

پهنه‌بندی اقلیمی با استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی GIS (مطالعه موردی: استان کرمانشاه)

نسرین مرادی مجد*؛ محمد باعقیده^۲

۱ دانشجوی دکترای آب و هواشناسی کشاورزی دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، ایران
۲ دانشیار گروه آب و هواشناسی، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۸/۱۳؛ تاریخ تصویب: ۱۳۹۸/۱۱/۱۴)

چکیده

یکی از عوامل مؤثر بر حیات در یک محیط جغرافیایی، نوع اقلیم آن است به طوری که پراکندگی انواع گیاهان و جانوران ارتباط تنگاتنگی با وضعیت اقلیمی هر منطقه دارد. به همین دلیل تقسیم‌بندی اقلیمی یا شناخت پهنه‌های اقلیمی به منظور برنامه‌ریزی جهت بهره‌برداری بهینه و آمایش سرزمین ضروری می‌باشد. در این پژوهش سعی شده است، خرده نواحی اقلیمی استان کرمانشاه با روش تحلیل عاملی شناسایی شود. بعد از انجام تجزیه و تحلیل‌ها بر روی داده‌ها، با توجه به همبستگی درون آنها در ۶ عامل خلاصه شدند. مجموعه این ۶ عامل (دما، بارش، رطوبت، ابر، تندر، باد و غبار) حدود ۹۰ درصد رفتار اقلیمی منطقه مورد مطالعه را توجیه می‌کند. با اعمال روش خوشه‌بندی و روش ادغام وارد عناصر اقلیمی ایستگاه‌های مورد مطالعه به ۳ خوشه اقلیمی تقسیم شد. در ادامه در طبقه‌بندی دمارتن استان کرمانشاه به دو نوع اقلیم نیمه خشک و مرطوب و در طبقه‌بندی آمبرژه به دو نوع اقلیم نیمه خشک سرد و نیمه مرطوب سرد تقسیم گردید.

کلید واژه‌ها: پهنه‌بندی اقلیمی؛ تحلیل خوشه‌ای؛ تحلیل عاملی؛ کرمانشاه؛ GIS

سرآغاز

ایران سرزمینی بسیار متنوع است این گوناگونی در تمام ویژگی‌های جغرافیایی آن از مسائل انسانی گرفته تا خصوصیات طبیعی به چشم می‌خورد شاید بتوان گفت که بهترین جلوه‌گاه این همه تنوع و گوناگونی آب و هوای کشور می‌باشد. هیچکدام از ویژگی‌های جغرافیایی به اندازه‌ی پراکندگی مکانی و زمانی عناصر آب و هوایی تنوع نشان نمی‌دهند این ناهماهنگی و غیریکنواختی عناصر آب و هوایی در پوشش گیاهی، نوع خاک و روش زندگی مردم اثر گذاشته است (Masoudian, 2009). تقسیم‌بندی آب و هوایی و شناخت مهم‌ترین عوامل و عناصر تاثیرگذار بر هر ناحیه یکی از راه‌های شناخت شناسنامه اقلیمی نواحی است (Bagheri et al., 2015). آب و هوای هر ناحیه مرکب از کلیه عوامل و عناصر آب و هوایی آن ناحیه است و هنگام تقسیم‌بندی باید همه آن عوامل و عناصر در نظر گرفته شود. تمام پدیده‌های روی زمین که در زندگی انسان مؤثر هستند، در قلمرو مطالعه و تحقیق جغرافیا قرار می‌گیرند، آب و هوا یکی از مهم‌ترین و مؤثرترین این پدیده‌ها در زندگی انسان است (Zaboul Abassi, 2004). شرایط اقلیمی هر محل در پراکندگی انسان، حیوان و گیاه نقش مهمی را ایفا می‌کند. بنابراین، هرگونه فعالیت یا برنامه‌ریزی در زمینه‌های مختلف اقتصادی، کشاورزی و صنعتی در سطح زمین بدون شناخت اقلیم امکان‌پذیر نمی‌باشد، به همین دلیل پهنه‌بندی اقلیمی و شناخت مهم‌ترین عوامل و عناصر تاثیرگذار بر هر ناحیه، یکی از راه‌های شناخت شناسنامه‌ی اقلیمی نواحی است (Zheng et al., 2018). فقدان اطلاع از خرده اقلیم‌های نواحی، برنامه‌ریزی‌های اقتصادی و کشاورزی انسان را با شکست مواجه می‌سازد. به طور کلی اقلیم یک منطقه، متوسط وضعیت هوا در آن منطقه است و دسترسی به متوسط وضعیت هوا در یک مکان خاص، نیازمند آمار و اطلاعات درازمدت هواشناسی است (Baaghde et al., 2017). اقلیم یکی از مؤثرترین عوامل ساختاری سیاره زمین است، که بدون شک طبیعت، انسان، محیط و کلیه مظاهر حیات در سطوح گسترده‌ای متأثر از شرایط اقلیمی می‌باشد (Moradi, 2020). اقلیم وضعیتی کلی از شرایط آب و هوای غالب یک مکان مشخص براساس آمار بلندمدت است (Lee and Wong, 2009) و برای تعیین آن روش‌های مختلفی وجود دارد که اکثر این روش‌ها دارای زیرمجموعه‌هایی هستند که برای اقلیم‌های

مختلف مرزهای نسبی تعیین می‌کنند. این مرزها بیشتر براساس دما و بارش ترسیم می‌شوند. گاهی طبقه‌بندی براساس عوامل مهم غیراقلیمی از قبیل پوشش گیاهی، آسایش انسان و غیره نیز صورت می‌گیرد (Peel and Finlayson, 2007). به‌طور کلی پهنه‌بندی اقلیمی هر منطقه شناخت ویژگی‌های طبیعی، آب و هوا، پتانسیل و محدودیت‌های هر منطقه، بستر فعالیت‌های انسانی، پایه و اساس غالب برنامه‌ریزی‌های محیطی و آمایش سرزمین را تشکیل می‌دهد. همچنین وجود توان‌های محیطی، اقتصادی، کشاورزی و صنعتی از جمله طرح‌های عظیم عمرانی، سدسازی، نفت، گاز و پتروشیمی و... بهره‌برداری بهینه از آن‌ها و نیز پیش‌بینی وقوع حوادث طبیعی چون سیل و خشکسالی و... ضرورت شناخت صحیح شرایط جوی و ویژگی‌های آب و هوایی مناطق مختلف و در نهایت پهنه‌بندی اقلیمی را به ویژه برای برنامه‌ریزان آشکار ساخته است (Golkar Hamze Yazd et al., 2016). بشر امروز جهت توسعه مراکز شهری و صنعتی، افزایش منابع غذایی، نیازمند افزایش اطلاعات خود در زمینه پهنه‌های متفاوت اقلیمی است. فقدان اطلاع از خرده اقلیم‌های نواحی، برنامه‌ریزی‌های اقتصادی و کشاورزی انسان را با شکست مواجه می‌سازد (Zaboul Abassi, 2004). به نظر می‌رسد تهیه نقشه اقلیمی و پهنه‌بندی اقلیمی (شناسایی پهنه‌هایی که دارای آب و هوایی یکسان باشند) جهت دستیابی به توسعه همه جانبه در ابعاد مختلف زمانی- مکانی ضروری باشد. هدف این پژوهش ناحیه‌بندی اقلیم استان کرمانشاه، همچنین شناسایی نواحی مختلف با استفاده از ضرایب اقلیمی و ناحیه‌بندی بارش و دمای آن می‌باشد.

در مورد طبقه‌بندی اقلیمی ایران، تاکنون مطالعات زیادی انجام گرفته است. Movahedi و همکاران (2011) پهنه‌بندی اقلیمی استان خوزستان را انجام دادند. چهار عامل گرمایی، بارش زمستانی، بارش پاییزی و عامل رطوبتی به‌عنوان فاکتورهای با اهمیت شناسایی و نواحی خرده اقلیم پایدار مشخص گردید. Montazeri & Dehghani (2014) به شناسایی خرده نواحی اقلیمی استان یزد پرداختند. مؤلفه دمایی-رطوبتی، مؤلفه بارشی-رطوبتی، مؤلفه غباری و مؤلفه بادی به‌عنوان عوامل مؤثر شناسایی شد. در نهایت خرده نواحی اقلیمی استان از هم تفکیک گردید. Hanafi & Hatami (2014) نقشه اقلیمی استان کردستان را با استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی تهیه

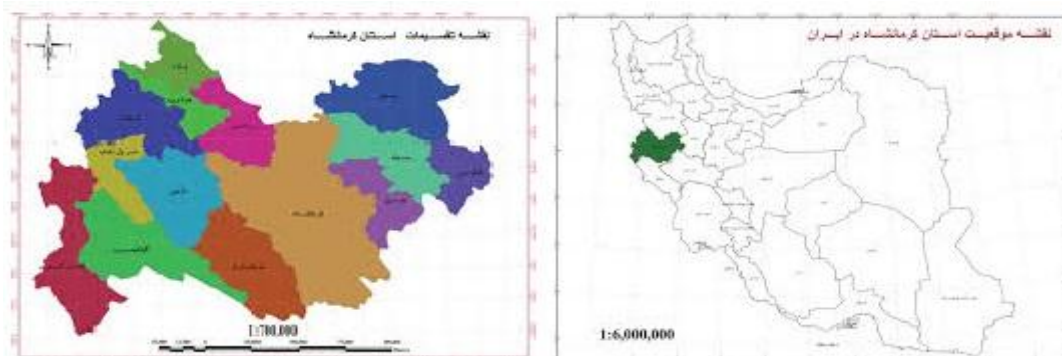
جبال زاگرس پوشانیده است. سلسله جبال زاگرس در محدوده این استان به صورت مجموعه‌ای از رشته‌کوه‌های موازی پدیدار گشته که دشت‌های مرتفع کوهستانی در بینابین آن‌ها شکل گرفته و بستر گذرگاه‌های مهم زاگرس را به وجود آورده است. استان کرمانشاه دارای آب و هوای معتدل کوهستانی است. براساس مطالعاتی که توسط کوپن به عمل آمده منطقه باریکی از زاگرس غربی که تقریباً جلگه‌ها و کوهستان‌های بین کرمانشاه و شیراز را در بردارد دارای آب و هوایی با مشخصات تابستان‌های خشک و زمستان‌های نسبتاً معتدل با باران کم معین مشخص شده است. متوسط میزان بارندگی در مناطق مختلف استان بین ۸۰۰-۳۰۰ میلی‌متر و بطور کلی متوسط میزان بارندگی در استان را می‌توان ۵۰۰-۴۰۰ میلی‌متر در نظر گرفت. بطور کلی استان کرمانشاه را می‌توان به دو منطقه گرمسیر و سرد سیر (قشلاق و بیلاق) تقسیم نمود. در استان درجه حرارت در قسمت غرب استان و نوار مرزی از مقدار بیشتری نسبت به سایر مناطق استان برخوردار می‌باشد، که این حاصل ارتفاع پست منطقه (کمتر از ۵۰۰ متر) و تاثیر آب و هوای صحراهای خشک عربستان و عراق می‌باشد. با عبور به سمت شرق استان و افزایش ارتفاع مقدار دمای متوسط سالانه کاهش می‌یابد. به دنبال آن با ورود به مناطق کوهستانی استان اقلیم آن از گرمسیری به معتدل کوهستانی تغییر می‌یابد. شکل (۱) موقعیت استان کرمانشاه در ایران را نشان می‌دهد (Taiebni& Ghanbari, 2017).

روش تحلیل عاملی: این پژوهش برای شناخت نواحی اقلیمی استان کرمانشاه تهیه شده و برای انجام آن ابتدا داده‌های روزانه پنج ایستگاه هواشناسی سینوپتیک از اداره کل هواشناسی استان اخذ گردید. داده‌های آماری دما و بارش میانگین ماهانه در نرم افزار SPSS مرتب شد و از روش تجزیه روش تحلیل عاملی تحلیل عاملی استفاده شد. تحلیل عاملی متشکل از مجموعه‌ای از روش‌های آماری است که هدفش ساده کردن یک مجموعه پیچیده از داده‌هاست. تحلیل عاملی (برخلاف رگرسیون چندگانه و تحلیل تشخیصی یا همبستگی کانونی که در آن یک یا چند متغیر وابسته و تعداد زیادی متغیر مستقل وجود دارد) روشی همبسته بوده که در آن کلیه متغیرها به‌طور همزمان مدنظر قرار می‌گیرند. در این تکنیک، هر یک از متغیرها به‌عنوان یک متغیر وابسته لحاظ می‌شود (Kalantari, 2008). روش تحلیل عاملی

کردند. در این تحقیق دو عنصر مهم اقلیمی بارش و دما در سطح استان مورد بررسی قرار گرفت. برای طبقه‌بندی اقلیمی از دو روش دمارتن و آمبرژه استفاده گردید و اقلیم‌های مختلف براساس آنها تعیین شد. Ghasemifar & Naser Pour (2015) به پهنه‌بندی اقلیمی ناحیه زاگرس پرداختند. این ناحیه بندی در چهار فصل صورت گرفت. نتایج با استفاده از ضریب خشکی دمارتن و کلیموگراف پگی تایید شد. Omidvar & Shame al-Dini (2015) تعیین نواحی پایدار آب و هوایی استان کرمان را انجام دادند. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که چهار عامل دما، بارش، رطوبت و با بیش از ۹۰ درصد واریانس متغیرهای اولیه را تشکیل می‌دهد. Golkar Hamze Yazd و همکاران (2016) به پهنه‌بندی اقلیمی استان خراسان جنوبی پرداختند. در این تحقیق ۶ عامل دما، رطوبت، باد، یخبندان، بارش و تابش به عنوان مهم‌ترین عوامل شناسایی شدند. در نهایت شناسایی خرده اقلیم‌ها صورت پذیرفت. Praene و همکاران (2019) با روش مبتنی بر GIS برای شناسایی منطقه‌بندی اقلیمی و بررسی پهنه‌بندی آب و هوا در ماداگاسکار پژوهشی را انجام دادند. در این پژوهش تجزیه و تحلیل چند متغیره مبتنی بر روش ترکیبی جدید و رویکرد GIS بر اساس درون‌یابی مکانی برای پهنه‌بندی اقلیمی استفاده شد. در نهایت استفاده از منطقه‌بندی اقلیمی برای بررسی شرایط مناسب شناخته شد.

مواد و روش‌ها

موقعیت جغرافیایی و وسعت استان: استان کرمانشاه با حدود ۴۳۴۲۴ کیلومترمربع وسعت در میانه ضلع غربی کشور، بین ۳۳ درجه و ۳۶ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۱۵ دقیقه عرض شمالی و ۴۵ درجه و ۲۴ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۳۰ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ قرار گرفته است. این استان از شمال به استان کردستان، از جنوب به استان‌های لرستان و ایلام، از شرق به استان همدان و از غرب به کشور عراق محدود شده است. استان کرمانشاه در سال ۱۳۷۵ دارای ۱۱ شهرستان، ۱۹ شهر، ۲۴ بخش، ۸۳ دهستان و ۲۷۹۳ آبادی دارای سکنه بوده است. شهر کرمانشاه مرکز شهرستان و استان کرمانشاه است. استان کرمانشاه ناحیه‌ای کوهستانی است که مابین فلات ایران و جلگه بین‌النهرین قرار گرفته و سراسر آن را قله و ارتفاعات سلسله



شکل (۱): موقعیت استان کرمانشاه در ایران

افزایش واریانس بین گروهی است (Alijani, 2006). برای شناسایی نواحی اقلیمی بر روی ماتریس مقادیر عاملی یک تحلیل خوشه‌ای با ادغام ward انجام گرفت و سه خوشه مشخص شد که هر خوشه بیانگر یک پهنه‌ی اقلیمی است. سپس بر اساس میانگین داده‌های عناصر اقلیمی هر پهنه ویژگی‌های آب و هوایی نواحی مختلف استان مشخص گردید. روش وارد این مزیت را دارد که هر فرد یا عضو را در گروهی جای می‌دهد که مجموع مربعات انحراف درون گروهی به حداقل برسد، افرادی که به این رو در یک خوشه جای می‌گیرند از نظر مکانی بر روی نقشه در همسایگی یکدیگر واقع می‌شوند و پیوستگی جغرافیایی مناطق اقلیمی حفظ می‌شود (Masoudian & Ataie, 2005).

طبقه‌بندی دمارتن: دمارتن رابطه (۱) را برای طبقه‌بندی اقلیمی پیشنهاد کرد که در این رابطه P متوسط بارندگی سالانه بر حسب میلی‌متر و T متوسط دمای سالانه بر حسب سانتی‌گراد می‌باشد. ضریب I به‌عنوان ضریب خشکی منطقه بوده و تحت تأثیر دما و بارش قرار دارد.

$$I = \frac{P}{T+10} \quad (1)$$

روش آمبروزه: آمبروزه دانشمند گیاه‌شناس فرانسوی با استفاده از مجموع بارندگی سالانه، متوسط حداقل دما در سردترین ماه سال و حداکثر دما در گرمترین ماه سال بر حسب کلونین رابط‌های را به صورت زیر ارائه کرده است:

$$Q = \frac{2000P}{M^2 - m^2} \quad (1)$$

عمدتاً برای کاهش تعداد متغیرها بوجود آمده است. امتیاز این روش در این است که ضمن اینکه تعداد متغیرها را کاهش می‌دهد، مقدار اولیه واریانس (تنوع یا پراش) موجود در داده‌ها را حفظ می‌کند. ساز و کار تحلیل عاملی براساس همبستگی بین متغیرها استوار است، یعنی عامل‌های ایجاد شده را بصورت واضح و ساده بیان می‌کند و عامل‌های ایجاد شده از نظر علمی (اقلیم شناسی) قابل تغییر یا توجیه باشند (Alijani, 2003). در این روش متغیری به‌عنوان عامل تعیین می‌شود که درصد بالایی از واریانس کل داده‌ها را تبیین کند. برای اجرای تحلیل عاملی ابتدا روش میانمایی را انتخاب نموده تا بتوان تمام نقاط استان را تحت پوشش قرار داد. بنابراین از روش میانمایی برای شناخت رفتار اقلیمی در قلمرو مکان در کل استان استفاده شده است. بدین ترتیب داده‌های نقطه‌ای به داده‌های پهنه‌ای در سراسر استان کرمانشاه تبدیل گردید و از داده‌های پهنه‌ای به دست آمده به عنوان ورودی تحلیل مؤلفه اصلی و تحلیل خوشه‌ای در مراحل مختلف پژوهش استفاده شد.

تحلیل خوشه‌ای: تحلیل خوشه‌ای روشی است آماری برای تقسیم یک مجموعه داده به زیرمجموعه‌ها یا خوشه‌های همگن و مفیدی که دارای ویژگی‌های مشابه باشند (White & Perry, 1989). داده‌هایی که همانند باشند در یک خوشه جا می‌گیرند و داده‌های ناهمانند در خوشه‌های جداگانه قرار می‌گیرند (Ghaioor & Montazeri, 2004). به عبارتی در روش فاصله‌ای یا خوشه‌بندی، گروه‌بندی مشاهده‌ها براساس فاصله بین آن‌ها انجام می‌گیرد. یعنی مشاهده‌ها یا اجزایی که از همدیگر فاصله کمتری دارند جزو یک گروه قرار می‌گیرند. هدف اصلی خوشه‌بندی کاهش تنوع و یا واریانس درون گروهی و

نقشه رستری به دست آمده دوباره Reclassify شده و ضرایب مربوط از ۱ تا ۲ به طبقات داده شد و در نهایت نقشه‌های اقلیمی استان کرمانشاه تولید گردید. نگاره‌های (۱۱ و ۱۲) نقشه‌های اقلیمی استان را به روش‌های دمارتن و آمبروزه نشان می‌دهد.

نتایج

بعد انجام مراحل فوق بر روی داده‌های اقلیمی استان کرمانشاه و با توجه به همبستگی درون آنها می‌توان آنها را در ۶ عامل خلاصه کرد. مجموعه این ۶ عامل حدود ۹۰ درصد رفتار اقلیمی منطقه مورد مطالعه را توجیه می‌کند. دما، بارش، رطوبت، ابر، تندر، باد و غبار.

که در آن P میانگین بارندگی سالانه، M متوسط حداکثر دما در گرمترین ماه سال، m متوسط حداقل دما در سردترین ماه سال و Q ضریب آمبروزه می‌باشد، که بعد از به دست آوردن ضریب آمبروزه، نوع اقلیم از نمودار آمبروزه استخراج می‌شود (جدول ۵) (حنفی و حاتمی، ۱۳۹۲).

برای تهیه نقشه اقلیمی استان کرمانشاه پهنه‌بندی در محیط GIS صورت گرفت. بدین منظور در این تحقیق از روش‌های موجود برای انترپولاسیون فضایی و تحلیل فضایی داده‌های مکانی، از مدل میان یابی وزن‌دهی معکوس استفاده شد. بدین صورت که ابتدا نوع اقلیم بوسیله روش‌های دمارتن و آمبروزه تعیین گردید و سپس برای تعمیم به سطح منطقه به هر طبقه اقلیمی یک کد از ۱ تا ۲ داده شد و آن اعداد مورد پهنه‌بندی قرار گرفت و سپس

جدول (۱): اهمیت نسبی عوامل اقلیمی

عامل ششم	عامل پنجم	عامل چهارم	عامل سوم	عامل دوم	عامل اول	
۱/۳۸	۱/۴۲	۲/۵۶	۳/۶۸	۴/۴۷	۵/۵۷	انحراف معیار
۶/۶۵	۷/۷۸	۱۵/۳۸	۱۷/۱۸	۱۹/۷۰	۲۵/۸۰	نسبت پراش
۲۰/۵۶	۸۵/۷۲	۷۶/۴۵	۶۲/۸۸	۴۵/۵۰	۲۵/۸۰	نسبت تجمعی پراش

جدول (۲): بارهای عاملی روی عناصر اقلیمی

متغیر	عامل اول	عامل دوم	عامل سوم	عامل چهارم	عامل پنجم	عامل ششم
میانگین دمای سالانه (سانتیگراد)	۰/۸۱۸	۰/۲۹۴	-۰/۴۶۵	-۰/۰۲۱	۰/۰۲۸	۰/۰۳۹
حداقل دمای سالانه (سانتیگراد)	۰/۴۲۲	۰/۳۶۴	-۰/۷۶۶	-۰/۰۲۱	-۰/۰۰۹	۰/۱۹۴
تعداد روزهای بارانی با دمای $> 4^{\circ}C$	-۰/۶۶۹	-۰/۳۴۷	۰/۵۴۳	۰/۱۶۷	-۰/۱۱۱	۰/۱۲۶
میانگین حداکثر دمای سالانه (سانتیگراد)	۰/۹۷۲	۰/۱۰۶	-۰/۰۴۱	-۰/۰۷۸	۰/۱۱۹	۰/۱۱۰
تعداد روزهای با دمای $< 30^{\circ}C$	۰/۹۷۰	۰/۱۱۲	۰/۰۰۴	-۰/۰۴۹	۰/۰۸۰	۰/۱۶۷
اختلاف حداقل حداکثر دما (سانتیگراد)	۰/۶۳۷	-۰/۲۱۰	۰/۶۳۰	-۰/۰۶۳	۰/۱۳۱	۰/۲۸۵
میانگین رطوبت نسبی سالانه (درصد)	-۰/۴۳۴	۰/۰۶۳	۰/۷۹۶	۰/۱۲۷	۰/۱۲۹	-۰/۲۵۷
حداکثر رطوبت نسبی سالانه (درصد)	-۰/۱۳۵	۰/۰۱۷	۰/۹۳۶	۰/۰۹۷	۰/۱۹۷	-۰/۱۲۰
حداقل رطوبت نسبی سالانه (درصد)	-۰/۸۰۸	۰/۲۷۰	۰/۱۹۵	۰/۲۹۰	-۰/۰۸۹	-۰/۲۹۶
میانگین بارش سالانه (میلی متر)	۰/۰۹۳	۰/۹۶۸	-۰/۱۰۳	-۰/۱۲۶	۰/۰۶۹	۰/۰۰۱
تعداد روزهای بارانی < 10 میلی متر	۰/۱۷۴	۰/۹۶۵	-۰/۰۸۷	-۰/۰۷۸	۰/۰۵۲	۰/۰۵۲
تعداد روزهای بارانی < 5 میلی متر	۰/۰۸۷	۰/۹۸۱	۰/۰۱۶	۰/۰۴۶	۰/۰۵۵	۰/۰۶۰
تعداد روزهای بارانی < 1 میلی متر	-۰/۳۱۱	۰/۸۴۸	۰/۲۶۵	۰/۳۰۳	۰/۰۳۹	-۰/۰۲۰
روزهای بارانی	-۰/۷۴۲	۰/۱۱۱	۰/۳۶۴	۰/۲۴۰	۰/۳۱۳	۰/۰۳۰
روزهای طوفانی	-۰/۰۰۳	۰/۱۲۰	۰/۱۳۰	-۱/۴۰	۰/۹۰۲	۰/۱۷۵
روزهای همراه با گرد و غبار	۰/۲۶۸	۰/۰۹۷	-۰/۱۱۵	-۰/۰۵۴	۰/۰۷۷	۰/۸۸۲
سرعت باد غالب (knot)	-۰/۵۴۸	-۰/۰۱۵	۰/۰۰۲	-۰/۱۳۷	-۰/۶۲۱	۰/۳۴۳
درصد باد غالب	-۰/۰۴۰	-۰/۴۱۵	-۰/۵۸۰	۰/۰۸۷	۰/۱۶۱	۰/۱۰۳
تعداد روزهای با آسمان صاف	۰/۴۸۲	۰/۲۹۲	-۰/۱۵۰	-۰/۷۸۰	-۰/۰۸۹	-۰/۰۹۲

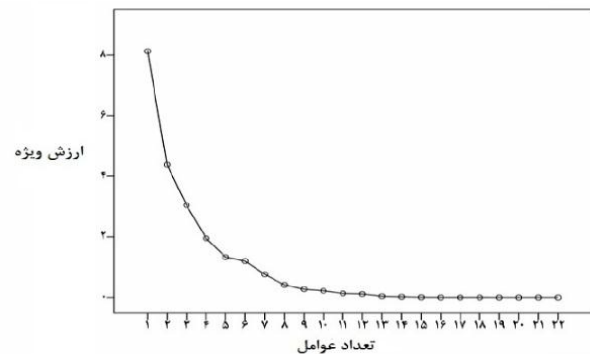
تعداد روزهای نیمه ابری	-۰/۵۵۵	-۰/۴۶۸	۰/۳۱۸	۰/۳۷۳	۰/۲۲۹	-۰/۱۴۰
تعداد روزهای ابری	-۰/۲۰۷	-۰/۰۳۳	-۰/۱۲۴	۰/۹۰۱	-۰/۰۹۰	-۰/۰۰۱
تعداد ساعات آفتابی	-۰/۱۳۰	-۰/۱۶۱	-۰/۳۲۷	-۰/۷۹۸	۰/۰۵۹	۰/۱۹۰

جدول (۳): بارهای عاملی روی ایستگاه‌ها

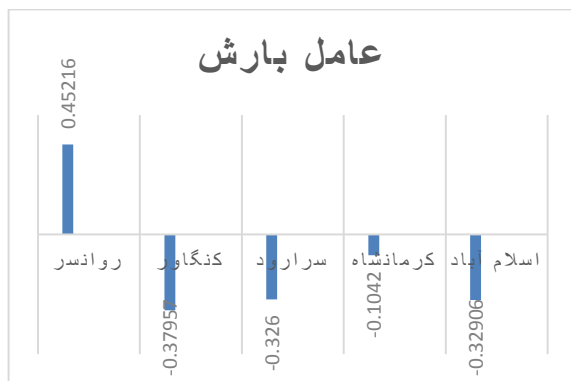
ردیف	ایستگاه	عامل اول	عامل دوم	عامل سوم	عامل چهارم	عامل پنجم	عامل ششم
۱	روانسر	۰/۸۳۳۱۶	۰/۴۵۲۱۶	-۰/۴۳۲۱۷	-۰/۲۲۹۵۱	-۱/۲۳۵۳	-۰/۱۶۱۴۷
۲	کنگاور	۰/۶۸۲۶۴	-۰/۳۷۹۵۷	۱/۲۲۶۰۷	-۰/۷۱۸۱۶	-۰/۲۰۰۲۱	۰/۴۵۲۱۵
۳	سرارود	۱/۱۱۰۰۸	-۰/۳۲۶	-۰/۴۲۵۳۹	۱/۱۸۲۳۴	-۰/۰۴۱۶۷	-۰/۳۶۰۵
۴	کرمانشاه	۱/۶۶۳۶	-۰/۱۰۴۲	۰/۱۲۶۰۷	۱/۳۰۴۳۳	۰/۶۶۲۶۱	۱/۷۹۸۳۸
۵	اسلام آباد	۰/۷۷۹۱۶	-۰/۳۲۹۰۶	۰/۲۴۹۵۴	-۱/۰۶۷۱۲	۱/۰۶۱۸۳	-۰/۳۱۳۵۷

عامل دوم: بارش

بارهای عاملی عامل دوم ترکیبی از متغیرهای بارش با بیش از ۵ میلی متر، بارش با بیش از ۱۰ میلی متر، میانگین بارش سالانه و بارش بیش از ۱ میلی متر می‌باشد. این عامل بیشترین تاثیر خود را بر روی ایستگاه کنگاور گذاشته و حدود ۲۰ درصد از رفتار اقلیمی منطقه را توجیه می‌کند.



شکل (۲): منحنی صخره‌ای عوامل استخراج شده



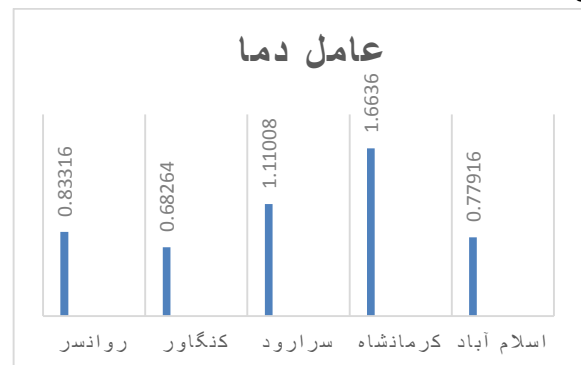
شکل (۴): نمودار توزیع بارهای مولفه دوم

عامل سوم: رطوبت

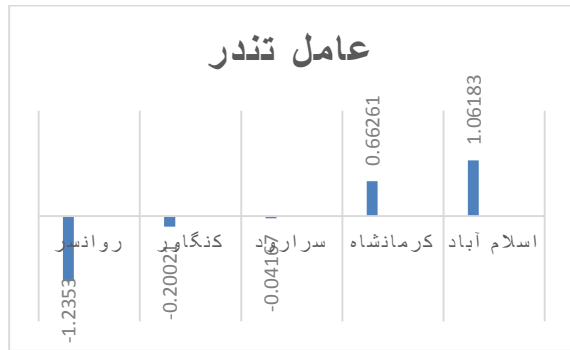
عامل سوم که ۱۸ درصد از پراش نسبی تغییرات اقلیمی منطقه را تبیین می‌کند، نماینده حداکثر رطوبت نسبی و میانگین رطوبت نسبی است و قلمرو مکانی آن ایستگاه کنگاور می‌باشد.

عامل اول: دما

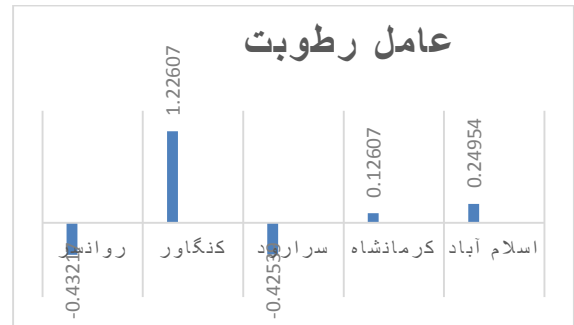
بارهای عاملی متغیرها نشان می‌دهد که متغیر روزهای با دمای بیشتر از ۳۰ درجه سانتیگراد، میانگین حداکثر دما و میانگین دما بیشترین وزن را روی عامل اول نشان می‌دهند. قلمرو اصلی حاکمیت این عامل در ایستگاه‌های کرمانشاه و سرارود می‌باشد. این عامل به تنهایی ۳۰ درصد از رفتار اقلیمی منطقه را توجیه می‌کند.



شکل (۳): نمودار توزیع بارهای مولفه اول



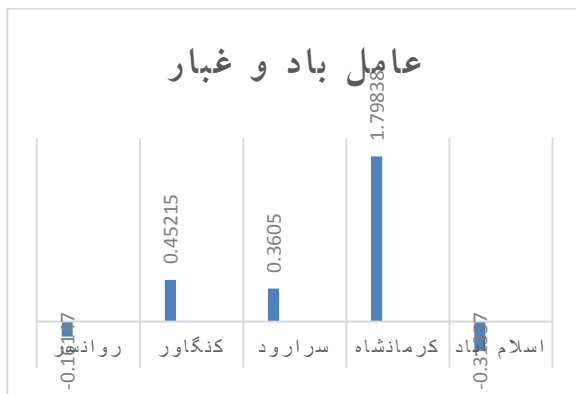
شکل (۷): نمودار توزیع بارهای مولفه پنجم



شکل (۵): نمودار توزیع بارهای مولفه سوم

عامل ششم: باد و غبار

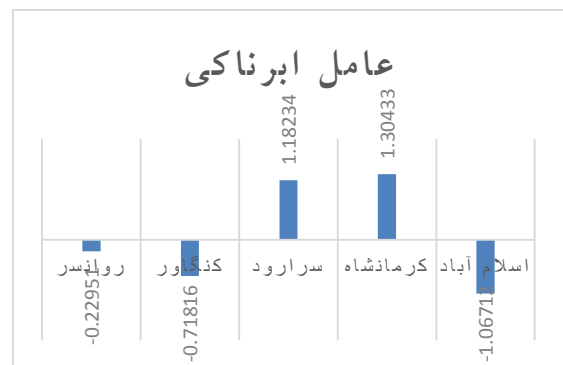
این عامل تنها ۶ درصد از رفتار اقلیمی منطقه را تبیین می‌کند و نماینده دو متغیر روزهای با گرد و غبار و سرعت باد غالب می‌باشد. قلمرو مکانی این عامل در ایستگاه کرمانشاه است.



شکل (۸): نمودار توزیع بارهای مولفه ششم

عامل چهارم: ابرناکی

در این عامل که تقریباً ۱۲ درصد از تغییرات اقلیمی منطقه را بیان می‌کند دو متغیر روزهای ابری و متغیر روزهای نیمه ابری بیشترین وزن را گرفته‌اند و ایستگاه نماینده آن کرمانشاه و سرارود می‌باشد.

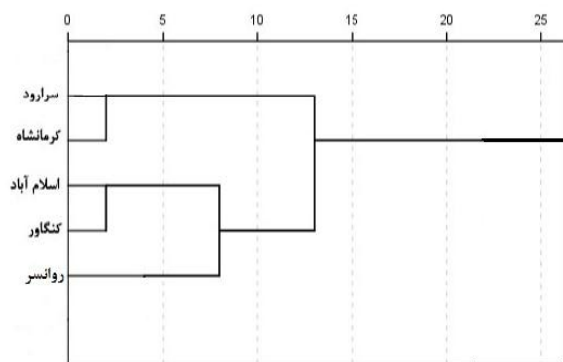


شکل (۶): نمودار توزیع بارهای مولفه چهارم

عامل پنجم: تندر

این عامل نیز نماینده روزهای طوفانی است ۷ درصد از پراش داده‌های را تبیین می‌کند و بیشترین تاثیر این عامل در ایستگاه اسلام آباد می‌باشد.

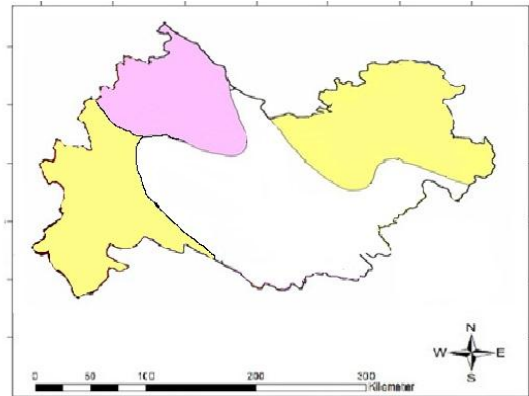
در تحقیق حاضر از روش خوشه‌ای به روش ادغام وارد استفاده شده است. با اعمال روش خوشه‌بندی سلسله مراتبی و روش ادغام وارد عناصر اقلیمی ایستگاه‌های مورد مطالعه به ۳ خوشه اقلیمی تقسیم گردید. (شکل ۹) که عبارتند از:



شکل (۹): دارنمای اقلیمی ایستگاه‌های مورد مطالعه

ناحیه‌های به دست آمده توسط ضریب خشکی دمارتن و آمبرژه مشخص می‌کند ایستگاه‌هایی که دارای دمای بالاتر و بارش کمتر بصورت سالانه می‌باشند در منطقه نیمه خشک و نیمه خشک سرد این ضرایب قرار دارند و ایستگاه‌هایی که بارش بیشتری را تجربه می‌کنند در ناحیه مرطوب و نیمه مرطوب سرد می‌گنجند. با توجه به ضرایب به دست آمده می‌توان این نتیجه را استنباط نمود که اقلیم غالب استان کرمانشاه اقلیم نیمه خشک می‌باشد، زیرا بیشتر ایستگاه‌ها با دما و بارش ثبت شده خود در این نوع اقلیم قرار گرفته‌اند. شکل‌های (۱۱ و ۱۲) پهنه‌بندی اقلیمی استان کرمانشاه به روش دمارتن و آمبرژه را نشان می‌دهد.

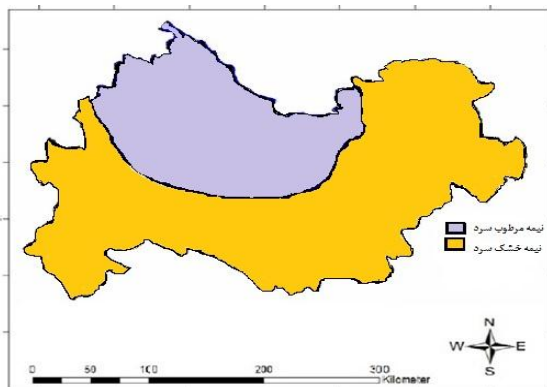
خوشه اول: سرا رود و کرمانشاه، خوشه دوم: اسلام آباد و کنگاور، خوشه سوم: روانسر. دندروگرام گویای این مطلب است که ایستگاه روانسر از نظر اقلیمی در بیشترین فاصله نسبت به سایر ایستگاه‌ها قرار دارد.



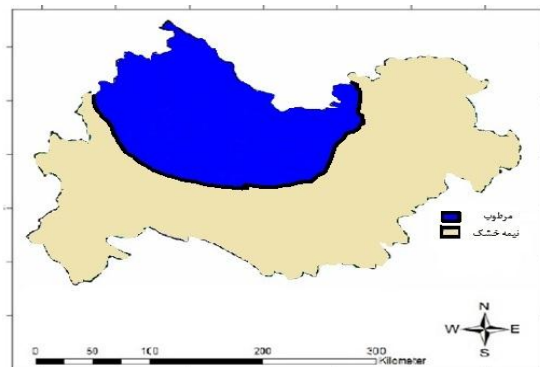
شکل (۱۰): پهنه‌بندی اقلیمی استان کرمانشاه به روش تحلیل عاملی

جدول (۴): اقلیم ایستگاه‌های مورد مطالعه به روش‌های دمارتن و آمبرژه

ردیف	ایستگاه	بارش سالانه	حداکثر دما	حداقل دما	متوسط دما	ضریب دمارتن	ضریب آمبرژه	نوع اقلیم دمارتن	نوع اقلیم آمبرژه
۱	سرا رود	۳۷۴	۳۴	-۷/۵	۱۱/۲	۱۷/۶	۳۱/۵	نیمه خشک	نیمه خشک سرد
۲	کرمانشاه	۴۵۸	۳۶/۸	-۵/۴	۱۳/۴	۱۹/۶	۳۷/۶	نیمه خشک	نیمه خشک سرد
۳	اسلام آباد	۲۸۳	۳۳/۲	-۵/۸	۱۲/۲	۱۷/۳	۳۴/۳	نیمه خشک	نیمه خشک سرد
۴	کنگاور	۳۳۸	۳۲/۴	-۶/۸	۱۱/۴	۱۵/۸	۳۰/۲	نیمه خشک	نیمه خشک سرد
۵	روانسر	۴۹۹	۳۵	-۴/۶	۱۲/۸	۲۹/۱	۶۶/۵	مرطوب	نیمه مرطوب سرد



شکل (۱۲): پهنه‌بندی اقلیمی استان کرمانشاه به روش آمبرژه



شکل (۱۱): پهنه‌بندی اقلیمی استان کرمانشاه به روش دمارتن

نتیجه‌گیری

دارای اقلیم نیمه مرطوب سرد و نواحی جنوبی، شرقی و غربی دارای اقلیم نیمه خشک سرد می‌باشد. از لحاظ پهنه‌ای نیز بیشتر بخش‌های استان دارای اقلیم نیمه خشک می‌باشد و تنها قسمت محدودی از سطح استان در شمال دارای اقلیم نیمه مرطوب و مرطوب می‌باشد. در پایان برای تهیه نقشه اقلیمی استان پهنه‌بندی در محیط GIS انجام گرفت. در نهایت نقشه‌های اقلیمی استان کرمانشاه تولید گردید. در این پژوهش با در نظر گرفتن نتایج حاصل از ترسیم درخت خوشه‌بندی و شناختی که از اقلیم منطقه وجود دارد و شباهت‌های اقلیمی مناطق قرار گرفته در یک خوشه مشخص شد که روش خوشه‌بندی با واقعیت اقلیمی استان کرمانشاه تطابق بیشتری دارد. در حالی که روش‌های سنتی و قدیمی طبقه‌بندی، اقلیمی مناسبی را نشان نمی‌دهد و انطباق چندانی با شرایط اقلیمی استان ندارد. همچنین مقایسه این پهنه‌بندی با نقشه ناهمواری‌های منطقه نشان می‌دهد که پهنه‌بندی به دست آمده با تغییرات توپوگرافی منطقه نیز انطباق دارد و می‌تواند به عنوان بستری برای پژوهش‌های بعدی مورد استفاده قرار گیرد.

این پژوهش با هدف تحلیل اقلیم و تهیه نقشه اقلیمی استان کرمانشاه از طریق به کارگیری تکنولوژی GIS انجام گرفت. جهت شناسایی عناصر غالب بر هر منطقه تحلیل عاملی و تحلیل خوشه‌ای روشی مناسب می‌باشد. بعد از انجام بررسی‌های مربوط به تحلیل عاملی مربوط به ۲۲ متغیر اقلیمی و با توجه به همبستگی درونی آنها نشان داد که اقلیم این استان تحت تأثیر ۶ عامل اقلیمی می‌باشد. با اعمال روش خوشه‌بندی و با روش ادغام وارد عناصر اقلیمی ایستگاه‌های مورد مطالعه به سه خوشه اقلیمی تقسیم گردید. در ادامه برای طبقه‌بندی اقلیمی استان از دو روش تجربی دمارتن و آمبروزه استفاده گردید و اقلیم‌های مختلف براساس آنها تعیین گردید. در طبقه‌بندی دمارتن، استان کرمانشاه به دو نوع اقلیم نیمه خشک و مرطوب تقسیم گردید. نواحی شمالی استان دارای اقلیم مرطوب و نواحی جنوبی، شرقی و غربی دارای اقلیم خشک می‌باشد و در طبقه‌بندی آمبروزه نیز منطقه به دو نوع اقلیم نیمه خشک سرد و نیمه مرطوب سرد تقسیم گردیده است. در این طبقه‌بندی نیز نواحی شمالی استان

فهرست منابع

- Alijani, B. & Dostan, R. 2005. Determination of barberry cultivating areas in South Khorasan province using GIS, *Journal of Geography and Regional Development*, pp. 13-33. (in persian)
- Alijani, B. 2008. *Synoptic Climatology*, Samat Publications, Tehran, 108 pages. (in persian)
- Baaghide, M.; Fallah Qalehri, G.A; Haji, H. & Rezaei, M.H. 2017. Investigating the role of roughness in the formation of climatic zones and sub-zones of Hamadan province, *Sepehr*, Vol 26, No 103. (in persian)
- Bagheri, M., Moradian, K. & Tabatabaei, F. 2015. Climatic Zoning of West by Multivariate Statistical Methods. *Journal of Science and Today's World*, 4(6):181-188.
- Ghaiour, H.A. & Montazeri, M. 2004. Zoning of Iranian Temperature Regimes with Baseline Components and Cluster Analysis, *Geography and Development*, No. 4, pp. 34-21. (in persian)
- Ghasemifar, A. & Naserpour, S. 2014. Climate zoning of Zagros region, *Sepehr*, twenty-third period, number eighty-nine, pp. 60-54. (in persian)
- Gol Kar Hamze Yazd, H.R.; Rezaiejad, M. & Tavosi, M. 2016. Climatic zoning of South Khorasan province with GIS software, *Journal of Water and Soil Resources Protection*, Year 6, Number 1, pp. 61-47. (in persian)
- Hanafi, A. & Hatami, A. 2012. Preparation of Climate Map of Kurdistan Province Using Geographic Information Systems, *Sepehr*, Twenty-second Volume, No. 87, pp. 28-24. (in persian)
- Klantari, KH. 2008. Data processing and analysis in socio-economic research using SPSS software, Farhan Saba Publishing. (in persian)
- Lee, J. & Wong, D. 2009. Statistical Analysis with ArcView GIS, *Science journal*, 7: 208-216.

- Movahedi, S.; Heidari Nasserabad, B.; Hashemi Ana, S.K. & Ranjbar, F. 2012. Zoning of Climatic Zones of Khuzestan Province, *Quarterly Journal of Geographical Space*, 20(40): 73-64. (in persian)
- Masoudian, A. & Atai, H. 2005. Identification of Iranian rainy seasons by cluster analysis method, *Research Journal of the University of Isfahan*, No. 1, pp. 1-12. (in persian)
- Masoudian, A. 2008. Rainfall areas of Iran, *Journal of Geography and Development*, No. 13, pp. 91-79. (in persian)
- Montazeri, M. & Dehghani, M. 2014. Identification of sub-climatic sub-regions of Yazd province using multivariate statistical methods, *Quarterly Journal of Natural Geography*, 6 (91): 58-45. (in persian)
- Moradi, H. 2020. Evaluation of different interpolation methods in zoning of climatic elements in Ilam province, *Geography and Human Relations*, 2(4): 1-15. (in persian)
- Omidvar, K. & Shams al-Dini Fard, M. 2015. Determining the stable climate zones of Kerman province using multivariate statistical methods, *geography and environmental stability*, No. 51, pp. 82-69. (in persian)
- Peel, M. & Finlayson, B. 2007. *Hydrology and Earth, System Sciences*, 11 pp.
- Praene, J.P.; Malet-Damour, B.; HarimisaRadanielina, M.; Fontaine, L. & Fontaine, G. 2019. GIS-based approach to identify climatic zoning: A hierarchical clustering on principal component analysis, *Building and Environment*, Volume 164, 106330.
- Taebnia, S.H. & Ghanbari, S. 2017. Climatic tourism zoning of Ilam and Kermanshah provinces, *Geography and planning*, 21(62):183-202. (in persian)
- Zabul Abbasi, F. 2004. Climatic Classification of Hormozgan Province, *Newar Magazine*. (in persian)
- Zheng, Y.; Ren, C.; Xu, Y.; Wang, R.; Ho, J.; Lau, K. & Ng, E. 2018. GIS-based mapping of Local Climate Zone in the high-density city of Hong Kong, *Urban Climate*, Volume 24, Pages 419-448
- White, F.J. & Perry, A.H. 1989. Classification of the climate of England and Wales based on agro climatic data, *International Journal of climatology*, 9:271-291.