

## مطالعه ویژگی‌های اقلیمی استان‌های کرمانشاه و کردستان بر مبنای تحلیل‌های عاملی و خوشه‌ای

سیدحسین میرموسوی<sup>۱</sup>  
ندا خانفی<sup>۲</sup>  
هوشنگ آبختی گروسی<sup>۳</sup>

### چکیده

تقسیم‌بندی‌های آب و هوایی و شناخت مهم‌ترین عوامل و عناصر تأثیرگذار بر اقلیم هر ناحیه، یکی از راه‌های شناخت شناسنامه اقلیمی نواحی است. به منظور انجام این تحقیق، از داده‌های سالانه ۲۲ متغیر اقلیمی ۱۲ ایستگاه سینوپتیک دو استان کرمانشاه و کردستان طی دوره آماری ۲۰ ساله (۱۹۸۹-۲۰۰۸) استفاده شده است. جهت افزایش دقت میان‌یابی، ۷ ایستگاه سینوپتیک نیز از استان‌های هم‌جوار انتخاب شده است. در این مطالعه، جهت بررسی ویژگی‌های اقلیمی استان‌های کرمانشاه و کردستان از تحلیل عاملی و خوشه‌ای استفاده شده است. بعد از انجام بررسی‌های مربوط به تحلیل عاملی بر روی ۲۲ متغیر اقلیمی دو استان کرمانشاه و کردستان و با توجه به همبستگی درونی آنها نتایج نشان داد که اقلیم این دو استان تقریباً تحت تأثیر ۶ عامل اقلیمی می‌باشد. مجموعه این ۶ عامل، حدود ۹۱ درصد رفتار اقلیمی منطقه مورد مطالعه را توجیه می‌کنند. این عوامل به ترتیب عبارتند از: گرما، بارش، رطوبت، ابر، تندر، باد و غبار. با اعمال روش خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی و با روش ادغام وارد عناصر اقلیمی ایستگاه‌های مورد مطالعه به ۵ خوشه اقلیمی تقسیم گردید.

**واژگان کلیدی:** ویژگی‌های اقلیمی، تحلیل عاملی، تحلیل خوشه‌ای، استان کرمانشاه و کردستان.

1- استادیار گروه جغرافیای دانشگاه زنجان.  
Email:hossein.mousavi077@gmail.com

۲- دانشجوی اقلیم در برنامه‌ریزی محیطی دانشگاه زنجان.  
۳- دانشجوی اقلیم در برنامه‌ریزی محیطی دانشگاه زنجان.

## مقدمه

یکی از عوامل مهم در زندگی انسان آب و هوا است. از این رو جغرافیدانان از دیرباز به مطالعه و شناسایی ویژگی‌های آن پرداخته‌اند. پهنه‌بندی اقلیمی به روش‌های چندمتغیره از راه‌های معتبر، جهت شناسایی نواحی با آب‌وهوای مشابه می‌باشد. از آنجایی که در شکل‌گیری اقلیم یک منطقه عوامل و عناصر متفاوتی دخیل هستند هنگام تقسیم‌بندی باید همه عوامل و عناصر آب و هوایی آن ناحیه در نظر گرفته شود و این امر به دلیل تعداد زیاد متغیرها همواره با دشواری روبرو بوده است. با توجه به نارسایی‌هایی که روش‌های سنتی طبقه‌بندی دارد، امروزه از روش‌های نوین طبقه‌بندی مانند تکنیک‌های آماری چندمتغیره استفاده می‌شود. استفاده از این فنون آماری علاوه بر کاهش تعداد داده‌ها، بیشترین پراش متغیرهای اولیه را توضیح می‌دهد.

در زمینه پهنه‌بندی اقلیمی مطالعات بسیاری در سراسر جهان صورت گرفته، که از جمله آنها می‌توان به موارد زیر اشاره داشت:

بدرودین و همکاران (۱۹۹۷: ۶۹) با استفاده از تکنیک‌های تحلیل عاملی و روش خوشه‌ای به پهنه‌بندی اقلیمی عربستان سعودی پرداخته‌اند. در این راستا از داده‌های ۵۶ ایستگاه هواشناسی استفاده شده است و نشان دادند که نتایج تحلیل عاملی، پهنه‌بندی مطلوب‌تری را نسبت به روش‌های سنتی نشان می‌دهد. لین و همکاران (۱۹۹۸: ۲۱۲) به بررسی ویژگی بارش اسیدی با استفاده از آنالیز خوشه‌ای پرداختند نتایج که با استفاده از ۹ یون موجود در بارش و با روش ادغام وارد آنها را به دو خوشه تقسیم کردند. همچنین با استفاده از تحلیل عاملی، سه عامل برای یون‌های بارش در نظر گرفتند که عامل اول (CIMg,Na) بیشترین واریانس را توجیه کرد. کورت و همکاران (۱۹۹۹: ۹۲۱) در مطالعه الگوهای گردشی بارش روزانه در پرتغال با اعمال تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) و الگوهای خوشه‌بندی چهار الگوی گردشی تأثیرگذار بر بارش روزانه را شناسایی کردند. وایت و پری (۱۹۸۹: ۲۷۱) نیز با استفاده از روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و تجزیه‌ی خوشه‌ای و

تجزیه تابع تشخیص، اقلیم نواحی انگلستان و ولز را براساس داده‌های آگروکلیمایی ناحیه-بندی کردند. هلی و همکاران (۲۰۰۸: ۱۲۱) با استفاده از داده‌های بارش روزانه ۹۷ ایستگاه هواشناسی چینگهای-فلات تبت طی دوره آماری (۲۰۰۴-۱۹۶۱) با استفاده از تحلیل خوشه‌ای ایستگاه‌ها را به پنج محدوده ارتفاعی خوشه‌بندی کرد که تا محدوده ارتفاعی ۳۵۰۰ با افزایش ارتفاع میزان بارش تابستانه این منطقه افزایش می‌یابد. یوردانور و همکاران (۲۰۰۳: ۱۰۴۵) با استفاده از داده‌های دمایی (متوسط، حداقل و حداکثر) و بارش ۱۱۳ ایستگاه ترکیه در طی دوره ۴۷ ساله، و با بهره‌گیری از تکنیک تحلیل خوشه‌ای، اقلیم ترکیه را پهنه‌بندی کردند نتیجه حاصله ۷ منطقه اقلیمی را شناسایی کرد. دین‌پژوه و همکاران (۱۳۸۲: ۸۰۹) در انتخاب متغیرها به منظور پهنه‌بندی اقلیم بارش ایران با روش‌های چندمتغیره از داده‌های ۷۷ ایستگاه هواشناسی کشور از سال ۱۹۵۶ تا ۱۹۸۸ استفاده کرده‌اند. با استفاده از روش‌های تحلیل عاملی و تحلیل خوشه‌ای کل کشور را به شش ناحیه همگن و یک ناحیه غیرهمگن تفکیک کرده‌اند. مسعودیان (۱۳۸۲: ۱۷۱) پس از بررسی ۲۷ عنصر اقلیمی در مقیاس سالانه نشان داد که شش عامل گرما، نم و ابر، بارش، باد و غبار و تندر در ساخت اقلیم ایران مؤثر است. یک تحلیل خوشه‌ای بر روی شش عامل به‌دست آمده، وجود پانزده ناحیه اقلیمی در ایران را نشان می‌دهد. غیور و منتظری (۱۳۸۳: ۲۱) در پهنه‌بندی رژیم‌های دمایی ایران با مؤلفه‌های مینا و تحلیل خوشه‌ای با استفاده از داده‌های متوسط دمای حدود ۳۰۰ ایستگاه هواشناسی نتیجه گرفتند که با سه مؤلفه می‌توان ۹۹/۷ درصد پراش داده‌ها را توصیف نمود و با اعمال تحلیل خوشه‌ای بر روی نمرات مؤلفه‌ها سه قلمرو اصلی رژیم دمایی را مشخص کردند که عبارتند از: قلمرو کوهستانی، قلمرو کوهپایه‌ای و پست و قلمرو جنوبی. مسعودیان (۱۳۸۴: ۴۱) با استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای بر روی داده‌های بارش ماهانه ایران از ژانویه ۱۹۵۱ تا دسامبر ۱۹۹۹ به شناسایی رژیم‌های بارش ایران پرداخته است. با بکارگیری تحلیل خوشه‌ای پایگانی در ایران سه رژیم بارش اصلی شامل: زمستانی، زمستانی-بهاری و پاییزی شناسایی شد. مسعودیان و عطایی (۱۳۸۴: ۱) با استفاده از تحلیل خوشه‌ای به شناسایی فصول بارشی ایران اقدام کرده‌اند و با بکارگیری

داده‌های بارش ایران طی دوره آماری ۱۹۵۱ تا ۱۹۹۹ از تمامی ایستگاه‌های هواشناسی کشور دریافتند که ۵ ناحیه بارشی با فصول تقریباً متمایز از یکدیگر در ایران وجود دارد. از نظر درجه همگنی، ناحیه خزری بالاترین همگنی را داراست و ناحیه شمال‌غربی بخصوص در ماه‌های تابستان ناهمگن‌تر است. در این نواحی حداقل دو فصل و حداکثر سه فصل بارشی قابل تفکیک است. سلیقه و همکاران (۱۳۸۷: ۱۱۱) به منظور پهنه‌بندی اقلیمی استان سیستان و بلوچستان با استفاده از ۲۰ متغیر اقلیمی از ۱۰ ایستگاه هواشناسی با روش‌های تحلیل عاملی و خوشه‌بندی به این نتایج دست یافتند که اقلیم استان ساخته ۵ عامل شامل، بارش، حرارت، تابش و باد و تندر می‌باشد. یک تحلیل خوشه‌ای روی ۵ عامل اقلیمی وجود ۵ ناحیه‌ی اقلیمی را در استان نشان داد. شاهرخوندی و همکاران (۱۳۸۷: ۱۲) جهت طبقه‌بندی استان لرستان از داده‌های هواشناسی طی دوره آماری ۱۹۵۵-۲۰۰۵ استفاده کرده‌اند. نتایج تحلیل عاملی بر روی ۱۸ عنصر اقلیمی نشان داد که اقلیم استان ساخته ۶ عامل است. تحلیل خوشه‌ای بر روی ۱۸ مؤلفه سالانه و ماهانه انجام گرفت و دو خوشه اصلی و ۳ زیر خوشه فرعی به دست آمده است. کریمی (۱۳۸۷: ۶۹) در مطالعه شناسایی تیپ‌های همدید ایستگاه کنارک از داده‌های روزانه ۱۸ متغیر اقلیمی طی سال‌های ۱۳۶۳ تا ۱۳۸۲ استفاده شده است. بر روی مقادیر استاندارد شده یک تحلیل خوشه‌ای به روش ادغام وارد انجام گرفت و سه تیپ اصلی معتدل، شرجی و بسیار شرجی، بادی و بارشی شناسایی شد.

در پژوهش حاضر نیز با استفاده از تحلیل عاملی و تحلیل خوشه‌ای، نسبت به مطالعه و پهنه‌بندی ویژگی‌های اقلیمی دو استان کرمانشاه و کردستان پرداخته شده است.

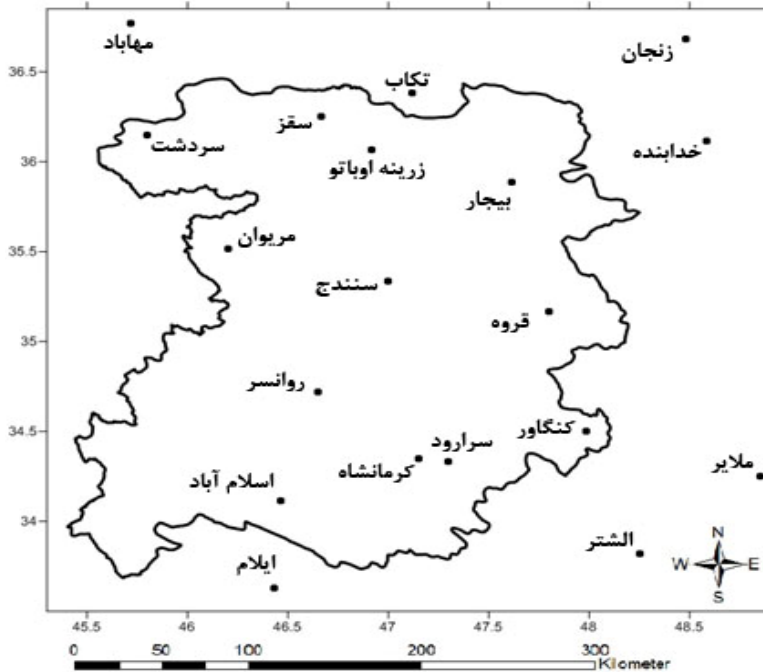
### مواد و روش‌ها

به منظور انجام این تحقیق داده‌های سالانه ۲۲ متغیر اقلیمی ۱۲ ایستگاه سینوپتیک دو استان کرمانشاه و کردستان طی دوره آماری ۲۰ ساله (۱۹۸۹-۲۰۰۸) از سایت سازمان هواشناسی تهیه شده است. و جهت افزایش دقت میان‌یابی که به روش کریجینگ انجام

شده است، ۷ ایستگاه سینوپتیک نیز از استان‌های هم‌جوار اختیار گردید. جهت انجام مراحل مختلف این تحقیق از نرم‌افزارهای Surfer 10 و SPSS استفاده شده است (جدول و شکل ۱).

جدول (۱) مشخصات ایستگاه‌های مورد مطالعه

ردیف	ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع (متر)
۱	سندج	۰۰	۲۰	۴/۱۳۷۳
۲	بیجار	۳۷	۵۳	۴/۱۸۸۳
۳	قروه	۴۸	۱۰	۱۹۰۶
۴	مریوان	۱۲	۳۱	۸/۱۲۸۶
۵	سقز	۱۶	۱۵	۸/۱۵۲۲
۶	زرینه اوباتو	۵۵	۰۴	۶/۲۱۴۲
۷	اسلام اباد	۲۸	۰۷	۸/۱۳۸۴
۸	روانسر	۳۹	۴۳	۷/۱۳۷۹
۹	کرمانشاه	۰۹	۲۱	۶/۱۳۱۸
۱۰	کنگاور	۷۴	۳۰	۱۴۶۸
۱۱	سرارود	۱۸	۲۰	۷/۱۳۶۱
۱۲	ایلام	۲۶	۳۸	۱۳۳۷
۱۳	تکاب	۰۷	۲۳	۱۷۶۵
۱۴	خدابنده	۳۵	۰۷	۱۸۸۷
۱۵	زنجان	۲۹	۴۱	۱۶۶۳
۱۶	سردشت	۳۰	۰۹	۱۶۷۰
۱۷	ملایر	۵۱	۱۵	۱۷۷۷
۱۸	مهاباد	۴۳	۴۶	۱۳۸۵
۱۹	الشتر	۱۵	۴۹	۱۵۶۷/۲



شکل (۱) موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه

تحلیل عاملی در واقع گسترش تجزیه مؤلفه‌های اصلی است و هدف آن کاهش حجم متغیرها و تبدیل متغیرهای اولیه به چند عامل محدود که بتواند بیشترین تغییرات متغیرهای اولیه را توضیح دهد (فرشادفر ۱۳۸۴: ۳۴۲).

تحلیل عاملی معمولاً در چهار مرحله انجام می‌گیرد:

- ۱: برای کلیه ترکیب‌های متغیرها، ماتریسی از ضرائب همبستگی تولید می‌شود.
- ۲: از ماتریس همبستگی، عامل‌هایی استخراج می‌شود که متداول‌ترین روش آن استخراج عامل‌های اصلی می‌باشد (Principal factors). البته به غلط آن را مؤلفه‌های اصلی (Principal components) می‌نامند.

۳: عامل‌ها (محورها) چرخانده می‌شوند تا رابطه بین متغیرها و بعضی از عوامل به حداکثر برسد. رایج‌ترین روش واریماکس است که روشی چرخشی است که در آن استقلال بین عامل‌های ریاضی حفظ می‌شود.

۴: امتیازات شرکت‌کننده‌ها در هر یک از عامل‌های به دست آمده از تحلیل، محاسبه شود. این مقادیر برآوردهای مقادیر شرکت‌کننده‌ها در متغیرهای ویژگی‌های پنهان است که از روی تحلیل عاملی مجموعه‌ای از داده‌ها به صورت محورهای ریاضی به دست آمده است (بایزیدی و همکاران: ۱۳۸۴: ۱۶۵).

کریجینگ روش درون‌یابی پیشرفته‌ای است که برای داده‌هایی که دارای روندهای موضعی تعریف شده‌ای باشند، مناسب است و با کمترین واریانس تخمین درون‌یابی می‌کند که میزان خطای آن تابع مشخصات واریوگرام (ساختار فضایی) است. اگر مطالعات مربوط به واریوگرافی و تشخیص مدل واریوگرام با دقت کافی انجام شود درون‌یابی به روش کریجینگ، با دقت بالایی همراه خواهد بود.

مدل کریجینگ در حالت کلی به شرح زیر می‌باشد:

$$\hat{Z}(S_0) = \sum_{i=1}^n y_i z(S_i) \quad (1)$$

در رابطه ۱:

$Z(S_i)$  مقدار اندازه‌گیری شده در موقعیت  $i^{\text{th}}$  است، و  $y_i$  وزن مقدار اندازه‌گیری شده در موقعیت  $i^{\text{th}}$  است.  $S_0$  موقعیت پیش‌بینی و  $N$  تعداد نقاط اندازه‌گیری شده یا معلوم می‌باشد (قهرودی تالی، ۱۳۸۱: ۹۵).

### یافته‌ها

بعد از انجام مراحل فوق بر روی داده‌های اقلیمی دو استان کرمانشاه و کردستان و با توجه به همبستگی درونی آنها می‌توان آنها را در ۶ عامل خلاصه کرد. مجموعه این ۶ عامل، حدود ۹۱ درصد رفتار اقلیمی منطقه مورد مطالعه را توجیه می‌کنند. این عوامل به ترتیب عبارتند از: گرما، بارش، رطوبت، ابر، تندر، باد و غبار.

جدول (۲) اهمیت نسبی عوامل اقلیمی

عامل اول	عامل دوم	عامل سوم	عامل چهارم	عامل پنجم	عامل ششم
۶/۱۲	۴/۵۷۴	۳/۸۸	۲/۵۶۹	۱/۵۲۸	۱/۳۵۴
۲۷/۸۱۷	۲۰/۷۹۱	۱۷/۶۳۵	۱۱/۶۷۷	۶/۹۴۴	۶/۱۶۵
۲۷/۸۱۷	۴۸/۶۰۹	۶۶/۲۴۴	۷۷/۹۲۱	۸۴/۸۶۵	۰۲۱/۹۱

جدول (۳) بارهای عاملی روی عناصر اقلیمی

متغیر	عامل اول	عامل دوم	عامل سوم	عامل چهارم	عامل پنجم	عامل ششم
میانگین دما سالانه (سانتی‌گراد)	۰/۸۱۷	۰/۲۹۴	-۰/۴۶۵	-۰/۰۲۱	۰/۰۲۸	-۰/۰۳۹
حداقل دما سالانه (سانتی‌گراد)	۰/۴۲۰	۰/۳۶۴	-۰/۷۶۶	-۰/۰۲۱	-۰/۰۰۹	-۰/۱۹۴
تعداد روزهای با دمای $\geq 40^{\circ}C$	-۰/۶۶۸	-۰/۳۴۷	۰/۵۴۳	۰/۱۶۷	-۰/۱۱۱	۰/۱۲۶
میانگین حداکثر دما سالانه (سانتی‌گراد)	۰/۹۷۳	۰/۱۰۶	-۰/۰۴۱	-۰/۰۷۸	۰/۱۱۹	۰/۱۱۰
تعداد روزهای با دمای $\leq 30^{\circ}C$	۰/۹۶۹	۰/۱۱۲	۰/۰۰۴	-۰/۰۴۹	۰/۰۸۰	۰/۱۶۷
اختلاف حداقل حداکثر دما (سانتی‌گراد)	۰/۶۳۸	-۰/۲۱۰	۰/۶۳۰	-۰/۰۶۳	۰/۱۳۱	۰/۲۸۵
میانگین رطوبت نسبی سالانه (درصد)	-۰/۴۳۵	۰/۰۶۳	۰/۷۹۶	-۰/۱۲۷	۰/۱۲۹	-۰/۲۵۷
حداکثر رطوبت نسبی سالانه (درصد)	-۰/۱۳۴	۰/۰۱۷	۰/۹۳۶	-۰/۰۹۷	۰/۱۹۷	-۰/۱۲۰
حداقل رطوبت نسبی سالانه (درصد)	-۰/۸۰۹	۰/۲۷۰	۰/۱۹۵	-۰/۲۹۰	-۰/۰۸۹	-۰/۲۹۶
میانگین بارش سالانه (میلی‌متر)	۰/۰۹۴	۰/۹۶۸	-۰/۱۰۳	-۰/۱۲۶	۰/۰۶۹	۰/۰۰۱
تعداد روز بارانی $\leq 10$ میلی‌متر	۰/۱۷۰	۰/۹۶۵	-۰/۰۸۷	-۰/۰۷۷	۰/۰۵۲	۰/۰۵۲
تعداد روز بارانی $\leq 5$ میلی‌متر	۰/۰۸۹	۰/۹۸۱	۰/۰۱۶	-۰/۰۴۶	۰/۰۵۵	۰/۰۶۰
تعداد روز بارانی $\leq 1$ میلی‌متر	-۰/۳۱۳	۰/۸۴۸	۰/۲۶۵	۰/۳۰۳	۰/۰۳۹	-۰/۰۲۰
روزهای بارانی	-۰/۷۴۳	۰/۱۱۱	۰/۳۶۴	۰/۲۴۰	۰/۳۱۳	۰/۰۳۰
روزهای طوفانی	-۰/۰۰۲	۰/۱۲۰	۰/۱۳۰	-۰/۱۴۰	۰/۹۰۲	۰/۱۷۵
روزهای همراه با گرد و غبار	۰/۲۶۹	۰/۰۹۷	-۰/۱۱۵	-۰/۰۵۴	۰/۰۷۷	۰/۸۸۲
سرعت باد غالب (knot)	-۰/۵۴۹	-۰/۰۱۵	۰/۰۰۲	-۰/۱۳۷	-۰/۶۲۱	۰/۳۴۳
درصد باد غالب	-۰/۰۴۱	-۰/۴۱۵	-۰/۵۸۰	۰/۰۸۷	۰/۱۶۱	۰/۱۰۳
تعداد روزهای با آسمان صاف	۰/۴۸۳	۰/۳۹۲	-۰/۱۵۰	-۰/۷۸۰	-۰/۰۸۹	-۰/۰۹۲
تعداد روزهای نیمه ابری	-۰/۵۵۶	-۰/۴۶۸	۰/۳۱۸	۰/۳۷۳	۰/۲۲۹	۰/۱۴۰
تعداد روزهای ابری	-۰/۲۰۸	۰/۰۳۳	-۰/۱۲۴	۰/۹۰۱	-۰/۰۹۰	-۰/۰۰۱
تعداد ساعات افتابی	-۰/۱۳۲	-۰/۱۶۱	-۰/۳۲۷	-۰/۷۹۸	۰/۰۵۹	۰/۱۹۰



جدول (۴) بارهای عاملی روی ایستگاه‌ها

ردیف	ایستگاه	عامل اول	عامل دوم	عامل سوم	عامل چهارم	عامل پنجم	عامل ششم
۱	سندج	۰/۸۹۱۰۹	-۰/۰۸۹۳۱	-۰/۴۴۰۸۴	۱/۴۲۶۲۴	-۰/۱۱۸۲۹	۰/۷۳۱۳۶
۲	بیجار	-۱/۱۷۳۰۴	-۰/۶۲۲۸۵	-۰/۸۶۳۴۱	-۰/۲۴۰۲۹	۰/۲۹۲۱۵	۰/۷۳۳۸۲
۳	قروه	-۰/۷۵۸۲۸	-۰/۸۴۸۸۴	-۰/۸۱۷۵۷	-۰/۲۹۳۴۳	-۰/۷۸۹۱۸	۱/۶۷۱۷۹
۴	مریوان	۰/۰۳۹۸۱	۲/۶۸۵۰۸	۱/۴۶۱۵۲	-۱/۴۹۷۵۹	۱/۴۳۱۳۴	۰/۵۹۵۶۳
۵	سقز	-۰/۱۷۳۸۸	-۰/۵۲۰۱۴	۱/۴۶۲۹۴	۰/۶۸۳۴۹	-۱/۳۳۹۲۶	-۰/۲۴۱۱۲
۶	زرینه اوباتو	-۱/۹۵۶۶۳	-۰/۴۵۷۴۹	-۰/۵۳۸۶۲	-۰/۶۲۵۹۷	-۱/۰۲۷۲۷	۰/۲۱۹۱۳
۷	اسلام‌آباد	۰/۷۷۹۱۶	-۰/۳۲۹۰۶	۰/۲۴۹۵۴	-۱/۰۶۷۱۲	۱/۰۶۱۸۳	-۰/۳۱۳۵۷
۸	روانسر	-۰/۸۳۳۱۶	۰/۴۵۲۱۶	-۰/۴۳۲۱۷	-۰/۲۲۹۵۱	-۱/۲۳۵۳	-۰/۱۶۱۴۷
۱۰	کرمانشاه	۱/۱۶۶۳۶	-۰/۱۰۴۲	۰/۱۲۶۰۷	۱/۳۰۴۳۳	۰/۶۶۲۶۱	۱/۷۹۸۳۸
۱۱	کنگاور	-۰/۶۸۲۸۴	-۰/۳۷۹۵۷	۱/۲۲۶۰۷	-۰/۷۱۸۱۶	-۰/۲۰۰۲۱	۰/۴۵۲۱۵
۱۲	سرارود	۱/۱۱۰۰۸	-۰/۳۲۶	-۰/۴۲۵۳۹	۱/۱۸۲۳۴	-۰/۰۴۱۶۷	-۰/۳۶۰۵
۱۳	ایلام	۱/۴۸۹۹۵	۰/۵۳۹۹۷	-۲/۰۵۳۰۸	-۱/۱۳۷۸۹	-۰/۶۵۲۵۲	-۱/۰۴۹۰۶
۱۴	نکاب	-۰/۸۵۶۳۳	-۰/۶۱۷۵۵	۱/۴۲۷۱۱	۰/۳۳۹۹۸	-۰/۸۹۶۸۳	-۰/۸۰۹۵۴
۱۵	خدابنده	-۱/۳۹۱۲۳	-۰/۲۷۸۲۷	-۰/۵۴۴۲۷	-۰/۲۵۹۳۹	۱/۵۵۵۷۸	-۰/۲۰۷۴۶
۱۶	زنجان	-۰/۲۱۶۲۸	-۰/۹۲۶۶۹	۰/۴۴۲۵۹	۱/۴۴۴۴۳	۱/۸۳۸۱۲	-۱/۴۱۶۹۶
۱۷	سردشت	-۱/۳۴۶۰۷	۲/۲۹۱۴۳	-۱/۵۵۶۷	۱/۶۵۵۲۲	-۰/۰۴۲۲۶	-۰/۵۱۹۷۹
۱۸	ملایر	۰/۴۴۹۳۹	-۱/۳۲۰۰۴	-۰/۶۰۲۳	-۰/۹۵۴۶۲	۱/۰۱۴۶۱	-۰/۵۸۶۲۲
۱۹	مهاباد	۰/۳۴۳۲۳	-۰/۳۹۵۴۳	۰/۳۷۳۹۶	-۰/۳۴۳۲۱	-۰/۸۹۷۸۸	-۲/۱۷۱۹۶
۲۰	الشتر	-۰/۱۶۱۰۷	-۰/۰۹۳۴۸	-۰/۴۵۴۳۸	-۰/۸۶۸۸۶	-۰/۶۱۵۶۷	۰/۹۲۴۳۷

## عامل اول: دما

بارهای عاملی متغیرها نشان می‌دهد که متغیرهای روزهای با دمای بیشتر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد، میانگین حداکثر دما و میانگین دما بیشترین وزن را روی عامل اول نشان می‌دهند و قلمرو اصلی حاکمیت این عامل در ایستگاه‌های کرمانشاه و سرارود می‌باشد. این عامل به تنهایی ۲۸ درصد از رفتار اقلیمی منطقه را توجیه می‌کند (شکل ۲).

### عامل دوم: بارش

بارهای عاملی عامل دوم ترکیبی از متغیرهای بارش با بیش از ۵ میلی‌متر، بارش با بیش از ۱۰ میلی‌متر، میانگین بارش سالانه و بارش با بیش از ۱ میلی‌متر می‌باشد. این عامل بیشترین تأثیر خود را بر روی ایستگاه مریوان گذاشته است. و حدود ۲۱ درصد از رفتار اقلیمی منطقه را توجیه می‌کند (شکل ۳).

### عامل سوم: رطوبت

عامل سوم که ۱۷/۶ درصد از پراش نسبی تغییرات اقلیمی منطقه را تبیین می‌کند، نماینده حداکثر رطوبت نسبی و میانگین رطوبت نسبی می‌باشد و قلمرو مکانی آن ایستگاه‌های سقز، مریوان و کنگاور می‌باشد (شکل ۴).

### عامل چهارم: ابرناکی

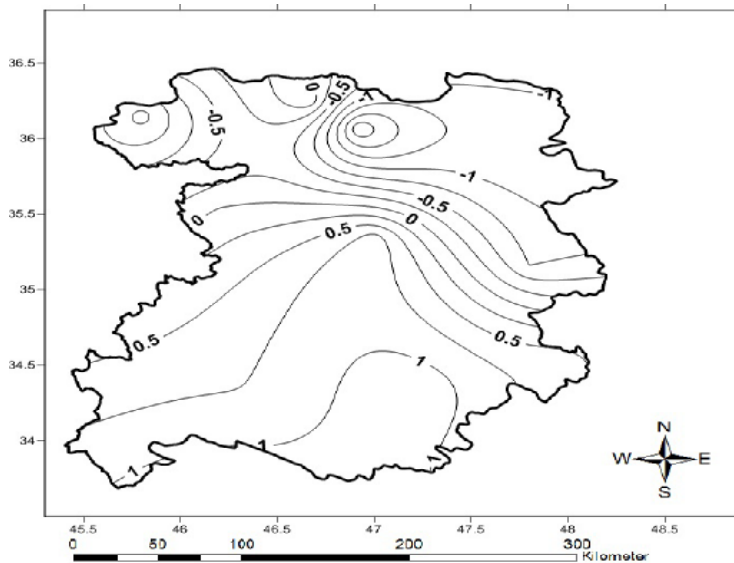
در این عامل که تقریباً ۱۲ درصد از تغییرات اقلیمی منطقه را بیان می‌کند دو متغیر روزهای ابری و روزهای نیمه‌ابری بیشترین وزن را گرفته‌اند و ایستگاه نماینده آن سنندج، کرمانشاه و سرارود می‌باشد (شکل ۵).

### عامل پنجم: تندر

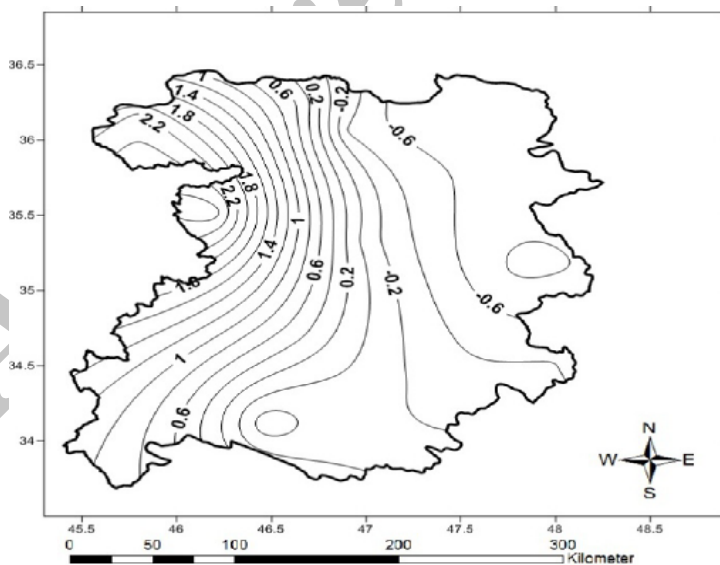
این عامل نیز نماینده روزهای طوفانی می‌باشد ۷ درصد از پراش داده‌ها را تبیین می‌کند و بیشترین تأثیر این عامل در ایستگاه مریوان و اسلام‌آباد می‌باشد (شکل ۶).

### عامل ششم: باد و غبار

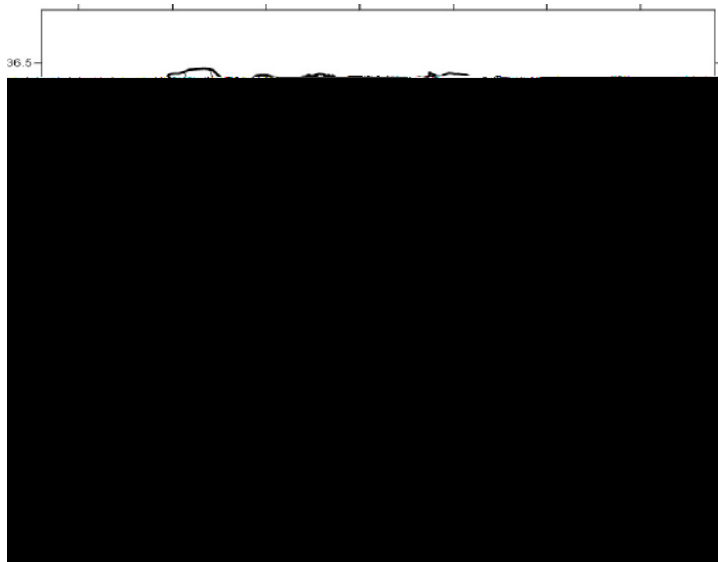
این عامل تنها ۶ درصد از رفتار اقلیمی منطقه را تبیین می‌کند و نماینده دو متغیر روزهای همراه با گرد و غبار و سرعت باد غالب می‌باشد قلمرو مکانی این عامل در ایستگاه‌های کرمانشاه و قروه می‌باشد (شکل ۷).



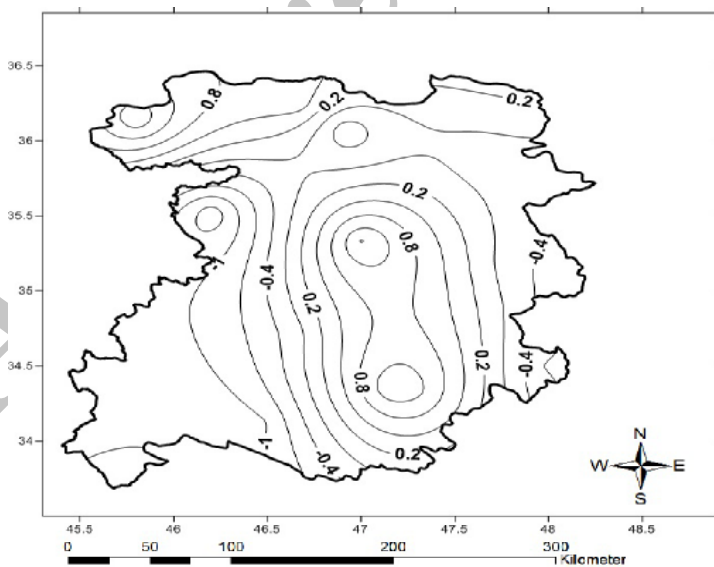
شکل (۲) قلمرو مکانی نمرات عامل دما



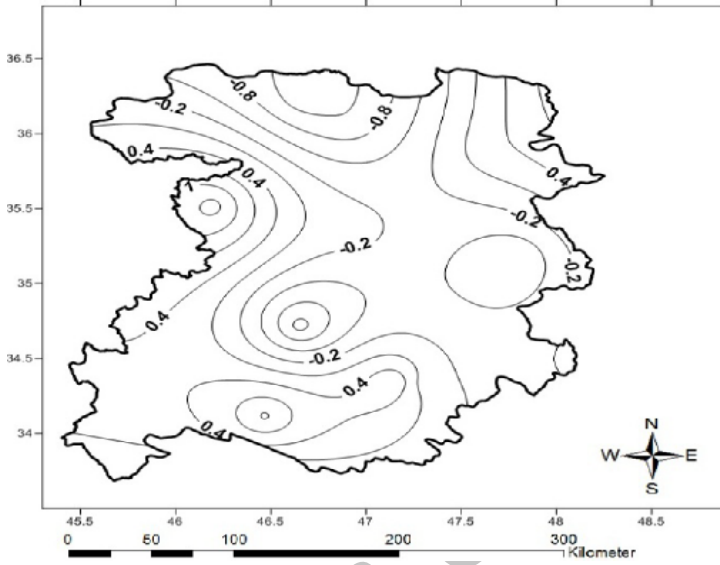
شکل (۳) قلمرو مکانی نمرات عامل بارش



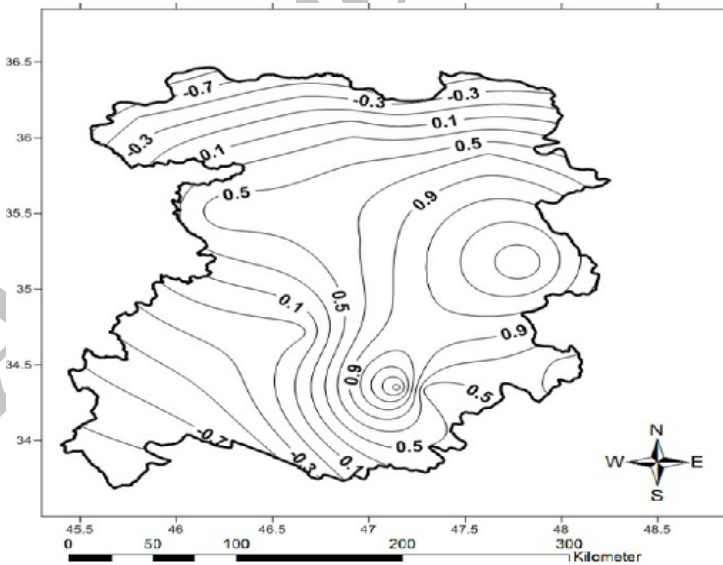
شکل (۴) قلمرو مکانی نمرات عامل رطوبت



شکل (۵) قلمرو مکانی نمرات عامل ابرناکی

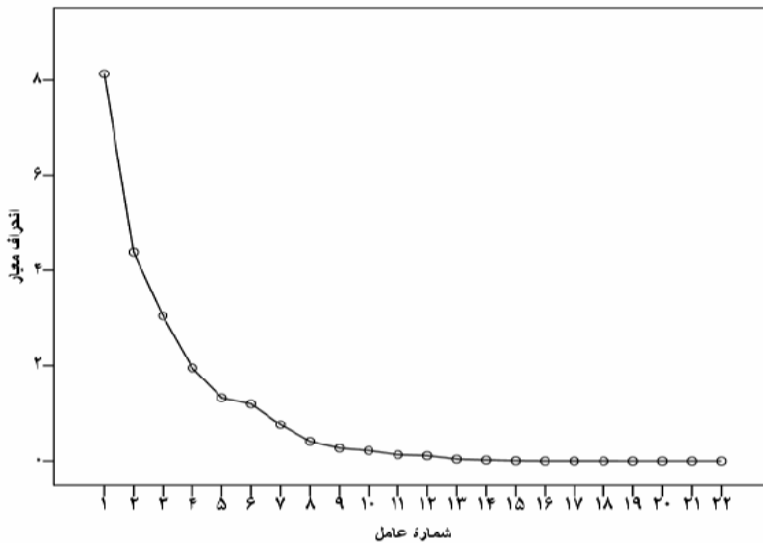


شکل (۶) قلمرو مکانی نمرات عامل تندر



شکل (۷) قلمرو مکانی نمرات عامل باد و غبار

دترمینان محاسبه شده در این تحلیل عاملی برابر صفر بود که شاهدهی برای اثبات درستی انجام تحلیل عاملی است. اسکری پلات نیز نشان می‌دهد که انتخاب شش عامل می‌تواند انتخاب درستی باشد چون از عامل ششم به بعد خط اسکری پلات تقریباً هموار شده است (شکل ۸).



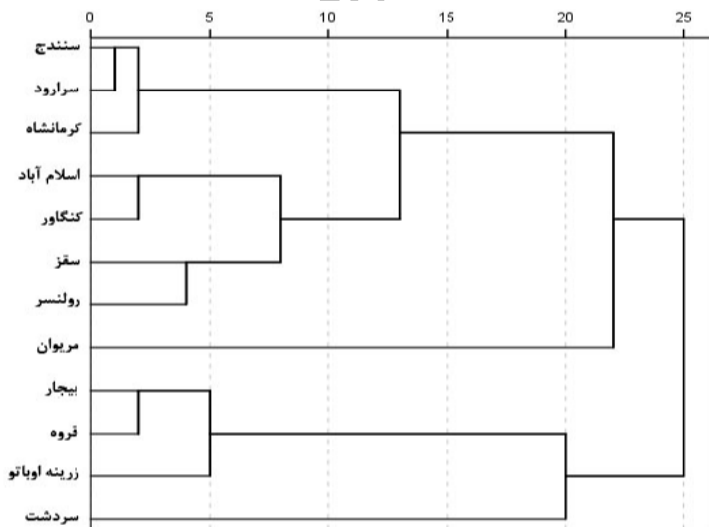
شکل (۸) اسکری پلات مربوط به عامل‌ها

### تحلیل خوشه‌ای

تحلیل خوشه‌ای روشی آماری است که مجموعه‌ای از افراد را بر حسب اندازه همانندی میان آنها خوشه می‌کند. بنابراین هر خوشه گروهی است که افراد تشکیل‌دهنده آن بیشترین همانندی را با یکدیگر دارند. تحلیل خوشه‌ای می‌تواند به طریق پایگانی (Hierarchical) یا ناپایگانی (Non Hierarchical) انجام پذیرد. در روش خوشه‌بندی ناپایگانی که متداول‌ترین آن روش چند میانگین (K-mean) است نخست افراد به  $k$  گروه دلخواه تقسیم می‌شود و سپس هر فرد در گروهی خوشه می‌شود که کمترین فاصله را تا میانگین آن گروه دارد (مسعودیان، ۱۳۸۴: ۶۲).

روش پایگانی به دو صورت انجام می‌گیرد که شامل پایگانی انباشتی (Agglomerative Hierarchical) و پایگانی شکافتی (Divisive Hierarchical) می‌باشد. در روش انباشتی هر فرد ابتدا یک گروه مجزا را تشکیل می‌دهد، سپس گروه‌های نزدیک به هم بتدریج ترکیب می‌شوند تا در نهایت کلیه افراد یا اعضا در یک گروه قرار بگیرند. اما در روش شکافتی ابتدا کلیه افراد در یک گروه قرار می‌گیرند، سپس این گروه به دو گروه و دو گروه به چند گروه به نحوی تقسیم می‌شوند که در نهایت هر فرد در گروه خود جای گیرد. در روش تشابه و در روش شکافتی همگنی درون گروهی ملاک گروه‌بندی است (مسعودیان و عطایی، ۱۳۸۴: ۳).

در تحقیق حاضر از تحلیل خوشه‌ای پایگانی پیوندی به روش ادغام وارد استفاده شده است. روش وارد این مزیت را دارد که هر فرد یا عضو را در گروهی جای می‌دهد که مجموع مربعات انحرافات درون گروهی به حداقل برسد، افرادی که به این روش در یک خوشه جای می‌گیرند از نظر مکانی بر روی نقشه در همسایگی یکدیگر واقع می‌شوند و پیوستگی جغرافیایی مناطق اقلیمی حفظ می‌شود (مسعودیان و عطایی، ۱۳۸۴: ۵).



شکل (۹) دارنمای اقلیمی ایستگاه‌های منطقه مورد مطالعه

با اعمال روش خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی و با روش ادغام وارد عناصر اقلیمی ایستگاه‌های مورد مطالعه به ۵ خوشه اقلیمی تقسیم گردید (شکل ۹). که عبارتند از:

خوشه اول: سنندج، سرارود، کرمانشاه

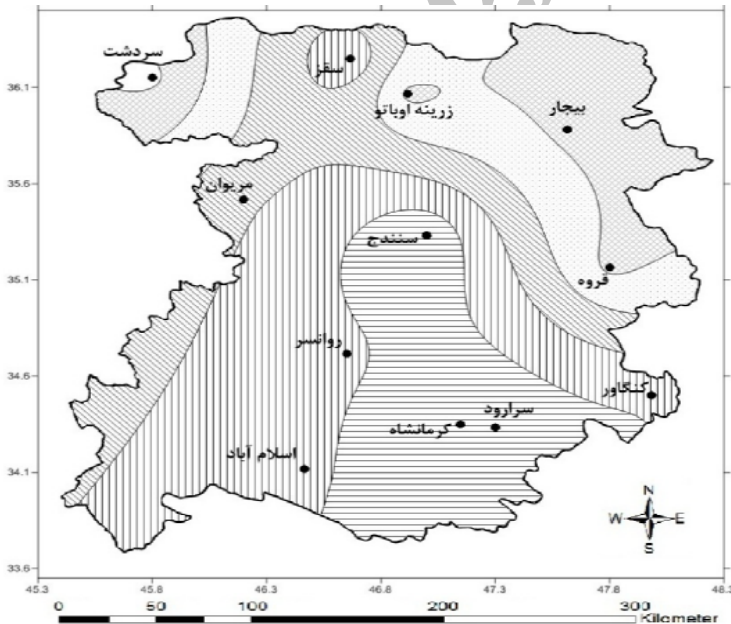
خوشه دوم: اسلام آباد، کنگاور، سقز و روانسر

خوشه سوم: مریوان

خوشه چهارم: بیجار، قروه و زرینه اوباتو

خوشه پنجم: سردشت

دندروگرام گویای این مطلب است که ایستگاه‌های مریوان و سرشت از نظر اقلیمی در بیشترین فاصله نسبت به سایر ایستگاه‌ها قرار دارند. بر مبنای نتایج حاصل از تحلیل خوشه‌ای نسبت ترسیم نقشه پهنه‌بندی اقدام شده است (شکل ۱۰).



شکل (۱۰) پهنه بندی ویژگی‌های اقلیمی دو استان کرمانشاه و کردستان



## نتیجه‌گیری

شناسایی روابط حاکم بر عناصر اقلیمی هر منطقه، شباهت‌ها و تفاوت‌های این عناصر یکی از اهداف طبقه‌بندی اقلیمی است. جهت شناسایی عناصر اقلیمی غالب بر هر منطقه تحلیل عاملی و تحلیل خوشه‌ای روشی مناسب می‌باشد. بعد از انجام بررسی‌های مربوط به تحلیل عاملی بر روی ۲۲ متغیر اقلیمی دو استان کرمانشاه و کردستان و با توجه به همبستگی درونی آنها نشان داد که اقلیم این دو استان تقریباً تحت تأثیر ۶ عامل اقلیمی می‌باشد. مجموعه این ۶ عامل، حدود ۹۱ درصد رفتار اقلیمی منطقه مورد مطالعه را توجیه می‌کنند. این عوامل به ترتیب عبارتند از: گرما، بارش، رطوبت، ابر، تندر، باد و غبار.

با اعمال روش خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی و با روش ادغام وارد عناصر اقلیمی ایستگاه‌های مورد مطالعه به ۵ خوشه اقلیمی تقسیم گردید. بررسی خوشه‌های اقلیمی به‌دست آمده نشان می‌دهد که اقلیم دو استان کرمانشاه و کردستان در بخش‌های مختلف شرایط همگنی ندارد و به سمت مناطق شمالی و غربی این ناهمگنی محسوس‌تر می‌باشد. در حالی که به طرف بخش‌های جنوبی شرایط اقلیمی وضعیت نسبتاً همگن‌تری را نشان می‌دهد.

## منابع

- ۱- بایزیدی، ابراهیم؛ اولادی، بهنام؛ عباسی، نرگس (۱۳۸۴)، «تحلیل داده‌های پرسش‌نامه‌ای به کمک نرم‌افزار SPSS»، انتشارات عابد، چاپ دوم.
- ۲- دین‌پژوه، یعقوب؛ فخری فرد، احمد؛ محمد مقدم، واحد؛ جهانبخش، سعید (۱۳۸۲)، «انتخاب متغیرها به مئتر پهنه‌بندی اقلیم بارش ایران با روش‌های چندمتغیره»، *مجله علوم کشاورزی ایران*، شماره ۴، صص ۸۰۹-۸۲۳.
- ۳- حیدری، حسن؛ علیجانی، بهلول (۱۳۷۸)، «طبقه‌بندی اقلیمی ایران با استفاده از تکنیک‌های آماری چندمتغیره»، *پژوهش‌های جغرافیایی*، شماره ۳۷، صص ۷۴-۵۷.
- ۴- سلیقه، محمد؛ بریمانی، فرامرز (۱۳۸۷)، «پهنه‌بندی اقلیمی استان سیستان و بلوچستان»، *جغرافیا و توسعه*، شماره ۱۲، صص ۱۱۶-۱۱۱.
- ۵- شاه‌خوندی، منصور؛ پروانه، بهروز؛ مجتبی، ساکی (۱۳۸۷)، «طبقه‌بندی اقلیمی استان لرستان».
- ۶- عطایی، هوشمند (۱۳۸۸)، «الگوهای سینوپتیک سال‌های توأم با خشکسالی ایران، همایش منطقه‌ای بحران آب و خشکسالی»، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت، صص ۱-۱۲.
- ۷- غیور، حسنی؛ منتظری، مجید (۱۳۸۳)، «پهنه‌بندی رژیم‌های دمایی ایران با مولفه‌های مینا و تحلیل خوشه‌ای»، *جغرافیا و توسعه*، شماره ۴، صص ۳۴-۲۱.
- ۸- فرشادفر، عزت‌الله (۱۳۸۴)، «اصول و روش‌های آماری چندمتغیره»، انتشارات دانشگاه رازی، چاپ دوم.
- ۹- کریمی، محمدتقی (۱۳۸۷)، «شناسایی تیپ‌های همدید ایستگاه کنارک»، *مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان*، شماره ۴، صص ۶۹-۸۴.
- ۱۰- قهرودی تالی، منیژه؛ بابایی فینی، ام‌السلمه (۱۳۸۱)، «درآمدی بر سیستم اطلاعات جغرافیایی»، انتشارات دانشگاه پیام نور.
- ۱۱- مسعودیان، ابوالفضل (۱۳۸۲)، «نواحی اقلیمی ایران»، *جغرافیا و توسعه شماره ۲*، صص ۱۸۴-۱۷۱.

- ۱۲- مسعودیان، ابوالفضل (۱۳۸۴)، «شناسایی رژیم بارش ایران به روش تحلیل خوشه‌ای»، *پژوهش‌های جغرافیایی*، شماره ۵۲، تابستان ۱۳۸۴، صص ۶۱-۴۷.
- ۱۳- مسعودیان، ابوالفضل؛ عطایی، هوشمند (۱۳۸۴)، «شناسایی فصول بارشی ایران به روش تحلیل خوشه‌ای»، *مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان*، شماره ۱، صص ۱۲-۱.
- 14- Anyadike, A.N.C. (1987), "A Multivariate Classification and Regionalization of West African Climates", *Journal of Climatology*, 7: PP 156-164.
- 15- Badraddin Yusuf Mohammad, Ahmed (1997), "Climatic Classification of Saudi Arabia: An Application of Factor- Cluster Analysis", *Geo Journal*, 41.1, 69-84.
- 16- Jakson, I.J., Weinand, H., (1995), "Classification of Tropical Rainfall Stations: A Comparison of Clustering Techniques", *Int. J. Climatol*, 15, 985-994.
- 17- J. Corte-Real, B. Quian and H. Xu, (1999), "Circulation Patterns, Precipitation Daily in Portugal and Implications for Climate Change Simulated by the Second Hadley Centre GCM", *Climatic Dynamics*, 15, 921-935.
- 18- Lin N.H, Lee H.M, Chang M.B, (1998), "Evaluation of the Characteristics of Acid Precipitation In Taipei, Taiwan Using Cluster Analysis", *Water and Air and Soil Pollution*, No 113, 212-223.
- 19- Heli. Lu, QuanginShao, JiyuanLiv, Junbang. Wang, Shenbin Chen, Zhuogi. Chen (2008), "Cluster Analysis on Summer Precipitation Field over Qinghai, Tibet Plateau from 1961 to 2004", *Geogr. Sci* 18, 121-132.
- 20- Singh, C.V., (1999), "Principal Components of Monsoon Rainfall in Normal, Flood and Drought Years Over India", *Int. J. Climatol*, 19, 639-652.
- 21- White, F.J. and, A.H. Perry (1989), "Classification of the England and Wales Based on Agro Climatic Data", *International Journal of Climatology*, 9:271.
- 22- Yurdanur Unal, A. Tayfunkindapb and Mehmet Karacab, C. (2003), "Redefining the Climate Zones of Turkey Using Cluster", *International Journal of Climatology*, 23, 1045-1055.