نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال نوزدهم، شماره ۵۳، تابستان ۹۸

تحلیل آماره‌ها و بی هنجاری‌های بارش دوره سرد سال به منظور درک اثر تغییر اقلیم بر مناطق مختلف ایران (۱۹۵۱-۲۰۱۰)

دریافت مقاله: ۹۶/۱۱/۳ **پذیرش نهایی:** ۹۷/۴/۲۱

صفحات: ۱۸-۱

الهام یاراحمدی: دانشجوی دکتری اقلیم شناسی دانشگاه لرستان ، خرم آباد، ایران.
Email: yarahmadi_elham@yahoo.com
مصطفی کرمپور: استادیار گروه اقلیم شناسی دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران[1].
Email: karampoor.m@lu.ac.ir
هوشنگ قائمی :استاد هواشناسی پژوهشکده هواشناسی و علوم جو، تهران، ایران.
Email: Hoo_ghaemi@yahoo.com
محمد مرادی: استادیار هواشناسی پژوهشکده هواشناسی و علوم جو، تهران، ایران.
Email: Moradim36@gmail.com
بهروز نصیری : استادیار گروه اقلیم شناسی دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران.
Email:behrouz.nasiri46@gmail.com

چکیده

بررسی رفتار بارش در بعد مکانی– زمانی و تعیین آستانه های تحمل مناطق مختلف جغرافیایی با توجه به پوشش گیاهی، زندگی جانوری و فعالیت‌های انسانی، از ضروریات هرگونه تصمیم‌گیری در محیط است. بدین منظور، داده‌های بارش ۲۷ ایستگاه همدیدی در دوره ۶۰ ساله از سازمان هواشناسی دریافت و پس از بررسی کیفی داده‌ها توزیع زمانی و مکانی میانگین، ضریب تغییرات، چولگی و توزیع احتمال تجربی ۲۰٪ بیشینه و کمینه ماهانه و فصلی پاییز و زمستان، برای یک دوره ۶۰ ساله (۲۰۱۰-۱۹۵۱)، دو دوره ۳۰ ساله (۱۱۹۵۱-۱۹۸۰)،(۱۹۸۱-۲۰۱۰) و دو دوره ۱۰ ساله (۲۰۱۰-۲۰۰۱)، (۱۹۵۱-۱۹۶۰)محاسبه با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی(GIS) پهنه‌بندی شد. بررسی‌ها نشان داد، بجز سواحل دریای کاسپین، تغییرات کمی بین الگوهای پاییز با زمستان وجود داشت. میانگین بارش از مناطق میانی سواحل جنوبی کاسپین به سوی غرب و شرق کاهش یافته‌است. در دیگر نواحی کشور، تغییرات مکانی و زمانی بارش در فصل پاییز بسیار زیاد و از شمال بسوی جنوب با کاهش میانگین و افزایش ضریب تغییرات و چولگی همراه بود. در زمستان ضمن حفظ الگوی پاییز، میانگین بارش افزایش و ضریب تغییرات کاهش داشت. میانگین بارش ۳۰ ساله دوم و ۱۰ ساله آخر زمستان، نسبت به دوره‌های ۳۰ و ۱۰ ساله اول و نیز دوره ۶۰ ساله در اغلب ایستگاه‌ها کاهش داشته که با نتایج آزمون من‌کندال تطابق دارد. بررسی۲۰ درصد حد کمینه و بیشینه بارش فصلی نشان داد که از شدت و گستره عملکرد سامانه‌های بارشی فراگیر فصل زمستان در دوره ۳۰ ساله دوم کاسته شده است. همچنین فراونی و شدت

---

۱. **نویسنده مسئول:** استان لرستان، خرم آباد، کمالوند، دانشگاه لرستان، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، گروه جغرافیا.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.53.12.0]
[DOI: 10.29252/jgs.19.53.1]

خشکسالی فصل پائیز در ۳۰ سال دوم و ۱۰ سال آخر بیشتر بوده‌است. بیشترین کاهش در بخش غربی و شرقی ساحل کاسپین و در شمال‌غرب رخ داده است.

کلید واژگان: بارش، دوره خشک و مرطوب، من-کندال، سامانه اطلاعات جغرافیایی.

مقدمه

بارش و دما پارامترهای مهمی هستند که نه تنها در مسائل اقلیمی بلکه در مسائل آبشناختی، کشاورزی، صنعت و محیط زیست نقش مهمی ایفا می‌کنند. به سبب گسیل گازهای گلخانه‌ای ناشی از افزایش سوخت‌های فسیلی، نابودی جنگل‌ها، تغییر در کاربری اراضی و از بین بردن باغات و تبدیل آنها به ساختمان‌های مسکونی، توسعه و گسترش دامداری و ساخت بی‌رویه سدها که همگی ناشی از تأثیر انسان بر روی محیط زیست است، بدون شک، تغییراتی در اقلیم جهان ایجاد می‌کند. بررسی‌های جهانی نشان می‌دهد که در اواخر قرن بیستم نه تنها میزان بارش در نواحی عرض های میانی و بالای جغرافیایی بویژه نواحی شمال و غرب اروپا در حدود ۱۰تا۱۵ درصد افزایش داشته بلکه بارش‌های فرین اخیر در آمریکا، استرالیا و ژاپن افزایش یافته است(گروسمین[۲] و همکاران، 2005:1331). به عنوان اولین قدم در شناخت تغییرات اقلیم به منظور آگاهی از اثرات تغییر اقلیم منطقه‌ای باید خصوصیات متغیرهای اقلیم آبشناختی بررسی شود. بر خلاف دما، بارش تغییر-پذیری مکانی شدیدی دارد. به سبب تغییرپذیری شدید بارش، افزایش مقیاس اندازه‌گیری نقطه‌ای دیدبانی برای مقیاسی که بتواند اثرات آبشناختی را به خوبی ارزیابی کند، موضوع کم اهمیتی نیست. تشخیص تغییرات بارش فقط هنگامی میسر و گویای کاملی از آن است که ایستگاه‌های اندازه‌گیری بارش دارای فاصله مکانی میان مقیاس یا کوچکتر باشد. گسترش پهنه بارش‌های شدید اندازه‌گیری شده ایستگاهی برای ارزیابی نتایج آبشناسی به مانند سیل مهم است. در مورد پژوهش حاضر مطالعاتی در نقاط مختلف جهان انجام شده است. پیکارتا[۳] و همکاران (۲۰۱۳:۳۲۲۹) با استفاده از داده‌های بارش روزانه ۵۵ ایستگاه و آزمون ناپارامتری من-کندال در دوره ۱۹۵۱-۲۰۱۰ نشان داده‌اند که مجموع بارش فصلی و سالانه در طول دوره آماری مورد مطالعه در فصل پاییز و زمستان روند کاهشی داشته است. گر چه روند بارش در دهه اخیر افزایش نشان می‌دهد. تگزک[۴] و همکاران(۲۰۱۴:49) در بررسی بلند مدت بارش در حوضه وینانگ هندوستان طی دوره آماری ۱۹۰۱-۲۰۱۲ نشان داده‌اند که روند بارش سالانه در سراسر حوضه کاهش یافته است و کاهش بارش به مقدار ۸,۴۵ درصد بوده‌است. هویندچاو و باردوسی[۵](2015: 1189) ا استفاده از آزمون ناپارامتری من-کندال در غرب آلمان طی نیمه دوم قرن بیست، به این نتیجه رسیدند که بارش های شدید فرین روزانه روندی افزایشی در مقدار و بسامد در تمام فصول بجز تابستان که دارای روندی معکوس است، دارد. موندل[۶] و همکاران(۱۴۳: ۲۰۱۵) در پژوهشی با عنوان"بررسی زمانی و مکانی روند بارش و دمای هند" طی دوره ۱۰۷ ساله با استفاده

2 - Groisman
3- Piccarreta
4 - Taxak
5- Hundecha & Pekarova
6 - Mondal

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.53.12.0]
[DOI: 10.29252/jgs.19.53.1]

از روش من کندال و من شیب سن نشان دادند که بارش ماهانه فصلی در همه بخش های این منطقه کاهش یافته‌است. یان و همکاران[۷] (2017:1) در بررسی تغییرات زمانی- مکانی دما، بارش و جریان آب سطحی در حوضه "می یو آن" در دوره ۱۹۶۹-۲۰۱۱" با استفاده از آزمون من-کندال نشان دادند که بارش‌های سالانه، روند کاهشی آشکاری نداشته و بارش‌های غیر سیلابی دارای افزایشی در حدود ۶,۹۱ میلیمتر در هر ۱۰ سال بوده است. در آنالیز روند تغییرات بارش که توسط کتیرایی بروجردی (۱۳۸۴) انجام شده است، دیده می‌شود که در ایران، طی یک دورهٔ چهل ساله، بارش سالانه در ایستگاه‌های واقع در غرب و جنوب‌شرق کشور روند کاهشی و در بقیهٔ مناطق در بیشتر ایستگاه ها روند افزایشی داشته است. صداقت(۳۲:۱۳۸۹) در پژوهشی با عنوان "توزیع زمانی-مکانی بارش در استان ایلام" با استفاده از نرم افزار GIS نشان داد که حداکثر بارش در این منطقه در فصل زمستان و حداقل آن در تابستان اتفاق می‌افتد. آذرخشی و همکاران(۱:۱۳۹۲) در پژوهشی با عنوان " بررسی روند تغییرات سالانه و فصلی بارش و پارامترهای دما در مناطق مختلف آب و هوایی ایران" با استفاده از روش من-کندال و رگرسیون خطی نشان دادند که روند تغییرات بارش سالانه در دامنهٔ شمالی البرز و دامنه‌های غربی زاگرس منفی، در بخش های مرکزی ایران مثبت، در مناطق شرقی و جنوب شرقی منفی و در بخش های جنوبی کشور مثبت است. دریاباری و همکاران(۱۱۳:۱۳۹۱)در پژوهشی با عنوان " تحلیل مکانی حداکثر بارندگی محتمل در ایران" با استفاده از روش هرشفیلد به این این نتیجه رسیدند که بیشترین مقدار بارندگی احتمالی مربوط به سواحل شمالی و جنوبی ایران است و از سواحل جنوب ایران به سمت نواحی مرکزی کاهش، و از نواحی مرکزی به سمت نواحی شمالی ایران افزایش می‌یابد. زرین کمر مجد و کتیرایی(۲۴:۱۳۹۵) در پژوهشی با عنوان "بررسی تغییرپذیری و ناهنجاری‌های فصلی بارش در ایران طی دوره ۱۹۷۷ تا ۲۰۰۶ با استفاده از روش من-کندال به این نتیجه رسیدند که ایستگاه گرگان در جنوب شرق دریای کاسپین کوچکترین و ایستگاه بندرعباس در جنوب و کنار خلیج فارس بزرگترین تغییر پذیری فصلی را دارند. طی دوره آماری مورد بررسی در اغلب ایستگاه ها تمایل به تمرکز بارش در بعضی ماه های خاص وجود دارد (روند افزایشی تنها در سه ایستگاه معنی‌دار است). از طرفی بیشینه فصل‌پذیری در اغلب ایستگاه ها پس از دهه ۱۹۹۰ در ایران مشاهده شده است. روند ناهنجاری‌های بارش فصلی در هر چهار فصل در مناطق شمال غربی منفی است. اما در مناطق مرکزی و غربی روند تغییرات ناهنجاری‌ها در اکثر ایستگاه‌ها مثبت است. بیشترین تعداد روند معنی‌دار مربوط به فصل زمستان است. مفاخری و همکاران(۱۳۹۶: ۱۹۱) در مطالعه‌ای جهت شناسایی و ناحیه بندی تغییرات زمانی و یکنواختی بارش ایران نشان داده‌اند که میانگین ضریب تغییرات سالانه ایران در دهه سوم(۲۰۰۴-۲۰۱۳)افزایش یافته و شاخص یکنواختی بارش در این دهه کاهش داشته است. همچنین ناحیه شمال‌غرب و شمال‌شرق کشور و سواحل شمال کشور تمایل به یکنواختی زمانی دارند و کمترین مقدار یکنواختی مربوط به سواحل جنوب و جنوب شرق کشور است. در این مقاله سعی شده است که با وجود فاصله زیاد ایستگاه‌ها، تغییرات بارش در دوره ۶۰ ساله اکتبر- مارس (۱۹۵۱-۲۰۱۰) و دو دوره ۳۰ ساله اکتبر- مارس(۱۹۵۱-۱۹۸۰) و (۱۹۸۱-۲۰۱۰) و دو دوره ۱۰ ساله ۱۹۵۱-۱۹۶۰ و ۲۰۰۱-۲۰۱۰

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.53.12.0]
[DOI: 10.29252/jgs.19.53.1]

بررسی و با یکدیگر مقایسه شده و دوره‌های ترسالی و خشکسالی در سال‌های مختلف با استفاده از ۲۰ درصد حد کمینه و بیشینه بارش ایستگاه‌ها استخراج شود.

روش تحقیق

داده‌های روزانه بارش ایستگاه‌های سینوپتیک کشور از بدو تاسیس تا سال ۲۰۱۰ از سازمان هواشناسی کشور دریافت شد. از میان ۲۰۰ ایستگاه سینوپتیک، ۲۶ ایستگاه که دارای پایه آماری مشترک ۶۰ ساله بودند، انتخاب و براساس روش‌های معمول پیشنهادی سازمان هواشناسی جهانی(WMO. NO. 111)، کیفیت داده‌ها بررسی شد. با توجه به اهداف مطالعه، داده‌ها به یک دوره ۶۰ ساله(۱۹۵۱-۲۰۱۰)، دو دوره ۳۰ ساله(۱۹۵۱-۱۹۸۰و۱۹۸۱-۲۰۱۰)و دو دوره ۱۰ ساله(۱۹۵۱-۱۹۶۰و۲۰۰۱-۲۰۱۰) تقسیم‌بندی شدند. داده های بارش روزانه بر اساس ماه و فصل(پاییز و زمستان) میانگین گیری شدند. فصل پاییز شامل ماه های اکتبر، نوامبر دسامبر و فصل زمستان شامل ماه‌های ژانویه، فوریه و مارس است. سپس با استفاده از نرم‌افزار R آماره-های مورد نیاز شامل میانگین، ضریب تغییرات و چولگی، طی فصول پاییز و زمستان محاسبه شدند. علاوه بر مسائل فوق برای تعیین دوره‌های خشک و تر، پس از مرتب کردن آمارهای هر ایستگاه در دوره ۶۰ ساله ۲۰ درصد کمینه و بیشینه داده‌ها به عنوان شاخص‌های دوره تر و خشک در نظر گرفته شده است. منظور از برآورد احتمال بارش ۲۰ درصد حد پایین، مقدار بارشی است که ۸۰ درصد بارش‌ها بزرگتر- مساوی آن و ۲۰ درصد کمتر از آن هستند. همچنین برآورد احتمال بارش ۲۰ درصد حد بالا، مقدار بارشی است که ۸۰ درصد بارش ها کوچکتر- مساوی آن و ۲۰ درصد بزرگتر از آن باشند. با استفاده از تابع من-کندال روند داده‌های بارش فصل پاییز وزمستان در یک دوره ۶۰ ساله مشخص شد. تغییرات دهه‌ای بارش نیز محاسبه شد. در نهایت با استفاده از نرم افزار GIS برای متغیر بارش در دوره‌های ۶۰ ساله(۱۹۵۱-۲۰۱۰)، و دو دوره ۳۰ ساله (۱۹۵۱-۱۹۸۰ و ۱۹۸۱-۲۰۱۰) و دو دوره ۳۰ ساله و دو دوره ۱۰ ساله و اختلاف آنها با یکدیگر، نقشه های هم ارزش ترسیم و به تفسیر آنها پرداخته شد. برای ترسیم نقشه‌های هم ارزش بر حسب ماهیت داده‌ها و پراکنش مکانی و آماری از روش IDW استفاده شد.

نتایج

میانگین، ضریب تغییرات و چولگی

الگوهای میانگین و ضریب تغییرات بارش در فصل‌های پاییز(اکتبر-دسامبر) و زمستان(ژانویه- مارس)، در دوره ۶۰ ساله و دو دوره ۳۰ ساله و دو دوره ۱۰ ساله بررسی شده است. در این پژوهش تغییرات بسیار کمی بین الگوهای میانگین و ضریب تغییرات پاییز با زمستان بجز در نواحی جنوبی دریای کاسپین مشاهده شده است(شکل ۱) در سایر نقاط کشور میانگین بارش در فصل‌های پاییز، زمستان و دوره سرد از شمال غرب به سوی مرکز، جنوب شرق و شرق کاهش و ضریب تغییرات افزایش می‌یابد. بررسی مقایسه نقشه چولگی بارش ۶۰ ساله و دو دوره ۳۰ ساله پاییز و زمستان چنین نشان می‌دهد که آرایش الگوها و مقادیر چولگی زمستان با دوره سرد سال به تبعیت از تغییرات میانگین بارش و ضریب تغییرات مربوط به آن انطباق بیشتری دارد. اما الگوهای پاییزه بویژه در نیمه شرقی ایران نه تنها از نظر شکل، بلکه از نظر مقادیر نیز متفاوت است. با توجه به

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.53.12.0]
[DOI: 10.29252/jgs.19.53.1]

مقادیر میانگین بارندگی‌های فصل پاییز در نواحی مرکزی، شرقی و جنوب شرقی مشخص می‌شود که آغاز بارش در نیمه غربی کشور زودتر از نیمه شرقی و بویژه جنوب شرقی است. در نیمه غربی به جز نوار باریکی از قزوین به سوی همدان که چولگی بین ۰,۶ تا ۰,۹ دارند، در بقیه نقاط این ناحیه چولگی از ۰,۶ کمتر است. چولگی‌های بیش از ۱ در نواحی نیمه شرقی ایران مشاهده می‌گردد شکل(۲).

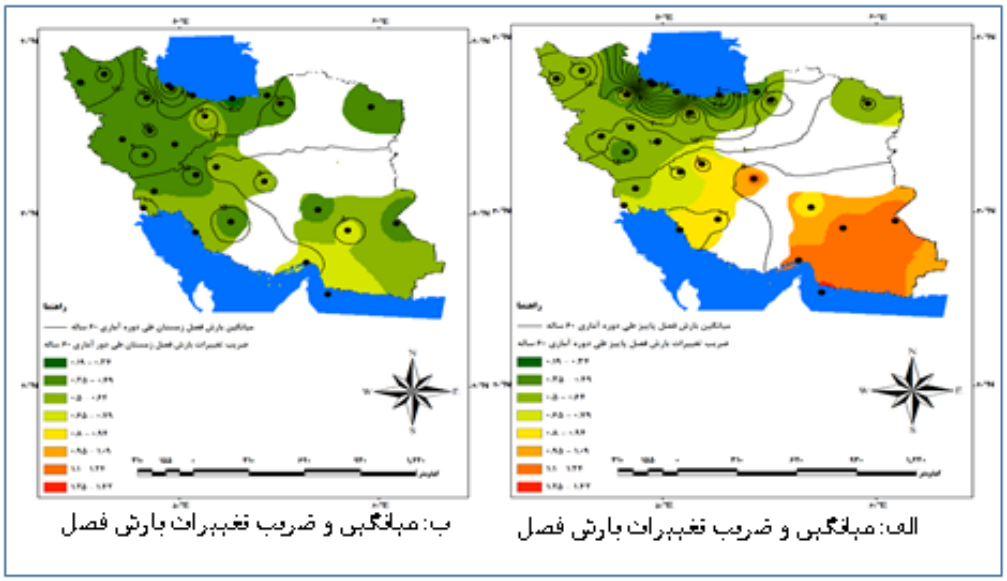
در سواحل جنوبی دریای کاسپین، میانگین از غرب به شرق کاهش و ضریب تغییرات به طور نسبی افزایش کمی نشان می‌دهد. در برخی نقاط میانگین بارش‌های فصل پاییز بیش از دو برابر فصل زمستان است. وجود اختلاف زیاد بین دمای آب سطح دریا و هوای سرد عبوری از روی آن ، شار بخار آب در فصل پاییز افزایش بیشتری می‌یابد و در نتیجه سبب بارش‌های شدید همرفتی در خط ساحلی می‌شود. میانگین بارش در فصل پاییز و زمستان در دوره ۳۰ ساله دوم نسبت به میانگین ۳۰ ساله اول و دوره ۶۰ ساله از نواحی مرکزی جنوب دریای کاسپین به سوی غرب و شرق آن کاهش نشان می‌دهد. تغییرات فصلی میانگین بارش ۳۰ سال دوم نسبت به ۳۰ سال اول و دوره ۶۰ ساله نشان می‌دهد شکل (۳ و ۴)، بیشترین کاهش میانگین بارش در ۳۰ سال دوم نسبت به دو دوره دیگر در در فصل پاییز و زمستان در ایستگاه انزلی و کمترین آن در ایستگاه رامسر بوده که مقدار این کاهش در رامسر چندان قابل توجه نیست. در صورتی که در ایستگاه بابلسر و رشت این مقادیر افزایشی بوده است و شاید بدین سبب باشد که الگوی بارشی این منطقه تغییر کرده و کمی از غرب به سوی بخش مرکزی سواحل جنوبی دریای کاسپین انتقال یافته است شکل (۱). تفاضل ۱۰ سال اول(۱۹۵۱-۱۹۶۰) از ۱۰ ساله پایانی(۲۰۰۱-۲۰۱۰) نشان می‌دهد (شکل ۵ و ۶)، در فصل پاییز میانگین بارش های ۱۰ سال آخر در ایستگاه‌های بابلسر، رشت و رامسر افزایش و در ایستگاه‌های انزلی و گرگان کاهش یافته است. در فصل زمستان میانگین بارش در سراسر این منطقه کاهش داشته است. در هر دو فصل پاییز و زمستان بیشترین کاهش میانگین بارش در ۱۰ ساله پایانی در ایستگاه انزلی مشاهده می‌شود.

مقایسه الگوهای پاییز و زمستان در نواحی شمال‌غرب و غرب، نشان می‌دهد که در هر دو فصل پاییز و زمستان از بالاترین میانگین بارشی و کمترین ضریب تغییرات در کشور بعد از نواحی جنوبی دریای کاسپین برخوردار است شکل (۱). مقایسه میانگین بارش ۳۰ ساله دوم نسبت ۳۰ سال اول و دوره ۶۰ ساله و ۱۰ ساله آخر نسبت به ۱۰ سال اشکال (۳، ۴، ۵) اول بیانگر این است که در فصل پاییز در همه ایستگاه‌ها غیر از تبریز که روند کاهشی ناچیزی دارد، میانگین بارش افزایش یافته است که بیشترین روند افزایشی مربوط به ایستگاه کرمانشاه و همدان است. در فصل زمستان در دوره های متناظر همه مناطق با روند کاهشی همراه بوده‌اند که بیشترین کاهش مربوط به تبریز و زنجان است.

میانگین و ضریب تغییرات بارش های کوهپایه‌های جنوبی البرز و شمال شرق در ۳۰ سال دوم نسبت به ۳۰ سال اول و دوره ۶۰ ساله چندان تغییری نکرده است. در کوهپایه‌های جنوبی البرز در فصل پاییز وزمستان ، در ۳۰ ساله دوم نسبت به ۳۰ ساله اول و دوره ۶۰ ساله و ۱۰ ساله آخر نسبت به ۱۰ ساله اول، مقدار بارش افزایشی بوده است که ایستگاه تهران با بیشترین تغییرات همراه بوده‌است. در ایستگاه مشهد نیز در ۳۰ سال دوم نسبت به ۳۰ ساله اول در فصل پاییز با کاهش ناچیزی همراه بوده است اما در زمستان افزایش داشته است شکل (۳). در ۱۰ ساله آخر نسبت به ۱۰ سال اول در فصل پاییز بارش افزایش ناچیزی داشته اما در فصل

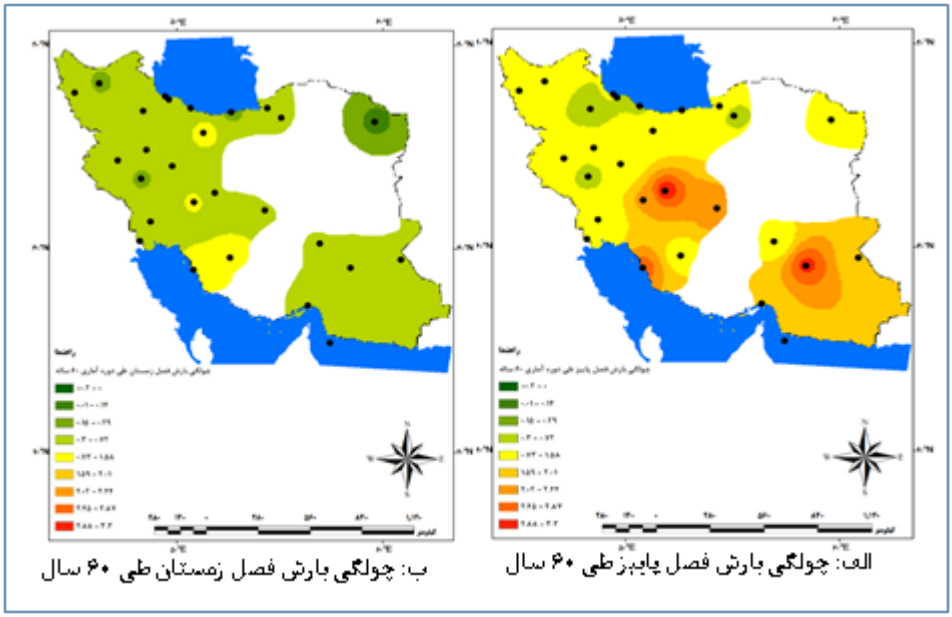
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.53.12.0]
[DOI: 10.29252/jgs.19.53.1]

زمستان و دوره سرد روند کاهشی تقریباً زیاد است شکل (۶). در نواحی مرکزی و شرقی در فصل پاییز و زمستان، میانگین بارش ۳۰ ساله دوم نسبت به ۳۰ ساله اول و ۶۰ ساله کاهشی بوده که ناچیز است اشکال (۳ و ۴). مقایسه میانگین بارش ۱۰ ساله آخر نسبت به ۱۰ سال اول در دوره آماری ۶۰ ساله نشان می دهد که در ۱۰ سال آخر فصل پاییز در این منطقه، میانگین بارش کاهش داشته و در فصل زمستان نیز غیر از ایستگاه اراک و زاهدان که کاهش بارندگی داشتند، سایر ایستگاه‌های این نواحی در ۱۰ ساله آخر با افزایش بارش مواجه بوده اند. شکل (۵). باید توجه داشت که این کاهش بارش نسبت میانگین آنها قابل توجه است و تاثیر زیادی در کشاورزی و منابع آب منطقه خواهد داشت بر اساس الگوها، در نواحی جنوب و جنوب شرق شکل (۱) میانگین کمتر از سایر نواحی و ضریب تغییرات بیشترین است. همچنین این ضریب تغییرات در ۳۰ ساله دوم دوره آماری بیشتر شده‌است. اما در نواحی جنوب غربی به علت اینکه بیشتر تحت تأثیر سامانه‌های بارشی خصوصا سامانه‌های سودانی قرار می‌گیرد، از میانگین بارشی بالاتر برخوردار بوده و ضریب تغییرات آنها کم است. در فصل پاییز در ایستگاه‌های بوشهر و جاسک میانگین بارش ۳۰ ساله دوم نسبت به ۳۰ ساله اول و ۶۰ ساله کاهش داشته، ولی بقیه ایستگاه‌ها افزایش بارش را تجربه کرده اند. در صورتی که در زمستان فقط جاسک، کاهش قابل توجه بارش داشته است که نسبت به میانگین بارشی بلند مدت آن بسیار قابل توجه است. سایر نواحی در زمستان افزایش کمی را تجربه کرده‌اند. اشکال (۳ و ۴). در۱۰ ساله پایانی نسبت ۱۰ سال اول نیز در فصل پاییز ایستگاه‌های جاسک و بوشهر با کاهش قابل توجه میانگین بارش و در ناحیه جنوب غربی با کاهش ناچیز همراه بوده‌است. در فصل زمستان نیز تنها ایستگاه اهواز کاهش بارش داشته‌است. به دلیل محدودیت صفحات مقاله از آوردن همه نقشه‌ها خودداری شده و تنها نقشه‌های دوره ۶۰ ساله طی فصل‌های پاییز و زمستان در اشکال (۱، ۲، ۶) ارائه شده است.

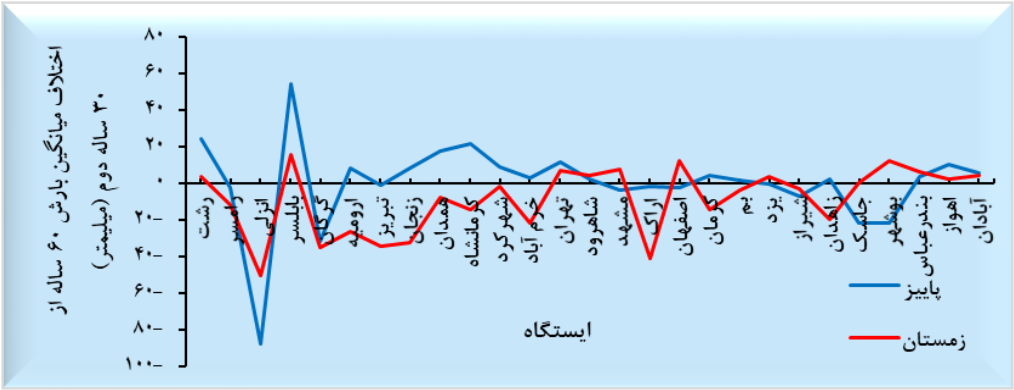


شکل (۱). میانگین و ضریب تغییرات بارش فصل پاییز(الف) و زمستان(ب) طی دوره آماری ۶۰ ساله(۱۹۵۱-۲۰۱۰)

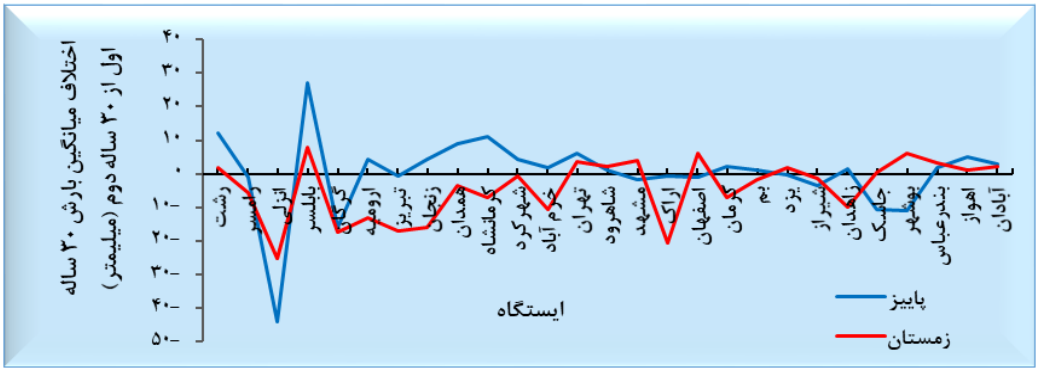
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.53.12.0]
[DOI: 10.29252/jgs.19.53.1]



شکل(۲). چولگی بارش‌های فصل پاییز(الف)، زمستان(ب) و طی دوره آماری ۶۰ ساله(۱۹۵۱-۲۰۱۰)

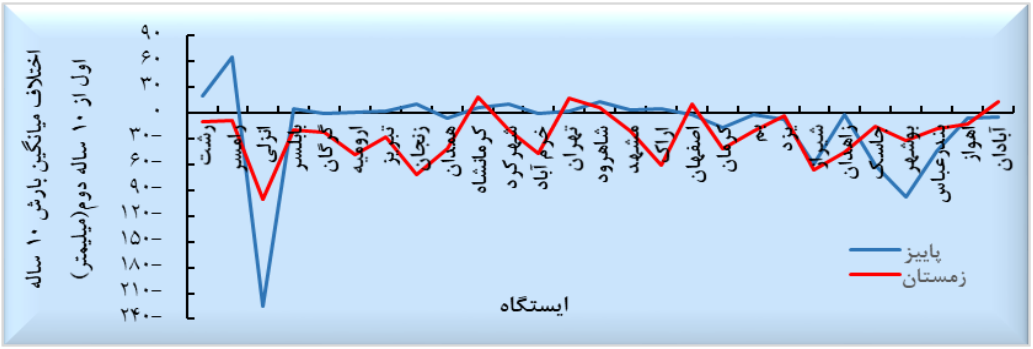


شکل (۳). اختلاف میانگین بارش ۳۰ ساله اول(۱۹۵۱-۱۹۸۰) از ۳۰ ساله دوم(۱۹۸۱-۲۰۱۰)

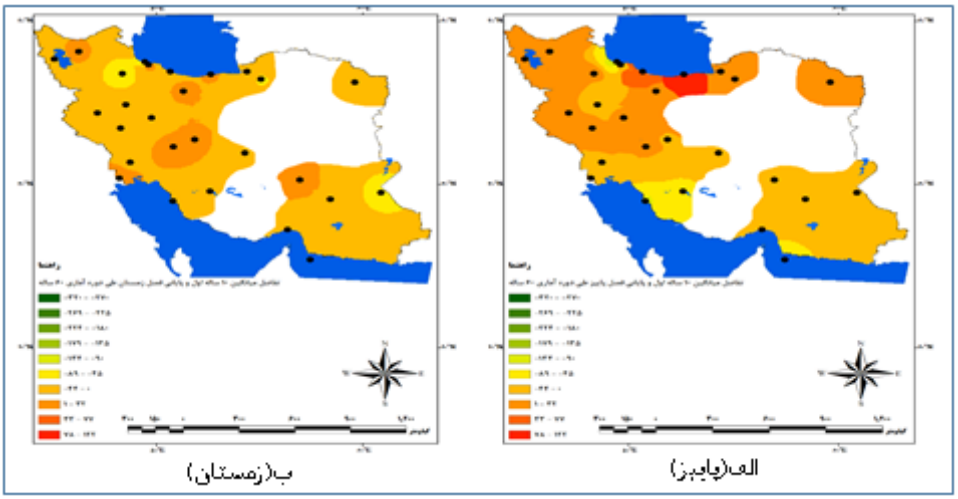


شکل (۴). اختلاف میانگین بارش ۶۰ ساله(۱۹۵۱-۲۰۱۰) از ۳۰ ساله دوم(۱۹۸۱-۲۰۱۰)

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.53.12.0]
[DOI: 10.29252/jgs.19.53.1]



شکل(۵). اختلاف بین ۱۰ ساله ابتدایی(۱۹۵۱-۱۹۶۰) و ده ساله پایانی (۲۰۰۱-۲۰۱۰) در فصل های پاییز و زمستان



شکل (۶). اختلاف میانگین بارش ۱۰ ساله اول(۱۹۵۱-۱۹۶۰) از ۱۰ ساله پایانی(۲۰۰۱-۲۰۱۰) فصل پاییز(الف) و زمستان(ب)

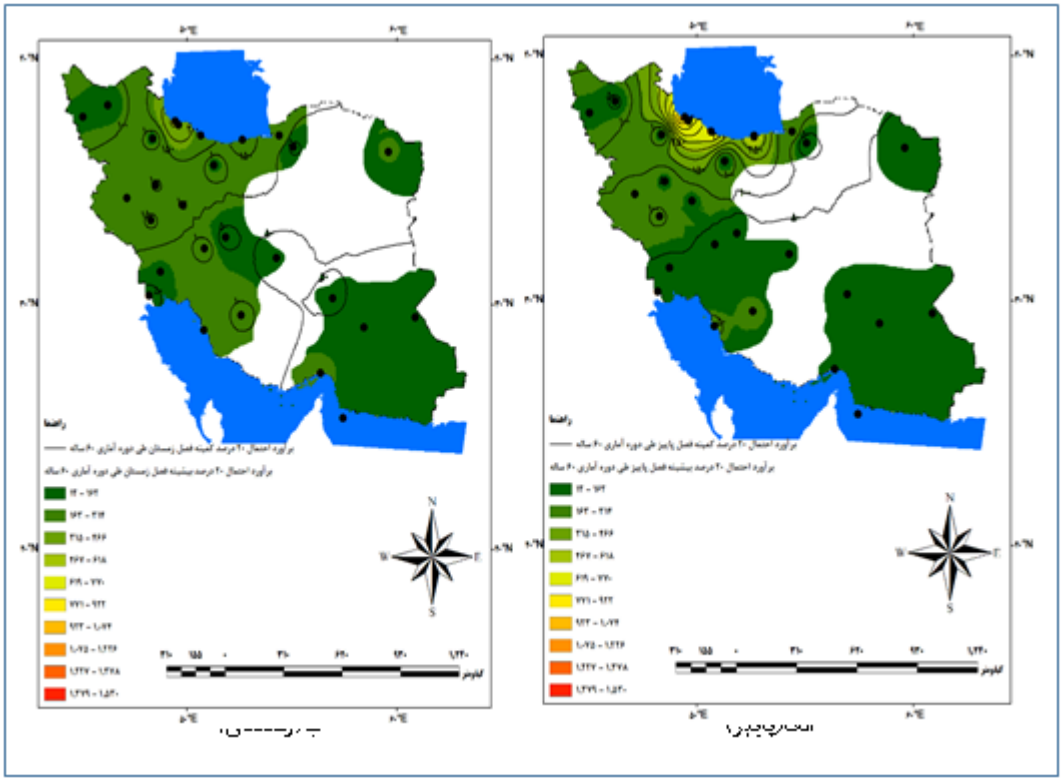
بارش‌های حدی ۲۰ درصد پایین و بالا

در الگوهای ۲۰ درصد حد بیشینه و کمینه بارش شکل (۷) هم‌مقدارها بیانگر احتمال ۲۰ درصد بیشینه بارش-های دوره ۶۰ ساله(۱۹۵۱-۲۰۱۰)فصل پاییز و زمستان و پهنه‌های رنگی نشان دهنده احتمال ۲۰ درصد کمینه بارش‌های فصل زمستان و پاییز در دوره متناظر با آن است. الگوها نشان دهنده تأثیرات سامانه‌های جوی روی منطقه است، اما مقادیر علاوه بر این نشان دهنده حد کمینه و بیشینه بارش‌ها نیز است. در فصل پاییز شکل (۷- الف) بیشترین تمرکز مقدار ۲۰ درصد حد بیشینه در نواحی سواحی جنوبی کاسپین است که به تدریج در امتداد خط ساحل به طرف شرق از مقدار آن کاسته می‌شود. بعد از آن در ناحیه شمال غرب، غرب و شمال شرق در رتبه بعدی قرار دارد. به تدریج با حرکت به سوی جنوب غرب و مرکز از احتمال وقوع ترسالی ها کاسته می‌شود. در فصل زمستان شکل (۷-ب) نسبت به فصل پاییز احتمال وقوع ترسالی ها از توزیع نرمال تری برخوردار می‌شود. این مقدار در بخش غربی ایران بیش از بخش شرقی است. اما وقوع ۲۰ درصد حد کمینه در هر دو فصل پاییز و زمستان از ناحیه شمال و شمال‌غرب به سمت نواحی جنوب و جنوب‌شرق افزایش

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.53.12.0]
[DOI: 10.29252/jgs.19.53.1]

می یابد. دوره‌های خشک و تر ۳۰ سال اول و دوم در فصول پاییز و زمستان در جدول (۱) نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می‌شود، در فصل پاییز در ۳۰ سال دوم در مقایسه با ۳۰ سال اول خشکسالی‌ها فراگیرتر بوده‌اند و در ۳۰ سال اول، خشکسالی‌ها بیشتر به صورت محلی رخ داده است شکل (۸). لازم به توضیح است که کشور ایران مانند سایر کشورهای کوهستانی از پیچیدگی‌های منطقه‌ای برخوردار است و سامانه‌های جوی می‌توانند به شدت تحت تاثیر ناهمواری‌ها قرار گرفته و تغییرات شدید بارش را به ویژه در سامانه‌های همرفتی میان مقیاس و خرد مقیاس به وجود آورند. همچنین دیده می‌شود که در۳۰ سال اول، دهه ۶۰ بیشتر از سایر دهه‌ها مورد تهاجم خشکسالی منطقه‌ای بوده است. در صورتی که در ۳۰ ساله دوم خشکسالی‌های فراگیری‌تری در کشور نسبت به ۳۰ ساله اول مشاهده می‌شود. برای نمونه در پاییز ۲۰۱۰ کشور تحت تأثیر خشکسالی فراگیر بوده که بجز همدان، تبریز و رامسر، سایر نقاط تحت تأثیر این خشکسالی قرار داشته‌اند. وجود ایستگاه تبریز، همدان که در نواحی غربی همراه با خشکسالی نبوده به طوری که یادآوری شد، باید تحت تاثیر شدید عامل‌های جغرافیایی منطقه قرار گرفته باشد که بارش‌های همرفتی شدیدی را در تبریز و همدان ایجاد کند. وگرنه سامانه‌های جوی با نظم بیشتر نمی‌توانند این تغییرات را در منطقه ایجاد کرده باشند. در ۳۰ سال اول(۱۹۵۱-۱۹۸۰) در فصل زمستان بیشترین فراوانی خشکسالی مربوط به سال‌های ۱۹۶۱، ۱۹۵۷ و ۱۹۷۲ و در ۳۰ سال دوم سال‌های ۲۰۰۷، ۱۹۹۴ و ۲۰۰۹ است جدول (۱). همانند فصل پاییز؛ در سال‌های دیگر ۳۰ سال اول و دوم زمستان، برخی سال ها خشکسالی‌ها به صورت پراکنده و منطقه-ای رخ داده است. علت اختلاف در الگوهای پاییز با زمستان می‌تواند به علت تأثیرگذاری عبور سامانه های جوی از روی منطقه و برهمکنش عوامل جغرافیایی بر روی این سامانه های فصلی باشد که در فصل پاییز بیشتر سبب فرایندهای میان مقیاس می‌شود که می تواند الگوی متفاوتی را نسبت به فصل زمستان ایجاد کند. در نواحی شمالی ایران عبور سامانه های عرض‌های میانی توأم با هوای سرد سبب می‌شود که تغییرات چندانی نسبت به فصل زمستان(شکل ۱۰) نداشته باشد. یادآوری می‌شود که بارش‌های حدی بالا الزاماً همراه با ترسالی نمی‌باشند ولی ممکن است که سیلاب‌های شدیدی را به همراه داشته باشند. بارش‌های ۲۰ درصد حد بیشینه نیز در پاییز و زمستان در ۳۰ سال اول(۱۹۵۱-۱۹۸۰)و ۳۰ سال دوم(۱۹۸۱-۲۰۱۰)دوره آماری مورد نظر نیز بررسی شدند جدول (۱). همان طور که دیده می‌شود، فصل پاییز در فصل پاییز غیر از سال ۱۹۸۲ که ترسالی خیلی فراگیر بوده در ۳۰ سال دوم نسبت به ۳۰ سال اول ترسالی های چندان فراگیر نبوده‌اند شکل (۹). در فصل زمستان نیز محدوده تحت تأثیر ترسالی‌ها در ۳۰ سال اول بیشتر بوده و در ۳۰ سال دوم نسبت به ۳۰ سال اول چندان فراگیر نبوده است شکل (۱۱). مقایسه دوره‌های ترسالی و خشکسالی دوره‌های سی ساله نشان می‌دهد که در ۳۰ سال اول پاییز سال‌های ۱۹۵۴ و ۱۹۵۷ ترسالی را تجربه کرده‌اند در حالی که در همین سال‌ها، فصل زمستان خشکسالی را تجربه کرده است. همچنین در سال‌های ۱۹۶۱ و ۱۹۶۲ پاییز و زمستان هر دو خشکسالی را تجربه کرده‌اند. اما بررسی‌ها نشان داد که در ۳۰ سال اول پاییز و زمستان دوره تر به صورت متوالی رخ نداده است. در ۳۰ سال دوم نیز در سال ۱۹۹۵ در پاییز خشکسالی و در زمستان ترسالی و در سال ۱۹۹۴ در پاییز ترسالی و در زمستان خشکسالی حاکم بوده است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.53.12.0]
[DOI: 10.29252/jgs.19.53.1]

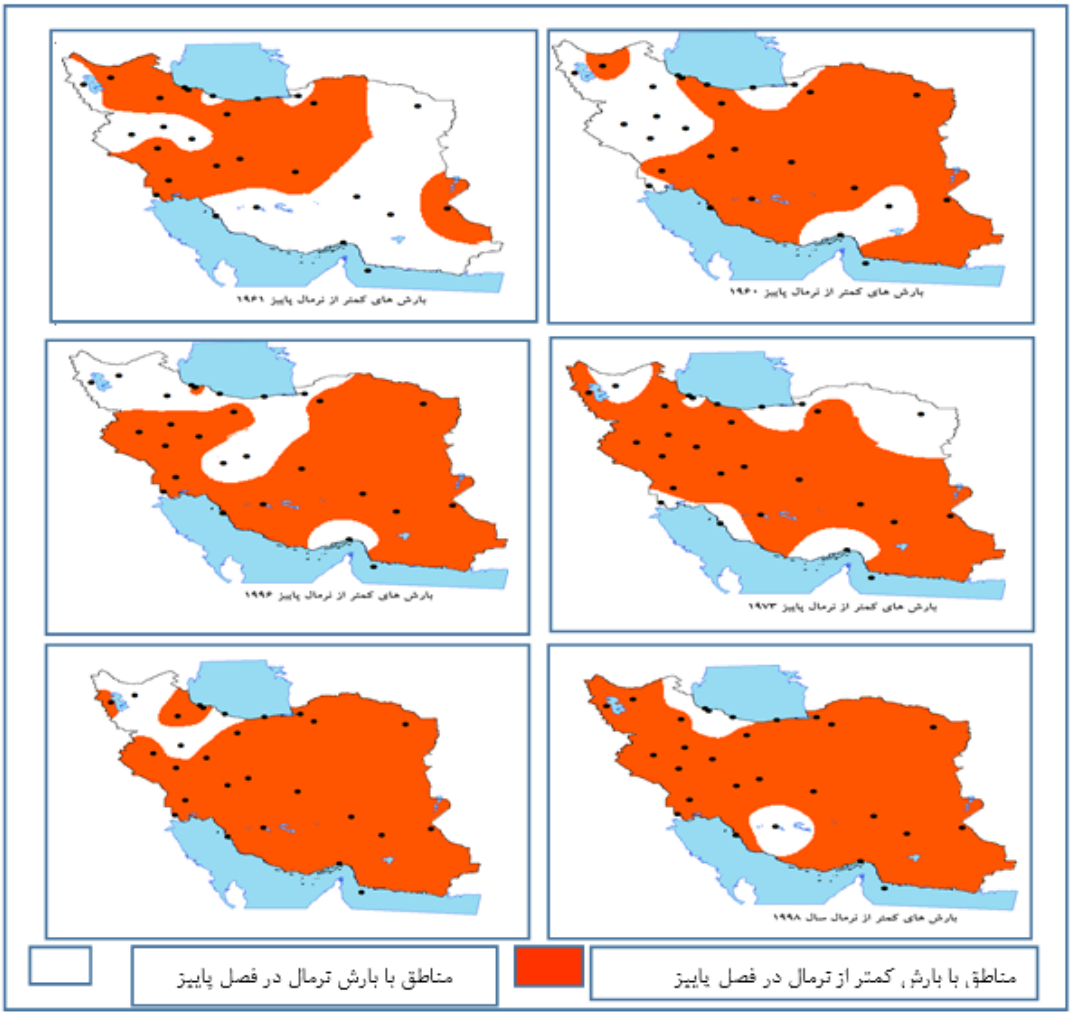


شکل(۷). برآورد احتمال ۲۰ درصد حد بیشینه و کمینه بارش فصل پاییز(الف) و زمستان(ب) طی دوره آماری ۶۰ ساله

جدول(۱). دوره های با بارش حدی فراگیر ۲۰ درصد کمینه و بیشینه در پاییز، زمستان طی دوره ۳۰ سال اول (۱۹۸۰-۱۹۵۱)

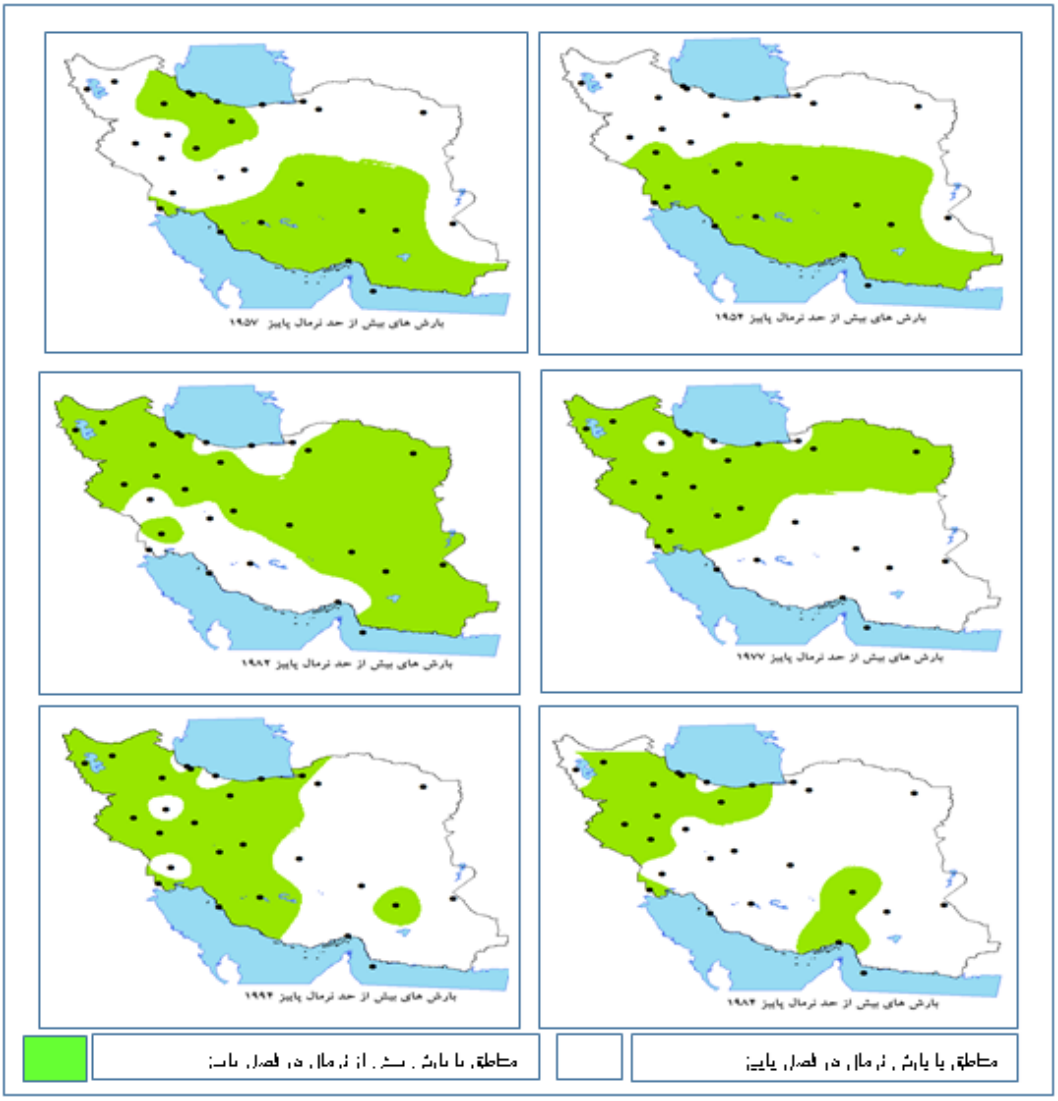
فصل	بارش حدی فراگیر ۲۰ درصد کمینه				بارش حدی فراگیر ۲۰ درصد بیشینه			
	۳۰ سال اول(۱۹۵۱-۱۹۸۰)		۳۰ سال دوم(۱۹۸۱-۲۰۱۰)		۳۰ سال اول(۱۹۵۱-۱۹۸۰)		۳۰ سال دوم(۱۹۸۱-۲۰۱۰)	
	سال	فراوانی	سال	فراوانی	سال	فراوانی	سال	فراوانی
پاییز	۱۹۷۳	۱۹	۱۹۹۸	۲۳	۱۹۷۷	۱۶	۱۹۸۲	۱۸
	۱۹۶۰	۱۴	۲۰۱۰	۲۴	۱۹۵۷	۱۴	۱۹۹۴	۱۶
	۱۹۶۱	۱۳	۱۹۹۶	۱۷	۱۹۵۴	۱۲	۱۹۸۴	۱۲
زمستان	۱۹۶۱	۲۰	۲۰۰۷	۱۹	۱۹۷۱	۲۰	۱۹۹۵	۲۰
	۱۹۵۷	۱۷	۱۹۹۴	۱۲	۱۹۷۳	۱۸	۱۹۹۷	۱۵
	۱۹۷۲	۱۴	۲۰۰۹	۱۲	۱۹۷۹	۱۸	۱۹۸۱	۱۳

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.53.12.0]
[DOI: 10.29252/jgs.19.53.1]



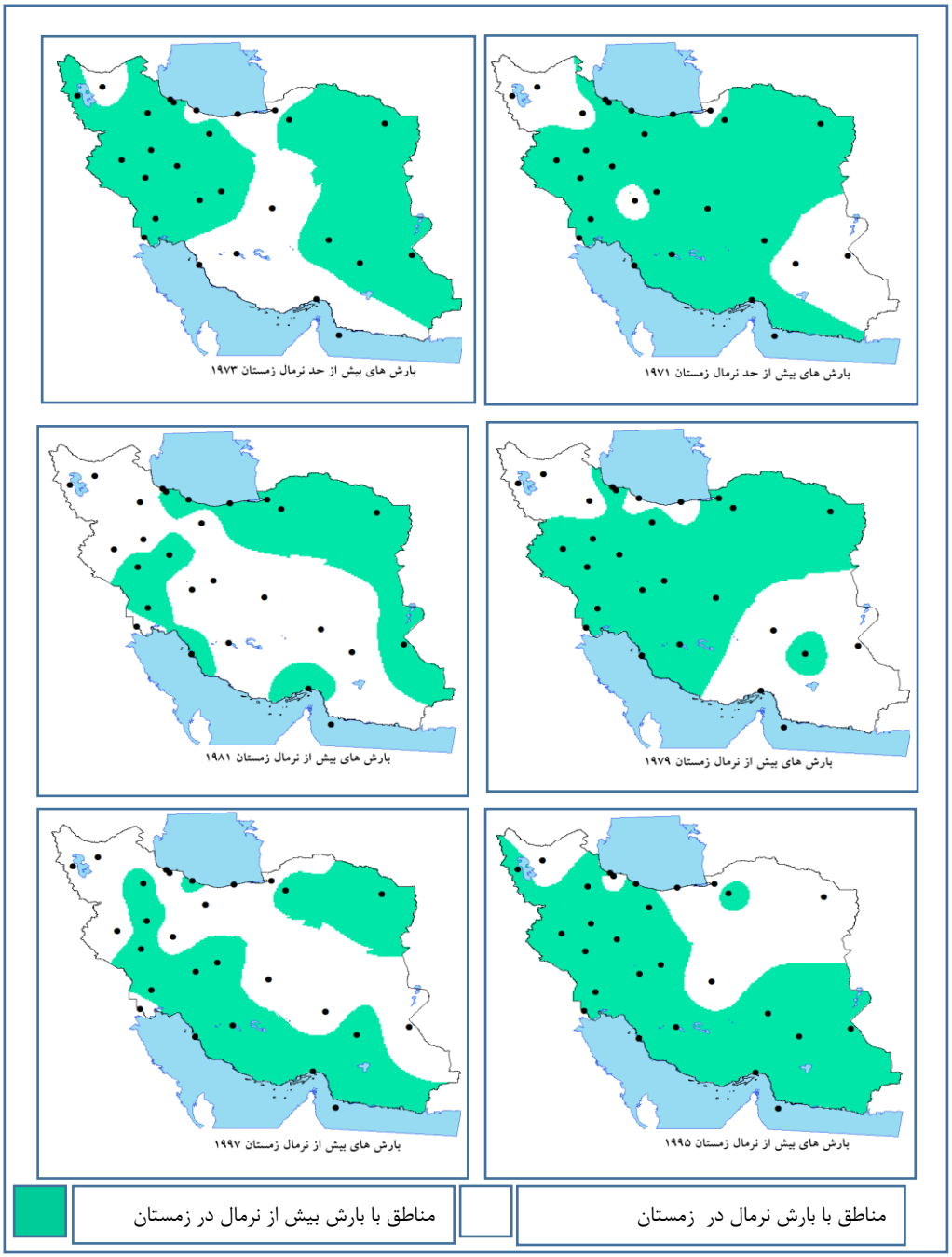
شکل (۸). مناطق با بارش کمتر از نرمال بر اساس ۲۰ درصد حد کمینه در فصل پاییز

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.53.12.0]
[DOI: 10.29252/jgs.19.53.1]



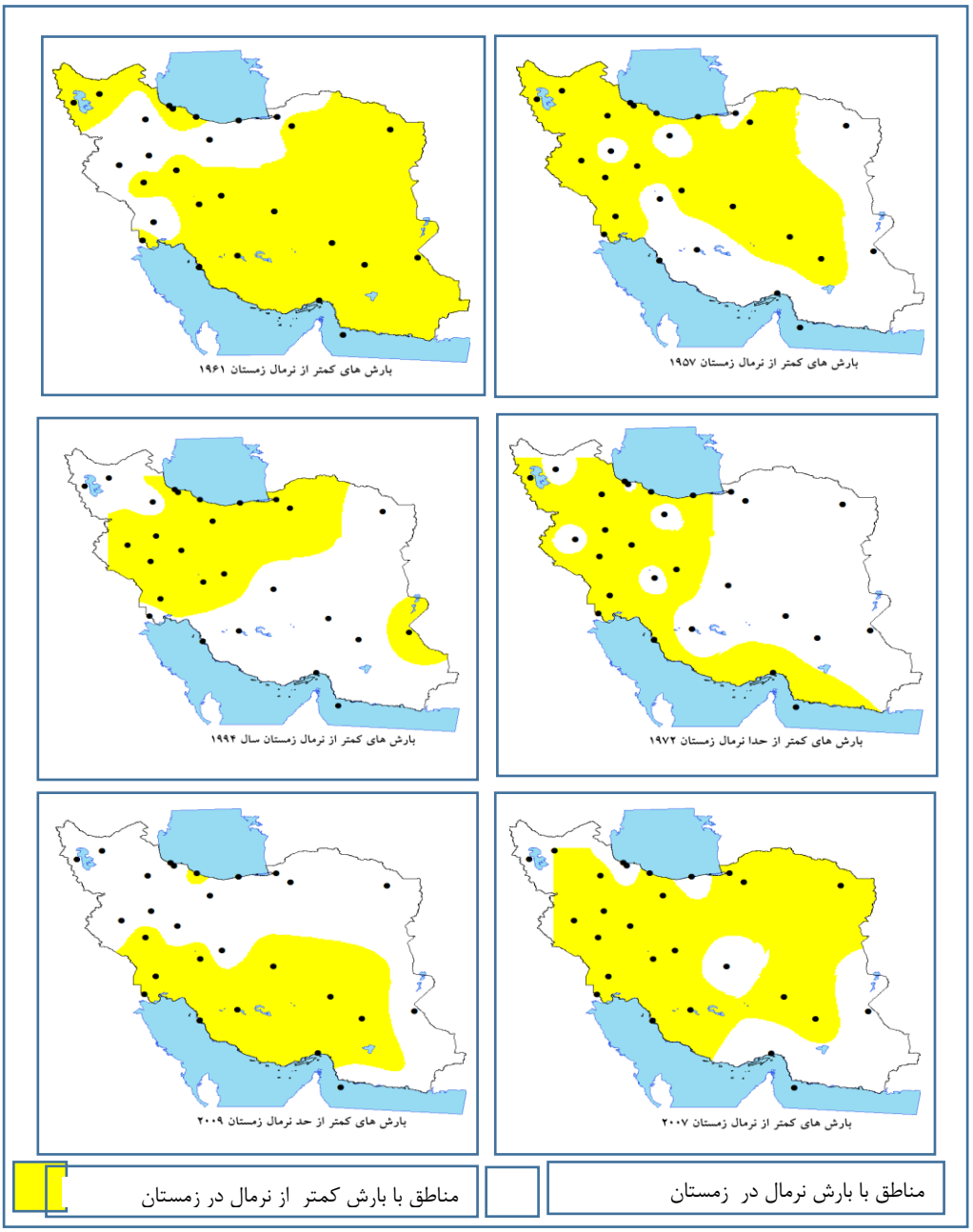
شکل (۹). مناطق با بارش بیشتر از نرمال بر اساس ۲۰ درصد حد بیشینه طی فصل پاییز

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.53.12.0]
[DOI: 10.29252/jgs.19.53.1]



۱۰). مناطق با بارش کمتر از نرمال بر اساس ۲۰ درصد حد کمینه طی فصل زمستان

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.53.12.0]
[DOI: 10.29252/jgs.19.53.1]



شکل(۱۱). مناطق با بارش بیشتر از نرمال بر اساس ۲۰ درصد حد بیشینه طی فصل زمستان

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.53.12.0]
[DOI: 10.29252/jgs.19.53.1]

بررسی وجود روند بر روی داده های بارش با استفاده از آزمون من کندال

نتایج آزمون من کندال برای ۲۷ ایستگاه به تفکیک در چدول ۲ تا ۴ مشاهده می‌شود. در فصل پاییز جدول (۲) تنها دو ایستگاه ایستگاه بابلسر و جاسک روند معناداری نشان دادند که برای ایستگاه جاسک این روند کاهشی و ایستگاه بابلسر افزایشی بوده است. در فصل زمستان جدول (۳) از میان ۲۷ ایستگاه فقط ۹ ایستگاه معنادار بوده‌اند که در این میان تنها ایستگاه اصفهان و تهران روند افزایشی داشته و بقیه ایستگاه‌ها دارای روند کاهشی بوده‌اند. نتایج آزمون من‌کندال برای دوره سرد نیر در جدول ۵ قابل مشاهده است. نکته قابل توجه در بررسی سری های زمانی وجود هر دو نوع روند یعنی کاهشی و افزایشی حتی در یک فصل و فصول مختلف در مکان های مختلف است که از یک طرف نشانگر پیچیدگی های رفتاری عنصر بارش بر حسب منطقه ای است و از طرف دیگر نشان دهنده تاثیر برهمکنش سامانه های باران زا با توپوگرافی، پوشش گیاهی و مکان گزینی مراکز جمعیتی است.

جدول (۲). بررسی روند داده های بارش در فصل پاییز دوره آماری ۶۰ ساله با استفاده از آزمون خطی من - کندال

دوره	نام ایستگاه	P-value	مقدار افزایش یا کاهش در هر ۱۰ سال	نوع روند	معادله خط
پاییز	بابلسر	۰.۰۳	۲۱	افزایشی	$Yt = ۳۵۳.۱ + ۲.۱ * t$
	جاسک	۰.۰۰۲	۸,۶	کاهشی	$Yt = ۶۹.۸ - ۰.۸۶ * t$

جدول (۳). بررسی روند داده های بارش در فصل زمستان طی دوره آماری ۶۰ ساله با استفاده از آزمون خطی من - کندال

دوره	نام ایستگاه	P-value	مقدار افزایش یا کاهش در هر ۱۰ سال	نوع روند	معادله خط
زمستان	اراک	۰.۰۱	۱۰,۶	کاهشی	$Yt = ۱۸۴.۵ - ۱.۰۶ * t$
	اصفهان	۰.۰۳	۳,۸	افزایشی	$Yt = ۴۴.۹ + ۰.۳۸ * t$
	گرگان	۰.۰۶	۷,۶	کاهشی	$Yt = ۲۰۷.۲ - ۰.۷۶ * t$
	کرمان	۰.۰۴	۳,۵	کاهشی	$Yt = ۹۸.۸ - ۰.۳۵ * t$
	ارومیه	۰.۰۰۳	۸,۴	کاهشی	$Yt = ۱۳۹.۱ - ۰.۸۴ * t$
	تبریز	۰.۰۰۱	۹,۱	کاهشی	$Yt = ۱۱۳.۳ - ۰.۹۱ * t$
	زاهدان	۰.۰۰۰۹	۶,۳	کاهشی	$Yt = ۷۲.۷ - ۰.۶۳ * t$
	تهران	۰.۰۷	۱۰,۶	افزایشی	$Yt = ۱۴۰.۴ + ۱.۰۶ * t$
	زنجان	۰.۰۰۰۶	۱۰,۶	کاهشی	$Yt = ۱۴۰.۴ - ۱.۰۶ * t$

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.53.12.0]
[DOI: 10.29252/jgs.19.53.1]

جدول(۴). بررسی روند داده‌های بارش در دوره سرد طی دوره آماری ۶۰ ساله با استفاده از آزمون خطی من- کندال

دوره	نام ایستگاه	P-value	مقدار افزایش یا کاهش در هر ۱۰ سال	نوع روند	معادله خط
دوره سرد	انزلی	۰.۰۴	۴۲	کاهشی	$Yt = ۱۳۷۶.۵ - ۴.۲ * t$
	اراک	۰.۰۴	۸,۴	کاهشی	$Yt = ۱۳۹.۱ - ۰.۸۴ * t$
	بابلسر	۰.۰۲	۲۴	افزایشی	$Yt = ۵۷۳.۳ + ۲.۴ * t$
	گرگان	۰.۰۷	۱۱,۶	کاهشی	$Yt = ۴۰۳.۳ - ۱.۱۶ * t$
	جاسک	۰.۰۵	۸,۲	کاهشی	$Yt = ۱۴۵.۹ - ۰.۸۲ * t$
	ارومیه	۰.۰۲	۸,۸	کاهشی	$Yt = ۲۳۳.۳ - ۰.۸۸ * t$
	شاهرود	۰.۰۲	۳,۵	افزایشی	$Yt = ۸۷.۱ + ۰.۳۵ * t$
	تبریز	۰.۰۱	۱۰,۴	کاهشی	$Yt = ۱۸۹.۹ - ۱.۰۴ * t$
	تهران	۰.۰۵	۵,۸	افزایشی	$Yt = ۱۶۰.۱ + ۰.۵۸ * t$
	زاهدان	۰.۰۱	۵,۶	کاهشی	$Yt = ۸۷.۸ - ۰.۵۶ * t$
	زنجان	۰.۰۰۹	۹,۱	کاهشی	$Yt = ۲۱۵ - ۰.۹۱ * t$
	اصفهان	۰.۰۲	۴,۶	افزایشی	$Yt = ۸۱ + ۰.۴۶ * t$

نتایج کلی

- نتایج بررسی الگوی‌های میانگین بارش نشان می‌دهد که تغییر رفتار سری‌های بارش در همه ایستگاه‌ها یکسان نبوده و نشان دهنده پیچیدگی‌های عنصر بارش و در نتیجه الگوهای متفاوت بارشی در نقاط مختلف کشور است.
- به طور کلی می‌توان گفت که تغییرات آماره‌های بارشی در فصل‌های پاییز، زمستان و دوره سرد تحت تأثیر عوامل جغرافیایی و بازخوردهای متوالی آن با سامانه‌های بارشی میان مقیاس و موقعیت آنها می‌باشد. در نتیجه بعضی نواحی دارای میانگین بارش‌های زیادی نسبت به مجاور آن بوده و از نظر مکانی از روند یکنواختی برخوردار نیستند.
- چنین به نظر می‌رسد که آغاز بارش‌ها در فصل پاییز در نیمه غربی زودتر از نیمه شرقی و جنوب شرقی شروع شود که به علت عقب نشینی پر فشار جنب حاره از تابستان به سوی پاییز که در آغاز بارش و میانگین بارش‌های کشور در فصل پاییز تأثیر گذار است، باشد. .
- به طور کلی بارش‌های دوره سرد شدیداً به پر فشار جنب حاره بر روی شمال عربستان و جنوب ایران وابسته است و جابه‌جایی آن از شرق به سوی غرب و گسترش آن به سوی نواحی جنوب- جنوب‌غربی ایران می‌تواند در مقادیر بارش‌ها حتی در نواحی شمال‌غرب ایران تأثیرگذار باشد. این بدین سبب است که جریان‌های مرطوب دریای عمان و عرب، خلیج عدن و حتی دریای سرخ نتوانند به خوبی رطوبت را به

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.53.12.0]
[DOI: 10.29252/jgs.19.53.1]

سوی کلیه نواحی فوق انتقال دهند و همین امر می‌تواند باعث تغییرپذیری مکانی و زمانی بارش در نواحی مختلف ایران شوند.

- علاوه بر موارد بیان شده، ریخت‌شناسی ناهمواری‌ها و تأثیر بازخود متوالی آنها نیز بر روی سیستم هایی که منطقه را تحت تأثیر قرار می دهند، سبب شده‌اند تا بویژه در نواحی جنوب، جنوب شرق و جنوب غرب ناپایداری‌ها همراه با بارش‌های همرفتی با شدت‌های متفاوت رخ دهد که نوسانات این بارش‌ها از سالی به سال دیگر در دوره سرد با توجه به الگوهای همدیدی آنها زیاد است و در نتیجه سبب افزایش ضریب تغییرات و چولگی می‌شود.
- مقایسه بارش‌ها در ۳۰ سال دوم نسبت ۳۰ سال اول و در ۱۰ سال آخر نسبت به ۱۰ سال اول غیر از ایستگاه‌های انزلی و گرگان در سواحل شمالی، جاسک و بندرعباس در نواحی جنوبی و مناطق شمال غرب و غرب به خصوص در فصل زمستان، در بقیه نواحی روند افزایشی مشاهده می‌شود. روند کاهشی در ۳۰ و ۱۰ ساله پایانی بدین معناست که از شدت و بسامد سامانه‌های بارشی که این مناطق را تحت تأثیر قرار می‌دهند، کاسته شده‌است. همچنین کاهش بارش در ایستگاه‌های انزلی و گرگان نشان می‌دهد که الگوی بارشی این ناحیه کمی از غرب به سوی مناطق مرکزی سواحل جنوبی دریای کاسپین انتقال یافته‌است. افزایش بارش در سه دهه اخیر می تواند مربوط به چرخه آب شناختی فعال‌تر و در نتیجه از علل افزایش وقوع سیل در دهه اخیر باشد و تغییر در الگوهای بارش می‌تواند یکی از شواهد وقوع تغییر اقلیم در این مناطق باشد
- با توجه به روندیابی بارش های ۲۷ ایستگاه در فصل‌های پاییز، زمستان، می‌توان دریافت که در فصل پاییز ایستگاه جاسک با روند کاهشی و بابلسر با روند افزایشی همراه بوده است. در صورتی که در فصل زمستان فقط ۹ ایستگاه شامل نواحی شمال غرب، مرکز و ایستگاه‌های گرگان و تهران، روند داشته‌اند که ایستگاه اصفهان دارای روند افزایشی بوده و سایر ایستگاه‌ها روند کاهشی را نشان می‌دهند. در دوره سرد نیز ۱۲ ایستگاه دارای روند بوده‌اند که از این تعداد ۴ ایستگاه شامل اصفهان، تهران، شاهرود و بابلسر روند افزایشی و بقیه روند کاهشی داشته‌اند. همچنین بررسی‌ها نشان می‌دهد که در دوره ۶۰ ساله، ۱۲ سال با خشکسالی‌های و۱۳سال با ترسالی‌های نسبتاً فراگیر همراه بوده‌است. بیشترین خشکسالی‌های در ۳۰ ساله اول دوره آماری مورد نظر در دهه ۶۰ رخ داده است و بعد از آن دهه ۵۰ و ۷۰ بیشترین فراوانی خشکسالی را داشته‌اند. در ۳۰ سال دوم(۱۹۸۱-۲۰۱۰) نیز بیشترین خشکسالی در دهه ۲۰۰۰ و بعد از آن دهه ۹۰ رخ داده است. در دهه ۸۰ خشکسالی‌ها چندان فراگیر نبوده است. بیشترین فراوانی ترسالی‌ها نیز در ۳۰ سال اول در دهه ۷۰ رخ داده است و بعد از آن دهه ۵۰ بوده است. در ۳۰ سال دوم نیز بیشترین ترسالی‌ها در دهه ۸۰ و ۹۰ رخ داده است. دهه ۲۰۰۰ ترسالی فراگیر رخ نداده است. بنابراین در دهه پایانی دوره آماری نظر نسبت به دهه های گذشته با خشکسالی‌های فراگیر و کاهش محسوس در میانگین بارش‌ها همراه بوده‌است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.53.12.0]
[DOI: 10.29252/jgs.19.53.1]

تقدیر و تشکر

از صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور بدلیل حمایت مالی از این مقاله تشکر و قدردانی می شود.

منابع

آذرخشی. مریم، فرزادمهر. جلیل، اصلاح. مهدی، صحابی. حسین. (۱۳۹۲). **بررسی روند تغییرات سالانه و فصلی بارش و پارامترهای دما در مناطق مختلف آب و هوایی ایران**، نشریه مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران، **۶۶(۱)**: ۱-۱۶.

صداقت مهدی(۱۳۸۹). **توزیع مکانی- زمانی بارش در استان ایلام**، مجله آموزش جغرافیا، **۳**: ۳۲-۳۵.

دریاباری، جمال الدین؛ محمدی، حسین؛ رضایی، غلامحسین، (۱۳۹۱)، **تجریه و تحلیل مکانی حداکثر بارندگی محتمل(PMP) در ایران**، جغرافیایی سرزمین، **۹(۲)**: ۱۱۵-۱۲۶.

زرین کمر مجد. شیرین، کتیرایی بروجردی. پری سیما، (۱۳۹۵)، **بررسی تغییرات فصل پذیری و ناهنجاری های بارش فصلی در ایران طی دوره۱۹۷۷ تا ۲۰۰۶**، مجله پژوهش علوم و فنون دریایی، **۳(۱۱)**:۲۴-۳۹.

کتیرایی بروجردی، پری سیما؛ حجام، سهراب؛ ایران نژاد، پرویز. (۱۳۸۴)، **بررسی روند تغییرات بارندگی در ایران طی دوره ۱۹۶۰ تا ۲۰۰۱**، رساله دکتری هواشناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.

مفاخری امید، سلیقه محمد، علیجانی بهلول، اکبری مهری. (۱۳۹۶). **شناسایی و ناحیه بندی تغییرات زمانی و یکنواختی بارش ایران، ۲(۴۹)**، ۱۹۱-۲۰۵.

Groisman. P.Y, Knight.R, Eastering. D, Razuvaev, 2005, **Trends in Intense Precipitation in the Climate Record**, journal of climate, **18**: 1326-1350

Hundecha. Y, B´Ardossy. A, 2005, **trends in daily precipitation and temperature extremes across western Germany in the second half of the 20th century**, international journal of climatology, **25**:1189–1202.

Mondal A, Khare D, Kundu S (2015**). Spatial and temporal analysis of rainfall and temperature trend of India, Theoretical and Applied Climatology**, **122(1-2):** 143-158.

WMO, TD No.111, wcp 85.

Piccarreta. M, Pasini. Capolongoa. A, Lazzaric, M, 2013, **Changes in daily precipitation extremes in the Mediterranean from 1951 to 2010: the Basilicata region, southern Italy**. International journal of climatology, **33**: 3229–3248.

Taxak A.K, Murumkar A.R, Arya D.S (2014). **Long term spatial and temporal rainfall trends and homogeneity analysis in Wainganga basin, Central India**, Weather and climate. **4**, 50-61.

Yan. T, Shen. Z, Jianwen Bai. J, 2017, **spatial and temporal changes in temperature, precipitation, and streamflow in the miyun reservoir rasin of china**, journal of water, **9(78):** 1-15.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.53.12.0]
[DOI: 10.29252/jgs.19.53.1]