

شناسائی رژیم های بارش ایران به روش تحلیل خوشه ای

دکتر سید ابوالفضل مسعودیان* - استادیار دانشگاه اصفهان

پذیرش مقاله: ۸۲/۹/۱۶

چکیده

در این بررسی داده های بارش ماهانه ایران از ژانویه ۱۹۵۱ تا دسامبر ۱۹۹۹ برای شناسایی رژیم های بارش ایران بررسی شد. به کمک این پایگاه داده، نقشه های رقومی بارش ماهانه با تفکیک مکانی ۱۵×۱۵ کیلومتر محاسبه شد. مقادیر بارش هر ماه به بارش سالانه تقسیم شد و بارش نسبی برای هر ماه روی هر گره^۱ از نقشه های بارش بدست آمد. یک تحلیل خوشه ای پایگانی با روش ادغام وارد^۲ روی یک نمونه تصادفی هزار تایی از پایگاه داده های برآوردی اعمال شد و روشن شد که در ایران سه رژیم بارش اصلی قابل شناسایی است: رژیم بارش زمستانی، رژیم بارش زمستانی-بهاری و رژیم بارش پاییزی. آرایش مکانی این رژیم های بارش نشان می دهد که توزیع زمانی بارش در ایران با عرض جغرافیایی ارتباط دارد. با این حال رژیم های زمستانی و زمستانی-بهاری هر یک تحت تأثیر شرایط محلی به چندین رژیم فرعی تقسیم می شوند. رژیم های بارش اصلی از نظر بارش فصلی و رژیم های فرعی از نظر توزیع درون فصلی بارش (سهم بارش هر یک از ماه های یک فصل معین) از هم متمایز می شوند.

واژگان کلیدی: رژیم بارش، تحلیل خوشه ای، میانمایی.

مقدمه

تحلیل خوشه ای روشی آماری است که مجموعه ای از افراد را بر حسب اندازه همانندی میان آنها خوشه می کند. بنابر این هر خوشه گروهی است که افراد تشکیل دهنده آن بیشترین همانندی را با یکدیگر دارند. تحلیل خوشه ای می تواند

* Email: porcista@geog.ui.ac.ir

^۱ - Node

^۲ - Ward

به طریق پایگانی^۳ یا ناپایگانی^۴ انجام پذیرد. در روش پایگانی و در طی فرایند خوشه بندی نخست خوشه ها شناسائی و سپس بر حسب درجه همانندی در یکدیگر ادغام می شوند تا سر انجام همه خوشه ها در یک خوشه جمع شوند. روش چند میانگین^۱ متداول ترین روش خوشه بندی ناپایگانی است. در این روش نخست افراد به k گروه دلخواه تقسیم شده و سپس هر فرد در گروهی خوشه می شود که کمترین فاصله را تا میانگین آن گروه دارد.

فرایند تحلیل خوشه ای می تواند از نوع شکافتی یا از نوع پیوندی باشد. در نوع شکافتی نخست همه افراد در یک خوشه جای داده می شوند و سپس افراد چنان به دو خوشه متمایز تجزیه می شوند که تفاوت میان آنها بیشینه شود و این فرایند تا آنجا ادامه می یابد که به تعداد افراد، خوشه داشته باشیم. در نوع پیوندی، نخست فرض می کنیم که هر فرد یک خوشه است و با یافتن همانندترین زوج ها، افراد خوشه بندی می شوند. سپس همانندترین خوشه ها در یکدیگر ادغام می شوند و این فرایند آنقدر ادامه می یابد تا همه خوشه ها در یک خوشه جمع شوند.

ممکن است همانندی افراد بر حسب یک صفت اندازه گیری شود که در این صورت خوشه بندی را تک صفتی می نامیم. اگر همانندی بر حسب چند صفت اندازه گیری شود، خوشه بندی چند صفتی نامیده می شود. اندازه گیری همانندی، پایه اصلی هر تحلیل خوشه ای است. روش های گوناگونی برای اندازه گیری همانندی پیشنهاد شده که هر یک بسته به ماهیت موضوع مورد بررسی کارایی دارند. یک شاخص همانندی مناسب، فاصله میان افراد را از حیث صفت یا صفات مورد بررسی می سنجد.

اقلیم شناسان از تحلیل خوشه ای برای شناسایی مناطق همگن اقلیمی در مقیاس های مکانی متفاوت فراوان استفاده کرده اند. کوفمن و همکاران (۱۹۹۰، ص ۱۶۸) مبانی طبقه بندی داده ها با استفاده از تحلیل خوشه ای را مورد بررسی قرار داده اند. الحامد و همکاران (۲۰۰۲، ص ۲۳۴) میانگین های برآوردهای چند مدل اقلیمی را به عنوان ورودی یک تحلیل خوشه ای بکار برده اند. بکارگیری تحلیل خوشه ای به ویژه در زمینه متغیرهایی که تغییرات مکانی بزرگی نشان می دهند، سودمند است. به عنوان نمونه، بالدوین و همکاران (۲۰۰۳، ص ۳) برای طبقه بندی مناطق بارشی این روش را بکار برده اند. جکسون و همکاران (۱۹۹۸، ص ۹۹۱) به مقایسه نتایج بکارگیری روش های مختلف تحلیل خوشه ای در طبقه بندی اقلیمی ایستگاه های باران سنجی منطقه حاره پرداخته اند. رومرو و همکاران (۱۹۹۹، ص ۷۷۵) طبقه بندی الگوهای گردش جوی پدیدآورنده بارش های سنگین در اسپانیا را به این روش شناسایی کرده اند. سینگ (۱۹۹۹، ص ۶۴۲) مؤلفه های اصلی سال های پربارش، عادی و کم بارش هند را به روش تحلیل خوشه ای بررسی کرده است.

بکارگیری تحلیل خوشه ای برای شناسایی نواحی اقلیمی ایران بیش از یک دهه عمر ندارد. برای نمونه، تحقیقات علیجانی (۱۳۷۴، ص ۱۵۶) به نقل از حجتی زاده و حیدری و علیجانی (۱۳۷۸، ص ۵۴) و علیجانی (۲۰۰۲، ص ۴۱) از محدود کوشش هایی است که برای شناسایی نواحی اقلیمی ایران از تحلیل های چند متغیره بهره برده اند.

^۳ - Hierarchical

^۴ - Non hierarchical

^۱ - K-mean

داده ها و روش شناسی

برای شناسایی انواع رژیم های بارش ایران فرایند زیر دنبال شده است:

- یک پایگاه داده از بارش های ماهانه ایران در فاصله ژانویه ۱۹۵۱ تا دسامبر ۱۹۹۹ از تمامی ایستگاه های کشور فراهم شد. این پایگاه داده شامل ۴۰۵۵۲۸ بارش ماهانه است.
- برای شناسایی رفتار مکانی بارش ماهانه نیم پراش^۱ نگار داده ها بررسی گردید و مشخص شد که تفکیک مکانی ۱۵×۱۵ کیلومتر برای تهیه نقشه های همبارش مناسب است.
- با بکارگیری روش میان یابی کریگینگ و در مواردی که معادلات کریگینگ حل ناپذیر بودند به کمک روش میان یابی عکس مربع فاصله ۵۸۸ نقشه همبارش ماهانه ایران تهیه و یاخته های^۲ خارج از ایران حذف شد. این پایگاه داده شامل ۴۱۷۷۱۵۲ داده برآوردی است. به این ترتیب برای انجام تحلیل خوشه ای به جای استفاده از داده های روی ایستگاه ها از داده های برآوردی روی یاخته ها استفاده شد. این روش چند امتیاز اساسی دارد از جمله:
 - ۱- همه داده های اندازه گیری شده بکار گرفته می شوند. برای نمونه نقشه شماره (۱) پراکندگی ایستگاه های مورد استفاده را در سال ۱۹۹۳ نشان می دهد. در سال های دیگر تعداد و پراکندگی ایستگاه های کلیماتولوژی، سینوپتیک و باران سنجی متفاوت بوده، اما در هر یک از ماه های سال با استفاده از تمامی ایستگاه هایی که بارش آن ماه را ثبت کرده بودند، نقشه همبارش بر روی شبکه ای به ابعاد ۱۵×۱۵ کیلومتر محاسبه شده است. به این ترتیب اگر یک ایستگاه در سراسر طول دوره آماری تنها بارش یک ماه را ثبت کرده باشد، از این اندازه گیری در محاسبه نقشه های بارش استفاده می شود. به این ترتیب بر خلاف روش های سنتی که برای محاسبه نقشه همبارش ابتدا میانگین بلند مدت بارش ایستگاه هایی که دوره آماری مشترکی داشته اند مبنای ترسیم نقشه قرار می گیرد، در روش نوین نخست برای هر یک از تک اندازه گیری ها یک نقشه رقومی تهیه می شود و سپس برای بدست آوردن نقشه میانگین بارش، این نقشه های رقومی را در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی با هم جمع و بر تعداد آنها تقسیم می کنیم. به این طریق است که می توان از تمام داده های اندازه گیری شده بر روی ایستگاه ها استفاده نمود و از بازسازی داده ها که به احتمال قوی به ویژه در مورد بارش به نتایج خوبی نمی رسد، پرهیز کرد.
 - ۲- نیازی به بازسازی داده ها که در مورد متغیرهایی مانند بارش چندان کارساز نیستند، نخواهد بود.
 - ۳- نتایجی که از این راه بدست می آید قابلیت انتساب مکانی بیشتری دارد؛ چون یاخته ها سراسر سطح مورد بررسی را می پوشانند، در حالی که داده های روی ایستگاه ها قابلیت انتساب نقطه ای دارند.

^۱ - Semivariogram

^۲ - Pixel

۴- برخی از روش های تحلیل چند متغیره (مانند تحلیل عاملی) نسبت به الگوی مکانی ایستگاه ها حساس هستند و پراکنش غیر تصادفی ایستگاه ها از اعتبار نتایج این گونه تحلیل ها می کاهد. بنابر این استفاده از مقادیر برآورد شده روی یاخته ها به جای استفاده از داده های روی ایستگاه ها نتایج بهتری بدست می دهد.

- چون هدف از این بررسی شناسایی رژیم های بارش ایران یعنی الگوی نسبت بارش دریافتی همراه از کل بارش سالانه است، بنابر این بارش هر ماه روی هر یاخته به کل بارش همان سال روی همان یاخته تقسیم شد تا بارش نسبی هر ماه روی هر یاخته بدست آید.

- از پایگاه داده بارش نسبی روی یاخته ها یک نمونه تصادفی هزار تایی انتخاب شد و یک تحلیل خوشه ای پایگانی پیوندی به روش وارد روی آن انجام پذیرفت. روش وارد از آن جهت انتخاب شد که چون هر فرد را در گروهی جای می دهد که مجموع مربعات انحرافات درون گروهی را کمینه کند، افرادی که به این روش در یک خوشه جای می گیرند از لحاظ مکانی بر روی نقشه در همسایگی یکدیگر واقع می شوند و پیوستگی جغرافیایی مناطق اقلیمی تضمین می شود.

- با تحلیل خوشه ای، دوازده رژیم بارش در ایران شناسایی شد. آماره های میانگین، کمینه، بیشینه، تغییرپذیری و چولگی هر رژیم محاسبه شد (جدول شماره ۱).

- مقایسه این دوازده رژیم بارش نشان داد که برخی از این رژیم ها تنها در برخی جزئیات از یکدیگر متمایزند و ویژگی های کلی مشترکی دارند. بنابر این برای شناسایی گروه های عمده تر رژیم های بارش یک تحلیل خوشه ای پایگانی پیوندی به روش وارد روی میانگین بارش نسبی دوازده رژیم بارش انجام گرفت. این بررسی نشان داد که در ایران سه رژیم بارش اصلی وجود دارد.

- نقشه رژیم های بارش ترسیم شد تا قلمرو حاکمیت هر رژیم روشن شود (نقشه شماره ۲). هر رژیم با توجه به موقعیت جغرافیایی خود نامگذاری شد؛ هر چند این نامگذاری مبنای طبیعی دارد و بر مرزبندی های سیاسی و اداری منطبق نیست.

بحث

بارش پدیده ای است اقلیمی که مقدار آن در مکان پیوسته تغییر می کند و به همین دلیل نقشه های همبارش از گروه نقشه های همچند^۱ هستند که مقدار متغیر بر روی آنها با خطوط همبارش نمایش داده می شود. در حالی که رژیم بارش پهنه هائی از مکان با اندازه های متفاوت را می پوشاند و از همین رو قلمرو رژیم های بارش با نقشه های پهنه بندی^۲ نمایش داده می شوند. همین تفاوت در سرشت این دو خصوصیت اقلیمی گویای آن است که رژیم بارش نسبت به مقدار بارش از پایایی مکانی بالاتری برخوردار است.

^۱ - contour map

^۲ - chropleth map

این بررسی روشن ساخت که در ایران دوازده رژیم بارش متمایز می توان شناسایی کرد (نقشه شماره ۱). پراکندگی جغرافیایی قلمرو این رژیم ها نشان می دهد که تفاوت رژیم های بارش ایران عمدتاً متأثر از عرض جغرافیایی است. این خصوصیت زمانی آشکارتر می شود که از تفاوت های جزئی این رژیم های بارش چشم پوشی نموده و آنها را در گروه های بزرگتر دسته بندی کنیم. یک تحلیل خوشه ای بر روی میانگین بارش نسبی این دوازده رژیم بارش روشن ساخت که سه رژیم بارش اصلی در ایران دیده می شود (نمودار شماره ۱). این رژیم های بارش اصلی از لحاظ نسبت بارش فصلی با یکدیگر متفاوت اند؛ در حالی که رژیم های بارش فرعی تفاوت های نسبت بارش دریافتی در مقیاس ماهانه را بازتاب می دهند. این سه رژیم بارش اصلی عبارتند از: نخست، رژیم بارش زمستانی که شامل شش رژیم بارش فرعی است و در آن بیش از نیمی از بارش سالانه در زمستان رخ می دهد. دوم، رژیم بارش بهاری _ زمستانی که شامل پنج رژیم بارش فرعی است و در آن سهم زمستان و بهار از بارش سالانه تقریباً برابر است و سوم، رژیم بارش پاییزی که از دو رژیم دیگر کاملاً متمایز است و بارش در بین فصول سال به صورت تقریباً متعادل تقسیم شده، اما بارش های پاییزه از سهم بالاتری برخوردارند.

رژیم های بارش ایران

۱- رژیم بارش میانه جنوبی: در میانه ایران حاکم است (نقشه شماره ۲). بارش به ترتیب در زمستان، بهار و پاییز متمرکز شده است (جدول شماره ۲). ژانویه و مارس پربارش ترین ماه های سال هستند (نمودار شماره ۲). این رژیم حدود ۱۰/۳ درصد از گستره ایران را می پوشاند.

۲- رژیم بارش فارسی: از بخش میانی کرانه های خلیج فارس تا جنوب فارس و کرمان را در بر می گیرد (نقشه شماره ۲). ۶۰ درصد بارش در زمستان رخ می دهد و از این لحاظ بالاترین تمرکز بارش زمستانی را در ایران دارد (جدول شماره ۲). ژانویه و دسامبر پربارش ترین ماه های سال هستند (نمودار شماره ۲). این رژیم بر حدود ۹/۵ درصد گستره ایران حاکم است.

۳- رژیم بارش کردی: در غرب میانه حاکم است (نقشه شماره ۲). سهم زمستان و بهار از بارش سالانه تقریباً برابر است و طی این دو فصل حدود ۸۰ درصد بارش رخ می دهد (جدول شماره ۲). ماه های مارس و آوریل از پربارش ترین ماه های سال هستند (نمودار شماره ۲). این رژیم حدود ۱۴/۳ درصد ایران را می پوشاند که از این نظر وسیع ترین رژیم بارش کشور است.

۴- رژیم بارش سیستانی: از جنوب خراسان تا شمال بلوچستان کشیده شده است (نقشه شماره ۲). نزدیک نیمی از بارش در زمستان رخ می دهد (جدول شماره ۲). ژانویه و مارس پربارش ترین ماه های سال هستند (نمودار شماره ۲). این رژیم حدود ۱۰ درصد مساحت کشور را در بر می گیرد.

۵- رژیم بارش خراسانی غربی: از نیمه غربی دامنه های جنوبی البرز تا غرب خراسان را در بر گرفته است (نقشه شماره ۲). بارش بین بهار و زمستان به طور تقریباً متعادل تقسیم شده، اما سهم بهار اندکی بیشتر است (جدول شماره ۲). بارش های پاییزه نیز نسبت به دیگر نقاط کشور زیاد است. در مجموع، رژیم بارش متعادلی است که تقریباً سراسر سال از بارش بهره مند است

(نمودار شماره ۲). مارس و آوریل پربارش ترین ماه های سال هستند. این رژیم حدود ۸/۱ درصد گستره ایران را پوشانده است.

۶- رژیم بارش خراسانی شرقی: گوشه شمالشرقی کشور را در بر گرفته و زبانه ای از آن تا قلب خراسان پیش رفته است (نقشه شماره ۲). از نظر الگوی توزیع بارش در ماه های سال همانند رژیم خراسانی غربی است؛ با این تفاوت که سهم بارش های بهار در این رژیم قوی تر است (جدول شماره ۲). مارس و آوریل پربارش ترین ماه های سال هستند، اما نسبت به رژیم خراسانی غربی بارش نسبی ماه مارس بیشتر است (نمودار شماره ۲). حدود ۱۰ درصد از کشور چنین رژیم بارشی دارد.

۷- رژیم بارش میانه شمالی: تقریباً در راستای رژیم بارش میانه جنوبی کشیده شده و توزیع زمانی، بارش تقریباً یکسانی با آن دارد. با این حال در رژیم بارش میانه شمالی نسبت بارش زمستان و بهار به هم نزدیک تر است (جدول شماره ۲). مارس و ژانویه پربارش ترین ماه های سال هستند (نمودار شماره ۲). این رژیم حدود ۱۱/۲ درصد گستره ایران را در بر گرفته است.

۸- رژیم بارش خوزی: بر روی دشت خوزستان حاکم است و پس از رژیم بارش فارسی متمرکزترین بارش زمستانه را داراست (جدول شماره ۲). در تابستان تقریباً بارش ندارد (نمودار شماره ۲). ژانویه و دسامبر پربارش ترین ماه های سال هستند. این رژیم تقریباً ۶/۸ درصد ایران را می پوشاند.

۹- رژیم بارش هرمزی: از غرب تنگه هرمز تا چاه بهار در سواحل خلیج فارس و دریای عمان کشیده شده است. بارش در زمستان متمرکز است؛ اما در تابستان هم بارش دریافت می کند (جدول شماره ۲). ژانویه، فوریه و مارس پربارش ترین ماه های سال هستند (نمودار شماره ۲). این رژیم حدود ۶/۸ درصد گستره ایران را می پوشاند.

۱۰- رژیم بارش آذری: از آذربایجان آغاز می شود و به صورت نوار باریکی دامنه های جنوبی البرز را تا میانه های این رشته کوه در بر می گیرد (نقشه شماره ۲). بارش در بهار متمرکز است و زمستان و پاییز تقریباً سهم یکسانی از بارش سالانه دریافت می کنند (جدول شماره ۲). ماه های آوریل و مه پربارش ترین ماه های سال هستند (نمودار شماره ۲). همانند رژیم بارش خراسانی غربی تقسیم بارش در میان فصول از تعادل نسبی برخوردار است. این رژیم حدود ۶/۲ درصد کشور را پوشانده است.

۱۱- رژیم بارش بلوچی: در گوشه جنوبشرقی ایران جای گرفته و از بارش زمستانه برخوردار است. پس از رژیم خزری بالاترین نسبت بارش های تابستانه در اینجا دیده می شود (جدول شماره ۲). ماه های ژانویه، فوریه و مارس پربارش ترین ماه های سال هستند (نمودار شماره ۲). این رژیم حدود ۴/۸ درصد گستره ایران را در بر گرفته است.

۱۲- رژیم بارش خزری: بر سراسر کرانه های خزر حاکم است (نقشه شماره ۲). توزیع بارش در میان فصول سال نسبتاً متعادل است، اما پاییز از سهم بیشتری برخوردار می باشد (جدول شماره ۲). اکتبر و نوامبر پربارش ترین ماه های سال هستند (نمودار شماره ۲). این رژیم حدود ۲ درصد از مساحت کشور را می پوشاند.

رابطه رژیم های بارش دوازده گانه با یکدیگر

چنانچه ملاحظه شد، برخی از رژیم های بارش دوازده گانه ایران با یکدیگر همانندتر و برخی دیگر کاملاً متباین از دیگر هستند. بررسی ها نشان داد (نمودار شماره ۱) که رژیم های بارش میانه جنوبی (۱)، سیستانی (۴)، هرمزی (۹)، بلوچی (۱۱)، فارسی (۲) و خوزی (۸) خوشه ای را تشکیل می دهند که بیش از نیمی از بارش آنها در زمستان رخ می دهد. از این جهت این گروه را رژیم زمستانی می نامیم. این رژیم در بخش جنوبی ایران گسترش یافته و حدود ۴۸/۲ درصد مساحت کشور را در بر می گیرد. گروه دوم، رژیم های کردی (۳)، میانه شمالی (۷)، خراسانی شرقی (۶)، خراسانی غربی (۵) و آذری (۱۰) است. در این گروه زمستان و بهار نسبت تقریباً برابری از بارش را به خود اختصاص داده و بنابر این رژیمی زمستانی-بهاری است. با این حال در این خوشه نسبت بارش زمستانی و بهاری همه جا یک اندازه نیست؛ مثلاً در زیر خوشه خراسانی غربی (۵) و آذری (۱۰) نسبت بارش های بهاره بیشتر است؛ در حالی که در زیر خوشه کردی (۳) و میانه شمالی (۷) بارش های زمستانه بیشتر است. این گروه حدود ۴۹/۸ درصد گستره ایران را می پوشاند. گروه سوم تنها شامل رژیم خزری است که با فاصله ای زیاد از دیگر رژیم های بارش قرار گرفته است (نمودار شماره ۱). این رژیم بارش با رژیم بارش دیگر نقاط ایران کاملاً متباین بوده و نشانگر حاکمیت سیستم های بارانزای متفاوت در کرانه های خزر است.

نتیجه گیری:

این بررسی نشان داد که:

- ۱- یک تحلیل خوشه ای پایگانی پیوندی به روش «وارد» توانایی تفکیک رژیم های بارش ایران را دارد.
- ۲- رژیم بارش، مستقل از مقدار بارش است.
- ۳- رژیم بارش بیشتر تابعی از عرض جغرافیایی است؛ در حالی که مقدار بارش بیشتر با پیکربندی ناهمواری ارتباط دارد.
- ۴- در ایران سه گروه اصلی رژیم بارش وجود دارد: رژیم زمستانه، رژیم زمستانه-بهاره و رژیم پاییزه. این سه رژیم به ترتیب بر ۴۸، ۵۰ و ۲ درصد ایران حاکم هستند.
- ۵- در ایران دوازده رژیم بارش متمایز می توان تشخیص داد. این دوازده رژیم تقسیمات فرعی سه رژیم بارش اصلی هستند.

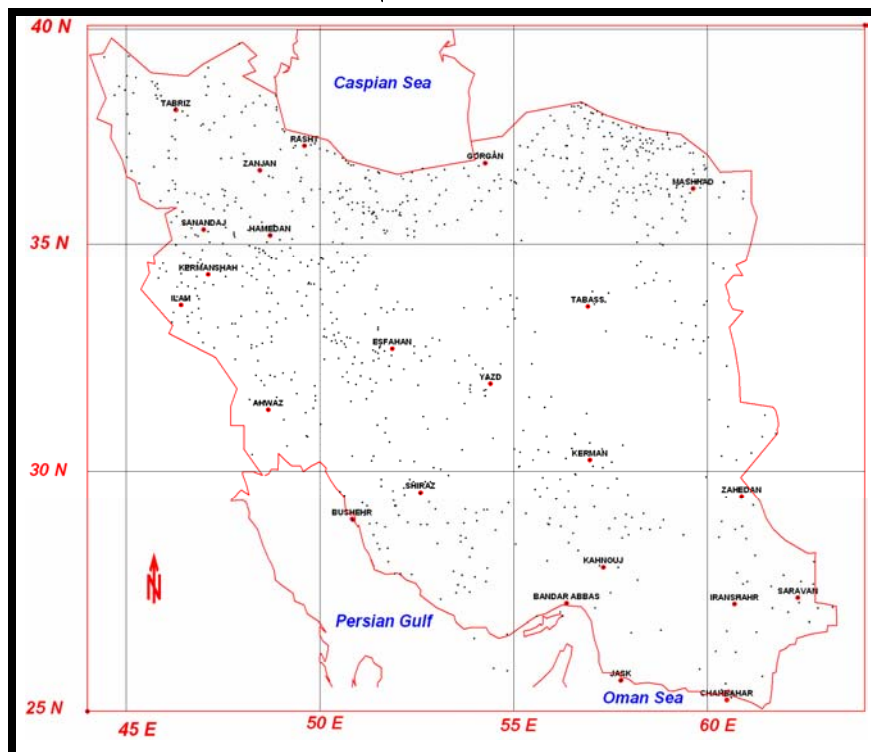
جدول ۱- آماره های رژیم های بارش دوازده گانه ایران

ناحیه	آماره	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	مه	ژوئن	ژوئیه	اوت	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
۱	کمیته	۰/۱۷	۰/۱۴	۰/۱۷	۰/۰۸	۰/۰۳	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۱۲
	پیشینه	۰/۲۴	۰/۱۸	۰/۲۴	۰/۱۳	۰/۰۷	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۱۰	۰/۲۱
	میانگین	۰/۲۰	۰/۱۶	۰/۱۹	۰/۱۱	۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۱۶
۲	تغییر پذیری	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۱۰	۰/۲۲	۰/۴۰	۰/۳۸	۰/۳۲	۰/۴۱	۰/۲۱	۰/۲۲	۰/۱۳
	کمیته	۰/۲۱	۰/۱۴	۰/۱۱	۰/۰۶	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۱۴
	پیشینه	۰/۲۸	۰/۱۸	۰/۲۱	۰/۱۲	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۱۱	۰/۲۶
۳	میانگین	۰/۲۴	۰/۱۶	۰/۱۷	۰/۰۸	۰/۰۳	۰/۰۰	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۷	۰/۲۰
	تغییر پذیری	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۱۲	۰/۱۴	۰/۲۵	۰/۶۹	۰/۶۷	۰/۵۹	۰/۵۵	۰/۲۵	۰/۲۳	۰/۱۶
	کمیته	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۴	۰/۱۱	۰/۰۵	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۳	۰/۰۹	۰/۰۹
۴	پیشینه	۰/۱۹	۰/۱۷	۰/۱۹	۰/۲۰	۰/۱۲	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۰۹	۰/۱۳	۰/۱۶
	میانگین	۰/۱۴	۰/۱۳	۰/۱۷	۰/۱۵	۰/۰۸	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۱۱	۰/۱۳
	تغییر پذیری	۰/۱۵	۰/۱۱	۰/۰۵	۰/۱۳	۰/۲۲	۰/۵۵	۰/۶۷	۰/۶۴	۰/۶۶	۰/۲۰	۰/۰۵	۰/۱۴
۵	کمیته	۰/۱۷	۰/۱۵	۰/۱۸	۰/۰۹	۰/۰۲	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۱۱
	پیشینه	۰/۲۶	۰/۲۱	۰/۲۴	۰/۱۶	۰/۰۶	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۱۴
	میانگین	۰/۲۰	۰/۱۷	۰/۲۰	۰/۱۲	۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۱۲
۶	تغییر پذیری	۰/۱۰	۰/۰۷	۰/۰۶	۰/۱۵	۰/۱۷	۰/۲۴	۰/۴۸	۰/۴۰	۰/۲۶	۰/۱۷	۰/۱۲	۰/۰۴
	کمیته	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۱۲	۰/۰۹	۰/۰۷	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۱۰
	پیشینه	۰/۱۶	۰/۱۵	۰/۲۰	۰/۱۶	۰/۱۱	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۸	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۲
۷	میانگین	۰/۱۲	۰/۱۱	۰/۱۶	۰/۱۳	۰/۰۹	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۷	۰/۰۸	۰/۱۱
	تغییر پذیری	۰/۱۱	۰/۰۸	۰/۱۱	۰/۱۴	۰/۱۰	۰/۱۸	۰/۳۳	۰/۳۹	۰/۳۷	۰/۲۰	۰/۱۱	۰/۰۵
	کمیته	۰/۱۱	۰/۱۲	۰/۱۹	۰/۱۴	۰/۰۶	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۲	۰/۰۵	۰/۰۹
۸	پیشینه	۰/۱۹	۰/۱۸	۰/۲۵	۰/۲۰	۰/۱۲	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۶	۰/۰۸	۰/۱۳
	میانگین	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۲۱	۰/۱۶	۰/۰۸	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۱۱
	تغییر پذیری	۰/۱۱	۰/۰۸	۰/۰۵	۰/۰۸	۰/۱۸	۰/۲۹	۰/۴۴	۰/۵۴	۰/۳۴	۰/۲۲	۰/۱۱	۰/۰۸
۹	کمیته	۰/۱۳	۰/۱۱	۰/۱۶	۰/۱۲	۰/۰۶	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۱۱
	پیشینه	۰/۲۱	۰/۱۶	۰/۲۰	۰/۱۴	۰/۱۰	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۱۱	۰/۱۵
	میانگین	۰/۱۷	۰/۱۴	۰/۱۸	۰/۱۳	۰/۰۸	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۰۸	۰/۱۳
۱۰	تغییر پذیری	۰/۱۰	۰/۰۷	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۱۲	۰/۲۴	۰/۲۲	۰/۳۱	۰/۳۲	۰/۱۸	۰/۱۶	۰/۰۷
	کمیته	۰/۱۹	۰/۱۳	۰/۱۴	۰/۰۷	۰/۰۲	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۲	۰/۰۹	۰/۱۷
	پیشینه	۰/۲۵	۰/۱۷	۰/۱۹	۰/۱۱	۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۱۳	۰/۲۴
۱۱	میانگین	۰/۲۱	۰/۱۵	۰/۱۶	۰/۰۹	۰/۰۳	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۳	۰/۱۱	۰/۲۰
	تغییر پذیری	۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۰۷	۰/۱۰	۰/۱۷	۰/۵۵	۰/۵۲	۰/۵۰	۰/۴۶	۰/۱۹	۰/۱۲	۰/۰۸
	کمیته	۰/۲۱	۰/۱۷	۰/۱۵	۰/۰۷	۰/۰۲	۰/۰۰	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۱۲
۱۲	پیشینه	۰/۲۸	۰/۲۲	۰/۲۰	۰/۱۰	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۲۰
	میانگین	۰/۲۳	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۰۹	۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۱۴
	تغییر پذیری	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۱۴	۰/۳۲	۰/۳۰	۰/۲۵	۰/۲۴	۰/۱۵	۰/۱۰	۰/۰۸
۱۳	کمیته	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۰۸	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۷	۰/۰۸	۰/۰۶
	پیشینه	۰/۱۲	۰/۱۳	۰/۱۵	۰/۱۸	۰/۲۰	۰/۰۹	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۹	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۱
	میانگین	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۱۳	۰/۱۶	۰/۱۴	۰/۰۵	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۰۸	۰/۱۰	۰/۰۸
۱۴	تغییر پذیری	۰/۱۵	۰/۱۴	۰/۰۸	۰/۱۳	۰/۱۹	۰/۳۰	۰/۲۷	۰/۳۸	۰/۴۵	۰/۱۴	۰/۱۰	۰/۱۲
	کمیته	۰/۱۹	۰/۱۷	۰/۱۶	۰/۰۷	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۱۰
	پیشینه	۰/۲۵	۰/۲۰	۰/۱۹	۰/۱۰	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۱۰	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۱۴
۱۵	میانگین	۰/۲۱	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۰۹	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۱۲
	تغییر پذیری	۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۰۹	۰/۱۴	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۳	۰/۲۴	۰/۱۲	۰/۱۳	۰/۰۸
	کمیته	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۸	۰/۱۰	۰/۰۹	۰/۰۹
۱۶	پیشینه	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۳	۰/۰۹	۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۱۳	۰/۱۷	۰/۱۴	۰/۱۱
	میانگین	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۱۰	۰/۰۷	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۱۱	۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۱۰
	تغییر پذیری	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۱۲	۰/۱۵	۰/۱۶	۰/۱۳	۰/۱۹	۰/۱۳	۰/۱۵	۰/۱۴	۰/۱۰	۰/۰۷

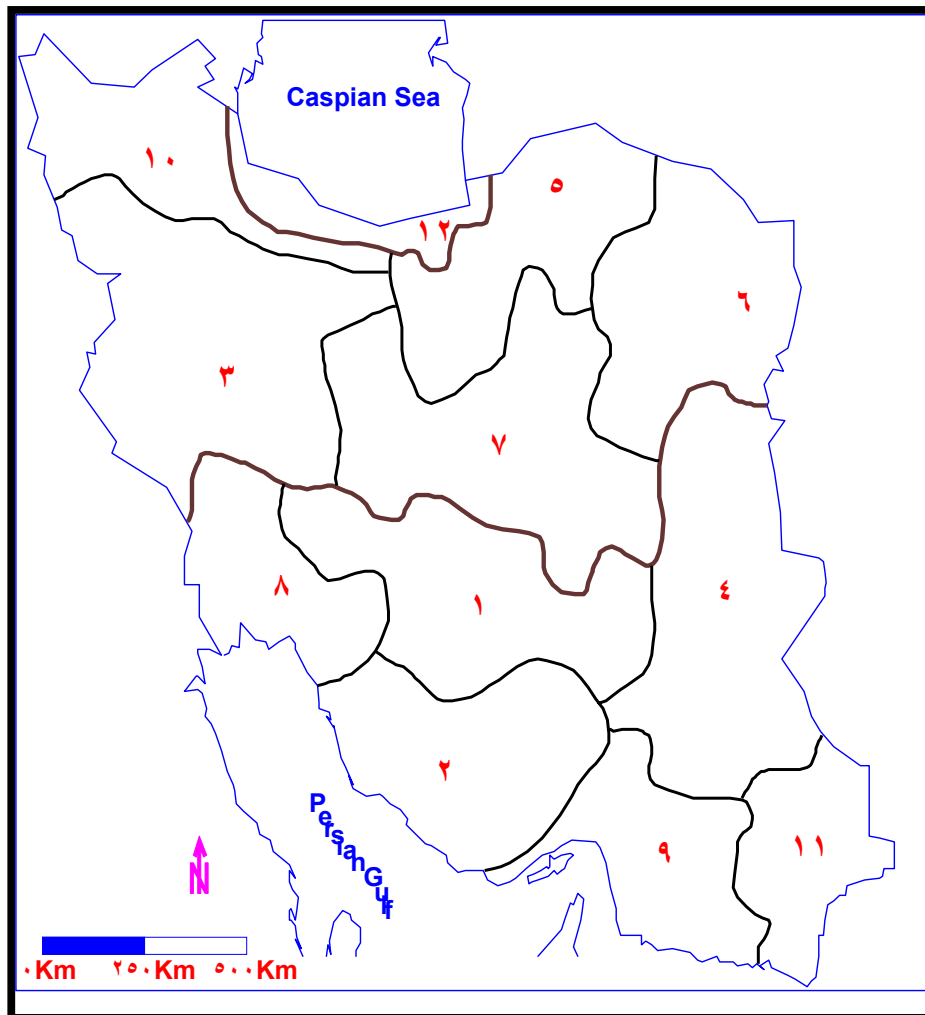
جدول ۲- درصد بارش در فصول مختلف

شماره شناسایی رژیم	نام رژیم	درصد بارش زمستانه	درصد بارش بهاره	درصد بارش تابستانه	درصد بارش پاییزه
۱	میانه جنوبی	۵۲	۳۵	۳	۱۱
۲	فارسی	۶۰	۲۸	۲	۱۰
۳	کردی	۴۰	۴۰	۳	۱۷
۴	سیستانی	۴۹	۳۷	۴	۹
۵	خراسانی غربی	۳۴	۳۸	۹	۱۹
۶	خراسانی شرقی	۴۱	۴۵	۴	۱۰
۷	میانه شمالی	۴۴	۳۹	۴	۱۴
۸	خوزی	۵۶	۲۸	۰	۱۴
۹	هرمزی	۵۵	۳۱	۶	۹
۱۰	آذری	۲۶	۴۳	۹	۲۲
۱۱	بلوچی	۵۱	۳۱	۱۱	۸
۱۲	خزری	۲۸	۲۳	۱۳	۳۷

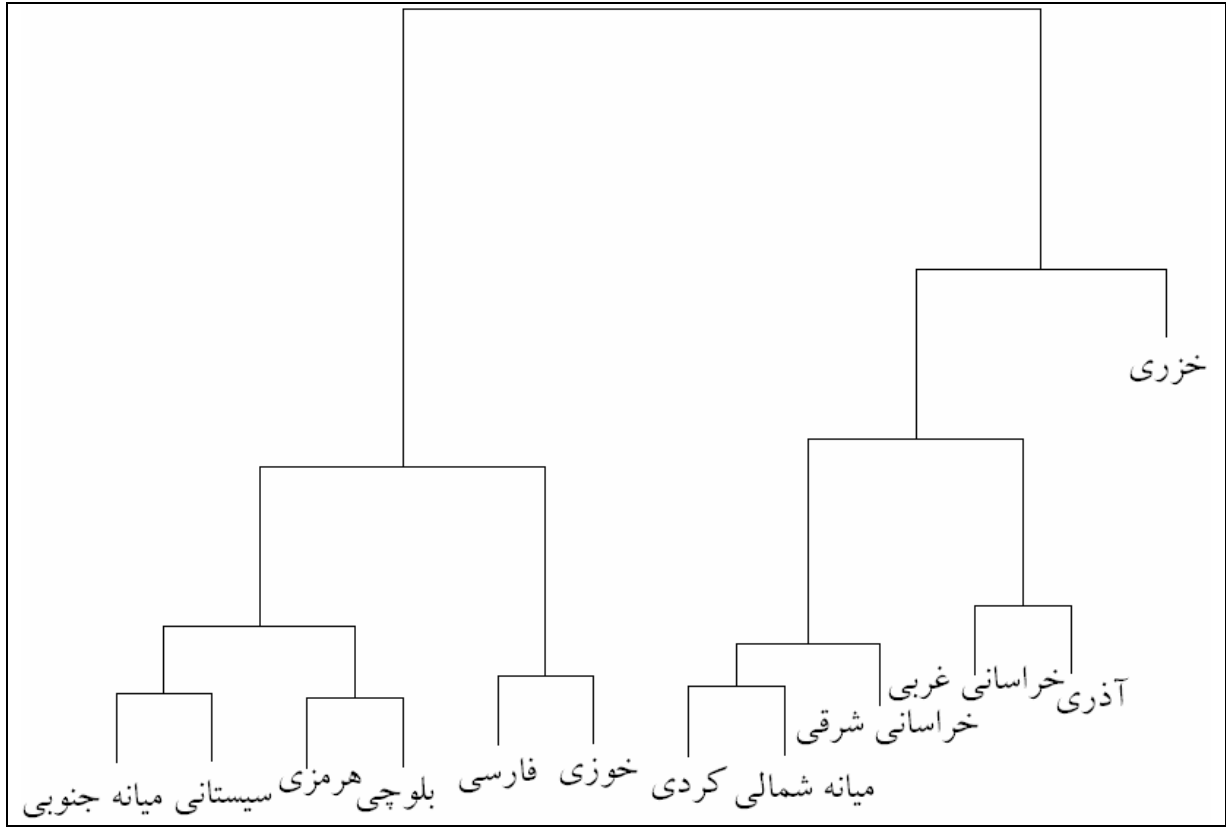
نقشه ۱- قلمرو حاکمیت رژیم های بارش ایران



نقشه ۲- قلمرو حاکمیت رژیم های بارش ایران



نمودار ۱- نمودار خوشه های دوازده رژیم بارش ایران



نمودار ۲- الگوی بارش نسبی دوازده رژیم بارش ایران



منابع و مأخذ:

- ۱- حیدری، حسن؛ علیجانی، بهلول (۱۳۷۸)، «طبقه بندی اقلیمی ایران با استفاده از تکنیکهای آماری چند متغیره»، پژوهشهای جغرافیائی، شماره ۳۷، صص ۵۴-۵۷.
- ۲- علیجانی، بهلول (۱۳۷۴)، «آب و هوای ایران»، انتشارات دانشگاه پیام نور، تهران.
- 3- Alhamed, A., S. Lakshmivarahan, and D. J. Stensrud, 2002: Cluster analysis of multimodel ensemble data from SAMEX. *Mon. Wea. Rev.*, 130, 226-256.
- 4- Alijani, B (2002) Variations of 500 hPa flow patterns over Iran and surrounding areas and their relationship with the climate of Iran, *International Journal of Climatology* 72:41-54
- 5- Baldwin, M. E., and S. Lakshmivarahan, 2002: Rainfall classification using histogram analysis: An example of data mining in meteorology. Technical Report, School of Computer Science, University of Oklahoma, Norman, OK.
- 6- Jackson, I.J., Weinand, H., 1995. Classification of tropical rainfall stations: a comparison of clustering techniques. *Int. J. Climatol.* 15, 985-994.
- 7- Kaufman, L., Rousseeuw, P.J., 1990. *Finding Groups in Data: An Introduction to Cluster Analysis.* Wiley, New York, 344 pp.
- 8- Romero, R., Sumner, G., Ramis, C., Genoves, A., 1999. A classification of the atmospheric circulation patterns producing significant daily rainfall in the Spanish Mediterranean area. *Int. J. Climatol.* 19, 765-785.
- 9- Singh, C.V., 1999. Principal components of monsoon rainfall in normal, flood and drought years over India. *Int. J. Climatol.* 19, 639-652.