

## یادداشت فنی

### ناحیه‌بندی بارشی استان کردستان با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره

پیمان محمودی<sup>۱\*</sup> و بهلول علیجانی<sup>۲</sup>

#### چکیده

برای ناحیه‌بندی بارشی استان کردستان و دستیابی به یک الگوی مناسب در این زمینه، داده‌های بارش سالانه ۸۳ ایستگاه هواشناسی برای یک دوره ۳۰ ساله (۱۳۸۷-۱۳۵۸) از مرکز تحقیقات هواشناسی کاربردی استان کردستان گرفته شد. اجرای روش مؤلفه‌های مبنای چرخش یافته با روش واریماکس نشان داد که نزدیک ۸۶/۷۵ درصد تفاوت بارش‌های سالانه استان کردستان را می‌توان با ۷ مؤلفه تبیین کرد. نتایج حاصل از این تحلیل به عنوان ورودی تحلیل خوشه‌ای استفاده شد و مشخص شد که استان کردستان دارای سه ناحیه بارشی متفاوت با عناوین ناحیه پربارش غربی، ناحیه میان‌بارش مرکزی و ناحیه کم‌بارش شرقی است. ناحیه کم‌بارش شرقی، بزرگترین ناحیه بارشی است که میانگین بارش سالیانه آن حدود ۳۶۸/۷ میلی‌متر است. ناحیه میان‌بارش مرکزی دومین ناحیه بزرگ بارشی است که میانگین بارش سالیانه آن ۵۳۷/۷ میلی‌متر است. کم‌سعت‌ترین و در عین حال پربارش‌ترین ناحیه بارشی استان کردستان ناحیه پربارش غربی است که میانگین بارش سالیانه آن حدود ۷۰۶ میلی‌متر است.

**واژه‌های کلیدی:** بارش، تحلیل خوشه‌ای، تحلیل مؤلفه‌های اصلی، کردستان، ناحیه‌بندی.

**ارجاع:** محمودی پ. و علیجانی ب. ۱۳۹۲. ناحیه‌بندی بارشی استان کردستان با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره. مجله پژوهش آب ایران. ۲۱۳-۲۰۹: (۱۳)۷

۱- استادیار اقلیم‌شناسی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان.  
۲- استاد اقلیم‌شناسی و مدیر قطب علمی تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، دانشگاه تربیت معلم (خوارزمی)، تهران.

\* نویسنده مسئول: [Paymanasia@yahoo.com](mailto:Paymanasia@yahoo.com)

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۹/۲۱

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۸/۰۴

## مقدمه

کلان مقیاس و میان مقیاس در نوع خود می‌توانند بسیار ارزشمند باشند. اما مطالعات کوچک مقیاس (در سطح یک استان و حتی کوچک‌تر) از آن جهت که ویژگی لانه‌گزینی نواحی اقلیمی را آشکار می‌سازند در نوع خود می‌توانند بسیار مفید باشند. به بیان دیگر نشان می‌دهند که همواره در دل یک پهنه اقلیمی بزرگ، نواحی اقلیمی خردتری جای می‌گیرند که شکل‌گیری آن‌ها وابسته به بازیگران کوچک‌تری است (مسعودیان، ۱۳۸۸). لذا هدف این پژوهش دستیابی به پهنه‌بندی بارشی استان کردستان با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره است.

## مواد و روش‌ها

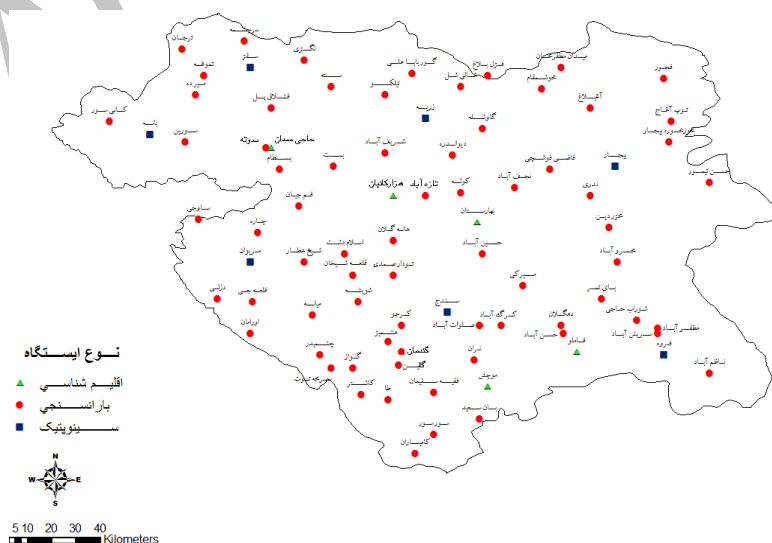
برای ناحیه‌بندی بارشی استان کردستان و دستیابی به یک الگوی مناسب در این زمینه، داده‌های بارش سالانه ۸۳ ایستگاه هواشناسی سینوپتیک، اقلیم‌شناسی و باران‌سنجی استان کردستان که طول دوره آماری آن‌ها بیش از ۱۰ سال بود از مرکز تحقیقات هواشناسی کاربردی این استان گرفته شد.

بعد از تکمیل و بازسازی داده‌های بارش سالانه ایستگاه‌ها و در جهت رسیدن به هدف پژوهش به ترتیب از روش تحلیل مؤلفه‌های مینا برای استخراج مؤلفه‌های اصلی بارش، از روش تحلیل خوشه‌ای جهت گروه‌بندی آن‌ها و از تحلیل واریانس برای آزمون معنی‌دار بودن تفاوت پهنه‌های بارشی حاصل از آن دو روش قبلی استفاده شد. اصطلاحات، تعاریف و فرایند روش‌های ذکر شده به طور کامل در منابع (علیچانی، ۱۳۸۱ و مسعودیان، ۱۳۸۵) در دسترس است.

در بین عناصر و پارامترهای اقلیمی شاید بارش به دلیل اهمیت و ماهیت تغییر پذیرش، اولین متغیر در کلیه مطالعات و محاسبات مربوط به منابع آب و بهره‌برداری از آن به شمار آید. بر همین اساس پژوهشگرانی همچون ایکلونده و پیلسجو (۱۹۹۰) طبقه‌بندی بارشی اتیوپی، دومروس و راناتونگ (۱۹۹۳) ناحیه‌بندی بارش‌های روزانه سریلانکا، ریجن مورتل (۱۹۹۵) پهنه‌بندی بارش‌های روزانه بوتسوانا، سامنر (۱۹۹۵) ناحیه‌بندی نواحی بارشی مایورکای اسپانیا و گارسیا و همکاران (۲۰۰۲) منطقه‌بندی بارشی شبه جزیره ایبری را با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره انجام داده‌اند.

در ایران نیز دومروس و همکاران (۱۹۹۸) با استفاده از روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی و تحلیل خوشه‌ای پنج رژیم بارشی را برای ایران شناسایی کرده‌اند. بعد از آن پژوهش‌های مختلفی در حوضه پهنه‌بندی بارش با استفاده از روش‌های مختلف آماری در ایران انجام شده است که می‌توان آن‌ها را به دو دسته کلی تقسیم‌بندی کرد. دسته اول مطالعاتی که کل ایران را بررسی و پهنه‌بندی کرده‌اند (مسعودیان، ۱۳۸۴ و ۱۳۸۸) و دسته دوم مطالعاتی که فقط بخشی از ایران را انتخاب و آن را پهنه‌بندی کرده‌اند (حیدری، ۱۳۸۴ و رضیعی و عزیز، ۱۳۸۶).

با بررسی منابع موجود در زمینه پهنه‌بندی نواحی بارشی ایران دیده شد که اکثر مطالعات انجام شده، در یک مقیاس کلان یا در یک مقیاس منطقه‌ای صورت گرفته‌اند و تاکنون مطالعه‌ای در یک مقیاس خرد که فقط یک استان را شامل شود انجام نشده است. هرچند مطالعات



شکل ۱- پراکنش ایستگاه‌های مورد مطالعه در سطح استان کردستان

## نتایج و بحث

۱۷/۵ و ۱۷/۱ درصد پراش، به ترتیب روی ۱۵ و ۱۴ ایستگاه بیشترین بار را داشته‌اند. مؤلفه‌های بعدی نیز با درصدهای کمتری، مقداری از پراش کل را تبیین کرده‌اند. اما تعداد ایستگاه‌های کمتری با آن‌ها دارای بار عاملی بزرگی بوده‌اند.

با اجرای تحلیل خوشه‌ای روی ماتریس بارهای مؤلفه‌ای (۸۳×۷) بارش‌های سالانه استان کردستان نشان می‌دهد که در استان کردستان سه پهنه بارشی قابل شناسایی است: پهنه پربارش غربی، پهنه میان‌بارش مرکزی و پهنه کم‌بارش شرقی (شکل ۲).

اجرای روش مؤلفه‌های مبنای چرخش یافته با روش واریماکس نشان می‌دهد که نزدیک به ۸۶/۷۵ درصد تفاوت بارش‌های سالانه استان کردستان را می‌توان با ۷ مؤلفه تبیین کرد (جدول ۱). بر این اساس دیده می‌شود که مؤلفه اول با ۳۰/۹ درصد پراش بارش سالانه، اولین و مهم‌ترین مؤلفه بارشی استان کردستان است. به طوری که این مؤلفه روی ۴۰ ایستگاه مورد مطالعه دارای بیشترین بار بوده است. به عبارت دیگر بارش‌های سالانه ۴۰ ایستگاه از ۸۳ ایستگاه مورد مطالعه با مؤلفه اول قابل توجیه است. مؤلفه‌های دوم و سوم نیز هر کدام با سهم تقریباً مساوی

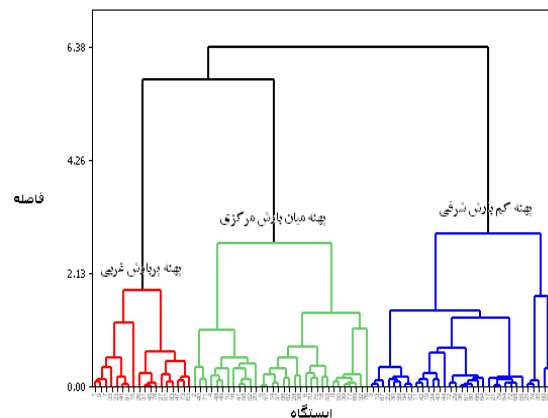
جدول ۱- نسبت پراش و نسبت پراش تجمعی مؤلفه‌ها به همراه تعداد ایستگاه‌های دارای بیشترین بار با هر مؤلفه

مؤلفه اول	مؤلفه دوم	مؤلفه سوم	مؤلفه چهارم	مؤلفه پنجم	مؤلفه ششم	مؤلفه هفتم	
۳۰/۹۴۵	۱۷/۴۵۹	۱۷/۰۸۰	۷/۹۲۱	۷/۵۶۷	۳/۱۶۰	۲/۶۱۲	نسبت پراش
۳۰/۹۴۵	۴۸/۴۰۴	۶۵/۴۸۵	۷۳/۴۰۵	۸۰/۹۷۲	۸۴/۱۳۳	۸۶/۷۴۵	نسبت پراش تجمعی
۴۰	۱۵	۱۴	۶	۵	۲	۱	تعداد ایستگاه‌ها
۴۰	۵۵	۶۹	۷۵	۸۰	۸۲	۸۳	تعداد تجمعی

استان را در بر می‌گیرد (شکل ۳). میانگین بارش سالیانه این ناحیه بارشی ۳۶۸/۷ میلی‌متر است که فصل زمستان با ۱۳۳/۶ میلی‌متر بارش، پرباران‌ترین فصل و تابستان با ۷/۵ میلی‌متر کم باران‌ترین فصل این ناحیه است. ماه‌های فروردین و اردیبهشت هر کدام به ترتیب با ۶۰/۲ و ۵۲/۴ میلی‌متر بارش، پرباران‌ترین ماه‌های سال و دو ماه شهریور و مرداد هر کدام با ۱/۵ و ۳ میلی‌متر خشک‌ترین ماه‌های این ناحیه را تشکیل می‌دهند (جدول ۳).

## پهنه میان‌بارش مرکزی

پهنه میان‌بارش مرکزی دومین ناحیه بزرگ بارشی استان کردستان است که در غرب پهنه کم بارش شرقی واقع شده است و تقریباً حدود ۳۶ درصد از مساحت استان را شامل می‌شود (شکل ۳). میانگین بارش سالیانه این ناحیه ۵۳۷/۷ میلی‌متر است که بیشترین آن در فصل بهار (۱۶۱/۳ میلی‌متر) و کمترین آن در فصل تابستان (۴/۴ میلی‌متر) می‌بارد. ماه‌های فروردین و بهمن هر کدام با ۹۰/۹ و ۸۰/۷ میلی‌متر پربارش‌ترین ماه‌ها و دو ماه شهریور و مرداد هر کدام با ۰/۹ و ۱/۷ میلی‌متر کم بارش‌ترین ماه‌های این ناحیه می‌باشد (جدول ۲).

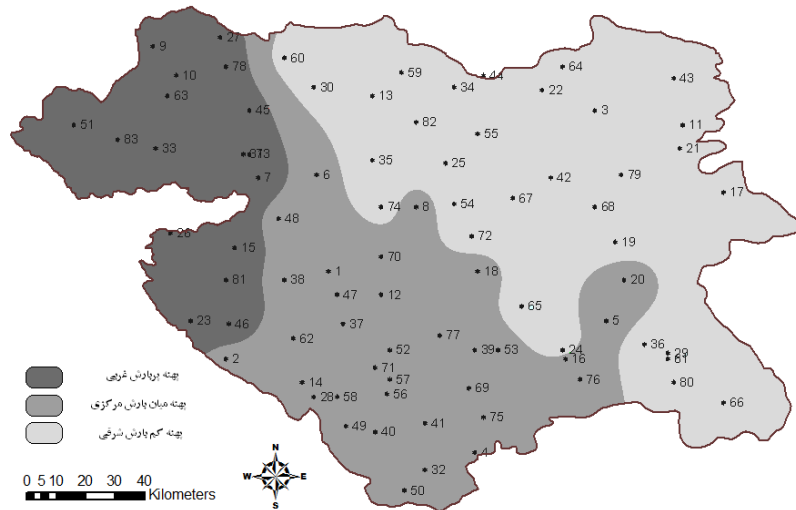


شکل ۲- نمودار درختی حاصل از تحلیل خوشه‌ای بر روی مؤلفه‌های اصلی بارش‌های سالانه ایستگاه‌های استان کردستان

نتیجه تحلیل واریانس بر روی میانگین بارش سالانه سه پهنه به دست آمده نیز نشان می‌دهد که در سطح احتمالاتی  $\alpha = 0.01$  تفاوت بین پهنه‌ها معنادار است. پس تفکیک استان کردستان به سه پهنه از لحاظ آماری قابل قبول است.

## پهنه کم بارش شرقی

پهنه کم بارش شرقی، بزرگترین پهنه بارشی از لحاظ وسعت در استان کردستان است که حدود ۴۷ درصد



شکل ۳- پهنه‌بندی نواحی بارشی استان کردستان

جدول ۲- مشخصات بارشی سه پهنه بارشی استان کردستان (میلی‌متر)

سالانه	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر	شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	ماه‌های سال	
	زمستان			پاییز			تابستان			بهار			فصل‌های سال	
۷۰۶	۱۱۸/۳	۱۱۱/۲	۹۳/۴	۹۳	۸۴	۱۹/۵	۱/۵	۱/۹	۲	۹/۹	۶۷/۱	۱۰۴	بارندگی ماهانه	
۱۰۰	۱۶/۷	۱۵/۷	۱۳/۲	۱۳/۲	۱۱/۹	۲/۸	۰/۲	۰/۳	۰/۳	۱/۴	۹/۵	۱۴/۷	درصدماهانه	پربارش
۷۰۶	۳۲۳			۱۹۶/۵			۵/۴			۱۸۱/۱			بارندگی فصلی	غربی
۱۰۰	۴۵/۷۵			۲۷/۸			۰/۸			۲۵/۶			درصد فصلی	
۵۳۷/۷	۷۹/۹	۸۰/۷	۶۰/۶	۶۳/۴	۷۰/۲	۱۷/۲	۰/۹	۱/۷	۱/۷	۹/۵	۶۰/۹	۹۰/۹	بارندگی ماهانه	
۱۰۰	۱۴/۸	۱۵	۱۱/۳	۱۱/۸	۱۳/۱	۳/۲	۰/۲	۰/۳	۰/۳	۱/۸	۱۱/۳	۱۶/۹	درصدماهانه	میان‌بارش
۵۳۷/۷	۲۲۱/۲			۱۵۰/۸			۴/۴			۱۶۱/۳			بارندگی فصلی	مرکزی
۱۰۰	۴۱/۱			۲۸			۰/۸			۳۰			درصد فصلی	
۳۶۸/۷	۵۱/۸	۴۳/۶	۳۸/۳	۴۱/۱	۴۸/۱	۱۴/۷	۱/۵	۳	۳	۱۱/۱	۵۲/۴	۶۰/۲	بارندگی ماهانه	
۱۰۰	۱۴	۱۱/۸	۱۰/۴	۱۱/۱	۱۳	۴	۰/۴	۰/۸	۰/۸	۳	۱۴/۲	۱۶/۳	درصدماهانه	کم بارش
۳۶۸/۷	۱۳۳/۶			۱۰۳/۹			۷/۵			۱۲۳/۷			بارندگی فصلی	شرقی
۱۰۰	۳۶/۲			۲۸/۲			۲			۳۳/۵			درصد فصلی	

۱۱۸/۳، ۱۱۱/۲ و ۱۰۴ میلی‌متر دارای بیشترین بارش‌ها و ماه‌های شهریور و مرداد با ۱/۵ و ۱/۹ میلی‌متر دارای کمترین بارش‌ها هستند (جدول ۲).

### نتیجه‌گیری

در این تحقیق، بارش ۳۰ ساله ۸۳ ایستگاه هواشناسی استان کردستان در ماتریسی با حالت S و به ابعاد ۳۰×۸۳ تنظیم و از آن به عنوان ورودی یک تحلیل عاملی به روش

### پهنه پربارش غربی

کم وسعت‌ترین و پربارش‌ترین ناحیه بارشی استان کردستان که حدود ۱۷ درصد از مساحت استان را شامل می‌شود، پهنه پربارش غربی است که در غرب استان قرار دارد (شکل ۳). میانگین بارش سالیانه این ناحیه ۷۰۶ میلی‌متر است که فصل زمستان با ۳۲۳ میلی‌متر پربارش‌ترین و تابستان با ۵/۴ میلی‌متر کم‌بارش‌ترین فصل این ناحیه است. ماه‌های اسفند، بهمن و فروردین با

## منابع

۱. حیدری ح. ۱۳۸۴. ناحیه‌بندی بارش در شمال غرب و غرب ایران بر مبنای تحلیل مؤلفه‌های اصلی مقادیر کواریانس. فصلنامه پژوهش‌های جغرافیایی. ۷(۵۲): ۷۷-۹۱.
۲. رضی ط. و عزیزی ق. ۱۳۸۶. منطقه‌بندی رژیم بارشی غرب ایران با استفاده از روش‌های تحلیل مؤلفه‌های اصلی و خوشه‌بندی. تحقیقات منابع آب ایران. ۳(۸): ۶۲-۶۵.
۳. علیجانی ب. ۱۳۸۱. اقلیم‌شناسی سینوپتیک. انتشارات سمت تهران. ۲۵۷ ص.
۴. مسعودیان س. ا. ۱۳۸۴. شناسایی رژیم‌های بارش ایران به روش تحلیل خوشه‌ای. پژوهش‌های جغرافیایی. ۵۲(۳۷): ۴۷-۵۹.
۵. مسعودیان س. ا. ۱۳۸۸. نواحی بارشی ایران. جغرافیا و توسعه. ۷(۲): ۱۷۱-۱۸۴.
۶. مسعودیان س. ا. ۱۳۸۵. اقلیم‌شناسی همدید و کاربرد آن در مطالعات محیطی (ترجمه). انتشارات دانشگاه اصفهان. ۲۱۸ ص.
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. Domroes M. Kaviani M. and Schaefer D. 1998. An analysis of regional and intra-annual precipitation variability over Iran using multivariate statistical method. *Theoretical and Applied Climatology*. 61(3-4):151-159.
9. Eklundh D. and Pilesjo P. 1990. Regionalization and spatial estimation of Ethiopian mean annual rainfall. *International Journal of Climatology*. 10(5):473-494.
10. Garsia J. Serrano A. and De La Cruz Gallego M. 2002. A spectral analysis of Iberian Peninsula monthly rainfall. *Theoretical and Applied Climatology*. 71(1-2):77-95.
11. Regenmortel G. V. 1995. Regionalization of Botswana rainfall during the 1980s using principle component analysis. *International Journal of Climatology*. 15(3):313-323.
12. Sumner G. R. 1995. Daily rainfall domains in Maiorca. *Theoretical and Applied Climatology*. 51(4):199-221.

مؤلفه‌های مبنا و با دوران واریماکس استفاده شد. نتایج حاصل از این تحلیل به عنوان ورودی تحلیل خوشه‌ای استفاده شد. لذا با توجه به خروجی حاصل از تحلیل خوشه‌ای و مشخص شدن ناحیه بارشی هر ایستگاه، نتایج بر روی یک نقشه پیاده و مشخص شد که استان کردستان دارای سه ناحیه بارشی متفاوت است. این سه ناحیه بارشی با عناوین ناحیه پربارش غربی، ناحیه میان‌بارش مرکزی و ناحیه کم بارش شرقی اسم گذاری شدند.

پهنه کم بارش شرقی، بزرگترین پهنه بارشی از لحاظ وسعت در استان کردستان به شمار می‌آید که حدود ۴۷ درصد استان را در بر می‌گیرد و میانگین بارش سالیانه آن حدود ۳۶۸/۷ میلی‌متر است. پهنه میان‌بارش مرکزی دومین ناحیه بزرگ بارشی استان و میانگین بارش سالیانه آن ۵۳۷/۷ میلی‌متر است. در نهایت کم وسعت‌ترین و در عین حال پربارش‌ترین ناحیه بارشی استان کردستان که حدود ۱۷ درصد از مساحت استان را شامل می‌شود، پهنه پربارش غربی است که در غرب استان واقع شده است و میانگین بارش سالیانه آن حدود ۷۰۶ میلی‌متر است.

با دقت در شکل و نحوه گسترش مکانی سه پهنه بارشی استان کردستان مشاهده می‌شود که این سه پهنه، گسترشی تقریباً شمال غربی - جنوب شرقی دارند که در واقع تابعی از جهت‌گیری رشته کوه‌های زاگرس با همین جهت در استان کردستان است. علاوه بر این هر چه از پهنه پربارش غربی به طرف پهنه کم بارش شرقی حرکت می‌کنیم میزان بارش کاهش پیدا می‌کند به طوری که میانگین بارش در پهنه پربارش غربی ۷۰۶، در پهنه میان‌بارش مرکزی ۵۳۷/۷ و در پهنه کم بارش شرقی ۳۶۸/۷ میلی‌متر است. لذا با توجه به این‌که استان کردستان در مسیر ورود سیکلون‌های بارانزا قرار دارد مشاهده می‌شود که ارتفاعات نقش بسیار مهمی در کاهش میزان بارش از غرب به شرق این استان بازی می‌کند. بنابراین دو عامل جهت و ارتفاع ناهمواری‌ها بیشترین سهم را در تشکیل این سه ناحیه بارشی در استان کردستان داشته‌اند.

## سپاس‌گزاری

از ریاست، معاونت پژوهشی و رئیس دفتر باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج به خاطر حمایت‌های مالی و علمی سپاس‌گزاری می‌شود.