

واکاوی روزهای بارانی ایران مبتنی بر برون‌داد پایگاه داده- بارش آفرودیت

عبدالرضا کاشکی* - استادیار آب و هواشناسی، دانشگاه حکیم سبزواری، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، سبزوار، ایران
عباسعلی داداشی رودباری - دانشجوی دکتری آب و هواشناسی شهری، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علوم زمین، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۳/۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۱/۱۳

چکیده

در این پژوهش، به منظور واکاوی تعداد روزهای بارانی ایران، از پایگاه داده- بارش آفرودیت طی دوره آماری ۵۶ ساله استفاده شده است. همچنین، نقش مؤلفه‌های جغرافیایی در تعداد روزهای بارانی بررسی شده است. نتایج نشان داد متوسط روزهای بارانی ایران ۳۸ روز است؛ با وجود این، بارش ۶۲٫۳۶ درصد از گستره کشور از ۳۸ روز نیز کمتر است. بیشینه روزهای بارندگی ایران با ۱۴۷ روز در جنوب غرب دریای خزر واقع شده است. از سوی دیگر، کمینه روزهای بارانی ایران با ۹ روز در جنوب شرق ایران قرار دارد. بررسی‌ها و تحلیل‌های آماری نشان داد بهترین تقسیم‌بندی از روزهای بارانی ایران تقسیم کشور به شش پهنه است. این شش پهنه عبارت‌اند از: ۱. پهنه خزری با تعداد روزهای بارانی ۱۲۶ روز؛ ۲. پهنه بارشی ایران شامل مناطق کوهستانی غرب، شمال غرب، و شمال شرق با تعداد روزهای بارانی ۷۷ روز؛ ۳. پهنه کوهپایه‌ای با ۵۷ روز؛ ۴. پهنه نواری بین ارتفاعات و مناطق پست داخلی بادپناه داخلی با ۳۸ روز بارانی؛ ۵. پهنه ایران مرکزی و نواحی بادپناه داخلی با ۲۷ روز بارانی؛ ۶. فقیرترین منطقه بارشی ایران شامل کویرها و چاله‌های شرقی و نواحی جنوب شرق است با متوسط تعداد روزهای بارانی ۱۷ روز.

کلیدواژه‌ها: ایران، پایگاه داده- بارش آفرودیت، پهنه‌های بارشی، وابازی گام‌به‌گام، روز بارانی.

مقدمه

آگاهی از مقدار و توزیع زمانی - مکانی روزهای بارش برای برنامه‌ریزی‌ها امری ضروری است. از جمله مواردی که بررسی فراسنج آب و هوایی بارش را شاخص کرده است می‌توان به مدل‌سازی و پیش‌بینی سیلاب، پایش و اعتبارسنجی مدل‌های هواشناسی، مدل‌سازی عملکرد محصولات کشاورزی، و صدها خدمت دیگر اشاره کرد. بنابراین، مطالعه فراسنج آب و هوایی بارش و تعداد روزهای بارش باید به‌منزله محور راهبردی برای برنامه‌ریزی‌های آتی مورد توجه قرار گیرد. با این حال، مطالعات آب و هوایی هنگامی ارزشمند تلقی خواهند شد که داده‌های بهنگام در اختیار محققان قرار داشته باشد. پیمونگاه‌های هواشناسی اطلاعات ارزشمندی درباره مقدار و تکرار دوره‌های بارشی در اختیار پژوهشگران قرار می‌دهند. با این حال، پیمونگاه‌های اندازه‌گیری بارش معمولاً در مراکز جمعیتی یا مراکز خاص تحقیقاتی واقع شده‌اند و از پیمونگاه‌های خودکار هواشناسی، از جمله باران‌سنج‌ها، نیز در شرایط حاضر نمی‌توان به شکل شبکه مترامک اندازه‌گیری استفاده کرد؛ زیرا این نوع از ابزار اندازه‌گیری بسیار گران‌قیمت است؛ به‌علاوه، با وجود تأمین چنین پیمونگاه‌هایی در سطح ایران، به سبب دوره‌های آماری کوتاه‌مدت، چندان قابل استناد نیستند. از سوی دیگر، برای کمی‌سازی اهمیت

نسبی عوامل طبیعی و انسانی ارزیابی‌های مکانی و زمانی امری ضروری قلمداد می‌شود (کرسی، ۱۹۹۳: ۴۱۲؛ هینینگ، ۲۰۰۳: ۳۲۵؛ فورتین و داله، ۲۰۰۵: ۲۵۶، کرسی و ویکل، ۲۰۱۱: ۵۲). به این ترتیب، بررسی تنوع مکانی- زمانی بارش نه تنها برای پیش‌بینی آب‌وهوا مهم است، بلکه برای طیف وسیعی از تصمیم‌گیرندگان از جمله هیدرولوژیست‌ها، کشاورزان و صنعتگران امری حیاتی به‌شمار می‌آید (برونسل، ۲۰۱۰: ۱۶۵). گزارش‌های سازمان‌های مختلف حاکی از دگرگونی جدی در آب و هوا است؛ به طوری که بر اساس گزارش‌های هیئت بین دول دگرگونی آب و هوایی (IPCC, 2013)، از نیمه دوم قرن بیستم روند بارش سنگین (بارش‌های رگباری) در نقاط مختلف جهان رو به افزایش است. همان‌طور که اشاره شد، پیمونگه‌های اندازه‌گیری بارش، که به‌طور مداوم بارش را پایش کنند، اغلب مواقع در دسترس نیستند. به‌ویژه در مناطق کوهستانی پیمونگه‌های اندازه‌گیری پراکنده است و با توجه به پیچیدگی توپوگرافی این‌گونه مناطق و تعامل تنگاتنگ این مؤلفه با شرایط هواسپهری بر پیچیدگی برآورد بارش می‌افزاید (اوکی و همکاران، ۱۹۹۱: ۳۶۳؛ باری، ۱۹۹۲: ۷۳؛ هوفیگر و همکاران، ۲۰۰۰: ۱۷۷؛ استورمن و وانر، ۲۰۰۱: ۳۶۱؛ سوتیلو و همکاران، ۲۰۰۳: ۲۵۲). یک روز بارانی نشان‌دهنده روزی است که همه شرایط بارش یعنی رطوبت، ناپایداری و هستک‌های چگالش در هواسپهر فراهم بوده است (مسعودیان، ۱۳۹۰: ۱۰۶). در زمینه روزهای بارش پژوهش‌هایی در سطح ایران و جهان انجام شده است؛ به چند مورد از آن‌ها اشاره خواهد شد.

برونتی و همکاران (۲۰۰۱) دگرگونی بارش و تعداد روزهای بارانی شمال شرق ایتالیا را با دوره آماری ۱۹۲۰-۱۹۹۸ بررسی کردند. نتایج پژوهش آنان نشان داد که بین تعداد روزهای مرطوب همراه با افزایش در سهم حوادث بارش‌های سنگین نسبت به بارش کل روند منفی وجود دارد.

اودکنول (۲۰۰۶)، ضمن مشخص کردن زمان آغاز و خاتمه بارندگی در نیجریه، به بررسی مقدار بارش و تعداد روزهای بارانی پرداخت. نتایج پژوهش وی نشان داد که بهترین بررسی دوره‌های بارشی در یک منطقه بررسی تعداد روزهای بارانی است.

کومار و جین (۲۰۱۰) روند بارندگی فصلی و سالانه و روزهای بارانی را در دره کشمیر در یک قرن گذشته بررسی کردند. نتایج پژوهش آنان حاکی از این امر بوده است که در منطقه مورد مطالعه‌شان به تعداد روزهای بارندگی زمستانه افزوده شده و از تعداد روزهای بارش موسمی کاسته شده است.

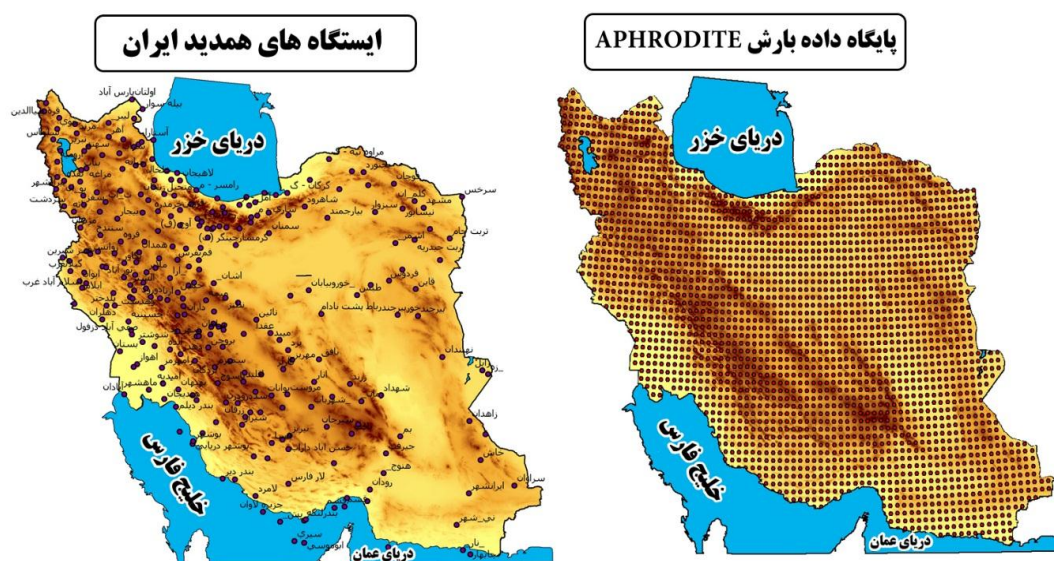
جی‌هاریا و همکاران (۲۰۱۲) به ارزیابی روند بارش، حداکثر بارش ۲۴ ساعته، و روزهای بارانی در منطقه نیمه‌گرمسیری آسام^۱ در شمال شرق هند پرداختند. بر اساس نتایج پژوهش آنان، در زمان حدوث بارش‌های موسمی (ژوئن تا سپتامبر)، که ۶۴ درصد روزهای بارانی منطقه را شامل می‌شود، در دوره مورد مطالعه کاهش مشاهده می‌شود.

در ایران نیز رضانی و همکاران (۱۳۸۹) مقدار بارش روزانه و تعداد روزهای بارندگی در حوضه تالاب انزلی را با داده‌های پنج‌ساله گیلان ارزیابی کردند و نشان دادند که زمستان و تابستان به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد روزهای بارندگی را دارند. مسعودیان و همکاران (۱۳۸۹) روند روزهای بارانی را در ایران بررسی کردند؛ بر اساس نتایج پژوهش آنان، روند تعداد روزهای بارانی در طول دوره ۱۳۴۰-۱۳۸۲ شمسی کاهش داشته است. همچنین، بیشترین درصد مساحت ایران، که تعداد روزهای بارانی آن دارای روند منفی و مثبت بوده است، متعلق به ماه‌های فروردین و آذر است. علیجانی (۱۳۸۹: ۱۱۲)، ضمن معرفی مناطق بارشی ایران، سواحل جنوب غرب دریای خزر را با ۱۱۵ روز دارای بیشترین روزهای بارش و جنوب شرق کشور را با کمتر از ۱۰ روز دارای کمترین روزهای بارش معرفی کرده است. بررسی‌های مسعودیان (۱۳۹۰: ۱۰۶) روی آب و هوا ایران نشان داد که در ایران تعداد روزهای بارانی بین ۱۰ تا ۱۷۰ روز متغیر است و مناطقی که ابرناک‌ترند از تعداد روزهای بارانی بیشتری نیز برخوردارند. وی همچنین بیان کرده است که تعداد روزهای متوسط بارانی ایران ۸۳ روز است.

قرارداشتن ایران بین سرزمین‌های پهناور سیبری در شمال، دریای مدیترانه در غرب، بیابان‌های آفریقا، عربستان و دریای عرب در جنوب و جنوب غرب و کشور وسیع هندوستان در شرق عاملی هستند برای اندرکنش سامانه‌های هوا سپهری مختلف بر روی ایران؛ و هر یک در بازه‌ای از سال، به فراخور سامانه‌ای که برای ایران زمین به ارمغان می‌آورند، آب‌وهوای ایران را تحت تأثیر قرار می‌دهند. تعامل عمیق، پیچیده، و مداوم بارش با سایر عناصر و عوامل آب و هوا سبب دگرگونی و تنوع این فراسنج در بُعد زمان و مکان شده است (عساکره و سیفی‌پور، ۱۳۹۲: ۱۵). بنابراین، هدف از مطالعه حاضر، با علم به آنچه پیش‌تر آمده است، واکاوی تعداد روزهای بارانی ایران با استفاده از برون داد پایگاه داده- بارش آفرودیت ۱ در بازه زمانی ۵۶ ساله (۱۹۵۱/۱/۱ تا ۲۰۰۷/۱۲/۳۱ میلادی) است.

مواد و روش‌ها

ایران سرزمینی ناهموار است و همین عامل به همراه چندین یا چند صد عامل دیگر موجب دگرگونی بارش در کشور می‌شود. با توجه به مشخصه‌های آب و هوایی ایران و اهمیت بارش در مدیریت منابع آب، مطالعه در زمینه تعداد روزهای بارش و رفتارهای آن به شدت ضروری است. بنابراین، مطالعه‌ای برای بررسی داده‌های بارش مناسب خواهد بود که داده‌های بلندمدت بارش در دسترس پژوهشگران قرار داشته باشد. اما در ایران دسترسی به داده‌های بارش بلندمدت با گستره وسیع میسر نیست. هم‌اکنون بیش از ۳۸۰ پیمونگه همیدید در ایران وجود دارد؛ از این تعداد پیمونگه، فقط ۸۷ پیمونگه آمار بلندمدت (سی ساله یا بیشتر) فراسنج‌های هواشناسی را در اختیار دارند؛ با توجه به گستره وسیع ایران این تعداد پیمونگه برای بررسی ساختار مکانی بارش، که دارای نوسان مکانی و زمانی زیاد است، کافی نیست. افزون بر مشکلاتی که برای دسترسی به داده‌های بلندمدت اشاره شد، در نواحی بیابانی و کویرهای داخلی و نواحی با ارتفاع بیش از ۲۶۰۰ متر (کانون‌های آبیگر کشور) فاقد پیمونگه‌های سنجش و اندازه‌گیری بارش هستیم. همچنین، نواحی مجاوری که از تباین آب و هوای بسیار زیادی برخوردارند (مثل دامنه‌های شمالی- جنوبی البرز و دامنه‌های شرقی و غربی زاگرس) از توزیع مناسب پیمونگه برخوردار نیستند (عساکره، ۱۳۸۷). در این پژوهش با استفاده از برون داده‌های به دست آمده از پایگاه داده- بارش یاخته‌ای آفرودیت به ارزیابی روزهای بارانی ایران پرداخته شد. شکل ۱ پیمونگه‌های همیدید کشور و پایگاه داده- بارش آفرودیت با تفکیک مکانی 0.25×0.25 درجه را در یک نما نشان می‌دهد.



شکل ۱. مقایسه پیمونگه‌های همیدید ایران با پایگاه APHRODITE با تفکیک مکانی 0.25×0.25 درجه قوسی

در سال ۲۰۰۶ میلادی مرکز تحقیقات بشر و طبیعت و مرکز تحقیقات هواشناسی کشور ژاپن به منظور ایجاد پایگاه داده‌های بارندگی روزانه پروژه‌ای با نام «آفرویدیت» را شبکه‌بندی کردند. این پروژه در سراسر قاره آسیا با قدرت تفکیک مکانی بالا و بر اساس مشاهدات باران‌سنج‌ها آغاز شد. این پایگاه داده دوره آماری بیش از ۵۷ سال را پوشش می‌دهد و با روش درون‌یابی^۱ ADW تهیه شده است (یاتاگایی و همکاران، ۲۰۱۲). داده‌های پایگاه آفرویدیت با بازه مکانی خاورمیانه و جنوب شرق آسیا و بازه زمانی ۱۹۵۱/۱/۱ تا ۲۰۰۷/۱۲/۳۱ میلادی و تفکیک مکانی $۰/۲۵ \times ۰/۲۵$ و $۰/۵ \times ۰/۵$ درجه قوسی در تارنمای اینترنتی (<http://www.chikyu.ac.jp/precip/index.html>) موجود است (یاتاگایی و همکاران، ۲۰۱۲). در مطالعه حاضر داده‌های منطقه خاورمیانه (APHRO_ME) از آخرین محصول پایگاه داده آفرویدیت با نام v1101، با قدرت تفکیک $۰/۲۵ \times ۰/۲۵$ درجه قوسی، با فرمت ".nc NetCDF" از سایت مربوط اخذ شد. با توجه به دوره آماری منتخب (۱۹۵۱ - ۲۰۰۷) با استفاده از قابلیت‌های برنامه‌نویسی در نرم‌افزارهای Grads و Matlab داده‌های بارش روزانه ایران از کل داده‌های APHRO_ME انتخاب شد. با توجه به اینکه داده‌های مزبور در گستره $۰/۲۵ \times ۰/۲۵$ درجه قوسی است، در پژوهش حاضر برای درون‌یابی روزهای بارشی از روش زمین‌آمار کریجینگ استفاده و پهنه‌ای به ۱۵×۱۵ کیلومتر بر ایران گسترانیده شد. ذکر این نکته ضرورت دارد که در فرایند میانگین‌گیری بسیاری از رفتارهای بارش، از جمله رفتارهای فرین، سرکوب می‌شود و در فرایند استخراج آفرویدیت از داده‌های مشاهداتی اطلاعات ارزشمندی از بین می‌رود. بنابراین، از آنجا که پیمونگه‌های مشاهداتی کشور پراکنش مناسبی ندارند و فاصله ۲۵ در ۲۵ کیلومتر نیز نمی‌تواند رفتاری مناسب از بارش ارائه دهد، با علم به این موارد درون‌یابی می‌تواند نتایجی بهینه برای ناگفته آب و هوای روزهای بارانی ایران ارائه دهد. روش زمین‌آمار، به‌عنوان روشی متناسب برای بررسی داده‌های بارش و همچنین برآورد منطقه‌ای بارش، تأیید شده است (کرتین و آبلد، ۱۹۸۲؛ دل‌هوم، ۱۹۷۸؛ ۲۶۵؛ لبل و همکاران، ۱۹۸۷؛ ۲۱۲۷؛ گووارت، ۲۰۰۰؛ ۱۲۶؛ عساکره، ۱۳۸۷؛ ۲۵). نتایج حاصل از بسیاری مطالعات نشان داده است که تکنیک‌های زمین‌آمار نسبت به روش‌های معمول درون‌یابی دقیق‌ترند (هافسترا و همکاران، ۲۰۰۸؛ ۱۱۴؛ گرامیز و پارادو ایسکوزه، ۲۰۱۰؛ ۱۳۶؛ کاپل و همکاران، ۲۰۱۳؛ ۱۰۶). همچنین، می‌توان از زمین‌آمار برای دگرذیسی بارش نیز استفاده کرد (باران‌کورت و همکاران، ۱۹۹۲؛ ۱۱۴۲؛ برنه و همکاران، ۲۰۰۴؛ ۱۶۶). فلیپس و همکاران (۱۹۹۲) نیز نشان دادند که روش زمین‌آمار کریجینگ بهترین روش برای پیش‌بینی مناطق فاقد آمار بارش است. سپس، تعداد روزهایی با $۰/۱$ (یک‌دهم) میلی‌متر و بیش‌تر از آن که بارش داشته‌اند مبنای روزهای بارانی کشور قرار داده شد.

نتایج پژوهش عزیز و همکاران (۱۳۹۵)، که به هم‌سنجی داده‌های بازکاوی‌شده بارش در ایران پرداختند، نشان داده است که پایگاه داده- بارش آفرویدیت برای مناطق شمال، شمال غرب و دامنه‌های جنوبی و داخلی البرز نسبت به سایر پایگاه‌های داده نتایج مناسب‌تری ارائه می‌دهد. پژوهش‌های مسعودیان و همکاران (۱۳۹۳) و دارند و همکاران (۱۳۹۴) که به واکاوی دگرگونی بارش در ایران در دوره‌های مختلف سال بر اساس دیدبانی‌های ۱۴۳۷ پیمونگه باران‌سنجی، آب و هوایی، و همدید کشور پرداخته‌اند نیز نشان داده است که داده‌های پایگاه داده- بارش آفرویدیت از دقت مناسبی برای ارزیابی دگرگونی زمانی- مکانی بارش در ایران برخوردار است. فلاح قاله‌ری و همکاران (۲۰۱۶) نیز، که در پژوهشی به ارزیابی توزیع زمانی- مکانی رفتار بارش در ایران با استفاده از پایگاه داده- بارش آفرویدیت پرداختند، به این نتیجه رسیدند که داده‌های پایگاه می‌تواند نتایج مناسبی برای الگوهای بارشی ایران ارائه دهد.

وایازی گام‌به‌گام: هنگامی که تعداد عوامل مؤثر (N) بر پدیده‌ای کم باشد، می‌توان، با بررسی همه ترکیبات ممکن و هم‌سنجی خطا در مدل‌های مختلف وایازی، بهترین مدل وایازی را برای پیش‌بینی آن پدیده به‌دست آورد؛ اما وقتی که تعداد پارامترهای ورودی افزایش می‌یابد ارزیابی کلیه وایازی‌های ممکن به حجم محاسبات زیادی نیاز دارد. بنابراین، روش‌های گوناگونی ایجاد شده‌اند که صرفاً تعداد کمی از مدل‌های وایازی دارای زیرمجموعه‌ای از پارامترها را در یک

زمان بررسی می‌کنند. این روش‌ها عموماً به روش‌های نوع گام‌به‌گام^۱ معروف‌اند. روش‌های گام‌به‌گام را می‌توان به سه دسته کلی تقسیم کرد: گزینش پیش‌رونده (FS)^۲، حذف پس‌رونده^۳، و رگرسیون گام‌به‌گام، که ترکیبی از روش‌های پیشین است (رضایی و سلطانی، ۱۳۸۲). برخی محققان همچون چن و همکاران (۲۰۰۴)، اکسی اوگلو و همکاران (۲۰۰۵)، وانگ و همکاران (۲۰۰۶)، و خان و همکاران (۲۰۰۷) از روش گزینش پیش‌رونده به‌عنوان ابزار مناسبی برای پیش‌بینی و مدل‌سازی پدیده‌ها استفاده کردند. برای اجرای این رویه ابتدا ماتریس همبستگی ایجاد می‌شود. در هر گام، پارامتر واردشده به معادله برای برآورد پارامتر وابسته به کار گرفته می‌شود. سپس، همبستگی تفکیکی پارامترهای خارج از معادله با تفکیک پارامتر اول محاسبه می‌شود. پارامتر دوم به شکلی وارد می‌شود که اثر پارامتر اول از آن برداشته شود (عساکره، ۱۳۹۰: ۲۵۸). بنابراین:

$$r_{y, x_1, x_2}^2 = (1 - r_{y, x_1}^2) \quad \text{رابطه ۱}$$

این میزان پس از پارامتر اول به وسیله پارامتر دوم بر ضریب تعیین می‌افزاید. بنابراین:

$$r_{y, x_1, x_2}^2 = r_{y, x_1}^2 + r_{y, x_2, x_1}^2 \quad \text{رابطه ۲}$$

همبستگی تفکیکی برای پارامترهای دیگر نیز به همین صورت محاسبه می‌شود.

به منظور پهنه‌بندی و ناحیه‌بندی روزهای بارانی ایران از روش تحلیل خوشه‌ای به روش ward در محیط Matlab بهره برده شد و نتایج حاصل از آن مورد ارزیابی قرار گرفت.

برای اعتبارسنجی داده‌های آفرو دیت، یاخته‌های این پایگاه با داده‌های ۳۲ پیمونگاه همدید منتخب کشور در بازه زمانی ۱۹۶۱-۲۰۰۷ راستی‌آزمایی شد. نزدیک‌ترین یاخته‌ها به پیمونگاه‌های منتخب برای بررسی انتخاب شدند. برای راستی‌آزمایی دو گروه داده از شاخص‌های آماری متعدد مانند ضریب همبستگی داده‌ها، متوسط خطای مطلق (MAE)^۴، و ریشه متوسط مربع خطا (RMSE)^۵ استفاده می‌شود. در این پژوهش از شاخص ریشه متوسط مربع خطا استفاده شده است. چنانچه مقادیر این شاخص کمتر از ۱۰ باشد، شبیه‌سازی عالی بین ۱۰ تا ۲۰ خوب، بین ۲۰ تا ۳۰ متوسط، و بیشتر از ۳۰ ضعیف خواهد بود (لشکری و همکاران، ۱۳۹۴). شاخص با استفاده از رابطه ۳ محاسبه می‌شود:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y})^2} \quad \text{رابطه ۳}$$

که در آن n تعداد نقاط مشاهده‌ای، y_i مقدار شبیه‌سازی شده برای نقطه i ام، و \hat{y} مقدار مشاهده شده برای نقطه i ام است.

یافته‌های تحقیق

نتایج صحت‌سنجی روزهای بارانی کشور با استفاده از داده‌های پیمونگاه همدید با پایگاه داده- بارش آفرو دیت و با استفاده از آماره ریشه متوسط مربع خطا (RMSE) ارزیابی شده است؛ جدول ۱ نتایج آن را نشان می‌دهد. با توجه به جدول ۱، مقادیر این شاخص برای اغلب پیمونگاه‌ها کمتر از ۱۰ است. بنابراین، داده‌های آفرو دیت قابلیت اطمینان مناسبی برای استفاده دارند و فقط برای پیمونگاه‌های شمالی ایران مانند انزلی، رشت، رامسر، و بابلسر شاخص نزدیک ۱۰ است؛ ولی برای پیمونگاه‌های واقع در فلات داخلی ایران مقادیر حتی کمتر از ۳ است. این مقدار خطا هم ناشی از اختلاف

1. Stepwise
2. Forward selection
3. Backward elimination
4. Mean Absolute Error
5. Root Mean Square Error

فاصلهٔ پیمونگه از یاخته‌هاست، زیرا یاخته دقیقاً مطابق بر پیمونگه نیست. بایستی به این امر نیز توجه کرد که بارش فراسنجی سرکش است و دگرگونی آن در زمان و مکان بیش از سایر فراسنج‌هاست.

جدول ۱. مقادیر شاخص ریشهٔ متوسط مربع خطا (RMSE) بین داده‌های آفرودیت و پیمونگه‌های هم‌دید منتخب

پیمونگه	RMSE	پیمونگه	RMSE	پیمونگه	RMSE	پیمونگه	RMSE
آبادان	۲/۱۵	بوشهر	۳/۲۳	مشهد	۲/۲۳	شاهرود	۱/۷۵
اهواز	۲/۷۳	اصفهان	۱/۰۸	ارومیه	۲/۷۵	شیراز	۲/۷۴
انزلی	۱۱/۵۳	قزوین	۲/۵۰	رامسر	۱۰/۳۶	تبریز	۲/۳۵
اراک	۲/۶۳	گرگان	۴/۱۲	رشت	۸/۱۰	تهران	۲/۰۹
بابلسر	۷/۵۷	همدان نوژه	۲/۱۴	سبزوار	۱/۶۲	تربت حیدریه	۲/۰۲
بم	۰/۸۶	کرمانشاه	۲/۹۵	سقز	۳/۴۶	یزد	۱/۵۰
بندر عباس	۳/۰۲	خرم آباد	۳/۱۱	سنندج	۲/۸۸	زاهدان	۱/۰۸
بیرجند	۱/۴۷	خوی	۲/۳۱	شهرکرد	۲/۴۷	زنجان	۲/۱۶

جدول ۲ برخی از مشخصات روزهای بارش ایران را نشان می‌دهد. میانگین روزهای بارش ایران بر اساس برون‌داده‌های پایگاه داده- بارش آفرودیت ۳۸ روز با ضریب دگرگونی مکانی ۵۷/۸۸ درصد خود شاهدهی آشکار از تنوع مکانی بارش دریافتی در ایران است. کشیدگی ارائه‌شدهٔ جدول ۲ نیز دلیل دیگری از تفاوت مکانی بارش است. اختلاف مکانی زیاد روزهای بارشی در ایران را باید با نواحی مجاوری که از تباین آب و هوای بسیار زیادی برخوردارند (مثل دامنه‌های شمالی- جنوبی البرز و دامنه‌های شرقی و غربی زاگرس) (عساکره، ۱۳۸۷) مرتبط دانست. مثلاً از متوسط روزهای بارشی کمتر از ۳۰ روز در دل کویرهای سمنان تا مناطقی با ۱۴۷ روز بارش (بندر انزلی) کمتر از ۴۵۰ کیلومتر فاصله وجود دارد؛ که نشان‌دهندهٔ تعامل عمیق و پیچیدهٔ سازوکار روزهای بارشی در ایران است.

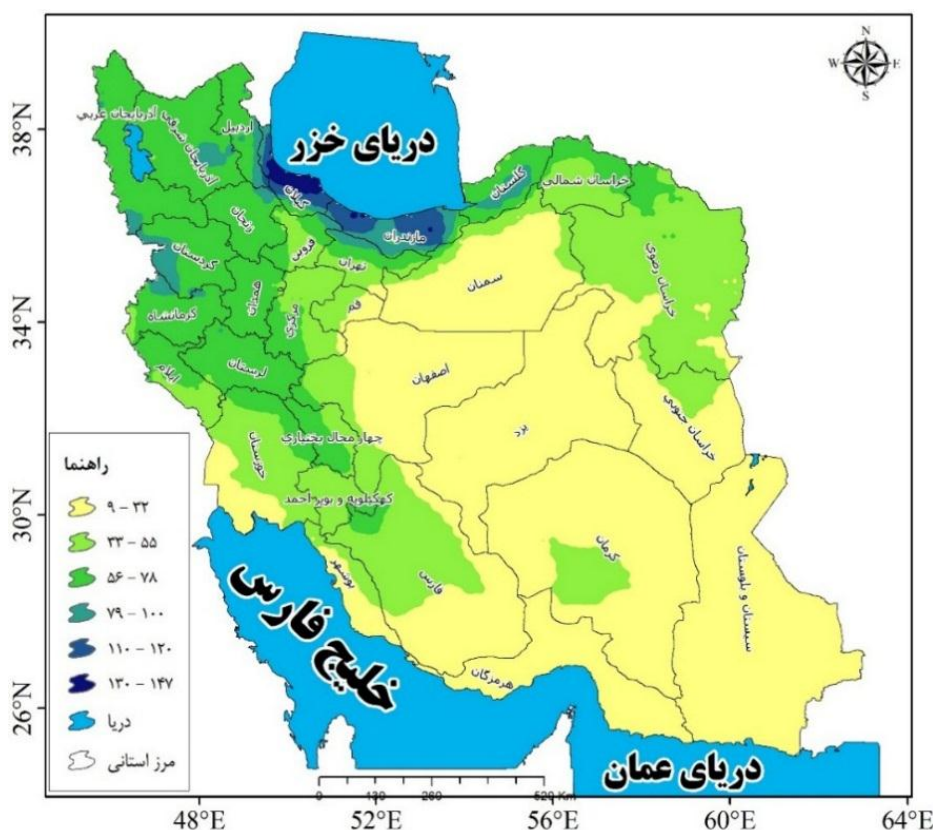
جدول ۲. شاخص‌های مکانی روزهای بارش سالانهٔ ایران

فراسنج	ارزش	فراسنج	ارزش
میانگین	۳۸/۳۵	چولگی	۱/۲۷
انحراف از میانگین	۰/۴۴	کشیدگی	۱/۸۷
میانه	۳۰/۸۴	دامنهٔ دگرگونی	۱۳۷/۹۱
مد	۱۹/۰۵	کمینه	۹/۲۵
انحراف معیار	۲۲/۲۰	بیشینه	۱۴۷/۱۶
واریانس	۴۹۳/۲۶	ضریب دگرگونی	۵۷/۸۸

از یک سو، تفاوت مکانی بارش و به تبع آن روزهای بارشی در ایران به طبیعت رفتار مکانی بارش بازمی‌گردد که اساساً فراسنجی سرکش است و دگرگونی مکانی شدیدی از خود نشان می‌دهد؛ از سوی دیگر، تنوع منشأ بارش در نقاط گوناگون ایران سبب شده است تا در هر منطقه مقدار ریزش‌ها و زمان بارش متفاوت باشد (مسعودیان، ۱۳۹۰: ۹۴). چولگی ارائه‌شده در جدول ۲ نشان می‌دهد که توزیع مکانی بارش چوله به راست است؛ یعنی نواحی کم‌بارش بیش از نواحی پُر بارش است. سامانه‌های بارش‌زا، با توجه به شرایط دینامیک و ترمودینامیک و بسته به موقعیت جغرافیایی خود،

در برخورد با شرایط متفاوت محلی می‌توانند نواحی بارشی متفاوتی ایجاد کنند (غیور و همکاران، ۱۳۹۰: ۱۹). بنابراین، مقدار بارش دارای فراسنج‌های آماری متفاوتی خواهد بود.

شکل ۲ توزیع روزهای بارش را در گستره ایران نشان می‌دهد. این نقشه- چنان که مسعودیان (۱۳۸۸: ۷۹) بیان کرده- به خوبی نشان می‌دهد که هرچند مقدار بارش تا اندازه‌ای به ناهمواری‌ها وابسته است، زمان دریافت بارش بیشتر آرایش مداری دارد و به پیشروی و پسروی سامانه‌های همسایه وابستگی دارد. همچنین، این نقشه نشان می‌دهد که اگر چارک سوم تعداد روزهای بارشی ایران را مرز مناطق پُربارش در نظر بگیریم، فقط ۲۱/۲۸ درصد از کل مساحت ایران- که عمدتاً نواحی غربی ایران و ناحیه خزری را دربر می‌گیرد- جزو نواحی پُربارش ایران به‌شمار می‌آیند.



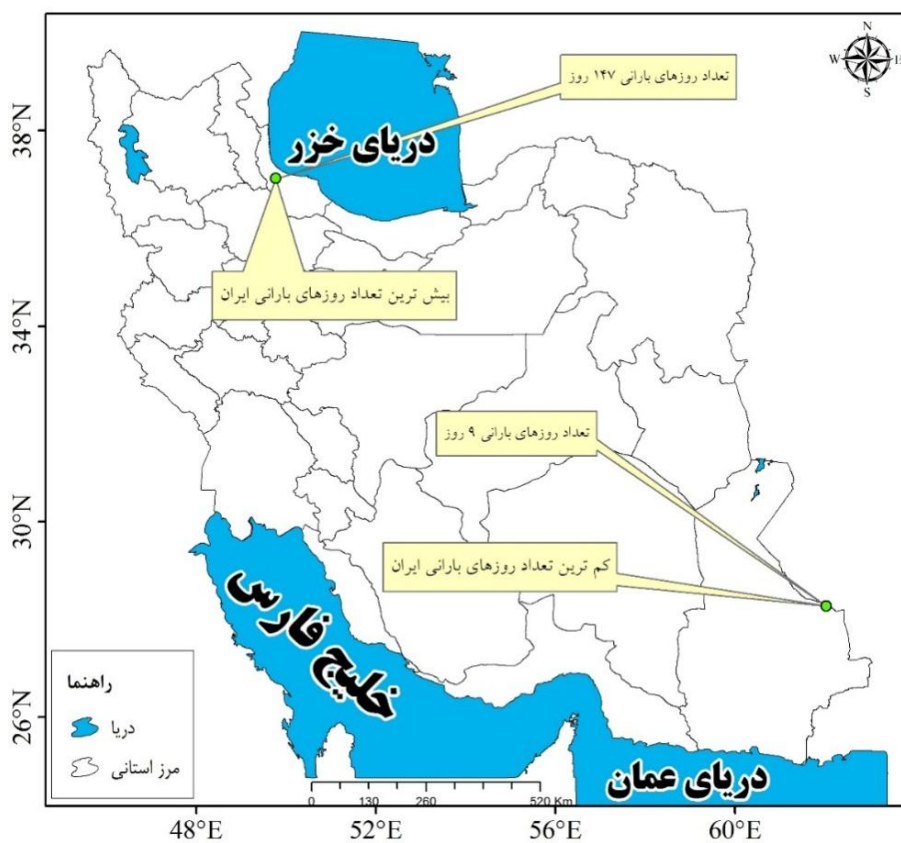
شکل ۲. توزیع مکانی تعداد روزهای بارش سالانه ایران

همان‌طور که در جدول ۲ نیز مشخص است، تعداد روزهای بارانی بین ۹ تا ۱۴۷ روز متغیر است. میانگین تعداد روزهای بارانی ایران نیز ۳۸ روز است و درعین‌حال تعداد روزهای بارانی ۶۲/۳۶ درصد از گستره کشور از ۳۸ روز کمتر است. پُرباران‌ترین منطقه ایران از لحاظ تعداد روزهای بارانی با ۱۴۷ روز در جنوب غرب دریای خزر (۳۲ کیلومتری جنوب غرب پیمونگاه همدید بندرانزلی) واقع شده است. به همین ترتیب، کمترین تعداد روزهای بارانی ایران با ۹ روز در جنوب شرق ایران (۱۱۶ کیلومتری شرق پیمونگاه همدید خاش) قرار دارد. جدول ۳ و شکل ۳ مختصات و موقعیت دقیق کمینه و بیشینه روزهای بارانی ایران را نشان می‌دهد. این نقشه- چنانچه علیجانی (۱۳۸۹: ۱۱۲) اذعان کرده- نشان می‌دهد که بیشترین تعداد روزهای بارانی ایران در سواحل جنوب غرب دریای خزر اتفاق می‌افتد و با مرکز بیشینه انزلی با ۱۱۵ روز و کمینه روزهای بارانی در منتهی‌الیه جنوب شرق کشور (کمتر از ۱۰ روز در سال) همخوانی دارد. تفاوتی که در تعداد روزهای بیشینه بارانی به چشم می‌خورد، با توجه به تعداد سال‌ها و پیمونگاه‌های که علیجانی (۱۳۸۹) بررسی کرده است، توجیه‌پذیر است. نتایج ارائه‌شده از تعداد کمینه، بیشینه، و متوسط تعداد روزهای بارانی ایران در پژوهش حاضر با مطالعات

مسعودیان (۱۳۹۰: ۱۰۷) - که بر روی آب و هوا ایران انجام داده است - از نظر مکانی و کمینه روزهای بارانی همخوانی دارد. بنابراین، تفاوتی که در تعداد متوسط و بیشینه روزهای بارانی پژوهش حاضر با مطالعات علیجانی (۱۳۸۹) و مسعودیان (۱۳۹۰) وجود دارد مربوط است به پایگاه داده‌های مورد استفاده در پژوهش‌های پیشین است. از آنجا که مسعودیان (۱۳۹۰) از پایگاه داده اسفزاری^۱ استفاده کرده است، تفاوت حاضر توجیه‌پذیر است. ذکر این نکته لازم است که این پایگاه با ۱۴۳۷ پیمونگاه همدید، باران‌سنجی، و آب و هوایی با دوره آماری ۱۹۶۱ تا ۲۰۰۴ میلادی است و از این نظر با پایگاه داده پژوهش حاضر (آفرودیت) با ۲۴۹۷ گرگه‌گاه و با طول دوره آماری (۱۹۵۱-۲۰۰۷) متفاوت است.

جدول ۳. مشخصات روزهای کمینه و بیشینه بارانی ایران

نوع فراسنج	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (متر)
کمینه روزهای بارانی	۶۲,۳۷۵	۲۸,۳۷۵	۶۰۰
بیشینه روزهای بارانی	۴۹,۱۲۵	۳۷,۳۷۵	۵۳



شکل ۳. موقعیت مکانی بیشینه و کمینه روزهای بارانی ایران

همان‌طور که پیش‌تر بیان شد، تعداد روزهای بارانی ۶۲,۳۶ درصد از گستره کشور از ۳۸ روز کمتر است. از این لحاظ می‌توان ایران را به دو بخش متمایز تقسیم کرد: یک قلمرو وسیع (۶۸,۳۶ درصد) با متوسط تعداد روزهای بارانی ۲۵/۵ و یک قلمرو کوچک‌تر (۳۱,۶۳ درصد) با متوسط ۶۶/۱۱ روز. شکل ۴ این دو پهنه را نشان می‌دهد. در شکل ۴

۱. این پایگاه را دکتر سید ابوالفضل مسعودیان در دانشگاه اصفهان تهیه کرده است و شامل سنج‌های هواشناسی نظیر دما، بارش، رطوبت جوی، و برخی عناصر آب و هوایی دیگر است.

پهنه‌ای با نام ۱ مناطقی است با تعداد روزهای بارانی کم و پهنه‌ای با نام ۲ مناطقی است با تعداد روزهای بارانی زیاد. شکل ۴ نقش ارتفاعات شمالی و غربی (البرز و زاگرس) را به خوبی نشان می‌دهد. در شکل ۴ به خوبی اثر دامنه‌های بادپناه و بادگیر زاگرس (صفرراد و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۵۸؛ عساکره، ۱۳۸۷: ۴۱) و همچنین نواحی مجاوری که از تباین آب و هوای برخوردارند مثل دامنه‌های شمالی- جنوبی البرز و دامنه‌های شرقی- غربی زاگرس آشکار شده‌اند.



شکل ۴. روزهای بارانی با تقسیم‌بندی دوپهنه‌ای

به همین ترتیب، اگر ایران را به سه پهنه تقسیم کنیم (شکل ۶)، میانگین تعداد روزهای بارانی پهنه ۱- که نماینده مناطق کم‌بارش ایران است- ۲۵/۵۰ روز با ۶۸/۳۶ درصد مساحت کشور است و میانگین تعداد روزهای بارانی پهنه ۲- که بیشتر در مناطق کوهپایه‌ای و بادپناهی واقع شده‌اند- ۵۷ روز بارانی است و ۲۰/۵۱ درصد از گستره ایران را تشکیل می‌دهد. و نهایتاً میانگین تعداد روزهای بارانی پهنه ۳- که نماینده مناطق بارشی کوهستانی ایران است- با متوسط ۸۲/۸۰ روز بارانی ۱۱/۲۰ درصد از کل مساحت ایران را فرامی‌گیرد. همان‌طور که در شکل ۴ نیز مشخص است، تقسیم‌بندی ایران به سه پهنه هرچند مرز نواحی بارشی اصلی را تا حدودی نشان می‌دهد، نتوانسته ساختار روزهای بارشی ایران را به خوبی ترسیم کند. به همین دلیل، در مرحله بعد ایران به چهار پهنه تقسیم شد (شکل ۶)؛ که این بار میانگین تعداد روزهای بارانی پهنه ۱، ۱۷/۶۳ روز با مساحت ۲۷/۸۲ درصد است. این تقسیم‌بندی به خوبی توانسته است مناطقی با تعداد روزهای بارانی کم را نمایان کند. در این پهنه کمینه تعداد روزهای بارانی ۹ روز است؛ در جدول ۳ و شکل ۳ توضیحات و مختصات آن آمده است و بیشینه روزهای بارانی با ۲۲ روز در جنوب پیمونگاه همدید کهنوج در استان کرمان واقع است. میانگین تعداد روزهای بارانی پهنه ۲، ۳۰/۹۱ روز است و ۴۰/۵۴ درصد از گستره ایران را شامل می‌شود. میانگین تعداد روزهای بارانی پهنه ۳ با ۵۷/۰۷ روز- که نماینده آب و هوا بارشی کوهپایه‌ای ایران نیز هست، ۲۰/۵۱ درصد از مساحت ایران را تشکیل می‌دهد. میانگین تعداد روزهای بارانی پهنه ۴، ۸۲/۸۰ روز است؛ این تقسیم‌بندی که می‌توان آن را آب و هوا بارشی کوهستانی ایران نام‌گذاری کرد، ۱۱/۱۲ درصد مساحت پهنه ۴ و ایران را تشکیل می‌دهد. بزرگ‌ترین اشکال تقسیم‌بندی ایران به چهار پهنه روزهای بارانی این است که کل سواحل شمالی، بخشی از شمال خراسان شمالی، شمال غرب، و ارتفاعات غرب در یک گروه قرار گرفته‌اند. سازوکار بارشی و تعداد روزهای بارانی غرب و جنوب غرب دریای خزر تفاوت‌های فاحشی با مناطق شرقی دریای خزر دارد؛ در صورتی که در تقسیم‌بندی ایران به چهار گروه کلیه مناطق نام‌برده در یک گروه قرار گرفته‌اند. پس این تقسیم‌بندی نیز نمی‌تواند واقعیت آب و هوا بارشی ایران و به تبع آن روزهای بارانی را

مشخص کند. به این ترتیب، اگر روزهای بارانی ایران را به پنج گروه تقسیم کنیم (شکل ۶)، تا حدودی تقسیم‌بندی پذیرفته‌تری خواهد بود؛ زیرا مناطق شمالی و غرب دریای خزر پهنة مجزایی تشکیل داده‌اند. بزرگ‌ترین عیب این تقسیم‌بندی قرارگرفتن ارتفاعات کرمان با ایران مرکزی و سواحل جنوبی در یک گروه است. زیرا بر اساس مطالعات ارزشمند علیجانی (۱۳۸۹) و مسعودیان (۱۳۸۸؛ ۱۳۹۰) بر روی آب و هوای ایران، این مناطق دارای سازوکار بارشی متفاوتی می‌باشند و این امر به خوبی با حقیقت آب و هوا منطقه نیز سازگاری دارد. از نقاط ضعف دیگری که در این تقسیم‌بندی به وضوح درخور بررسی است قرارگرفتن زاگرس جنوبی و ارتفاعات خراسان جنوبی در یک پهنة با پهنة روزهای بارشی ایران مرکزی است؛ این امر با واقعیت آب و هوای این مناطق همخوانی ندارد. بررسی این نقشه با واقعیت آب و هوای بارشی ایران و آنچه مسعودیان (۱۳۸۸؛ ۸۹) در دارنمای بارشی ایران، که بر روی ۵۲۱۴ یاخته بارشی ایران انجام داده است، همخوانی ندارد. پس تقسیم‌بندی روزهای بارشی ایران به پنج پهنة نیز نمی‌تواند گویای نواحی روزهای بارانی گستره ایران زمین باشد. جدول ۴ اطلاعات تقسیم‌بندی ایران به پنج پهنة بارشی را نشان می‌دهد.

جدول ۴. اطلاعات تقسیم‌بندی روزهای بارانی ایران به پنج پهنة

پهنة	روزهای بارانی	مساحت پهنة %	پهنة	روزهای بارانی	مساحت پهنة %
پهنة ۱	۱۷,۶۳	۲۷,۸۲	پهنة ۴	۷۷,۸۷	۹,۹۹
پهنة ۲	۳۰,۹۱	۴۰,۵۴	پهنة ۵	۱۲۶,۶۵	۱,۲۴
پهنة ۳	۵۷,۰۷	۲۰,۵۱			

نتایج حاصل از تحلیل خوشه‌ای به روش وارد نشان می‌دهد که بهترین تقسیم‌بندی برای روزهای بارانی ایران تقسیم ایران به شش پهنة است.

از روش رگرسیون گام به گام برای بررسی نقش مولفه‌های جغرافیایی (طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع) در میزان تعداد روزهای بارانی در هر پهنة استفاده شد و طول جغرافیایی مهم‌ترین عامل شناخته شد؛ بدین معنی که مسیر سامانه‌های باران‌زا در ایران از غرب به شرق است، بنابراین، هرچه به طرف غرب حرکت کنیم تعداد روزهای بارانی افزایش می‌یابد. در پهنة شمال کشور در سواحل دریای خزر نیز نقش ارتفاع از سایر متغیرها مهم‌تر است. با افزایش ارتفاع تعداد روزهای بارانی کاهش زیادی دارد.

برای گزینش خوشه‌ها نیز از نگرش‌های درون‌سویی و برون‌سویی استفاده شد. به طوری که اگر تعداد خوشه‌ها خیلی کم باشد، واقعیت تفاوت پهنة‌های تعداد روزهای بارانی مشخص نخواهد شد و اگر تعداد خوشه‌ها بیش از اندازه باشد، تفسیر آن مشکل است. بنابراین، تعداد خوشه‌ها بر اساس پهنة مورد نظر، شناخت، و ارزیابی آب و هوا ایران انتخاب شد. برای تمایز پهنة‌ها از آزمون آماری ANOVA و آماره توکی استفاده شد (جدول‌های ۵ و ۶). اختلاف میانگین معنی‌دار بود، بنابراین، گروه‌های ارائه‌شده برای روزهای بارانی ایران معنی‌دار بود. از طرفی، تعداد زیاد گروه‌ها تفسیر را مشکل خواهد کرد و تعداد کم آن‌ها اختلاف روزهای بارانی را نشان نخواهد داد. بنابراین، انتخاب گروه‌ها از طرفی جنبه برون‌سویی دارد و از طرفی دیگر ویژگی درون‌سویی (جدول ۷). نتایج تحلیل آماری ANOVA در سطح ۰.۰۵ درصد است؛ بر این اساس، می‌توان اذعان کرد که اختلاف معنی‌دار است.

جدول ۵. نتایج تحلیل آمون ANOVA برای تعداد روزهای بارانی ایران

سطح معنی داری	F آماره	متوسط مربعات	درجه آزادی	مجموع مربعات
۰/۰۰	۹۱۹۶/۵۵	۲۳۳۰۵۳/۴۱	۵/۰۰	۱۱۶۵۲۶۷/۰۳
		۲۵/۳۴	۲۴۸۵/۰۰	۶۲۹۷۳/۳۹
			۲۴۹۰/۰۰	۱۲۲۸۲۴۰/۴۳

جدول ۶. زیرمجموعه‌های همگن آمون ANOVA آماره Tukey (میانگین هارمونیک حجم نمونه)

پهنه‌های روزهای بارانی	تعداد	سطح معنی داری زیرمجموعه‌های آلفا = ۰/۰۵					
		۱	۲	۳	۴	۵	۶
۱	۶۹۳	۱۷/۶۳					
۲	۶۹۷		۲۷/۵۴				
۳	۳۱۳			۳۸/۴۲			
۴	۵۱۱				۵۷/۰۷		
۵	۴۴					۷۷/۸۸	
۶	۲۸						۱۲۶/۶۵
سطح معنی داری		۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰

جدول ۷. مقایسه‌های چندگانه پهنه‌های روزهای بارانی ایران با استفاده از آمون ANOVA آماره Tukey (میانگین هارمونیک حجم نمونه)

پهنه‌های روزهای بارانی		اختلاف میانگین (I-J)	خطای انحراف معیار	سطح معنی داری	فاصله اطمینان ۹۵٪	
					کران پایین	کران بالا
۱	۲	-۹,۹۱۱۱۴*	۰,۲۷	۰,۰۰	-۱۰,۶۸	-۹,۱۴
	۳	-۲۰,۷۸۳۸۱*	۰,۳۴	۰,۰۰	-۲۱,۷۶	-۱۹,۸۱
	۴	-۳۹,۴۳۸۶۵*	۰,۲۹	۰,۰۰	-۴۰,۲۸	-۳۸,۶۰
	۵	-۶۰,۲۴۳۱۲*	۰,۳۷	۰,۰۰	-۶۱,۳۰	-۵۹,۱۸
	۶	-۱۰۹,۰۱۹۶۶*	۰,۹۷	۰,۰۰	-۱۱۱,۷۹	-۱۰۶,۲۵
۲	۱	۹,۹۱۱۱۴*	۰,۲۷	۰,۰۰	۹,۱۴	۱۰,۶۸
	۳	-۱۰,۸۷۲۶۷*	۰,۳۴	۰,۰۰	-۱۱,۸۵	-۹,۹۰
	۴	-۲۹,۵۲۷۵۱*	۰,۲۹	۰,۰۰	-۳۰,۳۶	-۲۸,۶۹
	۵	-۵۰,۲۳۱۹۸*	۰,۳۷	۰,۰۰	-۵۱,۳۹	-۴۹,۲۷
	۶	-۹۹,۱۰۸۵۳*	۰,۹۷	۰,۰۰	-۱۰۱,۸۸	-۹۶,۳۴
۳	۱	۲۰,۷۸۳۸۱*	۰,۳۴	۰,۰۰	۱۹,۸۱	۲۱,۷۶
	۲	۱۰,۸۷۲۶۷*	۰,۳۴	۰,۰۰	۹,۹۰	۱۱,۸۵
	۴	-۱۸,۶۵۴۸۴*	۰,۳۶	۰,۰۰	-۱۹,۶۹	-۱۷,۶۲
	۵	-۳۹,۴۵۹۳۱*	۰,۴۳	۰,۰۰	-۴۰,۶۸	-۳۸,۲۴
	۶/۰۰	-۸۸,۲۳۵۸۶*	۰,۹۹	۰,۰۰	-۹۱,۰۷	-۸۵,۴۰

ادامه جدول ۷. مقایسه‌های چندگانه پهنه‌های روزهای بارانی ایران با استفاده از آزمون ANOVA آماره Tukey (میانگین هارمونیک حجم نمونه)

۴	۱	۳۹,۴۳۸۶۵*	۰,۲۹	۰,۰۰	۳۸,۶۰	۴۰,۲۸
	۲	۲۹,۵۲۷۵۱*	۰,۲۹	۰,۰۰	۲۸,۶۹	۳۰,۳۶
	۳	۱۸,۶۵۴۸۴*	۰,۳۶	۰,۰۰	۱۷,۶۲	۱۹,۶۹
	۵	-۲۰,۸۰۴۴۷*	۰,۳۹	۰,۰۰	-۲۱,۹۱	-۱۹,۶۹
	۶	-۶۹,۵۸۱۰۲*	۰,۹۸	۰,۰۰	-۷۲,۳۷	-۶۶,۷۹
۵	۱	۶۰,۲۴۳۱۲*	۰,۳۷	۰,۰۰	۵۹,۱۸	۶۱,۳۰
	۲	۵۰,۳۳۱۹۸*	۰,۳۷	۰,۰۰	۴۹,۲۷	۵۱,۳۹
	۳	۳۹,۴۵۹۳۱*	۰,۴۳	۰,۰۰	۳۸,۲۴	۴۰,۶۸
	۴	۲۰,۸۰۴۴۷*	۰,۳۹	۰,۰۰	۱۹,۶۹	۲۱,۹۱
	۶	-۴۸,۷۷۶۵۴*	۱,۰۰	۰,۰۰	-۵۱,۶۴	-۴۵,۹۱
۶	۱	۱۰۹,۰۱۹۶۶*	۰,۹۷	۰,۰۰	۱۰۶,۲۵	۱۱۱,۷۹
	۲	۹۹,۱۰۸۵۲*	۰,۹۷	۰,۰۰	۹۶,۳۴	۱۰۱,۸۸
	۳	۸۸,۲۳۵۸۶*	۰,۹۹	۰,۰۰	۸۵,۴۰	۹۱,۰۷
	۴	۶۹,۵۸۱۰۲*	۰,۹۸	۰,۰۰	۶۶,۷۹	۷۲,۳۷
	۵	۴۸,۷۷۶۵۴*	۱,۰۰	۰,۰۰	۴۵,۹۱	۵۱,۶۴

جدول ۸. اطلاعات تقسیم‌بندی روزهای بارانی ایران به شش پهنه

پهنه	روزهای بارانی	مساحت پهنه %	پهنه	روزهای بارانی	مساحت پهنه %
پهنه ۱	۱۷,۶۳	۲۷,۸۲	پهنه ۴	۵۷,۰۷	۲۰,۵۱
پهنه ۲	۲۷,۵۴	۲۷,۹۸	پهنه ۵	۷۷,۸۷	۹,۹۹
پهنه ۳	۳۸,۴۱	۱۲,۵۶	پهنه ۶	۱۲۶,۶۵	۱,۱۲۴

بر اساس اطلاعات مندرج در جدول ۸ و شکل ۶، پهنه ۶- که نماینده روزهای بارانی خیزی است- با ۱۲۶ روز بیشترین تعداد روزهای بارانی ایران و پهنه ۱- که نماینده آب و هوا کویری و خشک ایران است- با متوسط روزهای بارانی ۱۷ روز کمترین تعداد روزهای بارانی را به خود اختصاص داده است. منطقه دوم بیشینه روزهای بارش، که در شکل ۶ با شماره ۵ مشخص شده است، در شمال غرب ایران در شرق ارتفاعات سه‌پند و جنوب سیلان با بیشینه ۹۲ روز مشاهده می‌شود. باید در نظر داشت که در شمال غرب ایران از غرب به شرق با افزایش ارتفاع روند بارش کاهش می‌یابد (عساکره و رزمی، ۱۳۹۱: ۱۵۵). قطب دیگر این بیشینه با تفاوت نه‌چندان زیاد در غرب ایران روی ارتفاعات زاگرس مشاهده می‌شود. مرکز این بیشینه با تعداد روزهای بارانی ۹۰ روزه در جنوب پیمونگاه همدید مریوان در استان کردستان است و به سمت جنوب تا شمال استان کرمانشاه و لرستان کشیده شده است. در این منطقه فراوانی روزهای بارش با ناهمواری مطابقت دارد و تقریباً در دو طرف دامنه از مقدار آن کاسته می‌شود (علیچانی، ۱۳۸۹: ۱۱۲). باید توجه داشت که این پهنه (شماره ۵) در زاگرس از نظر تعداد روزهای بارانی با مناطق شمالی و شمال غرب تفاوت دارد، زیرا بر روی زاگرس توده‌های کوهستانی جریان‌های غربی را به‌ناچار وادار به صعود می‌سازد (مسعودیان، ۱۳۹۰: ۱۰۷) و همین دلیل عاملی اساسی برای تعداد روزهای بارانی بیشتر این منطقه از ایران است. این پهنه بارشی، که با شماره ۵ در شکل نشان داده شده است، در شرق دریای خزر تا مراوه‌تپه در استان گلستان کشیده شده است. روزهای بارشی در گرگان به ۸۲ روز و در مراوه‌تپه به ۶۶ روز می‌رسد. ادامه همین پهنه با یک گسستگی در شمال قوچان با بیشینه ۶۴ روز نمایان شده است.

پهنه ۴ با متوسط ۵۷ روز بارانی می‌تواند نماینده خوبی برای مناطق بارشی کوهپایه‌ای ایران باشد. این پهنه بخش اعظم استان‌های قزوین، مرکزی، کهگیلویه و بویراحمد، چهارمحال و بختیاری، جنوب استان ایلام، منتهی‌الیه شرقی استان اصفهان به نمایندگی پیمونگه‌های همدید گلپایگان و داران، شمال استان تهران و همچنین بخش‌هایی از استان‌های قم (در غرب)، خوزستان در شمال و شرق سواحل خزر را در بر گرفته است. پهنه ۳ به صورت نواری بین مناطق پُربارش و کم‌بارش داخلی ایران قرار گرفته است. این پهنه به خوبی نقش ارتفاعات را بر پیکره بارشی ایران آشکار می‌کند. باین‌حال، قطب اصلی بارشی این پهنه ارتفاعات لاله‌زار در استان کرمان با بیشینه ۷۷ روز است. سازوکار اصلی این بیشینه بارشی در این نقطه از ایران را باید با فرایند کوه‌بارش (مسعودیان، ۱۳۹۰: ۹۷) مرتبط دانست. پهنه ۲- نماینده مناطق کم‌بارش ایران- با متوسط روزهای بارانی ۲۷ روز است. این پهنه ۲۷/۹۸٪ مساحت ایران را فراگرفته است. این پهنه از ایران به دلیل موقعیت بادپناهی که از رشته‌کوه زاگرس ناشی می‌شود تعداد روزهای بارانی کمی دارد (مسعودیان، ۱۳۹۰: ۱۰۵). پهنه ۶ با ۲۷/۸۲ درصد از مساحت ایران و متوسط تعداد روزهای بارانی ۱۷ روز فقیرترین منطقه ایران به جهت دریافت نزولات آسمانی است. همان‌طور که پیش‌تر نیز بیان شد، کمترین تعداد روزهای بارانی ایران نیز در این منطقه واقع شده است. آنچه باعث این فقر اساسی شده عبارت است از موقعیت بادپناهی در چاله شرقی کشور از دشت کویر تا چاله‌های جازموریان و نداشتن عامل صعود در جنوب شرق و سواحل دریای عمان (علیچانی، ۱۳۸۹: ۱۱۲). در کل نباید نقش سامانه‌های جوی را در فراوانی روزهای بارانی نادیده انگاشت. چند نقش مؤثر این نوع از سامانه‌ها عبارت است از: سامانه پُرفشار سبیری در جنوب غرب دریای خزر و دوربودن از پُرفشار جنب حاره آזור (علیچانی، ۱۳۸۹: ۱۱۲)؛ پیشروی و پسروی بادهای غربی (مسعودیان، ۱۳۹۰: ۱۰۷)؛ سامانه کم‌فشار سودانی و سامانه ترکیبی سودانی و مدیترانه‌ای در منطقه کرمان (امیدوار، ۱۳۸۰: ۵۸)؛ نقش فرود دریای سرخ و کم‌فشار دریای سرخ بر بارش‌های خاورمیانه و ایران (مفیدی، ۱۳۸۳: ۷۷).

رابطه بین تعداد روزهای بارانی با طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا در پهنه‌های شش‌گانه روزهای بارانی با استفاده از روش رگرسیون گام‌به‌گام در جدول ۹ و اعتبار مدل و سطح معناداری متغیرهای مستقل در جدول ۱۰ ارائه شده است.

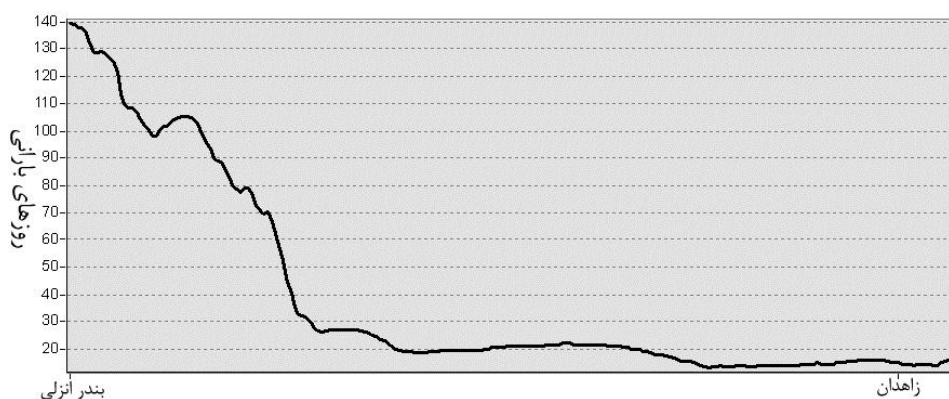
جدول ۹. رابطه بین تعداد روزهای بارانی با طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا

عامل مهم	رابطه وایازی	R	R ²	پهنه بارشی	ایران پهنه‌های بارشی
کل ایران	$0.003(H) + 2.73(Lat) + 56.274 - 2.041(Lon)$	۰/۷۵۸	۰/۵۷۵		
طول جغرافیایی				پهنه ۱	
طول جغرافیایی	$0.002(H) + 0.373(Lat) - 61.179 - 0.596(Lon)$	۰/۵۰۷	۰/۲۵۷	پهنه ۲	
-	$19.397 + 0.256(Lat)$	۰/۲۱۵	۰/۰۴۶	پهنه ۳	
عرض جغرافیایی	$39.789 - 0.228(Lon) + 0.338(Lat)$	۰/۳۰۵	۰/۰۹۳	پهنه ۴	
طول جغرافیایی	$58.786 - 0.69(Lon) + 0.856(Lat) + 0.002(H)$	۰/۶۰۰	۰/۳۶۱	پهنه ۵	
طول جغرافیایی	$-12.720 + 1.204(Lon) + 0.883(Lat)$	۰/۴۰۹	۰/۱۶۷	پهنه ۶	
ارتفاع	$247.532 - 2.307(Lon) - 0.006(H)$	۰/۷۲۷	۰/۵۲۹		

همان‌طور که در جدول ۹ نیز مشخص است، به استثنای پهنه ششم، که ارتفاع عامل مهم برای نزول بارش است، در سایر پهنه‌ها طول جغرافیایی مهم‌ترین عامل شناسایی شد. جدول ۱۰ اعتبار مدل و سطح معناداری متغیرهای مستقل و مقادیر ثابت را نشان می‌دهد. همان‌طور که پیداست، سطح معنی‌داری تمامی پارامترها کمتر از ۰/۰۵ درصد است؛ بر این اساس، می‌توان به دقت و صحت مدل‌های ارائه‌شده مطمئن بود.

جدول ۱۰. ضرایب مدل وایزی مورد استفاده برای شش پهنه بارشی ایران

سطح معنی‌داری	T	ضرایب استاندارد شده (B)	ضرایب استاندارد نشده		پهنه بارشی	
			خطای استاندارد	B		
۰/۰۰۰	۱۴/۷۸۳	-	۴/۱۳۸	۶۱/۱۷۹	مقدار ثابت	پهنه ۱
۰/۰۰۰	-۱۱/۷۲۳	-۰/۴۹۰	۰/۰۵۱	-۰/۵۹۶	طول جغرافیایی	
۰/۰۰۰	۱۰/۲۶۹	۰/۳۶۴	۰/۰۰۰	۰/۰۰۲	ارتفاع	
۰/۰۰۰	-۶/۶۷۱	-۰/۲۹۶	۰/۰۵۶	-۰/۳۷۳	عرض جغرافیایی	پهنه ۲
۰/۰۰۰	۱۳/۷۹۴	-	۱/۴۰۶	۱۹/۳۹۷	مقدار ثابت	
۰/۰۰۰	۵/۸۱۶	۰/۲۱۵	۰/۰۴۴	۰/۲۵۶	عرض جغرافیایی	پهنه ۳
۰/۰۰۰	۱۴/۲۳۸	-	۲/۷۹۵	۳۹/۷۸۹	مقدار ثابت	
۰/۰۰۰	۴/۸۰۰	۰/۲۸۲	۰/۰۷۱	۰/۳۳۸	عرض جغرافیایی	پهنه ۴
۰/۰۰۰	-۴/۴۹۱	-۰/۲۷۰	۰/۰۵۰	-۰/۲۲۸	طول جغرافیایی	
۰/۰۰۰	۱۴/۰۲۹	-	۴/۱۹۰	۵۸/۷۸۶	مقدار ثابت	پهنه ۵
۰/۰۰۰	-۱۳/۹۹۱	-۰/۴۹۸	۰/۰۴۹	-۰/۶۹۱	طول جغرافیایی	
۰/۰۰۰	۹/۰۸۷	۰/۳۳۲	۰/۰۹۴	۰/۸۵۶	عرض جغرافیایی	
۰/۰۰۰	۶/۲۹۶	۰/۲۳۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۲	ارتفاع	پهنه ۶
۰/۳۹۴	-۰/۸۵۴	-	۱۴/۸۹۱	-۱۲/۷۲۰	مقدار ثابت	
۰/۰۰۰	۶/۴۹۱	۰/۳۷۸	۰/۱۸۵	۱/۲۰۴	طول جغرافیایی	پهنه ۷
۰/۰۰۰۷	۲/۷۱۸	۰/۱۵۸	۰/۳۲۵	۰/۸۸۳	عرض جغرافیایی	
۰/۰۰۰	۵/۹۷۳	-	۴۱/۴۳۹	۲۴۷/۵۳۲	مقدار ثابت	پهنه ۸
۰/۰۰۰۳	-۳/۲۵۴	-۰/۴۷۶	۰/۰۰۲	-۰/۰۰۶	ارتفاع	
۰/۰۱۰	-۲/۷۹۳	-۰/۴۰۹	۰/۸۲۶	-۲/۳۰۷	طول جغرافیایی	



شکل ۵. نیمرخ روزهای بارشی ایران از انزلی تا زاهدان

به‌طور کلی اگر نیمرخ از پُربارش‌ترین نقطه ایران (بندر انزلی) به کم‌بارش‌ترین منطقه ایران (جنوب زاهدان) ترسیم کنیم، به‌خوبی کاهش تعداد روزهای بارانی و نقش سامانه‌های همید و سایر سازوکارهای بارشی را- که پیش‌تر بیان شد- می‌توانیم مشخص کنیم. شکل ۵ نمودار نیمرخ تعداد روزهای بارانی ایران را از بندرانزلی تا جنوب زاهدان نمایش می‌دهد. همان‌طور که شکل ۵ نیز نشان می‌دهد، بعد از عبور از ارتفاعات البرز از تعداد روزهای بارانی ایران به‌شدت کاسته شده است.

تقسیم بندی سه پهنه ای



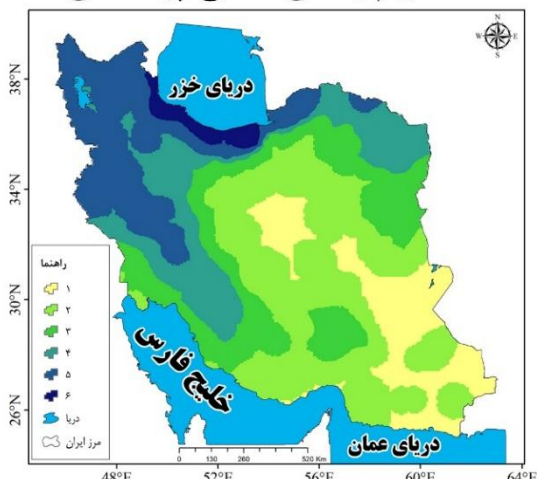
تقسیم بندی چهار پهنه ای



تقسیم بندی پنج پهنه ای



تقسیم بندی شش پهنه ای



شکل ۶. پهنه‌های روزهای بارشی ایران

نتیجه گیری

ایران به دلیل گستردگی زیاد به لحاظ طول و عرض جغرافیایی، پیکربندی ناهموازی‌ها و قرارگیری در معرض یورش توده‌های هوا از نظر بارشی شرایط ویژه‌ای دارد. ساختار کلی بارش در ایران تحت تأثیر عرض جغرافیایی، ارتفاع، و توده‌های هوا قرار دارد؛ به طوری که با دگرگونی هر یک از این عوامل بارش نیز دگرگون خواهد شد. به عبارت دیگر، شرایط کلی بارش تابعی از عرض جغرافیایی و ارتفاع است و عوامل دیگری مانند پهنه‌های آبی و پوشش سطح زمین، که از آن‌ها با عنوان عوامل محلی یاد می‌شود، در شکل‌گیری بارش ایران نقش دارند. در این پژوهش به منظور واکوی روزهای بارانی ایران از داده‌های پایگاه داده- بارش آفرودیت، منطقه خاورمیانه (APHRO_ME) از آخرین محصول این پایگاه داده با نام v1101، با قدرت تفکیک 0.25×0.25 با طول دوره آماری ۵۶ ساله (۱۹۵۱/۱/۱) تا ۲۰۰۷/۱۲/۳۱ میلادی) استفاده شد. برای تقسیم روزهای بارانی از روش تحلیل خوشه‌ای به روش Ward استفاده شد و از روش رگرسیون گام به گام برای بررسی نقش مولفه‌های جغرافیایی (طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع) در میزان تعداد روزهای بارانی در هر پهنه استفاده شد. همچنین، برای پهنه‌بندی روزهای بارشی از روش کریجینگ بهینه‌شده استفاده شد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که متوسط روزهای بارانی ایران ۳۸ روز است؛ با این حال، تعداد روزهای بارانی ۶۲/۳۶ درصد از

گستره کشور از ۳۸ روز کمتر است. بیشینه روزهای بارندگی ایران با ۱۴۷ روز در جنوب غرب دریای خزر واقع شده است؛ از سوی دیگر، کمینه روزهای بارانی ایران با ۹ روز در جنوب شرق ایران قرار دارد. تقسیم‌بندی ایران به دو پهنه بارشی توانست نواحی مجاوری را که از تباین آب و هوای برخوردارند به‌خوبی آشکار کند و فقط مرزی بین مناطق پُربارش و کم‌بارش ایران را ارائه داد. در گام بعدی ایران به سه پهنه تقسیم شد؛ هرچند تقسیم‌بندی روزهای بارشی ایران تا حدودی توانست مرز نواحی روزهای بارشی اصلی را نمایان کند، نتوانسته است ساختار روزهای بارشی ایران را به‌خوبی ترسیم نماید. به همین ترتیب، ایران به چهار پهنه تقسیم شد. بزرگ‌ترین اشکال تقسیم‌بندی ایران به چهار پهنه روزهای بارانی قرارگرفتن کل سواحل شمالی، بخشی از شمال خراسان شمالی، شمال غرب و ارتفاعات غرب در یک گروه بود. به‌منظور رفع این مشکل، ایران به پنج ناحیه تقسیم شد، اما این بار نیز بزرگ‌ترین عیبی که دقت این تقسیم‌بندی را کاهش داد قرارگرفتن ارتفاعات کرمان با ایران مرکزی و سواحل جنوبی در یک گروه بود. سرانجام، تقسیم پهنه‌های روزهای بارشی ایران به شش پهنه بهترین تقسیم تشخیص داده شد. این شش پهنه عبارت‌اند از: پهنه خزری با تعداد روزهای بارانی ۱۲۶ روز؛ پهنه مناطق کوهستانی غرب، شمال غرب، و شمال شرق با تعداد روزهای بارانی ۷۷ روز؛ پهنه کوهپایه‌ای با ۵۷ روز؛ پهنه نواری بین ارتفاعات و مناطق پست داخلی بادپناه داخلی با ۳۸ روز بارانی؛ پهنه ایران مرکزی و نواحی بادپناه داخلی با ۲۷ روز بارانی؛ و نهایتاً فقیرترین منطقه بارشی ایران شامل کویرها و چاله‌های شرقی و نواحی جنوب شرق با متوسط تعداد روزهای بارانی ۱۷ روز. درنهایت، رابطه بین تعداد روزهای بارانی با طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا برای کل پهنه ایران و شش پهنه بارشی ارائه شد. رابطه ارائه‌شده برای کل پهنه ایران با ضریب تعیین ۰/۵۷ ارائه شد و مهم‌ترین عامل در معادله طول جغرافیایی شناسایی گردید. هرچند اختلافاتی بین تعداد متوسط و بیشینه روزهای بارانی ایران با پژوهش‌های دیگر (علیچانی، ۱۳۸۹؛ مسعودیان، ۱۳۹۰) وجود دارد و این امر به تفاوت بانک داده پژوهش‌های نام‌برده با پژوهش حاضر برمی‌گردد، باید اذعان کرد که بخشی از نتایج پژوهش پیش رو با مطالعات یادشده همخوانی دارد. با توجه به اینکه در ایران پایگاه داده- آب و هوایی هماهنگ و بهنگامی وجود ندارد، پیشنهاد می‌شود سایر محققان حوزه آب و هواشناسی پایگاه بهنگامی همچون آفرودیت را در پژوهش‌های خود ارزیابی کنند. همچنین، از آنجا که فاصله از منابع رطوبتی، فاصله از خط‌الرأس‌ها، رطوبت نسبی، درجه حرارت، جهت شیب و سامانه‌های همدیدی نقش انکارناپذیری در تعداد روزهای بارانی ایفا می‌کنند، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های مستقلی با تأکید بر پارامترهای نام‌برده نیز انجام شود.

منابع

- امیدوار، کمال (۱۳۸۰). تحلیل سینوپتیکی سیستم‌های باران‌زا و امکان افزایش بارش آن‌ها به‌وسیله باروری ابرها در منطقه کرمان، پژوهش‌های جغرافیایی، ۴۰: ۱۹-۳۲.
- دارند، محمد؛ ظرافتی، محمد؛ کفایت مطلق، امیدرضا و سمندر، ریحانه (۱۳۹۴). مقایسه بین پایگاه‌های داده جهانی و منطقه‌ای بارش با پایگاه بارش اسفزاری و بیمونگهی ایران زمین، فصل‌نامه تحقیقات جغرافیایی، ۳۰(۲): ۶۵-۸۴.
- رضایی، عبدالمجید و سلطانی، افشین (۱۳۸۲). مقدمه‌ای بر تحلیل رگرسیون کاربردی، مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان.
- رضانی، بهمن و فرهی، صدیقه (۱۳۸۹). پهنه‌بندی مقدار بارش روزانه و تعداد روزهای بارندگی در حوضه تالاب انزلی، مجله تالاب دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، ۴: ۱۱-۲۰.
- صفرراد، طاهر؛ فرجی سبکبار، حسنعلی؛ عزیزی، قاسم و عباسپور، رحیم‌علی (۱۳۹۲). تحلیل مکانی دگرگونی بارش در زاگرس میانی از طریق روش‌های زمین‌آمار (۱۹۹۵-۲۰۰۴)، جغرافیا و توسعه، ۳۱: ۱۶۲-۱۴۹.
- عزیزی، قاسم؛ صفرراد، طاهر؛ محمدی، حسین؛ فرجی سبکبار، حسنعلی (۱۳۹۵). ارزیابی و مقایسه داده‌های بازکاوی‌شده بارش جهت استفاده در ایران، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، ۴۸(۱): ۳۳-۴۹.

- عساکره، حسین (۱۳۸۷). کاربرد روش کریجینگ در میان‌یابی بارش، *جغرافیا و توسعه*، ۱۲: ۲۵-۴۲.
- عساکره، حسین (۱۳۹۰). *مبانی آب و هواشناسی آماری*، انتشارات دانشگاه زنجان.
- عساکره، حسین و رزمی، رباب (۱۳۹۱). تحلیل دگرگونی بارش سالانه شمال غرب ایران، *جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی*، ۲۳(۳): ۱۴۷-۱۶۲.
- عساکره، حسین و سیفی‌پور، زهره (۱۳۹۲). توصیف ساختار مکانی بارش سالانه ایران، *تحقیقات جغرافیایی*، ۲۸(۱۱۱): ۳۰-۳۰.
- علی‌جانی، بهلول (۱۳۸۹). *آب‌وهوای ایران*، ج ۱۰، تهران: انتشارات دانشگاه پیام نور.
- غیور، حسنعلی؛ مسعودیان، سید ابوالفضل؛ آزادی، مجید و نوری، حمید (۱۳۹۰). تحلیل زمانی و مکانی رویدادهای بارشی سواحل جنوبی خزر، *فصل‌نامه تحقیقات جغرافیایی*، ۲۵(۱۰۰): ۱-۳.
- لشکری، اعظم؛ بنایان، محمد؛ کوچکی، علیرضا؛ علیزاده، امین؛ سای چوی، یانگ و کی پارک، سئون (۱۳۹۴). بررسی امکان‌سنجی استفاده از پایگاه داده AgMERRA برای ساخت داده‌های ناقص و گم‌شده موجود در داده‌های پیمونگ‌های سینوپتیک (دشت مشهد)، *نشریه آب و خاک*، ۲۹(۶): ۱۷۵۸-۱۷۴۹.
- مسعودیان، سید ابوالفضل (۱۳۸۸). نواحی بارشی ایران، *جغرافیا و توسعه*، ۱۳: ۷۹-۹۱.
- مسعودیان، سید ابوالفضل (۱۳۹۰). *آب‌وهوای ایران*، مشهد: شریعه توس.
- مسعودیان، سید ابوالفضل؛ دارند، محمد و کاشکی، عبدالرضا (۱۳۸۹). تحلیل روند تعداد روزهای بارانی ایران، *چهارمین کنفرانس منطقه‌ای دگرگونی آب و هوا ۲۹ آذرالی ۱ دی*، تهران.
- مسعودیان، سید ابوالفضل؛ کیخسروی کیانی؛ محمدصادق و رعیت‌پیشه، فاطمه (۱۳۹۳). معرفی و مقایسه پایگاه داده اسفزاری با پایگاه‌های داده GPCP، GPCC، و CMAP، *فصل‌نامه تحقیقات جغرافیایی*، ۲۹(۱): ۷۳-۸۸.
- مفیدی، عباس (۱۳۸۳). آب و هواشناسی سینوپتیک بارش‌های سیل‌زا با منشأ منطقه دریای سرخ در خاورمیانه، *فصل‌نامه تحقیقات جغرافیایی*، ۷۵: ۷۱-۹۳.
- Alijani, B. (2010). *Climate Iran*, Payame Noor University, Tenth Edition, Tehran, 221 p. (In Persian).
- Asakereh, H. (2008). Kriging interpolation method of precipitation used, *Geography and Development*, 12: 25-42.
- Asakereh, H. (2011). *Foundations of statistical climatology*, Zanjan University Press, 548 p.
- Asakereh, H. and Razmi, R. (2012). Analysis of changes in annual rainfall North West of Iran, *Geography and Environmental Planning*, 23(3): 147-162.
- Asakereh, H. and Seifipour, Z. (2013). Describes the spatial structure of annual rainfall Iran, *Geographical Research*, 28(111): 15-30.
- Barancourt, C.; Creutin, J.D. and Rivoirard, J. (1992). A method for delineating and estimating rainfall fields, *Water Resources Research*, 28(4): 1133-1144.
- Barry, R.G. (1992). Mountain climatology and past and potential future climatic changes in mountain regions: a review, *Mountain Research and Development*, 71-86.
- Berne, A.; Delrieu, G.; Creutin, J.D. and Obled, C. (2004). Temporal and spatial resolution of rainfall measurements required for urban hydrology, *Journal of Hydrology*, 299(3): 166-179.
- Brunetti, M.; Maugeri, M. and Nanni, T. (2001). Changes in total precipitation, rainy days and extreme events in northeastern Italy, *International Journal of Climatology*, 21(7): 861-871.
- Brunsell, N.A. (2010). A multiscale information theory approach to assess spatial-temporal variability of daily precipitation, *Journal of hydrology*, 385(1): 165-172.
- Chappell, A.; Renzullo, L.J.; Raupach, T.H. and Haylock, M. (2013). Evaluating geostatistical methods of blending satellite and gauge data to estimate near real-time daily rainfall for Australia, *Journal of Hydrology*, 493: 105-114.
- Chen, S.; Hong, X.; Harris, C.J. and Sharkey, P.M. (2004). Sparse modeling using orthogonal forward regression with PRESS statistic and regularization, *Systems, Man, and Cybernetics, Part B: Cybernetics, IEEE Transactions on*, 34(2): 898-911.
- Cressie, N. (1993). *Statistics for Spatial Data: Wiley Series in Probability and Statistics*.
- Cressie, N. and Wikle, C.K. (2011). *Statistics for spatio-temporal data*, John Wiley & Sons.
- Creutin, J.D. & Obled, C. (1982). Objective analyses and mapping techniques for rainfall fields: an objective comparison, *Water resources research*, 18(2): 413-431.
- Delhomme, J.P. (1978). Kriging in the hydrosociences, *Advances in water resources*, 1(5): 251-266.

- Eksioğlu, B.; Demirer, R. and Capar, I. (2005). Subset selection in multiple linear regression: a new mathematical programming approach, *Computers & Industrial Engineering*, 49(1): 155-167.
- Fallah Ghalhari, G.A.; Dadashi Roudbari, A.A. and Asadi, M. (2016). Identifying the spatial and temporal distribution characteristics of precipitation in Iran, *Arabian Journal of Geosciences*, 9(12): 595.
- Fortin, M.J. and Dale, M.R.T. (2005). *Spatial analysis: a guide for ecologists*, Cambridge University Press.
- Ghayor, H.A.; Masoodian, S.A.; Azadi, M.; Noori, H. (2011). Analyze the spatial and temporal rainfall events the southern shores of the Caspian, *Geographical Research Quarterly*, 25(100): 1-30.
- Goovaerts, P. (2000). Geostatistical approaches for incorporating elevation into the spatial interpolation of rainfall, *Journal of hydrology*, 228(1): 113-129.
- Grimes, D.I. and Pardo-Igúzquiza, E. (2010). Geostatistical Analysis of Rainfall, *Geographical Analysis*, 42(2): 136-160.
- Haining, R.P. (2003). *Spatial data analysis*, Cambridge: Cambridge University Press, p. 67-72.
- Hofinger, S.; Mayr, G.J.; Dreiseitl, E. and Kuhn, M. (2000). Fine-scale observations of summertime precipitation in an intra-Alpine region, *Meteorology and Atmospheric Physics*, 72(2-4): 175-184.
- Hofstra, N.; Haylock, M.; New, M.; Jones, P. and Frei, C. (2008). Comparison of six methods for the interpolation of daily, European climate data, *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, (1984-2012), 113(D21).
- IPCC (2013). Climate Change 2013: The Physical Science Basis, *Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Jhajharia, D.; Yadav, B.K.; Maske, S.; Chattopadhyay, S. and Kar, A.K. (2012). Identification of trends in rainfall, rainy days and 24h maximum rainfall over subtropical Assam in Northeast India, *Comptes Rendus Geoscience*, 344(1): 1-13.
- Khan, J.A.; Van Aelst, S. and Zamar, R.H. (2007). Robust linear model selection based on least angle regression, *Journal of the American Statistical Association*, 102(480): 1289-1299.
- Kumar, V. and Jain, S.K. (2010). Trends in seasonal and annual rainfall and rainy days in Kashmir Valley in the last century, *Quaternary International*, 212(1): 64-69.
- Lebel, T.; Bastin, G.; Obled, C. and Creutin, J.D. (1987). On the accuracy of areal rainfall estimation: a case study, *Water Resources Research*, 23(11): 2123-2134.
- Masoodian, S.A. (2009). Iran Precipitation zones, *Geography and Development*, 13: 79-91.
- Masoodian, S.A. (2011). *Climate Iran*, Mashhad Toos Sharia Publishing, Printing 1, Mashhad, 288 p.
- Masoodian, S. A.; Darand, M. and Kashki, A. (2010). Analyzing the number of rainy days in Iran, *The fourth regional conference on climate change 29 November to 1 December*, Tehran.
- Mofidi, A. (2004). Synoptic Climatology rains causing floods originated from the Red Sea to the Middle East, *Geographical Research Quarterly*, 75: 71-93.
- Odeunle, T.O. (2006). Determining rainy season onset and retreat over Nigeria from precipitation amount and number of rainy days, *Theoretical and applied climatology*, 83(1-4): 193-201.
- Oki, T.; Musiakke, K. and Koike, T. (1991). Spatial rainfall distribution at a storm event in mountainous regions, estimated by orography and wind direction, *Water resources research*, 27(3): 359-369.
- Omidvar, K. (2001). Synoptic analysis systems, rain and the possibility of increasing rainfall by cloud seeding in the region of Kerman, *Geographical Research*, 40: 19-32.
- Phillips, D.L.; Dolph, J. and Marks, D. (1992). A comparison of geostatistical procedures for spatial analysis of precipitation in mountainous terrain, *Agricultural and Forest Meteorology*, 58(1): 119-141.
- Ramezani, B. and Farhi, S. (2010). Zoning amount of daily rainfall and number of days of rain in the Anzali basin, wetlands, *Journal of Islamic Azad University, Ahvaz*, 4: 11-20.
- Rezaei, A.M. and Sultan, A. (2003). *Introduction to Applied Regression Analysis*, Center Isfahan University Press, 294 p.
- SafarRad, T.; Faraji Sabokbar, H.A.; Azezim, Q. and Abbaspoor, Ra. (2013). Analyze the spatial variation of precipitation in the central Zagros through geostatistics methods (1995-2004), *Geography and Development*, 31: 162-149.
- Sotillo, M.G.; Ramis, C.; Romero, R.; Alonso Oroza, S. and Homar, V. (2003). Role of orography in the spatial distribution of precipitation over the Spanish Mediterranean zone, *Climate Research*, 23: 247-261.

- Sturman, A. and Wanner, H. (2001). A comparative review of the weather and climate of the Southern Alps of New Zealand and the European Alps, *Mountain Research and Development*, 21(4): 359-369.
- Wang, X.X.; Chen, S.; Lowe, D. and Harris, C.J. (2006). Sparse support vector regression based on orthogonal forward selection for the generalised kernel model, *Neurocomputing*, 70(1): 462-474.
- Yatagai, A.; Kamiguchi, K.; Arakawa, O.; Hamada, A.; Yasutomi, N. and Kitoh, A. (2012). APHRODITE: Constructing a long-term daily gridded precipitation dataset for Asia based on a dense network of rain gauges, *Bulletin of the American Meteorological Society*, 93(9): 1401-1415.