



دانشگاه گوارن کشاورزی و منابع طبیعی گوارن

نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک

جلد بیست و سوم، شماره دوم، ۱۳۹۵

<http://jwsc.gau.ac.ir>

شناخت نواحی همگن بارشی ایران بر پایه پایگاه داده افرودیت (۰/۲۵ درجه قوسی)

محمد دارند*

استادیار اقلیم‌شناسی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۱/۲۰؛ تاریخ پذیرش: ۹۴/۶/۱۰

چکیده

سابقه و هدف: دسترسی به داده‌های بهنگام با تفکیک زمانی - مکانی مناسب یکی از ضرورت‌های مهم و اساسی برای انجام پژوهش‌های علوم جوی به‌شمار می‌رود. این مهم هنگامی پررنگ می‌شود که هدف پژوهشگر، واکاوی سنجه جوی به جای نقطه (پیمونگاه) بر روی گستره و پهنه باشد. امروزه پژوهشکده‌ها، مؤسسه‌ها و سازمان‌های مرتبط با علوم جوی متعددی در کشورهای مختلف جهان وجود دارند که گردآوری، واکاوی و نشر داده‌ها را در مقیاس‌های مختلف (جهانی، منطقه‌ای، ملی و غیره) با تفکیک‌های مکانی - زمانی مختلف انجام می‌دهند. هدف از انجام این پژوهش شناخت نواحی همگنی بارش ایران بر پایه پایگاه داده بارش افرودیت است.

مواد و روش‌ها: برای شناسایی و پهنه‌بندی نواحی بارشی ایران زمین در این پژوهش از داده‌های روزانه بارش پایگاه داده افرودیت (APHRODITE) نسخه V11003 با تفکیک مکانی ۰/۲۵ درجه قوسی استفاده شد. بر پایه تفکیک مکانی یاد شده ۲۴۹۱ یاخته در داخل مرز سیاسی ایران زمین قرار می‌گیرد. مقادیر بارش روزانه بر روی یاخته‌های داخل مرز سیاسی ایران زمین استخراج شد و ماتریسی در ابعاد ۲۴۹۱×۲۰۸۱۸ ایجاد شد که بر روی سطرها زمان (گاه) و بر روی ستون‌ها جای (مکان) یا یاخته‌های داخل مرز ایران قرار داشت. برای شناسایی نواحی بارشی برای هر روز تقویمی از سال بر روی هر یاخته جداگانه میانگین بارش بلندمدت حساب شد و یک پایگاه داده (جایگاه) با آرایش T در ابعاد ۲۴۹۱×۳۶۶ حاصل شد. سپس به‌منظور پهنه‌بندی نواحی بارشی ایران، بر روی آرایه به‌دست آمده، تحلیل خوشه‌ای با روش ادغام وارد انجام شد.

یافته‌ها: برازش نمایه‌های کنترل کیفیت پراش درون‌گروهی بر روی خوشه‌بندی‌های مختلف بارش پایگاه داده افرودیت (از خوشه‌بندی دو عضوی تا پانزده عضوی) نشان داد که ایران را بر پایه مقادیر روزانه بارش می‌توان به هشت پهنه همگن بارشی دسته‌بندی کرد: (۱) پهنه کم‌بارش فرین، (۲) پهنه بسیار کم‌بارش، (۳) پهنه کم‌بارش شمالی، (۴) پهنه کم‌بارش جنوبی، (۵) پهنه نیمه پر بارش، (۶) پهنه پر بارش شمالی، (۷) پهنه پر بارش غرب - جنوب غربی و (۸) پهنه پر بارش فرین.

نتیجه‌گیری: لانه‌گزینی و موقعیت مکانی پهنه‌ها با مقادیر بارش دریافتی و یافته‌های پژوهشگران دیگر هماهنگی بسیار خوبی از خود نشان می‌دهند. به‌نظر می‌رسد که داده‌های روزانه بارش پایگاه داده افرودیت از دقت مناسبی جهت واکاوی

* مسئول مکاتبه: m.darand@uok.ac.ir

و پایش زمانی مکانی بارش بر روی ایران زمین برخوردارند. اغلب پژوهش‌های انجام گرفته بر روی پهنه‌بندی بارش بر مبنای داده‌های نقطه‌ای (ایستگاهی) انجام گرفته‌اند. ایستگاه‌های هواسنجی بر روی پهنه ایران زمین یکنواخت توزیع نشده‌اند. بنابراین شناخت مرز نواحی همگن بارشی بر پایه آن‌ها علاوه بر آن‌که بسیار سخت و دشوار است بلکه دقیق نیز نخواهد بود. همچنین در پژوهش‌هایی که بر مبنای داده‌های شبکه‌ای انجام شده است، شمار پهنه‌ها بر پایه درخت خوشه‌بندی و در نهایت براساس تصمیم پژوهشگر صورت گرفته است. از این رو به نظر می‌رسد که به‌کارگیری داده‌های شبکه‌ای جهت پایش مکانی دقیق نواحی بارشی و کاربست نمایه‌های کنترل کیفیت پراش درون‌گروهی جهت شناخت شمار خوشه‌ها به نسبت بسیار دقیق‌تر خواهد بود. از آنجایی‌که پایگاه داده بارش افرویدیت دارای تفکیک زمانی روزانه و تفکیک مکانی ۰/۲۵ درجه قوسی است و برای بازه زمانی نسبتاً خوبی (۲۰۰۷-۱۹۵۱) داده‌های بارش به‌صورت رایگان در اختیار کاربران قرار می‌دهد، جهت پایش ویژگی‌های اقلیمی بارش مناسب هستند.

واژه‌های کلیدی: نواحی بارشی، پایگاه داده افرویدیت، ایران

مقدمه

دسترسی به داده‌های بهنگام با تفکیک زمانی- مکانی مناسب یکی از ضرورت‌های مهم و اساسی برای انجام پژوهش‌های علوم جوی به‌شمار می‌رود. این مهم هنگامی پررنگ می‌شود که هدف پژوهشگر، واکاوی سنجه جوی به جای نقطه (پیمونگاه) بر روی گستره و پهنه باشد. بارش یکی از مهم‌ترین سنجه‌های جوی است که در ابعاد زمان و مکان تغییرات بسیار زیادی از خود نشان می‌دهد (۵). مسعودیان (۲۰۰۳) بر این باور است که در ایران بعد از دما و رطوبت جوی، بارش سومین عامل تفاوت‌های آب و هوایی است (۹). امروزه پژوهشکده‌ها، مؤسسه‌ها و سازمان‌های مرتبط با علوم جوی متعددی در کشورهای مختلف جهان وجود دارند که گردآوری، واکاوی و نشر داده‌ها را در مقیاس‌های مختلف (جهانی، منطقه‌ای، ملی و غیره) با تفکیک‌های مکانی- زمانی مختلف انجام می‌دهند. پایگاه‌های داده شبکه‌ای بلندمدت بر پایه داده‌های مشاهده‌ای (ایستگاهی) برای بسیاری از طرح‌های پژوهشی از جمله شناسایی نقش انسان بر تغییر اقلیم، اعتبارسنجی مدل‌های اقلیمی و برآوردهای ماهواره‌ای و ارزیابی چرخه‌های هیدرولوژیکی بسیار مهم به حساب می‌آیند (۳).

واکاوی ویژگی‌های تغییر اقلیم و فرین‌ها در مقیاس منطقه‌ای نیازمند پایگاه‌های داده شبکه‌ای بلندمدتی است که نه تنها تفکیک مکانی بالای داشته باشند بلکه از قدرت تفکیک زمانی مناسبی (دست‌کم روزانه) نیز برخوردار باشند چرا که واکاوی بسامد رخدادهای بارش فرین (۱۴)، تغییرات طول دوره تر و خشک، ماندگاری‌های بارش و بسیاری دیگر از ویژگی‌های بارش و سنجه‌های جوی دیگر نیازمند داده‌های روزانه است. متأسفانه داده‌های روزانه به‌دلیل بالا بودن هزینه ثبت و به‌هنگام کردن آن‌ها در بسیاری از کشورها در دسترس نیستند (۱) و نبود داده‌ها، واکاوی تغییر اقلیم و پژوهش‌های مبتنی بر مدل مقایسه‌ای را با مشکل مواجه می‌کند (۲۱). امروزه راپانه‌های مدرن و تکنیک‌های شبکه‌ای، باران‌سنجی‌های خودکار همانند ماهواره‌های جدید سبب بهبود تخمین مقدار بارش شده‌اند (۸). جاگس (۲۰۰۹) بارش حوضه آبریز دریای بالتیک را به کمک تحلیل مؤلفه‌ای مینا و داده‌های شبکه‌ای طی بازه زمانی ۱۹۰۰ تا ۱۹۹۶ پهنه‌بندی کرد. وی از پایگاه داده بارش جهانی که در دانشگاه انگلیای شرقی تهیه می‌شوند بهره گرفت. وی نشان داد که حوضه یاد شده را می‌توان به ۴ منطقه همگن شمالی، شرقی، جنوب و غربی تقسیم کرد (۵).

ایران را به هشت پهنه همگن بارشی تقسیم کرد (۱۵). رضیئی و عزیززی (۲۰۰۷) نیز برای شناخت پهنه‌های بارشی غرب ایران از روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی بهره گرفتند. پس از کاهش متغیرها به ۴ مؤلفه مبنا، بر روی نمرات تحلیل خوشه‌ای انجام گرفت و در نهایت غرب ایران را به پنج پهنه یکدست و همگن بارشی طبقه‌بندی کردند (۱۷). مسعودیان (۲۰۰۹) نواحی بارشی ایران را به کمک داده‌های شبکه‌ای بارش ۱۴ در ۱۴ کیلومتر شناسایی کرد. وی با انجام تحلیل خوشه‌ای بر روی فواصل اقلیدسی ماتریس 5214×366 (جایگاه) و روش ادغام وارد نشان داد که بر حسب مقدار و زمان دریافت بارش در ایران هشت ناحیه بارشی متمایز وجود دارد (۱۱). صمدی و محمدی (۲۰۱۰) به کمک توابع متعامد تجربی بارش‌های پاییزه نیمه غربی ایران را پهنه‌بندی کردند. آن‌ها از داده‌های ۶۴ ایستگاه همدید، اقلیمی و باران‌سنجی استفاده کردند. یافته‌های آن‌ها بیانگر هشت منطقه همگن بارشی در منطقه مورد مطالعه است (۱۸). خام‌چین و همکاران (۲۰۱۰) بر پایه داده‌های ۳۹۶ ایستگاه کشور و تحلیل مؤلفه‌های مبنا و تحلیل خوشه‌ای حداکثر بارش روزانه در ایران را پهنه‌بندی کردند و نتایج نشان داد که ایران زمین را می‌توان به لحاظ حداکثر بارش روزانه به هفت پهنه همگن تقسیم کرد (۶). تیموری و عظیم‌زاده (۲۰۱۱) بر پایه شاخص بارش مؤثر در ۳۹ ایستگاه همدید کشور طی بازه زمانی ۱۳۵۵-۱۳۸۴ ایران را به پنج پهنه تقسیم کردند (۲۰). نصرآبادی و همکاران (۲۰۱۳) توزیع فراوانی بارش روزانه در ایران را پهنه‌بندی کردند. نتایج برازش چهار توزیع مختلف بر روی سری زمانی روزانه داده‌های بارش در روزهای بارشی نشان داد که دو تابع توزیع گامای دوفراسنجی و نمایی به‌ترتیب بر روی ۹۵/۵ و ۴/۵ درصد از گستره ایران برازنده‌ترین توزیع‌های آماری هستند (۱۶). هدف از انجام این پژوهش واکاوی و شناخت

کولیوراس و کومریک (۲۰۰۷) به منطقه‌بندی بارش و تغییرات آن در هاوایی پرداختند. آن‌ها از ۱۲۴ ایستگاه هواسنجی طی بازه زمانی ۱۹۷۱ تا ۲۰۰۰ و از روش تحلیل مؤلفه‌های مبنا استفاده کردند. یافته‌ها نشان داد که هاوایی را می‌توان به ۹ منطقه بارشی دسته‌بندی کرد (۷). ستیاناریانا و سیرینیواس (۲۰۱۱) به یاری خوشه‌بندی فازی به منطقه‌بندی بارش در هند پرداختند. یافته‌ها نشان داد که خوشه‌بندی فازی روشی مناسب برای پهنه‌بندی بارش به‌شمار می‌رود و یکی از مزایای آن به‌کارگیری پارامترهای مختلف (طول و عرض جغرافیایی، ارتفاع) جهت پهنه‌بندی بارش است (۱۹). در ایران علیجانی (۱۹۹۶) به لحاظ بسیاری از ویژگی‌های مهم بارش و روش همدید، کشور ایران را به ۵ ناحیه بارشی دسته‌بندی کرد. وی برای انجام این کار از داده‌های ایستگاهی بهره گرفت (۲). حیدری و علیجانی (۲۰۰۰) به کمک مقادیر کواریانس حاصل از تحلیل مؤلفه‌های مبنا به ناحیه‌بندی بارشی غرب و شمال‌غرب ایران پرداخت. وی به کمک داده‌های ماهانه ۲۶ ایستگاه همدید نشان داد که سه مؤلفه بیش از ۹۳ درصد واریانس کل داده‌ها را توجیه می‌کند. با بهره‌گیری از تحلیل خوشه‌ای بر روی نمرات مؤلفه‌های مبنا، غرب و شمال‌غرب ایران را به چهار ناحیه بارشی تقسیم کرد (۴). در پژوهشی مشابه مسعودیان و همکاران (۲۰۱۱) بارش مناطق غرب و شمال‌غرب ایران را با بهره‌گیری از روش میان‌یابی کریگینگ داده‌های روزانه بارش ۱۶۹ ایستگاه همدید، اقلیمی و باران‌سنجی را بر روی شبکه‌های ۱۴ در ۱۴ کیلومتر میان‌یابی کردند و از روش تحلیل خوشه‌ای برای پهنه‌بندی استفاده کردند. بر پایه نتایج سه منطقه همگن بارشی شناسایی شد (۱۲). مدرس (۲۰۰۶) بارش ایران زمین را بر پایه داده‌های ماهانه ۲۸ ایستگاه همدید پهنه‌بندی کرد. وی برای انجام این کار از تحلیل خوشه‌ای و تحلیل فراوانی منطقه‌ای L-moments بهره گرفت. ایشان نیز

شد. هدف این پایگاه داده، ایجاد یک پایگاه داده روزانه بارش برای آسیا با تفکیک مکانی بالا جهت ارزیابی منابع آب است. این پایگاه داده ویرایش‌های مختلفی با تفکیک مکانی- زمانی متفاوت دارد. جدول ۱ چهارچوب پوش مکانی و ویژگی‌های اصلی نسخه‌های متفاوت پایگاه داده افرودیت را نشان می‌دهد.

نواحی بارشی ایران بر پایه پایگاه داده بارش افرودیت^۱ (APHRODITE) است و برای پهنه‌بندی نواحی بارشی از تحلیل خوشه‌ای و نمایه مختلف کنترل کیفیت پراش درون‌گروهی بهره گرفته شد. پایگاه داده Aphrodite: پایگاه داده بارش افرودیت (APHRODITE) توسط مؤسسه پژوهشی هواشناسی سازمان هواشناسی کشور ژاپن و مؤسسه پژوهشی انسان و طبیعت در سال ۲۰۰۶ بنا گذاشته

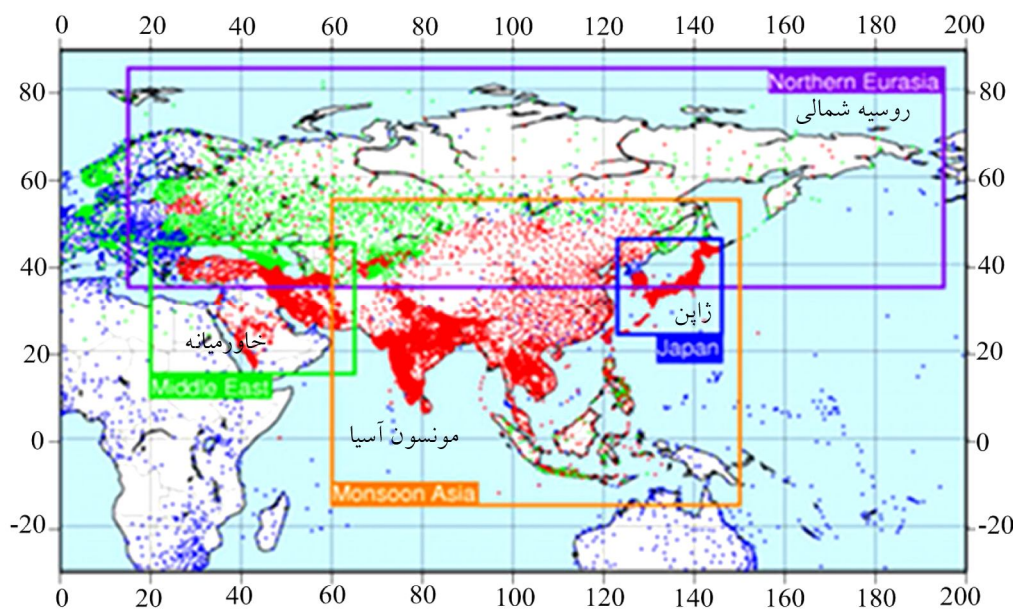
جدول ۱- چهارچوب پوش مکانی و ویژگی‌های اصلی نسخه‌های مختلف پایگاه داده افرودیت.

Table 1. Spatial domain and main characteristics of different versions of Aphrodite data base.

مشخصات Characteristics	بازه زمانی Time Period	چهارچوب پوش Domain	نام Name
به‌کارگیری داده‌های مدل PRISM PRISM model data used	1978-2003	65-155 °E, 5-60 °N	EA EA_0409
به‌کارگیری داده‌های مدل PRISM PRISM model data used	1980-2002	65-155 °E, 5-60 °N	EA
به‌کارگیری از تکنیک گرویسمن و رانکوا (۲۰۰۱) بر روی داده‌ها Groisman and Rankova (2001) technique applied over data	1979-2001	25-60 °E, 25-45 °N	ME APHRO_V0804
به‌کارگیری از تکنیک گرویسمن و رانکوا (۲۰۰۱) بر روی داده‌ها Groisman and Rankova (2001) technique applied over data	1980-2002	20-160 °E, 40-75 °N	RU
به‌کارگیری الگوریتمی جدید (یاتاگای و همکاران (۲۰۰۹)) جهت میان‌یابی داده‌های بارش برای سه چهارچوب پوش مکانی Yatagai et al (2009) algorithm used to data interpolation	1961-2004	60-150 °E, 0-55 °N	MA
به‌کارگیری الگوریتمی جدید (یاتاگای و همکاران (۲۰۰۹)) جهت میان‌یابی داده‌های بارش برای سه چهارچوب پوش مکانی Yatagai et al (2009) algorithm used to data interpolation	1961-2004	15-65 °E, 0-55 °N	ME APHRO_V0902
به‌کارگیری الگوریتمی جدید (یاتاگای و همکاران (۲۰۰۹)) جهت میان‌یابی داده‌های بارش برای سه چهارچوب پوش مکانی Yatagai et al (2009) algorithm used to data interpolation	1961-2004	15-165 °E, 34-84 °N	RU
به لحاظ مکانی کشور اندونزی را نیز پوشش می‌دهد و کنترل کیفیت آن بهبود یافت Cover Adonis country and Quality control improved	1951-2007	60-150 °E, 15S-55 °N	MA
کنترل کیفیت آن بهبود یافت Quality control improved	1951-2007	15-65 °E, 25-45 °N	ME APHRO_V1003R1
ورودی‌ها (داده‌ها) بیش‌تر شد و کنترل کیفیت آن بهبود یافت More data used and quality control Improved	1951-2007	15E-165 °W, 34-84 °N	RU
ورودی‌ها (داده‌ها) بیش‌تر شد و کنترل کیفیت آن بهبود یافت More data used and quality control Improved	1951-2007	60-150 °E, 15S-55 °N	MA
به لحاظ مکانی کشور عربستان سعودی را نیز پوشش می‌دهد و کنترل کیفیت آن بهبود یافت کنترل کیفیت آن بهبود یافت	1951-2007	20-65 °E, 15-45 °N	ME APHRO_V1001
کنترل کیفیت آن بهبود یافت Quality control improved	1951-2007	15-165 °E, 34-84 °N	RU
۰/۰۵ درجه قوسی و به‌صورت بلندمدت بر روی کشور ژاپن 0.05 degree and long term over Japan	1900-2011	123-146 °E, 24-46 °N	APHRO_JP_V1207

پژوهشگران هر منطقه به دست آمده‌اند. داده‌های از پیش گردآوری شده که به رنگ سیاه نمایش داده شده‌اند که شامل شبکه جهانی داده‌های اقلیمی دیرینه (GHCN)، مرکز واکاوی اطلاعات دی‌اکسیدکربن (CDIAC)، آرشیو داده‌های مرکز ملی تحقیقات جوی (NCAR)، مرکز ملی داده‌های اقلیمی جوی (NCDC)، سازمان خواروبار جهانی ایالات متحده (FAO)، مرکز داده آزمایشی حاره‌ای مونسون آسیایی (GAME-T) GEWEX، کمیسیون رودخانه میکونگ (MRC)، مجموعه داده‌های ارزیابی اقلیم اروپایی (ECAD) هستند. همچنین از داده‌های مربوط به سامانه پیوند از دور سیاره‌ای (GTS) که با رنگ آبی نمایش داده شده است، بهره گرفته شده است.

به طور کلی می‌توان گفت که این پایگاه داده برای چهار کرنل و چهارچوب مختلف در آسیا داده بارش فراهم کرده است (شکل ۱). تفکیک مکانی داده‌ها در دو نسخه با تفکیک مکانی متفاوت ۰/۲۵ و ۰/۵ درجه قوسی در اختیار کاربران قرار گرفته است. در نسخه‌های جدیدتر (Aphrodite V1101) و (۰/۲۵) و (۰/۵) درجه قوسی) و (Aphrodite V1003R1) و (۰/۲۵) درجه قوسی) دقت مکانی برآورد بارش بیشتر است چرا که از ایستگاه‌های باران‌سنجی بیشتر است جهت محاسبات زمین‌آماری و میان‌یابی استفاده شده است. منبع داده برای ایجاد این پایگاه، داده‌های شبکه ایستگاه‌های باران‌سنجی پایگاه‌های داده بارش متفاوتی است. رنگ قرمز ایستگاه‌ها و نقاطی را نشان می‌دهند که از مراکز هواشناسی و آب‌شناسی محلی و یا



شکل ۱- چارچوب پوش مکانی دسترسی به داده‌های روزانه بارش پایگاه داده افرویدیت.

Figure 1. Spatial domain of daily precipitation data availability of Aphrodite data base.

تفکیک مکانی ۰/۲۵ درجه قوسی استفاده شد. بر پایه تفکیک مکانی یاد شده ۲۴۹۱ یاخته در داخل مرز سیاسی ایران زمین قرار می‌گیرد. مقادیر بارش روزانه بر روی یاخته‌های داخل مرز سیاسی ایران زمین

مواد و روش‌ها

برای شناسایی و پهنه‌بندی نواحی بارشی ایران زمین در این پژوهش از داده‌های روزانه بارش پایگاه داده افرویدیت (APHRODITE) نسخه V1003 با

پس از اندازه‌گیری فواصل اقلیدسی، بر روی ماتریس D تحلیل خوشه‌ای به روش ادغام وارد انجام گرفت. انتخاب روش وارد برای ادغام به این دلیل است که تضمین‌کننده کم‌ترین پراش درون‌گروهی است و به همین دلیل همگنی درون‌گروهی افزایش می‌یابد. به این ترتیب گروه‌های حاصل می‌شود که از یکدستی درونی بالاتری برخوردارند (۱۳). به بیانی دیگر در روش وارد گروه‌های i و j در صورتی ادغام می‌شوند که افزایش پراش ناشی از ادغام آن‌ها نسبت به ادغام هر یک از آن‌ها با دیگر گروه‌ها کمینه باشد یعنی:

$$D_{i,j} = \frac{n_i n_j n_{ij}}{(n_i + n_j)} \quad (2)$$

که در آن، D_{ij} فاصله بین گروه i و گروه j است (۱۰). برای ارزیابی و گزینش شمار خوشه‌ها (نواحی بارشی) از ۵ نمایه مختلف کنترل کیفیت پراش درون‌گروهی بهره گرفته شد:

نمایه C: نمایه یاد شده را هوبرت و اسپولتز در سال ۱۹۷۶ مطرح کردند و بر پایه رابطه زیر استوار است:

$$C = \frac{S_W - S_{\min}}{S_{\max} - S_{\min}} \quad (3)$$

که در آن، S_W مجموع N_W فاصله بین افراد داخل هر خوشه است. تعداد N_W به کمک رابطه ۴ به دست می‌آید و S_{\min} مجموع کوچک‌ترین فاصله‌هاست که در بین N_W فاصله از هر خوشه انتخاب می‌شوند. S_{\max} مجموع بزرگ‌ترین فاصله‌هاست که در بین N_W فاصله از هر خوشه انتخاب می‌شوند.

$$N_W = \sum_{k=1}^k \frac{n_k(n_k - 1)}{2} \quad (4)$$

مقادیر کوچک‌تر نمایه بیانگر بهینه‌ترین تفکیک خوشه‌ای است.

استخراج شد و ماتریسی در ابعاد 20818×2491 ایجاد شد که بر روی سطرها زمان (گاه) و بر روی ستون‌ها جای (مکان) یا یاخته‌های داخل مرز ایران قرار داشت. برای شناسایی نواحی بارشی برای هر روز تقویمی از سال بر روی هر یاخته جداگانه میانگین بارش بلندمدت حساب شد و یک پایگاه داده (جایگاه) با آرایش T در ابعاد 2491×366 حاصل شد. سپس به منظور پهنه‌بندی نواحی بارشی ایران، بر روی آرایه به دست آمده، تحلیل خوشه‌ای با روش ادغام وارد انجام شد. در یک تحلیل خوشه‌ای دو گام اساسی وجود دارد. گام اول محاسبه درجه همانندی افراد با یکدیگر است و گام دوم چگونگی ادغام افراد بر حسب درجه همانندی آن‌ها با یکدیگر. برای محاسبه درجه همانندی روش‌های مختلفی پیشنهاد شده است. در مطالعات سنج‌های جوی غالباً برای محاسبه درجه ناهمانندی (همانندی) از فاصله اقلیدسی استفاده می‌شود (۱۱). دو یاخته (مکان) را در صورتی متعلق به یک ناحیه بارشی می‌دانیم که متوسط بلندمدت بارش دریافتی آن‌ها به اندازه کافی به یکدیگر نزدیک باشند. بر این اساس نخست با اندازه‌گیری فاصله اقلیدسی مقادیر بارش دریافتی همه نقاط مکانی ماتریس به دست آمده (۲۴۹۱) درجه ناهمانندی مکان‌ها با یکدیگر را می‌سنجیم. بنابراین برای n مشاهده $\frac{n(n-1)}{2}$ فاصله قابل محاسبه است:

$$D_{ij} = \left[\sum_{i=1}^{2491} (P_{id} - P_{jd})^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

که در آن، D_{ij} فاصله اقلیدسی یاخته i ام به مختصات (φ_i, λ_j) و یاخته j ام به مختصات (φ_j, λ_j) ، P_{id} متوسط بلندمدت بارش دریافتی یاخته i ام در روز d ام و P_{jd} متوسط بلندمدت بارش دریافتی نقطه j ام در روز d ام.

$$s^+ = \sum_{(r,s) \in I_B} \sum_{(u,v) \in I_W} 1_{\{d_{rs} < d_{uv}\}} \quad (6)$$

$$s^- = \sum_{(r,s) \in I_B} \sum_{(u,v) \in I_W} 1_{\{d_{rs} > d_{uv}\}} \quad (7)$$

اختلاف بین آن‌ها به کمک رابطه ۸ به دست می‌آید:

$$s^+ - s^- = \sum_{(r,s) \in I_B} \sum_{(u,v) \in I_W} \text{sgn}(d_{uv} - d_{rs}) \quad (8)$$

نمایه **Point-Biserial**: به طور کلی در آمار ضریب **Point-Biserial** همبستگی بین متغیر پیوسته A و B متغیر باینری (دودویی یعنی متغیری که مقادیر آن ۰ و ۱ است) تعریف شده است. طول سری زمانی دو متغیر یک اندازه است. مقادیر ماتریس A بسته به مقادیر ۰ و ۱ گروه B به دو گروه A_0 و A_1 دسته‌بندی می‌شوند. اگر M_{A1} و M_{A0} میانگین A_0 و A_1 و n_{A0} و n_{A1} تعداد افراد هر گروه باشند، آن‌گاه مقدار ضریب همبستگی **Point-Biserial** به کمک رابطه ۹ حساب می‌شود:

$$r_{pb}(A, B) = \frac{M_{A1} - M_{A0}}{s_n} \sqrt{\frac{n_{A0}n_{A1}}{n^2}} \quad (9)$$

که در آن، s_n انحراف معیار A است.

$$C = s_n \times r_{pb}(A, B) \quad (10)$$

نمایه **Tau**: به کمک روابطی که برای نمایه **Gamma** ذکر شد، نمایه **Tau** کندال بین دو بردار داده با طول NT به کمک رابطه ۱۱ به دست می‌آید:

$$\tau = \frac{s^+ - s^-}{N_T(N_T - 1)} \quad (11)$$

نمایه **Gamma**: نمایه **Gamma** میزان سازش را در خوشه‌بندی می‌سنجد. نمایه Γ همبستگی بین دو بردار هم‌اندازه A و B را نشان می‌دهد. به طور کلی برای دو شاخص i و j که $a_i < a_j$ است. دو بردار هم‌نوا هستند اگر $b_i < b_j$. به بیانی دیگر اگر مقادیر با ترتیب مشابهی در دو بردار طبقه‌بندی شوند آن دو بردار هم‌نوا هستند. تعداد s^+ جفت افراد ناهم‌نوی $\{i, j\}$ و s^- تعداد جفت‌های ناهم‌نوا را نشان می‌دهند. نمایه Γ به کمک رابطه ۵ حساب می‌شود:

$$\Gamma = \frac{s^+ - s^-}{s^+ + s^-} \quad (5)$$

که در آن، مقادیر Γ بین -۱ و ۱ متغیر است.

هنگام گروه‌بندی اولین بردار A فواصل d_{ij} بین جفت افراد $\{M_i, M_j\}$ را نشان می‌دهد که $i < j$ است. دومین بردار B است که مقادیر آن دودویی است. در بردار B اگر دو فرد در یک گروه قرار گیرند، مقدار آن ۱ و در غیر این صورت برابر ۰ خواهد بود. دو بردار طول یکسانی دارند و برابر با $NT = N(N-1)/2$ خواهد بود.

تعداد s^+ بیانگر تعداد بارهایی که فاصله بین دو فرد که متعلق به یک گروه نیستند (که میزان آن برای بردار B برابر با ۰ است) به شدت کوچک‌تر از فاصله بین دو فردی است که متعلق به یک گروه هستند (که میزان آن برای بردار B برابر با ۱ است). تعداد s^- بیانگر تعداد بارهایی است که برای دو فرد شرایط عکس اتفاق می‌افتد. در مواردی که موازنه برقرار است شمارش نمی‌شوند. مقدار N_B برابر با فواصل بین گروه‌ها است و هر یک از آن‌ها با مقادیر N_W فواصل درون‌گروهی مقایسه می‌شود. بنابراین تعداد مقایسه‌ها برابر با حاصلضرب $N_W \times N_B$ است.

نمایه *Xie-Beni*: نمایه *Xie_Beni* یک نمایه برای خوشه‌بندی فازی است ولی برای سایر روش‌های خوشه‌بندی نیز کاربرد دارد. این نمایه توسط اکسی و بینی در سال ۱۹۹۱ ارائه شد. مقدار شاخص برابر با خارج‌قسمت میانگین درجه دوم خطا بر کمینه مربع فاصله بین افراد یک خوشه است. میانگین خطای درجه دوم برای روش‌های خوشه‌بندی غیر از روش فازی به کمک $\frac{1}{N}WGSS$ به دست می‌آید. به بیانی دیگر میانگین مربع فاصله همه افراد از مرکز خوشه گروهی که در آن قرار دارند برابر با میانگین خطای درجه دوم خواهد شد.

$$\delta_1(C_k, C_{k'}) = \min_{i \in I_k, j \in I_{k'}} d(M_i - M_j) \quad (18)$$

و نمایه *Xie_Beni* به صورت زیر به دست خواهد آمد:

$$C = \frac{1}{N} \frac{WGSS}{\min_{k < k'} \delta_1(C_k, C_{k'})^2} \quad (19)$$

$$WGSS\{k\} = \sum_{i \in I_k} \left\| M_i^{\{k\}} - M_j^{\{k'\}} \right\|^2 \quad (20)$$

هرچه مقدار نمایه بیش‌تر باشد، تفکیک خوشه‌بندی بهینه است. جدول ۲ معیار گزینش بهینه شمار خوشه‌ها برای نمایه‌های به کار گرفته شده را نشان می‌دهد.

اگر فاصله بین گروهی و درون‌گروهی برابر باشد، تعداد s^+ و s^- شمارش نمی‌شود. برای این که مقادیر برابر نیز در نظر گرفته شود یک معادله تصحیح شده به شرح زیر تعریف می‌شود:

$$\tau_c = \frac{s^+ - s^-}{\sqrt{(v_0 - v_1)(v_0 + v_1)}} \quad (12)$$

$$v_0 = \frac{N_T(N_T - 1)}{2} \quad (13)$$

$$v_1 = \sum_i \frac{(t_i(t_i - 1))}{2} \quad (14)$$

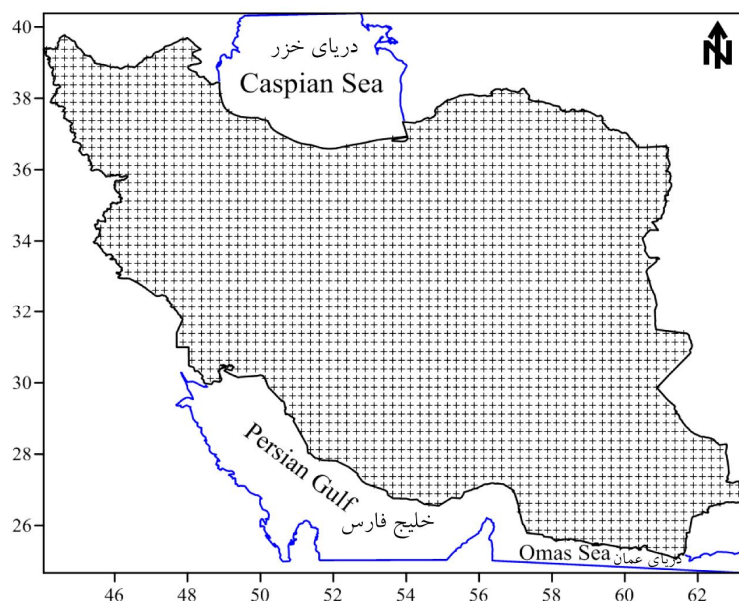
$$v_2 = \sum_j \frac{(u_j(u_j - 1))}{2} \quad (15)$$

که در آن‌ها، t_i تعداد مقادیر برابر در بردار A و u_i تعداد مقادیر برابر در بردار B است. بردار B شامل مقادیر ۰ و ۱ است (بسته به نوع بین‌گروهی و درون‌گروهی به ترتیب مقادیر ۰ و ۱ را به خود اختصاص می‌دهد).

$$v_2 = N_B(N_B - 1)/2 + N_W(N_W - 1)/2 \quad (16)$$

با یک محاسبه آسان می‌توان به این نتیجه رسید که $v_0 - v_2 = N_B N_W$. بنابراین مقادیر اصلاح شده نمایه τ به کمک رابطه ۱۷ به دست خواهد آمد:

$$\tau = \frac{s^+ - s^-}{\sqrt{N_B N_W \left(\frac{N_T(N_T - 1)}{2} \right)}} \quad (17)$$



شکل ۲- موقعیت مکانی یاخته‌ها با تفکیک مکانی ۰/۲۵ درجه قوسی بر روی ایران زمین.

Figure 2. Spatial location of pixels with resolution 0.25° degree over Iran.

جدول ۲- معیار گزینش بهینه شمار خوشه‌ها.

Table 2. The criteria of selection of optimum number of clusters.

شماره	نمایه	بهبود گزینش شمار خوشه‌ها
No	Index	Optimum number of clusters
1	C_Index	کمینه (Minimum)
2	Gamma	بیشینه (Maximum)
3	Point biserial	بیشینه (Maximum)
4	Tau	بیشینه (Maximum)
5	Xie Beni	کمینه (Minimum)

نتایج و بحث

مقادیر بارش سالانه بر روی ایران زمین بر پایه پایگاه داده افروdit در شکل ۳ آمده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود بر روی ایران زمین چند هسته بیشینه بارش دیده می‌شود. به لحاظ پراکنش مکانی هسته‌های بیشینه بارش بر روی سواحل جنوب‌غربی دریای خزر (انزلی)، جنوب‌شرق دریای خزر (جنوب ساری)، بر روی کوه‌های زاگرس و در غرب استان کردستان بر روی مریوان رخنمود دارند. کم‌ترین مقدار بارش دریافتی سالانه در مناطق مرکزی ایران مشاهده

شد. در مناطق مرکزی ایران زمین میانگین بلندمدت بارش سالانه برابر با ۱۰۰ میلی‌متر و کم‌تر است. بر پایه نقشه پراکنش مکانی بارش می‌توان گفت که در ایران بارش از تفاوت‌های مکانی بسیار زیادی برخوردار است. بنابراین این خود بیانگر سازوکار متفاوت رخداد بارش بر روی ایران زمین است. دلیل دگرگونی و تفاوت‌های مکانی مقدار بارش دریافتی ایران زمین را می‌توان موقعیت قرارگیری ایران زمین در ارتباط با سامانه‌های جوی مختلف، پیکربندی ناهمواری‌ها، دوری و نزدیکی به پهنه‌های بزرگ آب

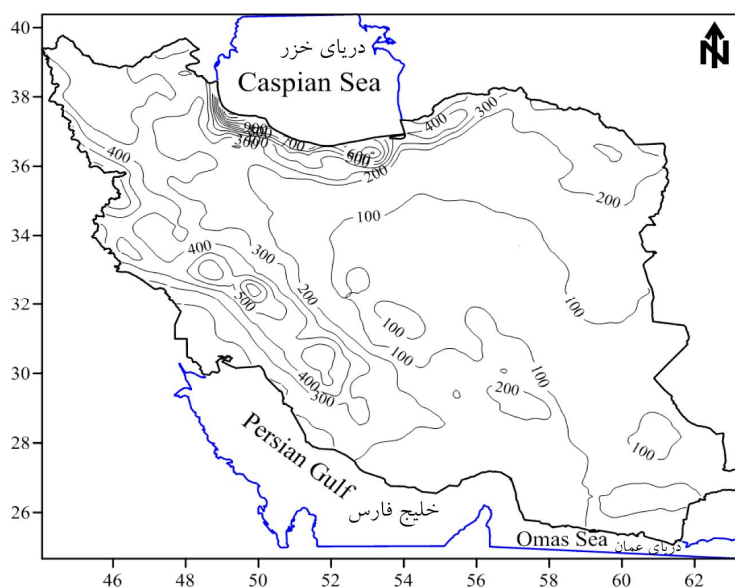
نمایه‌های مختلف بر خوشه‌بندی‌های مختلف پایگاه داده بارش در جدول ۳ آمده است. بر پایه جدول ۲ برای هر کدام از نمایه‌ها شمار خوشه‌های بهینه‌گزی‌ش شد. با به‌کارگیری نمایه‌های کنترل کیفیت پراش درون‌گروهی بر روی خوشه‌بندی‌های مختلف بارش نتایج نشان داد که ایران را بر پایه مقادیر روزانه بارش می‌توان به ۸ پهنه بارشی دسته‌بندی کرد (جدول ۳). موقعیت مکانی پهنه‌ها بر روی ایران زمین در شکل ۴ آمده است.

ذکر کرد. پهنه‌بندی و شناسایی نواحی بارشی برای برنامه‌ریزی و مدیریت بهینه منابع آب، فعالیت‌های کشاورزی، عمرانی و غیره می‌تواند بسیار سودمند باشد. همان‌طور که در بحث داده و روش‌شناسی یاد شد برای شناسایی نواحی همگن بارشی از تحلیل خوشه‌ای به روش ادغام وارد بهره گرفته شد. ابتدا ایران به ۲ پهنه بارشی تقسیم شد و اینکار تا ۱۵ پهنه بارشی ادامه یافت. برای شناسایی همگنی پهنه‌های به‌دست آمده، از نمایه‌های کنترل کیفیت پراش درون‌گروهی بهره گرفته شد. مقادیر حاصل از پراش

جدول ۳- مقادیر مربوط به نمایه‌های کنترل کیفیت پراش درون‌گروهی در خوشه‌بندی‌های مختلف بارش.

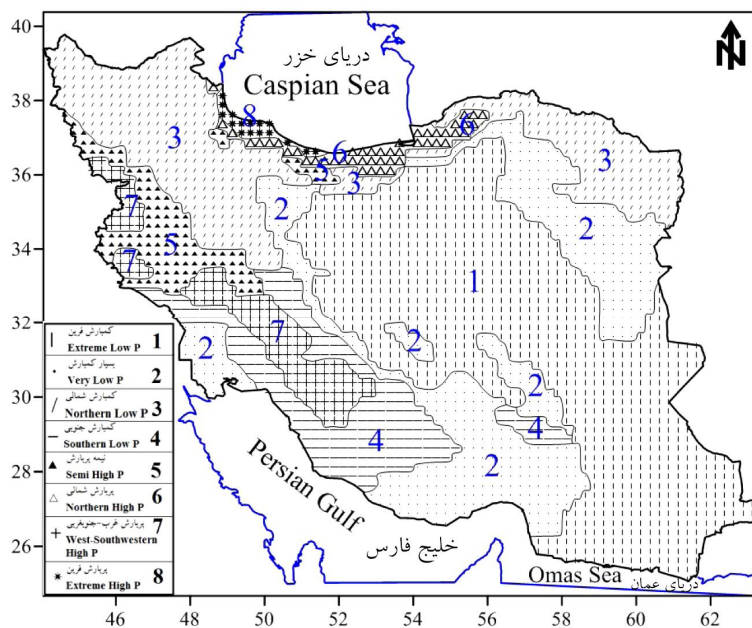
Table 3. Values of inter groups variance quality control indices in different clustering of precipitation.

نمایه Index	شمار خوشه‌ها Cluster Number													
	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2
C_Index	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.07	0.08	0.04	0.05	0.08	0.09	0.1	0.16	0.05
Gamma	-0.81	-0.82	-0.81	-0.79	-0.77	-0.74	-0.72	-0.84	-0.82	-0.77	-0.75	-0.7	-0.57	-0.9
Point biserial	-3.07	-3.23	-3.22	-3.17	-3.19	-3.29	-3.23	-4.24	-4.2	-4.08	-3.94	-3.9	-3.88	-6.5
Tau	-0.36	-0.38	-0.38	-0.37	-0.37	-0.37	-0.37	-0.5	-0.49	-0.47	-0.46	-0.45	-0.39	-0.55
Xie Beni	107.9	109.6	113.5	122.7	127.6	132.3	143.1	29.3	30.6	34.7	42.3	45.2	44.2	11.2



شکل ۳- مقادیر بارش دریافتی سالانه بر روی ایران زمین بر پایه داده‌های پایگاه داده افرویدیت.

Figure 3. Annual Precipitation amount over Iran country based on Aphrodite data base.



شکل ۴- موقعیت مکانی پهنه‌های مختلف بارشی بر روی زمین.

Figure 4. Spatial location of different precipitation regions over Iran country.

بخش‌های شرقی کشور تا شمال‌شرق و از جنوب تا قم و جنوب تهران کشیده شده است. به‌طور متوسط در سال $154/4$ میلی‌متر بر روی این پهنه بارش دریافت می‌شود. اوج بارش در ماه ژانویه رخ می‌دهد. میزان بارش دریافتی در این ماه بیش از 32 میلی‌متر است. در این ماه از سال مقدار بارش حدود دو برابر پهنه کم‌بارش فرین است. بر روی این پهنه بارشی نیز شرایطی هم‌چون پهنه کم‌بارش فرین حاکم است ولی شدت آن به نسبت کم‌تر است و با فاصله گرفتن از قلب خشکی‌ها و حرکت به سمت بلندی‌های زاگرس و البرز میزان بارش افزایش می‌یابد. مرز بین این پهنه با پهنه‌های بارشی روی بلندی‌های البرز و زاگرس خط هم‌چند بارشی 200 میلی‌متر است.

شمال‌غرب و شمال‌شرق کشور و نوار باریکی از بلندی‌های البرز در پهنه کم‌بارش شمالی جای می‌گیرند. گستره مکانی این پهنه $18/5$ درصد از وسعت ایران را در بر دارد. به‌طور متوسط میانگین بلندمدت بارش سالانه بر روی این پهنه برابر با $268/3$ میلی‌متر است. بیش‌ترین بارش دریافتی به لحاظ زمانی

پهنه کم‌بارش فرین گسترده‌ترین پهنه بارشی ایران زمین است و $37/8$ درصد از گستره ایران را در بر دارد. مقدار بارش سالانه بر روی این پهنه از سایر پهنه‌های دیگر کم‌تر است. میانگین بارش سالانه بر روی این پهنه بارشی $88/6$ میلی‌متر است. به لحاظ گستره مکانی جنوب‌شرق و مناطق مرکزی ایران را تا جنوب کوه‌های البرز در بر دارد. بیش‌ترین مقدار بارش دریافتی در ماه‌های سرد سال (ژانویه و مارس) مشاهده می‌شود. در ماه‌های گرم سال نیز بارش بر روی این پهنه رخنمود دارد ولی مقدار آن بسیار کوچک است. به‌طور متوسط در فصل تابستان کم‌تر از 5 میلی‌متر بارش دریافت می‌شود. نبود مکانیسم صعود در جنوب و فقر رطوبت جوی در شمال آن و بادپناه بودن این پهنه را می‌توان از دلایل فقر بارشی این پهنه ذکر کرد.

پهنه بسیار کم‌بارش نیز گستره وسیعی از سرزمین ایران را در بر دارد. این پهنه بارشی $21/8$ درصد از وسعت ایران در بر گرفته است. به لحاظ مکانی به‌صورت نوار باریکی در مجاور پهنه 1 قرار دارد و از

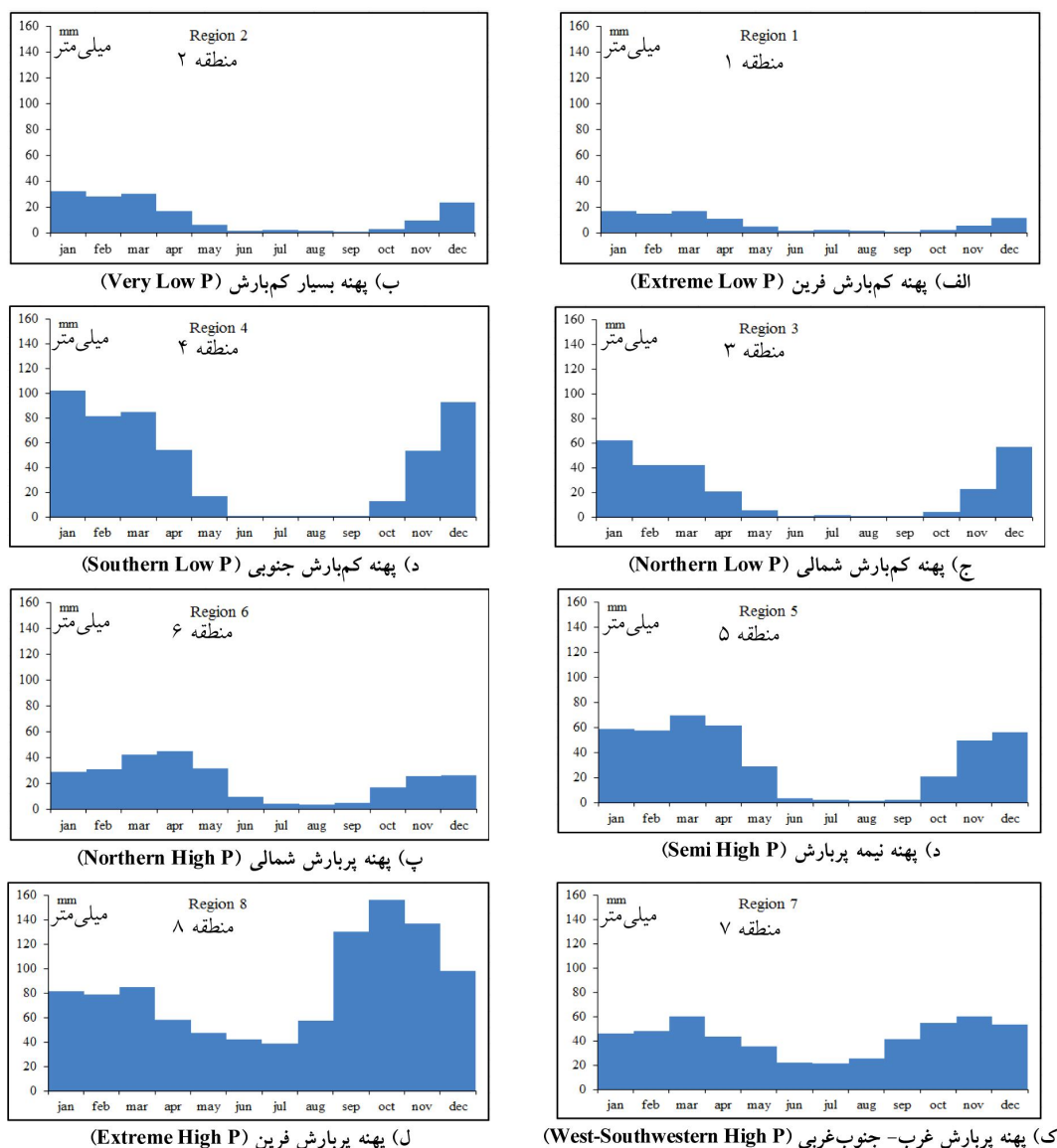
هسته دوم پربارش ایران زمین در پهنه پربارش غرب و جنوب‌غربی قرار دارد. به‌طور متوسط بر روی این پهنه $۵۰۲/۷$ میلی‌متر در سال بارش ثبت می‌شود. گستره مکانی آن بر روی ایران برابر با $۵/۴$ درصد است. غرب استان کردستان، یاسوج، شهرکرد و شمال شیراز را در بر دارد. بیش‌ترین بارش دریافتی مربوط به ماه‌های ژانویه است و در این ماه از سال بیش از ۱۰۰ میلی‌متر بارش ثبت می‌شود. این پهنه در فصل گرم، از ماه‌های ژوئن تا سپتامبر، بدون بارش است. سهم بارش دریافتی این پهنه، دو برابر میانگین پهنه‌ای بارش ایران زمین است. نقش دینامیکی ناهمواری‌های زاگرس و سامانه کم‌فشاری که بر روی دامنه‌های غربی زاگرس شکل می‌گیرد، بر میزان بارش دریافتی این پهنه گزارش شده است (۱۰).

جنوب‌غرب دریای خزر که بیش‌ترین بارش دریافتی ایران زمین را نشان می‌دهد، در پهنه پربارش فرین قرار گرفته است. این پهنه بارشی تنها $۰/۶$ درصد از مساحت گستره ایران را در بر دارد. میانگین بلندمدت سالانه بارش بر روی این پهنه برابر با ۱۰۱۲ میلی‌متر است. اگرچه ممکن است در برخی از سال‌ها دریافتی بارش به بیش از ۱۵۰۰ میلی‌متر نیز برسد. بیش‌ترین بارش دریافتی در اوایل پاییز در ماه اکتبر رخ می‌دهد. به‌طور میانگین در این ماه از سال $۱۵۶/۵$ میلی‌متر در جنوب‌غرب دریای خزر بارش دریافت می‌شود. علاوه بر ماه اکتبر در ماه‌های سپتامبر و نوامبر نیز میزان بارش قابل‌توجه است. در فصل تابستان بر روی این پهنه مقدار بارش بیش از فصل بارشی (زمستان) برخی از پهنه‌های دیگر است. نقش مسافت و مسیر طی شده توسط سامانه‌های واپرخندی سیبری (۲) و دریای سیاه و فاصله از دریا (۱۰) بر میزان بارش دریافتی این پهنه نقش به‌سزایی دارند.

در ماه آوریل از فصل بهار رخ می‌دهد. در ماه‌های گرم سال نیز رخداد بارش بر روی این پهنه مشاهده می‌شود. به‌دلیل مهیایی رطوبت جوی و گرم شدن ناهمواری‌ها بر اثر تابش عمود پرتوهای خورشید در فصل بهار بارش‌های همرفتی در این پهنه رخ نمود و بسامد زیادی دارند.

پیش‌کوه‌ها و بادپناه کوه‌های زاگرس مرکزی، بلندی‌های کرمان و زاگرس جنوبی به لحاظ مقدار بارش دریافتی در پهنه کم‌بارش جنوبی قرار دارند. بر روی این پهنه به‌طور میانگین در سال $۲۵۹/۳$ میلی‌متر بارش دریافت می‌شود. میزان بارش دریافتی بر روی این پهنه و پهنه کم‌بارش شمالی به میانگین بارش پهنه ایران زمین نزدیک است. به لحاظ گستره مکانی، ۹ درصد از وسعت ایران را در بر گرفته است. بر خلاف پهنه کم‌بارش شمالی، اوج بارش در ماه‌های ژانویه و دسامبر قرار دارد. به لحاظ مکانی پهنه نیمه پربارش بر روی سنندج، شمال استان کردستان، کرمانشاه، ایلام و خرم‌آباد همراه با بخش‌های کوچکی از شمال زنجان و شمال تهران را شامل می‌شود. این پهنه مکانی حدود ۵ درصد از وسعت ایران زمین را در بر دارد. رخداد مقدار بارش در اواخر ماه مارس و آوریل بیشینه است. میانگین بارش سالانه بر روی این پهنه بارشی برابر با ۴۱۰ میلی‌متر است.

پهنه اول پربارش ایران پیش‌کوه‌های شمالی البرز را در شمال ایران شامل می‌شود که به‌صورت نوار باریکی از غرب تا شرق دریای خزر را در بر دارد. به لحاظ گستره مکانی $۱/۹$ درصد از سرزمین ایران را فراگرفته است. میانگین سالانه بارش دریافتی بر روی این پهنه برابر با $۵۱۳/۲$ میلی‌متر است. در ماه‌های مارس و نوامبر مقدار بارش دریافتی به اوج خود می‌رسد. حدود ۶۰ میلی‌متر بارش طی ماه‌های یاد شده این پهنه بارش دریافت می‌کند.



شکل ۵- میزان بارش دریافتی ماهانه بر روی پهنه‌های مختلف بارشی ایران زمین.

Figure 5. Monthly precipitation amount of different precipitation regions over Iran country.

بارش بر روی ایران زمین برخوردارند. همه پژوهش‌های انجام گرفته بر روی پهنه‌بندی بارش ایران به غیر از مطالعه مسعودیان (۱۱) و مسعودیان و همکاران (۱۲)، بر مبنای داده‌های نقطه‌ای (ایستگاهی) انجام گرفته‌اند. ایستگاه‌های هواسنجی بر روی پهنه ایران زمین یکنواخت توزیع نشده‌اند. بنابراین شناخت مرز نواحی همگن بارشی بر پایه آن‌ها علاوه بر آن‌که بسیار سخت و دشوار است، دقیق نیز نخواهد بود.

نتیجه‌گیری کلی

بر پایه نمایه‌های کنترل کیفیت پراش درون‌گروهی به‌کار گرفته شده در این پژوهش، ناحیه‌بندی ایران به ۸ ناحیه بارشی بهینه است. پراکنش مکانی پهنه‌های بارشی و مقدار بارش دریافتی بر روی آن‌ها با واقعیت و یافته‌های مسعودیان (۱۱) هماهنگ است. به‌نظر می‌رسد که داده‌های روزانه بارش پایگاه داده افروdit از دقت مناسبی جهت واکاوی و پایش زمانی مکانی

برخی دلایل بازه زمانی آن‌ها بسیار کوتاه است و برای پژوهش‌های اقلیمی که بازه زمانی طولانی را می‌طلبد مناسب و کاربست‌پذیر نیستند. از آنجایی که پایگاه داده بارش افرویدیت دارای تفکیک زمانی روزانه و تفکیک مکانی ۰/۲۵ درجه قوسی است و برای بازه زمانی نسبتاً طولانی (۲۰۰۷-۱۹۵۱) داده‌های بارش به‌صورت رایگان در اختیار کاربران قرار می‌دهد، جهت پایش ویژگی‌های اقلیمی بارش مناسب هستند. پیشنهاد می‌شود که برای ارزیابی بیش‌تر دقت این پایگاه، سری زمانی داده‌های بارش روزانه آن با سری زمانی داده‌های بارش ایستگاه‌های همدید، اقلیمی و باران‌سنجی ایران زمین مقایسه شود. همچنین شناخت بسیاری از ویژگی‌های بارش از جمله رژیم بارش ایران زمین بر پایه داده‌های این پایگاه و مقایسه آن با نتایج حاصل از پژوهش‌های انجام شده در ایران می‌تواند بسیار مفید و سودمند باشد.

همچنین در پژوهش‌هایی که بر مبنای داده‌های شبکه‌ای انجام شده است، شمار پهنه‌ها بر پایه درخت خوشه‌بندی و در نهایت بر اساس تصمیم محقق صورت گرفته است. از این‌رو به‌نظر می‌رسد که به‌کارگیری داده‌های شبکه‌ای جهت پایش مکانی دقیق نواحی بارشی و کاربست نمایه‌های کنترل کیفیت بارش درون‌گروهی جهت شناخت شمار خوشه‌ها به نسبت بسیار دقیق‌تر خواهد بود. طی چند دهه اخیر پایگاه‌های داده بارش جهانی متعددی توسط مؤسسات پژوهشی و سازمان‌های مختلف ایجاد شده‌اند. تفکیک زمانی و مکانی آن‌ها با همدیگر متفاوت‌اند. مقیاس زمانی اغلب پایگاه‌ها ماهانه هستند و تفکیک مکانی آن‌ها نیز اغلب ۰/۵ درجه قوسی و بیش‌تر است. اگرچه طی یکی دو دهه اخیر سعی بر آن شده است که تفکیک زمانی و مکانی پایگاه‌های داده‌های بارش بیش‌تر شود، ولی مشکل دیگری که در ارتباط با این پایگاه‌های داده بارش وجود دارد آن است که بنا به

منابع

- Alexander, L.V., Zhang, X., Peterson, T.C., Caesar, J., Gleason, B., Klein Tank, A.M.G., Haylock, M., Collins, D., Trewin, B., Rahimzadeh, F., Tagipour, A., Rupa Kumar, K., Revadekar, J., Griffiths, G., Vincent, L., Stephenson, D.B., Burn, J., Aguilar, E., Brunet, M., Taylor, M., New, M., Zhai, P., Rusticucci, M., Vazquez-Aguirre, J.L., and Coauthors. 2006. Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. *J. Geophys. Res.* 111 (D05109): 1-22.
- Alijani, B. 1996. *Climate of Iran*. Payame Noor Press. (In Persian)
- Hamada, A., Arakawa, O., and Yatagai, A. 2011. An Automated Quality Control Method for Daily Rain-gauge Data, *Global Environmental Research*, 15: 183-192.
- Hedari, H., and Alijani, B. 2000. Classification of Iran's climate by principle component analysis technique. *J. Geograph. Res.* 37: 57-74. (In Persian)
- Jaagus, J. 2009. Regionalization of the precipitation pattern in the Baltic Sea drainage basin and its dependence on large-scale atmospheric circulation. *Boreal environment research*. No. 14: 31-44.
- Khamchin Moghadam, F., Sedghi, H., Kaveh, F., and Manshouri, M. 2010. Regionalization of maximum daily precipitation of Iran. *J. Water Soil.* 24: 97-106. (In Persian)
- Kolivras, K.N., and Comeric, A.C. 2007. Regionalization and variability of precipitation in Hawaii, *physical geography*. 28: 76-96.
- Kotteck, M., and Rubel, F. 2007. Global daily precipitation field from bias-corrected rain gauge and satellite observations. Part I: Design and Development. *Meteorol. Z.* 16: 5. 525-539.
- Masoodian, S.A. 2003. *Climate regions of Iran*. Geography and development. 2: 171-184. (In Persian)

10. Masoodian, S.A. 2008. Climate of Iran. Isfahan Press, 180p. (In Persian)
11. Masoodian, S.A. 2009. Precipitation regions of Iran. Geography and development. 13: 79-91. (In Persian)
12. Masoodian, S.A., Darand, M., and Karsaz, S. 2011. Regionalization of west and northwestern parts of Iran by cluster analysis method. Quarterly physical geography. 11: 35-44. (In Persian)
13. Masoodian, S.A., Ghaedi, S., and Mohammadi, B. 2004. Humidity regions of Iran. J. Hum. Tabriz. Geograph. 20: 1-13. (In Persian)
14. Min, S.K., Zhang, X., Zwiers, F.W., and Hegerl, G.C. 2011: Human contribution to more-intense precipitation extremes. Nature. 470: 378-381. doi:10.1038/nature09763.
15. Modares, R. 2006. Regional precipitation climates of Iran. J. Hydrol. (NZ). 45: 1. 13-27.
16. Nasrabadi, A., Asakereh, H., and Masoodian, S.A. 2013. Detection and Regionalization of daily precipitation frequency distribution in Iran. Quarterly geography Researches. 114: 1-16.
17. Raziee, T., and Azizi, Gh. 2007. Regionalization of precipitation regimes in west of Iran by principle component analysis and clustering. Iranian water resources researches. 2: 65-62. (In Persian)
18. Samadi, Z., and Mohammadi, H. 2010. Regionalization of Autumn Precipitation in Semi western parts of Iran: Application of EOF in climatological Studies. J. Appl. Geograph. Sci. Res. 19: 27-43. (In Persian)
19. Satyanarayana, P., and Srinivas, V.V. 2011. Regionalization of precipitation in data sparse areas using large scale atmospheric variables – A fuzzy clustering approach. J. Hydrol. 405: 462-473.
20. Teimouri, M., and Azimzadeh, S.J. 2011. Climatic Zonation of Iran using Precipitation Effectiveness Index. First National Conference of Drought and Climate Change. Pp: 875-882.
21. Trenberth, K.E., Joese, P.D., Ambenge, P.G., Bojariu, R., Easterlmg, D.R., Klein Tank, A.M.G., Parker, D.E., and Renwick, J.A. 2007. Observations: Surface and atmospheric climate change. The Physical Science Basis, Cambridge University Press.



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 23(2), 2016
<http://jwsc.gau.ac.ir>

Recognition of precipitation homogeneity regions of in Iran based on Aphrodite Data Base

***M. Darand**

Assistant Prof., Climatology, Faculty of Natural Resources, University of Kurdistan

Received: 02/09/2015; Accepted: 09/01/2015

Abstract

Background and Objectives: Accessibility to updated data with adequate spatiotemporal resolution is step one for each research on meteorology and climatology studies. It will be highlighted when the aim of researcher is the analysis of atmospheric parameters over extent area instead of point. Today there are many atmospheric institutes and organizations over world that collection, reanalysis and publish atmospheric data in different scales with different spatiotemporal resolution. The aim of this research is recognition of precipitation homogeneity regions of in Iran based on Aphrodite data base.

Materials and Methods: To doing this research Iran daily precipitation data with spatial resolution 0.25 degree extracted from Aphrodite data base during 1/1/1951 to 31/12/2007. One time spatial matrix in dimension 20818×2491 has been created that located days on the rows and pixels on the columns. For each calendar days precipitation long term mean has been calculated and one new matrix in dimension 2491×366. By applying cluster analysis with Ward merging method regionalization of precipitation has been done. To detection optimum numbers of clusters, different inter groups variance quality control indices used. Amount of indices for different clusters have been calculated.

Results: By fitting different inter group's variance quality control indices over different clustering, from 2 to 15 clusters, 8 precipitation homogeneity regions recognized as: 1) Extreme low precipitation, 2) Very low precipitation, 3) Northern low precipitation, 4) Southern low precipitation, 5) Semi precipitation, 6) Northern high precipitation, 7) West and southwestern high precipitation and 8) Extreme high precipitation region.

Conclusions: The geographic locations of regions are consistent with results reported by other researchers and amount of precipitation reception. It seems that Aphrodite precipitation data base has adequate accuracy to analysis of spatiotemporal precipitation on Iran. The most of studies on regionalization of Iran's precipitation carried out based on station and point. The stations have no even distribution over Iran. The uneven distribution not only makes it difficult to boundary precipitation regions but also is not accurate. Also in studies that carried out by grid precipitation data, the recognition of number of regions are based on researcher decision that known as subjective studies. Therefore it seems that applying high resolution Aphrodite data base and different inter groups variance quality control indices are accurate rather than other aforementioned methods. The Aphrodite precipitation data base have daily temporal and 0.25 degree spatial resolution during 1951-2007 that are adequate to detection precipitation climatic characteristics.

Keywords: Precipitation regions, Aphrodite Data Base, Iran

* Corresponding Author; Email: m.darand@uok.ac.ir