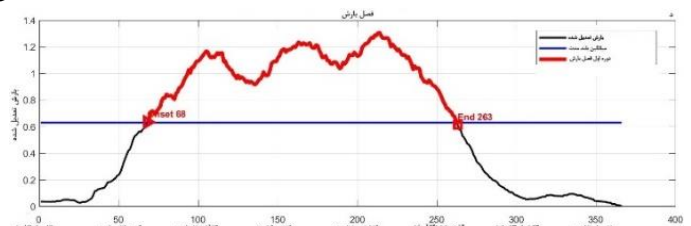
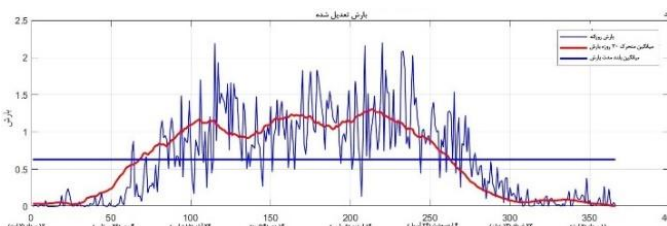
(الف)



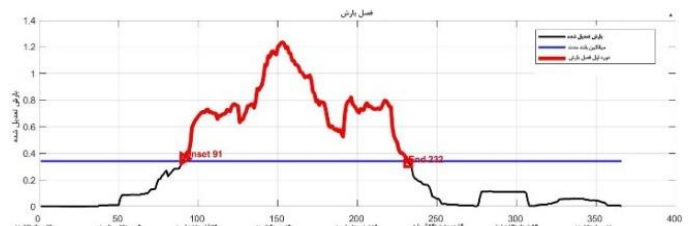
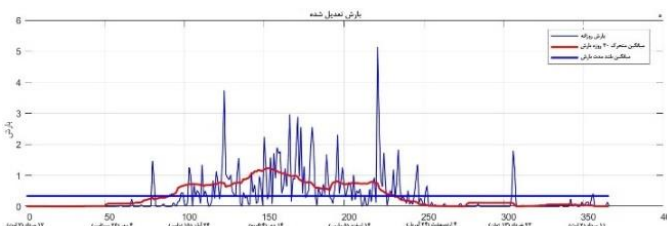
(ب)



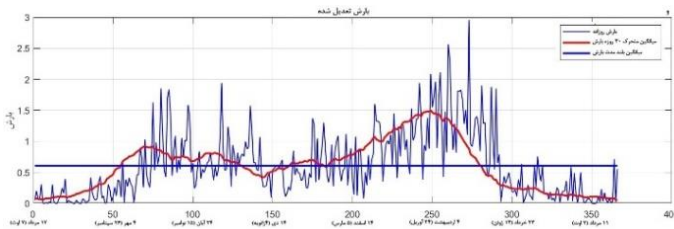
(ج)



(د)



(ه)



(و)

شکل ۲. میزان بارندگی روزانه (برحسب میلی‌متر)، میانگین ۳۶۶ روزه و میانگین متحرک ۳۰ روزه بارندگی شش ایستگاه منتخب ایران (به ترتیب از بالا آستارا(الف)، ایرانشهر(ب)، تبریز(ج)، تهران(د)، جاسک(ه)، سهند(و)).

جدول (۳ و ۵) λ ، طول جغرافیایی، ϕ ، عرض جغرافیایی و H ، ارتفاع می‌باشد.

۳-۱. توزیع مکانی مشخصات فصل بارش فراگیر

همان‌طور که اشاره شد، فصل بارش فراگیر فصلی است که طی آن بارش به تدریج تمامی مناطق کشور را در بر می‌گیرد (عساکره و همکاران، ۲۰۲۲). شکل ۳ مشخصات (آغاز، پایان، طول) فصل بارش و نیز نسبت بارش فصل بارش به بارش سالانه را برای فصل بارش فراگیر نشان می‌دهد.

آغاز فصل بارش فراگیر شامل چهار مرحله و فاصله زمانی بین مرحله اول و آخر این فصل، حدود ۴ ماه بوده است. همان‌طور که در شکل ۳-الف مشاهده می‌شود، مرحله آغاز بارش فراگیر در ایران از سواحل دریای خزر آغاز، به مرور نواحی شمال‌غربی، غرب و بخش‌هایی از شمال‌شرق را در بر می‌گیرد و به شکل تدریجی به سمت شرق و جنوب‌شرق متمایل شده و سراسر کشور را پوشش داده است. بارش فراگیر طبق جدول ۲ در ناحیه سواحل دریای خزر با ارتفاع مرتبط بوده و در ناحیه غربی با تأثیر ارتفاعات محور آن تغییر کرده و به سمت شرق متأثر از طول جغرافیایی است. آغاز بارش در شرق کشور با عرض جغرافیایی رابطه‌ای معنادار نیز داشته است.

آغاز فصل بارش از سواحل دریای خزر را می‌توان به آغاز فعالیت و گسترش پرفشار سبیری در فصل پاییز (جهانبخش و کرمی، ۱۹۹۹) و نیز تشکیل پرفشار دریای سیاه (مسعودیان، ۱۳۹۰) و جریان‌های ناشی از آنها، بر روی دریای خزر نسبت داد (علی‌جانی، ۱۳۹۴؛ سلیقه، ۱۳۹۶). همچنین در ارتباط با بارش فراگیر در غرب ایران، نفوذ

از جنبه‌های جالب توجه در این زمینه نمایش نقشه‌های مربوط به فصل بارش و توجه به تفاوت آن با نقشه‌های بارش است. بارش پدیده‌ای است اقلیمی که مقدار آن در مکان پیوسته تغییر می‌کند و به همین دلیل نقشه‌های هم‌بارش از گروه نقشه‌های هم‌مقدار هستند که مقدار متغیر بر روی آنها با خطوط هم‌بارش نمایش داده می‌شود. در حالی که، فصل بارش نمایش پهنه‌هایی از مکان با اندازه‌های متفاوت را می‌پوشاند و از همین رو قلمرو فصل‌های بارش با نقشه‌های پهنه‌بندی نمایش داده می‌شوند. همین تفاوت در سرشت این دو خصوصیت اقلیمی گویای آن است که فصل بارش نسبت به مقدار بارش از پایایی مکانی بالاتری برخوردار است.

۳. یافته‌ها

بر اساس ملاک‌ها و روش‌های به کار رفته در پژوهش حاضر، حداکثر دو فصل بارش شامل فصل بارش فراگیر و ناحیه‌ای در ایران تشخیص داده شد. فصل بارش فراگیر در ایران عمدتاً در یک فصل رخ داده، اما برخی از مناطق ایران (از جمله شمال‌غرب، بخش‌هایی از سواحل دریای خزر و بخش‌هایی از جنوب‌شرق ایران) دارای هر دو فصل بارش بوده است. در دو بخش ۳-۱ و ۳-۲ این دو فصل بارش توضیح داده شده است. نقش نسبی متغیرهای مکانی (مختصات جغرافیایی-ارتفاع) بر روی میانگین طولانی مدت بارش هر ناحیه از دو دوره آغاز و پایان فصل بارش از طریق الگوی رگرسیون موزون جغرافیایی با رویکردهای مختلف (جدول‌های ۲ و ۴) و ضریب همبستگی پیرسون (جدول‌های ۳ و ۵) سنجیده شد. در

شمال غرب ایران بوده و کمترین آن در نواحی مرکزی و جنوب شرق می باشد که کاهش همگرایی شار رطوبتی و جابه جایی چرخندها به سمت شمال از دلایل این پایان زود هنگام معرفی شده است (عساکره و همکاران، ۲۰۲۳).

بر اساس الگوی رگرسیون چند متغیره، از میان نواحی چهار گانه پایان فصل بارش، متغیرهای مکانی و ارتفاعی در ناحیه چهارم (بخش جنوبی) بیشترین تغییرات مکانی بارش (%۵۵) را توجیه می کند. در این ناحیه، از میان سه متغیر (طول-عرض جغرافیایی و ارتفاع) دو متغیر طول جغرافیایی و ارتفاع ارتباط معنی دار با بارش داشته اند. به شرط ثابت بودن باقی متغیرهای مکانی با افزایش هر درجه طول جغرافیایی، به طور متوسط مقدار بارش حدود ۳۲/۶ میلی متر کاهش و با هر متر افزایش ارتفاع، بارش ۰/۲۳ میلی متر افزایش یافته است. ناحیه سوم نیز با طول جغرافیایی دارای رابطه ای منفی و معنادار (افزایش ۱۹/۸ میلی متر به ازای هر درجه افزایش طول جغرافیایی) بوده است. تحلیل رگرسیونی برای نواحی ۱ و ۲، به دلیل کمبود شمار ایستگاه های هواشناسی، عقیم ماند.

طبق نقشه ارائه شده در شکل ۳-ج، طول دوره بارش فراگیر در ایران (در بازه های ۱۵ روزه) به پنج گروه طبقه بندی شده است. نواحی شمال غربی، با بیشترین طول فصل بارش (بیش از ۷ ماه) و جنوب شرق و بخشی از غرب دریای خزر با کوتاه ترین طول فصل بارش (۴ تا ۵ ماه) مشخص می شود. عساکره و همکاران (۲۰۲۲) کاهش و تضعیف بارش های بهاره و تمرکز بارش در پاییز را از عوامل اصلی کمبود طول بارش در ناحیه خزری می دانند. در جنوب منطقه ای که طولانی ترین فصل بارش را دارد، شامل جنوب غرب ایران و ناحیه ای قوسی شکل در مرکز ایران (محوری منحنی در امتداد جنوب غرب به شمال شرق)، طول فصل بارش بین ۱۸۹ تا ۲۰۴ روز بوده است.

در فصل بارش فراگیر، بیشترین مقدار نسبت بارش (شکل ۳-د) در امتداد جنوب غرب به شرق کشور مشاهده شد (بیش از %۸۵). این نواحی سازو کار بارشی محدود (فعالیت چرخندی در فصل سرد) دارند (علیجانی، ۱۳۸۱) و با ناحیه

بادهای غربی و جریان های همراه آن در نیمه اول پاییز که به دلیل کاهش دما و عقب نشینی فشار زیاد دینامیکی به عرض های جنوبی صورت گرفته و گاهی جریان های سودانی-دریای سرخ را می توان مؤثر دانست (عساکره و همکاران، ۲۰۲۲).

الگوی نهایی رگرسیون چند متغیره بارش-متغیرهای مکانی (طول-عرض جغرافیایی و ارتفاع) در ناحیه شمالی، در قیاس با نواحی دیگر، بیشترین تغییرات مکانی بارش (%۸۱) را توجیه می کند. با این وجود، تنها عامل معنی دار در این ناحیه ارتفاع بود. به شرط ثابت بودن باقی متغیرهای مکانی با هر متر افزایش ارتفاع، بارش ۰/۹- میلی متر نیز کاهش می یابد. این نوع رابطه منفی، توسط علیجانی (۱۳۷۴) نیز گزارش شده است. به جز ناحیه دوم (شمال غرب، غرب و نواری در امتداد جنوب البرز) با هیچ یک از عوامل مکانی ارتباط معناداری ندارد. این ناحیه معمولاً اولین بخشی از کشور است که بارش خود را از سامانه های بزرگ مقیاس جوی دریافت می دارد (علیجانی، ۱۳۸۱). از این رو مستقل از مختصات توپوگرافیک، فصل بارش را آغاز می کند. ناحیه سوم (ایران مرکزی، شمال شرقی و منتهی الیه جنوب شرق) و نیز ناحیه چهارم (شرق کشور) آغاز فصل بارش فراگیر نیز با ارتفاع ارتباطی معنادار و مثبت (۰/۲۴) و (۰/۰۸) داشته است. در ناحیه چهارم علاوه بر ارتفاع، عرض جغرافیایی (۱۶/۷) با بارش در شرق ایران ارتباطی معنادار و مثبت را نشان می دهد.

پایان فصل بارش فراگیر در چهار ناحیه (شکل ۳-ب) و در سه تاریخ رخ داده است. اولین مرحله در غرب دریای خزر و در مرحله بعدی در خطوط ساحلی شمالی و جنوبی نشان داده شده است. در واقع، سواحل شمالی اولین ناحیه ای است که در فصل بارش فراگیر، پایان فصل بارش را تجربه می کند. این امر احتمالاً به دلیل کاهش اختلاف دما بین هوا و آب دریا و تضعیف فرایند همرفت وزشی (سازو کار اصلی بارش پاییزه در ناحیه خزری) است (عساکره و همکاران، ۲۰۲۲). آخرین مرحله پایان بارش نیز در امتداد محور شمال غرب به شرق ایران رخ داده که متأثر از عرض جغرافیایی و ارتفاع بوده است. بیشترین تداوم بارش در

سازوکارهای بارش (سامانه‌های مدیترانه‌ای و سامانه‌های همرفتی) نسبت داد. حضور این سامانه‌ها در نواحی یاد شده در مطالعات علیجانی (۱۳۹۴) و مسعودیان (۱۳۹۰) نیز تأیید شده است. در جنوب شرق ایران، نسبت بارش در محدوده ۴۵ الی ۶۵٪ قرار داشت.

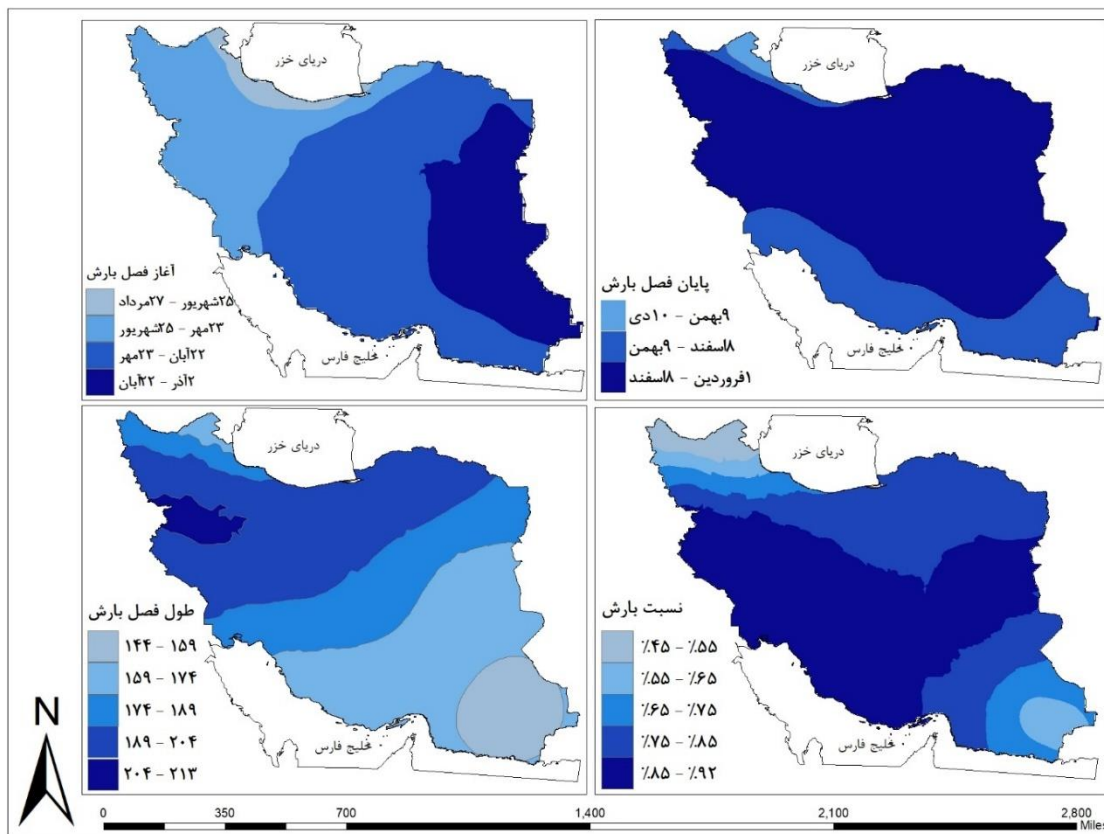
تحت تأثیر چرخندهای مدیترانه‌ای و همگرایی رطوبتی از دریای سرخ و خلیج فارس هم‌خوانی داشته است (عساکره و همکاران، ۲۰۲۲). در مقابل، سواحل دریای خزر و شمال غرب ایران نسبت بارش در این فصل کمتر (حدود ۴۵ الی ۷۵٪) بوده است. این واقعیت را می‌توان به تنوع

جدول ۲. رگرسیون فصل بارش فراگیر و مشخصات طی دوره آماری ۲۰۲۳-۱۹۶۰.

فصل بارش فراگیر	ناحیه	الگوی برازنده و فراسنج‌های مربوط	فصل بارش فراگیر	ناحیه	الگوی برازنده و فراسنج‌های مربوط	
آغاز فصل بارش	ناحیه ۱	$R_i = 252.41 - 263.24\lambda_i - 286.14\varphi_i - 0.98H_i + e_i$ <small>(۰/۱۱) (۰/۳۶) (۰/۰۱۴)</small> P-value=0.045 F=9.92 $r^2=0.81$	پایان فصل بارش	ناحیه ۱	$R_i = 155.44 - 0.98H_i + e_i$ <small>(۰/۰۱۴)</small> P-value=0.045 F=9.92 $r^2=0.81$	
	معادله برازنده			معادله برازنده		
	ناحیه ۲	$R_i = 1051.3 - 11.6\lambda_i - 4.64\varphi_i + 0.02H_i + e_i$ <small>(۰/۴۵) (۰/۷۹) (۰/۷۳)</small> P-value=0.8 F=0.32 $r^2=-0.08$		ناحیه ۲	$R_i = 1051.3 + e_i$ <small>(عدم معناداری)</small> P-value=0.8 F=0.32 $r^2=-0.08$	
	معادله برازنده			معادله برازنده		
	ناحیه ۳	$R_i = 1044.7 - 8.13\lambda_i - 17.5\varphi_i + 0.24H_i + e_i$ <small>(۰/۷۰) (۰/۲۸) (۰/۰۲)</small> P-value=0.03 F=3.59 $r^2=0.26$		ناحیه ۳	$R_i = 1044.7 + 0.24H_i + e_i$ <small>(۰/۰۲)</small> P-value=0.03 F=3.59 $r^2=0.26$	
	معادله برازنده			معادله برازنده		
	ناحیه ۴	$R_i = -1337.9 + 14.29\lambda_i + 16.7\varphi_i + 0.08H_i + e_i$ <small>(۰/۱۰) (۰/۰۰۲) (۰/۰۲)</small> P-value=0.005 F=7.47 $r^2=0.58$		ناحیه ۴	$R_i = -1337.9 + 16.7\varphi_i + 0.08H_i + e_i$ <small>(۰/۰۰۲) (۰/۰۲)</small> P-value=0.005 F=7.47 $r^2=0.58$	
	معادله برازنده			معادله برازنده		
ناحیه ۱	NAN (عدم معناداری)		ناحیه ۳	$R_i = 1379 - 19.8\lambda_i - 4.1\varphi_i + 0.07H_i + e_i$ <small>(۰/۰۰۳) (۰/۷۶) (۰/۲۹)</small> P-value=0.003 F=5.13 $r^2=0.2$	ناحیه ۳	$R_i = 1379 - 19.8\lambda_i - 4.1\varphi_i + 0.07H_i + e_i$ <small>(۰/۰۰۳) (۰/۷۶) (۰/۲۹)</small> P-value=0.003 F=5.13 $r^2=0.2$
معادله برازنده		معادله برازنده				
ناحیه ۲	NAN (عدم معناداری)		ناحیه ۴	$R_i = 2858.1 - 32.67\lambda_i - 33.6\varphi_i + 0.23H_i + e_i$ <small>(۰/۰۲) (۰/۳۱) (۰/۰۰۴)</small> P-value=0.004 F=7.24 $r^2=0.55$	ناحیه ۴	$R_i = 2858.1 - 32.67\lambda_i - 33.6\varphi_i + 0.23H_i + e_i$ <small>(۰/۰۲) (۰/۳۱) (۰/۰۰۴)</small> P-value=0.004 F=7.24 $r^2=0.55$
معادله برازنده		معادله برازنده				

جدول ۳. ضرایب همبستگی فصل بارش فراگیر و مشخصات طی دوره آماری ۱۹۶۰-۲۰۲۳.

همبستگی پیرسون			ناحیه	فصل بارش فراگیر	همبستگی پیرسون			ناحیه	فصل بارش فراگیر
ارتفاع	عرض	طول			ارتفاع	عرض	طول		
NAN	NAN	NAN	ناحیه ۱	پایان فصل بارش	-۰/۸۳	-۰/۲۱	۰/۰۷	ناحیه ۱	آغاز فصل بارش
NAN	NAN	NAN	معنی داری		۰/۰۲	۰/۶۴	۰/۸۷	معنی داری	
NAN	NAN	NAN	ناحیه ۲		۰/۱۱	۰/۰۳	-۰/۱۸	ناحیه ۲	
NAN	NAN	NAN	معنی داری		۰/۵۶	۰/۸۷	۰/۳۴	معنی داری	
۰/۲۶	۰/۱۴	-۰/۴۸	ناحیه ۳		۰/۵۴	۰/۸۶	-۰/۴۰	ناحیه ۳	
۰/۰۶	۰/۳۳	۰/۰۰۰	معنی داری		۰/۰۰۷	۰/۶۹	۰/۰۵	معنی داری	
۰/۵۷	۰/۵۲	-۰/۳۹	ناحیه ۴		۰/۴۴	۰/۶۴	-۰/۱۳	ناحیه ۴	
۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۱۳	معنی داری		۰/۰۹	۰/۰۰۹	۰/۶۲	معنی داری	



شکل ۳. نقشه‌های آغاز، پایان، طول فصل بارش و نسبت فصل بارش فراگیر ایران طی دوره آماری ۱۹۶۰-۲۰۲۳.

ناحیه‌ای بوده است و به صورت محدود در نواحی شمال غرب، بخشی از غرب دریای خزر و جنوب شرق ایران فصل بارش رخ داده است. فاصله زمانی آغاز فصل بارش بین این دو ناحیه، حدود ۴ الی ۵ ماه بوده است. در مطالعات برخی از اقلیم‌شناسان (نظیر مرادی، ۲۰۰۴؛ مسعودیان، ۱۳۹۰؛ علیجانی، ۱۳۹۴؛ عساکره، ۲۰۲۰؛ عساکره و رزمی قلندری، ۱۳۹۱؛ عساکره و ورناصری قندعلی، ۱۴۰۰) نشان

۲-۳. توزیع مکانی مشخصات فصل بارش ناحیه‌ای همان‌طور که قبلاً اشاره شد، فصل بارش ناحیه‌ای تنها در مناطق محدود از ایران رخ می‌دهد (عساکره و همکاران، ۲۰۲۲). شکل ۴ مشخصات (آغاز، پایان، طول) فصل بارش و نیز نسبت بارش فصل بارش به بارش سالانه را برای فصل بارش ناحیه‌ای نشان می‌دهد. مطابق شکل ۴-الف مرکز ایران عاری از فصل بارش

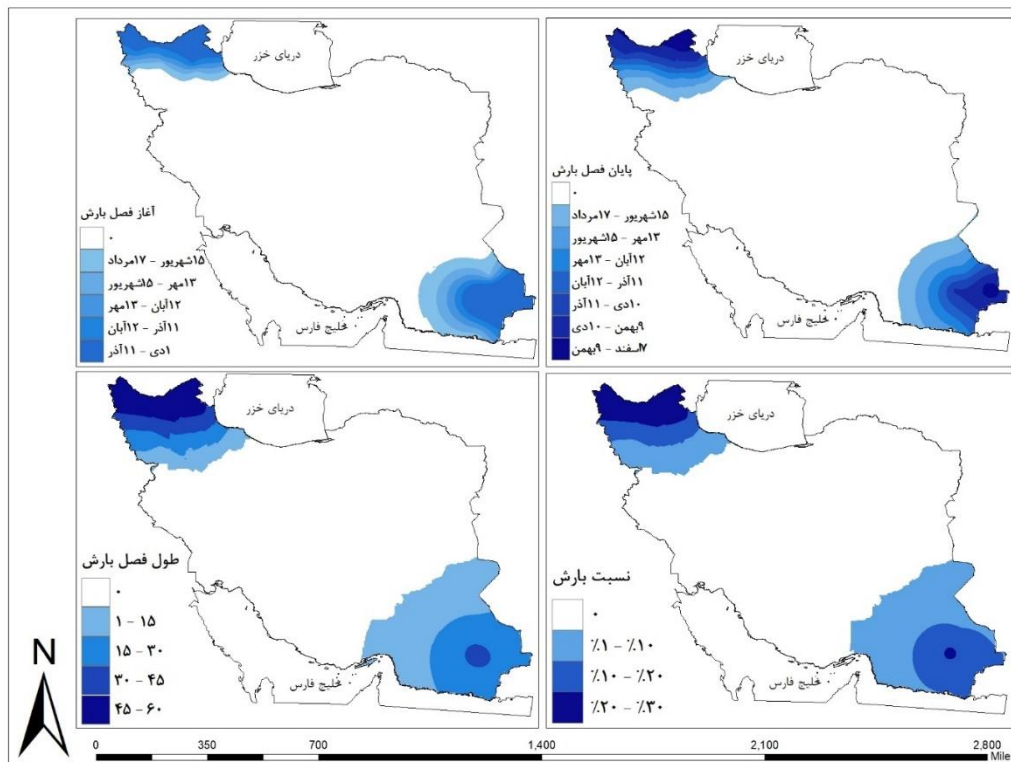
داده است. تحلیل رگرسیونی برای ناحیه دوم (جنوب شرق ایران)، به دلیل دربرداشتن تعداد معدود ایستگاه، عقیم ماند. ضرایب همبستگی در جدول ۳، این نتایج را تأیید می‌کند.

نقشه ارائه شده در شکل ۴-ج طول دوره بارش ناحیه‌ای در ایران را در بازه‌های ۱۵ روزه و به پنج گروه طبقه‌بندی کرده است. نواحی شمال غربی، دارای بیشترین طول فصل بارش با بیش از ۲ ماه هستند، در حالی که جنوب شرق و بخشی از غرب دریای خزر با طول کمتر از ۱ ماه کمترین بارش ناحیه‌ای را به خود اختصاص داده‌اند.

در فصل بارش ناحیه‌ای، بیشترین مقدار نسبت بارش (شکل ۴-د) در شمال غرب کشور (بیش از ۳۰٪) مشاهده شد. در جنوب شرق ایران و جنوب غرب دریای خزر، نسبت بارش به کمترین مقدار خود با ۱ الی ۱۰٪ می‌رسید. عساکره و همکاران (۲۰۲۲) این کمبود در جنوب شرق ایران را به فاصله تا مسیر چرخندها و کاهش همگرایی شار رطوبتی نسبت داده‌اند. همچنین در جنوب غرب دریای خزر این تغییرات با افزایش دمای سطح دریا و ناپایداری‌های همرفتی هم‌راستا بوده‌اند.

داده شد که مکانیزم بارش در هر یک از این نواحی منحصر به فرد و با دیگری متفاوت بوده است. با توجه به مطالعات عساکره (۲۰۱۷) و عساکره و رزمی (۱۳۹۱) بخش عمده‌ای از فصل بارش ناحیه‌ای مرتبط با شمال غرب ایران تحت تأثیر الگوهای جوی میان مقیاس بوده‌اند. در جنوب شرق ایران نیز فصل بارش طبق مطالعات انجام شده (به‌عنوان مثال، علیجانی و همکاران، ۱۳۹۰؛ ماهوتچی، ۱۳۹۶) تحت تأثیر جریان‌های موسمی قرار داشته است. بیشترین تداوم بارش در شمال غرب ایران بوده و کمترین آن در ناحیه جنوب شرق می‌باشد.

بارش ناحیه‌ای طبق جدول ۳ در نواحی شمال غربی و در جنوب شرق به دلیل پراکندگی کمتر ایستگاه‌ها، فاقد معنی آماری است. براساس الگوی نهایی رگرسیون چند متغیره، ۸۹٪ بارش ناحیه‌ای در ناحیه اول (شمال غربی) توسط متغیرهای مختصاتی-ارتفاع توجیه می‌شود. با این وجود تنها عاملی که به لحاظ آماری معنی دار بود، ارتفاع است. بر این اساس با افزایش ارتفاع، بارش ۰/۵- میلی‌متر کاهش می‌یابد. آغاز و پایان فصل بارش نیز به دلیل داشتن نواحی یکسان، نتایجی مشابه را نشان



شکل ۴. نقشه‌های آغاز، پایان، طول فصل بارش و نسبت فصل بارش ناحیه‌ای ایران طی دوره آماری ۱۹۶۰-۲۰۲۳.

جدول ۴. رگرسیون فصل بارش ناحیه‌ای و مشخصات طی دوره آماری ۱۹۶۰-۲۰۲۳.

فصل بارش ناحیه‌ای	ناحیه	الگوی برازنده و فراسنج‌های مربوط	فصل بارش ناحیه‌ای	ناحیه	الگوی برازنده و فراسنج‌های مربوط
آغاز فصل بارش	ناحیه ۱	$R_i = -1072.1 + 103.46\lambda_i + 181.72\varphi_i - 0.56H_i + e_i$ <p>(۰/۱۱) (۰/۰۶) (۰/۰۱) P-value=0.01 F=18.4 r²=0.89</p>	پایان فصل بارش	ناحیه ۱	$R_i = -1072.1 + 103.46\lambda_i + 181.72\varphi_i - 0.56H_i + e_i$ <p>(۰/۱۱) (۰/۰۶) (۰/۰۱) P-value=0.01 F=18.4 r²=0.89</p>
	معادله برازنده	$R_i = -1072.1 - 0.56H_i + e_i$ <p>(۰/۰۱) P-value=0.01 F=18.4 r²=0.89</p>		معادله برازنده	$R_i = -1072.1 - 0.56H_i + e_i$ <p>(۰/۰۱) P-value=0.01 F=18.4 r²=0.89</p>

جدول ۵. ضرایب همبستگی فصل بارش ناحیه‌ای و مشخصات طی دوره آماری ۱۹۶۰-۲۰۲۳.

همبستگی پیرسون			ناحیه	فصل بارش ناحیه‌ای	همبستگی پیرسون			ناحیه	فصل بارش ناحیه‌ای
ارتفاع	عرض	طول			ارتفاع	عرض	طول		
-۰/۷۴	۰/۴۴	-۰/۳۲	ناحیه ۱	پایان فصل بارش	-۰/۷۴	۰/۴۴	-۰/۳۲	ناحیه ۱	آغاز فصل بارش
۰/۰۵	۰/۳۲	۰/۴۷	معنی‌داری		۰/۰۵	۰/۳۲	۰/۴۷	معنی‌داری	

۴. نتیجه‌گیری

بررسی داده‌های بارش روزانه ۷۲ ایستگاه همدیدی طی دوره آماری ۱۹۶۰ تا ۲۰۲۳ نشان داد که فصل بارش در ایران از نظر زمان آغاز، پایان و طول، الگوهای متنوعی دارد. نتایج حاکی از آن است که در بخش‌های وسیعی از کشور فصل بارش به صورت فراگیر و در یک بازه زمانی مشخص رخ می‌دهد، در حالی که در برخی نواحی مانند شمال‌غرب، بخش‌هایی از سواحل خزر و جنوب‌شرق، دو فصل بارش مجزا (فصل فراگیر و فصل ناحیه‌ای) مشاهده می‌شود. این تفاوت‌ها نشان‌دهنده نقش بارز سامانه‌های مدیترانه‌ای در آغاز بارش‌های فراگیر و تأثیر سامانه‌های محلی و موسمی در شکل‌گیری بارش‌های ناحیه‌ای است. آغاز فصل بارش فراگیر معمولاً از سواحل خزر شروع شده و به تدریج به سمت غرب، شمال‌غرب و سپس شرق و جنوب‌شرق کشور گسترش می‌یابد. پایان فصل بارش نیز بسته به موقعیت جغرافیایی، از اوایل زمستان در شمال و شمال‌غرب تا اواخر زمستان و اوایل بهار در سایر مناطق متغیر است. طول فصل بارش در کشور بین حدود ۴ تا ۸ ماه

تغییر می‌کند؛ به گونه‌ای که ایستگاه‌هایی مانند سهند طولانی‌ترین فصل بارش و ایستگاه‌هایی مانند آستارا (با یک فصل بارش) کوتاه‌ترین فصل بارش را تجربه کرده‌اند. نسبت بارش فصل بارندگی به بارش سالانه نیز نشان داد که در برخی مناطق بخش عمده بارش سالانه در یک فصل متمرکز است، در حالی که در مناطق دیگر پراکندگی بیشتری وجود دارد.

نتایج حاصل از تحلیل رگرسیون و همبستگی پیرسون برای نمایش رابطه میان میانگین بارش و عوامل مکانی (ارتفاع، عرض و طول جغرافیایی) نشان داد که در برخی نواحی مانند شمال و جنوب کشور، ارتفاع نقش معنادار و تعیین‌کننده‌ای در تغییرات مکانی بارش داشته و با افزایش آن، بارش کاهش یا افزایش یافته است. در نواحی شرقی، عرض جغرافیایی به همراه ارتفاع نیز به‌عنوان عامل مؤثر ظاهر شده و ارتباط مثبت با بارش نشان داده است. در مقابل، در نواحی مرکزی و شمال‌غربی، برخی عوامل فاقد معنی آماری بوده‌اند. این امر را می‌توان به محدودیت تعداد ایستگاه‌ها یا پیچیدگی‌های اقلیمی نسبت داد. تفاوت‌های

- سالانه شمال غرب ایران. *مجله جغرافیا و برنامه ریزی محیطی*، ۲۳(۳)، ۱۴۷-۱۶۲.
- عساکره، ح. و ورناصری قندعلی، ن. (۱۴۰۰). بررسی تغییر رژیم بارش ناحیه خزری. *مجله جغرافیا و توسعه*، ۶۴، ۱۱۵-۱۴۲.
- علیجانی، ب. (۱۳۷۴). نقش کوه‌های البرز در توزیع ارتفاعی بارش. *مجله تحقیقات جغرافیایی*، ۳۸، ۵۲-۳۷.
- علیجانی، ب. (۱۳۸۱). *آب و هوای ایران*. تهران: انتشارات دانشگاه پیام نور.
- علیجانی، ب. (۱۳۹۴). *تحلیل فضایی. نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی*، ۲(۳)، ۱-۱۴.
- علیجانی، ب.؛ مفیدی، ع.؛ جعفرپور، ز. و علی اکبری بیدختی، ع. (۱۳۹۰). الگوهای گردش جو بارش‌های تابستانه جنوب شرق ایران در ماه ژوئیه ۱۹۹۴. *مجله فیزیک زمین و فضا*، ۳۷(۳)، ۲۰۵-۲۲۷.
- مسعودیان، س. ا. (۱۳۹۰). *آب و هوای ایران*. مشهد: انتشارات شریعه توس.
- ماهوتچی، م. ح. (۱۳۹۶). تحلیل مونسون جنوب آسیا و ارتباط آن با بارندگی تابستانه در جنوب شرقی ایران. *رساله، دانشگاه تهران، ایران*.
- American Meteorological Society. (1399). (n.d.). AMS. <https://www.ametsoc.org>.
- Asakereh, H. (2017). Trends in monthly precipitation over the northwest of Iran (NWI). *Theoretical and Applied Climatology*, 130(1-2), 443-451.
- Asakereh, H. (2020). Decadal variation in precipitation regime in northwest of Iran. *Theoretical and Applied Climatology*, 139(1-2), 461-471.
- Asakereh, H., Masoodian, S. A., & Tarkarani, F. (2022). Spatial analysis of variation of inter-annual distribution of precipitation in Iran over recent decades (1970-2016). *Journal of Sustainable Atmospheric and Environmental Hazards*, 8(4), 103-122.
- Asakereh, H., Masoodian, S. A., Tarkarani, F., & Zandkarimi, S. (2023). Tropospheric features associated with the onset and cessation of the rainy season in Iran. *Acta Geophysica*, 71, 1063-1084. <https://doi.org/10.1007/s11600-022-00996-0>.
- Benoit, P. (1977). The start of the growing season in northern Nigeria. *Agricultural Meteorology*, 18, 91-99. [https://doi.org/10.1016/0002-1571\(77\)90042-5](https://doi.org/10.1016/0002-1571(77)90042-5).
- Boyard-Micheau, J., Camberlin, P., Philippon, N., & Moron, V. (2013). Regional-scale rainy season onset detection: A new approach based on multivariate analysis. *Journal of Climate*, 26(22), 8916-8928.
- Cayan, D., Kammerdiener, S., Dettinger, M., Caprio, J., & Peterson, D. (2001). Changes in the onset of spring in the western United States. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 82(3), 399-416.
- De La Casa, A. (2009). Onset of the rainy season in the province of Cordoba (Argentina) determined by rainfall records and evaluation of its agricultural risk condition. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 69(4), 567-576.
- Dunning, C. M., Black, E., & Allan, R. P. (2016). The onset and cessation of seasonal rainfall over Africa. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 121, 11405-11424.
- Epstein, H.E., Gill, R.A., Paruelo, J.M., Lauenroth, W.K., Jia, G.J. & Burke, I.C. (2002) The relative abundance of three plant functional types in temperate grasslands and shrub lands
- مکانی در ضرایب رگرسیون، بیانگر پیچیدگی ساختار بارشی ایران و ضرورت استفاده از مدل‌های محلی و وابسته به موقعیت جغرافیایی برای تحلیل دقیق‌تر الگوهای بارش هستند. با این وجود، نتیجه عمومی این است که عوامل توپوگرافی و موقعیت جغرافیایی در تبیین تنوع آغاز و پایان فصل بارندگی نقش تعیین‌کننده‌ای داشته‌اند. این یافته‌ها اهمیت توجه به تفاوت‌های مکانی و زمانی در مدیریت منابع آب و برنامه‌ریزی کشاورزی را برجسته می‌سازد.
- مراجع
- خلیلی، م. (۱۳۹۷). ایران پرهمسایه و سیاست خارجی چندهمسایگی. *مجله پژوهش‌های جغرافیایی سیاسی*، ۳(۳)، ۱۲۳-۱۴۶.
- سلیقه، م. (۱۳۹۶). *آب و هواشناسی سینوپتیک ایران*. تهران: انتشارات سمت.
- عساکره، ح. و ترکارانی، ف. (۱۳۹۹). برخی مشخصات توصیفی و روند تغییرات بلندمدت فصل خشک در ایران. *مجله جغرافیا و توسعه*، ۵۸، ۱۱۳-۱۳۲.
- عساکره، ح. و رزمی، ر. (۱۳۹۱). تحلیل تغییرات بارش

- of North and South America: effects of projected climate change. *Journal of Biogeography*, 29, 875–888.
- Figueroa, N., Satyamurty, P., & Silva Dias, P. L. (1995). Simulations of the summer circulation over the South American region with an eta coordinate model. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 52, 1573–1584.
- Groisman, P., Knight, R. & Karl, T. (2001) Heavy precipitation and high stream flow in the contiguous United States: trends in the twentieth century. *Bullten of American Meteorology Society*, 82, 219–246.
- Gu, W., Wang, L., Hu, Z. Z., Hu, K., & Li, Y. (2018). Interannual variations of the first rainy season precipitation over South China. *Journal of Climate*, 31(2), 623–640.
- Horel, J. D., Hahmann, A. N., & Geisler, J. E. (1989). An investigation of the annual cycle of convective activity over the tropical Americas. *Journal of Climate*, 2, 1388–1403.
<https://doi.org/10.1029/2005GL024995>
- Hulme, M. (1987). Secular changes in wet season structure in central Sudan. *Journal of Arid Environments*, 13, 31–46.
[https://doi.org/10.1016/S0140-1963\(18\)31151-0](https://doi.org/10.1016/S0140-1963(18)31151-0)
- Jahanbakhsh, S. & Karami, F. (1999) Synoptic analysis of the Siberian highpressure effect on the precipitation of the southern shores of the Caspian Sea. *Geographic Research*, 54–55, 107–131
- Leite-Filho, A. T., Costa, M. H., & Fu, R. (2020). The southern Amazon rainy season: The role of deforestation and its interactions with large-scale mechanisms. *International Journal of Climatology*, 40(4), 2328–2341.
- Lenters, J. D., & Cook, K. H. (1997). On the origin of the Bolivian high and related circulation features of the South American climate. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 54, 656–678.
- Lo, F., Wheeler, M., Meinke, H., & Donald, A. (2007). Probabilistic forecasts of the onset of the north Australian wet season. *Monthly Weather Review*, 135, 3506–3520.
<https://doi.org/10.1175/MWR3473.1>
- Moradi, H. R. (2004). Studying the role of Caspian Sea on precipitation condition in the shores of the north of Iran. *Journal of Marine Science and Technology*, 3(2–3), 77–87.
- Moron, V., Lucero, A., Hilario, F., Lyon, B., Robertson, A. W., & DeWitt, D. (2009). Spatio-temporal variability and predictability of summer monsoon onset over the Philippines. *Journal of Climate Dynamics*, 33, 1159 – 1177.
- Odekunle, T.O. (2006) Determining rainy season onset and retreat over Nigeria from precipitation amount and number of rainy days. *Theoretical and Applied Climatology*, 83, 193–201.
- Oguntunde, P.G., Lischeid, G., Abiodun, B.J. & Dietrich, O. (2014) Analysis of spatial and temporal patterns in onset, cessation and length of growing season in Nigeria. *Agricultural and Forest Meteorology*, 194, 77–87.
- Qian, C., Fu, C., Wu, Z., & Yan, Z. (2009). On the secular change of spring onset at Stockholm. *Geophysical Research Letters*, 36, L12706.
- Rosenberg, N.J., Brown, R.A., Izaurrealde, R.C. & Thomson, A.M. (2003) Integrated assessment of Hadley Centre (HadCM2) climate change projections on agricultural productivity and irrigation water supply in the conterminous United States international climate change scenarios and impacts on irrigation water supply simulated with the HUMUS model. *Agricultural and Forest Meteorology*, 117(1–2), 73–96.
- Silva Dias, P. L., Schubert, W. H., & DeMaria, M. (1983). Large-scale response of the tropical atmosphere to transient convection. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 40, 2689–2707.
- Simmons, A. J. (1982). The forcing of stationary wave motion by tropical diabatic heating. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 108, 503–534.
- Sivakumar, M. V. K. (1988). Predicting rainy season potential from the onset of rains in the southern Sahelian and Sudanian climatic zones of West Africa. *Agricultural and Forest Meteorology*, 42, 295–305.
[https://doi.org/10.1016/0168-1923\(88\)90039-1](https://doi.org/10.1016/0168-1923(88)90039-1)
- Small, D., Islam, S. & Vogel, R.M. (2006) Trends in precipitation and stream flow in the eastern US: paradox or perception. *Geophysical Research Letter*, 33.
- Stern, R. D., Dennett, M. D., & Garbutt, D. J. (1981). The start of the rains in West Africa. *Journal of Climate*, 1, 59–68.
- Trivej, P., Stevens, B., & Phansri, W. (2017). The onset and withdrawal of the rainy season in Eastern Thailand. *Acta Geobalkanica*, 3, 7–16.
- Xiao, J. & Moody, A. (2004) Photosynthetic activity of US biomes: responses to the spatial variability and seasonality of precipitation and temperature. *Global Change Biology*, 10, 437–451.