

پهنه‌بندی اقلیمی استان کهگیلویه و بویراحمد با استفاده از

تحلیل عاملی - خوشه‌ای

حسن صالحی*^۱، ذوالفقار رضاپور^۲، کیوان نامجو^۳

۱. دانشجوی دکتری هواشناسی کشاورزی، گروه مهندسی آب، دانشگاه فردوسی مشهد، و کارشناس مرکز تحقیقات

هواشناسی کاربردی کهگیلویه و بویراحمد

۲. دانشجوی دکتری آب و هواشناسی دانشگاه اصفهان و رئیس گروه تحقیقات مرکز تحقیقات هواشناسی کاربردی

کهگیلویه و بویراحمد

۳. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد آب و هواشناسی، دانشگاه آزاد واحد نجف آباد

تاریخ وصول: ۱۳۹۵/۴/۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۷/۳

چکیده:

جهت توسعه و پیشرفت هر منطقه، قبل از هر اقدامی باید از اوضاع اقلیمی آن ناحیه، آگاهی و اطلاعات کافی وجود داشته باشد. به طور کلی اقلیم یک منطقه، متوسط وضعیت هوا در آن منطقه است و دسترسی به متوسط وضعیت هوا در یک مکان خاص، نیازمند یک سری آمار و اطلاعات درازمدت هواشناسی است. عوامل جوی و اقلیمی نظیر دما، بارندگی، رطوبت و ... به طور مستقیم در فعالیت‌های انسان تأثیر می‌گذارد. به همین دلیل لازم است تا در برنامه‌ریزی‌های مختلف، نقش پارامترهای جوی به عنوان عاملی موثر در روند اجرایی برنامه‌ها مورد بررسی قرار گیرد. هدف از این پژوهش، شناسایی مهمترین عناصر اقلیمی تأثیرگذار بر کلیت اقلیم استان کهگیلویه و بویراحمد و تفکیک مکانی ریز پهنه‌های اقلیمی این استان با بهره‌گیری از روش‌های آماری چند متغیره و تحلیل‌های عاملی و خوشه‌ای بوده است. در این تحقیق، میانگین سالانه ۴۸ عنصر اقلیمی برای ایستگاه‌های داخل استان کهگیلویه و بویراحمد (باسوج، دوگنبدان، دهدشت، سی سخت، لیکک، امامزاده جعفر) و همچنین بعضی ایستگاه‌های اطراف منطقه، داده‌های نقطه‌ای را فراهم آوردند. این ماتریس ۱۴*۴۸ طی یک فرایند میانمایی به ماتریس ۶۲۷*۴۸ روی سراسر استان تبدیل شد. ماتریس اخیر داده‌های پهنه‌ای را بدست آورده که از آن به عنوان ورودی یک تحلیل استفاده شد. تحلیل مؤلفه‌های اصلی نشان داد که ۴۸ عنصر اقلیمی استان را با توجه به همبستگی درونی میان آنها، می‌توان در پنج عامل خلاصه کرد. به این ترتیب با تجزیه ماتریس همبستگی، ماتریس الگوی مکانی (ماتریس نمرات مؤلفه‌ها) به ابعاد ۶۲۷*۴۸ ماتریس عناصر اقلیمی تلفیقی (ماتریس بارهای مؤلفه‌ها) به ابعاد ۴۸*۵ بدست آمد. نتایج بررسی چهل و هشت عنصر اقلیمی در مقیاس سالانه نشان می‌دهد که اقلیم استان کهگیلویه و بویراحمد حاصل پنج مؤلفه است که به ترتیب اهمیت عبارتند از: ۱- مؤلفه دمایی ۲- مؤلفه ابری-بادی ۳- مؤلفه رطوبت ۴- بادی ۵- غباری. در نهایت با اعمال تحلیل خوشه‌ای بر روی ماتریس مکانی پنج مؤلفه اصلی، هشت خرده ناحیه اقلیمی در استان کهگیلویه و بویراحمد شناسایی شد.

کلید واژگان: پهنه‌بندی اقلیمی، تحلیل عاملی، تحلیل خوشه‌ای، استان کهگیلویه و بویراحمد.

مقدمه

یکی از اهداف اصلی در مطالعات اقلیمی، انجام طبقه‌بندی اقلیمی است. با این نوع طبقه‌بندی سعی می‌شود مناطقی که از نظر دما، بارش، فشار، رطوبت، جریان باد و سایر پارامترهای اقلیمی مشابهت دارند، در یک گروه قرار گرفته و از نظر تیپ اقلیمی نام‌گذاری شوند (فرج زاده، ۱۳۹۴). برای طبقه‌بندی اقلیمی روشهای مختلفی وجود دارد که می‌توان تحت دو عنوان کلی روشهای سنتی و روشهای جدید تقسیم بندی کرد. روشهای جدید از دقت بیشتری نسبت به روشهای سنتی (کلاسیک) برخوردار هستند. هرچند که روشهای محاسبه ای در روشهای جدید پیچیده هستند اما به لطف پیشرفت علوم خصوصا در علوم رایانه ای و نیز ظهور سامانه های اطلاعات جغرافیایی در طی چند دهه اخیر به راحتی قابل اجرا می باشد. در سالهای اخیر با توجه به نارسایی‌های روشهای طبقه‌بندی سنتی از شیوه های طبقه بندی نوین مانند تکنیکهای آماری چند متغیره (تحلیل عاملی و تحلیل خوشه ای) استفاده می شود که اثرات متقابل تعداد زیادی از مؤلفه‌های اقلیمی را ملاک تقسیم بندی قرار می‌دهند. این شیوه تقسیم بندی اقلیمی برای اولین بار توسط استاینر در سال ۱۹۵۵ در ایالات متحده آمریکا به کار گرفته شد و از آن پس در سطح جهان به طور گسترده ایی مبنای تقسیم بندی های اقلیمی قرار گرفت (گرامی مطلق و همکاران، ۱۳۸۵). البته استفاده از روش تحلیل خوشه ای در سایر علوم به زمان ۱۹۳۹ میلادی بر می گردد.

آیوآد (Ayoade, 1977) با استفاده از تکنیکهای آماری چند متغیره مبادرت به طبقه‌بندی اقلیمی کشور نیجریه نمود و مشکلات و معضلات این روش را در طبقه‌بندی اقلیمی بیان نمود. انیادایک (Anyadike, 1987) با اعمال تحلیل خوشه ای بر روی نمرات عاملی چهار عامل خروجی حاصل از تحلیل عاملی، منطقه غرب و آفریقا را به ۱۰ ناحیه اقلیمی تفکیک نمود. وایت و همکاران (White et al., 1991) تحلیلی مقایسه ای بین نتایج حاصل از روش های مختلف چرخش متعاهد، بدون چرخش و چرخش مایل (در مجموع ۸ روش) بر روی داده‌های بارش ماهانه پنسیلوانیا انجام دادند و در نهایت میزان سازگار مدلهای مختلف را با هم مقایسه و شناسایی نمودند. گرستن گرب (Gerstengrbe, 1999) ضمن تشریح روش خوشه بندی ناپایگانی در ناحیه بندی اقلیمی، این روش

بهبودی شده را برای طبقه‌بندی اقلیمی اروپا، بکار گرفته و نشان داد که این تکنیک پیشنهادی می‌تواند بطور گسترده ای مورد استفاده قرار گیرد. پیندا و همکاران (Pineda et al., 2007) با کاربرد تحلیل مولفه های اصلی، نواحی اقلیمی را در شمال شرقی مکزیک تعیین کردند. آنها ۳۰ سال داده های ماهانه ی بارش و دما را در ۱۷۳ ایستگاه هواشناسی بکار بردند. در نهایت طبقه‌بندی اقلیمی با کاربرد سیستم طبقه‌بندی کوپن اصلاح شده برای مکزیک انجام شد. تحلیل مولفه های اصلی نشان دادند که پهنه‌بندی مطابق با مشخصات توپوگرافی و پوشش گیاهی می باشد. آنها نواحی زیست اقلیمی مختلف را همراه با پوشش گیاهی بارز برای هر اقلیم با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) شرح دادند.

جولیفه و فیلیپ (Jolliffe and Philipp, 2010) در مطالعه ای برخی پیشرفتهای تحلیل خوشه ای را بررسی کرده اند. آنها انواع تحلیلهای اصلی را خلاصه سازی کرده و ضمن پاسخ به این سوال کلیدی که چه نوع تحلیل خوشه ای باید بکار رود، بیان کردند که همه ی آنها معیاری دارند و قبل از استفاده باید فرضیات و مشخصات واضح یا مبهم آنها پیدا شده، و سپس درباره مناسب بودن یا نبودن تحلیل برای داده های موجود تصمیم گیری شود. آنها تاکید کردند که تکنیکهای خوشه بندی، خوشه هایی را پیدا خواهند کرد که حتی در میان داده ها وجود ندارند. ضمنا باید دانست که خوشه ها الزاما گروههای جداگانه ی واقعی نیستند.

المزروعی و همکاران (Almazroui et al., 2015) در مطالعه ای، اقلیم کشور عربستان را با استفاده از مولفه های اصلی و با کاربرد دو متغیر دما و بارش پهنه‌بندی کرده اند. در این مطالعه ۲۷ ایستگاه در سراسر کشور عربستان در طول دوره ی آماری ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۰ به مدت ۲۶ سال بکار رفته اند. متدولوژی مورد استفاده در این تحقیق ترکیبی از تکنیکهای ریاضی و آماری شامل تحلیل مولفه های اصلی و همبستگی، بوده است. همچنین مقایسه ای تفصیلی فیزیکی با اقلیم شناسی بلند مدت و توپوگرافی عربستان انجام شده است. پنج گروه در این مطالعه تشخیص داده شد: شمالی (A) - ساحلی دریای سرخ (B) - داخلی (C) - کوهستانی (D) - جنوبی (E). که هر گروه اقلیمی یک مشخصه ی خاصی را با همگونی قوی بین ایستگاههای متعلق به یک گروه، نشان می دهد.

کشور را مشخص نمود. مسعودیان (۱۳۸۲) با استفاده از میانگین سالانه ۲۷ عنصر اقلیمی در ۱۲۰ ایستگاه کشور، و با بهره مندی از فرآیند میانبایی کریجینگ آنها را به یک آرایه ۲۷*۸۱۴۴ بر روی ایران تبدیل نمود. سپس یک تحلیل مؤلفه‌های اصلی به روش تحلیل عاملی و دوران متعامد بر روی آن انجام داده و ۲۷ عنصر اقلیمی را در شش مؤلفه اصلی خلاصه نمود. سپس یک تحلیل خوشه ای بر روی نمرات عاملی اعمال نمود و ایران را به پانزده ناحیه اقلیمی تقسیم کرد. ترابی و جهانبخش (۱۳۸۳) در ادامه کار قبلی خود مبادرت به تعیین متغیرهای زمینه ای در طبقه‌بندی اقلیمی ایران نمودند. گرامی مطلق و شبانکاری (۱۳۸۵) جهت طبقه‌بندی اقلیمی استان بوشهر، ۳۰ متغیر اقلیمی ایستگاههای هواشناسی منطقه را به کمک روش میانبایی به آرایه ۳۰*۱۱۴ تبدیل و پس از اعمال تحلیل عاملی، ۳۰ عنصر اقلیمی را در ۴ عامل خلاصه نمودند و سپس با اعمال تحلیل خوشه ای بر روی نمرات عاملی، ۶ ناحیه اقلیمی برای استان بوشهر تشخیص دادند. سلیقه و همکاران (۱۳۸۷)، به منظور طبقه‌بندی اقلیمی استان سیستان و بلوچستان، ۲۰ متغیر اقلیمی از ۱۰ ایستگاه هواشناسی منطقه را استخراج و طی فرآیند میانبایی به آرایه ۲۰*۳۴۵ تبدیل و سپس تحلیل عاملی به روش مؤلفه اصلی اعمال و ۲۰ متغیر اقلیمی را در ۵ عامل خلاصه نمودند و در نهایت با اجرای تحلیل خوشه ای بر روی نمرات عاملی، نشان دادند که استان سیستان و بلوچستان را می‌توان به ۵ ناحیه اقلیمی تفکیک نمود. مسعودیان و کاویانی (۱۳۸۷) با اعمال تحلیل خوشه ای پایگانی با روش ادغام وارد بر روی داده‌های دما، بارش و رطوبت، ایران را به ۸ ناحیه اقلیمی کلان طبقه نمودند.

بر اساس روشهایی که ذکر شد به طور کلی در پهنه‌بندی اقلیمی ابتدا عناصر اقلیمی منطقه مشخص و سپس بوسیله تحلیل عاملی، مولفه های اصلی و یا عاملهای مشخص و سپس بوسیله تحلیل خوشه ای بر روی این عاملها کار پهنه‌بندی اقلیمی انجام می‌گیرد.

استان کهگیلویه و بویراحمد با توجه به موقعیت جغرافیایی و شرایط توپوگرافی و قرار گرفتن آن در سلسله جبال زاگرس و نیز به دلیل اختلاف ارتفاع بین بلند ترین نقطه با ارتفاع ۴۴۰۹ متر، و پست ترین نقطه آن با ارتفاع حدود ۲۰۰ متر، و قرارگرفتن این استان بر سر راه توده های هوای؛ مدیرانه ای و

کاروالیو و همکاران (Carvalho et al., 2016)، در مطالعه ای قلمرو اروپا را به مناطقی با تغییرات اقلیمی شبیه سازی شده ی مشابه، با استفاده از شبیه سازی بارش کلی روزانه، دماهای بیشینه و کمینه، برای دوره های گذشته (۱۹۸۶-۲۰۰۵) و آینده ی بلند مدت (۲۰۸۱-۲۱۰۰) که توسط CMIP5 تهیه شده، تقسیم کردند. آنها با استفاده از یک تحلیل خوشه ای K-Means، تفاوت‌های بین اقلیم شناسی روزانه ی آینده ی بلند مدت و گذشته برای این سه متغیر را تعیین کردند. آنها این روش را برای هر متغیر بطور مستقل (تک متغیره) و برای جمع هر سه متغیر (چند متغیره) بکار بردند و با یک روش ریاضی، تعداد بهینه ی خوشه ها را تعیین کردند. نتایج حاصله از کاربرد روش تک متغیره، مطابق با نتایج بدست آمده در سایر منابع می باشد که نشان دهنده مناطق تغییر مشابه کلی می باشد. مناطق به دست آمده برای نسخه چند متغیره به طور عمده عرضهای بالاتر از سرزمین اروپا را، با برخی از ویژگی های تعامل زمین- دریا شامل می شود. بعلاوه، همه ی مناطق به لحاظ آماری توزیع های متفاوتی از حداقل یکی از متغیرها دارند، که اطمینانی برای مناطق بدست آمده می باشد.

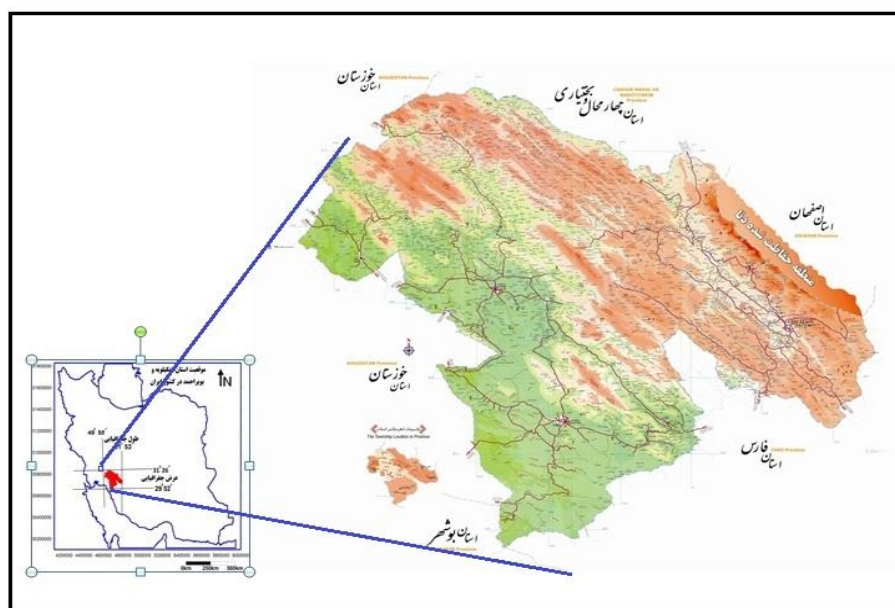
در ایران نیز تلاش هایی در زمینه بکارگیری روش های آماری چند متغیره و بهره گیری از رایانه جهت پهنه‌بندی و ناحیه بندی اقلیمی صورت گرفته است. حاجتی زاده و علیخانی (۱۳۷۲) با استفاده از ۵۴ ایستگاه هواشناسی و با بکارگیری تحلیل محوره‌های مختصاتی بر مبنای فرمول فیثاغورت، بر اساس هشت متغیر آب و هوایی و با بهره گیری از نرم افزارهای رایانه ای ایران را به ده ناحیه اقلیمی تقسیم نموده اند. حیدری و علیخانی (۱۳۷۸) با استفاده از ۴۹ متغیر اقلیمی در ۴۳ ایستگاه همدید کشور، و با بکارگیری تحلیل عاملی و دوران عاملها، هفت عامل را استخراج و سپس با استفاده از نمرات عاملی و اجرای تحلیل خوشه ای، شش قلمرو اقلیمی کشور به‌مراه زیر قلمروهای آنها بر روی نقشه ترسیم نمودند. عزیزی (۱۳۸۰) با استفاده از داده‌های متوسط ماهانه و سالانه دما، بارش و میانگین سالانه ساعات آفتابی ۴۸ ایستگاه اقلیمی کشور را در ۳۸ طبقه اقلیمی جای داد. علیخانی (۱۳۸۱) با استفاده از داده‌های متوسط دما و بارش ۳۴ ایستگاه همدید، و با اعمال تحلیل عاملی، ۲۴ متغیر را در سه عامل، ادغام کرد و در نهایت با استفاده از تحلیل خوشه ای، پنج ناحیه اقلیمی

مواد روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

استان کهگیلویه و بویراحمد، با ۱۵۵۷۵ کیلومترمربع مساحت (حدود یک درصد مساحت کل کشور) در جنوب‌غربی کشور بین طول‌های جغرافیایی ۴۹ درجه و ۵۳ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۵۳ دقیقه شرقی و عرض‌های جغرافیایی ۲۹ درجه و ۵۶ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۲۷ دقیقه شمالی، و در مجاورت استان‌های فارس، چهارمحال و بختیاری، اصفهان، خوزستان و بوشهر واقع شده است (شکل ۱). مرکز این استان شهر یاسوج است. بلندترین نقطه استان قله دنا با ارتفاع ۴۴۰۹ متر و پست‌ترین نقطه‌ی آن چره زن در جنوب غربی بی‌بی حکیمه در شهرستان گچساران است که ۱۹۷ متر از سطح دریا ارتفاع دارد. میانگین بارش در استان کهگیلویه و بویراحمد ۵۵۰٫۷ میلی‌متر و میانگین دما از ۱۵ درجه سانتیگراد در مناطق سردسیر تا ۲۶ درجه سانتیگراد در مناطق گرمسیر متغیر می‌باشد.

سودانی، گرم خشک عربستان موجب تفاوت آب و هوایی بخش‌های مختلف استان، و به وجود آمدن شرایط مختلف طبیعی و رویشی گیاهان متنوع و زیستگاه‌های مختلف در استان شده است. این شرایط باعث شده که تنوع پوشش گیاهی انبوه و متنوع در این ناحیه وجود داشته باشد و در نتیجه می‌تواند خاک مستعد و حاصلخیز، دمای مناسب، آب و بارندگی کافی و... را بیان گر باشد، که پیامدهای آن می‌تواند بر روی کشاورزی، توریسم، دامداری، شرایط اقتصادی و معیشتی ساکنان این استان نقش اساسی را ایفا کند. هدف اصلی از این پژوهش این است که با مشخص کردن پهنه‌های آب و هوایی استان بر اساس همه عناصر اقلیمی موثر در آن بتوان برنامه ریزی مناسبی در جهت آمایش سرزمین، برنامه ریزی توریسم، پیش‌بینی حوادث طبیعی و کاهش اثر مخاطرات آب و هوایی انجام داد.



شکل ۱- موقعیت استان کهگیلویه و بویراحمد (ماخذ: نگارنده، ۱۳۹۵)

کهگیلویه و بویراحمد از پایگاه داده‌های سازمان هواشناسی کشور استخراج گردید. در انتخاب ایستگاه‌های اطراف استان از ایستگاه‌هایی استفاده شده که علاوه بر پوشش دادن همه مرز اطراف استان، حداقل دارای پانزده سال سابقه آماری باشند. با

روش تحقیق

در این پژوهش، داده‌های متوسط سالانه ۴۸ عنصر آب و هوایی مربوط به ۱۴ ایستگاه همدید در اطراف و داخل استان

داشت که روشهای درون یابی بسته به نوع متغیر و همچنین ویژگیهای منطقه مورد مطالعه و تراکم نقاط اندازه گیری شده و نحوه آرایش آنها، دقت متفاوتی را ارائه می دهند (همامی و همکاران، ۱۳۹۳).

برای از بین بردن بُعد داده‌ها، آرایه مذکور در معرض فرایند هنجارسازی (استاندارد سازی) قرار گرفت و سپس یک تحلیل مؤلفه‌های اصلی با روش همبستگی بر روی آرایه داده‌ها (۶۲۷×۴۸) انجام گرفت. هدف از این کار کاهش ابعاد ماتریس و تعیین مؤلفه‌های برتر یا اصلی تر می باشد و از سوی دیگر، شناسایی الگوهای مکانی مهمترین عناصر آب و هوایی تاثیرگذار در قلمرو مورد بررسی بوده است.

مشخص شدن عناصر مهم اقلیمی با این پژوهش می توان در کارهای آینده از عناصر اقلیمی کمتری استفاده کرد (جدول شماره ۱).

ابتدا آرایه داده‌ها به صورت مکان ها روی سطرها و متغیرهای آب و هوایی روی ستون ها آرایش داده شد و سپس با ابعاد ۵×۵ کیلومتر و به تعداد ۶۲۷ سلول (یاخته) بر روی نقشه استان به کمک روش میانبایی کریجینگ مشخص و مقادیر هر یک از متغیرها بر روی گره‌گاه‌های این نقشه برآورد گردید. لازم به توضیح می باشد که با توجه به تعداد زیاد عناصر اقلیمی تشخیص بهترین روش میانبایی خود نیاز به پژوهشی جداگانه دارد، ولی در این پژوهش با توجه به استفاده بیشتر اقلیم شناسان از روش کریجینگ استفاده شده است. باید در نظر

جدول ۱. عناصر اقلیمی انتخابی برای طرح بهینه‌بندی اقلیمی استان کهگیلویه و بویراحمد

ردیف	عناصر اقلیمی	ردیف	عناصر اقلیمی
۱	میانگین نمای خشک	۲۵	مجموع بارندگی ماهانه به میلی‌متر
۲	میانگین نمای حداقل	۲۶	بیشترین میزان بارندگی در یک روز
۳	میانگین نمای حداکثر	۲۷	تعداد روزهایی با میزان بارندگی ۱۰ میلی‌متر بیشتر
۴	اختلاف میانگین نمای حداکثر و میانگین نمای حداقل	۲۸	تعداد روزهایی با میزان بارندگی ۵ میلی‌متر بیشتر
۵	میانگین متوسط نمای روزانه	۲۹	تعداد روزهایی با میزان بارندگی ۱ میلی‌متر بیشتر
۶	حداقل نمای مطلق	۳۰	تعداد روزهای بارانی
۷	حداکثر نمای مطلق	۳۱	تعداد روزهای با توفان کندی
۸	درجه روزهای سرد (یایه ۲۱)	۳۲	تعداد روزهایی با برف و sleet
۹	درجه روزهای گرم (یایه ۱۸)	۳۳	تعداد روزهایی با پدیده گرد و غبار
۱۰	میانگین نمای نقطه شبنم	۳۴	جهت باد غالب
۱۱	میانگین نسبت اختلاط (گرم بر کیلوگرم)	۳۵	سرعت باد غالب
۱۲	میانگین فشار بخار	۳۶	درصد باد غالب
۱۳	میانگین کمبود اتبایع	۳۷	میانگین درصد هوای آرام
۱۴	میانگین رطوبت نسبی (درصد)	۳۸	میانگین سرعت باد
۱۵	میانگین حداکثر رطوبت نسبی (درصد)	۳۹	ماکزیم جهت باد
۱۶	میانگین حداقل رطوبت نسبی (درصد)	۴۰	ماکزیم سرعت باد
۱۷	میانگین رطوبت نسبی در ساعت ۳ UTC (درصد)	۴۱	تعداد روزهای آسمان صاف (کمتر از دو هشتم)
۱۸	میانگین رطوبت نسبی در ساعت ۹ UTC (درصد)	۴۲	تعداد روزهای قسمتی ابری ۲/۳
۱۹	میانگین رطوبت نسبی در ساعت ۱۵ UTC (درصد)	۴۳	تعداد روزهای ابری ۲/۳
۲۰	تعداد روزهایی با نمای حداکثر ۳۰ درجه و بیشتر	۴۴	تعداد روزهایی با دید افقی ۲ کیلومتر و کمتر
۲۱	تعداد روزهایی با نمای حداکثر ۰ درجه و کمتر	۴۵	مجموع ساعاتهای آفتابی
۲۲	تعداد روزهایی با حداقل نمای ۲۱ درجه و بیشتر	۴۶	میانگین فشار QFE بر حسب هکتو پاسکال
۲۳	تعداد روزهایی با حداقل نمای ۴- درجه و کمتر	۴۷	ماکزیم فشار QFE
۲۴	تعداد روزهایی با حداقل نمای ۰ درجه و کمتر	۴۸	مینیمم فشار QFE

داد که با ۵ مؤلفه می توان بیش از ۹۸٫۱ درصد تغییرات داده‌ها را تبیین کرد به این ترتیب دو آرایه به ابعاد ۶۲۷*۵ و ۴۸*۵ به ترتیب برای الگوهای مکانی و تعیین میزان تأثیرگذاری عناصر اقلیمی بدست آمد. آرایه نمرات مؤلفه‌ها (۶۲۷*۵) را

برای انتخاب مهمترین مؤلفه‌ها بر مبنای اصل تبیین بیش از یک درصد عمل نموده و بر این اساس، تنها مؤلفه‌هایی برای تحلیل‌های بعدی انتخاب گردید که بیش از یک درصد از تغییرات را تبیین می‌کردند (یارنال، ۱۹۹۳). این تحلیل نشان

دیده می‌شود و مهمتر اینکه با فاکتور بارش وابستگی معکوس نشان می‌دهد. فاکتور بعدی که در اولویت دوم قرار گرفت مجموعه‌ی متفاوتی از پارامترهای جوی را شامل می‌شود (مثل تعداد روزهای قسمتی ابری، جهت باد غالب، میانگین درصد هوای آرام، میانگین کمبود اشباع، تعداد روزهای غباری و...) که انتخاب یک گروه از آن مشکل هست ولیکن ارزش مکانی آن در شمال غربی استان چشمگیرتر است (شکل ۲). در مجموع عناصر دمایی و فاکتور بعدی ۸۰ درصد تأثیرگذاری عناصر آب و هوایی استان را شکل می‌دهند. عناصر دیگری چون مؤلفه رطوبتی، مؤلفه بادی، مؤلفه غباری در اولویت های بعدی قرار دارند (جدول ۲).

۱- مؤلفه اول را می‌توان دمایی نامید که مهمترین عامل مؤثر در اقلیم استان است. این عامل به تنهایی ۶۱ درصد از پراش داده‌ها را تبیین می‌کند (جدول ۲). و با درجه روزهای گرم (پایه ۱۸ درجه)، تعداد روزهایی با میزان بارندگی ۵ میلی‌متر و بیشتر، تعداد روزهایی با میزان بارندگی ۱۰ میلی‌متر و بیشتر، تعداد روزهایی با حداقل دمای ۴- درجه و کمتر، تعداد روزهای بارانی، مجموع بارندگی ماهیانه به میلی‌متر و در کل پارامترهای بارشی رابطه معکوس نشان می‌دهد. قلمرو حاکمیت مؤلفه دمایی در نیمه غربی تا جنوب غرب استان می‌باشد، در حالی که هر چه از طرف غرب به طرف شرق و شمال شرقی استان حرکت کنیم از میزان حاکمیت این عامل کاسته می‌شود (شکل ۲-الف).

می‌توان در نرم‌افزارهای ترسیمی به نقشه تبدیل نمود. این نقشه‌ها به ترتیب اهمیت، معرف آرایش‌های اصلی مؤلفه‌های اقلیمی است. آرایه بارهای مؤلفه‌ها به ابعاد ۵*۴۸ حاوی ضرایب ۵ مؤلفه اصلی است که ترکیبات خطی از متغیرهای اولیه هستند که متغیرهای جدید را بوجود آورده‌اند. بنابراین الگوی مکانی عناصر اقلیمی، ترکیبی از آرایه بارها و آرایه نمرات مؤلفه‌ها است. در واقع حاصل ضرب این دو آرایه الگوی پراکندگی مکانی عناصر اقلیمی استان را تبیین می‌کند (متظری، ۱۳۹۰). در ادامه بوسیله نرم افزار S-PLUS نمرات مؤلفه‌های اصلی بوسیله تحلیل خوشه‌ای و با روش وارد^۱ که در اقلیم‌شناسی کاربردی تر می‌باشد، ادغام و نتایج به صورت نمودار درختی و نیز به صورت طبقات مختلف مشخص شد. تعداد طبقات (پهنه‌ها) بر اساس منطقه مورد مطالعه مشخص می‌شود، ولی محدودیتی در تعداد طبقات وجود ندارد.

نتایج و بحث

پراکندگی مکانی نمرات مؤلفه‌های اصلی و

اولویت آنها

اعمال تحلیل مؤلفه‌های اصلی بر روی آرایه مکانی عناصر آب و هوایی نشان داد که متغیرهای وابسته به دما بیشترین نقش را در هویت اقلیم استان دارند. بطوریکه این فاکتور حدود ۶۱ درصد از تغییرات داده‌ها را بیان می‌کند. ارزش مکانی متغیرهای وابسته به فاکتور دما در نیمه غربی تا جنوب غرب استان بیشتر

جدول ۲. اهمیت نسبی مؤلفه‌ها بر اساس درصد پراش نسبی

مؤلفه پنجم	مؤلفه چهارم	مؤلفه سوم	مؤلفه دوم	مؤلفه اول	
1.37805892	1.71471214	2.01821151	3.0165074	5.405313	مجموع مربعات بارهای عاملی ^۲
0.03956347	0.06125495	0.08485787	0.1895691	0.608696	پراش نسبی
0.9839414	0.94437793	0.88312298	0.7982651	0.608696	پراش نسبی تجمعی

ماخذ؛ یافته‌های تحقیق

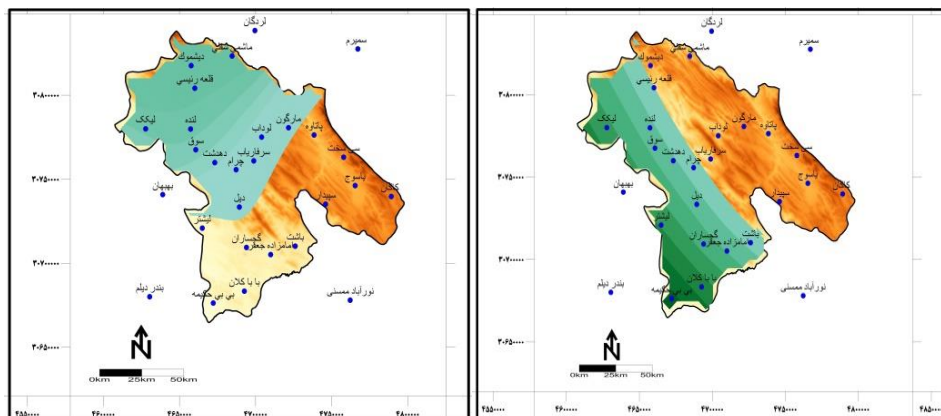
رطوبت نسبی در ساعت UTC ۳، میانگین حداکثر رطوبت نسبی، اختلاف میانگین دمای حداکثر و میانگین دمای حداقل، تعداد روزهای بارانی، میانگین رطوبت نسبی (درصد/.)، تعداد روزهایی با پدیده گرد و غبار، تعداد روزهایی با میزان بارندگی ۱۰ میلی متر و بیشتر، تعداد روزهایی با میزان بارندگی ۵ میلی متر و بیشتر رابطه معکوس دارد (شکل ۲-د).

۵- مؤلفه پنجم که به عنوان مؤلفه غباری شناخته می شود حدود ۴ درصد از واریانس کل داده ها را تبیین می کند، و در بین تمام عامل ها کمترین اهمیت را داراست که کانون حاکمیت آن در غرب و شمال غربی و تا حدودی شرق استان مشاهده شده است (شکل ۳). و با تعداد روزهای ابری ۸/۸- (۷)، تعداد روزهایی با پدیده گرد و غبار، تعداد روزهای با توفان تندی، تعداد روزهایی با دید افقی ۲ کیلومتر و کمتر، میانگین سرعت باد، مجموع ساعتهای آفتابی، میانگین حداقل رطوبت نسبی (درصد/.) رابطه مستقیم و با میانگین درصد هوای آرام، بیشترین میزان بارندگی در یک روز، ماکزیمم سرعت باد، درصد باد غالب، تعداد روزهایی با برف و اسلیت (مخلوط برف و باران)، تعداد روزهای قسمتی ابری ۸/۸- (۶)، اختلاف میانگین دمای حداکثر و میانگین دمای حداقل، میانگین حداکثر رطوبت نسبی (درصد/.) رابطه ی معکوس دارد.

۲- مؤلفه دوم که حدود ۱۹ درصد از پراش داده ها را در بر می گیرد، و قلمرو بیشینه حاکمیت این مؤلفه در قسمت شمال و شمال غربی استان می باشد که می توان به صورت قراردادی در مجموع آنرا مؤلفه ابری-بادی نامید. (شکل ۲-ب).

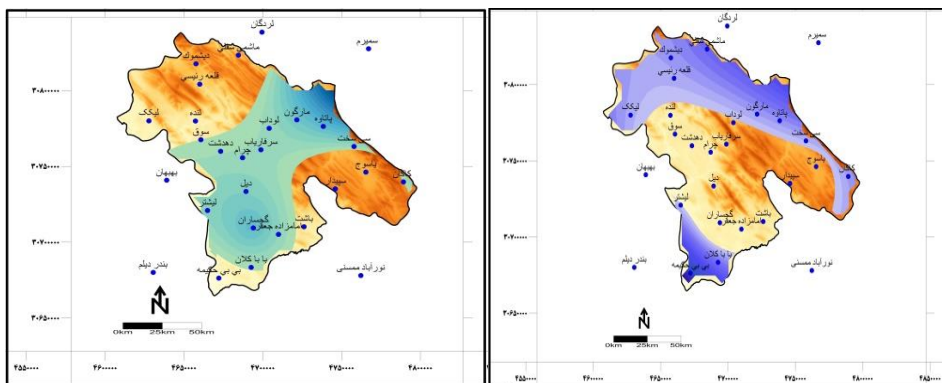
۳- مؤلفه سوم که می شود آنرا مؤلفه رطوبتی نامید، حدود ۸ درصد از پراش داده ها را مشخص می کند و با میانگین رطوبت نسبی در ساعت UTC ۹ (درصد/.)، میانگین رطوبت نسبی در ساعت UTC ۱۵ (درصد/.)، میانگین حداقل رطوبت نسبی (درصد/.)، میانگین سرعت باد، تعداد روزهای قسمتی ابری ۸/۸- (۶-۳)، تعداد روزهایی با برف و یا مخلوط برف و باران (اسلیت) ۲، تعداد روزهایی با حداقل دمای ۴- درجه و کمتر، تعداد روزهایی با دمای حداکثر صفر درجه و کمتر، میانگین نسبت اختلاط (گرم بر کیلوگرم)، تعداد روزهایی با حداقل دمای صفر درجه و کمتر، سرعت باد غالب، میانگین فشار بخار، میانگین رطوبت نسبی (درصد/.) رابطه مستقیم و با تعداد روزهای با توفان تندی، بیشترین میزان بارندگی در یک روز، ماکزیمم سرعت باد، مجموع ساعتهای آفتابی، میانگین درصد هوای آرام رابطه ی معکوس دارد (شکل ۲-ج).

۴- مؤلفه چهارم به نام مؤلفه بادی حدود ۶ درصد واریانس کل را تبیین می کند، قلمرو این مؤلفه از جنوب و تقریباً جنوب غربی استان و مرکز تا شمال شرقی استان هست و با میانگین



ب

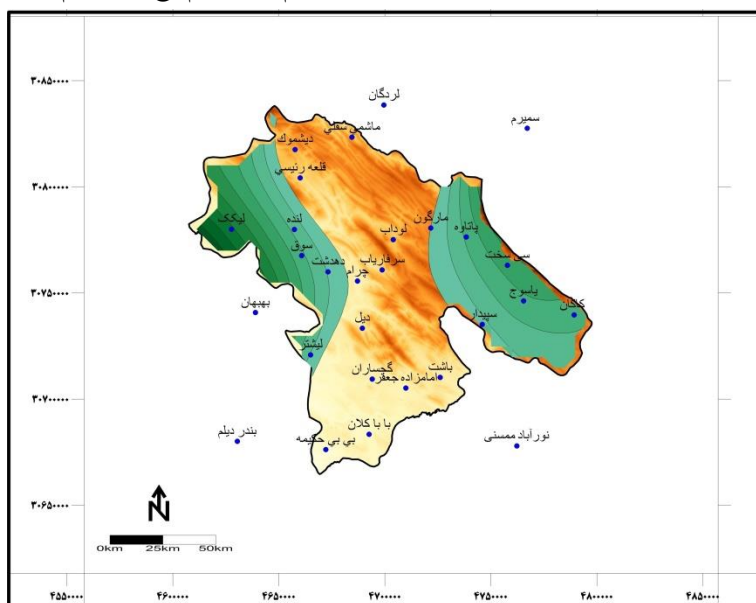
الف



د

ج

شکل ۲- پراکندگی مکانی نمرات مؤلفه‌های اول (الف)، دوم (ب)، سوم (ج)، و چهارم (د).



شکل ۳. پراکندگی مکانی نمرات مؤلفه پنجم

و شناخت از منطقه مورد مطالعه، تقسیم هشت پهنه ای برای نامگذاری انتخاب گردید.

در ادامه خلاصه ای از مشخصات پهنه بندی نواحی اقلیمی استان بر این اساس ارائه می گردد.

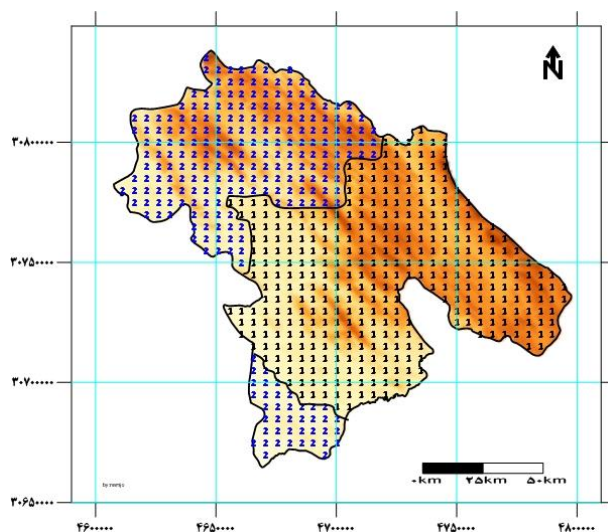
تفکیک دو پهنه ای آب و هوایی استان

تفکیک دو پهنه ای استان شامل نواحی زیر است که مشخصات آن در شکل ۴ و جدول ۳ نشان داده شده است.

پهنه بندی آب و هوایی استان به روش تحلیل

مؤلفه های اصلی

با تقسیم نواحی استان بر اساس چهل و هشت عنصر آب و هوایی و همچنین نواحی که بر اساس وزن مؤلفه های اصلی بیشترین مشابهت را بهم دارند، می توان پهنه های زیادی را ترسیم کرد که در این پژوهش تا ۱۳ پهنه انجام شد. ولی در نهایت با نظر کارشناسان اقلیم شناسی و نیز اطلاعات موجود



شکل ۴- نقشه تفکیک دو پهنه ای آب و هوایی استان کهگیلویه و بویر احمد

جدول ۳- تقسیم دو پهنه ای آب و هوایی استان کهگیلویه و بویر احمد

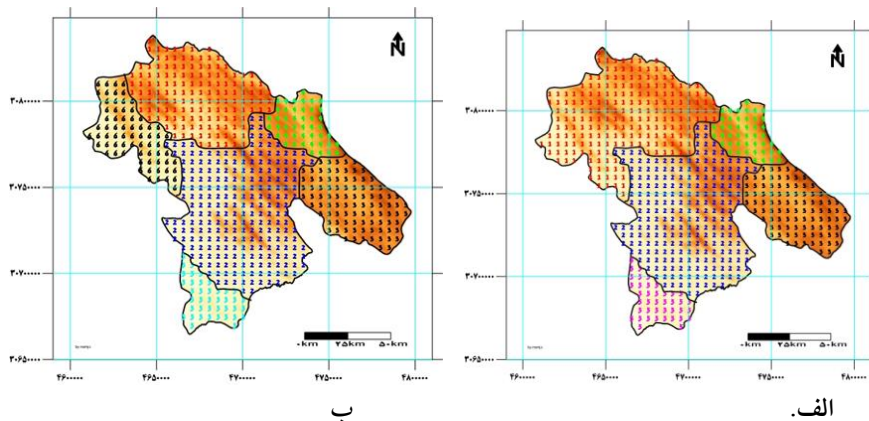
شمال غرب و جنوب غربی	مرکز و شرق	پهنه آب و هوایی
ناحیه دو	ناحیه یک	نام ناحیه
۲۵۳	۳۷۴	تعداد پیکسل
۶۳۲۵	۹۳۵۰	مساحت به کیلومتر
۴۰/۴	۵۹/۶	مساحت به درصد
۲۰/۹۳	۱۸/۸	میانگین دما
۴۱/۳۹	۴۱/۴۹	میانگین رطوبت نسبی
۴۲۹/۸۳	۵۶۴/۷	میانگین بارش
۱۸/۷۳	۱۲/۶۲	میانگین روزهای برفی
۲۵/۵۷	۱۷/۱۹	متوسط گرد و غبار

الف- ناحیه یک: این ناحیه در قسمت مرکز و شرق و تاحدودی جنوب استان واقع شده است و با وسعتی بیش از ۹۳۵۰ کیلومتر مربع، ۵۹/۶ درصد مساحت استان را شامل می شود.

الف- ناحیه یک: این ناحیه در قسمت مرکز و شرق و تاحدودی جنوب استان واقع شده است و با وسعتی بیش از ۹۳۵۰ کیلومتر مربع، ۵۹/۶ درصد مساحت استان را شامل می شود.

تفکیک پنج و شش پهنه‌ای آب و هوایی استان

در مرحله پنج پهنه‌ای، که نواحی مرکزی استان به سه پهنه تقسیم می‌شود پهنه‌ی جدید در قسمت شمال شرق اضافه می‌شود که با وسعتی حدود ۷ درصد دارای کمترین میانگین دما و کمترین متوسط روزهای غباری است. که مرز بین استان کهگیلویه و بویراحمد و اصفهان و چهارمحال بختیاری می‌باشد (شکل ۵ الف).



شکل ۵- نقشه‌ی تفکیک پنج پهنه‌ای (الف) و شش پهنه‌ای (ب) آب‌وهوایی استان کهگیلویه و بویراحمد

این ناحیه که شامل ایستگاههای یاسوج و سی سخت است دارای بیشترین میزان بارش در بین هشت پهنه موجود می‌باشد. این ناحیه با ۱۵ درصد مساحت استان حدود ۲۳۵۰ کیلومتر مربع است.
ناحیه دو (گرم و نیمه خشک):

این ناحیه که شامل ایستگاههای دوگنبدان، باشت، آب شرین، دیل و چرام و لیستر بوده و دارای متوسط دمای ۲۱ درجه سانتیگراد و میزان بارش ۴۹۷ میلی‌متر در سال است. این ناحیه با ۲۳/۱ درصد حدود ۳۶۲۵ کیلومتر مساحت استان را شامل می‌شود.

ب- ناحیه دو: این ناحیه با وسعتی بیش از شش هزار کیلومتر مربع تقریباً ۴۰٪ مساحت استان در شمال غربی و جنوب غربی را شامل می‌شود. دمای متوسط این ناحیه ۲۱ درجه سانتیگراد است. متوسط بارندگی در این منطقه ۴۲۹/۸ میلیمتر در سال می‌باشد.

در مرحله شش پهنه‌ای، ناحیه ۶ در شمال غربی استان با وسعت ۱۱ درصد اضافه شده که شامل شهرستان بهمئی می‌باشد که از لحاظ دمایی دارای متوسط دمای ۲۳ درجه سانتیگراد و دارای بیشترین میزان متوسط روز گرد و غباری در بین شش پهنه موجود هست (شکل ۵ ب).

تفکیک هشت پهنه‌ی آب و هوایی استان

ناحیه‌ها بر اساس پیکسل‌های موجود، و بصورت نقشه شکل ۶ نامگذاری می‌شوند (اسامی انتخابی بر اساس تأثیر وزن عامل‌های مختلف و با نظر اقلیم‌شناسان استان بوده است).
ناحیه یک (سرد کوهستانی پر بارش):

جدول ۴- تقسیم هشت پهنه ی آب و هوایی استان کهگیلویه و بویراحمر

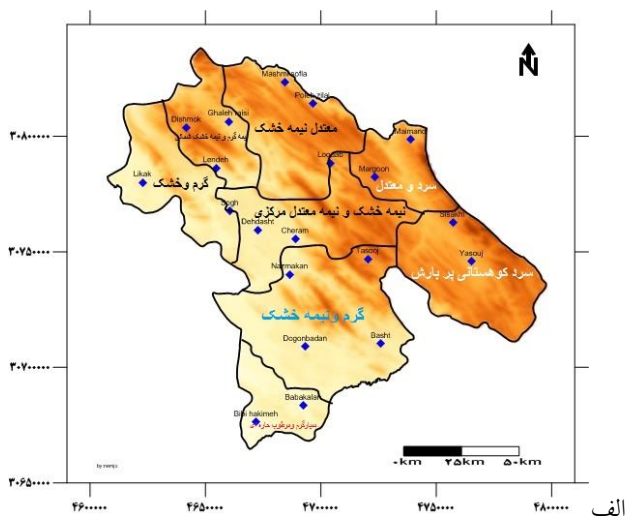
شمال غربی و جنوب غربی			مرکز و شرق				پهنه آب و هوا	
ناحیه ۸	ناحیه ۷	ناحیه ۵	ناحیه ۳	ناحیه ۶	ناحیه ۴	ناحیه ۲	ناحیه ۱	تمام ناحیه
۵۳	۶۹	۴۰	۹۱	۹۰	۴۵	۱۴۵	۹۴	تعداد پیکسل
۱۳۲۵	۱۷۲۵	۱۰۰۰	۲۲۷۵	۲۲۵۰	۱۱۲۵	۳۶۲۵	۲۳۵۰	مساحت به کیلومتر مربع
۸/۵	۱۱	۶/۴	۱۴/۵	۱۴/۴	۷/۲	۲۳/۱	۱۵	مساحت به درصد
۲۱	۲۳	۲۴	۱۸	۲۰	۱۵	۲۱	۱۶	متوسط دما
۴۰	۴۱	۴۸	۴۰	۴۰	۳۹	۴۲	۴۳	متوسط نم نسبی
۴۴۴	۳۶۷	۳۷۲	۴۹۴	۵۰۸	۵۶۲	۴۹۷	۷۲۴	متوسط بارندگی
۲۷	۳۶	۲۱	۱۸	۲۰	۱۴	۱۸	۱۵	متوسط گرد و غبار

این ناحیه شامل نواحی شمالی شهرستان دنا و ایستگاه پاتاوه می شود که حدود ۷/۲ درصد که تقریباً ۱۱۲۵ کیلومتر مربع از مساحت استان است را شامل می شود. و سردترین ناحیه در این پهنه ها است و دارای کمترین میزان روزهای گرد و غباری است. همچنین بعد از ناحیه یک (سرد کوهستانی و پربارش) دارای بیشترین میزان بارندگی در سطح استان است.

ناحیه سه (معتدل نیمه خشک):

این ناحیه که شامل مارگون است با ۱۴/۵ درصد مساحت حدود ۲۲۷۵ کیلومتر مربع از مساحت استان را شامل می شود. دارای متوسط دمای ۱۸ درجه سانتیگراد و همچنین میزان ۴۹۴ میلی متر بارندگی است.

ناحیه چهار سرد و نیمه بارشی):



شکل ۶- نقشه (الف) و دارنمای تفکیک مکانی (ب) هشت پهنه های آب و هوایی استان کهگیلویه و بویراحمر

ناحیه پنج (بسیارگرم و مرطوب حاره‌ای):

این ناحیه که شامل ایستگاه‌های باباکلان و بی‌بی‌حکیمه است دارای بالاترین میانگین دما یعنی ۲۴ درجه سانتیگراد است. این ناحیه کمترین مساحت به میزان ۶/۴ درصد حدود ۱۰۰۰ کیلومتر مربع را دارد. متوسط رطوبت نسبی در این ناحیه ۴۸ درصد است که بیشترین میزان رطوبت در ناحیه‌های موجود می‌باشد.

ناحیه شش (نیمه خشک و نیمه معتدل مرکزی):

این ناحیه شامل کبکیان، لوداب دهدشت مرکزی، و سوق هست که حدود ۱۴/۵ درصد مساحت استان را شامل می‌شود. میانگین دما در این ناحیه ۲۰ درجه سانتیگراد هست. میانگین میزان بارندگی این ناحیه، ۵۰۸ میلی‌متر در سال است.

ناحیه هفت (گرم و خشک):

نماینده‌های این پهنه اقلیمی شامل لیکک، ممبی و سرآسیاب یوسفی است. این ناحیه ۱۱ درصد و حدود ۱۷۲۵ کیلومتر مربع از مساحت استان را در بر دارد و دارای بیشترین میانگین روزهای گرد و غباری و کمترین میزان میانگین بارندگی در بین نواحی موجود است.

ناحیه هشت (نیمه گرم و نیمه خشک شمالی):

نماینده این پهنه اقلیمی، شامل دیشموک، قلعه رئیسی، و چارروسا می‌باشد که ۸/۵ درصد مساحت استان را پوشش داده و ۱۳۲۵ کیلومتر مربع مساحت دارد. میانگین دما در این ناحیه ۲۱ درجه سانتیگراد و میزان بارندگی ۴۴۴ میلی‌متر در سال است (شکل ۶).

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

به کارگیری روش‌های نوین آماری مانند تحلیل مؤلفه‌های اصلی و تحلیل خوشه‌ای برای شناخت خرده اقلیم‌های پهنه‌ای استان، نسبت به روش‌های ناحیه‌بندی سنتی یا کلاسیک، مانند روش‌های دمارتون، کوپن، ایوانف، سلینینف و آمبرژه و ... برتری کامل روش‌های نوین آماری را در شناسایی پهنه‌های متمایز خردتر اقلیمی نشان می‌دهند. استان کهگیلویه و بویراحمد علیرغم این که در سیستم‌های بزرگ اقلیمی به طور یکپارچه تحت تأثیر شرایط سینوپتیکی واحد قرار می‌گیرد، اما به خاطر گوناگونی عوامل محلی اقلیمی مخصوصاً تنوع توپوگرافی هم از نظر تفاوت ارتفاعی و هم از نظر آرایش ناهمواری‌ها در استان و نیز نزدیکی به پهنه‌های آبی بزرگ در

جنوب، باعث شده که از ریزاقلیم‌ها و نواحی اقلیمی متفاوتی برخوردار باشد. نتایج این پژوهش هم تنوع اقلیمی این استان را نشان می‌دهند، بطوریکه از نواحی گرم و خشک تا سرد و پربارش در این استان وجود دارد. در بین کلیه عوامل اقلیمی استخراجی، عامل دمایی و ابری-بادی به ترتیب با ۶۱ و ۱۹ درصد تبیین واریانس کل داده‌ها، مهمترین نقش‌ها را در تعیین تنوع اقلیمی استان داشته‌اند. قلمرو حاکمیت عامل اول یعنی مؤلفه دمایی بیشتر در محدوده‌ی غربی استان به چشم می‌خورد به طوریکه به خاطر ارتفاع کمتر و نزدیکی به بیابانهای گرم منطقه و کمبود بارش نقش دما در این منطقه پررنگ‌تر می‌باشد. درحالی‌که هر چه به نیمه‌ی شرقی استان نزدیکتر می‌شویم، بر میزان بارش به طور محسوسی افزوده می‌شود. در این پژوهش، براساس نواحی که مشابهت بیشتری به هم دارند، اقلیم استان به هشت پهنه آب و هوایی شامل ۱- ناحیه (سرد کوهستانی پر بارش) ۲- ناحیه (گرم و نیمه خشک) ۳- ناحیه (سه معتدل نیمه خشک) ۴- ناحیه (سرد و نیمه بارشی) ۵- ناحیه (بسیارگرم و مرطوب حاره‌ای) ۶- ناحیه (نیمه خشک و نیمه معتدل مرکزی) ۷- ناحیه (گرم و خشک) ۸- ناحیه (نیمه گرم و نیمه خشک شمالی) تقسیم شد. در تقسیم‌بندی که گرامی مطلق و همکاران (۱۳۸۵) برای استان بوشهر انجام داده‌اند، پهنه اقلیمی "دیلیمی" که هم مرز با ناحیه شماره ۵ (بسیار گرم و مرطوب و حاره‌ای) در استان کهگیلویه و بویراحمد می‌باشد، میانگین مشابهی با میانگین‌های این پژوهش دارد. همچنین نواحی شمالی استان کهگیلویه و بویراحمد که در این پژوهش با عنوان "معتدل و نیمه خشک" اشاره شده است، تقریباً مشابه ناحیه نیمه مرطوب و گرم چهارم حال و بختیاری در پژوهش سلطانی و همکاران (۱۳۸۹) می‌باشد (تفاوت عمده در میزان بارش متوسط دو ناحیه می‌باشد).

به پژوهشگران پیشنهاد می‌گردد که برای بررسی دقیقتر پهنه‌های اقلیمی استان در آینده، از عناصر اقلیمی استفاده کنند که براساس نتایج این پژوهش نقش مهمتری در اقلیم استان دارند. از آنجاکه در پهنه‌هایی از استان بدلیل مشکلات و سختی دسترسی، فعلاً هیچ گونه اطلاعات هواشناسی ثبت نمی‌شود، قطعاً در آینده با ثبت این اطلاعات می‌توان به نتایج دقیقتری درباره اقلیم این نواحی دست یافت. لذا با افزایش ایستگاه‌های هواشناسی در منطقه و نیز افزایش مدت آمار ثبت شده عناصر

اقلیمی می توان به نتایج کاملتری در این زمینه رسید. بعلاوه پیشنهاد می گردد در تعیین روشهای میان یابی دقت شود که بهترین روش میان یابی با توجه به اقلیم از بین روشهای مختلف میان یابی، آزمایش و انتخاب گردد. همچنین می توان در این روشها، خصوصیات اقلیمی (ارتفاع، نزدیکی به دریا و...) را لحاظ کرد. از همه مهمتر باید موضوع تغییر و یا نوسانات اقلیمی را هم در نظر گرفت. قطعا عناصر اقلیمی که تاثیر بیشتری بر اقلیم استان کهگیلویه و بویراحمد دارند دارای نوسانات اقلیمی می باشند که باید در بازه های مختلف، ضمن تکرار این چنین پژوهشهایی به نوع و نقش این نوسانات نیز پی برد.

منابع

- Almazroui, M., Dambul, R., Islam, M.N. and Jones, P., 2015. Principal Components-based regionalization of the Saudi Arabian climate. *International Journal of Climatology*, 35(9): 2555-2573.
- Anyadike, R.N.C, 1987, A multivariate classification and regionalization of west African climates, *Journal of Climatology*, (7), pp. 157-164.
- Ayoade, J.o. 1976, on the use of multivariate techniques in climate classification and regionalization, *Arch. Met. Geoph. Biokl., Ser. B*, (24), pp. 257-267.
- Azizi, Gh. 2001. Digital Classification of Selected Climatic Stations in Iran by Litynski method. *Geographical Research*, (41), pp. 51-39.
- Carvalho, M., Melo-Gonçalves, P., Teixeira, J. and Rocha, A., 2016. Regionalization of Europe based on a K-Means Cluster Analysis of the climate change of temperatures and precipitation. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 94: 22-28
- Farajzadeh M. 2015. *Climatology Techniques. The Organization for Researching and Composing University textbooks in the Humanities (SAMT)*. 288 p
- Flores MAS. 2008. *Assessing the Variability of Long-Term Mexican Instrumental Records and the ENSO Modulating Force*, PhD thesis, University of East Anglia, London
- Gerami Motlagh, M, and Shabankari, M. 2006. Climatic zoning of Bushehr province. *Quarterly Research Bulletin of Isfahan University (Humanities), Special Issue of Geography*, (20), pp. 210-187.
- Heydari, H. and Alijani, B. 1999. Climatic classification of Iran using multivariate statistical techniques. *Quarterly Journal of Geographical Research*, (37), pp. 74-57.
- Homami, M., Khosravi, R., and Malekian, M. 2014. Comparison of Land Statistics Methods in Determining the Best Method for Interpolating Bioclimatic Data in Modeling the Distribution of Animal Species in the Center of Iran, *Journal of Applied Ecology (No. 8)*; pp. 57-67.
- Jolliffe, I.T. and Philipp, A., 2010. Some recent developments in cluster analysis. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 35(9): 309-315.
- Montazeri, Majid (2013), Application of multivariate methods in cluster zoning, Case Study Isfahan Province, Isfahan University, *Journal of Geographical Research: (28)*, No. 3 (110); pp. 1-16.
- Pineda-Martinez, L., Carbajal, N. and Medina-Roldan, E., 2007. Regionalization and classification of bioclimatic zones in the central-northeastern region of México using principal component analysis (PCA). *Atmósfera*, 20(2): 133-145.
- Saliqe, M, and Barimani, F; and Esmail Nejad, M. 2008. Climatic zoning of Sistan and Baluchistan province. *Geography and Development Iranian Journal*, (12), pp. 116-101.
- Soltani, S., Yaghmaei, L., Khodaghohi, M., Sabouhi, R., 2010. Bioclimatic zoning of Chaharmahal and Bakhtiari province using multivariate statistical methods, *Journal of Sciences and Technology of Agriculture and Natural Resources, Water and Soil Science* , (14), No. 54, pp. 68-53.
- Torabi, S; Jahanbakhsh, S. 2004. Determination of the underlying variables in Iran's climatic classification: the introduction and application of factor analysis method and the analysis of the main components in the analysis of geographic and climatological studies. *Quarterly journal of geographic research*, (72), pp. 151-165.
- White, D., Richman, M., Yarnal, B. 1991, Climate regionalization and rotation of principal components, *International Journal of Climatology* (11), pp. 1-25.
- Yarnal, B., 2006, *Synoptic climatology and its application in environmental studies*, Translated by Seyyed Abolfazl Masoudian, Isfahan: University of Isfahan.