دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر فصلنامه ی
علمی فضای جغرافیایی

دوره بیست و پنجم، شماره ۹۱
پاییز ۱۴۰۴، صفحات ۱۴۶-۱۲۰

علی شاهبایی کوتنایی[۱]

حسین عساکره[۲]

تحلیل روند زمانی – مکانی و چرخه های موجود در بارش ایران طی دهه های اخیر

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۱۶ تاریخ پذیرش:۱۴۰۴/۱۰/۲۳

چکیده

با توجه به اهمیت حیاتی فراسنج بارش در محیط زیست، شناخت چگونگی تغییرات زمانی و ویژگی‌های پنهان موجود در آن می‌تواند در بهینه‌سازی طرح‌های مدیریت و برنامه‌ریزی محیطی موثر باشد. در پژوهش حاضر تلاش شد تا با بهره‌گیری از داده‌های اسفزاری در دوره‌ی ۱۹۷۰ تا ۲۰۱٦ روند تغییرات زمانی و چرخه‌های موجود در بارش ایران آشکارسازی شده و در قالب تحلیل یاخته‌ای مورد ارزیابی قرار گیرد. نتایج بررسی‌ها نشان داد روند تغییرات بارش در ۸۱/٤ درصد از مساحت کشور کاهشی بوده است. عوامل به وجود آورنده‌ی این روند کاهشی شامل تغییر در سازوکار و مسیر سامانه‌های پرفشار سیبری و سامانه‌های بارش‌زای مدیترانه‌ای و سودانی بوده است. بررسی‌ها وجود چرخه‌های سالانه را آشکار نمود که در برخی موارد با یکدیگر همپوشی داشته و در دوره‌های ۱ تا ۵، ۲ تا ٦ و ۲ تا ۳ ساله رخ داده‌اند. تحلیل علل وجودی این چرخه ها، علاوه بر عوامل محلی و سامانه‌های میان مقیاس عبوری از کشور، اثرگذاری سامانه‌های کلان مقیاس جوی از جمله نوسانات جنوبی (ENSO)، نوسانات اقیانوس هند (مونسون) و نوسانات دوسالانه (QBO) را ثابت نمود.

کلید واژه‌ها: ایران، بارش، تحلیل پهنه ای، چرخه، روند، نوسانات جنوبی

۱-گروه جغرافیا، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران (نویسنده مسئول shahbai2008@yahoo.com).

۲-گروه جغرافیا، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.83252/geospa.2025.3.4041]

مقدمه

تغییرات آب و هوایی به تغییرات مشخص در الگوهای مورد انتظار برای وضعیت میانگین آب و هوا اطلاق می‌شود که برای زمانی طولانی در یک منطقه‌ی خاص یا برای کل اقلیم جهانی رخ می‌دهد(Naseri et al., 2014: 2). وقوع این پدیده بر عناصر آب و هوایی و روابط درونی آن‌ها و همچنین ارتباط آن‌ها با محیط پیرامونی خود تاثیرگذار بوده و موجب خارج شدن این عناصر از شرایط معمول و پایدار شده است. یکی از عناصر اقلیمی که به مقدار قابل توجهی از پدیده‌ی تغییر اقلیم تاثیر پذیرفته، بارش می‌باشد. بارش از مهم‌ترین عناصر اقلیمی می‌باشد که در تعیین نقش و پراکندگی دیگر عناصر اقلیمی نیز موثر است(Mozafari et al., 2015: 139). فرآیند بارش زمانی اتفاق می‌افتد که هوای مرطوب و عامل صعود، هر دو با هم در منطقه‌ای حضور داشته باشند؛ در این شرایط هوای مرطوب باید تا ارتفاع معینی بالا رود تا بر اثر سرد شدن آدیاباتیک(بی دررو) به نقطه‌ی اشباع رسیده و در مرحله‌ی بعد، ابرهای بارشی را به وجود آورد(Kaviani and Alijani, 2016: 131).

بارش نقش مهمی در چرخه‌ی آب و انرژی جهانی داشته و یکی از داده‌های مهم ورودی به سامانه‌های هیدرولوژیکی می‌باشد(Gholizadeh and Darand, 2010: 54) لذا دانش دقیق در مورد مقدار بارش دریافتی سطح زمین و چگونگی تغییرات آن در طول زمان برای ارزیابی آب و مدیریت آن جهت کاربری زمین، کشاورزی، آب شناسی، کاهش مخاطرات ناشی از سیل و خشکسالی و غیره بسیار مهم و ضروری است(Darand et al., 2015: 70). تغییرات اقلیمی تحت تاثیر عوامل طبیعی و یا فعالیت‌های انسانی تشدید می‌شود. شناسایی و آشکارسازی تغییرات هر یک از این عوامل و یافتن علت‌های آن از گام‌های اولیه‌ی مطالعات محسوب شده و در قالب روند عناصر اقلیمی از جمله بارش مطالعه می‌شوند. ایجاد روند در فراسنج‌های اقلیمی هر ناحیه امری عادی بوده ولی تداوم آن در سال‌های بعد می تواند تاثیرات بارزتری بر مولفه‌های محیطی، اقتصادی و اجتماعی داشته باشد(Barani and Karami, 2020: 77).

تحلیل روند تغییرات بارش و آشکارسازی چرخه‌های تکرارپذیر آن، در پژوهش‌های آب و هوایی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار بوده و در این زمینه مطالعات مختلفی در ایران و سایر نقاط جهان صورت پذیرفته است؛ از جمله Livada et al (2008) با مطالعه‌ی شرایط و چرخه‌های موجود در بارش یونان، وجود چرخه‌های ۳ تا ۵ ساله در بارش این کشور را تایید نمودند.Abtahi et al (2014) روند بارش حوضه‌ی دریاچه‌ی نمک کاشان طی نیم قرن اخیر را مورد بررسی قرار دادند. در این پژوهش هیچ روند مشخص و معناداری در بارش ۵۰ ساله‌ی این حوضه مشاهده نگردید. Ligang et al (2015) روند بارش سال‌های ۱۹۵۰ تا ۲۰۰۰ در نواحی خشک آسیای مرکزی را بررسی نمودند. در این مطالعه از داده‌های بارش ۳٤٤ ایستگاه هواشناسی استفاده شد و نتایج نشان داد که مقادیر بارشی به مقدار ۱۷/٤ درصد در تمام ایستگاه‌های هواشناسی در طول دوره مورد مطالعه افزایش یافته است. Saligheh et al (2015) با استفاده از روش تحلیل طیفی اقدام به استخراج و تحلیل نوسانات اقلیمی حوضه‌های آبریز حله و مند نمودند. نتایج این پژوهش نشان داد که در تمامی ایستگاه‌های حوضه، بارش سالانه دارای روند کاهشی بوده است. همچنین ایشان چرخه‌هایی با دوره بازگشت ۳-۲ ساله، ۳-۱۰ ساله و بیش از ۱۰ ساله را در حوضه‌ی مورد مطالعه شناسایی نمودند. Darabi et al

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.83252/geospa.2025.3.4041]

(2016) تغییر روند فراسنج‌های اقلیمی از جمله بارش را در محدوده‌ی استان قم مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها دریافتند که مقدار بارندگی سالانه در محدوده‌ی مورد مطالعه روند معناداری ندارد. Alijani et al (2016) با تحلیل سری‌های زمانی بارش سالانه ایران، نشان دادند که چرخه‌های معنی‌دار ۳-۲ ساله، ۵-۳ ساله، ٦-۲ ساله و گاهاً ۱۱ ساله و بالاتر بر بارش ایران حاکم است. نتایج این تحقیق همچنین نشان داد که در شرق و جنوب شرق ایران بیشتر چرخه‌های ۵-۳ ساله، در غرب، جنوب غرب و شمال غرب کشور چرخه‌های ۳-۲ ساله و در شمال شرق کشور چرخه‌های ٦-۲ ساله غالب هستند.Elouissi et al (2016) به تحلیل شرایط بارش در الجزایر و تغییرات درازمدت آن پرداخته و نتیجه گرفتند که در بخشی از محدوده‌ی مورد مطالعه در سواحل مدیترانه، روند بارش کاهشی اما در جنوب منطقه‌ی مورد بررسی، روند تغییرات افزایشی می‌باشد. Hosseinjani and Asakereh (2017) ضمن واکاوی چرخه‌های دمایی و بارشی بندر-انزلی در یک دوره‌ی ٦٤ ساله (۱۹۵۱-۲۰۱٤) به این نتیجه رسیدند که در این ایستگاه چرخه‌هایی با دوره بازگشت ۳-۲ ساله و ۵ ساله قابل شناسایی می‌باشد. Caloiero et al (2018) روند ناهنجاری‌های بارشی جنوب ایتالیا را مورد بررسی قرار داده و دریافتند در مقیاس فصلی روند منفی به ویژه در زمستان و پاییز در کل منطقه رخ داده است. Shojaei Moghadam et al (2018) با هدف بررسی و تحلیل تغییرات بارش ایران طی نیم قرن اخیر (۱۳٤٦ تا ۱۳۹٦) روند و چرخه‌های بارش سالانه و ماهانه‌ی داده‌های بارش را استخراج نموده و ارزیابی نمودند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که به جز بخش‌های زاگرس مرکزی که بارش فصل زمستان، از روند افزایشی برخوردار بوده است. در سایر نواحی کشور و در سایر فصول سال روند کاهشی بر بارش حاکم است. همچنین بر اساس این مطالعه وجود چرخه‌های ۲ تا ٤ ساله و کوتاه مدت را در بارش ایران اثبات نموده اند. Caloiero et al (2020) در پژوهشی دیگر روندهای بارش فصلی و سالانه در منطقه‌ی کالابریا در جنوب ایتالیا را در قالب پنج منطقه بررسی نموده و نتایج این مطالعه وجود روندهای منفی بارش در مقیاس فصلی و سالانه در منطقه را تایید نموده است. Bararkhanpour et al (2020) با استفاده از روش‌های من-کندال، رگرسیون خطی و رگرسیون چندک، روندهای فصلی و سالانه‌ی بارش در ایستگاه هاشم آباد گرگان را مورد مطالعه قرار دادند و نتیجه گیری نمودند که روند خشکسالی‌های شدید و ترسالی‌های شدید در این ایستگاه افزایشی بوده است. Hasanvand et al (2022) با استفاده از روش‌های گرافیکی ITA و آزمون ناپارامتری من – کندال، تلاش نمودند روندهای یکنواخت و نایکنواخت موجود در سری زمانی بیشینه بارش روزانه و مجموع بارش سالانه را آشکارسازی کنند. در این مطالعه آزمون من– کندال روند مشخصی را برای بارش‌های بیشینه ایستگاه خرم آباد نشان نداد اما آزمون ITA روندهای پنهان و نایکنواخت این ایستگاه را کشف و شناسایی نمود.

اگرچه مطالعات متعددی در ایران و جهان به روند کاهشی بارش در بسیاری از مناطق اذعان نموده اند، اما این روندها خود تحت تاثیر نوسانات و چرخه‌های پنهانی هستند که شناخت آن‌ها برای درک عمیق‌تر سازوکارهای اقلیمی ضروری است. در واقع، در حالی که روند کلی بارش ممکن است شناخته‌شده باشد، الگوهای تکرارشونده و دوره‌های بازگشت شرایط حدی بارشی که در دل این روندها نهفته‌اند، کمتر مورد واکاوی دقیق مکانی قرار گرفته‌اند. بررسی نتایج پژوهش‌های پیشین نشان داد که مطالعه‌ی چگونگی تغییرات و آشکارسازی چرخه‌های پنهان بارش می‌تواند علاوه بر

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]
[DOI: 10.83252/geospa.2025.3.4041]

افزایش آمادگی در برابر شرایط خاص بارشی، دانش موجود در زمینه ی عوامل محیطی و جوی تاثیرگذار بر مقدار و گستره ی بارش ها را ارتقا داده و درک بهتری از چگونگی برهمکنش این عوامل با یکدیگر ایجاد نماید.

بنابراین، وجه تمایز و ضرورت اصلی این پژوهش، فراتر رفتن از تحلیل روندها و تمرکز بر شناسایی و تحلیل مکانی چرخه‌های بارشی در سراسر ایران است. بر این اساس، هدف اصلی پژوهش حاضر، آشکارسازی چرخه‌های زمانی-مکانی موجود در بارش ایران و تحلیل عوامل جوی–محیطی تاثیرگذار بر آن‌ها می باشد تا از این طریق بتوان به درک عمیق‌تری از شرایط پویشی بارش کشور دست یافت و زمینه را برای مدیریت و برنامه‌ریزی بهینه‌تر منابع آب و خاک فراهم نمود.

مواد و روشها

محدوده ی مورد مطالعه

محدوده‌ی مورد مطالعه در این پژوهش شامل تمامی پهنه‌ی کشور ایران می‌باشد. سرزمین ایران با وسعت ۱/٦٥ میلیون کیلومتر مربع، مابین ۲۵ تا ٤٠ درجه‌ی عرض شمالی و ٤٤ تا ٦٣ درجه‌ی طول شرقی واقع شده است. حداکثر طول آن از شمال‌غربی به جنوب شرقی یعنی به خط مستقیم از پای آرارات (مرز بازرگان) تا خلیج گواتر (مرز پاکستان) حدود ۲۲۵۰ کیلومتر و حداکثر پهنای آن در جهت شمال‌شرق – جنوب‌غرب یعنی از سرخس (مرز ترکمنستان) تا دهانه ی اروند رود (آبادان) حدود ۱٤۰۰ کیلومتر است.

در آن سوی مرزهای شمالی کشور، کشورهای ارمنستان، جمهوری آذربایجان و ترکمنستان واقع شده‌اند. در شرق، افغانستان و پاکستان قرار دارند و در غرب نیز ترکیه و عراق همسایگان ایران هستند. ایران از سمت جنوب، مرز خشکی با هیچ کشوری ندارد و سرتاسر آن را دریای عمان و خلیج فارس دربرمی‌گیرد(Alaee Taleghani, 2011: 233).

ایران سرزمینی بسیار متنوع است و این گوناگونی در تمام ویژگی های جغرافیایی آن از مسائل انسانی گرفته تا خصوصیات طبیعی به چشم می خورد(Chehreara and Hajivand, 2024: 112). ترکیب عوامل محیطی مختلف از قبیل وسعت، ارتفاع، شکل و جهت ناهمواری‌ها و موقعیت طبیعی سبب شده است که این سرزمین از نظر اقلیمی تنوع زیادی داشته باشد و این موضوع از تغییرات دو عامل عمده‌ی اقلیمی یعنی بارش و دما به خوبی قابل مشاهده است؛ به عنوان مثال در حالی که در کوهپایه‌های دشت گیلان ارتفاع بارش سالانه به حدود ۲۰۰۰ میلی‌متر می‌رسد، در مقابل در دشت لوت مقدار بارش به ۱۰۰ میلی‌متر هم نمی‌رسد. همچنین اختلاف دمای سالانه بین مناطق مختلف کشور به حدود ۲۰ درجه‌ی سلسیوس می‌رسد (Jedari Eyvazi, 2008: 40).

یکی از عوامل محیطی که نقش مهمی در تغییرات فراسنج‌های جوی مانند دما و بارش در نقاط مختلف کشور ایفا می-کند، عامل ارتفاع می‌باشد. ایران کشوری است ناهموار و ارتفاع میانگین آن از تراز دریا حدود ۱۲۵۰ متر است و نقش ناهمواری‌ها در تغییرات مکانی دما و بارش ایران کاملا آشکار است(Masoodian, 2011: 93). با توجه به طبقات ارتفاعی کشور (شکل ۱) مشخص است که بیش از نیمی از مساحت کشور(٥٤ درصد) در ارتفاع ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ متر قرار دارد و حدود ١٦ درصد آن بیش از ۲۰۰۰ متر ارتفاع دارد. بالاترین سطح ارتفاعی کشور مربوط به توده‌ی آتشفشانی

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.83252/geospa.2025.3.4041]

دماوند است که با ۵۶۷۰ متر ارتفاع، مرتفع ترین قله در آسیای غربی و اروپا می‌باشد. در مقابل حدود ۲۰ درصد از مساحت کشور را زمین‌هایی با ارتفاع ۰ تا ۵۰۰ متر فرا گرفته‌اند و سطوح ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متر نیز ۱۰ درصد گستردگی دارند(Shahbaee Kotenaee, 2015: 13).

روش تحقیق

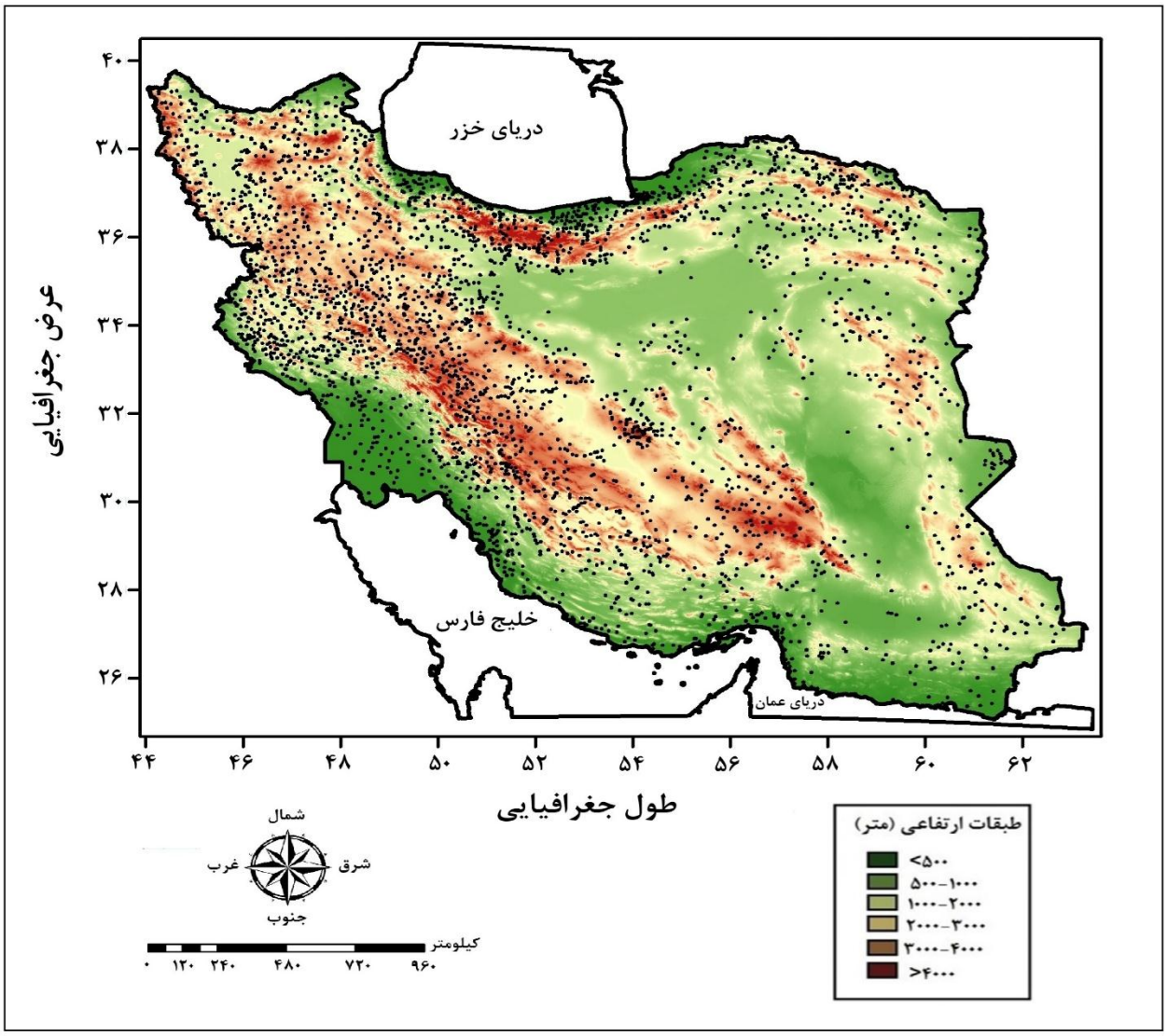
با توجه به هدف پژوهش حاضر مبنی بر تحلیل زمانی– مکانی تغییرات و چرخه های بارش در سطح ایران، داده‌های مورد استفاده در این پژوهش از دو منبع داده‌های شبکه‌بندی شده‌ی اسفزاری و داده‌های ایستگاهی جمع‌آوری و پردازش شده است.

داده‌های اسفزاری شامل داده‌های پایگاه اسفزاری بوده که به عنوان داده های اصلی در امور مربوط به محاسبات، ترسیم نقشه‌ها و تحلیل‌های بخش زمانی پژوهش مورد استفاده قرار گرفته است. این پایگاه داده با تفکیک مکانی ۱۰ کیلومتر و برای بازه‌ی زمانی ۱۹۷۰/۰۳/۲۱ تا ۲۰۱۶/۰۳/۱۹ (٤٦ سال و معادل ۱۶۸۰۱ روز) به وسیله‌ی Masoodian(2011) تهیه شده است. داده‌های ایستگاهی شامل داده‌های روزانه فراسنج بارش در ۳٤۲۳ ایستگاه های همدید، اقلیم شناسی و باران‌سنجی در دوره ای مشابه داده های اصلی بوده که از سازمان هواشناسی کشور اخذ شده است (شکل ۱).

این گروه از داده ها به عنوان داده های کمکی با هدف افزایش پوشش یاخته ای داده ها و بهبود کیفیت داده های ورودی به مدل های محاسبه ی روند و چرخه های بارش در کنار داده های اصلی مورد استفاده قرار گرفته اند. به‌منظور افزایش کیفیت تحلیل‌ها تلاش شد داده‌های ایستگاهی با طول دوره‌ی آماری حداقل ۱۵ سال پیاپی و بیشتر مورد استفاده قرار گیرند. با توجه به مختصات جغرافیایی ایران که بین مدار ۲۵ تا ٤۰ درجه‌ی عرض شمالی و ٤٤ تا ٦٤ درجه‌ی طول شرقی قرار گرفته است، بر اساس بیضوی مرجع (WGS84) و تفکیک مکانی ۱۰ کیلومتر، شبکه جغرافیایی پایگاه داده به ابعاد ۲۰۵×۱٦۷ به دست آمده است. تعداد کل یاخته‌های درون این شبکه که درون مرزهای خاک اصلی ایران جا می-گیرد، ۱٦۲۰۳ یاخته است. از سوی دیگر با توجه به زمان آغاز و پایان پایگاه داده که مشتمل بر ۱٦۸۰۱ روز است، ابعاد نهایی پایگاه داده ۱٦۸۰۱×۲۰۵×۱٦۷ به دست آمده است.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.83252/geospa.2025.3.4041]



شکل ۱ : طبقات ارتفاعی و پراکنش ایستگاه‌های مورد استفاده در پژوهش

Figure 1: Altitude classes and distribution of the stations used in the research

وجود تغییرات پیچیده‌ی فراسنج بارش نیازمند مطالعات دقیق و همه جانبه است. اگرچه مدل سازی‌های مختلف برای پیش بینی تغییرات آب و هوایی انجام می‌شود ولی این آگاهی از تغییرات بلند مدت بارش با تکیه بر داده‌های موثق می-تواند به مدیریت بهتر و کارآمدتر منابع آب کمک نماید(Shojaei Moghadam et al., 2018: 239). یکی از روش‌های بسیار مفید تحلیل تغییرات بلند مدت بارش، تحلیل روند می‌باشد که در این مطالعه به منظور تحلیل روند زمانی هر یک از یاخته‌های موجود در پهنه‌ی کشور از رگرسیون خطی به روش کمترین مربعات خطا بهره گرفته شده است. الگوی رگرسیون خطی یک سری زمانی به شرح رابطه ی ۱ تعریف می شود:

$$Z_T = a + bT + e_T$$ رابطه ۱)

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.83252/geospa.2025.3.4041]

در این رابطه Z_T متغیر اقلیمی، T زمان ($T = 1,2, \dots, n$)، a عرض از مبدا، b شیب خط (تغییر به ازای زمان) و e_T خطا (باقیمانده یا انحراف) های برآورد خوانده می‌شود(Asakereh, 2008: 9). a و b در این رابطه ضرایب رگرسیون نامیده می‌شوند. برای برآورد این ضرایب از روش کمترین مربعات خطا استفاده شده است. در این روش، هدف اصلی برازش خطی مستقیم از میان سری زمانی است؛ به گونه‌ای که مجموع خطاها کمینه شود. برآورد کمترین مربعات رگرسیون عبارتست از (Asakereh, 2008: 10):

$$b = \frac{\sum_{i=1}^{n}(T_i-\bar{T})(Z_i-\bar{Z})}{\sum_{i=1}^{n} T_i-\bar{T}}$$ رابطه۲)

$$a = \bar{Z} - b\bar{T}$$ رابطه۳)

در اینجا $\bar{T}$ و $\bar{Z}$ به ترتیب میانگین زمان و متغیر اقلیمی است(Jahanbakhsh Asl et al., 2020: 95).

در ادامه به منظور شناسایی چرخه‌ها و دوره‌های بازگشت پنهان در داده‌های بارش سالانه، از تابع خودهمبستگی استفاده شده است. به صورت کلی از توابع خودهمبستگی به منظور شناسایی ساختار داده‌های مربوط به سری زمانی استفاده می‌شود. اگر دنباله یا سری زمانی را با x_t نشان دهیم، مقدارهای با تاخیر h را به صورت $x_t - h$ خواهیم داشت. در اینجا منظور از تاخیر[3] فاصله‌ی زمانی است که بین مشاهدات در نظر گرفته‌ایم. برای مثال اگر مقدار تاخیر را ۱ در نظر بگیریم ($h = 1$) آنگاه مشاهدات با تاخیر یک واحد زمانی به صورت زیر نوشته می‌شوند:

$$x_t, x_{t-1}, x_{t-2}, \dots$$ رابطه٤)

به این ترتیب تابع خودهمبستگی[4]، همبستگی بین مقدارهای سری زمانی بر حسب تاخیر دلخواه را محاسبه می نماید. این تابع به تشخیص پارامتر مدل سری زمانی خودهمبسته[5] کمک می‌کند. مدل خودهمبسته برای سری های زمانی به شکل زیر بیان می‌شود:

$$X(t) = a_0 + a_1X(t-1) + a_2X(t-2) + \cdots + a_pX(t-p) + Z(t)$$ رابطه۵)

مشخص است که ارتباط بین مقدار سری در زمان t دارای رابطه ی خطی با مقدارهای قبلی سری زمانی است. به این ترتیب می‌توان گفت که یک رابطه‌ی خطی بین مقدار متغیر تصادفی در حال حاضر با مقدارهای گذشته‌ی آن وجود دارد. در همین زمینه اگر فرض کنیم X_t یا $X(t)$ مقدار سری زمانی را در زمان t نشان دهد. تابع خودهمبستگی برای این سری زمانی، ضرایب همبستگی بین مشاهدات x_t و x_{t-h} را بر اساس $h = 1,2,3, \dots$ نشان می‌دهد. بنابراین از لحاظ محاسباتی خودهمبستگی بین x_t و x_{t-h} به صورت زیر قابل محاسبه است.

$$AC(X_t, X_{t-h}) = \frac{Cov(X_t,X_{t-h})}{\sigma_{(X_t)}\cdot\sigma_{(X_{t-h})}}$$ رابطه٦)

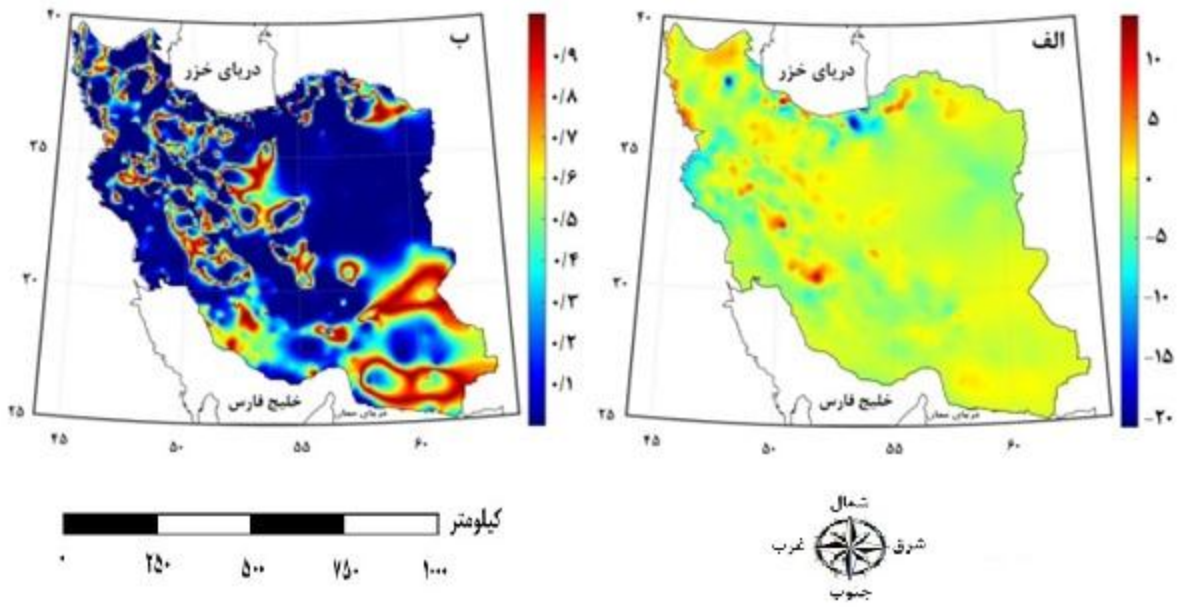
[3] - Lag
[4] - Autocorrelation Function (ACF)
[5] - Autoregressive

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]
[DOI: 10.83252/geospa.2025.3.4041]

یافته ها و بحث

توزیع مکانی روند تغییرات بارش سالانه

در شکل های (۲-الف) و (۲-ب) چگونگی توزیع مکانی روند تغییرات بارش طی سال‌های ۱۹۷۰ تا ۲۰۱۶ به همراه نقشه‌ی مربوط به پراکنش نواحی معنی‌دار و غیرمعنی‌دار از لحاظ آماری و در سطح ۹۵ درصد نشان داده شده است. هدف از محاسبه‌ی مقادیر و ترسیم این نقشه‌ها بررسی و تشخیص نواحی توام با تغییرات معنادار روند بارش طی دوره-ی مورد مطالعه می‌باشد.



شکل ۲ : توزیع مکانی روند تغییرات بارش سالانه ایران (الف) به همراه نواحی معنی‌دار و غیرمعنی‌دار (ب) در دوره‌ی ۲۰۱۶-۱۹۷۰

Figure 2: Spatial distribution of Iran's annual rainfall changes (a) along with significant and non-significant areas (b) in the period of 1970-2016

با بررسی نقشه‌های موجود در (شکل ۲) مشخص می‌شود فراسنج بارش در ۸۱/٤ درصد از مساحت کشور دارای روندی کاهشی می‌باشد. همچنین در ۱۸/٦ درصد از یاخته‌های بارشی در پهنه‌ی کشور، روندی افزایشی مشاهده می-شود. در این زمینه، با توجه به این نکته حائز اهمیت است که با توجه به اینکه مقادیر فراسنج بارش در بیشتر پهنه‌ی فلات ایران در دهه‌های اخیر روندی کاهشی داشته است، می‌توان نتیجه گرفت که ایران به سمت خشک‌تر شدن پیش رفته است. این نتیجه‌گیری در پژوهش‌های سایر محققان از جمله Khezerluei et al (2022) نیز مشاهده شده است.

پراکنش جغرافیایی نواحی دارای روند های کاهشی و افزایشی پیوسته نبوده به صورت پهنه‌های جداگانه در نواحی مختلف کشور مشاهده می‌شوند. یکی از وسیع‌ترین نواحی با روند کاهشی بارش، در شمال‌شرق و شرق کشور در حوالی استان‌های سمنان، خراسان شمالی، خراسان رضوی، خراسان جنوبی و یزد قرار گرفته است. مقدار کاهش سالانه-

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]
[DOI: 10.83252/geospa.2025.3.4041]

ی بارش در این نواحی بین ۱ تا ۵ میلی متر در سال می باشد. این نواحی در دوره‌ی سرد سال تحت استیلای سامانه‌ی پرفشار سیبری بوده و این سامانه به عنوان عامل اصلی ایجاد بارش‌های جبهه‌ای در نواحی مذکور عمل می-نماید(Alijani, 2016: 107). گسترش یا عقب نشینی پرفشار مذکور در تغییرات مقادیر بارش سالانه ی شمال شرق کشور اثرگذار است ؛ به گونه‌ای که هرگاه پرفشار سیبری به طرف غرب پیشروی نماید، مسیر کم فشارهای سودانی و مدیترانه‌ای به سمت شمال شرق ایران مسدود شده و مقدار بارش این نواحی به شدت کاهش می‌یابد. همچنین هنگامی که این پرفشار به سمت نواحی شرقی عقب نشینی داشته باشد کم فشار سودانی و سایر سامانه‌های بارش زا به سمت مناطق شمال شرقی کشور حرکت نموده و موجب بارندگی در این نواحی می‌شوند(Bakefayat Roodi, 2013: 43).

در بخش‌هایی از نواحی شمال غربی کشور شامل مناطقی از استان‌های آذربایجان غربی، آذربایجان شرقی، زنجان و کردستان نیز روند کاهشی به مقدار ۱ تا ۵ میلی متر در مقادیر سالانه‌ی بارش مشاهده می‌شود. در این مناطق و همچنین برخی نواحی منفرد داخلی که دارای روند کاهشی فراسنج بارش هستند، تاثیر عوامل محلی در شکل گیری بارش چشمگیر بوده(Khorshiddoust et al., 2018: 186) و فرآیندهای همرفتی از جمله همرفت دامنه‌ای نقش مهمی در تغییرات بارش این نواحی ایفا می‌کنند. بر این اساس، وقوع هر نوع تغییر در سازوکار این بارش‌ها کاهش مقادیر بارندگی را به دنبال خواهد داشت(Asakereh, 2017: 447 , Asakereh, 2020: 465). در بخش هایی از این نواحی، منشا بارش عوامل محلی و میان مقیاس می‌باشد و این عوامل در کنار سامانه‌های کم فشار مدیترانه‌ای بر بارش‌های این مناطق اثرگذار هستند(Katiraei et al., 2007: 71). با توجه به وقوع فرآیندهای همرفتی در این نواحی و برهمکنش ناهمواری‌های محلی و منطقه‌ای با سامانه‌های همدید عبوری از منطقه و وقوع فرآیند همرفت واداشته، با وجود واداشت‌های کوهستانی در صورت عدم وجود واداشت‌های دینامیکی مقیاس همدیدی از قبیل ناوه‌ی تراز میانی جو، بارش‌های همرفتی در این مناطق به وقوع نخواهد پیوست و یا در صورت وقوع مقدار آن بسیار ناچیز خواهد بود(Azarm et al., 2019: 567). در نتیجه تغییر در سازوکار و مسیر حرکت این سامانه‌های همدیدی موجب کاهش بارش‌های همرفتی و کاهش مقادیر بارش سالانه و وقوع روند کاهشی در این مناطق خواهد شد.

ناحیه ی عمده ای دیگر با روند کاهشی در نواحی جنوب، جنوب غرب و غرب کشور قرار گرفته است. در این ناحیه که شامل مناطقی از استان‌های فارس، بوشهر، هرمزگان ، خوزستان ، ایلام ، لرستان و کرمانشاه می باشد مقدار کاهش سالانه‌ی مقادیر بارش بین ۱ تا ۵ میلی متر در سال است. کاهش بارش در این نواحی از نظر معناداری آماری، پراکنش متفاوتی داشته و در اکثر مناطق فاقد معناداری بوده و تصادفی قلمداد می‌شود. با این حال در بخشی از این مناطق به ویژه بخش‌هایی از جنوب غرب و غرب کشور در استان های خوزستان، فارس، ایلام و کرمانشاه روند های محاسبه شده معنادار هستند. عامل اصلی وقوع بارش در این نواحی، جریانات مرطوب جنوبی برخاسته از خلیج فارس و دریای عمان، اقیانوس هند، خلیج بنگال و دریای سرخ و همچنین سامانه‌های مدیترانه‌ای عبوری از این نواحی در ارتباط با پراکنش ناهمواری‌ها در این نواحی می‌باشد. طی دهه‌های اخیر در مناطق شکل گیری سامانه‌های بارش‌زای جنوبی، تغییرات فشار در ترازهای بالاتر نسبت به ترازهای تحتانی جو بیشتر بوده است؛ از این رو می‌توان استنباط نمود که

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]
[DOI: 10.83252/geospa.2025.3.4041]

تغییرات فشار در محدوده‌ی کم فشار سودانی فقط منشا زمینی و گرمایی ندارد و آثار عوامل دینامیکی فشار در این رابطه موثرتر بوده است. تغییرات فشار و ارتفاع جو و تداوم آن در نتیجه‌ی پدیده‌ی گرمایش جهانی در منطقه‌ی سودان و دریای سرخ در کنار تغییر مسیر سامانه‌های مدیترانه‌ای موجب افزایش خشکسالی و کاهش بارش در نواحی جنوبی و جنوب غربی ایران شده است(Heidari and Khoshakhlagh, 2018: 100). نکته‌ی قابل توجه در مورد روندهای کاهشی بارش، وجود روندهای شدید کاهشی در برخی نقاط کشور می‌باشد. این نقاط به شکل منفرد در مناطقی مانند حوالی کوه سهند در استان آذربایجان شرقی، نوار مرزی کشور در استان های کردستان ، کرمانشاه و ایلام، برخی نواحی پراکنده در زاگرس داخلی، برخی مناطق دامنه‌ای رشته کوه البرز(به ویژه دامنه‌های البرز شرقی) و بخش‌های شرقی استان مازندران مشاهده می شوند. در این نواحی مقدار روند کاهشی بارش سالانه به ۱۰ تا ۲۰ میلی متر در سال می‌رسد. در هر یک از این نواحی عوامل محلی، محیطی و آب و هوایی خاصی در کاهش مقدار بارش ها تاثیرگذار بوده‌اند.

تعداد یاخته‌های دارای روند افزایشی در داده‌های بارش سالانه‌ی ایران، به مقدار چشمگیری کمتر از یاخته‌های دارای روندهای کاهشی می‌باشند. این مناطق به شکل جزیره های کوچک، توسط مناطق دارای روند کاهشی احاطه شده و در جای جای کشور پراکنده شده اند. یاخته‌های دارای روند افزایشی به صورت مشخص در چند ناحیه از کشور قابل مشاهده می‌باشند. نخستین منطقه‌ی دارای روند افزایشی در شمال غرب کشور و در بخش‌هایی از شمال استان‌های آذربایجان شرقی و اردبیل و همچنین نوار مرزی کشور در غرب استان آذربایجان غربی مشاهده می‌شود. در این نواحی مقادیر بارش سالانه بین ۲ تا ۱۰ میلی متر در سال افزایش یافته است. به نظر می‌رسد عامل اصلی افزایش مقادیر بارش در این نواحی ناشی از انتقال سامانه‌های بارش‌زای مدیترانه ای به عرض‌های بالاتر، افزایش تعداد سامانه‌های ناپایدار عبوری از این مناطق و نقش مثبت عوامل محلی از جمله ناهمواری‌های منطقه در زمینه‌ی تراکم رطوبت سامانه‌های بارشی(به ویژه در نوار مرزی استان‌های آذربایجان غربی و کردستان) می‌باشد. احتمالاً افزایش فراوانی تشکیل یا عبور سامانه‌های همدید در این نواحی از کشور طی سال‌های اخیر، می تواند روند افزایشی بارش در این نواحی را توجیه نماید(Asakereh et al., 2021: 129).

در مناطق شمالی کشور (استان گیلان و غرب مازندران) نیز به صورت پراکنده روند افزایشی بارش وجود دارد. مقدار این افزایش قابل توجه و بین ۵ تا ۱۵ میلی متر در سال می‌باشد. این افزایش را می‌توان در ارتباط با همجواری با دریای خزر و موقعیت جغرافیایی این نواحی و همچنین وقوع پدیده‌ی همرفت وزشی در بخشی از این مناطق، سامانه‌های عبوری دریای سیاه و مدیترانه توجیه نمود(Halabian et al., 2017: 35).

در قسمت‌هایی از جنوب شرق کشور(استان‌های سیستان و بلوچستان، کرمان و هرمزگان) نیز روندهای افزایشی مشاهده می‌شود. هرچند که این افزایش به اندازه‌ی مناطق شمالی و غربی کشور نیست اما قابل توجه می‌باشد. در این نواحی مقدار افزایش بارش سالانه بین ۱ تا ۵ میلی متر است. این افزایش در ارتباط با تغییر مسیر نسبی سامانه‌های بارشی نفوذی از سمت غرب و جنوب قابل توجیه می‌باشد. در واقع این سامانه‌ها با تغییر مسیر به سمت استان‌های سیستان و بلوچستان، هرمزگان و قسمت‌هایی از کرمان حرکت نموده و از برخورد با ارتفاعات این نواحی موجب وقوع بارش‌های

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.83252/geospa.2025.3.4041]

نسبتاً قابل توجه در این مناطق می‌شوند. سامانه‌های اصلی تاثیرگذار در بارش این نواحی شامل چرخند بادهای غربی، موج های کوتاه بادهای غربی که توسط ناوه های عمیق به منطقه وارد می‌شوند و همچنین کم فشارهای موسمی می-باشد(Saligheh, 2006: 8).

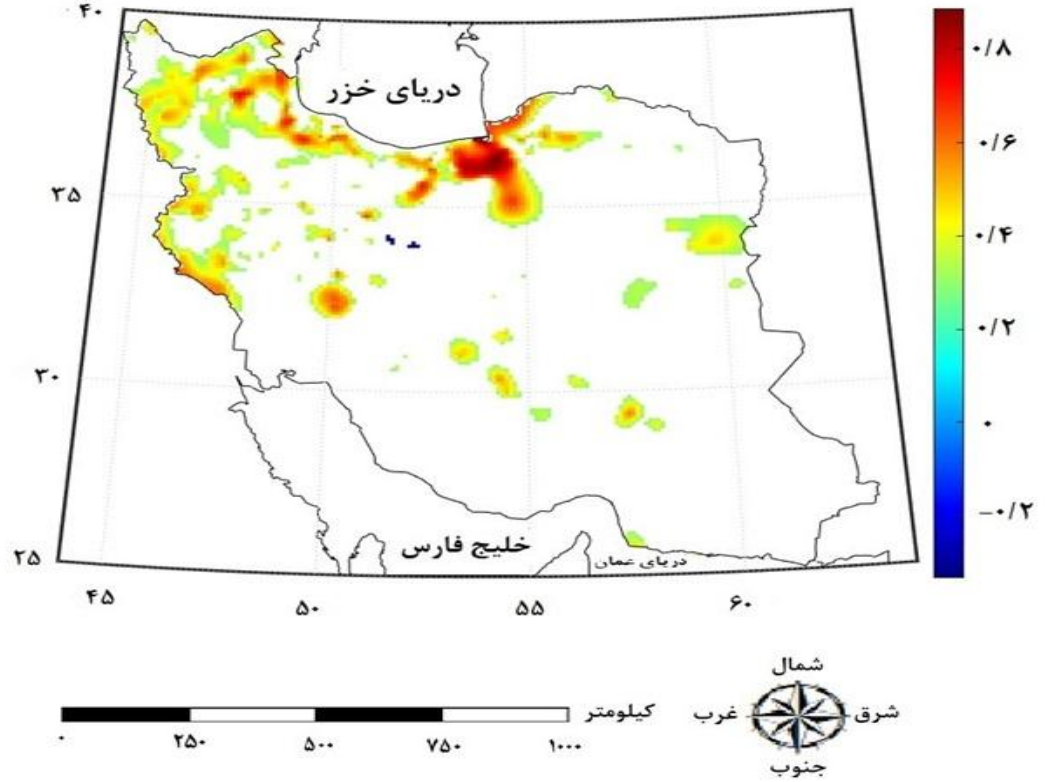
آخرین ناحیه‌ی دارای روند افزایشی در مناطق غربی کشور و در امتداد رشته کوه زاگرس قرار دارد. این ناحیه از لحاظ موقعیت جغرافیایی و توپوگرافی به دو بخش در امتداد زاگرس مرتفع و زاگرس داخلی تقسیم می‌شود. دو عامل اصلی افزایش مقادیر بارش در این نواحی قرارگیری در مسیر سامانه‌های چرخندی مدیترانه‌ای و سودانی و همچنین وجود ارتفاعات در منطقه می‌باشد. تغییرات بارش در نیمه‌ی غربی کشور تحت تاثیر فشار جو در منطقه‌ی شرق مدیترانه در ترازهای فوقانی جو (۳۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال) قرار دارد. همچنین آرایش ارتفاعات و دوری و نزدیکی به دریا در توزیع بارش این نواحی از کشور نقش مهمی دارد. کم فشارهای سودانی از عوامل مهم بارش‌زا در کوه‌های زاگرس هستند که تحت تاثیر اثر بادپناهی در دامنه‌های مختلف زاگرس عمل می‌نمایند. متفاوت بودن روند بارش در دامنه‌های مختلف را می‌توان به این سازوکار ارتباط داد(Ahmadi and Dadashi, 2016: 470). روند ورود سامانه‌هایی با منشا سودانی به منطقه‌ی جنوب غرب ایران از گذشته تا به امروز رو به افزایش است(Lashkari et al., 2016: 66). در این زمینه سلول پرفشار عربستان تاثیر بسیار مهمی بر امکان تقویت سامانه‌های جنوبی و در نتیجه روند افزایشی بارش در این نواحی دارد و در صورت حرکت شرق سوی این واچرخند، زمینه ی بسیار خوبی برای فرارفت رطوبت به درون سامانه‌های سودانی و انتقال آن به داخل ایران فراهم می‌شود(Lashkari and Mohammadi, 2015: 76). ذکر این نکته ضروری است که افزایش بارش در اکثر مناطق یاد شده در سطح ۹۵ درصد معنادار بوده و روندی تصادفی محسوب نمی‌شود.

تحلیل زمانی چرخه‌های بارش ایران و بررسی ویژگی‌های فضایی آن‌ها

این بخش که هسته ی اصلی نوآوری پژوهش حاضر را تشکیل می دهد، به تحلیل و آشکارسازی چرخه های پنهان و آشکار در بارش ایران می پردازد. پیچیدگی متغیرهای اقلیمی در مقیاس زمانی- مکانی لزوم به کارگیری روش‌های کارآمد برای مطالعه‌ی الگوهای اقلیمی را بیان می‌کند. بارش یکی از این متغیرهای پیچیده در سامانه‌ی اقلیم بوده که شناسایی رفتار و آشکارسازی چرخه‌های نهان (نوسانات تدریجی در طول زمان) و آشکار آن از عناصر کلیدی در برنامه ریزی‌های محیطی می‌باشد. بدین جهت محققین به بررسی رفتارهای عناصر اقلیمی پرداخته و با تکنیک‌های مختلفی نوسانات را بررسی کرده اند. از جمله‌ی این تکنیک‌ها می توان به تابع خودهمبستگی، تحلیل همسازها و تحلیل طیفی اشاره کرد(Asakereh and Hosseinjani, 2017: 28). بر این اساس در این بخش، با هدف شناسایی دوره‌های بازگشت شرایط خاص بارشی در سطح کشور و افزایش شناخت از علل وقوع این شرایط در راستای حفظ و ارتقای آمادگی‌ها جهت جلوگیری از وقوع خسارت یا کاهش حجم خسارت‌های احتمالی تلاش شده تا با استفاده از تابع خودهمبستگی، چرخه‌های زمانی موجود در سری‌های زمانی بارش کشور آشکارسازی شده و از طریق آن الگوهای درون این چرخه‌ها

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]
[DOI: 10.83252/geospa.2025.3.4041]

مشخص و علل مکانی و آب و هوایی موثر در ایجاد و تغییرات آن مورد تحلیل قرار گیرند. با اعمال تابع خودهمبستگی بر داده‌های سالانه‌ی بارش کشور، نتایج مربوط به چرخه‌های ۱ تا ٦ ساله در قالب ٦ نقشه (شکل‌های ۳ تا ۸) به نمایش درآمده و در این قسمت مورد بررسی قرار گرفته است.



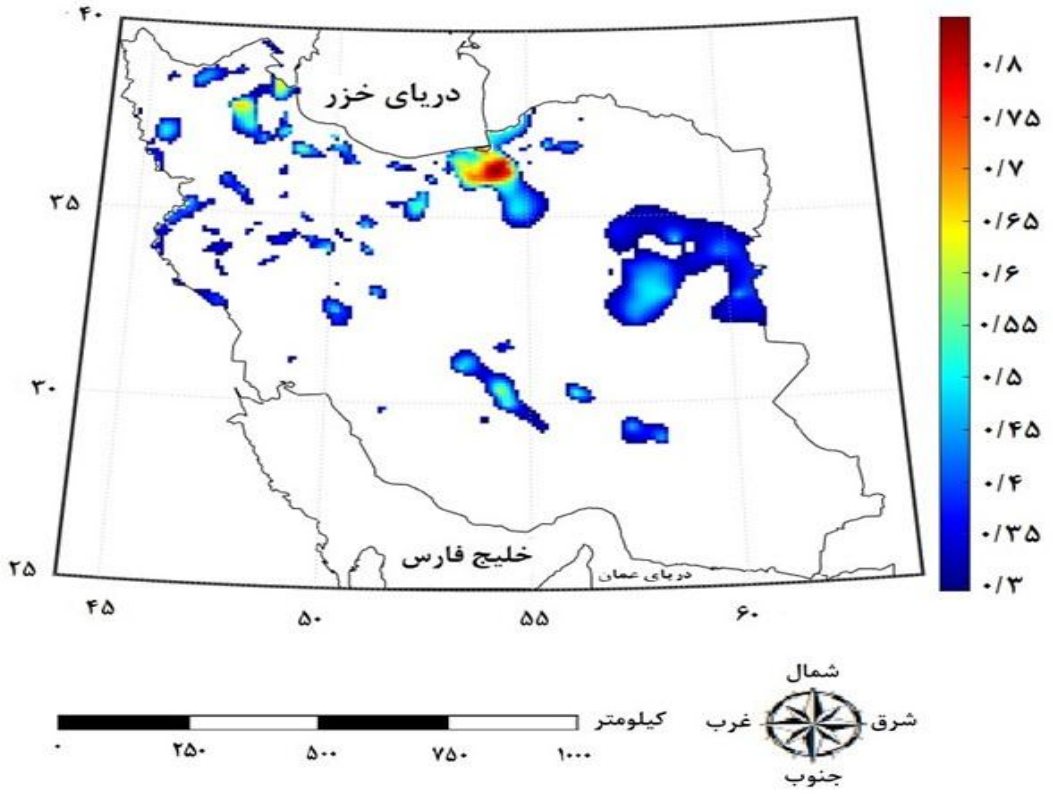
شکل ۳: چرخه‌های یک ساله در بارش ایران

Figure 3: One-year cycles in Iran's rainfall

شکل (۳)، نواحی دارای چرخه‌های ۱ ساله در سطح کشور به همراه روند افزایشی یا کاهشی آن‌ها را نشان می‌دهد. در این نقشه، چرخه‌های یک ساله با روند مثبت در پهنه‌ی قابل توجهی از نواحی شمالی، شمال غربی، غرب و به صورت پراکنده‌تر در نواحی مرکزی و شرقی کشور مشاهده می‌شوند. تمامی این چرخه‌های یک ساله با موقعیت جغرافیایی ناهمواری‌ها مطابقت دارند. مقدار خودهمبستگی یاخته‌ها در نواحی شمال غربی ایران بین ۰/۲ تا ۰/۷ بوده و بالاترین مقادیر خودهمبستگی در این نواحی با قلل مرتفع مطابقت دارد. در نواحی غربی کشور، نواحی دارای چرخه‌های یک ساله با موقعیت ارتفاعات رشته کوه زاگرس هماهنگی نشان می‌دهند(چرخه‌های بارشی این مناطق در دو محدوده‌ی زاگرس خارجی (در نواحی مرزی استان های کردستان ، کرمانشاه و ایلام) و به طور محدود تر در زاگرس مرتفع مشاهده می شوند. مقدار خودهمبستگی یاخته‌های بارشی در این مناطق بین ۰/۳ تا ۰/۵ است. سومین ناحیه‌ی دارای چرخه‌های سالانه‌ی بارش که بالاترین مقادیر خودهمبستگی‌ها در آن مشاهده می‌شود نیز با موقعیت‌های ارتفاعی رشته

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]
[DOI: 10.83252/geospa.2025.3.4041]

کوه البرز مطابقت دارد. این چرخه‌های دارای خودهمبستگی افزایشی در سرتاسر رشته کوه البرز به همراه نواحی شمالی و جنوبی مجاور آن وجود دارد. بالاترین مقدار خودهمبستگی در نواحی مذکور در ارتفاعات البرز شرقی مشاهده می-شود که دلیل آن را می‌توان علاوه بر نقش تقویت کننده‌ی ارتفاعات در بارش‌های دریافتی، موقعیت مناسب این ناحیه نسبت به سامانه‌های عبوری از مناطق شمالی کشور در نظر گرفت. در این نقشه دو بخش کوچک با خودهمبستگی منفی در بخش‌های مرکزی کشور(حوالی مرز استان اصفهان و استان قم) مشاهده می‌گردد که با توجه به وسعت بسیار کوچک آن‌ها و عدم وجود مناطق مشابه در سایر بخش‌های کشور، می‌توان وجود آن‌ها را تصادفی و فاقد معنای آماری در نظر گرفت.



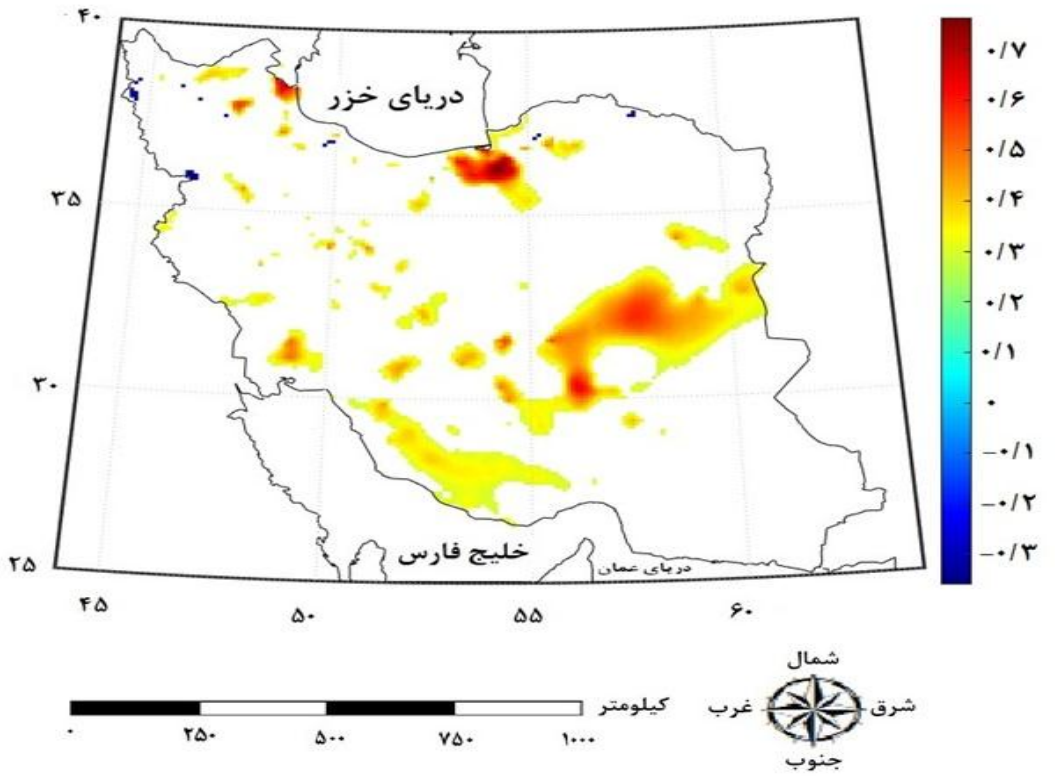
شکل ٤: چرخه‌های دو ساله در بارش ایران

Figure 4: Two-year cycles in Iran's rainfall

شکل (٤)، چگونگی پراکنش چرخه‌های دو ساله‌ی بارش در سطح ایران را نشان می‌دهد. در این شکل یاخته‌های مربوط به چرخه‌های دو ساله‌ی بارش، به صورت پراکنده در بخش هایی از شمال غرب، ارتفاعات زاگرس، ارتفاعات البرز(به ویژه البرز شرقی) و بخش‌هایی از شرق کشور مشاهده می‌شوند. در اکثر این مناطق مقدار خودهمبستگی یاخته‌ها بین ۰/۳ تا ۰/٤٥ است که رقم چندان بالایی محسوب نمی‌شود. بالاترین مقدار خودهمبستگی فضایی مانند چرخه‌های یک ساله، در ناحیه‌ی البرز شرقی وجود دارد که مقدار آن حدود ۰/۹ است که رقم بسیار بالا و معناداری می‌باشد. پراکنش

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]
[DOI: 10.83252/geospa.2025.3.4041]

چرخه‌های دو ساله در این شکل تا حدودی با شکل (۳) مشابهت دارد اما تفاوت‌های آشکاری نیز بین پراکنش چرخه-های یک ساله و دو ساله مشاهده می‌گردد. اصلی‌ترین نکته در مورد موقعیت جغرافیایی پراکنش یاخته‌ها در سطح کشور، وجود نوعی تعادل بین نقش عوامل محیطی مانند ارتفاع و نقش عوامل جوی مانند مسیر عبور سامانه‌های بارش‌زا به ویژه سامانه‌های مدیترانه‌ای و سامانه‌های مهاجر اروپایی در چرخه‌های دو ساله می‌باشد. در واقع برخلاف چرخه‌های یک ساله که عامل اصلی در وقوع آن، وجود ارتفاعات و عوامل محلی تشخیص داده شده است؛ در چرخه‌های دو ساله سامانه‌های بارش‌زا و مسیر عبور آن‌ها از مناطق غربی، مرکزی و نیمه‌ی شمالی کشور در کنار نقش ارتفاعات و عوامل محلی از اثرگذاری چشمگیری در وقوع چرخه‌های مذکور برخوردار بوده‌اند و این مورد از نحوه‌ی پراکنش یاخته‌های دارای چرخه‌ی دو ساله به خوبی مشهود است.



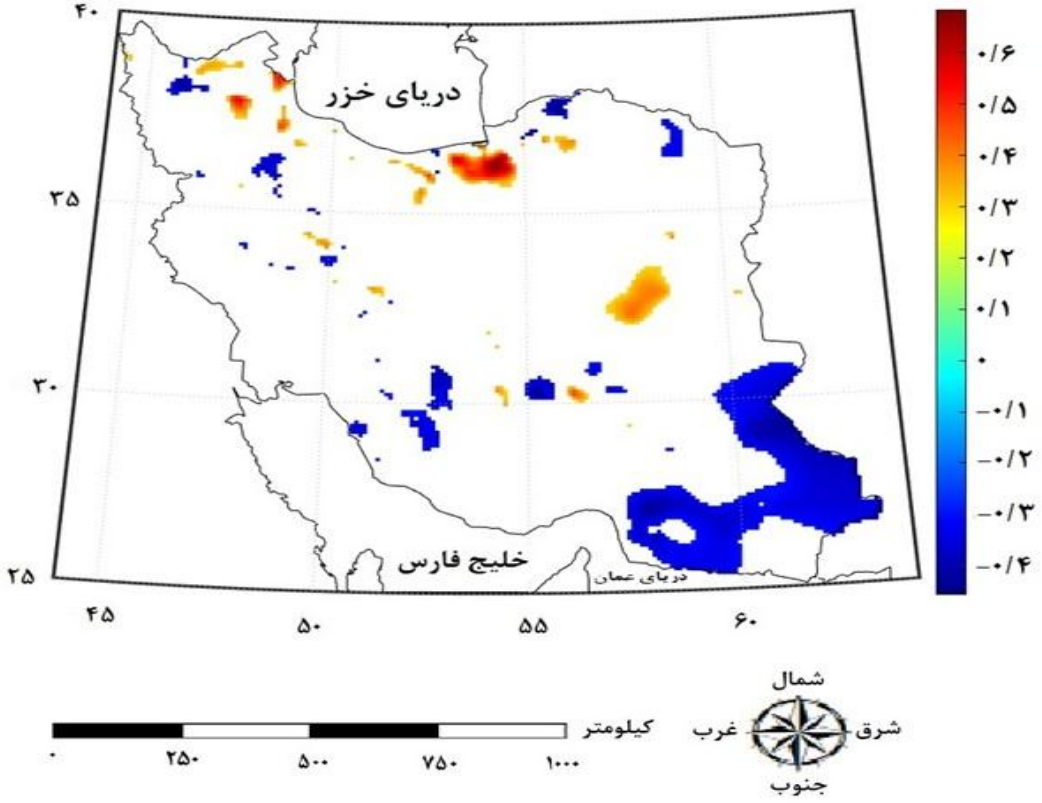
شکل ۵: چرخه‌های سه ساله در بارش ایران

Figure 5: Three-year cycles in Iran's rainfall

چرخه‌های ۳ ساله‌ی بارش در ایران (شکل ۵) از لحاظ الگوی پراکنش مکانی، با دو الگوی قبلی تفاوت محسوسی دارد. پراکنش یاخته‌های دارای این چرخه در اکثر نواحی کشور از جمله شمال غرب کشور به شدت تضعیف شده و تنها نواحی محدود و فاقد معنی آماری به صورت پراکنده در نواحی شمال غرب، غرب و بخش‌هایی از نواحی مرکزی کشور مشاهده می‌شود. این شرایط حاکی از کاهش نقش ارتفاعات و اثرگذاری سامانه‌های بارشی در چرخه‌های سه ساله‌ی

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]
[DOI: 10.83252/geospa.2025.3.4041]

بارش در نواحی ذکر شده می‌باشد. نکته‌ی مهم در این نقشه، وجود یاخته‌های معنادار همراه با چرخه‌ی سه ساله در جهتی جنوب غربی– شمال شرقی در نواحی جنوبی کشور می‌باشد. در این مناطق مقدار خودهمبستگی یاخته‌ها بین ۰/۳ تا ۰/۵ می‌باشد. با توجه به شکل پراکنش یاخته‌ها می‌توان چنین استنباط نمود که عامل ایجاد چرخه‌های سه ساله‌ی بارش در این نواحی، نفوذ سامانه‌های بارشی جنوبی از جمله سامانه‌ی سودانی به این مناطق و امتداد یافتن آن تا نواحی شرقی کشور می‌باشد. برخی یاخته‌های منفرد نیز در نواحی شمالی و شمال غربی کشور دارای خودهمبستگی منفی هستند که با توجه به ابعاد بسیار کوچک خود، فاقد معناداری آماری بوده و تصادفی قلمداد می‌گردند.



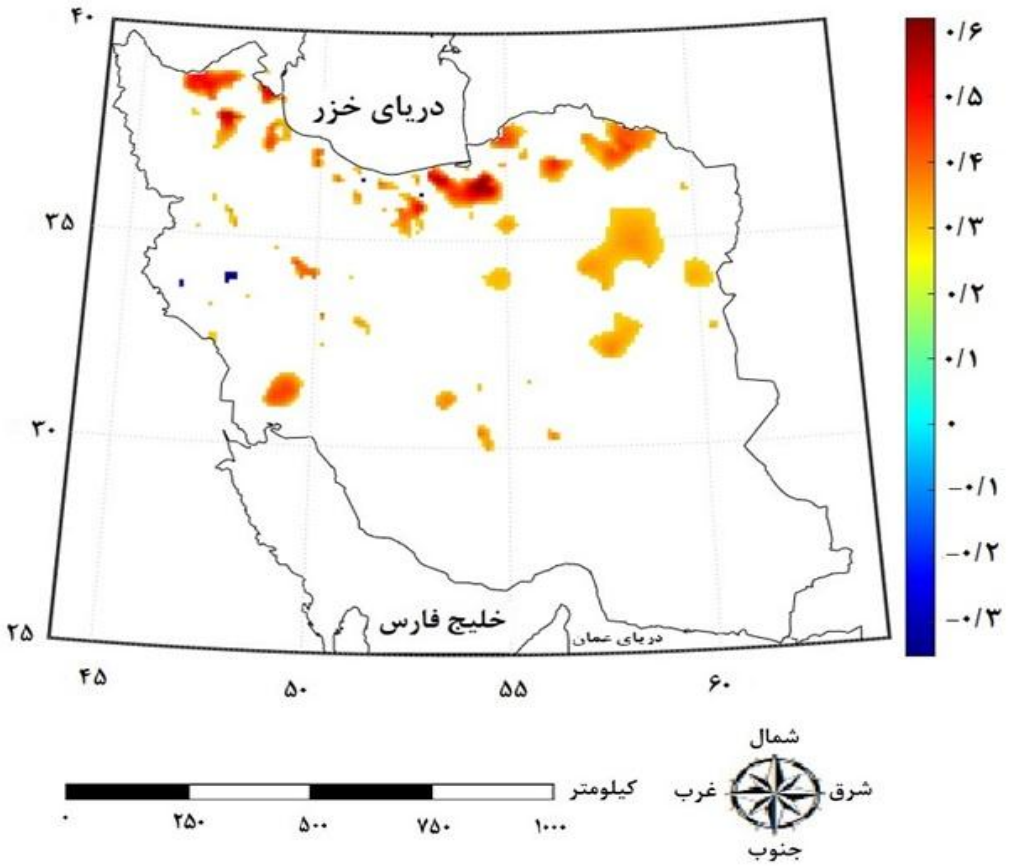
شکل ٦: چرخه‌های چهار ساله در بارش ایران

Figure 6: Four-year cycles in Iran's rainfall

در شکل (٦) شرایط تغییرات چرخه‌های چهار ساله‌ی بارش در سطح کشور به نمایش درآمده است. همان‌طور که در این نقشه مشخص است در اکثر مناطق کشور به غیر از دو ناحیه، خودهمبستگی‌های مثبت و منفی به صورت محلی و در ابعاد کوچک پراکنش یافته‌اند. در نتیجه احتمال اینکه از لحاظ آماری معنادار و دارای روندی مشخص و تحت تاثیر عوامل مشخص محلی و یا سیستمی باشند بسیار ضعیف است. نخستین ناحیه‌ی دارای چرخه‌ی چهارساله‌ی بارشی، محدوده‌ای در جنوب شرق کشور می‌باشد که یاخته‌های آن دارای خودهمبستگی منفی قابل توجهی بوده و مقدار خود همبستگی در این ناحیه بین ۰/۳– تا ۰/٤٥– محاسبه شده است. با توجه به موقعیت این ناحیه در جنوب شرق کشور،

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]
[DOI: 10.83252/geospa.2025.3.4041]

می‌توان وجود آن را در راستای فعالیت سامانه‌های موسمی در این نواحی توجیه نمود(Saligheh, 2006: 9)؛ به گونه‌ای که در دوره‌های چهار ساله افزایش فعالیت سامانه‌های موسمی اقیانوس هند منجر به تغییرات محسوس در مقدار بارش-های دریافتی این نواحی می‌شود. دومین ناحیه نیز، بخش‌های شرقی رشته کوه البرز است که مانند چرخه‌های پیشین، در دوره‌های چهارساله نیز از خودهمبستگی مثبت قابل توجهی (۰/۵ تا ۰/٦) برخوردار بوده و تغییرات بارش در آن از لحاظ آماری معنی‌دار است.



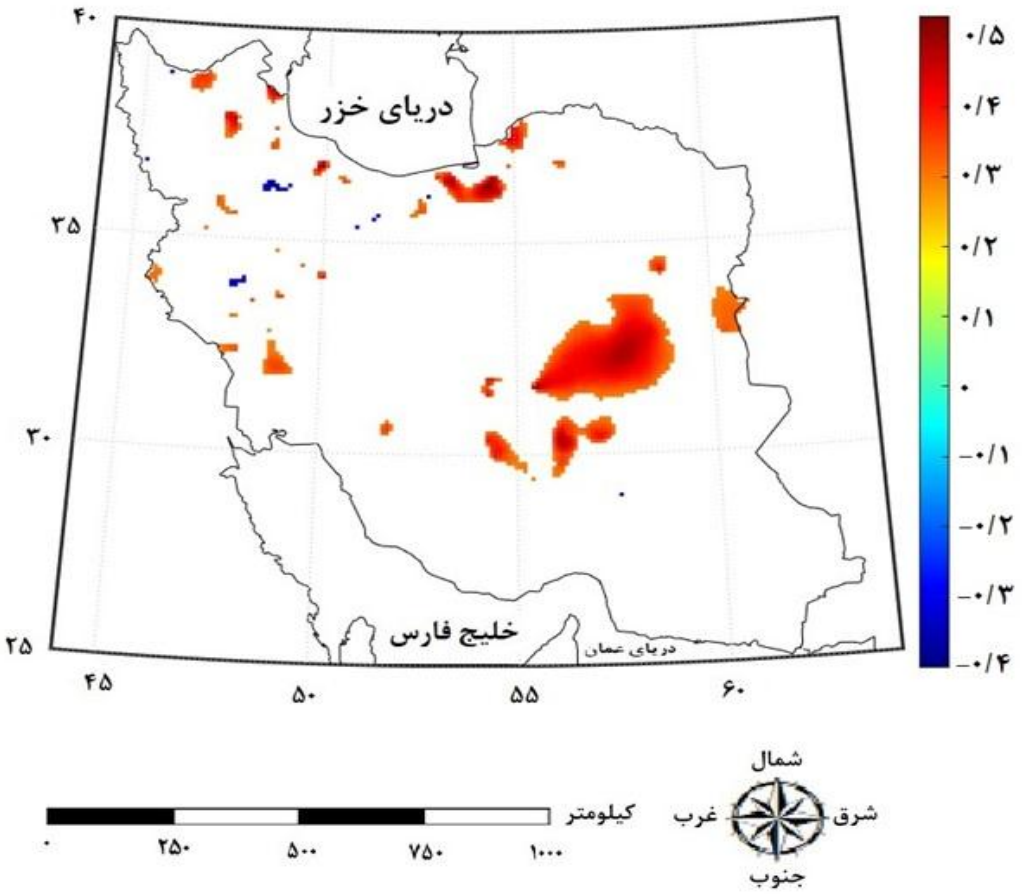
شکل ۷: چرخه‌های پنج ساله در بارش ایران

Figure 7: Five-year cycles in Iran's rainfall

بر اساس اطلاعات شکل (۷)، اکثر یاخته‌های توام با چرخه‌های ۵ ساله‌ی بارش در نیمه‌ی شمالی و به ویژه نوار شمالی کشور در بخش‌هایی از استان‌های آذربایجان شرقی، اردبیل، گیلان، مازندران، گلستان، خراسان شمالی، خراسان رضوی و به صورت محدودتر در ارتفاعات البرز تمرکز یافته‌اند. خودهمبستگی یاخته‌ها در این نواحی مثبت بوده و مقدار آن در اکثر مناطق بین ۰/۳ تا ۰/۵ محاسبه شده است. با توجه به نحوه‌ی آرایش یاخته‌های مربوط به چرخه‌های ۵ ساله، می‌توان گفت علت ایجاد این چرخه‌ها نفوذ سامانه‌های بارشی مدیترانه‌ای و سامانه‌های نفوذی از سمت شمال کشور و ایجاد

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]
[DOI: 10.83252/geospa.2025.3.4041]

بارش‌های جبهه ای در این نواحی می‌باشد. همچنین برخی یاخته‌ها با خودهمبستگی‌های منفی در مناطق شمالی و غربی کشور مشاهده می‌گردند که با توجه به وسعت و موقعیت خود، از لحاظ آماری معنی‌دار تلقی نمی‌شوند.



شکل ۸: چرخه‌های شش ساله در بارش ایران

Figure 8: Six-year cycles in Iran's rainfall

چرخه‌های موجود در شکل (۸)، آخرین چرخه‌ی عمده و معنادار در بین چرخه‌های بررسی شده می‌باشد و پس از آن هیچ شرایط معناداری در چرخه‌های مرتبه بالاتر مشاهده نشده است. بر این اساس، یاخته‌های توام با چرخه‌های شش ساله به صورت پراکنده در برخی نواحی کشور از جمله شمال غرب، غرب، برخی نواحی شمالی و نواحی مرکزی متمایل به شرق(حوالی استان‌های یزد، کرمان و خراسان جنوبی) مشاهده می‌شوند. در اکثر مناطق شمال غرب و غرب کشور، چرخه‌های شش ساله‌ی موجود، تصادفی محسوب می‌گردند اما در دو ناحیه‌ی البرز شرقی و ناحیه‌ی مرکزی متمایل به شرق، خودهمبستگی‌های قوی و معنادار وجود دارد. مقدار خودهمبستگی یاخته‌ها در این نواحی بین ۰/۳ تا ۰/۵ می‌باشد. با توجه به موقعیت جغرافیایی ناحیه‌ی مرکزی، می‌توان علت وجودی چرخه‌های شش ساله در این نواحی را عبور دوره‌ای سامانه‌های بارش‌زای جنوبی از این نواحی در نظر گرفت.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.83252/geospa.2025.3.4041]

در این بخش تلاش شد موقعیت فضایی و علل وجودی چرخه‌های سالانه و چند ساله در پهنه‌ی ایران آشکارسازی شده و هر چرخه به صورتی جداگانه مورد بررسی قرار گیرد. نکته‌ی مهم در این زمینه لزوم در نظرگیری یاخته‌های مشترک بین چند چرخه می‌باشد که در این صورت بازه‌های چند ساله برای تکرار چرخه‌ها ایجاد می‌گردد. در این زمینه، با بررسی نقشه‌های مربوط به چرخه‌های مختلف مشخص شد که در سه منطقه از کشور وقوع چرخه‌ها در بازه‌ای چند ساله نیز رخ می‌دهد. نخستین محدوده در ارتفاعات البرز شرقی قرار دارد که موقعیت جغرافیایی خاص و عبور سامانه-های ناپایدار با منشاهای مختلف موجب شده چرخه‌هایی ۱ تا ۵ ساله در آن وجود داشته باشد. موقعیت دوم در مناطق مرکزی کشور به سمت مرزهای شرقی قرار دارد که در این ناحیه چرخه‌هایی با بازه‌ی ۲ تا ٦ ساله مشاهده می‌شود. ناحیه‌ی سوم، ارتفاعات رشته کوه زاگرس می‌باشد که در آن چرخه‌های ۱ تا ۵ ساله وجود دارد؛ هر چند دانشمندان اعتقاد دارند وقوع چرخه‌های چندین ساله با نوسانات بزرگ مقیاس از قبیل النینو (نوسانات جنوبی ENSO)، تغییرات دو سالانه QBO و جریانات مداری ارتباط پیدا می کنند(Livada et al., 2008: 45; Hartmann et al., 2008: 155) اما نمی‌توان نقش عوامل محلی را در وقوع و تغییرات چرخه‌های بارش در کشور نادیده گرفت؛ از جمله عواملی از قبیل مجاورت با آب‌های خلیج فارس و قرارگیری در سایه‌ی ناهمواری‌های زاگرس(Faraji et al., 2017: 63) نیز می‌تواند موجب تنوع زیاد در الگوهای مرتبط با چرخه‌های بارش شود. بنابراین می‌توان گفت که علاوه بر سامانه‌های کلان مقیاس جوی، عوامل محلی و همسایگان نیز در تغییرات چرخه‌های بارش دخالت دارند(Asakereh and Doostkamian, 2014: 79).

نتیجه گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که الگوی بارش در ایران طی سال‌های ۱۹۷۰ تا ۲۰۱٦ به‌طور کلی روندی کاهشی داشته و بخش عمده‌ای از پهنه ی کشور (به‌ویژه نواحی شرقی، جنوبی و مرکزی) با کاهش معنی‌دار بارش مواجه بوده است. حدود ۸۱/٤ درصد از مساحت ایران روند منفی بارش را تجربه نموده و این امر بیانگر تقویت شرایط خشکی در بیشتر نواحی کشور است. تغییرات مشاهده‌شده در هر منطقه از کشور با ویژگی‌های جغرافیایی و تأثیر سامانه‌های جوی حاکم بر آن مرتبط است. در نواحی شمال‌شرق و شرق کشور، استقرار سامانه‌ی پرفشار سیبری در دوره‌ی سرد سال از عوامل مؤثر در کاهش بارش‌ها شناخته می‌شود(Bakefayat Roodi, 2013; Alijani, 2016) . در شمال‌غرب، تغییر در سازوکار همرفت دامنه‌ای و تضعیف سامانه‌های بارش‌زای عبوری از منطقه، موجب کاهش بارش شده است (Khorshiddoust et al., 2018; Asakereh, 2017)، همچنین در جنوب و جنوب‌غرب کشور، نقش سامانه‌های مدیترانه‌ای و سودانی و جریانات مرطوب جنوبی برخاسته از خلیج فارس و دریای عمان در تعیین الگوی بارش مشهود است، هرچند تغییرات فشار و گرمایش جهانی موجب تضعیف نسبی آن‌ها و کاهش بارش در این نواحی شده است (Heidari and Khoshakhlagh, 2018; Lashkari et al., 2016).

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.83252/geospa.2025.3.4041]

تحلیل چرخه‌های زمانی بارش نیز وجود نوسانات منظم با دوره‌های بازگشت ۱ تا ٦ ساله را در ایران نشان داد. این چرخه‌ها در سه محدوده‌ی اصلی شامل ارتفاعات البرز شرقی، زاگرس و نواحی مرکزی تا شرقی کشور پراکنش یافته اند. نوسانات کوتاه‌مدت (۱ تا ۳ ساله) بیشتر با تغییرات سامانه‌های منطقه‌ای مانند سودانی و مدیترانه‌ای و نوسانات دوسالانه‌ی استوایی (QBO) در ارتباط‌اند، در حالی که چرخه‌های میان‌مدت (۵ تا ٦ ساله) با نوسانات جنوبی (ENSO) و تغییرات مونسونی اقیانوس هند پیوند دارند(Livada et al., 2008; Hartmann et al., 2008) . علاوه بر این، ناهمواری‌ها و ارتفاع از سطح دریا نیز از طریق تأثیر بر سامانه‌های همرفتی و همگرایی رطوبتی، نقش مهمی در شدت و توزیع مکانی این چرخه‌ها دارند(Faraji et al., 2017; Asakereh and Doostkamian, 2014).

به‌طور کلی، می‌توان بر اساس موارد بیان شده نتیجه گرفت که اقلیم بارشی ایران تحت تأثیر ترکیبی از دو گروه عوامل (۱) نوسانات و سامانه های کلان مقیاس جوی و اقیانوسی مانند ENSO، QBO و سامانه های مدیترانه ای – سودانی و (۲) عوامل محلی و محیطی مانند ناهمواری ها، عرض جغرافیایی و فاصله از پهنه های آبی پیرامونی قرار دارد. شناخت هم‌زمان این عوامل، به‌ویژه چرخه‌های زمانی بارش، در درک پویایی اقلیم ایران و ارزیابی اثرات تغییر اقلیم جهانی اهمیت زیادی دارد. یافته‌های این پژوهش نشان داد که گرچه روند کلی بارش در ایران کاهشی است، اما چرخه‌های چندساله می‌توانند در دوره‌هایی موجب تعدیل موقت این روند شوند. ازاین‌رو، توصیه می‌شود در پژوهش‌های آینده، با استفاده از مدل‌های آماری–طیفی و داده‌های با تفکیک مکانی بالاتر، روابط بین چرخه‌های شناسایی‌شده و نوسانات جوی کلان‌مقیاس در بازه‌های زمانی بلندمدت بررسی شود تا امکان پیش‌بینی دقیق‌تر رفتار بارش و بهینه‌سازی مدیریت منابع آب فراهم گردد.

نتایج پژوهش حاضر در مورد وجود روند کاهشی و وجود چرخه‌های چندین ساله در بارش کشور به صورت کلی با یافته های(2017) Amirrezaeieh et al ;Jahanbakhsh Asl et al (2020) ;Asakereh and Hosseinjani (2017) و Asakereh et al (2021) مطابقت داشته و حرکت اقلیم بارشی ایران به سمت خشکی بیشتر را مورد تایید قرار داده است.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.83252/geospa.2025.3.4041]

References

-Abtahi, M., Seif, A., Khosroshahi, M. (2014). "Assessment of temperature and precipitation trends in Kashan Namak Lake basin during the last half-century". ***Iranian Journal of Range and Desert Research***. 21, 1-12. https://doi.org/10.22092/ijrdr.2014.8066. [In Persian].

-Ahmadi, M., Dadashi, A.A. (2016). "Assessment of the tracks of spatio-temporal precipitation Iran". ***Physical Geography Research Quarterly***. 97, 465-484. https://doi.org/10.22059/jphgr.2016.60102. [In Persian].

-Alaee Taleghani, M. (2011). "***Geomorphology of Iran***". Tehran: Ghomes Pub., 360p. [In Persian].

-Alijani, B., Bayat, A., Doostkamian, M., & Balyani, Y. (2016). "Spectral analysis of time series for annual precipitations in Iran". ***Geography and Planing***. 57, 217-236. [In Persian].

-Alijani, B. (2016). "***Climate of Iran***". Tehran: Payam Noor Pub. 230p. [In Persian].

-Amirrezaeieh, A., Porhammat, J., & Ahmadi, F. (2017). "Investigation of precipitation and temperature trend across the North West of Iran in recent half of the century". ***Iranian Journal of Irrigation and Drainage***, 10, 797-809. [In Persian].

-Asakereh, H., Masoodian, S.A., & Tarkarani, F. (2021). "Long term trend detection of annual precipitation over Iran in relation with changes in frequency of daily extremes precipitation". ***Geography and Environmental Hazard***. 36, 121-141. https://doi.org/10.22067/geoeh.2021.67028.0. [In Persian].

-Asakereh H., (2020). "Decadal variation in precipitation regime in northwest of Iran". ***Theoretical and Applied Climatology***, 139: 461–471. https://doi.org/10.1007/s00704-019-02984-9 .

-Asakereh, H., & Hosseinjani, L. (2018). "The analysis of cycles time series data, annual mean temperature and annual precipitation in bandar Anzali synoptic station". ***Geography Notion***, 17, 22-38. [In Persian].

-Asakereh H., (2017). "Trends in monthly precipitation over the northwest of Iran (NWI)". ***Theoretical and Applied Climatology***, 130: 443–451. https://doi.org/10.1007/s00704-016-1893-8

-Asakereh, H., & Doostkamian, M. (2014). "Tempo-spatial changes of preceptible water in the atmosphere of Iran". ***Iran-Water Resources Research***, 29, 72-86. [In Persian].

-Asakereh, H. (2008). "Application of linear regression in analysis of Tabriz annual temperature trend". ***Geographical Research***, 87, 3-25. [In Persian].

-Azarm, K., Mofidi, A.,& Khorshiddoust, A.M. (2019). "Investigation of the mesoscale mechanisms for the occurrence of convective precipitation in the North West of Iran". ***Earth and Space Physics***, 45, 553-573. https://doi.org/10.22059/jesphys.2019.261456.1007023. [In Persian].

-Bakefayat Roodi, F. (2013). "Analyzing the effect of Siberian high pressure on the rainfall in Northeast Iran". Master's Degree. Faculty of Humanities, Sistan and Baluchistan University. [In Persian].

-Barani, N., & Karami, A. (2020). "Annual trend analysis of climate parameters of temperature and precipitation in decuple agroecology regions of Iran". ***Environmental sciences***, 17, 75-90. https://doi.org/10.29252/envs.17.4.75. [In Persian].

-Bararkhanpour, S., Ghorbani, K., Salarjazi, M., & Rezaei Ghaleh, L. (2020). "Study of seasonal and annual rainfall changes with quantile regression method (case study: Gorgan Hashem-Abad station)". ***Climate Research***, 39, 89-104. [In Persian].

-Caloiero, T., Coscarelli, R., & Ferrari, E. (2020). "Assessment of seasonal and annual rainfall trends in Calabria (Southern Italy) with the ITA method". ***Journal of Hydro informatics***, 22, 738-748. https://doi.org/10.2166/hydro.2019.138 .

-Caloiero, T., Coscarelli, R., & Ferrari, E. (2018). "Application of the Innovative Trend Analysis Method for the Trend Analysis of Rainfall Anomalies in Southern Italy". ***Water Resources Management***, 32: 4971-4983. https://doi.org/10.1007/s11269-018-2117-z .

-Chehreara Ziabari, T., & Hajivand Paydari, S. (2024). "Investigating the Effect of Topography on the Formation of Climatic Sub-Regions in the Caspian Region". ***Journal of Geographical Space***, 87, 111-128. [In Persian].

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.83252/geospa.2025.3.4041]

-Darabi, H., Jafari, A., & Akhavan Farshchi, K. (2016). "Climate change analysis and it's impacts in Qom province, Iran". ***Environmental Sciences Studies***, 2, 25-40. [In Persian].
-Darand, M., Hadi Zerafati, Z., Kefayatmotlag, O.R., & Samandar, R. (2015). "The comparison between global and regional precipitation data base with Iran Asfezari and station data base". ***Geographical Research***, 117, 65-84. [In Persian].
-Elouissi, A., Sen, Z., & Habi, M. (2016). "Algerian rainfall innovative trend analysis and its implications to Macta Watershed". ***Arabian Journal of Geosciences***, 9, 303-312. http://doi.org/10.1007/s12517-016-2325-x
-Faraji, A., Doostkamiyan, M., Ghahramani, F., Rabiei, Z., & Rashidbeygi, E. (2017). "Zoning and precipitation analysis of central parts of Iran by using geostatistics methods". ***Geography and Territorial Spatial Arrangement***, 22, 57-70. https://doi.org/10.22111/gaij.2017.2996. [In Persian].
-Gholizadeh, M.H., & Darand M. (2010). "Forecasting monthly precipitation by using artificial neural networks a case study: Tehran". ***Physical Geography Research Quarterly***, 71, 51-63. [In Persian].
-Halabian, A.H., Dehghanpour, A., & Ashori Ghaleroodkhany, Z. (2017). "Synoptic analysis of extreme and widespread precipitations in Caspian Eastern Coasts". ***Geography and Environmental Hazards***, 3, 17-57. https://doi.org/10.22067/geo.v5i3.52867. [In Persian].
-Hartmann, S., Becker, A., & King, L. (2008). "Quasi Periodicities in Chinese Precipitation Time Series". ***Theoretical Applied Climatology***, 92, 155– 163. https://doi.org/10.1007/s00704-007-0317-1.
-Hasanvand, Z., Yarahmadi, D., & Mirhashemi, H. (2022). "Analysis of the trend of time-series changes in the maximum daily and annual rainfall of Karkheh and Dez catchment". ***Natural Environmental Hazards***, 32, 148-169. https://doi.org/10.22111/jneh.2022.38193.1788. [In Persian].
-Heidari, M.A., &Khoshakhlagh, F. (2018). "Examining the effect of climate change on Sudan – Red Sea low- pressure region and its relation with precipitation in the Southwest of Iran". ***Geography and Planning***, 70, 91-112. https://doi.org/10.22108/gep.2018.97982.0. [In Persian].
-Jahanbakhsh asl, S., Sari Sarraf, B., Asakereh, H., & Shirmohamadi, S. (2020). "The study of temporal – spatial changes of high extreme rainfalls in west of Iran (1965-2016)". ***Spatial Analysis Environmental Hazards***, 7, 89-106. http://dx.doi.org/10.29252/jsaeh.7.1.7. [In Persian].
-Jedari Eyvazi, J. (2008). "***Geomorphology of Iran***". Tehran, Payam Noor University Pub. 110p. [In Persian].
-Katiraei, P.S., Hajam, S., & Irannejad, P. (2007). "The contribution of changes in the frequency and intensity of daily rainfall in the rainfall trend in Iran during the period from 1960 to 2001". ***Earth and Space Physics***, 33, 67-83. [In Persian].
-Kaviani, M., & Alijani B. (2016). "***The Fundations of Climatology***". Tehran: Samt Pub. 582p. [In Persian
-Khezerluei, Z., Azizi, G., & Alijani, B. (2022). "Analysis of Iran's rainfall periods and the impacts on planning and environmental Management". ***Quarterly Geography & Regional Planning***, 12, 1202-1217. https://doi.org/10.22034/jgeoq.2022.309678.3352. [In Persian].
-Khorshiddoust, A.M., Rasouli A.A., & Zangeneh, S. (2018). "Modeling of trends of temperature and precipitation Extreme indices in Urmia Lake Basin". ***Natural Environmental Hazards***, 7, 175-194. https://doi.org/10.22111/jneh.2017.18933.1194. [In Persian].
-Lashkari, H., Matkan, A.A., Azadi, M., & Mohammadi Z. (2016). "Synoptic analysis of Arabian subtropical high pressure and subtropical jet stream in shortest period of precipitation in South and South West of Iran". ***Environmental Sciences***, 14, 59-74. [In Persian].
-Lashkari, H., & Mohamadi, Z. (2015). "The role of Saudi Arabian sub-tropical high pressure on the rainfall systems on South and Southwest Iran". ***Physical Geography Research Quarterly***, 47, 73-90. https://doi.org/10.22059/jphgr.2015.53679. [In Persian].
-Ligang, X., Li, D., & Wang, H. (2015). "Precipitation trends and variability from 1950 to 2000 in arid lands of Central Asia". ***Journal of Arid Land***, 7, 514-526. http://dx.doi.org/10.1007/s40333-015-0045-9.
-Livada, I., Charalambous, M., & Assimakopoulos, N. (2008). "Spatial and temporal study of precipitation characteristics over Greece". ***Theoretical and Applied Climatology***, 93, 45-55. http://dx.doi.org/10.1007/s00704-007-0331-2 .

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]
[DOI: 10.83252/geospa.2025.3.4041]

-Masoodian, S.A. (2011). "***Climate of Iran***". Mashhad: Sharie Toos Pub. 277p. [In Persian].
-Mozafari, G., Shafiei, S., & Hemmati, H. (2016). "Predicting monthly precipitation of Kermanshah synoptic station using the hybrid model of neural network and wavelet". ***Water and Soil Conservation***, 22, 135-152. https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.23222069.1394.22.6.8.0. [In Persian].
-Naseri, S., Noori, H., & Zeynivand, H. (2014). "Revealing the climate change of Khorram Abad city using statistical micro-scale of HADCM3 model data". The second national conference on sustainable agriculture and natural resources 2014-10-13 , Tehran. [In Persian].
-Saligheh, M., Asakereh, H., Nasserzadeh, M.H., & Balyani, Y. (2015). "Cycle analysis of time series of annual precipitation Heleh and Mond basin". ***Geographical Sciences***, 37, 245-272. http://dorl.net/dor/20.1001.1.22287736.1394.15.37.12.0. [In Persian].
-Saligheh, M. (2006). "Rainfall Mechanism in Southeast of country". ***Geographical Research Quarterly***, 55, 1-13. [In Persian].
-Shahbaee Kotenaee, A. (2014). "Synoptic analysis of winter cold waves in Iran". Master's Degree. Faculty of Humanities: Zanjan University. [In Persian].
-Shojaei Moghadam, R., Nasiri, B., & Tahmasebipour, N. (2018). "Investigation and analysis of cycles and spatial correlation model of Iranian monthly rainfalls". ***Geographical Sciences***, 51, 235-251. http://dx.doi.org/10.29252/jgs.18.51.235. [In Persian].

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.83252/geospa.2025.3.4041]

Analysis of Temporal-Spatial Trends and Existing Cycles in Iran's Precipitation During Recent Decades

Ali Shahbaee Kotenaee,
PhD Student of Climatology (Climate Change),Zanjan University; Department of Geography

Hossein Asakereh
Professor of Climatology,Zanjan University; Department of Geography

Abstract
Considering the vital importance of precipitation in the environment, knowing how it changes over time and its hidden features can be effective in optimizing management plans and environmental planning. In the current research, an attempt was made to reveal the trend of temporal changes and cycles in Iran's rainfall by using Esfazari data in the period from 1970 to 2016 and evaluate it in the form of a cell analysis. The results of the surveys showed that the trend of precipitation changes in 81.4% of the country's area was decreasing. The factors causing this decrease include changes in the mechanism and path of Siberian high-pressure systems and Mediterranean and Sudanese rainfall systems. Investigations revealed the existence of annual cycles that overlapped with each other in some cases and occurred in periods of 1 to 5, 2 to 6, and 2 to 3 years. The analysis of the causes of existence of these cycles, in addition to local factors and medium-scale systems passing through the country, proved the effect of macro-scale atmospheric systems such as Southern Oscillation (ENSO), Indian Ocean Oscillation (Monsoon) and Biennial Oscillation (QBO).
Key words: Iran, precipitation, regional analysis, cycle, trend, southern oscillations

Introduction

Climate change refers to significant alterations in expected patterns of average weather conditions that occur over an extended period in a specific region or across the entire global climate. The occurrence of this phenomenon impacts climatic elements and their internal relationships, as well as their interactions with the surrounding environment, causing these elements to deviate from their usual and stable conditions. One climatic element significantly affected by climate change is precipitation. Precipitation is among the most critical climatic elements, influencing the role and distribution of other climatic factors. It plays a vital role in the global water and energy cycle and serves as essential input data for hydrological systems. Therefore, precise knowledge of the amount of precipitation reaching the Earth's surface and its variations over time is crucial for water assessment and management, particularly for land use planning, agriculture, hydrology, mitigating flood and drought risks, and other applications.
Climate change is intensified by natural factors or human activities. Identifying and detecting changes in these factors and determining their causes are initial steps in climate studies, often analyzed through trends in climatic elements such as precipitation. While establishing trends in regional climatic parameters is common, their persistence over subsequent years can have more pronounced effects on environmental, economic, and social components.

Materials & Methods

The study area in this research encompasses the entire territory of Iran. Iran, with an area of 1.65 million square kilometers, is located between 25 to 40 degrees north latitude and 44 to 63 degrees east longitude. Its maximum length, stretching from northwest to southeast (i.e., in a straight line from the base of Mount Ararat (Bazargan border) to the Gulf of Gwadar (Pakistan border)), is approximately 2,250 kilometers,

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]
[DOI: 10.83252/geospa.2025.3.4041]

and its maximum width in the northeast-southwest direction (from Sarakhs (Turkmenistan border) to the mouth of the Arvand River (Abadan)) is about 1,400 kilometers.

The data used in this study were collected and processed from two sources: gridded Asfazari data and station-based data. The Asfazari data includes the Asfazari database, which served as the primary dataset for calculations, map generation, and temporal analysis in the research. This database, with a spatial resolution of 10 kilometers and covering the period from March 21, 1970, to March 19, 2016 (46 years, equivalent to 16,801 days), was developed by Masoudian (2019). The station-based data comprises daily precipitation parameter records from 3,423 synoptic, climatological, and rain gauge stations over the same period as the primary data, obtained from the Iran Meteorological Organization. This dataset was used as auxiliary data to enhance cell coverage and improve the quality of input data for precipitation trend and cycle calculation models, alongside the primary data.

One highly effective method for analyzing long-term precipitation variations is trend analysis. In this study, linear regression using the least squares method was employed to analyze the temporal trends of each cell across the country. Additionally, the autocorrelation function was used to identify hidden cycles and return periods in annual precipitation data. Autocorrelation functions are generally applied to detect structural patterns in time series data.

Discussion of Results

The analysis revealed that the precipitation parameter exhibits a decreasing trend across 81.4% of Iran's total area. Conversely, an increasing trend is observed in 18.6% of precipitation cells nationwide. In this context, it is critical to note that given the declining trend in precipitation values over most of the Iranian Plateau in recent decades, it can be concluded that Iran is becoming increasingly arid.

The geographical distribution of areas with continuous decreasing or increasing trends is fragmented, appearing as isolated zones across different regions of the country. One of the largest areas with decreasing precipitation trends is located in the northeast and east, near the provinces of Semnan, North Khorasan, Razavi Khorasan, South Khorasan, and Yazd. The annual precipitation reduction in these regions ranges between 1 to 5 mm/year. These areas are dominated by the Siberian High-pressure system during the cold season, which serves as the primary driver of frontal precipitation in these regions.

The number of cells with increasing trends in annual precipitation data is significantly smaller than those with decreasing trends. These areas form small "islands" surrounded by regions of declining trends and are scattered across the country.

An evaluation of precipitation cycles across Iran using the autocorrelation function identified three regions where multi-year cycles occur. The first region is in the eastern Alborz Mountains, where unique geographical positioning and the passage of unstable systems of varying origins result in 1- to 5-year cycles. The second region spans central Iran toward the eastern borders, where 2- to 6-year cycles are observed. The third region encompasses the Zagros Mountain range, which exhibits 1- to 5-year cycles. While scientists attribute multi-year cycles to large-scale oscillations such as ENSO (El Niño-Southern Oscillation), quasi-biennial oscillation (QBO), and orbital currents, the role of local factors in shaping precipitation cycles cannot be overlooked. For instance, proximity to the Persian Gulf and the leeward slopes of the Zagros Mountains (experiencing rain shadow effects due to their sheltered position) contribute to significant variability in precipitation cycle patterns. Thus, alongside large-scale atmospheric systems, local and neighboring factors also play a critical role in modulating precipitation cycles.

Conclusion

In general, Iran's precipitation climate and, consequently, its environment have progressively become drier over time. Evaluations of the spatial distribution of data trends and their significance across the country revealed that the precipitation parameter has exhibited a decreasing trend in 81.4% of Iran's total area. The causes of reduced precipitation in these regions are not uniform and are linked to local and environmental characteristics, changes in atmospheric and precipitation systems, and even global-scale systems.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.83252/geospa.2025.3.4041]

In the eastern and northeastern regions, as well as the central parts of Iran, the intrusion and persistence of the Siberian High pressure system during the cold season have significantly impacted precipitation trends. Specifically, the westward advance of the Siberian High has blocked the path of rain-bearing systems toward northeastern Iran, drastically reducing precipitation in these areas. Conversely, when this high-pressure system retreats eastward, the movement of precipitation systems toward eastern and northeastern Iran has led to increased rainfall in these regions.

In northwestern Iran, local factors, including changes in slope convection processes alongside shifts in the trajectory and weakening of precipitation systems passing through the area, have contributed to reduced rainfall. In the southern, southwestern, and western regions, the primary drivers of precipitation are moist southern air currents originating from the Persian Gulf, the Sea of Oman, the Indian Ocean, the Bay of Bengal, and the Red Sea, as well as Mediterranean systems traversing these areas, influenced by the region's topography. The occurrence of global warming and subsequent changes in atmospheric pressure and altitude over the Sudan region and the Red Sea, combined with shifts in Mediterranean system pathways, have exacerbated droughts and reduced precipitation in southern and southwestern Iran.

An analysis of recurrence cycles in the country's precipitation data revealed the presence of 1- to 6-year cycles. These cycles are active in different regions and influenced by local, mesoscale, or large-scale factors. Elevation, the trajectory of precipitation systems, and monsoon systems are the three primary drivers of multi-year cycles in Iran. Additionally, overlapping cycles in certain regions have created multi-year cyclical patterns. Due to overlapping regions across different cycles, three distinct periodic cycles—1 to 5 years, 2 to 6 years, and 2 to 3 years—were identified in Iran's precipitation patterns. These cycles can be explained through interactions with ocean-atmospheric oscillations and mesoscale systems.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.83252/geospa.2025.3.4041]