فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال ۲۸، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۲ ، شماره پیاپی ۱۱۰

علی اکبر رسولی، استاد اقلیم شناسی، دانشگاه تبریز
سعید جهانبخش، استاد اقلیم شناسی، دانشگاه تبریز
احمد رضا قاسمی، دانشجوی دکترای اقلیم شناسی، دانشگاه تبریز
A.Rasooli
S.Jahanbakhsh
A.Ghasemi
Email:
ghasemi@tabrizu.ac.ir

شماره مقاله: ۹۱۳ صص: ۱۰۴-۸۷
وصول: ۱۳۹۱/۹/۲۶ پذیرش: ۱۳۹۲/٤/۲۰

بررسی تغییرات زمانی و مکانی مقدار پوشش ابر در ایران

چکیده

مطالعه تغییرات زمانی و مکانی پارامترهای آب و هوایی یکی از مهم ترین مسائل حال حاضر در تحقیقات اقلیمی دنیا به شمار می آید. مطالعه تغییرات پوشش ابر، به عنوان یکی از مهم ترین پارامترهای آب و هوایی از این نظر حائز اهمیت می‌باشد که ابرها در رأس چرخه آب و هوایی قرار دارند و تغییرات آنها منجر به ایجاد تغییر در توزیع زمانی و مکانی بسیاری از پارامترهای دیگر خواهد شد. در این تحقیق با استفاده از اطلاعات مقدار پوشش ابر ماهانه ۹۰ ایستگاه همدید در ساعات ۰۳:۰۰, ۰۹ و ۱۵ گرینویچ، برای یک دوره ۲۲ ساله (۱۹۸۶ تا ۲۰۰۷)، تغییرات مکانی پوشش ابر در کشور با استفاده از روش تحلیل خوشه ای بر روی داده های حاصل از یاخته های ۱۸×۱۸ کیلومتر انجام گردید. همچنین تغییرات زمانی و نقطه تغییر موجود در سری های زمانی مقدار پوشش ابر نیز با استفاده از روش من- کندال و آزمون پتیت[۱] مورد ارزیابی قرار گرفت.

نتایج نشان داد که روش خوشه بندی به خوبی قادر به طبقه بندی مقدار پوشش ابر در کشور است. این روش پنج منطقه مجزا برای مقدار پوشش ابر سالیانه کشور، شامل منطقه سواحل جنوبی دریای خزر، منطقه آذربایجان و البرز، منطقه زاگرس غربی و دامنه های جنوبی البرز، منطقه جنوب غربی و شمال کویر مرکزی و منطقه جنوبی و مرکزی ارائه نمود. این پهنه ها با یافته های گذشته محققان، در مورد الگوهای سینوپتیکی توده های ورودی هوا و مسیر چرخندهای ورودی به کشور، همخوانی خوبی دارد. نتیجه تحلیل های زمانی نیز نشان داد که روند تغییرات مقدار پوشش ابر در اغلب ایستگاه های مناطق سه، چهار و پنج (نیمه شمالی کشور)، از نظر آماری، معنی دار می باشد. این روند در تمامی ایستگاه هایی که دارای روند تغییرات معنی دار می باشند، منفی و یا به عبارت دیگر کاهشی می باشد. نتایج همچنین نشان داد که سال تغییر ناگهانی در سری های مقادیر پوشش ابر در اغلب این ایستگاه ها، در دهه ۱۹۹۰، اتفاق افتاده است.

واژه های کلیدی: پوشش ابر، تغییرات زمانی و مکانی، ایران.

[۱]-Pettitt's test

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-11-27]

مقدمه

ابرها از مهم ترین عناصر اقلیمی تأثیرگذار بر سامانه های اقلیمی سطحی کره زمین به شمار می آیند، چرا که از یک طرف در مجموعه سامانه های همدید، باعث انتقال مقادیر متنابهی از رطوبت اقیانوس‌ها به خشکی‌های سطح زمین می‌گردند و از طرف دیگر نقش تعیین کننده‌ای در توزیع این رطوبت به صورت بارش در سطح زمین دارند. همچنین به علت تأثیر بر مقادیر تابش خورشیدی و مقدار خروج انرژی از سطح زمین، کنترل کننده ترازمندی انرژی زمین می‌باشند. بنابراین ایجاد هرگونه تغییرات زمانی و مکانی در آنها می‌تواند بر سایر عناصر اقلیمی تأثیر گذار بوده و باعث تغییرات اقلیمی پیچیده‌ای گردد.

یکی از مهم ترین مسائل حال حاضر در زمینه آب و هوا، مسأله تغییرات زمانی و مکانی پارامترهای آب و هوایی می‌باشد. مطالعه تغییرات پوشش ابر به عنوان یکی از مهم ترین پارامترهای آب و هوایی از این نظر حائز اهمیت است که ابرها در رأس چرخه آب قرار دارند و تغییرات آنها منجر به ایجاد تغییر در توزیع زمانی و مکانی بسیاری از پارامترهای آب و هوایی مانند بارش، دما، تابش خورشیدی و تبخیر- تعرق خواهد شد. مطالعه تغییرات زمانی و مکانی مقدار پوشش ابر می‌تواند در مباحثی مانند مکان یابی نیروگاه‌های خورشیدی، پیش‌بینی‌های آب و هوایی، مدل‌های هیدرولوژیکی، بهبود مدل‌های تغییر اقلیم و بارورسازی ابرها کاربرد داشته باشد. بنابر آنچه در بالا ذکر شد، مطالعه تغییرات زمانی و مکانی ابرها، همچنان مورد توجه پژوهشگران در سطح دنیا، قرار دارد.

- هندرسون- سلرز[۱] (۱۹۹۱)، نشان داد که مقدار پوشش ابری بر روی شمال آمریکا، اروپا، هند و استرالیا در طول دوره آماری ۱۹۰۰ تا ۱۹۸۵، افزایش یافته است. به عبارت دیگر، پوشش ابر در این دوره برای مناطق فوق، دارای روند افزایشی می‌باشد.
- در مطالعه‌ای که برای یک دوره دراز مدت از ۱۹۰۰ تا ۱۹۸۵، توسط سان و گروسمن[۲] (۲۰۰۰)، انجام گرفت، نشان داد که پوشش کل ابر در اتحاد جماهیر شوروی سابق در طول سال های ۱۹۳۶ تا۱۹۹۰، کاهش معنی‌داری یافته که دلیل آن تضعیف پایداری جو و کاهش عبور جبهه‌ها عنوان شده است.
- کایزر و کوین[۳] (۲۰۰۲)، نشان دادند که مقدار ابر در اغلب مناطق چین در دوره آماری ۱۹۵۱ تا ۱۹۹۴، دارای روند کاهشی می‌باشد. این کاهش بین ۱ تا ۳ درصد در هر دهه متغیر است.
- کروگر[۴] (۲۰۰۷)، نشان داد که متوسط روزانه مقدار پوشش ابر برای دوره آماری ۱۹۶۵ تا ۲۰۰۵، در آفریقای جنوبی در اغلب ایستگاه‌ها دارای روند منفی یا کاهشی بوده است.
- فیلیپیاک و مایتوس[۵](۲۰۰۹)، تغییرات زمانی و مکانی پوشش ابر را در لهستان بررسی کردند. آنها ۴۱ ایستگاه همدید در یک دوره آماری ۳۰ ساله (۱۹۷۱ تا ۲۰۰۰)، را مطالعه کرده و نتیجه گرفتند که تغییرات معنی‌دار در مقدار ابرناکی تنها در ۲۵ درصد از ایستگاه‌ها وجود دارد.

در ایران تاکنون در رابطه با تغییرات زمانی و مکانی پوشش ابر، مطالعات زیادی صورت نگرفته است. ولی جنبه های دیگر ابر کم و بیش در کشور مورد توجه محققان بوده است.

۱-Henderson-Sellers
۲-Sun and Groisman
۳-Kaiser and Qian
۴-Kruger
۵-Filipiak and Mietus

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-11-27]

- مسعودیان (۱۳۸۲)، برای تعیین نواحی اقلیمی ایران داده‌های میانگین سالانه ۲۷ عنصر اقلیمی در ۱۲۰ ایستگاه کشور را با روش مدل تحلیل عاملی بررسی کرد و نشان داد که اقلیم ایران به طور عمده حاصل عملکرد شش عامل است که ابرناکی از لحاظ اهمیت عامل دوم محسوب می‌شود.
- صحراییان و همکاران (۱۳۸۳)، تغییرات میانگین سالیانه دمای حداکثر و مقدار سالیانه پوشش ابر را در ۷ ایستگاه بندر انزلی، اصفهان، آبادان، تبریز، تهران، شیراز و مشهد در طول دوره آماری ۹۷-۱۹۵۱، بررسی کردند و نشان دادند که در ایستگاه های ساحلی بندر انزلی و آبادان روند کاهش میانگین سالانه دمای حداکثر با روند افزایشی میانگین سالانه پوشش ابر همراه بوده است.
- مسعودیان و کاویانی (۱۳۸۷)، نشان دادند که ابرناکی در ایران با دمای هوا رابطه معکوس دارد. آنها همچنین عنوان کردند که میانگین ابرناکی ایران حدود ۲۶ درصد است. این در حالی است که میانگین جهانی آن حدود ۵۰ درصد می‌باشد.
- برخی از پژوهشگران در کشور نیز مانند صادقی‌حسینی و همکاران (۱۳۸۴)، مباشری و رضائی (۱۳۸۵) و حاجی میر رحیمی (۱۳۸۶)، به تشخیص و طبقه بندی ابرها و یا برآورد آب قابل بارش با استفاده از تصاویر ماهواره ای در برخی از ایستگاه های کشور پرداخته اند.

در مطالعه حاضر، تلاش خواهد شد تا تغییرات زمانی و مکانی مقدار پوشش ابر در محدوده جغرافیایی کشور ایران (بین ۲۴ الی ۴۰ درجه عرض شمالی و ۴۴ الی ۶۴ درجه طول شرقی)، با استفاده از اطلاعات ایستگاه های همدید بررسی شود.

داده ها و روش ها

به منظور رسیدن به اهداف این تحقیق، داده‌های ماهانه ۹۰ ایستگاه همدید در ساعات ۰۳, ۰۹ و ۱۵ گرینویچ برای یک دوره آماری ۲۲ ساله از سال ۱۹۸۶ تا ۲۰۰۷، مورد استفاده قرار گرفت. این دوره آماری بر این مبنا انتخاب شد که علاوه بر دارا بودن کمترین نبود آماری، حداکثر ایستگاه‌های همدید کشور مورد استفاده قرار گیرند. میانگین مقدار پوشش ابر در ساعات۰۳، ۰۹ و ۱۵ به عنوان متوسط مقدار پوشش ابر در ماه در نظر گرفته شد.

به دلیل اینکه یکی از اهداف اصلی این مقاله، بررسی تغییرات مکانی مقدار پوشش ابر می باشد، از دو روش تحلیل خوشهای و مدل تابع پایه شعاعی[1](RBF)، برای بررسی این تغییرات استفاده شد تا با دقت و اطمینان بیشتری به پهنه های مکانی مناسب دست یابیم.

با توجه به اینکه تغییر پذیری مقدار پوشش ابر در طول یک ماه زیاد نمی باشد، استفاده از داده های ماهانه می تواند نتایج قابل قبولی ارائه نماید. به طور کلی در صورتیکه تغییر پذیری یک متغیر در طول یک ماه کم باشد (مانند دما، مقدار پوشش ابر و ...)، استفاده از داده های ماهانه به جای روزانه نیز می تواند نتایج قابل قبولی ارائه دهد. برای نمونه غیور و منتظری (۱۳۸۳)، اکبری و مسعودیان (۱۳۸۸)، مجرد و جوادی (۱۳۸۹) و رحیمی و همکاران (۱۳۹۰)، از داده های ماهانه برای پهنه بندی نواحی دمایی ایران استفاده نمودند. ولی اگر تغییر پذیری یک متغیر در طول یک ماه زیاد باشد، استفاده از داده های ماهانه باعث می شود تا مقداری از اطلاعات مربوط به آن متغیر از دست برود. هرچند برخی از محققین برای بررسی تغییرات مکانی بارش که داری تغییر پذیری زیاد در طول یک ماه می باشد، نیز از داده های ماهانه استفاده کرده اند (جهانبخش و ترابی، ۱۳۸۳؛ حیدری، ۱۳۸۴؛ مسعودیان، ۱۳۸۴؛ عساکره، ۱۳۸۶؛ قاسمی و خلیلی، ۲۰۰۸).

[1]- Radial Basis Function

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-11-27]

تحلیل خوشه ای چند میانگینی[۱]

تحلیل خوشه ای، راهی است برای تقسیم یک مجموعه داده به زیرمجموعه های همگن و مفیدی که دارای ویژگی های مشابه باشند(مسعودیان، ۱۳۸۴). داده هایی که همانند باشند، در یک خوشه جا می گیرند و داده های ناهمانند در خوشه های جداگانه قرارمی گیرند. در این روش ابتدا مقادیر یک پارامتر به K خوشه دلخواه تقسیم شده و سپس هر پارامتر در گروهی خوشه می شود که کمترین فاصله را تا میانگین آن گروه دارد. درجه ناهمانندی(فاصله تا میانگین گروه)، نیز به کمک فاصله اقلیدسی اندازه گیری می شود (مسعودیان، ۱۳۸۴). روابط آماری مربوط به میانیابی و خوشه بندی در بسیاری از مقالات ارائه شده است(عساکره، ۱۳۸۷؛ مسعودیان ۱۳۸۸)، که در این مقاله به منظور جلوگیری از افزایش حجم مقاله از ارائه آنها خودداری می شود.

دلیل استفاده از این روش، سادگی و در عین حال دقت نتایج حاصل از آن می باشد. با توجه به اینکه این روش از روش های ناپایگانی خوشه بندی می باشد، برای به دست آوردن تعداد خوشه ها به روش سعی و خطا عمل شد و تعداد خوشه های متفاوتی مورد بررسی قرار گرفت تا خوشه های همگن و کاملاً مجزا به دست آید. این تحلیل بر روی داده های ماهانه ۹۰ ایستگاه سینوپتیک، برای یک دوره آماری ۲۲ ساله از سال ۱۹۸۶ تا ۲۰۰۷، انجام گرفت و اندازه پیکسل ها بر اساس تحلیل نیم پراش نگار ۱۸×۱۸ کیلومتر در نظر گرفته شد.

مدل تابع پایه شعاعی (RBF)

مدل تابع پایه شعاعی، از مدل های تشخیص تابع است که در خوشه بندی نیز مورد استفاده قرار می گیرد و خصوصیات شبیه به شبکه های عصبی دارد، ولی شفاف تر از آنها عمل می کند. این روش از نظریه محاسبات و تخمین توابع پیوسته گرفته شده است. برای این کار تابع را به صورت قسمت های کوچک در نظر گرفته و یک قسمت را با یک تابع پایه[۲] تقریب زده، سپس با انتگرال گیری، کل تابع تقریب زده می شود. این توابع در تخمین و پیش بینی سری های زمانی مورد استفاده قرار می گیرند (دودا[۳]، ۲۰۰۰).

یک تابع پایه شعاعی، تابعی حقیقی است که مقادیر آن تنها به فاصله از مبدأ وابسته است. هر تابع مانند ρ که رابطه $\rho(x)=\rho(||x||)$ را ارضا کند، یک تابع پایه شعاعی است. همچنین به غیر از مبدأمی توان فاصله را نسبت به یک نقطه دیگر نیز در نظر گرفت.

$$\rho(x,c)=\rho(||x-c||) \qquad (۱)$$

در این صورت نقطه c را مرکز می نامند. X نیز بردار ورودی است.

یک ترکیب خطی از توابع پایه شعاعی مانند زیر را می توان جهت درونیابی هرتابع پیوسته در یک بازه دلخواه، با دقت دلخواه استفاده کرد.

$$y(\mathbf{x})=\sum_{i=1}^{N} w_i \rho(||\mathbf{x}-\mathbf{c}_i||) \qquad (۲)$$

w_i وزنهای ورودی می باشند.

[۱]- K-Mean Cluster
[۲]-Basis Function
[۳]-Duda

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-11-27]

مدل توابع شعاعی (RBF)، در محیط نرم افزار ArcGIS و بر روی داده های مقدار پوشش ابر ماهانه ۹۰ ایستگاه سینوپتیک کشور برای یک دوره آماری ۲۲ ساله از سال ۱۹۸۶ تا ۲۰۰۷، اعمال گردید.

در این مطالعه، جهت بررسی تغییرات زمانی مقادیر پوشش ابر، از آزمون من- کندال و برای آشکارسازی نقطه تغییر[۱] در سری‌های زمانی (در صورت وجود روند)، از آزمون پتیت استفاده شد. روش من- کندال یکی از روش های قدرتمند و دقیق برای تعیین روند داده ها می باشد که به خوبی قادر است روند تغییرات سری های زمانی را مشخص نماید. روابط مربوط به این آزمون در مقالات متعددی مانند پارتال و کاهایا[۲]، ۲۰۰۶ و حجام و همکاران، ۱۳۸۷ ارائه شده است. این روش ها به صورت گسترده ای در مطالعه تغییرات زمانی متغیرهای آب و هوایی در دنیا مورد استفاده قرار می گیرند (دوان و گوزیونگ[۳]، ۲۰۰۶؛ نوریس و اسلینگو[۴]، ۲۰۰۹؛ ساهین و سیگیزگلو[۵]، ۲۰۱۰؛ ریو[۶] و همکاران، ۲۰۱۱؛ کالوریو[۷] و همکاران، ۲۰۱۱؛ تروس[۸]، ۲۰۱۱؛ ویلارینی[۹]، ۲۰۱۱؛ ناظم السادات و همکاران، ۱۳۸۴؛ کتیرایی و همکاران، ۱۳۸۶؛ عزیزی و روشنی، ۱۳۸۷).

بررسی تغییرات زمانی (روند) یک متغیر به شدت وابسته به طول دوره آماری بوده و نتایج حاصل از دوره های آماری کوتاه مدت قابل اعتماد نمی‌باشد. در بسیاری از منابع، حداقل طول دوره آماری مناسب برای بررسی روند تغییرات یک متغیر، ۳۰ سال در نظر گرفته شده است. در این تحقیق نیز یک دوره آماری ۳۱ سال (۱۹۷۷ تا ۲۰۰۷)، جهت بررسی نقطه تغییر و روند تغییرات داده های ماهانه مقدار پوشش ابر در کشور در نظر گرفته شد. بر این اساس ۵۰ ایستگاه همدید که دارای طول آماری ۳۱ ساله بودند، از نظر تغییرات زمانی و نقطه تغییر مورد تحلیل قرار گرفتند.

تحلیل های آماری این تحقیق در محیط نرم افزارهای MATLAB و SPSS-۱۷ و ماکرونویسی در اکسل انجام شد. از نرم افزار ArcGIS نیز جهت میانیابی و رسم نتایج حاصل از تحلیل های آماری در نرم افزارهای یاد شده استفاده گردید.

بحث

پهنه بندی مقدار پوشش ابر

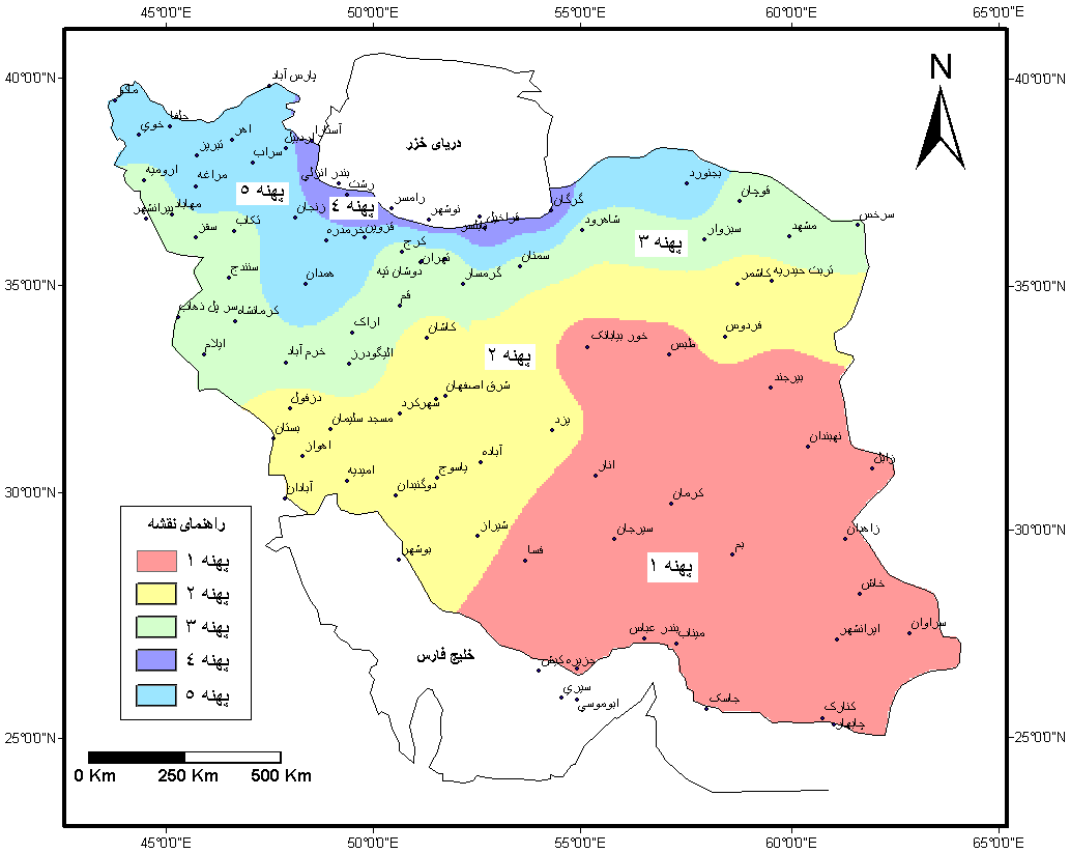
۱. روش تحلیل خوشه ای چند میانگینی

حاصل انجام روش تحلیل خوشه ای بر روی مقادیر ماهانه پوشش ابر ۹۰ ایستگاه مورد مطالعه در سطح کشور، پنج پهنه متمایز است که براساس رژیم مقدار پوشش ابری از هم تفکیک شده اند(شکل ۱).

---

[۱] Change Point
[۲] Partal and Kahya
[۳] Duan and Guoxiong
[۴] Norris and Slingo
[۵] Sahin and Cigizoglu
[۶] Rio
[۷] Caloiero
[۸] Toros
[۹] Villarini

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-11-27]



شکل ۱) پهنه های حاصل از روش تحلیل خوشه ای بر روی مقایر پوشش ابر ۹۰ ایستگاه کشور

قلمرو سواحل جنوبی دریای خزر

این قلمرو، تنها حدود۳ درصد از مساحت کشور را در برمی گیرد و شامل تمامی سواحل جنوبی دریای خزر می باشد. این منطقه به دلیل اینکه توسط دریای خزر از شمال و کوه های البرز وتالش از جنوب و غرب کاملاً از دیگر بخش های کشور جدا شده است. لذا در بسیاری از پهنه بندی های دیگر مانند پهنه بندی بارش، دما و اقلیم (دین پژوه و همکاران، ۱۳۸۲؛علیجانی، ۱۳۸۵؛ اکبری و مسعودیان، ۱۳۸۸؛ مسعودیان، ۱۳۸۸)، نیز به عنوان یک پهنه مستقل و متمایز ارائه می شود. مقدار متوسط پوشش سالیانه ابر در این پهنه۴/۲ اکتا می باشد که بالاترین مقدار پوشش ابر را در کشور به خود اختصاص داده است. در این پهنه کمترین مقدار پوشش ابر در ایستگاه گرگان به مقدار ۳/۷ اکتا و بیشترین مقدار در ایستگاه انزلی به مقدار ۴/۴ اکتا مشاهده گردید.

قلمروآذربایجان و البرز

این منطقه حدود ۱۳ درصد از مساحت کشور را در بر گرفته است و شامل نواحی شمال آذربایجان، امتداد رشته کوه البرز و شمال خراسان است. مقدار پوشش سالیانه ابر در این منطقه به طور متوسط ۲/۸ اکتا می باشد. کمترین مقدار در ایستگاه های خرمدره و زنجان (۲/۵ اکتا) و بیشترین مقدار در ایستگاه های اردبیل و پارس آباد (۳/۳ اکتا) می باشد.

تعداد روز های ابری نیز در این منطقه یکسان می باشد. علیجانی (۱۳۸۵)، فراوانی تعداد روزهای ابری در بالای کوه‌های البرز، ارتفاعات خراسان و شمال آذربایجان را یکسان و حدود ۱۲۰ روز عنوان کرده است.

مرز پایینی این منطقه در امتداد رشته کوه البرز قرار دارد. این منطقه در اغلب ماه های سال تحت تأثیر باد های غربی قرار دارد. حتی در فصل تابستان به علت اینکه رودباد جنب حاره ای در امتداد رشته کوه البرز مستقر می شود، باز هم این

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-11-27]

منطقه همچنان تحت نفوذ بادهای غربی قرار می گیرد که به علت عبور از روی دریای مدیترانه دارای رطوبت مناسب و در نتیجه دارای توان تولید ابر هستند. در فصول سرد سال نیز این منطقه یکی از مکان های اصلی عبور چرخندهای مهاجر غربی می باشد.

قلمرو زاگرس غربی و دامنه های جنوبی البرز

این پهنه ۱۹ درصد از مساحت کشور را در بر گرفته و به دلیل اینکه شامل زاگرس غربی و دامنه های جنوبی البرز است، تحت عنوان قلمرو زاگرس غربی و دامنه های جنوبی البرز نام گذاری شد. این منطقه نیز در فصول سرد سال به شدت تحت تأثیر توده های هوای مدیترانه ای می باشد. ولی به دلیل اینکه نسبت به پهنه قبلی در عرض جغرافیای پایین تری قرار دارد، در فصول گرم سال کمتر تحت تأثیر باد های غربی می باشد. بنابراین متوسط سالانه مقدار پوشش ابر در این منطقه کمتر از پهنه قبلی است.

مقدار متوسط پوشش سالیانه ابر در این منطقه ۲/۲ اکتا و بین ۱/۸ اکتا در شاهرود تا ۲/۵ اکتا در مشهد متغیر می باشد.

قلمرو جنوبی غربی و شمال کویر مرکزی

این قلمرو ۲۶ درصد از مساحت کشور را به خود اختصاص داده است. متوسط مقدار پوشش ابرسالیانه در این منطقه ۱/۷ اکتا می باشد که بین ۱/۵ اکتا (دوگنبدان) تا ۱/۹ اکتا (یاسوج) متغیر است. این منطقه به شدت تحت تأثیر شاخه هایی ازسامانه های کم فشار شرق مدیترانه و توده های هوای سودانی می باشد و در محل یکی از مسیرهای اصلی چرخندهای عبوری از روی ایران (مسیر C)، قرار دارد که توسط علیجانی (۱۳۸۵)، ارائه شده است.

در برخی از سال ها، توده های هوای سودانی باسامانه شرق مدیترانه درآمیخته و از جنوب غرب وارد کشور می شوند. در این شرایط بارندگی های قابل توجهی در این منطقه ایجاد می شود. مفیدی و زرین(۱۳۸۴)، نشان دادند که بارندگی حاصل از سامانه‌های کم‌فشار سودانی که معمولاً ازابرهای جوششی ایجاد می شوند، رگباری می باشند.

قلمرو جنوبی و مرکزی

این منطقه بزرگ ترین منطقه پوشش ابری کشور است که حدود ۴۰ درصد از مساحت کشور در جنوب و مرکز را به خود اختصاص داده است. مقدار متوسط سالیانه پوشش ابر در این منطقه که قسمت عمده ای از مناطق خشک و کم بارش کشور را در بر گرفته، تنها ۱/۴ اکتا می باشد که کمترین مقدار متوسط سالیانه پوشش ابر را در کشور دارد. کمترین مقدار متوسط سالیانه پوشش ابر در این منطقه در ایستگاه سراوان به مقدار حدود یک اکتا می باشد. این مقدار کمترین مقدار پوشش سالیانه ابر در بین تمامی ۹۰ ایستگاه مورد مطالعه می باشد. این ایستگاه شرقی ترین ایستگاه مورد مطالعه در کشور است. دور بودن از منابع رطوبتی و قرار گرفتن در محل ریزش هوای گرم و خشک سلول هدلی که در حدود عرض جغرافیایی ۳۰ درجه قرار دارد را می توان دلیل کاهش مقدار پوشش ابری در این منطقه دانست.

منطقه مذکور تحت تأثیر منابع رطوبتی خلیج فارس، توده های سودانی و در برخی از ایام سال اقیانوس هند می باشد. علیجانی (۱۳۸۵)، نیز مهم ترین منبع رطوبتی برای جنوب شرقی کشور را دریای عمان و خلیج فارس دانسته است. توده های سودانی که رطوبت خود را از مناطق حاره ای شرق آفریقا و قطاع جنوب غربی دریای عرب می گیرند، استان های جنوبی کشور و گاهی تا نواحی مرکزی ایران را تحت تأثیر قرار می‌دهند و پس از آن به طرف شرق و جنوب شرق کشیده می‌شود (مفیدی و زرین، ۱۳۸۴). همچنین در برخی از سال ها که سامانه های مدیترانه ای مسیر جنوبی تر را می پیمایند و با سامانه های سودانی همراه می گردند، از نواحی جنوبی وارد این منطقه می شوند.

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-11-27]

۲. مدل توابع شعاعی[۱] (RBF)

همان طور که قبلاً اشاره شد، در این تحقیق مدل های کریجینگ، IDW و RBF، جهت بررسی تغییرات مکانی مقدار پوشش ابر مورد استفاده قرار گرفت. برای مقایسه و ارزیابی این مدل ها از روش ارزیابی متقابل[۲] استفاده شد. این روش بر بر این اساس است که ابتدا هر بار یک نقطه مشاهده ای حذف شده و برای استفاده از سایر نقاط، مقدار پارامتر مورد نظر در آن نقطه برآورد می شود. سپس عدد حذف شده به محل خود برگردانده می شود و نقطه دیگری حذف و برآورد می گردد. این فرایند برای تمام نقاط تکرار می شود. در نهایت برای هر مقدار مشاهده ای، یک مقدار برآورد شده خواهیم داشت که می توان با معیارهای مختلفی آنها را ارزیابی نمود (شعبانی، ۱۳۸۸).

برای ارزیابی عملکرد مدل ها، استفاده از آماره هایی مانند ضریب همبستگی گشتاور پیرسون (r)، ضریب تعیین (R^2) و آزمون معنی داری این آماره ها متداول است، ولی ویلموت نشان داد که این آماره ها کفایت نمی کنند. لذا مجموعه شاخص های دیگری را برای مقایسه مشاهدات و مقادیر برآورد شده توسط مدل ها ارائه کرد که عبارت اند از: میانگین خطای مطلق[۳] (MAE) و ریشه دوم میانگین مربعات خطا[۴](RMSE) (مسعودیان، ۱۳۸۵).

نتایج حاصل از سه مدل فوق با استفاده از این شاخص ها مورد ارزیابی قرار گرفت که نتایج آن در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول۱) مقادیر خطا برای سه مدل کریجینگ، IDW و RBF

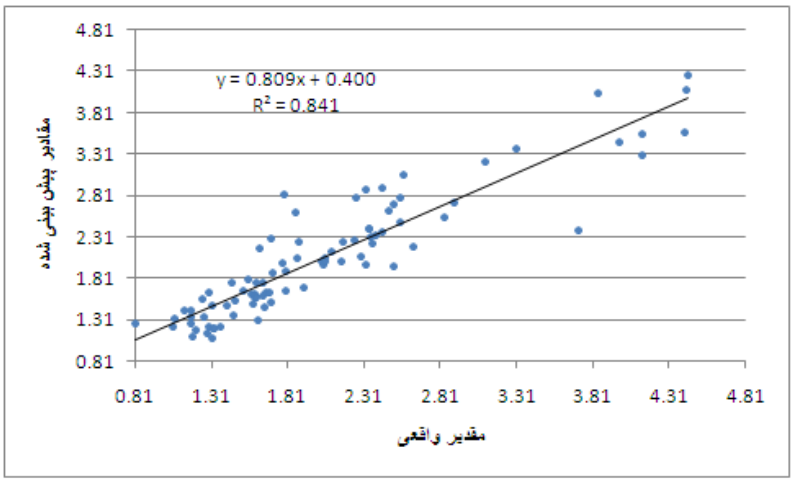
شاخص	مدل RBF	مدل کریجینگ	مدل IDW
میانگین مطلق خطا	۰/۰۰۰	۰/۰۰۲	۰/۰۱۸
ریشه دوم میانگین مربعات خطا	۰/۰۳۳	۰/۳۹۰	۰/۳۹۹ –

مقدار میانگین مطلق خطا در مدل RBF صفر است. در حالی که در مدل کریجینگ ۰/۰۰۲ و در مدل IDW ۰/۰۱۸ می باشد. مقدار RMSE نیز در مدل RBF کمتر از دو مدل دیگر است. بنابراین می توان نتیجه گرفت که مدل RBF در برآورد مقادیر پوشش ابر برای مناطق فاقد داده، از کارایی بالاتری نسبت به دو مدل دیگر برخوردار است، بنابراین از این مدل جهت بررسی تغییرات مکانی مقدار پوشش ابر در کشور استفاده شد.

شکل (۲) همبستگی بین مقادیر واقعی و پیش بینی شده توسط مدل RBF را نشان می دهد. مقدار همبستگی بین مقادیر واقعی و پیش بینی شده توسط مدل RBF ۰/۹۱۷ و مقدار ضریب تعیین نیز ۰/۸۴۱ می باشد که هر دو در سطح ۰/۰۱ معنی دار می باشند (جدول ۲).

۱- Radial Basis Function
۲-Cross-Validation
۳ -Mean Absolute Error of Predicted Value
۴ -Root Mean Square Error

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-11-27]



شکل ۲) همبستگی بین مقادیر واقعی و پیش بینی شده توسط مدل RBF

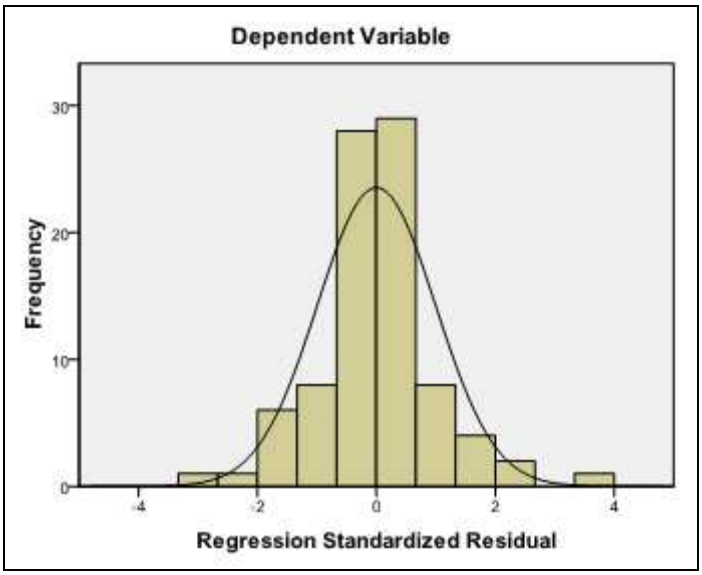
جدول ۲) نتایج مدل RBF برای پیش بینی مقایر واقعی

Model	R	R Square	Mean Error	Durbin- Watson
RBF	۰/۹۱۷	۰/۸۴۱	۰/۰۰۰	۱/۹۰۰

یک مدل در شرایطی می تواند برآورد مناسبی از مقادیر واقعی انجام دهد که علاوه بر بالا بودن ضریب تعیین (R^2)، مقدار میانگین خطا در آن صفر باشد و مقادیر خطا دارای توزیع نرمال و مستقل باشند. مطابق جدول (۲) میانگین خطا در مدل RBF، صفر است. همچنین مقدار ضریب دوربین- واتسون نیز به ۲ نزدیک است که نشان می دهد، باقی مانده ها (خطا ها) مستقل هستند.

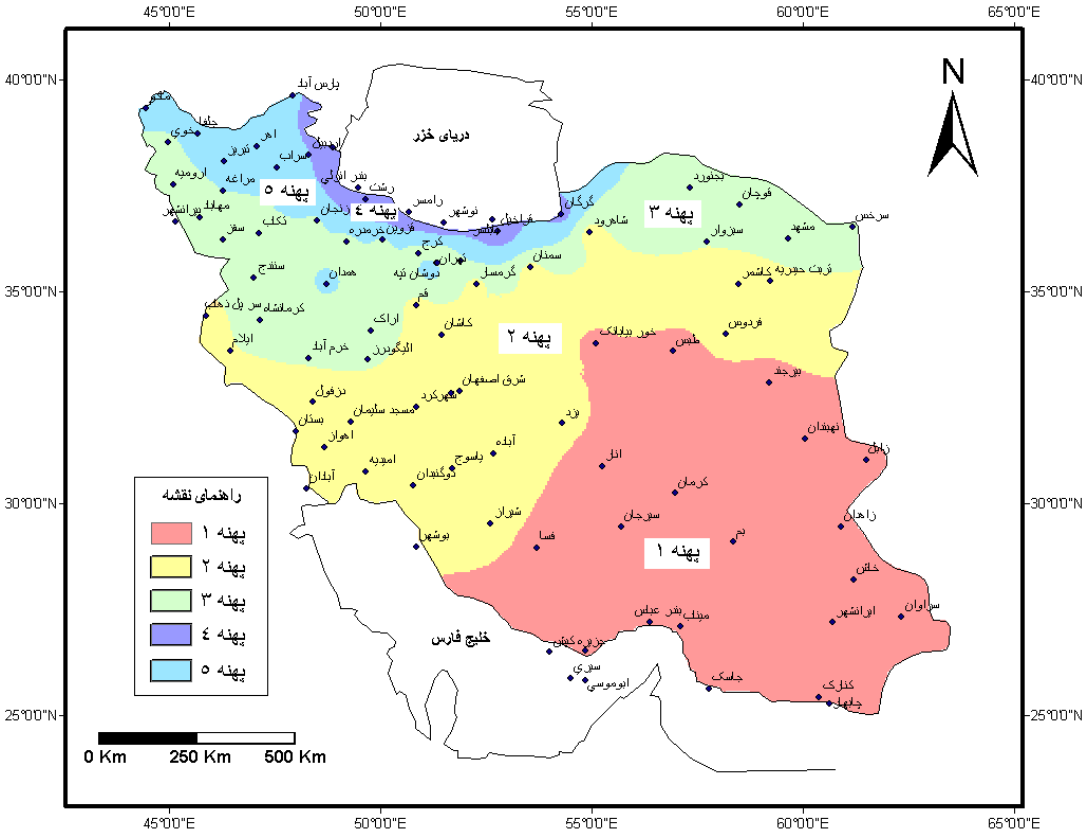
شکل (۳) نیز هیستوگرام باقی مانده های استاندارد و یا به عبارت دیگر مقادیر خطای استاندارد مدل RBF را نشان می دهد. همان طور که نمودار نشان می دهد، مقادیر باقی مانده داری توزیع نرمال می باشند. علاوه بر این، نتایج آزمون گولموگروف- اسمیرنوف بر روی مانده های مدل نیز نرمال بودن آنها را نشان داد. با توجه به توضیحات ارائه شده در بالا می توان نتیجه گرفت که مدل RBF، به خوبی توانایی برآورد و تخمین مقادیر پوشش ابر برای نقاط فاقد اطلاعات را دارد.

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-11-27]



شکل ۳) هیستوگرام باقی مانده های استاندارد (مقادیر خطای استاندارد) مدل RBF

با استفاده از این مدل نیز مقدار سالیانه پوشش ابر در کشور به پنج پهنه مجزا تقسیم گردید که در شکل (۴)ارائه شده است.



شکل ٤) پهنه های حاصل از مدل تابع پایه شعاعی

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-11-27]

مقایسه دو شکل (۱) و (۴) نشان می دهد که نتایج حاصل از اعمال مدل تابع پایه شعاعی بسیار نزدیک به نتایج حاصل از روش خوشه بندی می باشد. مناطق یک و چهارم به دست آمده از روش خوشه بندی، یعنی منطقه خزری و منطقه جنوبی و مرکزی کاملاً با مناطق ۱ و ۵ روش توابع شعاعی یکسان هستند. در مجموع می توان نتیجه گرفت که هر دو روش توانسته اند الگوهای پوشش ابر کشور را به خوبی تفکیک کنند. ولی در مناطق مرزی بین پهنه ها، برخی از ایستگاه ها جابه جا شده اند. برای نمونه ایستگاه های موجود در مرز بالایی منطقه دوم به دست آمده از روش RBF (شکل ۴)، یعنی قم، گرمسار، سمنان، شاهرود و ایلام در روش خوشه بندی (شکل ۱)، جزء پهنه سوم هستند. البته جابه جا شدن ایستگاه هایی که در مرز دو پهنه قرار دارند با تغییر در روش خوشه بندی دور از انتظار نیست. زیرا مقادیر یک پارامتر در ایستگاه های مرزی حالت بینابینی دارد. در چنین حالاتی حتی استفاده از روش های مبتنی بر منطق فازی نیز چندان کارساز نیست. زیرا در آن روش ها نیز ایستگاه های مرزی با درجه عضویت های متفاوت به هر یک از دو پهنه نسبت داده می شوند. به علاوه، به علت اینکه روش خوشه بندی مدلی برای برآورد یا پیش بینی مقادیر واقعی ارائه نمی دهد، مقایسه آماری این دو روش نیز امکان پذیر نمی باشد. بنابراین در این شرایط، با توجه به شناخت شرایط اقلیمی مناطق مرزی بین پهنه ها و همچنین مقایسه مقادیر پوشش ابر در ایستگاه های مرزی، می توان نتیجه گرفت که پهنه های حاصل از روش خوشه بندی (شکل ۱)، منطقی و مقبول تر هستند.

بررسی روند تغییرات مقدار پوشش ابر

در این بخش، روند تغییرات مقدار پوشش ابر در ایستگاه های مورد مطالعه به صورت مجزا و همچنین سری زمانی متعلق به ۵ پهنه به دست آمده از تحلیل خوشه ای (روند منطقه ای)، مورد بررسی قرار گرفت. سری زمانی پوشش ابر هر پهنه به وسیله میانگین گیری وزنی در هر پهنه به دست آمد.

نتایج نشان داد که روند تغییرات مقدار پوشش ابر در مقیاس فصلی، تنها در برخی ایستگاه ها معنی دار می باشد. این ایستگاه ها نیز متعلق به منطقه خاصی نبوده و در کل کشور پراکنده می باشند. با توجه به اینکه بهترین نتایج در مقیاس سالانه به دست آمده اند، در ادامه به بررسی آن پرداخته می شود.

نتایج تحلیل روند به روش من- کندال نشان داد که اغلب ایستگاه های واقع در پهنه های ۳، ۴ و ۵ که نیمه شمالی کشور را در بر می گیرند (شکل ۱)، در سطح ۹۵ درصد دارای روند معنی دار می باشند (جدول۳). روند تغییرات در ایستگاه هایی که مقدار روند از نظر آماری معنی دار است، منفی می باشد. به عبارت دیگر، مقدار پوشش ابر در طول دوره آماری در این ایستگاه ها کاهش یافته است. تنها در دو ایستگاه تهران و دوشان تپه، روند تغییرات سالیانه مقدار پوشش ابر مثبت می باشد، که این مسأله می تواند ناشی از آلودگی شدید هوا و اثر جزیره گرمایی حاکم بر منطقه تهران باشد. به ویژه که در فصل تابستان و با افزایش دمای هوا و مقدار آلودگی، شیب تغییرات روند تندتر می گیرد (روند تغییرات مقدار پوشش ابر سالیانه در منطقه تهران در فصل تابستان در سطح ۹۹٪ معنی دار می باشد).

نتایج تحلیل منطقه ای ارائه شده در جدول (۳) همچنین نشان می دهد که روند منطقه ای مقدار پوشش ابر سالیانه تنها در مناطق ۳ و ۵ در سطح ۹۵ درصد معنی دار می باشد. در منطقه ۴ که از بین ۶ ایستگاه موجود ۳ ایستگاه در سطح ۹۵ درصد دارای روند تغییرات معنی داری هستند، روند منطقه ای تنها در سطح ۷۰ درصد معنی دار است (p-value= ۰,۳).

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-11-27]

جدول ۳) مقادیر ضریب کندال و p-value برای ایستگاه های مورد مطالعه

ایستگاه ها	ضریب کندال	p-value	ایستگاه ها	ضریب کندال	p-value
منطقه ۱	-۰,۰۳۲	۰,۸۱۲	منطقه ۳	-۰,۲۵۲	۰,۰۴۸*
بم	-۰,۱۸۰	۰,۱۶۳	اراک	-۰,۰۶۷	۰,۶۱۰
بندر عباس	۰,۱۱۵	۰,۳۷۶	دوشان تپه	۰,۲۸۹	۰,۰۲۵*
بندر لنگه	-۰,۱۸۸	۰,۱۴۴	کرمانشاه	-۰,۴۴۱	۰,۰۰۱**
بیرجند	-۰,۰۶۸	۰,۶۰۹	خرم آباد	-۰,۲۲۰	۰,۰۴۹*
چابهار	۰,۳۶۱	۰,۰۰۵**	مشهد	-۰,۱۷۱	۰,۱۸۵
فسا	-۰,۳۰۷	۰,۰۱۷*	ارومیه	-۰.۲۲۵	۰,۰۴۹*
ایرانشهر	-۰,۰۳۷	۰,۷۸۵	سبزوار	-۰,۴۹۲	۰,۰۰۱**
جزیره کیش	۰,۲۱۰	۰,۱۰۳	سقز	-۰,۳۷۹	۰,۰۰۳**
کرمان	-۰,۱۷۶	۰,۱۷۴	سنندج	-۰,۳۷۴	۰,۰۰۴**
زابل	-۰,۴۲۴	۰,۰۰۱**	سمنان	۰,۱۴۲	۰,۲۷۶
زاهدان	-۰,۱۲۸	۰,۳۲۴	شاهرود	-۰,۲۸۱	۰,۰۲۸*
منطقه ۲	-۰,۱۴۵	۰,۲۶۲	تهران	۰,۲۶۴	۰.۰۴۱*
آبادان	۰,۰۳۱	۰,۸۲۵	منطقه ٤	-۰,۱۳۳	۰,۳۰۰
آباده	-۰,۳۴۴	۰,۰۰۷**	بابلسر	-۰,۰۰۹	۰,۹۵۹
اهواز	-۰,۰۵۹	۰,۶۵۸	بندر انزلی	-۰,۲۴۱	۰,۰۴۹*
بوشهر	-۰,۳۶۱	۰,۰۰۵**	گرگان	۰,۱۷۶	۰,۱۷۳
دزفول	۰,۱۲۲	۰,۳۵۰	نوشهر	-۰,۱۱۷	۰,۳۶۷
اصفهان	-۰,۳۲۶	۰,۰۱۱*	رامسر	-۰,۲۴۸	۰,۰۵۰*
کاشان	-۰,۰۴۸	۰,۷۲۱	رشت	-۰,۲۷۷	۰,۰۳۱*
شهرکرد	-۰,۰۱۳	۰,۹۲۱	منطقه ۵	-۰,۲۹۳	۰,۰۲۲*
شرق اصفهان	-۰,۰۲۲	۰,۰۳۷*	اردبیل	-۰,۲۹۴	۰,۰۲۲*
شیراز	۰,۰۰۶	۰,۹۷۳	بجنورد	-۰,۲۴۸	۰,۰۴۹*
تربت حیدریه	-۰,۱۳۱	۰,۳۱۵	قزوین	-۰,۲۹۷	۰,۰۲۱*
یزد	-۰,۰۲۴	۰,۸۶۵	همدان	۰,۰۱۳	۰,۹۳۲
			خوی	-۰,۱۹۰	۰,۱۳۹
			تبریز	-۰,۲۳۱	۰,۰۴۹*
			زنجان	-۰,۲۵۶	۰,۰۴۶*

** معنی دار در سطح ۹۹ درصد * معنی دار در سطح ۹۵ درصد

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-11-27]

تعیین نقطه تغییر

در این قسمت با استفاده از آزمون پتیت فرض وجود نقطه ای (سالی) که بعد یا قبل از آن تغییری ناگهانی در سری های زمانی مقادیر پوشش ابر اتفاق افتاده باشد، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این آزمون برای ایستگاه هایی که دارای p-value معنی داری بودند، در جدول (۴)ارائه شده است. نتایج نشان داد که تغییر ناگهانی در مقدار پوشش ابر سالیانه در اغلب ایستگاه ها در دهه ۱۹۹۰ اتفاق افتاده است. متفاوت بودن سال تغییر در ایستگاه ها می تواند ناشی از تأثیر عوامل محلی و توپوگرافی بر شرایط اقلیمی ایستگاه ها باشد. این تفاوت در سال، تغییر ناگهانی در سری های زمانی پارامتر های اقلیمی در بسیاری از مطالعات دیگر نیز مشاهده شده است. ایرم[۱] (۲۰۰۴)، نیز نشان داد که شدیدترین کاهش در مقدار پوشش ابرهای سیروس در کشور استونی در بین سال های ۱۹۵۸ تا ۲۰۰۳، در دهه ۱۹۹۰، اتفاق افتاده است. ناظم السادات و همکاران (۱۳۸۴)، نیز در بررسی نقطه تغییر بارش در جنوب کشور به این نتیجه رسیدند که سال تغییر در سری های بارش در ایستگاه ها و همچنین در فصول مختلف متفاوت است، ولی اغلب معطوف به اواسط دهه ۱۹۷۰ می باشد. برونیتی[۲] و همکاران (۲۰۰۱)، نیز در مطالعه ای بر روی ۶۸ ایستگاه در ایتالیا نشان دادند که سال تغییر در روند بارش های شدید در این ایستگاه ها متفاوت می باشد، ولی اغلب در دهه ۱۹۷۰ بوده است.

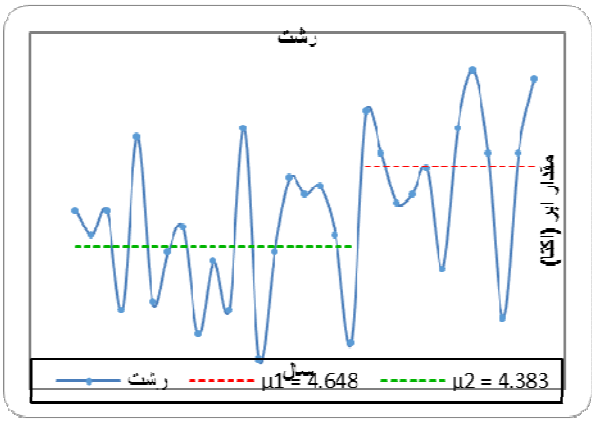
جدول ٤) سال تغییر و p-value برای ایستگاه هایی که دارای سال تغییر هستند

ایستگاه	سال تغییر	p-value	ایستگاه	سال تغییر	p-value
آباده	۱۹۹۷	۰,۰۰۶	دوشان تپه	۱۹۹۱	۰,۰۲۸
اردبیل	۱۹۸۸	۰,۰۰۱	رامسر	۱۹۹۶	۰,۰۰۴
ارومیه	۱۹۸۸	۰,۰۴۰	رشت	۱۹۸۸	۰,۰۲۳
اصفهان	۱۹۸۶	۰,۰۲۸	زابل	۱۹۹۷	۰,۰۰۱
بجنورد	۱۹۹۳	۰,۰۱۶	زنجان	۱۹۹۴	۰,۰۰۵
بندر لنگه	۱۹۹۷	۰,۰۱۷	سبزوار	۱۹۹۲	۰,۰۰۱
بوشهر	۱۹۹۷	۰,۰۰۷	سقز	۱۹۹۴	۰,۰۰۳
تبریز	۱۹۸۸	۰,۰۱۲	سنندج	۱۹۸۶	۰,۰۰۲
تهران	۱۹۹۵	۰,۰۴۸	شاهرود	۱۹۸۷	۰,۰۰۴
جزیره کیش	۱۹۹۱	۰,۰۴۰	فسا	۱۹۹۷	۰,۰۰۳
چابهار	۱۹۸۹	۰,۰۰۳	قزوین	۱۹۸۷	۰.۰۰۲
خرم آباد	۱۹۹۴	۰,۰۱۷	کرمانشاه	۱۹۹۴	۰,۰۰۱
خوی	۱۹۸۸	۰,۰۲۲	مشهد	۱۹۹۸	۰,۰۲۱

شکل (۵) تغییرات مقدار پوشش ابر در ایستگاه رشت به عنوان ایستگاه منتخب از منطقه چهار را نشان می دهد. نقطه تغییر در این ایستگاه، سال ۱۹۸۸ می باشد. متوسط پوشش ابر قبل از این سال (μ_1) معادل ۴/۶۴۸ و بعد از سال ۱۹۸۸ (μ_2) معادل ۴/۳۸۳ به دست آمده است. نتایج نشان داد که تفاوت میانگین سری زمانی، قبل و بعد از سال تغییر در سطح ۹۵ درصد معنی دار می باشد (جدول ۴).

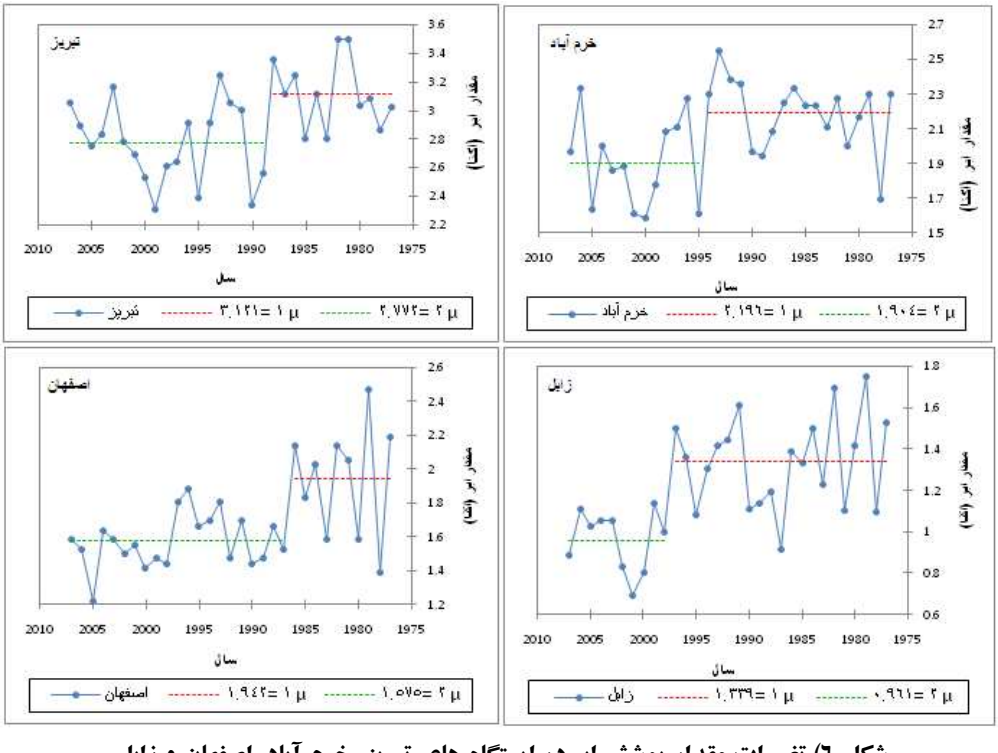
[۱]- Eerme
[۲]- Brunetti

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-11-27]



شکل ۵) تغییرات مقدار پوشش ابر در ایستگاه رشت در دوره آماری ۱۹۷۷ تا ۲۰۰۷

شکل ۶ نیز تغییرات مقدار پوشش ابر در ایستگاه های تبریز (نمونه منتخب منطقه ۵)، خرم آباد (نمونه منتخب منطقه ۳)، اصفهان (نمونه منتخب منطقه ۲) و زابل (نمونه منتخب منطقه ۱) را نشان می دهد. در این ایستگاه ها نیز تفاوت بین میانگین مقـدار پوشش ابر قبل و بعد از سـال تغییر از نظر آمـاری معنی دار می باشند. خلاصه نتایج برای تمامی ایستگاه ها در جدول (۴)ارائه شده است.



شکل ٦) تغییرات مقدار پوشش ابر در ایستگاه های تبریز، خرم آباد، اصفهان و زابل

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-11-27]

نتیجه گیری:

در این تحقیق، با استفاده از اطلاعات مقدار پوشش ابر ماهانه ۹۰ ایستگاه همدید، تغییرات مکانی مقدار پوشش ابر در کشور با استفاده از روش تحلیل خوشه ای و مدل تابع پایه شعاعی مدل سازی شد. همچنین تغییرات زمانی و نقطه تغییر موجود در سری های زمانی مقدار پوشش ابر نیز مورد ارزیابی قرار گرفت.

نتایج نشان داد که تحلیل خوشه ای چند میانگینی، به خوبی قادر به خوشه بندی مقدار پوشش ابر کشور است. در نتیجه انجام این تحلیل، پنج منطقه مجزا برای مقدار پوشش ابر سالیانه در کشور به دست آمد. مقدار پوشش سالیانه ابر در منطقه سواحل جنوبی دریای خزر بین ۴/۲ تا ۳/۳ اکتا، منطقه آذربایجان و البرز بین ۳/۳ تا ۲/۵ اکتا، منطقه زاگرس غربی و دامنه های جنوبی البرز بین ۲/۵ تا ۱/۸ اکتا، منطقه جنوب غربی و شمال کویر مرکزی بین ۱/۸ تا ۱/۵ اکتا و منطقه جنوبی و مرکزی بین ۱/۶ تا ۱/۱ اکتا می باشد.

از بین سه مدل زمین آماری کریجینگ، تابع پایه شعاعی و وزن دهی عکس فاصله، مدل تابع پایه شعاعی دارای کمترین خطای برآورد برای مناطق بدون اطلاعات بود. بنابراین از این مدل نیز در کنار روش تحلیل خوشه ای جهت بررسی تغییرات مکانی مقدار پوشش ابر در کشور استفاده شد تا با اطمینان بیشتری به پهنه های مناسب دست یابیم. با اعمال مدل تابع پایه شعاعی نیز پنج منطقه مجزا در کشور از لحاظ مقدار پوشش ابری به دست آمد. الگوی کلی این مناطق با مناطق به دست آمده از مدل تابع شعاعی یکسان می باشد و تنها در مناطق مرزی برخی پهنه ها تفاوت هایی مشاهده گردید.

نتیجه تحلیل های زمانی نشان داد که روند تغییرات مقدار پوشش ابر در طول دوره مورد مطالعه، در اغلب ایستگاه های مناطق سه، چهار و پنج (نیمه شمالی کشور)، از نظر آماری معنی دار می باشد. در تمامی ایستگاه های دارای روند تغییرات معنی دار، این روند منفی و یا به عبارت دیگر کاهشی می باشد. نقطه یا سال تغییر ناگهانی در سری های مقادیر پوشش ابر در اغلب این ایستگاه ها در دهه ۱۹۹۰ اتفاق افتاده است.

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-11-27]

منابع و مآخذ

۱) اکبری، طیبه، مسعودیان، سیدابوالفضل(۱۳۸۸)، شناسایی رژیم دمایی و پهنه های نواحی دمایی ایران، جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، شماره ۱، صص۷۴-۵۹.

۲) جهانبخش، سعید، ترابی، سیما(۱۳۸۳)، بررسی و پیش بینی تغییرات دما و بارش در ایران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۷۴، صص ۱۲۵-۱۰۴.

۳) حاجی میر رحیمی، سیدمحمود(۱۳۸۶)، ارزیابی تطبیقی مقادیر بارش نظاره شده توسط سنجنده های ماهواره‌ای و رادار هواشناسی، پایان نامه کارشناسی ارشد رشته سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشگاه تبریز، ۱۴۰ صفحه.

۴) حجام، سهراب، خشخو، یونس، شمس الدین وندی، رضا(۱۳۸۷)، تحلیل روند تغییرات بارندگی های فصلی و سالانه چند ایستگاه منتخب در حوضه مرکزی ایران با استفاده از روش های ناپارامتری، پژوهش های جغرافیایی، شماره ۶۴، صص ۱۶۸-۱۵۷.

۵) حیدری، حسن(۱۳۸۴)، ناحیه بندی بارش در شماغرب و غرب ایران بر مبنای تحلیل مؤلفه های اصلی مقادیر کواریانس، پژوهش های جغرافیایی، شماره ۱، صص ۱۵-۱.

۶) دین پژوه،یعقوب، فاخری، احمد، مقدم، محمد، میرنیا، میرکمال، جهانبخش اصل، سعید(۱۳۸۲)، پهنه بندی اقلیمی ایران با استفاده از تحلیل های چند متغیره برای استفاده درمطالعات کشاورزی، مجله دانش کشاورزی، شماره ۱۳، صص ۹۰-۷۱.

۷) رحیمی، داریوش، ولی پور، قدیر، یزدانپناه، حجت الله(۱۳۹۰)، کاربرد سامانه و مجموعه های فازی در پهنه بندی دمایی (استان چهار محال و بختیاری)، جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، شماره ۴۱، صص ۹۶-۸۵.

۸) شعبانی، محمد(۱۳۸۸)، ارزیابی کاربرد روش های زمین آمار در پهنه بندی شدت های خشکسالی در استان فارس، مجله مهندسی آب، سال دوم، صص ۳۶-۳۱.

۹) صادقی‌حسینی، سیدعلیرضا، حجام، سهراب، تفنگ‌ساز، پوریا(۱۳۸۴)، ارتباط آب قابل بارش ابر و بارندگی دیدبانی شده در منطقهٔ تهران، مجلهٔ فیزیک زمین و فضا، شماره ۲، صص ۲۱-۱۳.

۱۰) صحراییان، فاطمه، رحیم زاده، فاطمه،و پدرام، مژده(۱۳۸۳)، روند میانگین سالانه پوشش ابری آسمان و کاهش میانگین سالانه دمای حداکثر در تعدادی از ایستگاه‌های کشور، نیوار، شماره ۴۵-۵۵، صص ۷-۱۹.

۱۱) عزیزی، قاسم، روشنی، محمود (۱۳۸۷)، مطالعه تغییر اقلیم در سواحل جنوبی دریای خزر به روش من -کندال، پژوهش های جغرافیایی، شماره ۶۴، صص ۱۳- ۲۸.

۱۲) عساکره، حسین(۱۳۸۶)، تغییرات زمانی- مکانی بارش ایران زمین طی دهه های اخیر، جغرافیا و توسعه، شماره ۱۰، صص ۱۶۴-۱۴۵.

۱۳) عساکره، حسین(۱۳۸۷)، کاربرد روش کریجینگ در میان یابی بارش مطالعه موردی: میان یابی بارش ۱۳۷۶/۱۲/۲۶در ایران زمین، جغرافیا و توسعه، شماره ۱۲، صص ۴۲-۲۵.

۱۴) علیجانی، بهلول(۱۳۸۵)، آب و هوای ایران، نشر دانشگاه پیام نور، ۲۲۱ صفحه.

۱۵) غیور، حسنعلی، منتظری، مجید(۱۳۸۳)، پهنه بندی رژیم های دمایی ایران با مؤلفه های مبنا و تحلیل خوشه ای، جغرافیا و توسعه، شماره ۴، صص ۳۴-۲۱.

۱۶) کتیرایی، پری سیما، حجام، سهراب، ایران نژاد، پرویز(۱۳۸۶). سهم تغییرات فراوانی و شدت بارش روزانه در روند بارش در ایران طی دوره ۱۹۶۰ تا ۲۰۰۱، مجله فیزیک زمین و فضا، شماره ۱، صص ۸۳-۶۷.

۱۷) مباشری، محمدرضار، رضائی، یوسف (۱۳۸۵)، تشخیص پوشش مه و ابرهای کوتاه st با استفاده از تصاویر ماهواره MSG-۱، نشریه دانشکده فنی، جلد ۴۰، شماره۸، صص۱۱۱۹-۱۱۰۷.

۱۸) مجرد، فیروز، جوادی، بهمن(۱۳۸۹)، پهنه بندی ایران بر مبنای دماهای حداقل، جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، شماره ۳۹، صص ۱۰۶-۸۳.

۱۹) مسعودیان، سیدابوالفضل(۱۳۸۲)، نواحی اقلیمی ایران، جغرافیا و توسعه، شماره ۲،صص ۱۸۴-۱۷۱.

۲۰) مسعودیان، سیدابوالفضل (۱۳۸۴)، شناسایی رژیم های بارش ایران به روش تحلیل خوشه ای، پژوهشی جغرافیایی، شماره ۵۲، صص ۶۱-۴۷.

۲۱) مسعودیان، سیدابوالفضل (۱۳۸۵)، اقلیم شناسی همدید و کاربرد آن در مطالعات محیطی، انتشارات دانشگاه اصفهان، ۲۱۷ صفحه.

۲۲) مسعودیان، سیدابوالفضل (۱۳۸۸)، نواحی بارشی ایران، جغرافیا و توسعه، شماره ۱۳، صص۹۱-۷۹.

۲۳) مسعودیان، سیدابوالفضل، کاویانی، محمدرضا(۱۳۸۷)، اقلیم شناسی ایران، انتشارات دانشگاه اصفهان، ۱۷۹ صفحه.

۲۴) مفیدی، عباس، زرین، آذر(۱۳۸۴)، تحلیل سینوپتیکی ماهیت سامان های کم فشار سودانی، فصلنامه جغرافیایی سرزمین، شماره ۶، صص ۴۸-۲۶.

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-11-27]

۲۵) ناظم السادات، سیدمحمد جعفر، سامانی، نوذر، مصطفی، مولایی نیکو(۱۳۸۴)، تغییر اقلیم در جنوب و جنوب غرب ایران از دیدگاه مشاهدات بارش، برهم کنش با پدیده النین و نوسانات جنوبی، مجله علمی کشاورزی، شماره ۲، صص ۹۸-۸۱.

۲۶) Brunetti,M, M.Colacion, M.Maugeri and T.Nanni. (۲۰۰۱), Trends in the daily intensity of precipitation in Italy. Int. J. Climatol., ۲۱: ۲۹۹–۳۱۶.

۲۷) Caloiero,T, R.Coscarelli, E.Ferrari and M.Mancini. (۲۰۱۱),Trend detection of annual and seasonal rainfall in Calabria (Southern Italy). Int. J. Climatol., ۳۱: ۴۴–۵۶.

۲۸) Duan,A. and W.Guoxiong. (۲۰۰۶), Change of cloud amount and the climate warming on the Tibetan Plateau. Geophys. Res. Let., ۳۳, L۲۲۷۰۴.

۲۹) Duda,R.O. (۲۰۰۰), Pattern Classification. Published by John Wiley & Sons, Inc. ۲۰۰۰ ISBN ۰۴۷۶-۰۵۶۶۹۳.

۳۰) Eerme,K. (۲۰۰۴), Change in Spring-Summer Cirrus Cloud Amount over Estonia, ۱۹۵۸-۲۰۰۳. Int. J. Climatol., ۲۴: ۱۵۴۳–۱۵۴۹.

۳۱) Filipiak,J. and M.Mietus. (۲۰۰۹), Spatial and temporal variability of cloudinessin Poland, ۱۹۷۱–۲۰۰۰. Int. J. Climatol., ۲۹: ۱۲۹۴-۱۳۱۱.

۳۲) Ghasemi,A.R. and D.Khalili. (۲۰۰۸), The Association between Regional and Global Atmospheric Patterns and the Winter Precipitation in Iran. Atmo. Res., ۸۸: ۱۱۶-۱۳۳.

۳۳) Henderson-Sellers,A. (۱۹۹۱), Continental cloudiness changes thiscentury. Geo J., ۳۷: ۲۵۵-۲۶۲.

۳۴) Kaiser,D.P. and Y.Qian. (۲۰۰۲), Decreasing trends in sunshine duration overChina for ۱۹۵۴–۱۹۹۸: Indication of increased haze pollution? Geophys. Res. Lett. ۲۹: ۲۰۴۲.

۳۵) Kruger,A.C. (۲۰۰۷), Trends in cloud cover from ۱۹۶۰ to ۲۰۰۵ over South Africa. Water SA, ۳۳: ۶۰۳-۶۰۸.

۳۶) Norris,J.R. and A.Slingo. (۲۰۰۹), Trends in Observed Cloudiness and Earth's Radiation Budget. Strungmann Forum Report.

۳۷) Partal,T. and E.Kahya. (۲۰۰۶), Trend analysis in Turkish precipitation data. Hydrol. Process, ۲۰: ۲۰۱۱–۲۰۲۶.

۳۸) Rio,D, S. L. Herrero, R.Fraile and A.Penas. (۲۰۱۱). Spatial distribution of recent rainfall trends in Spain. Int. J. Climatol., ۳۱: ۶۵۶-۶۶۷.

۳۹) Sahin,S and H.K.Cigizoglu. (۲۰۱۰), Homogeneity analysis of Turkish meteorological data set. Hydrol. Process, ۲۴: ۹۸۱–۹۹۲

۴۰) Sun,B. and P.Y.Groisman (۲۰۰۰) Cloudiness variations over theformer Soviet Union. Int. J. Climatol., ۲۰: ۱۰۹۷-۱۱۱۱.

۴۱) Toros, H. (۲۰۱۱), Spatio-temporal variation of daily extreme temperatures over Turkey. Int. J. Climatol., doi: ۱۰,۱۰۰۲/joc.۲۳۲۵

۴۲) Villarini,G, J.A.Smith, A.A. Ntelekos, and U.Schwarz (۲۰۱۱), Annual maximum and peaks-over-threshold analyses of daily rainfall accumulations for Austria, J. Geophys. Res., ۱۱۶, D۰۵۱۰۳, doi: ۱۰,۱۰۲۹/۲۰۱۰JD۰۱۵۰۳۸.

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-11-27]

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-11-27]