نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی سال پانزدهم، شماره ۳۸، پاییز ۹۴

تحلیل آماری عدم اعتماد به بارندگی در ایران

دریافت مقاله:۹۴/۵/۵ پذیرش نهایی:۹۴/۹/۱۳

صفحات:۲۲۹-۲۰۷

حسن ذوالفقاری: دانشیار آب‌وهواشناسی، گروه جغرافیا، دانشگاه رازی کرمانشاه[1]
Email: h_zolfaghari۲۰۰۲@yahoo.com

فیروز مجرد: دانشیار آب‌وهوا شناسی، گروه جغرافیا، دانشگاه رازی کرمانشاه
Email: f_mojarrad@yahoo.com

مجتبی میرزایی: دانشجوی کارشناسی ارشد آب وهواشناسی کاربردی، دانشگاه رازی
Email: mojtabamirzaei۶@gmail.com

چکیده

میانگین بارش سالانه در ایران حدود ۲۵۰ میلی‌متر است که کمتر از یک سوم بارش میانگین جهانی است. علاوه بر کمبود بارندگی، توزیع نامتوازن و ناهمگون آن نیز بر بی اعتمادی به بارندگی در این سرزمین افزوده است. در این مطالعه، عدم اعتماد به بارش ایران با استفاده از شاخص عدم اعتماد به بارش (UI) که برخلاف روش‌های متعارف، رژیم بارش یا توزیع زمانی و ویژگیهای بارش را مورد توجه قرار می‌دهد، بر اساس داده‌های آماری ۴۸ ایستگاه سینوپتیک کشور در یک دورهٔ ۳۰ ساله (۱۹۷۹ تا ۲۰۰۸) مورد بررسی قرار گرفته است. میزان روند و وضعیت معنی‌داری شاخص در هر ایستگاه از طریق آزمون ناپارامتری من کندال و برآورد کنندهٔ شیب سن در سطح اطمینان ۹۵٪ مشخص گردیده است. در نهایت، سطح کشور بر اساس مقادیر شاخص بدست آمده با استفاده از روش‌های میان‌یابی IDW و Kriging پهنه‌بندی شده است. نتایج مطالعه نشان می‌دهد که میزان متوسط عدم اعتماد به بارش در کل ایران، برابر با ۲/۲ یا حدود ۳۶٪ می‌باشد. میزان عدم اعتماد به بارش در نواحی مرطوب که شروع بارش زودتر و دورهٔ بارندگی طولانی‌تری دارند، بیشتر و در مناطق خشک ایران که شروع بارش دیرتر و دورهٔ بارندگی کوتاه‌تری دارند، کمتر است. اگر چه بین نواحی مختلف کشور از نظر عدم اعتماد به بارش، اختلاف زیادی وجود ندارد، با این وجود برخلاف دیدگاه سنتی رایج، عدم اعتماد به بارندگی در ناحیه مرطوب خزری و ناحیه نیمه مرطوب شمال‌غرب کشور، بیشتر است. در مقابل، کمترین مقدار عدم اعتماد به بارندگی، در منطقه خشک ساحلی جنوبی ایران مشاهده می‌شود. همچنین به‌جز در ایستگاه بندرلنگه در جنوب ایران که دارای شیب صعودی شاخص به میزان ۰/۰۴ در سال است، در سایر ایستگاه‌ها از نظر عدم اعتماد به بارش روند معنی‌داری مشاهده نمی‌شود.

کلیدواژه‌ها: شاخص عدم اعتماد به بارش، رژیم بارش، روندیابی، پهنه‌بندی، ایران

---

[1]. **نویسنده مسئول:** کرمانشاه، دانشگاه رازی، گروه جغرافیا

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.38.11.1]

مقدمه

بارش یکی از متغیرترین عناصر اقلیمی است، به‌طوریکه هم از نظر زمانی و هم از نظر مکانی تغییرات زیادی نشان می‌دهد. به‌ویژه در مناطقی که از بارش کمتری برخوردارند، تغییرات بارندگی شدیدتر است. ایران با میانگین بارش سالانه حدود ۲۵۰ میلیمتر، در مقایسه با میانگین بارش جهانی که حدود ۹۶۰ میلیمتر می‌باشد، کشوری خشک تلقی می‌شود. با این که از دیر باز مردم این سرزمین با بارش اندک و نوسانات آن سازش یافته اند، ولی هر گونه تغییری در میزان بارش و یا توزیع آن به معنای تغییر شکل زندگی در ایران خواهد بود (مسعودیان و کاویانی، ۱۳۸۷: ۹۷). شناسایی ویژگیها و روند تغییرات دراز مدت میزان و توزیع زمانی و مکانی بارش در این سرزمین که با حیات میلیون‌ها انسان پیوند خورده است، بسیار مهم تلقی می شود. مسائلی مثل افزایش جمعیت و تقاضای فزایندهٔ آب شیرین برای شرب و نیازهای صنایع و فعالیتهای جدید به منابع پایدارآب که لازمهٔ توسعه پایدار است، بیش از پیش بر اهمیت این مسئله می افزاید. از این روبررسی ویژگی‌های مختلف بارش از جمله میزان عدم اعتماد به میزان و توزیع مکانی و زمانی بارش در سرزمین خشک و نیمه خشکی مثل ایران از اهمیت به سزایی برخوردار است.

مفهوم عدم اعتماد در آب وهواشناسی اشاره به عدم توانایی در دقت پیش‌بینی قطعی تغییرات آب وهوایی از نظر میزان، شدت، مکان و زمان وقوع آن دارد و شامل سه جزء: الف) عدم اعتماد زمانی ب) عدم اعتماد فضایی و ج) عدم اعتماد شدت و میزان، یا حتی فراتر از این سه جزء می‌تواند باشد (پاز وکوتیل، ۲۰۰۳).عدم اعتماد در آب وهواشناسی همچنین برای مطالعهٔ عدم قطعیت شاخص‌های سامانهٔ آب وهوایی از جمله شاخصهای متعددی از عناصر بارندگی، دما و غیره مورد استفاده قرار می‌گیرد. پاز وکوتیل (۲۰۰۳) در پژوهشی به بررسی عدم اعتماد به بارش در شرق حوضهٔ دریای مدیترانه در یک دورهٔ زمانی ۲۶ساله پرداخته و براساس پنج پارامتر بارشی، شاخص عدم اعتماد (UI) را تعیین نمودند. آنها نتیجه گرفتند که با کاهش طول مدت فصل بارش در این منطقه، شاخص عدم اعتماد به بارش به طور کلی در این منطقه گرایش به افزایش دارد. رایزر و کوتیل (۲۰۰۷) طی پژوهشی، عدم اعتماد به بارش را در دو ایستگاه والنسیا و لارناکای قبرس بوسیلهٔ پارامترهای رژیم بارش مورد انتظار «MER »، بررسی کرده و نشان دادند، ایستگاه لارناکا عدم اعتماد بارش کمتری نسبت به ایستگاه والنسیا دارد که احتمالاً به علت قطع کامل بارش طی فصل تابستان در ایستگاه لارناکاست. بررسی پیشینه موضوع نشان می‌دهد که در موضوع عدم اعتماد، حجم بیشتری از مطالعات به بارندگی

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.38.11.1]

اختصاص یافته است. محققان هیدرولوژی و آب وهواشناسی در ایران و جهان عموماً با شاخص-های عدم اعتماد به بارش، به پیش‌بینی سیل، میزان جریان و ذخیره آب پشت سدها پرداخته-اند. در این زمینه می‌توان به مطالعات حیدری و همکاران (۱۳۸۲)، فتحیان و همکاران (۱۳۸۹)، پور رضا بیلبندی و همکاران (۱۳۹۱)، شرافتی و ذهبیون (۱۳۹۲)، کبیر و بهره‌مند (۱۳۹۲)، مسکی و همکاران (۲۰۰۴) و آرنود و همکاران (۲۰۱۱) اشاره نمود. رایزر و کوتیل (۲۰۰۸) برای اصلاح روش تعیین عدم اعتماد به بارش در بخش دیگری از حوضهٔ دریای مدیترانه ، طی پژوهشی، با انتخاب ۴۱ ایستگاه از حوضهٔ مدیترانه، روش جدیدی برای تعیین «تاریخ شروع تحلیل بارش» (SAD[۱]) مطرح نمودند. محققان نشان دادند که برای تعیین پارامترهای بارش، باید سال به صورت هیدرولوژیکی تنظیم گردد. بر این اساس آنگ ناستفولو[۲] و همکاران (۲۰۰۸) با هدف کمی‌سازی عدم اعتماد به بارش کشور یونان توسط شاخص عدم اعتماد معرفی شده توسط پاز و کوتیل(UI) دو بخش جزیره‌ای و قاره‌ای این کشور را مقایسه و نتیجه گرفتند که بخش قاره‌ای عمدتاً عدم اعتماد بالاتری دارد. در ادامهٔ اصلاحات مورد نیاز در روش پیشنهادی، رایزر و کوتیل (۲۰۰۹) در پژوهش دیگری با هدف مشخص کردن آستانهٔ مناسب برای بارش روزانه و طول فصل بارش در منطقهٔ مدیترانه، دریافتند که فرایند فیلتر کردن بارش، موجب کاهش تعداد دوره‌های مرطوب و کاهش میانگین زمانی بین دو دورهٔ مرطوب و افزایش شدت دوره‌های مرطوب می‌شود. همچنین طول فصل بارش در مدیترانه، در شمال آن طولانی‌تر و در بخش‌های جنوبی کوتاه‌تر است. بر همین اساس، رایزر و کوتیل(۲۰۱۰ a)در مطالعه‌ای به منظور طبقه‌بندی فصول بارش در مدیترانه، از پارامتر «مدت زمان ریزش درصد بارش سالانه»(DAP[۳]) در سه سطح۱۰، ۵۰ و ۷۵ درصد استفاده نموده و نشان دادند که احتمال یک سال خشک بیشتر از یک سال مرطوب و همچنین احتمال وقوع سالهای دارای دوره بارش طولانی‌تر، بیشتر از سالهای با دوره‌های بارش کوتاه‌تر است. رایزر و کوتیل(۲۰۱۰ b)در پژوهشی با هدف تجزیه و تحلیل توزیع خشکی در منطقه مدیترانه، توسط پارامتر روزهای خشک از آخرین روز بارانی، دو منطقهٔ متمایز تشخیص دادند: ۱- جنوب منطقه مورد مطالعه، شمال شرقی شبه جزیرهٔ ایبری، جنوب فرانسه و شمال غرب ایتالیا که دارای رژیم بارش کلاسیک مدیترانه‌ای با وضعیت خشکی درطول فصل تابستان است. ۲- شمال غربی و شمال شرقی منطقه مورد مطالعه با بارش پراکنده در طول سال است. آنها نتیجه گرفتند که عدم

۱- Starting Analysis Date
۲-Anagnostopoulou
۳- Date of Accumulated Percentage

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.38.11.1]

اعتماد به بارندگی در منطقه دوم بسیار حیاتی می‌باشد. رایزر و کوتیل (۲۰۱۱) در پژوهشی در منطقه مدیترانه به منظور شناسایی تغییرات زمانی مهم در بروز حوادث فرین، روند عدم اعتماد در سری‌های زمانی چهار پارامتر تعداد دوره‌های مرطوب، میزان عملکرد دوره‌های مرطوب، مجموع بارش دوره‌های مرطوب و طول دوره بارش را بررسی و هیچ روند زمانی قابل توجه یا عدم اعتمادی را در سری‌های چهار پارامتر مذکور مشاهده نکردند.

نظریهٔ آشفتگی[۱]، از جمله شاخص‌هایی است که توسط شانون[۲](۱۹۴۸ b, ۱۹۴۸ a)، سپس توسط جوینز[۳](۱۹۵۷ b, ۱۹۵۷ a) معرفی، و در زمینهٔ ارزیابی کمی عدم اعتماد در متغیرهای منابع آب توسط حارمانجی‌اغلو[۴] و همکاران (۱۹۹۲) مورد استفاده قرار گرفت. مسعودیان (۱۳۸۵) در پژوهشی مقدار بارش ماهیانه ایستگاه‌های سینویتیک، کلیماتولوژی و باران سنجی ایران را به کمک شاخص آشفتگی شانون بررسی و مشخص کرد مناطق شمالی کشور بارش یکنواخت‌تری (عدم اعتماد کمتر) دارند و هر چه بطرف جنوب پیش می‌رویم میزان یکنواختی کم‌تر (عدم اعتماد بیشتر) می‌شود. غیور و مسعودیان(۱۳۷۵) در پژوهشی دیگر به توزیع زمانی بارش در ایران به کمک شاخص یکنواختی پرداختند و طبق این شاخص ایران به پنج قلمرو تقسیم و مشخص شد بخش‌های شمالی بارش یکنواخت‌تر و هرچه به طرف جنوب پیش می-رویم میزان یکنواختی کم‌تر می‌شود. زاهدی قره‌آغاج و قویدل رحیمی (۱۳۸۶) به منظور تحلیل و محاسبهٔ سالهای مرطوب و خشک، طی پژوهشی با یک دورهٔ آماری ۴۳ ساله (۱۹۶۰-۲۰۰۲) برای حوضهٔ آبریز ارومیه، از سه شاخص استفاده کردند. محققان در این مطالعه، شاخص « میزان قابل اعتماد بارش DRI» را مطمئن‌ترین و ایستگاه مراغه را با ۸۳/۷ درصد قابل اعتمادترین و ایستگاه میاندواب را با ۷۴/۵ درصد غیر قابل اعتمادترین ایستگاه نشان دادند. ماه آورپور (۱۳۹۳) در پژوهشی وقوع بارش‌های ایران را بر اساس قوانین احتمال به صورت تصادفی، توسط زنجیرهٔ مارکوف واکاوی کرد و احتمال وقوع بارش را برای هر روز ۱۴ درصد و احتمال عدم وقوع بارش را ۸۶ درصد بدست آورد. همچنین بالاترین احتمال وقوع بارش برای ماه اسفند را ، ۲۷ درصد بدست آورد. نصرآبادی و همکاران (۱۳۹۳) در پژوهشی به شناسایی و توزیع الگوهای احتمال بارش روزانهٔ ایران، طی دورهٔ ۱۳۳۰-۱۳۸۵ پرداختند و

۱-entropy theory
۲- Shannon
۳- Jaynes
۴-Harmancioghlu

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.38.11.1]

نشان دادند که، در بخش‌های قابل توجهی از ایران، میزان اعتماد به بارش روزانه، کم و نوسان بارش، زیاد می‌شود.

در این پژوهش، میزان عدم اعتماد به بارش، به روش پاز و کوتیل (۲۰۰۳) مورد بررسی قرار میگیرد. در این روش بر خلاف شاخص‌های متعارف مثل آشفتگی و یکنواختی که تعداد معدودی از پارامترهای بارش را در برآوردها دخالت می‌دهند، این شاخص، ۲۴ پارامتر بارش مربوط به مقدار و توزیع زمانی بارش در بررسیها دخالت می‌دهد. بنابراین، شاخص مورد استفاده در این مطالعه با کمّی کردن میزان احتمال و تردید به بارش، می‌تواند با دقت بالاتری میزان عدم اعتماد به بارش در ایران را نمایان سازد.

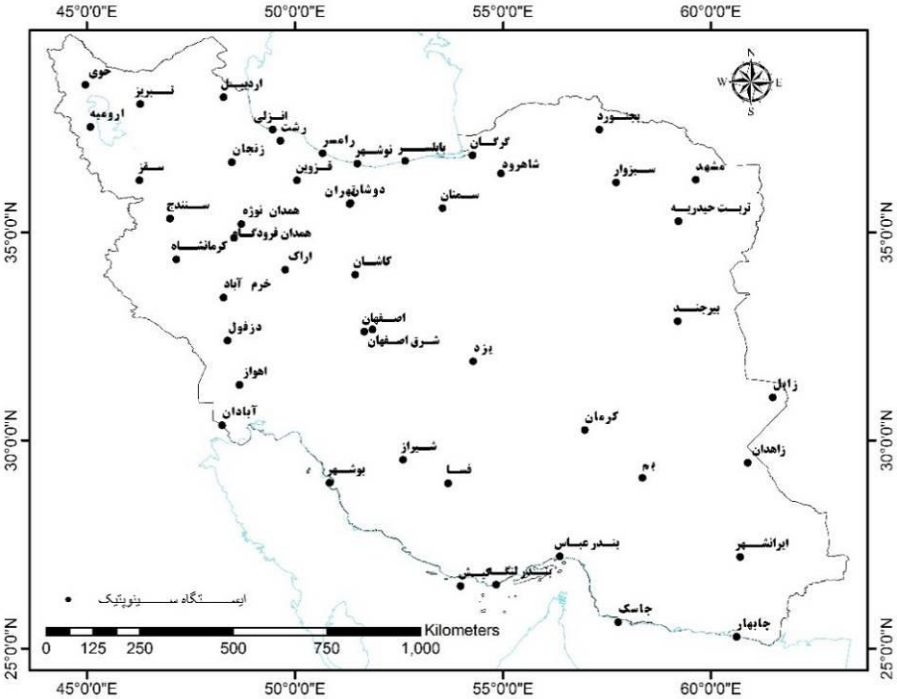
داده‌ها و روش ها

داده‌های بارش روزانه ۴۸ ایستگاه سینوپتیک، طی یک دورهٔ ۳۰ ساله (۱۹۷۹-۲۰۰۸)، از پایگاه اطلاعاتی سازمان هواشناسی کشور[۱] دریافت و قبل از تجزیه و تحلیل داده‌ها، معدود نواقص آماری ایستگاه‌ها با استفاده از روش نسبت‌ها (علیزاده، ۱۳۸۹: ۷۸۴) برطرف گردید و در شکل (۱) موقعیت جغرافیایی آن‌ها مشخص شده است.

۱-www.weather.ir

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.38.11.1]



شکل (۱). نقشه موقعیت ایستگاه‌های سینوپتیک مورد مطالعه

در این مطالعه، شاخص عدم اعتماد به بارش که توسط پاز و کوتیل (۲۰۰۳) ابداع شده، با اندکی تغییر مورد استفاده قرار گرفته است. این شاخص با توجه به ۲۴ پارامتر بارشی، در سه گروه اصلی و طی سه مرحله، میزان اختلاف از رژیم بارش مورد انتظار را محاسبه می‌نماید. در نهایت یک عدد برای هر سال به دست می‌آید که همان شاخص «عدم اعتماد به بارش» می‌باشد. برای تعیین میزان شاخص عدم اعتماد به بارش در ایران به ترتیب مراحل زیر انجام شد:

۱- تعیین تاریخ شروع بارش: قبل از شروع هر گونه تحلیل آماری، می‌بایستی داده‌های آغاز فصل بارش براساس تقویم آبی مرتب می‌شدند. برای محاسبهٔ تاریخ شروع تحلیل، متوسط مدت زمان ریزش ۷/۵ درصد بارش سالانه ($DAP_{7.5\%}$) از مبنای هر کدام از ماههای سال محاسبه و هر ماه با داشتن ۷/۵ درصد بارش سالانه به عنوان ماه مرطوب، در غیر این صورت ماه خشک شناخته شد. سپس روز یکم، اولین ماه مرطوب بعد از دورهٔ خشک به عنوان تاریخ شروع بارش برای شروع تحلیل انتخاب شد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.38.11.1]

۲- تعیین پارامترهای شاخص عدم اعتماد به بارش: بعد از تعیین تاریخ شروع بارش برای هر کدام از ایستگاه‌ها، داده‌های بارش بر اساس تاریخ تعیین شده، منظم و سپس پارامترهای مورد نیاز شاخص عدم اعتماد که شامل سه گروه کلی بودند، به ترتیب زیر تعیین شدند:

الف: مدت زمان ریزش درصد بارش سالانه: اولین گروه پارامترها، مدت زمان سپری شده (تعداد روز) درصدی از ریزش بارش سالیانه به صورت تجمعی است. برای تعیین این گروه پارامترها، مجموع بارش سالانه به صورت درصد بیان و سپس زمان بارش این درصدها محاسبه گردید. در تمام ایستگاه‌ها بارش سالانه بر اساس طبقات ۱۰درصدی، به ۹ دسته $DAP_{۱۰٪}$، $DAP_{۲۰٪}$و ... $DAP_{۹۰٪}$، همچنین دو دسته $DAP_{۷٫۵٪}$و $DAP_{۹۲٫۵٪}$تقسیم شدند.

ب: طول فصل بارش([1]RSL): دومین گروه پارامترها، طول فصل بارش است، که از اختلاف دو پارامتر شروع و خاتمهٔ دورهٔ بارش محاسبه می‌شود. در کار پاز و کوتیل، (۲۰۰۳)، از طریق فیلترکردن ۲۰درصد بارش، برای شروع بارش مقادیر($DAP_{۱۰٪}$) و برای خاتمهٔ بارش، مقادیر($DAP_{۹۰٪}$) محاسبه شد، اما در این پژوهش، به دلیل تنوع اقلیمی سرزمین ایران و اختلافات فاحش در مقدار بارش در مناطق مختلف کشور، پس از کنترل های لازم، با فیلترکردن ۱۵درصد بارش؛ برای شروع بارش مقادیر($DAP_{۷٫۵٪}$) و برای خاتمهٔ بارش، مقادیر($DAP_{۹۲٫۵٪}$) انتخاب و از طریق رابطهٔ (۱) محاسبه شد.

$$RSL = DAP_{۹۲٫۵٪} - DAP_{۷٫۵٪} \quad (۱)$$

پ: مجموع بارش دوره‌های مرطوب ($TOTAL_d$): سومین گروه پارامترها، مجموع بارش دوره-های مرطوب ۱ تا ۷ روزه می‌باشد که از حاصل ضرب تعداد دوره‌های مرطوب([2]NRS_d)، در عملکرد دوره‌های مرطوب([3]RSY_d) از طریق رابطهٔ (۲) به دست می‌آید (پاز و کوتیل، ۲۰۰۳). تعداد این گروه از پارامترهای بارش، بستگی به منطقهٔ آب وهوایی دارد؛ بطوریکه در مناطق خشک تعداد آنها کمتر است؛ در حالیکه در مناطق مرطوب تعداد بیشتری از آنها دخالت داده می‌شوند. در این پژوهش، ۱۴ مورد از این گروه پارامترها (۷ مورد تعداد دورهٔ مرطوب و۷ مورد عملکرد دورهٔ مرطوب) بکار برده شدند. در ایستگاه‌های مناطق مرطوب این ۱۴ پارامتر بطور کامل موجود بودند اما در مناطق خشک، تعداد آن‌ها کمتر بود.

$$TOTAL_d = NRS_d \times RSY_d \quad (۲)$$

۱- Rainy season length
۲- Number of Rain Spells
۳- Rain spells Yield

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.38.11.1]

در نهایت بعد از تعیین این سه گروه پارامترها، در سه مرحله، میزان اختلاف و انحراف هر یک ازآن‌ها از رژیم بارش مورد انتظار، به صورت زیر محاسبه شد (پاز و کوتیل، ۲۰۰۳):

مرحله اول: میزان اختلاف طول دوره بارش با توجه به رابطهٔ (۳).

$$\Delta RSL= |(RSL-med\ RSL) / (\sigma\ RSL)| \quad (۳)$$

مرحله دوم: میزان اختلاف مجموع DAP(٪۱۰, ٪۲۰ , ... , ٪۹۰) با توجه به رابطهٔ (۴).

$$\Delta DAP= [\sum_{(i=۱۰)}^{۹۰} |(DAP_i - med\ DAP_i)/(\sigma\ DAP_i)|\ ] /۹ \quad (۴)$$

مرحله سوم: میزان اختلاف مجموع TOTAL(۱ - ≥۷) با توجه به رابطهٔ (۵).

$$\Delta TOTAL= [\sum_{(d=۱)}^{۷} |(TOTAL_d - ave\ TOTAL_d)/(\sigma\ TOTAL_d)|\ ] /۷ \quad (۵)$$

در روابط فوق med میانه، σ انحراف معیار و Aveمیانگین می‌باشد.

سرانجام از مجموع نتایج سه رابطه فوق، شاخص عدم اعتماد UI برای هر سال، با توجه به رابطهٔ (۶) بدست آمد(پاز و کوتیل، ۲۰۰۳).

$$UI = \Delta RSL + \Delta DAP + \Delta TOTAL \quad (۶)$$

با بکارگیری روابط فوق در ۴۸ ایستگاه سینوپتیک طی دورهٔ آماری ۱۹۷۹ تا ۲۰۰۸، سری-های زمانی این شاخص در هر ایستگاه به دست آمد و آماره‌های مهم آن محاسبه شد. سپس از طریق محاسبهٔ میانگین این سری‌ها در هر ایستگاه، نواحی بارشی ایران با یکدیگر مقایسه شدند. بمنظور تعیین سری زمانی این شاخص برای کل ایران، میانگین هر سال در هر ۴۸ ایستگاه محاسبه و بدین ترتیب سری زمانی۳۰ ساله شاخص برای ایران به دست آمد.

۳- طبقه‌بندی میزان عدم اعتماد به بارش: شاخصعدم اعتماد پاز و کوتیل(۲۰۰۳) برای محاسبهٔ عدم اعتماد در هر پارامتر بارش، از رابطهٔ (۷) به دست می‌آید.

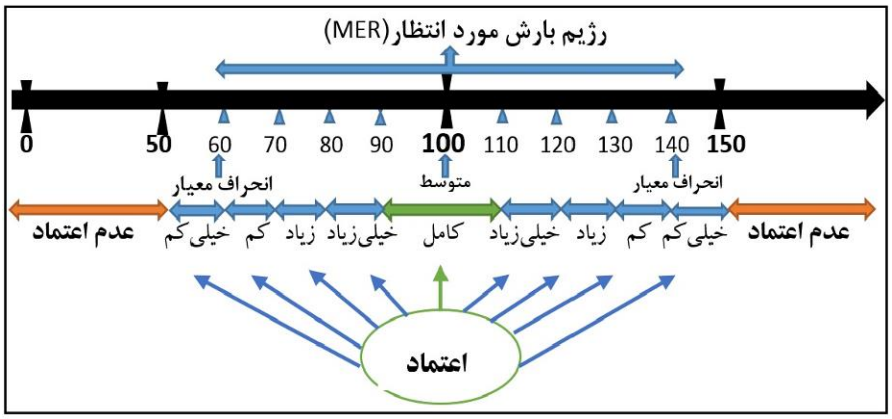
$$\Delta X= |(X-med\ X) / (\sigma\ X)| \quad (۷)$$

این رابطه از دو جزء تشکیل شده است. قسمت اول، مقدار مشاهده شدهٔ پارامتر(X) و قسمت دوم، رژیم بارش مورد انتظار(MER) است که با متوسط پارامتر(Xmed) و انحراف معیار(Xσ) آن تعیین می‌شود. در نتیجه، مقدار این شاخص به دو عامل قدرمطلق اختلاف مقدار مشاهده شده از متوسط و انحراف معیار بستگی دارد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.38.11.1]

در این پژوهش انحراف معیار ۴۰٪ متوسط هر پارامتر تعیین شد، در نتیجه، محدودهٔ مبنای قضاوت رژیم بارشمورد انتظار در یک پارامتر با متوسط ۱۰۰، حداقل ۶۰ و حداکثر ۱۴۰ بصورت شکل (۲) می‌باشد.



شکل(۲). نمودار طبقه‌بندی مقادیر شاخص عدم اعتماد به بارش با توجه به رژیم بارش مورد انتظار

شاخص عدم اعتماد بر اساس رژیم بارش مورد انتظار تعیین می‌شود. بنابراین، طبقه‌بندی مقادیر شاخص عدم اعتماد بر اساس نسبت تغییر هر پارامتر بر رژیم بارش مورد انتظار، به شش طبقه تفکیک می‌شود. چون بطور معمول سالیانه در هر ایستگاه تا ۱۰ ٪ تغییر در هر پارامتر طبیعی است، پس طبقات به صورت تغییر ۱۰٪ نسبت به رژیم بارش مورد انتظار متمایز گردیدند. بطور مثال طبقه اول با عنوان طبقهٔ اعتماد شدید (کامل)؛ با احتساب تغییر ۰-۱۰ درصد نسبت به رژیم بارش مورد انتظار دامنهٔ این طبقه (۰/۷۵ - ۰) از رابطهٔ (۸) تعیین، طبقه دوم با احتساب تغییر ۱۰-۲۰ درصد و سایر طبقات بدین روش تعیین شدند.

$$\Delta X= |[(۹۰,۱۰۰) -۱۰۰] / ۱۰۰|=۰,۲۵ \Rightarrow ۰,۲۵ \times ۳=۰,۷۵ \qquad (۸)$$

همچنین برای اینکه مقدار این شاخص کاربردی‌تر شود و بتوان بهتر مقادیر آن را با هم مقایسه کرد، درصد عدم اعتماد هر طبقه، در سه سطح حداقل، متوسط و حداکثر، نسبت بر بالاترین مقدار عدم اعتماد بدست آمده، بصورت جدول (۱) تعیین شد.

جدول (۱). طبقه‌بندی مقادیر عدم اعتماد به بارش

طبقه	وضعیت اعتماد	درصد عدم اعتماد		
		حداکثر	متوسط	حداقل
۰ – ۰/۷۵	شدید (کامل)	۱۲/۵	۶	۰
۰/۷۵ - ۱/۵۰	خیلی زیاد	۲۵	۱۷/۵	۱۲/۵

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.38.11.1]

۲۵	۳۰	۳۷/۵	زیاد	۱/۵۰ - ۲/۲۵
۳۷/۵	۴۲/۵	۵۰	کم	۲/۲۵ - ۳/۰۰
۵۰	۵۵	۶۲/۵	خیلی کم	۳/۰۰ - ۳/۷۵
۶۲/۵	۶۷/۵	> ۶۷/۵	عدم اعتماد	> ۳/۷۵

بحث و نتایج

آغاز و طول دورهٔ بارش

در این پژوهش ابتدا نقطه شروع بارش برای تمام ایستگاه‌های مورد مطالعه، محاسبه و ماه-های سپتامبر، اکتبر، نوامبر و دسامبر برای شروع بارش مناطق مختلف تعیین گردید. نتایج پهنه‌بندی تاریخ شروع بارش در شکل (۳) ارائه شده است. با توجه به شکل (۳) مشاهده می-شود که گسترهٔایران از نظر شروع فصل بارش به ۴ قسمت قابل تقسیم است که از شمال به جنوب، رابطهٔ مشخصی را با عرض جغرافیایی نشان می‌دهند و همچنین از شمال به جنوب به وسعت آنها نیز افزوده می‌شود. این نواحی حاصل از این تحلیل عبارت‌اند از:

۱. نواحی معتدل و مرطوب خزری، شروع فصل بارش: ماه سپتامبر.

۲. نواحی سرد کوهستانی البرز و آذربایجان، شروع فصل بارش: ماه اکتبر.

۳. نواحی کوهستانی زاگرس و کوهپایه‌های جنوبی البرز شروع فصل بارش: ماه نوامبر.

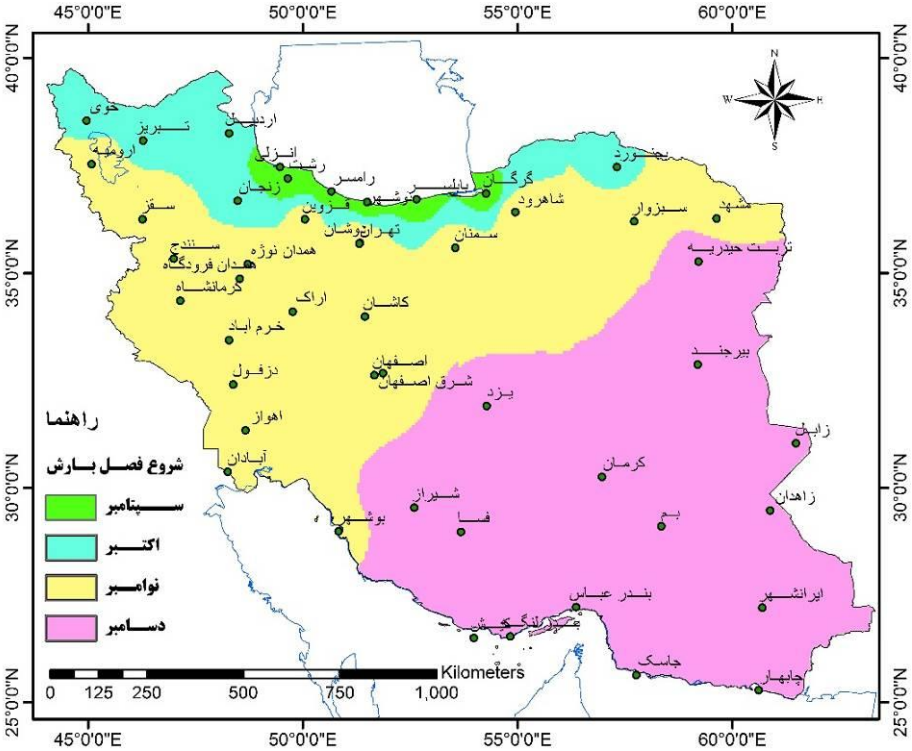
٤. نواحی گرم و خشک مرکزی، شرقی و جنوبی، شروع فصل بارش: ماه دسامبر.

گفتنی است فصل بارش در ایستگاه‌های شمالی زودتر از ایستگاههای جنوبی آغاز می‌شود. در ایستگاههای شمالی از ماه سپتامبر و در ایستگاه‌های جنوبی با ۴ ماه تاخیر از دسامبر شروع می‌شود.

بعد از تعیین تاریخ شروع بارش ایستگاه‌ها، داده‌های بارش بر اساس این تاریخ‌ها تنظیم گردید. سپس از طریق رابطهٔ (۱) پارامتر طول فصل بارش در سه سطح حداقل، حداکثر و متوسط برای دورهٔ مورد نظر محاسبه و در جدول (۲) ارائه گردیده است. شکل (۴) پهنه‌بندی ایران را بر اساس متوسط طول فصل بارش نشان می‌دهد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.38.11.1]



شکل(۳). پهنه‌بندی ایران براساس تاریخ شروع بارش

جدول (۲). نتایج طول فصل بارش در ایستگاه‌های مورد مطالعه

ایستگاه	SAD	طول فصل بارش RSL			ایستگاه	SAD	طول فصل بارش RSL		
		حداکثر	متوسط	حداقل			حداکثر	متوسط	حداقل
اراک	نوامبر	۳۵۶	۱۷۴	۹۱	رامسر	سپتامبر	۳۳۶	۲۷۶	۱۸۶
اردبیل	اکتبر	۳۵۲	۲۳۱	۱۸۳	رشت	سپتامبر	۳۵۶	۲۷۸	۱۴۶
ارومیه	نوامبر	۳۵۱	۲۲۴	۱۵۲	زابل	دسامبر	۳۲۷	۱۱۶	۴۶

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.38.11.1]

اصفهان	نوامبر	۳۵۳	۱۵۹	۷۲	زاهدان	دسامبر	۳۲۸	۱۷۸	۱۰
انزلی	سپتامبر	۳۶۱	۲۸۸	۱۶۷	زنجان	اکتبر	۳۲۷	۲۲۴	۱۲۰
اهواز	نوامبر	۳۳۹	۱۳۲	۶۸	سبزوار	نوامبر	۳۴۱	۱۵۱	۹۷
ایرانشهر	دسامبر	۳۳۳	۱۹۳	۳۱	سقز	نوامبر	۳۵۶	۱۹۴	۱۱۸
آبادان	نوامبر	۳۴۴	۱۱۹	۶۵	سمنان	نوامبر	۳۴۲	۱۷۸	۹۰
بابلسر	سپتامبر	۳۳۱	۲۸۰	۱۳۶	سنندج	نوامبر	۳۵۲	۱۹۲	۱۱۷
بجنورد	اکتبر	۳۲۲	۲۰۹	۱۲۳	شاهرود	نوامبر	۳۴۶	۱۸۸	۱۲۷
بم	دسامبر	۳۰۸	۱۳۱	۱	شرق اصفهان	نوامبر	۳۳۹	۱۵۸	۶۵
بندر عباس	دسامبر	۳۲۹	۸۵	۱	شیراز	دسامبر	۳۴۷	۱۲۸	۵۲
بندر لنگه	دسامبر	۳۳۷	۱۰۸	۱۶	فسا	دسامبر	۳۴۰	۱۱۹	۶۱
بوشهر	نوامبر	۳۴۴	۱۰۲	۴۱	قزوین	نوامبر	۳۴۶	۲۰۸	۱۲۶
بیرجند	دسامبر	۳۵۲	۱۳۴	۷۵	کاشان	نوامبر	۳۳۱	۱۵۱	۹۴
تبریز	اکتبر	۳۵۱	۲۱۶	۱۲۵	کرمان	دسامبر	۳۵۲	۱۳۱	۴۳
تربت حیدریه	دسامبر	۳۵۵	۱۶۲	۱۰۲	کرمانشاه	نوامبر	۳۵۶	۱۸۰	۱۰۵
تهران	نوامبر	۳۴۴	۱۶۹	۱۰۱	کیش	دسامبر	۳۶۱	۱۲۰	۳۹
جاسک	دسامبر	۳۴۲	۸۴	۶	گرگان	سپتامبر	۳۱۹	۲۶۶	۲۰۸
چابهار	دسامبر	۳۳۳	۹۴	۰	مشهد	نوامبر	۳۰۹	۱۷۱	۱۱۵
خرم آباد	نوامبر	۳۶۳	۱۶۳	۱۱۰	نوشهر	سپتامبر	۳۳۶	۲۷۸	۱۹۴
خوی	اکتبر	۳۳۵	۲۴۰	۱۶۵	همدان فرودگاه	نوامبر	۳۵۳	۲۰۴	۱۲۵
دزفول	نوامبر	۳۶۲	۱۴۵	۹۴	همدان نوژه	نوامبر	۳۵۳	۲۰۳	۱۰۹
دوشان	نوامبر	۳۴۳	۱۸۲	۹۰	یزد	دسامبر	۳۶۱	۱۲۶	۶۳

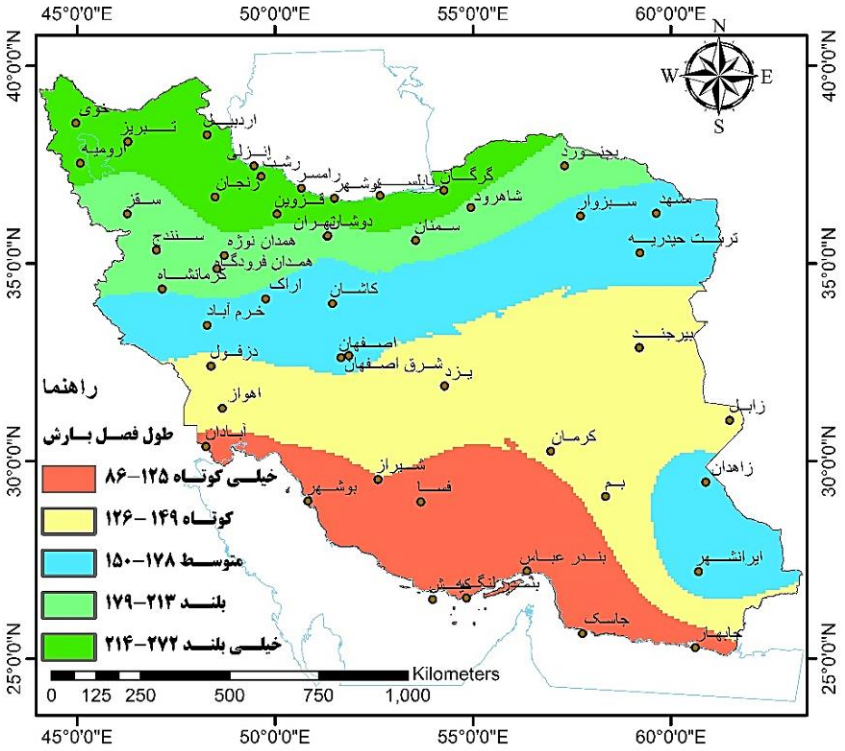
همانطور که در شکل (۴) مشاهده می‌شود بر اساس طول فصل بارش کشور ایران به ۵ قسمت تقسیم شد (دامنه این طبقات با استفاده از روش «شکست‌های طبیعی۱» در نرم افزار ArcGIS تعیین شد) که عبارت‌اند از:

۱. فصل خیلی کوتاه بارشی: در سواحل جنوبی ایران با میانگین ۱۰۷ روز بارش.
۲. فصل کوتاه بارشی: در مناطق شرق، مرکز ، زاگرس جنوبی و جلگه خوزستان با میانگین ۱۳۸ روز بارش.
۳. فصل متوسط بارشی: در رشته کوههای خراسان، مناطق مرکزی و زاگرس میانی با میانگین ۱۶۵روز بارش.
۴. فصل بلند بارشی: در کوهپایه‌های جنوبی البرز، زاگرس شمالی با میانگین ۱۹۲ روز بارش.
۵. فصل خیلی بلند بارشی: در سواحل خزری و منطقهٔ آذربایجان با میانگین ۲۵۴ روز بارش.

۱- Natural breaks

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.38.11.1]

همانطور که در شکل (۴) مشاهده میشود میانگین طول فصل بارش، در ایستگاههای شمالی طولانیتر و هرچه به سمت جنوب پیش میرویم، کوتاهتر میشود. همچنین از مقایسهٔ شکل (۳) و (۴) مشاهده میشود نواحی که شروع بارش زودتری (شمالی) دارند، فصل بارش طولانیتر و نواحی با شروع بارش دیرتر (جنوبی)، فصل بارش کوتاهتری دارند.



شکل(۴). پهنه‌بندی ایران براساس متوسط طول فصل بارش

میزان عدم اعتماد به بارش

نتایج عدم اعتماد به بارش در ۴۸ ایستگاه مورد مطالعه، در جدول (۳) در سه دسته حداقل، حداکثر و میانگین ارائه شده است. کمترین میزان شاخص با رقم ۰/۶ در ایستگاه‌های بوشهر،

جدول (۳). نتایج عدم اعتماد به بارش در ایستگاه‌های مورد مطالعه

ایستگاه	شاخص عدم اعتماد UI			ایستگاه	شاخص عدم اعتماد UI		
	حداکثر	میانگین	حداقل		حداکثر	میانگین	حداقل

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.38.11.1]

اراک	۴,۳۲	۲,۲۷	۰,۹۶	رامسر	۴,۵۶	۲,۳۱	۱,۱۵
اردبیل	۴,۰۲	۲,۲۴	۱,۰۸	رشت	۴,۶۱	۲,۳۶	۱,۳۱
ارومیه	۴,۶۸	۲,۲۴	۰,۹۸	زابل	۵,۲۲	۲,۰۵	۰,۶۹
اصفهان	۴,۰۰	۲,۱۸	۱,۱۳	زاهدان	۴,۷۶	۲,۱۸	۰,۸۸
انزلی	۴,۰۵	۲,۳۷	۱,۲۰	زنجان	۴,۱۸	۲,۲۸	۰,۹۹
اهواز	۴,۹۳	۲,۱۳	۰,۷۹	سبزوار	۵,۱۹	۲,۰۳	۰,۶۱
ایرانشهر	۴,۱۸	۲,۱۵	۰,۸۸	سقز	۴,۰۲	۲,۳۳	۱,۱۵
آبادان	۵,۵۵	۲,۰۳	۰,۷۳	سمنان	۴,۲۶	۲,۲۷	۰,۸۵
بابلسر	۴,۷۹	۲,۳۱	۱,۰۹	سنندج	۴,۷۵	۲,۲۸	۱,۰۰
بجنورد	۴,۸۸	۲,۲۰	۰,۷۴	شاهرود	۴,۷۴	۲,۲۵	۰,۷۶
بم	۵,۱۸	۲,۱۲	۰,۸۸	شرق اصفهان	۳,۹۳	۲,۳۲	۱,۰۰
بندر عباس	۴,۵۰	۲,۱۳	۰,۷۵	شیراز	۵,۰۵	۲,۱۹	۰,۷۰
بندر لنگه	۴,۷۳	۲,۱۵	۰,۸۴	فسا	۴,۹۰	۲,۲۸	۰,۸۸
بوشهر	۶,۱۱	۱,۹۹	۰,۵۶	قزوین	۴,۰۹	۲,۳۲	۱,۰۷
بیرجند	۴,۶۶	۲,۲۵	۱,۰۵	کاشان	۵,۵۹	۲,۰۱	۰,۷۵
تبریز	۴,۵۳	۲,۱۹	۰,۹۰	کرمان	۴,۲۳	۲,۱۹	۰,۸۷
تربت حیدریه	۴,۷۷	۲,۲۴	۰,۸۵	کرمانشاه	۴,۰۰	۲,۲۶	۰,۷۰
تهران	۴,۸۰	۲,۱۵	۰,۸۵	کیش	۴,۰۶	۲,۲۸	۰,۸۳
جاسک	۴,۴۹	۲,۱۰	۰,۵۹	گرگان	۴,۱۲	۲,۳۵	۱,۰۳
چابهار	۵,۹۲	۲,۱۰	۰,۶۳	مشهد	۴,۱۵	۲,۱۹	۱,۰۷
خرم آباد	۴,۸۱	۲,۱۳	۰,۸۴	نوشهر	۳,۸۸	۲,۳۳	۱,۰۹
خوی	۴,۴۳	۲,۳۱	۱,۰۴	همدان فرودگاه	۴,۹۲	۲,۲۹	۱,۱۱
دزفول	۵,۱۸	۲,۰۷	۰,۸۳	همدان نوژه	۴,۲۶	۲,۲۷	۰,۹۹
دوشان	۴,۷۴	۲,۲۲	۰,۹۰	یزد	۵,۱۵	۲,۱۸	۰,۸۵

جاسک و چابهار و بالاترین آن در ایستگاه‌های، بوشهر با ۶/۱ و چابهار با ۵/۹ می‌باشد. اما برای مقایسه عدم اعتماد در این ۴۸ ایستگاه و بطور کلی برای مقایسه عدم اعتماد در نواحی بارشی ایران، از میانگین این شاخص استفاده شد. همانطور که در جدول مذکور مشاهده می-شود ایستگاه‌های مورد مطالعه در یک دامنهٔ بسیار نزدیک به هم، با اختلاف ۳۸ /۰ (بوشهر با میانگین ۱/۹ و انزلی با میانگین ۲/۳۷) قرار دارند. ایستگاه‌های بوشهر با میزان عدم اعتماد۱/۹ و کاشان ۲، پایین‌ترین میانگین عدم اعتماد(۳۱٪) و ایستگاه‌های انزلی با عدم اعتماد ۲/۳۷ و رشت با ۲/۳۶ بالاترین میانگین عدم اعتماد (۳۹٪) را بین ۴۸ ایستگاه مورد مطالعه دارا می-باشند. برای مقایسه میزان عدم اعتماد در نواحی بارشی ایران، مقادیر میانگین عدم اعتماد در ۴۸ ایستگاه ارائه شده با توجه به جدول (۱) به صورت جدول (۴) طبقه‌بندی شد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.38.11.1]

همانطور که از جدول (۴) مشاهده می‌شود بطور کلی کشور ایران در دو طبقه قرار می‌گیرد. بنابراین برای تفکیک بیشتر مناطق ایران، هر کدام از طبقات بدست آمده از جدول (۴) به طبقات کوچکتری در شکل(۵) پهنه‌بندی شدند که بترتیب از اعتماد زیاد به کم عبارتند از:

الف. طبقه اعتماد زیاد با دامنهٔ (۲/۲۵-۱/۵۱): این طبقه حدود ۸۲٪ از مساحت کشور در مناطق شرق و شمال شرقی، مرکز، جنوب و غرب ایران را شامل شده و به سه زیر طبقه تقسیم شده، عبارت‌اند از:

۱. طبقهٔ (۲/۰۸-۱/۹۸): این طبقه کوچکترین پهنه با حدود ۱ درصد از مساحت ایران را در منتهی الیه جنوب غرب جلگهٔ خوزستان در بر می‌گیرد و دارای بالاترین اعتماد به بارش یاکمترین میزان عدم اعتماد است.

۲. طبقهٔ (۲/۱۷-۲/۰۸): این طبقه دومین پهنه از نظر وسعت با حدود ۳۱ درصد از مساحت کشور با متوسط عدم اعتماد به بارش ۳۵٪ است و خود شامل دو پهنه است: ۱- پهنه بزرگ جنوب شرقی کشور که به شکل یک مثلث که اضلاع آن تا شمال زابل و تنگهٔهرمز ادامه دارد. ۲- جنوب غربی کشور به جز جلگهٔ خوزستان، همچنین شامل دو ایستگاه سبزوار و کاشان.

۳. طبقهٔ (۲/۲۵-۲/۱۷): این طبقه بزرگترین پهنه از نظر وسعت با حدود ۵۰ درصد از مساحت کشور با متوسط عدم اعتماد به بارش ۳۶٪ است و شمال شرقی، مرکز، سواحل جنوبی در حوالی غرب تنگهٔ هرمز و کرمانشاه در غرب را در بر می‌گیرد.

ب. طبقه اعتماد کم با دامنهٔ (۳/۰۰-۲/۲۵): این طبقه حدود ۱۸٪ از مساحت کشور را در سواحل جنوبی دریای خزر، شمال غربی ایران و زاگرس شمالی را شامل شده و به دو زیر طبقه تقسیم می‌شود که عبارت‌اند از:

۱. طبقهٔ (۲/۳۰-۲/۲۵): این طبقه حدود ۱۶٪ از مساحت کشور با متوسط عدم اعتماد به بارش ۳۷٪ را شامل می شود و یک پهنه پیوسته مشتمل بر ناحیهٔ آذربایجان، زاگرس شمالی و سواحل شرقی دریای خزر تا گرگان را در بر می‌گیرد.

۲. طبقهٔ (۲/۳۷-۲/۳۰): این طبقه حدود ۲٪ از مساحت کشور را در سواحل غربی دریای خزر (جلگهٔ گیلان) با کمترین اعتماد به بارش (بیشترین عدم اعتماد، ۳۹٪) را در بر می‌گیرد.

جدول (۴). طبقه‌بندی میانگین عدم اعتماد به بارش در ایستگاه‌های مورد مطالعه

طبقه	فراوانی	درصد فراوانی	وضعیت اعتماد	متوسط عدم اعتماد	ایستگاه
۰ – ۰/۷۵	۰	۰	شدید(کامل)	۶٪	
۰/۷۵ - ۱/۵۰	۰	۰	خیلی زیاد	**۱۷/۵٪**	
۱/۵۰ - ۲/۲۵	۲۹	۶۰	زیاد	**۳۰٪**	بوشهر-کاشان-سبزوار-آبادان-زابل-دزفول-

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.38.11.1]

					جاسک-چابهار-بم-بندر عباس-اهواز-خرم آباد-تهران-ایرانشهر-بندر لنگه-یزد-اصفهان-زاهدان-شیراز-تبریز-کرمان-مشهد-بجنورد-دوشان-تربت حیدریه-ارومیه-اردبیل-شاهرود-بیرجند
۲/۲۵ - ۳/۰۰	۱۹	۴۰	کم	**۴۲/۵٪**	کرمانشاه-همدان نوژه-سمنان-اراک-فسا-کیش-سنندج-زنجان-همدان فرودگاه-بابلسر-نوشهر-خوی-رامسر-سقز-قزوین-گرگان- رشت-انزلی- شرق اصفهان
۳/۰۰ - ۳/۷۵	۰	۰	خیلی کم	**۵۵٪**	
> ۳/۷۵	۰	۰	عدم اعتماد	**۶۷/۵٪**	
مجموع	۴۸	۱۰۰			

میزان عدم اعتماد به بارش در تمام ۴۸ ایستگاه مورد مطالعه، اختلاف ازیادی با هم ندارد. اما در حالت مقایسه‌ای، مناطق کم بارش جنوبی کشور بخصوص جلگهٔ خوزستان، بیشترین اعتماد به بارش را دارا می‌باشند. در مقابل، در منطقهٔ مرطوب شمال و شمال غربی کشور، کمترین اعتماد به بارش مخصوصاً در سواحل غربی دریای خزر در دو ایستگاه انزلی و رشت یعنی پربارش‌ترین نقطهٔ کشور مشاهده می‌شود.

تعیین روند و شیب تغییرات عدم اعتماد به بارش

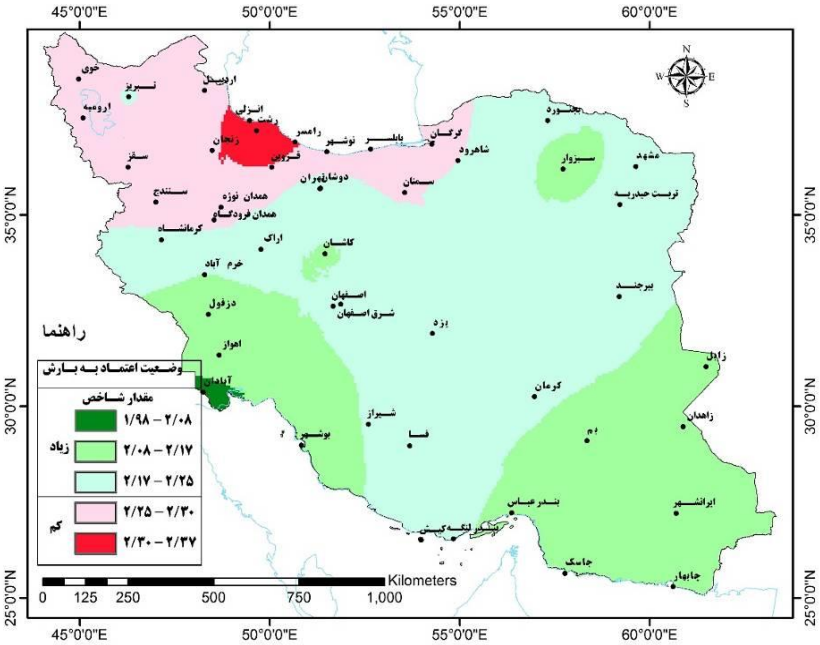
در این مطالعه، وجود معنی‌داری روند عدم اعتماد بارش با دو آزمون من کندال و برآوردکنندهٔ شیب سن در سطح اعتماد ۹۵٪ انجام و نتایج آن در جدول (۵) ارائه شد.

همانطور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود نتایج دو آزمون دقیقاً با هم یکسان است. ایستگاه بندر لنگه تنها ایستگاهی بود که در آن با هر دو آزمون، روند معنی‌داری در سری زمانی داده-های عدم اعتماد مشاهده شد. در بقیهٔ ۴۷ ایستگاه هیچ گونه روند معنی‌داری با استفاده از دو آزمون مشاهده نشد.همچنین با توجه به میانگین مقدار شاخص عدم اعتماد برای هر سال در ایستگاه‌های مورد مطالعه، سری زمانی شاخص عدم اعتماد به بارش برای ایران تعیین و در شکل (۶) ارائه گردید. نتایج به دست آمده نشان داد، میانگین شاخص عدم اعتماد بارش در ایران ۲/۲ (۳۶٪عدم اعتماد)، حداکثر شاخص ۳/۲ مربوط به سال ۱۹۸۷میلادی و حداقل شاخص ۱/۶ مربوط به سال ۲۰۰۷ میلادی می‌باشد. نتیجهٔ آزمون من‌کندال و برآورد کنندهٔ شیب سن در سطح اعتماد ۹۵٪، نشان داد که هیچ گونه روند معنی‌داری در این سری وجود ندارد. نتیجهٔ آزمون شیب سن نیز همین مسأله را تأیید کرد. بنابراین، وضعیت عدم اعتماد به بارش ایران با توجه به جدول طبقه‌بندی (۴)، در طبقه اعتماد متوسط با ۳۶٪ عدم اعتماد قرار

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.38.11.1]

می‌گیرد؛ یعنی میزان اعتماد به بارش ایران ۶۴٪ است. همچنین به علت نبود روند معنـی‌دار در سری زمانی شاخص عدم اعتماد به بارش، امکان پیش‌بینی وضعیت عدم اعتماد بارش در ایـران فراهم نیست. علت این امر ممکن است موقعیت جغرافیایی ایران، یعنی واقع شدن بین سرزمین پهناور سیبری در شمال، دریای مدیترانه در غرب، بیابان‌های آفریقا و عربستان در جنوب غـرب و دریای عرب و سرزمین هندوستان در شرق باشد کـه سـبب مـی‌شـود کـه هـر کـدام از ایـن همسایگان در دورهٔ معینی از سال آب وهوای ایران را تحـت تـأثیر خـود قـرار دهـد (علیجـانی، ۱۳۷۴: ۴۱)، در نتیجه، سرزمین ایران به تغییرات آب وهوایی بسیار حساس می‌باشد.



شکل(۵). پهنه‌بندی ایران براساس میانگین عدم اعتماد به بارش

شیب روند تغییرات عدم اعتماد بارش با توجه به آزمون برآوردکنندهٔ شیب سن در سطح اعتماد ۹۵٪ تعیین و نتایج آن در جدول (۵) در سه دسته حداقل شیب (Qmin)، حداکثر شیب (Qmax) و شیب متوسط (Qmed) نشان داده شد. از دو دستهٔ حداقل شیب (Qmin) و حداکثر شیب (Qmax) برای آزمون معنی‌داری روند استفاده شد و از آن جا که مبنای میزان شیب در این آزمون شیب متوسط است، بنابراین، شیب متوسط تغییرات روند این شاخص در شکل (۷) پهنه‌بندی شد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.38.11.1]

جدول (۵). خصوصیات روند تغییرات عدم اعتماد به بارش در ایستگاههای مورد مطالعه

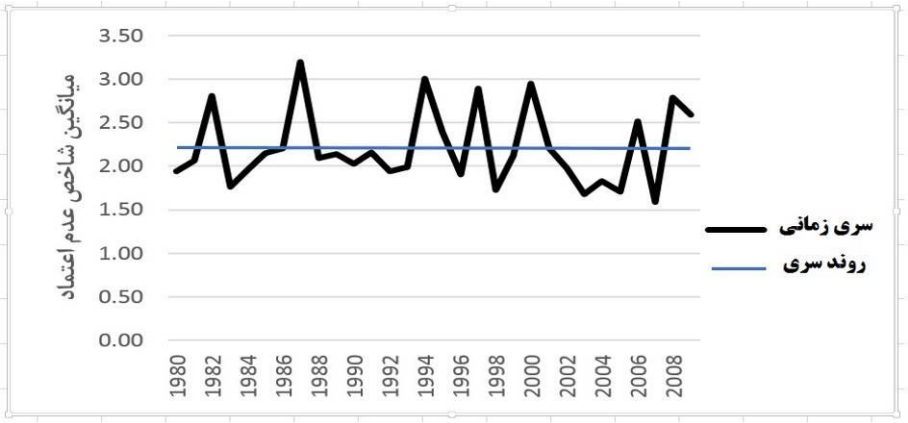
ایستگاه	شیب روند۹۵ ٪			نتایج روند سطح ۹۵٪		ایستگاه	شیب روند۹۵ ٪			نتایج روند سطح ۹۵٪	
	حداکثر	متوسط	حداقل	آزمون من کندال	آزمون سن		حداکثر	متوسط	حداقل	آزمون من کندال	آزمون سن
اراک	۰/۰۵	۰/۰۲	-/۰۲	تصادفی	تصادفی	رامسر	۰/۰۲	-/۰۲	-/۰۶	تصادفی	تصادفی
اردبیل	۰/۰۳	۰/۰۰	-۰/۰۴	تصادفی	تصادفی	رشت	۰/۰۰	-/۰۲	-/۰۵	تصادفی	تصادفی
ارومیه	۰/۰۳	-/۰۱	-۰/۰۵	تصادفی	تصادفی	زابل	۰/۰۵	۰/۰۱	-/۰۲	تصادفی	تصادفی
اصفهان	۰/۰۲	-/۰۲	-۰/۰۶	تصادفی	تصادفی	زاهدان	۰/۰۵	۰/۰۲	-/۰۱	تصادفی	تصادفی
انزلی	۰/۰۳	۰/۰۰	-۰/۰۳	تصادفی	تصادفی	زنجان	۰/۰۶	۰/۰۲	-/۰۲	تصادفی	تصادفی
اهواز	۰/۰۲	-/۰۱	-۰/۰۴	تصادفی	تصادفی	سبزوار	۰/۰۳	۰/۰۰	-/۰۵	تصادفی	تصادفی
ایرانشهر	۰/۰۱	-/۰۲	-۰/۰۵	تصادفی	تصادفی	سقز	۰/۰۶	۰/۰۱	-/۰۲	تصادفی	تصادفی
آبادان	۰/۰۲	-/۰۱	-۰/۰۵	تصادفی	تصادفی	سمنان	۰/۰۵	۰/۰۲	-/۰۳	تصادفی	تصادفی
بابلسر	۰/۰۳	-/۰۱	-۰/۰۵	تصادفی	تصادفی	سنندج	۰/۰۴	۰/۰۰	-/۰۴	تصادفی	تصادفی
بجنورد	۰/۰۱	-/۰۲	-۰/۰۵	تصادفی	تصادفی	شاهرود	۰/۰۴	۰/۰۰	-/۰۴	تصادفی	تصادفی
بم	۰/۰۲	-/۰۱	-۰/۰۷	تصادفی	تصادفی	کرمانشاه	۰/۰۳	-۰/۰۱	-/۰۷	تصادفی	تصادفی
بندرعباس	۰/۰۳	-/۰۱	-۰/۰۵	تصادفی	تصادفی	شیراز	۰/۰۷	۰/۰۲	-/۰۳	تصادفی	تصادفی
بندر لنگه	۰/۰۸	۰/۰۴	۰/۰۰	روند	روند	فسا	۰/۰۷	۰/۰۱	-/۰۴	تصادفی	تصادفی
بوشهر	۰/۰۵	۰/۰۲	-۰/۰۱	تصادفی	تصادفی	قزوین	۰/۰۳	۰/۰۰	-/۰۴	تصادفی	تصادفی
بیرجند	۰/۰۳	-/۰۱	-۰/۰۶	تصادفی	تصادفی	کاشان	۰/۰۴	۰/۰۰	-/۰۴	تصادفی	تصادفی
تبریز	۰/۰۴	-/۰۱	-۰/۰۵	تصادفی	تصادفی	کرمان	۰/۰۱	-۰/۰۴	-/۰۹	تصادفی	تصادفی
تربت حیدریه	۰/۰۵	۰/۰۱	-۰/۰۳	تصادفی	تصادفی	اصفهان شرق	۰/۰۴	-/۰۱	-/۰۵	تصادفی	تصادفی
تهران	۰/۰۴	۰/۰۰	-۰/۰۴	تصادفی	تصادفی	کیش	۰/۰۶	۰/۰۱	-/۰۴	تصادفی	تصادفی
جاسک	۰/۰۶	۰/۰۰	-۰/۰۴	تصادفی	تصادفی	گرگان	۰/۰۳	۰/۰۰	-/۰۴	تصادفی	تصادفی
چابهار	۰/۰۵	۰/۰۰	-۰/۰۳	تصادفی	تصادفی	مشهد	۰/۰۲	-۰/۰۲	-/۰۷	تصادفی	تصادفی
خرم آباد	۰/۰۵	۰/۰۰	-۰/۰۴	تصادفی	تصادفی	نوشهر	۰/۰۰	-۰/۰۳	-/۰۶	تصادفی	تصادفی
همدان نوژه	۰/۰۳	۰/۰۰	-/۰۴	تصادفی	تصادفی	همدان فرودگاه	۰/۰۳	۰/۰۰	-/۰۵	تصادفی	تصادفی
خوی	۰/۰۲	-/۰۱	-۰/۰۵	تصادفی	تصادفی	دوشان	۰/۰۳	-/۰۱	-۰/۰۴	تصادفی	تصادفی
دزفول	۰/۰۶	۰/۰۲	-۰/۰۲	تصادفی	تصادفی	یزد	۱/۰۴	۰/۰۰	-/۵۳	تصادفی	تصادفی

بر این اساس، ۴۸ ایستگاه مورد مطالعه در۵ طبقه دسته‌بندی شدند. ایستگاه بندرلنگه باشیب ۰/۰۴ + بالاترین شیب صعودی و کرمان با شیب ۰/۰۴- پایین‌ترین شیب نزولی را دارا می‌باشد و ایستگاه یزد با شیب متوسط ۰/۰۰۰۹ کمترین مقدار شیب را دارا می‌باشد. بطور کلی ۲۶ ایستگاه، دارای شیب۰/۰۱- تا ۰/۰۱+ می باشند که نامحسوس و در طبقه‌بندی وضعیت بدون شیب قرار دارند و حدود ۸۰٪ از مساحت ایران را شامل می‌شود. ۲۰ ایستگاه نیز با مساحت تقریبی ۲۰٪ شیب اندک دارند. فقط دو ایستگاه بندرلنگه و کرمان شیب محسوسی

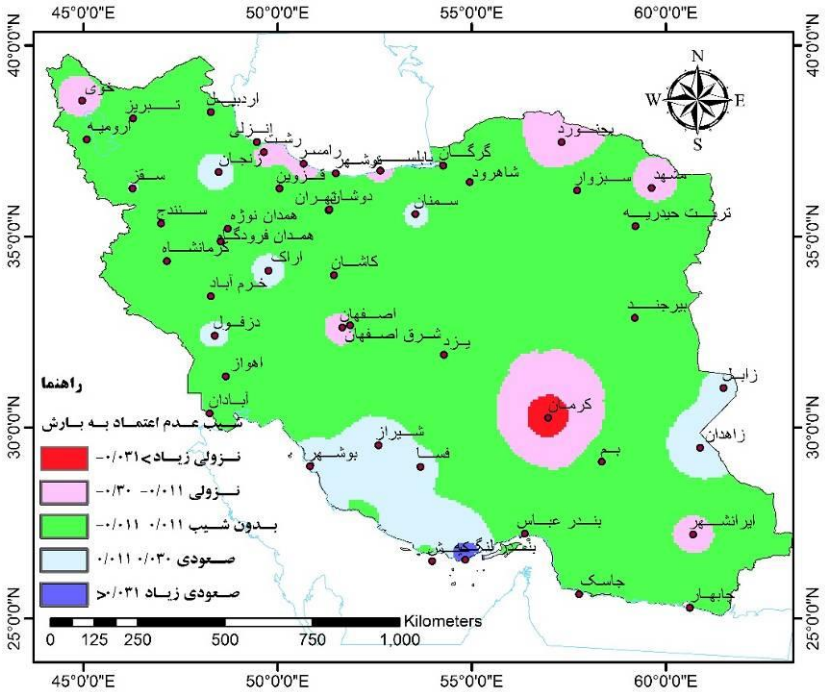
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.38.11.1]

دارند؛ درنتیجه، شاخص عدم اعتماد بارش در ایران، عمدتاً بـدون گـرایش معنـی‌دار صـعودی و نزولی است. همچنین با توجه به مقادیر شیب روند، این شاخص رابطهٔ خاصـی بـا نـواحی آب و هوایی ایران نشان نداد.



شکل(۶). روند تغییرات عدم اعتماد به بارش ایران



[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.38.11.1]

شکل(۷). پهنه‌بندی ایران براساس شیب روند عدم اعتماد به بارش

نتیجه‌گیری

نتایج پیش‌بینی‌ها، شبیه سازیهای اقلیمی و بررسی میزان تغییرات شاخص‌های مختلف اقلیمی همیشه با میزانی از شک وتردید همراه است. این موضوع از مسائل پیچیده‌ای است که اذهان اقلیم‌شناسان را به خود مشغول کرده است. از آنجا که نتایج این پیش‌بینی‌ها و شبیه-سازیهای صورت گرفته، پایه و اساس بسیاری از برنامه‌ریزی‌ها در زمینه‌های مختلف، نظیر کشاورزی، صنعت، و غیره می‌باشد، بنابراین مطالعه و شناخت میزان این شک وتردید یا به عبارت دیگر، این نوع عدم اعتماد یا به عبارت دیگر عدم قطعیت‌ها ضروری به نظر می‌رسد. این پژوهش با هدف تعیین عدم اعتماد به بارش در ایران با شاخص پاز و کوتیل (۲۰۰۳) انجام شد. نتایج شاخص عدم اعتماد به بارش در ایران نشان داد، با توجه به مقادیر میانگین این شاخص، مناطق مختلف کشور اختلاف چندانی با یکدیگر ندارند و دامنه اختلاف آن در کل ایران ۳۸ /۰ است؛ ایستگاه بوشهر با میانگین ۱/۹ پایین‌ترین رقم و ایستگاه انزلی با رقم ۲/۳۷ بالاترین میانگین را دارا هستند. میانگین این شاخص برای کل ایران ۲/۲ که در طبقه اعتماد زیاد (متوسط عدم اعتماد ۳۶٪) قرار دارد. همچنین نتیجهٔ تحلیل روند سری‌های زمانی و شیب روند شاخص عدم اعتماد بارش در ایران، فاقد روند معنی‌دار و بدون گرایش صعودی و نزولی می‌باشد.

گرچه در نواحی مختلف کشور از نظر عدم اعتماد به بارش، اختلاف چندانی مشاهده نمی-شود، اما در حالت مقایسه، میزان عدم اعتماد به بارش در نواحی مرطوب بیشتر از نواحی خشک است؛ یعنی هر چه از نواحی مرطوب خزری و شمال غربی به طرف سواحل جنوب پیش می‌رویم، از میزان عدم اعتماد به بارش کاسته می‌شود. به عبارت دیگر، مناطقی که شروع بارندگی زودتر و فصل بارش طولانی‌تر دارند، وضعیت عدم اعتماد بالاتری دارندکه علت آن می-تواند تفاوت‌های بارشی در فصول مختلف، بدلیل اثرگذاری مکانیزم‌های مختلف بارشی در مناطق مرطوب خزری و شمال غربی باشد. در مقابل، استیلای پرفشار جنب‌حاره‌ای آزور و به دنبال آن، یکنواختی مقادیر بارش در طول سال در مناطق خشک سواحل جنوبی، از میزان عدم اعتماد به بارش می‌کاهد. این نتیجه، مشابه نتیجه‌ای است که رایزر و کوتیل (۲۰۰۷) در مقایسهٔ دو ایستگاه والنسیا، با رژیم مرطوب‌تر در سواحل غربی مدیترانه با لارناکا، با رژیم خشک‌تر در سواحل شرقی مدیترانه، بدست آوردند. آن‌ها نیز نشان دادند که ایستگاه لارناکا عدم اعتماد کمتری نسبت به ایستگاه والنسیا نشان می دهد که احتمالاً به علت خشکی کامل

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.38.11.1]

فصل تابستان در ایستگاه لارناکاست. همچنین مشابه با کار آنگ ناستفولوو همکاران (۲۰۰۸)، آن‌ها نیز نشان دادند که ایستگاه‌های واقع در بخش قاره‌ای (فصل بارش طولانی تر)، عدم اعتماد به بارش زیادتری نسبت به ایستگاه‌های واقع در بخش جزیره‌ای (فصل بارش کوتاهتر) دارند. اما در مقایسه با کار مسعودیان (۱۳۸۵)، استفاده از شاخص آشفتگی (آنتروپی) و کار غیور و مسعودیان(۱۳۷۵) و استفاده از شاخص یکنواختی، نتیجه کار کاملاً متفاوت می‌باشد که می‌تواند علت آن، دخالت یک پارامتر بارش در روش‌های مذکور، در مقابل دخالت پارامترهای متعدد بارشی در روش عدم اعتماد پاز و کوتیل (۲۰۰۳) باشد. به نظر می‌رسد با استفاده از مدل های GCMو RCM، شاخص عدم اعتماد به بارش، قابلیت دستیابی به نتایج بسیار دقیقتر را داراست.

منابع و ماخذ

۱. پور رضا بیلندی، محسن؛ علی محمد آخوندی و بیژن قهرمان(۱۳۹۱). **تحلیل عدم قطعیت در برآوردهای پارامترهای مدل توزیعی بارش _ رواناب با کاربرد الگوریتم مونت کارلو زنجیره مارکف**، مجله پژوهش‌های آب ایران دوره ۶، شماره ۱۱، ص ۱۷۳-۱۶۵.

۲. حیدری، علی؛ بهرام ثقفیان و رضا مکنون (۱۳۸۲). **شبیه‌سازی هیدروگراف سیل بر اساس عدم قطعیت پارامترهای بارش-رواناب**، پژوهشکده خاک و آبخیزداری، شماره ۲، ص ۱۱۱-۹۳.

۳. زاهدی قره‌آغاج، مجید؛ ویوسف رحیمی قویدل (۱۳۸۶). **تعیین آستانهٔ خشکسالی و محاسبهٔ بارش قابل اعتماد ایستگاههای حوضه آبریز دریاچهٔ ارومیه**،پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۵۹، ص ۲۱- ۳۴.

۴. شرافتی، احمد و باقر ذهبیون (۱۳۹۲). **تحلیل ریسک سد بادر نظر گرفتن عدم قطعیت-های هیدرولوژیکی و هیدرولیکی**،مجله پژوهش آب ایران، شماره۱۳، ص ۴۰-۳۱.

۵. علیجانی، بهلول (۱۳۷۴). **آب وهوای ایران**، انتشارات دانشگاه پیام نور.

۶. علیزاده، امین (۱۳۸۹). **اصول هیدرولوژی کاربردی**، انتشارات دانشگاه امام رضا، چاپ ۲۹.

۷. غیور، حسنعلی وسیدابوالفضل مسعودیان (۱۳۷۵). **بررسی شاخص یکنواختی بارش ماهانه ایران، فصلنامهٔ تحقیقات جغرافیایی**، شماره۵۶، ص ۲۹-۱۹.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.38.11.1]

۸. فتحیان، حسین؛ حسین صدقی؛ فردین بوستانی؛ حبیب موسوی جهرمی و محمد منشوری (۱۳۸۹). **تحلیل عدم قطعیت مقدار توزیع زمانی و مکانی بارش در پیش‌بینی سیل**، مجله علوم مهندسی آبخیزداری ایران، سال چهارم، شماره ۱۳، ص ۱۴-۱.

۹. کبیر، آتنا و عبدالرضا بهره‌مند (۱۳۹۲). **بررسی عدم قطعیت پارامترهای مدل بارش-رواناب wet spa با استفاده از روش مونت کارلو**، نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، شماره ۵، ص ۹۷-۸۱ .

۱۰.مسعودیان، سید ابوالفضل (۱۳۸۵). **مرزبندی مناطق آبی ایران به کمک شاخص آشفتگی بارش**، مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان (علوم انسانی) جلد بیستم، شماره ۱، سال ۱۳۸۵، ص ۱۴-۱.

۱۱.ماه آورپور، زهرا (۱۳۹۳). **احتمال وقوع بارش‌های روزانهٔ ایران و پیش‌بینی آن با مدل زنجیرهٔ مارکوف**،فصلنامهٔ تحقیقات جغرافیا، شماره ۴، ص ۲۲۹-۲۴۰.

۱۲.مسعودیان، سید ابوالفضل و محمدرضا کاویانی (۱۳۸۷). **اقلیم شناسی ایران**، انتشارات دانشگاه اصفهان.

۱۳.نصرآبادی، اسماعیل؛ سید ابوالفضل مسعودیان وحسین عساکره (۱۳۹۳). **شناسایی و توزیع مکانی الگوهای احتمال بارش روزانهٔ ایران**، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، شماره ۳۳، ص ۲۳۷-۲۵۵.

Anagnostopoulou, C., Tolika, K., Maheras, P., Reiser, H., &Kutiel, H. (۲۰۰۸).***Quantifying uncertainties in precipitation: a case study from Greece***.AdvGeosci, ۱۶, ۱۹–۲۶.

Arnaud, P., Lavabre, J., Fouchier, C., Diss, S., &Javlle, P. (۲۰۱۱). ***Sensitivity of hydrological models to uncertainty in rainfall input***. Hydrological Sciences Journal – Journal des Sciences Hydrologiques, ۵۶(۳) ۲۰۱۱, ۳۹۷-۴۱۰.

Harmancioglu, N.B., Singh, V.P., &Alpaslan, N.(۱۹۹۲). ***Versatileuses of the entropyconcept in water resources.*** In: Singh, V.P. andFiorentino, M., Editors, ۱۹۹۲. Entropy and Energy Dissipation inWater Resources, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. ۹۱–۱۱۷.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.38.11.1]

Jaynes, E. T. (۱۹۵۷a).***Information theory and statistical mechanics***, I. Physical Review, Vol. ۱۰۶, pp. ۶۲۰-۶۳۰.

Jaynes, E. T. (۱۹۵۷b).***Information theory and statistical mechanics***, II. Physical Review, Vol. ۱۰۸, pp. ۱۷۱-۱۹۰.

Maskey, S., Guinot, V.,& Price, R.K.(۲۰۰۴). ***Treatment of precipitation uncertainty in rainfall-runoff modelling: a fuzzy set approach***. Advancesin Water Resources, ۲۷, ۸۸۹-۸۹۸.

Paz, S., &Kutiel H. (۲۰۰۳).***Rainfall regime uncertainty (RRU) in an eastern Mediterranean region – a methodological approach***. Israel J Earth Sci, ۵۲, ۴۷–۶۳.

Reiser, H., &Kutiel, H. (۲۰۰۷).***The Rainfall regime and its uncertainty in Valencia and Laranaca***.AdvGeosci, ۱۲, ۱۰۱–۱۰۶.

Reiser, H., &Kutiel, H. (۲۰۰۸).***Rainfall uncertainty in the Mediterranean: Definition of the rainy season – a methodological approach***. TheorApplClimatol, ۹۴, ۳۵-۴۹.

Reiser, H., &Kutiel, H. (۲۰۰۹).***Rainfall uncertainty in the Mediterranean: definitions of the daily rainfall threshold (DRT) and the rainy season length (RSL)***. TheorApplClimatol, ۹۷, ۱۵۱-۱۶۲.

Reiser, H., &Kutiel, H. (۲۰۱۰a). ***Rainfall uncertainty in the Mediterranean: intra-seasonal rainfall distribution.*** Theor Appl Climatol, ۱۰۰, ۱۰۵–۱۲۱.

Reiser, H., &Kutiel, H. (۲۰۱۰b). ***Rainfall uncertainty in the Mediterranean: dryness distribution.***TheorApplClimatol, ۱۰۰, ۱۲۳–۱۳۵.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.38.11.1]

Reiser, H., &Kutiel, H. (۲۰۱۱).***Rainfall uncertainty in the Mediterranean: time series, uncertainty and extreme events.*** Theor Appl Climatol, ۱۰۴, ۳۵۷–۳۷۵.

Shannon, C. E. (۱۹۴۸a). ***The mathematical theory of communications***, I and II.Bell SystemTechnical Journal, Vol. ۲۷, pp. ۳۷۹-۴۲۳.

Shannon, C. E. (۱۹۴۸b).***The mathematical theory of communications*** , III and IV.Bell SystemTechnical Journal, Vol. ۲۷, pp. ۶۲۳-۶۵۶.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.38.11.1]