

گزارش فنی

شناسائی و پهنه‌بندی رژیم‌های بارشی استان کردستان
با استفاده از تحلیل خوشه‌ایپیمان محمودی^۱ و بهلول علیجانی^۲

تاریخ دریافت: ۸۹/۰۸/۱ تاریخ پذیرش: ۹۱/۰۵/۱۱

چکیده

در بررسی‌های اقلیمی هرچند که میزان کلی بارش در تعیین شرایط آب و هوایی و در نهایت اکولوژیکی عامل مهمی به شمار می‌آید، لیکن توزیع فصلی آن و به عبارت دقیق‌تر تطابق آن با نیازهای محیطی به ویژه کشاورزی دارای اهمیت فراوانی است. در این پژوهش هدف آن است که در یک مقیاس استانی ابتدا رژیم‌های بارشی هر محل در استان کردستان شناسائی و آنگاه از راه مقایسه رژیم‌های بارشی، گونه‌های اصلی را یافته و قلمرو هر یک از آنها را بر روی یک نقشه پهنه‌بندی کنیم. لذا از داده‌های ماهانه ۸۳ ایستگاه سینوپتیک، اقلیم‌شناسی و بارانسنجی برای یک دوره ۳۰ ساله (۱۳۸۷-۱۳۵۸) بهره گرفته شد. نقص آماری ایستگاه‌ها نسبت به ۳۰ سال بر اساس مدل رگرسیونی با هماهنگ‌ترین ایستگاه تکمیل شد.

برای انجام این پهنه‌بندی ابتدا بارش ماهانه هر کدام از ایستگاه‌ها به کل بارش همان سال تقسیم شد تا بارش نسبی هر ماه برای ایستگاه‌ها بدست آید. در ادامه از روش تحلیل خوشه‌ای با روش ادغام وارد جهت پهنه‌بندی رژیم‌های بارشی استان کردستان بهره برده شد. بر اساس این روش دو رژیم بارشی متفاوت با عناوین رژیم بارشی زمستانه و رژیم بارشی زمستانه-بهاره قابل تفکیک است. به گونه‌ای که رژیم بارشی زمستانه در غرب استان و رژیم بارش زمستانه-بهاره در مرکز و شرق استان حاکمیت دارد. رژیم زمستانه رژیمی است که نزدیک به ۴۴ درصد کل بارش سالانه آن در فصل زمستان ریزش می‌کند. بعد از آن به ترتیب دو فصل پائیز و بهار هر کدام با ۲۸ و ۲۷ درصد کل بارش سالانه در ردیف‌های

بعدی قرار می‌گیرند. در رژیم بارش زمستانه - بهاره، بیشتر بارش تقریباً به طور مساوی و با کمی اختلاف در حدود ۲ درصد در دو فصل زمستان و بهار می‌بارد، به طوریکه بارش فصل زمستان و بهار، حدود ۳۶ و ۳۴ درصد کل بارش سالانه است. بعد از آن فصل پائیز است که ۲۸ درصد کل بارش‌های دریافتی سالانه این پهنه را به خود اختصاص داده است.

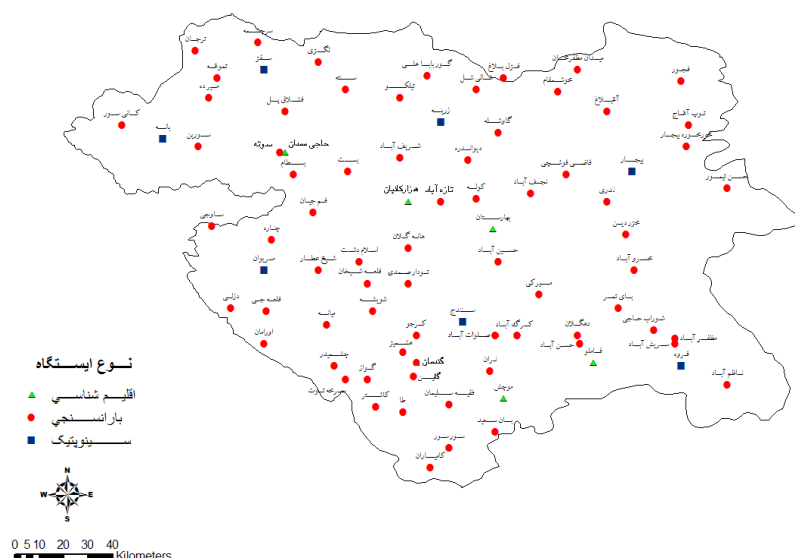
واژه‌های کلیدی: استان کردستان - تحلیل خوشه‌ای - روش ادغام وارد - رژیم بارشی - پهنه‌بندی

مقدمه

تاکنون تحقیقات زیادی با استفاده از روش‌های مختلف آماری در زمینه الگویابی مکانی و زمانی بارش در دنیا صورت گرفته است. اما استفاده از روش‌های آماری چند متغیره (تحلیل عاملی، تحلیل مولفه‌های اصلی و تحلیل خوشه‌ای) جهت مطالعه ویژگی‌های مختلف بارش و پهنه‌بندی آن عملاً از دهه ۱۹۶۰ به بعد و با ورود رایانه‌ها به عرصه جهانی محاسبات عملی شده است [۱۱]. پژوهشگران بسیاری با استفاده از این روش‌ها به مطالعه بارش و پهنه‌بندی آن در گوشه و کنار جهان پرداخته‌اند [۳، ۵، ۷، ۸، ۹، ۱۳]. در این مطالعات، علاوه بر استفاده از میانگین بارش چند ساله یک ایستگاه از ویژگی‌های مختلف این متغیر آب و هوایی همچون ضریب تغییرات، نسبت بارش فصلی و ... نیز استفاده شده است. در ایران نیز نواحی بارشی [۱۵]، فصول بارشی [۱۶]، توابع توزیع منطقه‌ای بارش [۱۷] و اقلیم بارشی [۶] با استفاده از روش‌های مختلف تحلیل عاملی، تحلیل مولفه‌های اصلی و تحلیل خوشه‌ای بررسی شده است. اما رژیم بارشی به معنای نسبت بارش دریافتی هر ماه از کل بارش سالانه [۱۴] یکی از ویژگی‌های حائز اهمیت بارش است که پهنه‌بندی آن برای هر گونه برنامه‌ریزی کشاورزی، منابع آب، آمایش سرزمین و ... می‌تواند مفید و راهنما باشد. پهنه‌بندی این ویژگی بارشی با استفاده از روش‌های چند متغیره آماری قبلاً توسط کومری و گلن [۵] برای جنوب ایالات متحده آمریکا و شمال مکزیک، جانسون [۱۳] برای ایالت اوکلاهامای آمریکا و گارسیا و همکاران [۱۰] برای شبه جزیره ایبری انجام شده است. در ایران نیز مسعودیان [۱۴] و رضیئی و عزیزی [۱۹] رژیم‌های بارشی ایران را با روش‌های مختلف دیگری مورد توجه قرار داده و آنرا پهنه‌بندی کرده‌اند.

در این پژوهش هدف آن است که در یک مقیاس استانی نخست توزیع ماهانه بارش در نقاط مختلف استان کردستان روشن و سپس

۱- نویسنده مسئول و استادیار اقلیم‌شناسی، دانشکده جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، دانشگاه سیستان و بلوچستان p_mahmoudi@gep.usb.ac.ir
۲- استاد اقلیم‌شناسی و مدیر قطب علمی تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، دانشگاه تربیت معلم خوارزمی bralijani@gmail.com



شکل ۱- پراکنش ایستگاه‌های مورد مطالعه در سطح استان کردستان

Figure 1. Location of studied Meteorological stations in the Kurdistan Province

در این مطالعه از مجذور فاصله اقلیدسی برای محاسبه درجه همانندی ایستگاه‌ها و از روش وارد^۱ برای ادغام ایستگاه‌ها استفاده گردیده است. روش وارد این مزیت را دارد که هر ایستگاه را در گروهی جای می‌دهد که مجموع مربعات انحرافات درون گروهی به حداقل برسد. ایستگاه‌هایی که به این روش در یک خوشه جای می‌گیرند از نظر مکانی بر روی نقشه در همسایگی یکدیگر واقع می‌شوند (۱۵).

برای انجام خوشه‌بندی از محیط نرم‌افزاری MINITAB بهره گرفته شده و پهنه‌بندی آن نیز در محیط نرم‌افزاری SURFER انجام گرفته است.

نتایج

تحلیل خوشه‌ای روشی آماری است که مجموعه‌ای از افراد را برحسب اندازه همانندی میان آنها خوشه می‌کند. بنابراین هر خوشه گروهی است که افراد تشکیل‌دهنده آن بیشترین همانندی را با یکدیگر دارند [۱۴]. لذا با هدف شناسایی و پهنه‌بندی رژیم‌های بارشی استان کردستان، فرایند تحلیل خوشه‌ای بر روی بارش نسبی ماهانه ۸۳ ایستگاه مورد مطالعه اعمال و مشاهده گردید که استان کردستان دارای ۲ رژیم بارشی متفاوت است که این دو رژیم با عناوین، رژیم بارشی زمستانه و رژیم بارشی زمستانه-بهاره نامگذاری شدند. نتایج حاصل از این تحلیل که همواره به صورت یک نمودار به اسم نمودار درختی^۲ (دارنما) نشان داده می‌شود در شکل شماره ۲ آورده شده است. بر روی این نمودار، خوشه‌های مربوط به هر کدام از این دو رژیم بارشی مشخص شده‌اند.

رژیم بارشی هر محل را شناسایی کنیم. آنگاه از راه مقایسه رژیم‌های بارشی، گونه‌های اصلی را دسته‌بندی نموده و قلمرو هر یک از آنها را بر روی یک نقشه پهنه‌بندی نمایش دهیم.

مواد و روش‌ها

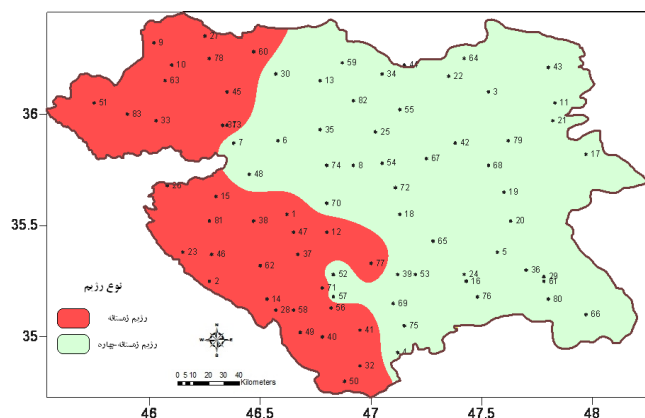
جهت پهنه‌بندی رژیم‌های بارشی استان کردستان، داده‌های ماهانه بارش ۸۳ ایستگاه هواشناسی (سینوپتیک، اقلیم‌شناسی و بارانشنجی) که طول دوره آماری آنها بیش از ۱۰ سال بود انتخاب گردید. در ادامه به منظور تطویل و تکمیل داده‌های ایستگاه‌ها به یک دوره ۳۰ ساله مشترک، ماتریس همبستگی بارش‌های ماهانه تشکیل و سپس با بکار بردن بالاترین ضریب همبستگی معنادار ($r=0/8$) که عموماً مربوط به نزدیکترین ایستگاه‌ها نسبت به یکدیگر می‌باشد، با استفاده از مدل رگرسیونی یک متغیره به تولید و بازسازی داده‌های ناقص پرداخته شد. پراکنش مکانی ایستگاه‌های مورد مطالعه در شکل شماره ۱ آورده شده است.

چون هدف از این بررسی شناسایی رژیم‌های بارشی استان کردستان یعنی الگوی نسبت بارش دریافتی هر ماه از کل بارش سالانه است؛ بنابراین برای هر ایستگاه، بارش هر ماه به کل بارش همان سال تقسیم شد تا بارش نسبی هر ماه برای ایستگاه‌ها بدست آید. در ادامه از روش تحلیل خوشه‌ای جهت پهنه‌بندی رژیم‌های بارشی استان کردستان بهره برده شد.

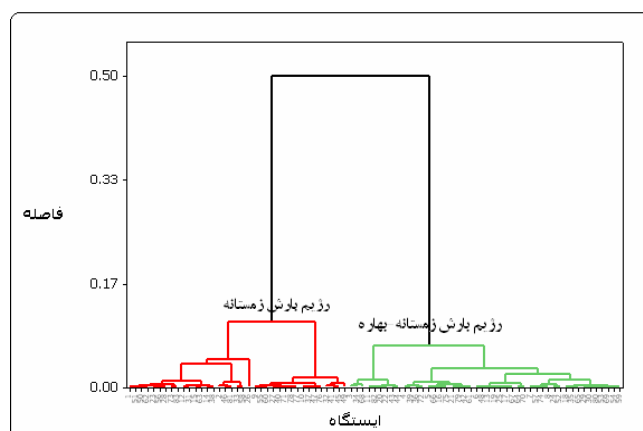
تحلیل خوشه‌ای یکی از روش‌های آماری است که در زمینه کاهش داده‌ها و پیدا کردن گروه‌های واقعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای انجام این کار، دو گام اساس بایستی پیموده شود: گام اول محاسبه درجه همانندی ایستگاه‌ها با یکدیگر و گام دوم چگونگی ادغام ایستگاه‌ها برحسب درجه همانندی آنها با یکدیگر است.

1- Ward

2- Dendrogram



شکل ۳- پهنه‌بندی رژیم‌های بارشی استان کردستان
Figure 3. Zoning precipitation regimes of Kurdistan province



شکل ۲- نمودار درختی حاصل از تحلیل خوشه‌ای بر روی بارش‌های نسبی ایستگاه‌های استان کردستان
Figure 2. Dendrogram of the resulted of cluster analysis on relative precipitation of meteorological stations in the Kurdistan province

جدول ۱- آماره توزیع نسبی بارش در رژیم‌های بارشی استان کردستان (درصد)

Table 1. Statistics of precipitation relative distribution in precipitation regimes of the Kurdistan province

		بهار	تابستان	پائیز	زمستان
		Spring	Summer	Autumn	Winter
رژیم بارش زمستانه	Winter Regime	۲۷	۱	۲۸	۴۴
رژیم بارش زمستانه-بهاره	Winter-spring regime	۳۴	۲	۲۸	۳۶

بحث و نتیجه‌گیری

با انجام تحلیل خوشه‌ای بر روی بارش نسبی ۸۳ ایستگاه هواشناسی واقع در استان کردستان مشاهده گردید که این تحلیل همراه با شاخص مجذور فاصله اقلیدسی و روش ادغام وارد توانائی بسیار بالائی جهت تفکیک رژیم‌های بارشی استان کردستان را دارند؛ به طوریکه بر اساس این روش دو رژیم بارشی متفاوت با عناوین رژیم بارشی زمستانه و رژیم بارشی زمستانه-بهاره قابل تفکیک است. به گونه‌ای که رژیم بارشی زمستانه در غرب استان و رژیم بارش زمستانه-بهاره در مرکز و شرق استان حاکمیت دارد. این پهنه‌بندی با پهنه‌بندی‌های دیگری که در سطح منطقه‌ای در غرب و شمال غرب ایران اما با استفاده از روش‌های دیگر آماری همچون تحلیل عاملی و تحلیل مؤلفه‌های مبنا انجام شده است [۶ و ۲] دو نوع رژیم بارشی متفاوت این استان را تأیید می‌کنند. اما تفاوتی که در بین این مطالعات مشاهده می‌شود تفاوت در تعیین مرز مکانی بین رژیم‌های بارشی است که آن نیز قاعدتاً می‌تواند نتیجه طول دوره آماری و تعداد متفاوت ایستگاه‌های مورد استفاده در تحلیل باشد.

سپاسگزاری

نتایج ارائه شده در این مقاله بخشی از طرح تحقیقاتی تحلیل

در ادامه، رژیم‌های بارشی تعیین شده توسط تحلیل خوشه‌ای، با استفاده از روش زمین آمار کریجینگ به یک نقشه پهنه‌بندی رژیم بارشی استان کردستان تبدیل شد (شکل ۳). براساس این نقشه مشاهده می‌شود که رژیم بارشی زمستانه در غرب و رژیم بارشی زمستانه-بهاره در مرکز و شرق استان کردستان مستقر شده‌اند. رژیم زمستانه که تقریباً نیمه غربی استان کردستان را شامل می‌شود، رژیمی است که نزدیک به ۴۴ درصد کل بارش سالانه آن در فصل زمستان ریزش می‌کند. بعد از آن به ترتیب دو فصل پائیز و بهار هر کدام با ۲۸ و ۲۷ درصد کل بارش سالانه در ردیف‌های بعدی قرار می‌گیرند (جدول ۱).

رژیم بارشی زمستانه-بهاره این استان که دومین رژیم بارشی و در عین حال وسیع‌ترین رژیم بارشی آن نیز می‌باشد شرق و مرکز استان کردستان را در بر می‌گیرد. بیشتر بارش این رژیم بطور تقریبی به طور مساوی و با کمی اختلاف در حدود ۲ درصد در دو فصل زمستان و بهار می‌بارد، به طوریکه بارش فصل زمستان و بهار، حدود ۳۶ و ۳۴ درصد کل بارش سالانه است. بعد از آن فصل پائیز است که ۲۸ درصد کل بارش‌های دریافتی سالانه این پهنه را به خود اختصاص داده است (جدول ۱).

M. 2002. A spectral analysis of Iberian Peninsula monthly rainfall. *Theoretical and Applied Climatology*. 71(1-2): 77-95.

11- Heidari, H. 1999. Analysis of climatic elements in Iran for determining a classification pattern. Ph.D. Dissertation. School of Humanities. Tarbiat Modarres University. 187 pages. (In Persian)

12- Heidari, H. 2005. Regionalization of precipitation in northwest and west of Iran using principle component analysis of covariance coefficients. *Geographical Research Quarterly*. 37(52): 77-91. (In Persian)

13- Johnson, E. 2001. A comparative study of Oklahoma precipitation regime for two extends time periods by use of eigenvectors. Department of Geography, Southwest Missouri State University, Springfield, Mo 65802.

14- Masoudian, S. A. 2005. Recognition of precipitation regimes of Iran using cluster analysis. *Geographical research quarterly*. 37(52): 21-33. (In Persian)

15- Masoudian, S. A. 2009. Precipitation regions of Iran. *Geography and development*. 7(13): 79-91 (In Persian)

16- Masoudian, S. A., Ataei, H. 2005. A cluster analysis of precipitation seasons in Iran. *Research bulletin of Isfahan University (Humanities)*. 18(1): 1-12. (In Persian)

Modarres, R. 2005. Regional rainfall distribution of Iran. *Pajouhesh & Sazandegi*. 75: 86-91. (In Persian)

Regenmortel, G. V. 1995. Regionalization of Botswana rainfall during the 1980s using principle component analysis. *International Journal of Climatology*. 15(3): 313-323

Raziei, T., and Azizi, Gh. 2007. A precipitation-based regionalization in western Iran using principle component analysis and cluster analysis. *Iran-water resources research*. 3(2): 62-65. (In Persian)

Rezaei Banafsheh, M. 2002. The analysis and modeling of precipitation regimes in Qara-Sou drainage basin. Ph.D. Dissertation. Faculty of society and Humanities sciences. Tabriz University. 165 pages. (In Persian)

و مدل بندی ویژگی های بارشی استان کردستان می باشد که با پشتیبانی مالی باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج انجام گرفته است. بدین وسیله از ریاست، معاونت پژوهشی و رئیس دفتر باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج به خاطر حمایت های مالی و علمی سپاسگزاری می کنم.

منابع

1- Alijani, B. 2001. *Synoptic Climatology* (1td Ed.). SAMT Press, Tehran, 257 p. (In Persian)

2- Ataei, H. 2003. Statistical Zoning precipitation regions. Ph.D. Dissertation. Faculty of Literature and Humanities. University of Isfahan. 186 pages. (In Persian)

3- Atwoki, K. 1975. A factor analytic approach for delimitation of rainfall regions of Uganda. *East African Geographical Review*. 13: 9-36.

4- Basalirwa, C. P. K. 1995. Delineation of Uganda into climatological rainfall zones using the method of principle component analysis. *International Journal of Climatology*. 15(10): 1161-1177.

5- Comrie, A. C. and Glenn, E. C. 1998. Principle components – based regionalization of precipitation regimes across the southwest United States and northern Mexico with an application to monsoon precipitation variability. *Climate Research*. 10: 201-215.

6- Dinpajooh, Y. Fakheri Fard, A. Moghaddam Vahed, M. Jahanbakhsh, S. and Mirnia, M. K. 2003. Selection of variables for the purpose of regionalization of Iran's precipitation climate using multivariate methods. *Iranian Journal of Agriculture Sciences*. 34(4): 809-823.

7- Domroes, M. and Ranatunge, E. 1993. A statistical approach towards a regionalization of daily rainfall in Sri Lanka. *International Journal of Climatology*. 13(7): 741-754.

8- Eklundh, D. and Pilesjo, P. 1990. Regionalization and spatial estimation of Ethiopian mean annual rainfall. *International Journal of Climatology*. 10(5): 473-494.

9- Gadgil, S. and lyenger, R. N. 1980. Cluster analysis of rainfall stations of the Indian Peninsula. *Quarterly Journal Royal Meteorological Society* 106 (450): 873-886.

10- Garsia, J. Serrano, A. and De La Cruz Gallego,