پهنه‌بندی اقلیمی استان اردبیل با استفاده از روش‌های چند متغیره

مهدی فروتن[۱]، برومند صلاحی [۲*]

۱- دانشجوی دکتری تخصصی رشته آب و هواشناسی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی

۲*- استاد گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی

*ایمیل نویسنده مسئول: bromand416@yahoo.com

تاریخ دریافت : ۱۴۰۱/۰۸/۱۸ تاریخ پذیرش : ۱۴۰۱/۰۹/۲۰

چکیده

پهنه‌بندی اقلیمی و شناخت عوامل و عناصر مؤثر اقلیمی در تعیین پتانسیل‌های اقلیمی می‌تواند بسیار مؤثر واقع شود. هدف از این پژوهش نیز توجه به این اصل بوده تا توان‌های محیطی و محدودیت‌ها شناخته شود و در مقابل حوادث طبیعی مقابله شود. در این راستا به پهنه‌بندی اقلیمی استان اردبیل با استفاده از روش‌های نوین پرداخته شد. ابتدا برای ۱۱ ایستگاه سینوپتیکی این استان، ۲۲ پارامتر مهم هواشناسی برای دوره آماری ۱۲ ساله (۲۰۰۹-۲۰۲۱) از اداره کل هواشناسی دریافت گردید. در مرحله بعد میانگین سالانه این متغیرها برای هر ایستگاه به‌دست آمد و چون مقیاس اندازه‌گیری آن‌ها متفاوت بود اقدام به استانداردسازی آن‌ها در محیط نرم‌افزار Spss شد. سپس در همین نرم‌افزار تحلیل عاملی روی این داده‌ها انجام گرفت و نتایج خروجی آن ۵ عامل اصلی بود که عبارت‌اند از: عامل اول حرارتی با درصد واریانس ۳۱/۸۹، عامل دوم فشار-بخار با درصد واریانس ۲۱/۰۸، عامل سوم نمناکی با درصد واریانس ۱۸/۶۱، عامل چهارم بارشی با درصد واریانس ۱۴/۰۵و عامل پنجم بادی-تابشی با درصد واریانس ۷/۴۸ که در مجموع ۹۳/۱۲ درصد رفتار اقلیمی منطقه را تبیین نمودند. در مرحله بعد با توجه به خروجی عوامل ۵ گانه، از روش تحلیل خوشه‌ای سلسله مراتبی Ward، سه ناحیه اقلیمی مشابه از هم متمایز گشتند. همچنین برای نشان دادن قلمرو فعالیت هر کدام از این عوامل، در محیط نرم‌افزار Gis و با استفاده از روش درونیابی Idw اقدام به پهنه‌بندی اقلیمی شد. با توجه به نقشه نهایی به‌دست آمده بیشتر تمرکز این عوامل در شهرستان‌های پارس‌آباد، بیله‌سوار، نمین، سرعین و گیوی بوده است. مطابق طبقه‌بندی اقلیمی دومارتن نیز تشخیص داده شد اقلیم استان اردبیل جزء اقلیم نیمه‌خشک محسوب می‌شود.

کلمات کلیدی

" پهنه‌بندی "، "، تحلیل عاملی "، " خوشه‌ای "، " درونیابی IDW "،" اردبیل "،

۱- مقدمه

اقلیم شرایط پیچیده و خلاصه‌ای از وضعیت جوی یک منطقه است که در ارتباط با عوامل جغرافیایی تغییر می‌کند. در طبقه‌بندی اقلیم مختلف زمین یک روش کلی که مورد قبول همه دانشمندان قرار بگیرد وجود ندارد و طبقه‌بندی‌ها بر اساس اهداف مختلف پایه‌گذاری می‌شوند. برای شناخت اقلیم از مجموعه قواعدی بهره برده می‌شود که مناطق با آب‌وهوای مشابه را در یک گروه قرار می‌دهد و از آن به عنوان طبقه‌بندی اقلیمی یاد می‌شود (یارمرادی و عباس‌نژاد، ۱۳۹۹:۴۷). به عبارتی منطقه‌ای از سطح زمین که اثرات ترکیب‌شده فاکتورهای اقلیمی بر آن سبب برقراری شرایط همگنی شود یک نوع اقلیم یا منطقه اقلیمی گفته می‌شود. برای بررسی اقلیم یک ناحیه توجه به عناصر و عوامل اقلیمی ضرورت دارد (وحدانی، ۱۳۹۲:۴۰۵). ناحیه‌بندی پدیده‌ها بر حسب مکان، در جغرافیا سابقه‌ای بسیار طولانی دارد. نتیجه این بررسی جداسازی نواحی جغرافیایی و پدید آمدن جغرافیای ناحیه‌ای است. هر ناحیه جغرافیایی بخشی از سطح زمین است که تجانس درونی چشمگیری از نظر پدیده‌ها و فرایندهای موجود در آن دارد؛ بنابراین هدف اصلی گروه‌بندی اقلیمی کشف نظم موجود در اوضاع آب‌وهوایی کل سطح زمین و شناخت دقیق و جامع پدیده‌های اصلی آب‌وهوایی می‌باشد (کاویانی و علیجانی، ۱۳۹۳:۳۶۴). اقلیم‌شناسان امروزی روش‌های گوناگونی برای طبقه‌بندی به‌کار می‌برند که در تمام این روش‌ها دو مورد مدنظر قرار می‌گیرد. اولی تعیین معیارهای لازم جهت طبقه‌بندی و دوم تعیین مرز بین دو گروه یا منطقه آب‌وهوایی. روش‌های تقسیم‌بندی اقلیمی عمدتاً در قالب دو گروه قرار می‌گیرند که عبارت‌اند از: ۱- روش‌های تجربی ۲- روش‌های ژنتیک. طبقه‌بندی اول بر پایه مشاهدات واقعی تأثیر اقلیم بر تغییرات پدیده‌های محیطی قرار دارد و مبتنی بر دو یا سه متغیر اقلیمی است. این طبقه‌بندی سابقه‌ای بسیار طولانی دارد و اصطلاحاتی که برای نام‌گذاری مناطق مختلف اقلیمی در این نوع سیستم وجود دارد برگرفته از نام مناطق و عناصر محیط طبیعی سطح سیاره زمین می‌باشد مانند ساوان یا استپی. از آن‌جائی‌که در این نوع سیستم طبقه‌بندی تمام عوامل و عناصر اقلیمی مورد لحاظ قرار نمی‌گیرد و نقطه ضعفی برای آن محسوب می‌شود روش‌های دیگری برای طبقه‌بندی اقلیمی ایجاد شد که اساس و منشأ آن را عوامل پدیدآورنده اقلیم از قبیل تابش خورشید، خصوصیات توده‌های هوا، گردش عمومی جو و غیره تشکیل می‌داد که این نوع طبقه‌بندی اقلیمی را ژنتیک می‌نامند (جعفرپور، ۱۳۹۷:۸). در مورد بحث پهنه‌بندی اقلیمی مطالعاتی در ایران و خارج از کشور انجام گرفته است از جمله: سلیقه و همکاران (۱۳۸۷)، در پهنه‌بندی اقلیم استان سیستان و بلوچستان از ۲۰ متغیر اقلیمی مربوط به ۱۰ ایستگاه هواشناسی استفاده نمودند و ۵ عامل رطوبت جوی، بارش، حرارت، تابش، باد و تندر را در اقلیم این استان مؤثر دانسته‌اند و همچنین با روش خوشه‌ای ۵ ناحیه آب‌وهوایی را از هم متمایز ساخته‌اند. مزیدی و همکاران (۱۳۹۱)، در پهنه‌بندی اقلیمی استان‌های همدان و کردستان از روش‌های نوین و Gisبهره بردند آن‌ها از ۱۸ متغیر اقلیمی مربوط به ۱۱ ایستگاه سینوپتیکی استان‌های مذکور استفاده کردند و با روش تحلیل عاملی ۵ عامل اقلیمی بارشی، برفناکی، رطوبت جوی، بخاری، ابرناکی را شناسایی نمودند که از بین آن‌ها عامل بارشی و برفناکی به تنهایی ۵۶ درصد رفتار اقلیمی مناطق موردمطالعه را تبیین نموده است. خسروی و آرمش (۱۳۹۱)، در پهنه‌بندی اقلیمی استان مرکزی از روش تحلیل

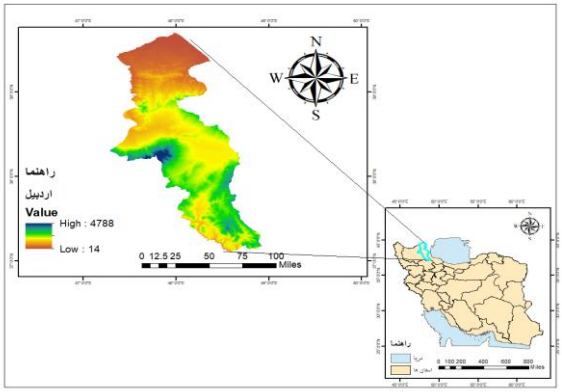
عاملی و خوشه‌ای استفاده نموده و برای این کار از ۲۹ متغیر اقلیمی مربوط به ۲۱ ایستگاه سینوپتیک بهره بردند آن‌ها ۶ مؤلفه اقلیمی را که ۹۰ درصد رفتار اقلیمی منطقه را نشان می‌داد شناسایی نمودند و ۷ ناحیه آب‌وهوایی را با روش تحلیل خوشه‌ای از هم متمایز ساختند. فلاح قالهری و همکاران (۱۳۹۴)، آب‌وهوای استان گیلان را با روش‌های چند متغیره ناحیه‌بندی نمودند و نشان دادند اقلیم این استان ساخته دو عامل بوده که در مجموع ۹۹/۴۴ درصد پراش متغیرهای اولیه را بیان نموده است. آن‌ها با روش میانیابی IDW این عوامل را در سطح استان نشان دادند همچنین با روش خوشه‌ای سه ناحیه اقلیمی را از هم متمایز ساختند. در کار تحقیقی دیگر نظم‌فر و گلدوست (۱۳۹۴)، نواحی شمال و شمال‌غرب ایران را با استفاده از روش تحلیل عاملی و خوشه‌ای پهنه‌بندی نمودند و به این نتیجه دست یافتند که پنج عامل اصلی حدود ۹۳/۳۵ درصد رفتار اقلیمی منطقه موردمطالعه را تبیین نموده و ۱۰ ناحیه اقلیمی برای این مناطق شناسایی نمودند. گل‌کار حمزیی یزد و همکاران (۱۳۹۵)، استان خراسان جنوبی را با استفاده از نرم‌افزار Gis پهنه‌بندی نمودند. آن‌ها برای این کار از ۳۴ متغیر اقلیمی ۷ ایستگاه سینوپتیک و ۴ ایستگاه کلیماتولوژی استفاده کردند و با تحلیل عاملی روی این داده‌ها نشان دادند ۶ عامل اقلیمی حدود ۹۶/۵ درصد رفتار اقلیمی این استان را تبیین نموده و تحلیل خوشه‌ای نیز ۶ ناحیه اقلیمی را مشخص کرده است. صالحوند و همکاران (۱۳۹۷)، حوضه آبخیز کارون را با تأکید بر تحلیل عاملی و خوشه‌ای طبقه‌بندی اقلیمی نمودند. آن‌ها جهت انجام این کار از ۳۴ متغیر اقلیمی مربوط به ۳۲ ایستگاه سینوپتیکی استفاده کردند. نتایج تحلیل عاملی آن‌ها نشان داد ۵ عامل اصلی ۹۲/۶۸ درصد از تغییرپذیری متغیرها را توضیح داده است و با استفاده از روش طبقه‌بندی تورنت ویت و دومارتن دریافتند که اقلیم منطقه خشک و نیمه‌خشک می‌باشد. طاوسی و آرامش (۱۳۹۹)، به بررسی تغییرپذیری مکانی مؤلفه‌های اقلیمی استان اصفهان با استفاده از تحلیل عاملی و خوشه‌ای پرداختند. نتایج کار آن‌ها نشان داد پنج عامل اصلی بیش از ۹۲ درصد از رفتار اقلیمی منطقه را تبیین نموده و هفت ناحیه اقلیمی را بر اساس روش خوشه‌ای شناسایی نمودند. باسالیروا[1] (۱۹۹۵)، به منظور پهنه‌بندی بارش در کشور اوگاندا از روش تجزیه‌وتحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) بهره بردند. بدین منظور از داده‌های ماهانه بارش ۱۰۲ ایستگاه باران‌سنج در طول دوره آماری ۱۹۴۰-۱۹۷۵ استفاده نموده و نشان دادند چهار حالت PCA که حدود ۶۵ درصد واریانس بارندگی سالانه را تشکیل می‌دادند، معنی‌دار بوده است همچنین الگوهای منطقه‌ای PCA اوگاندا را به ۱۴ منطقه اقلیمی همگن تقسیم نمود. جونیور[2] و همکاران (۲۰۱۲)، ایالت میناس گرایس واقع در برزیل را با روش طبقه‌بندی کوپن مورد پهنه‌بندی قرار دادند و برای این ایالت سه گروه عمده آب‌وهوایی گرمسیری بارانی، خشک و معتدل گرم را مشخص نمودند که در مجموع ۹۹/۸۹ درصد از مساحت ایالت مذکور را اشغال نموده‌اند. جنگ[3] و همکاران (۲۰۱۴)، به پهنه‌بندی آب‌وهوای خشک/مرطوب و تعیین حدود مناطق خشک شمال غربی چین بر اساس روش تحلیل عاملی و خوشه‌ای پرداختند. آن‌ها از داده‌های آب‌وهوایی ۳۰ سال گذشته (۱۹۸۱-۲۰۱۰) از ۱۹۱ ایستگاه در سه استان و سه منطقه خودمختار شمال غربی چین استفاده نموده و نشان دادند که مناطق آب‌وهوایی مرطوب/خشک عمدتاً در امتداد کوه‌ها، رودخانه‌ها و مرزهای بیابانی توزیع شده‌اند. کرلیک[4] و همکاران (۲۰۱۸)، به پهنه‌بندی تاکستان بر اساس عوامل طبیعی خاک با استفاده از آمار چند متغیره در بورگنلند (اتریش) پرداختند آن‌ها داده‌های جغرافیایی فیزیکی مرتبط را برای مجموع ۶۶۶۷۳ منطقه تاکستان استخراج نموده سپس با تحلیل عاملی داده‌ها را کاهش دادند و در نهایت با روش خوشه‌بندی-k means پنج منطقه مدیریتی همگن را شناسایی نمودند. پرائن[5] و همکاران (۲۰۱۹)، در پهنه‌بندی اقلیمی ماداگاسکار از روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی بهره بردند. آن‌ها از پایگاه داده‌ای ۴۷ ایستگاه هواشناسی برای انجام خوشه‌بندی سلسله مراتبی استفاده کرده سپس با درونیابی فضایی در محیط نرم‌افزار Gis سه منطقه آب‌وهوایی را کشف نمودند. یانگ[6] و همکاران (۲۰۲۰)، به منطقه‌بندی اقلیم روسازی آسفالتی بر اساس الگوریتم خوشه‌بندی K-Means پرداختند. آن‌ها با استفاده از تجزیه و تحلیل مؤلفه اصلی (PCA) سه عامل ضریب دما، عامل بارش و ضریب تشعشع را به‌عنوان فاکتورهای خوشه‌ای استخراج نمودند و منطقه تحقیقاتی را از طریق الگوریتم خوشه‌بندی-K means به چهار منطقه آب‌وهوایی روسازی آسفالت تقسیم نمودند. بساح و همکاران (۲۰۲۲)، به پهنه‌بندی اقلیمی کشور غنا با روش تحلیل خوشه‌ای و PCA پرداختند و ایستگاه‌های سینوپتیک را در چهار خوشه اصلی همگن گروه‌بندی کردند. با توجه به این‌که شناخت اقلیم حاکم بر یک منطقه جغرافیایی برای درک خصوصیات طبیعی و استفاده از پتانسیل‌های آن همواره برای بشر اهمیت خاصی دارد به همین خاطر ضرورت یافته با الگوبرداری از کاربرد روش‌های نوینی که توسط سایر محققین برای پهنه‌بندی اقلیمی انجام می‌گیرد در سطح استان اردبیل نیز به کار برده شود.

۲- روش انجام تحقیق

- **محدوده موردمطالعه**

استان اردبیل در بخش شمال فلات ایران واقع شده است. وسعت مساحت آن ۱۷۸۶۷ کیلومترمربع معادل ۱/۱ درصد مساحت ایران می‌باشد. مختصات جغرافیایی آن بین ۳۷ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۳۹ درجه ۴۹ دقیقه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۴۸ درجه ۵۵ دقیقه طول شرقی می‌باشد. این استان شکل کشیده دارد که فاصله شمالی‌ترین تا جنوبی‌ترین نقطه آن در حدود ۲۹۵ کیلومتر و فاصله شرقی‌ترین تا غربی‌ترین نقطه آن ۱۳۲ کیلومتر است. این استان از شمال به جمهوری آذربایجان، از شرق به گیلان، از جنوب به زنجان و از غرب به تبریز محدود می‌شود. این استان بر اساس تقسیمات کشوری در سال ۱۳۹۰، دارای ۱۰ شهرستان، ۲۶ شهر، ۲۹ بخش، ۷۱ دهستان، ۱۶۹۶ آبادی دارای سکنه می‌باشد (نظم‌فر و همکاران، ۱۳۹۷:۳۱). شکل ۱ موقعیت جغرافیایی استان اردبیل را نشان می‌دهد.

1- Basalirwa
2- Júnior et al
3- Geng et al
4- Karlik et al
5- Praene et al
6- Yang et al



شکل۱- موقعیت جغرافیایی استان اردبیل (منبع: نگارنده، ۱۴۰۰)

- **مواد و روش**

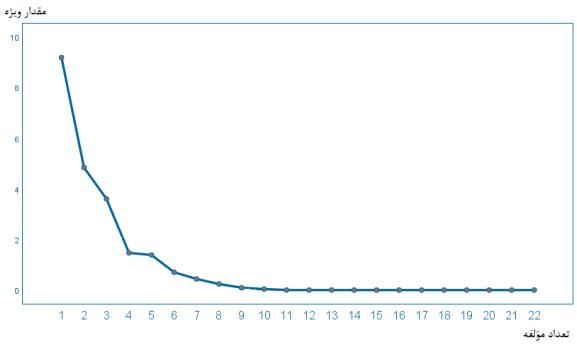
در این پژوهش برای انجام تجزیه‌وتحلیل آماری از میانگین سالانه ۲۲ پارامتر آب‌وهواشناسی ۱۱ ایستگاه سینوپتیک واقع در استان اردبیل، برای دوره آماری دوازده ساله (۲۰۰۹-۲۰۲۱) استفاده شد. به علت تفاوت در مقیاس اندازه‌گیری داده‌ها در نرم‌افزار SPSS این داده‌ها به نمره Z استاندارد تبدیل شد و به منظور کاهش تعداد متغیرها روش تحلیل عاملی به کار گرفته شد. این روش توسط لورنز در سال ۱۹۵۶ میلادی در تحقیقات اقلیم‌شناسی رایج شد و نام این روش را تابع تجربی غیرهمبسته نامید. روش تحلیل عاملی همه متغیرهای وابسته را با عنوان یک عامل جدید با هم ترکیب می‌کند. محصول این روش در خوشه‌بندی یا گروه‌بندی بر اساس فاصله استفاده می‌شود سازوکار خود تحلیل عاملی بر پایه همبستگی بین متغیرها استوار است و مهم‌ترین خصوصیت آن این است که بتواند رابطه بین متغیرهای اولیه و عامل‌های ایجادشده را به صورت ساده بیان کند و عامل‌های به‌وجودآمده از نظر علمی قابل تفسیر یا توجیه باشد (علیجانی، ۱۳۸۱:۱۸۰). با استفاده از روش تحلیل عاملی، بار عاملی هر ایستگاه موردمطالعه به‌دست آمد و به‌منظور نشان دادن قلمرو فعالیت هر عامل اقلیمی در محیط نرم‌افزار Gis از روش درونیابی IDW استفاده شد. در ادامه برای تعیین مناطق مشابه اقلیمی از روش خوشه‌ای سلسله مراتبی ward استفاده شد. این روش که در سال ۱۹۳۹ ارائه شد بر روی داده‌های کمی قابل انجام است. تحلیل سلسله مراتبی و تحلیل خوشه‌ای میانگین، پرکاربردترین الگوریتم‌های آن محسوب می‌شود تفاوت این دو الگوریتم در این است که در تحلیل خوشه‌ای میانگین تعداد گروه‌ها یا طبقات از قبل مشخص شده و تک تک پارامترها در این طبقات قرار می‌گیرند اما در روش تحلیل سلسله مراتبی تعداد خوشه‌ها یا گروه‌ها نامشخص است و روش بر اساس تکنیک‌های متعدد این گروه‌ها را شناسایی نموده و در قالب یک نمودار شاخه درختی آن‌ها را نشان می‌دهد. در این روش دو موضوع مورد توجه است یکی ادغام پارامترها و دیگری اندازه‌گیری فاصله بین متغیرها. در بحث ادغام گروه‌ها روش ward کاربرد بیش‌تری دارد و از رویکرد تحلیل واریانس برای ارزیابی فاصله بین کلاسترها استفاده می‌کند و اما در بحث دوم عمومی‌ترین روش محاسبه فاصله‌ها، فاصله اقلیدسی است که فاصله هندسی در فضای چندبعدی را اندازه‌گیری می‌کند (فرجزاده، ۱۳۹۴:۹۹). در مرحله آخر به‌منظور انجام طبقه‌بندی به روش تجربی از روش دومارتن استفاده شد. رابطه این روش به صورت ذیل است:

رابطه۱: $I=P/(T+10)$

در فرمول فوق، I ضریب خشکی، P میانگین بارندگی سالانه هر ایستگاه، T میانگین دمای سالانه هر ایستگاه است.

- **نتایج**

بر اساس روش تحلیل عاملی نمودار سنگ‌ریزه‌ای (شکل ۲) برای هر پارامتر نشان می‌دهد ۲۲ عنصر آب‌وهوایی با توجه به همبستگی درونی آن‌ها در ۵ عامل خلاصه شده‌اند. همه این عناصر اقلیمی در جدول ۱، بر حسب چرخش واریماکس در گروه‌هایی قرار گرفتند که به ترتیب از عامل اول تا عامل پنجم بیش‌ترین اهمیت را در تعیین شرایط اقلیمی داشته‌اند. اهمیت این عوامل بر حسب درصد واریانس (پراش) در جدول۲، آورده شده است. خروجی جدول مذکور برای تعیین اقلیم استان اردبیل بدین‌صورت بوده که از مجموع ۲۲ پارامتر اقلیمی ۵ عامل اصلی به‌دست آمد. این عوامل عبارت‌اند از: ۱- حرارتی، ۲- فشار-بخار، ۳- رطوبی، ۴- بارشی، ۵- بادی-تابشی که در مجموع ۹۳/۱۲ درصد رفتار اقلیمی منطقه را تبیین نموده‌اند. با مشخص شدن عوامل اقلیمی نمرات عاملی هر ایستگاه موردمطالعه نیز مطابق جدول ۳ به‌دست آمد با توجه به این جدول تسلط هر عامل بر هر یک از ایستگاه موردمطالعه مشخص شد و نقشه‌های تحلیل مکانی عامل‌ها رسم گردید.



شکل ۲- نمودار سنگ‌ریزه‌ای برای تعیین عامل‌ها

جدول ۱- ماتریس اجزای چرخشی واریماکس

متغیر	عامل اول	عامل دوم	عامل سوم	عامل چهارم	عامل پنجم
حداقل دید افقی	-۰/۰۳۷	۰/۰۵۸	-۰/۴۷۱	۰/۶۹۹	-۰/۲۴۱
میانگین سرعت باد	-۰/۱۵۵	۰/۲۰۸	۰/۳۱۵	-۰/۱۳۷	۰/۸۳۰
حداکثر دما	۰/۷۱۹	۰/۵۰۵	-۰/۱۸۵	-۰/۰۱۸	-۰/۳۳۲
حداقل دما	۰/۹۷۴	-۰/۰۸۰	-۰/۰۹۷	-۰/۱۲۶	-۰/۰۲۸
میانگین دما	۰/۹۴۶	-۰/۱۵۸	-۰/۲۲۴	-۰/۰۰۳	-۰/۰۳۶
حداقل فشار سطح دریا	۰/۵۵۳	۰/۷۳۰	-۰/۰۱۶	-۰/۰۷۸	۰/۲۶۱
میانگین فشار سطح دریا	۰/۳۴۹	۰/۸۸۰	-۰/۰۰۸	-۰/۱۴۳	۰/۰۸۶
میانگین فشار بخار	۰/۸۹۳	۰/۲۹۷	۰/۲۷۸	-۰/۱۱۹	-۰/۰۸۲
بارش ۲۴ ساعته	۰/۱۸۹	-۰/۶۳۵	-۰/۲۲۸	۰/۵۹۶	-۰/۱۵۲

میانگین ابرناکی روزانه	۰/۰۷۸	-۰/۲۶۶	۰/۸۲۳	-۰/۱۱۵	۰/۳۷۷
حداکثر ابرناکی روزانه	-۰/۰۸۴	۰/۱۰۶	۰/۹۶۳	-۰/۲۰۶	-۰/۰۳۹
حداکثر عمق برف	-۰/۱۸۶	-۰/۲۵۳	-۰/۱۵۱	۰/۹۱۵	۰/۰۶۰
حداکثر رطوبت نسبی	۰/۰۴۲	۰/۶۹۳	۰/۶۳۵	-۰/۱۸۳	-۰/۱۵۹
حداقل رطوبت نسبی	۰/۵۵۲	۰/۰۵۷	۰/۶۸۵	-۰/۲۶۱	۰/۳۱۲
میانگین رطوبت نسبی	۰/۲۶۰	۰/۴۲۹	۰/۷۷۸	-۰/۳۱۳	-۰/۰۳۴
ساعات آفتابی	-۰/۸۸۱	۰/۱۴۷	-۰/۳۷۶	۰/۰۹۳	-۰/۱۰۳
میانگین دمای نقطه شبنم	۰/۸۸۹	۰/۳۱۷	۰/۲۶۰	-۰/۱۳۹	-۰/۰۳۱
میانگین دمای تر	۰/۹۶۳	۰/۲۲۳	۰/۰۴۶	-۰/۰۷۲	-۰/۰۲۶
میزان بارش برف کلی	-۰/۱۸۶	-۰/۲۵۳	-۰/۱۵۱	۰/۹۱۵	۰/۰۶۰
حداکثر فشار سطح دریا	۰/۱۱۲	۰/۹۴۸	۰/۰۰۸	-۰/۱۸۳	-۰/۰۶۷
میزان تابش کلی ۲۴ ساعته	۰/۰۰۸	-۰/۵۸۷	-۰/۲۶۱	۰/۲۷۵	۰/۶۰۲
تبخیر	-۰/۶۳۸	۰/۴۶۲	-۰/۳۷۹	-۰/۳۱۷	۰/۱۶۸

جدول ۲- عوامل استخراجی با چرخش واریماکس

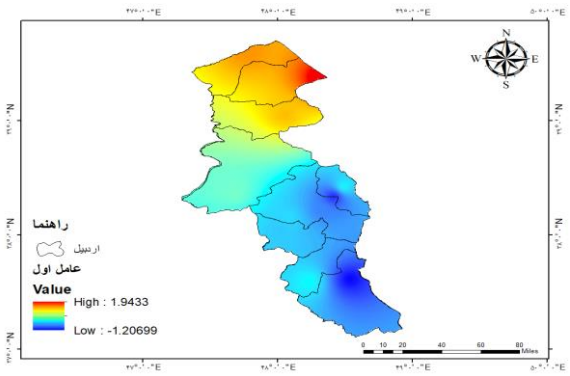
عامل	نام عامل	بار عاملی	پراش	پراش تجمعی	پارامترهای تحت پوشش
عامل اول	حرارتی	۷/۰۱	۳۱/۸۹	۳۱/۸۹	حداکثر دما، حداقل دما، میانگین دما، میانگین فشار بخار، میانگین دمای نقطه شبنم، میانگین دمای تر،
عامل دوم	فشار-بخار	۴/۶۳	۲۱/۰۸	۵۲/۹۷	حداقل فشار سطح دریا، حداکثر فشار سطح دریا، میانگین فشار سطح دریا، حداکثر رطوبت نسبی، ساعات آفتابی، تبخیر
عامل سوم	نمناکی	۴/۰۹	۱۸/۶۱	۷۱/۵۸	میانگین ابرناکی روزانه، حداکثر ابرناکی روزانه، حداقل رطوبت نسبی، میانگین رطوبت نسبی،
عامل چهارم	بارشی	۳/۰۹	۱۴/۰۵	۸۵/۶۴	حداقل دید افقی، بارش ۲۴ ساعته، حداکثر عمق برف، میزان بارش برف کلی،
عامل پنجم	بادی-تابشی	۱/۶۴	۷/۴۸	۹۳/۱۲	میانگین سرعت باد، میزان تابش کلی ۲۴ ساعته

جدول ۳- نمرات عاملی بر روی ایستگاه‌ها

ایستگاه‌ها	عامل اول	عامل دوم	عامل سوم	عامل چهارم	عامل پنجم
بیله‌سوار	۱/۹۴۳۵	۰/۲۳۰۴۸	۰/۲۶۰۲۹	۰/۴۹۳۵۹	۰/۳۵۱۴۱
اردبیل	-۰/۷۰۶۸۶	۰/۲۳۰۶۳	۰/۹۹۷۵۲	-۰/۱۰۱۲۴	-۰/۱۴۷۸۸
فیروزآباد	-۰/۲۲۸۵۶	۱/۱۶۲۲۱	-۲/۰۲۴۵۹	-۰/۴۱۲۴۵	-۰/۵۱۲۴۵
گرمی	۱/۰۶۰۲۹	-۰/۱۲۲۳۹	-۰/۴۷۶۳۶	-۰/۱۶۸۱۷	۰/۷۷۴۶۳
نیر	-۰/۴۳۳۳۹	۰/۵۶۵۳۱	۰/۱۱۹۸۸	۲/۲۴۳۹۱	۱/۲۶۹۲۹
مشگین‌شهر	۰/۰۰۵۷۴	-۱/۳۸۵۰۶	-۰/۷۵۷۵۳	-۰/۴۶۳۱۶	-۰/۶۳۹۰۳
نمین	-۰/۲۶۲۴۹	-۰/۵۳۱۸۵	-۰/۱۶۱۷۷	-۱/۶۰۱۴۶	۱/۸۹۳۰۱
سرعین	-۰/۳۶۲۲۶	-۲/۰۷۴۴۶	۰/۶۱۱۰۷	۰/۶۰۲۰۳	-۰/۵۹۲۶
خلخال	-۱/۲۰۷۰۶	۰/۱۴۶۷۴	-۰/۸۶۶۶۱	۰/۶۴۳۰۸	-۰/۸۲۵۰۲
فرودگاه اردبیل	-۱/۰۶۲۷۸	۱/۱۱۳۸۴	۱/۴۸۹۵۷	-۰/۹۲۹۰۴	-۰/۰۳۶۴۷
پارس‌آباد	۱/۲۵۳۸۸	۰/۶۶۴۵۴	۰/۸۰۸۵۳	-۰/۳۰۷۰۹	-۱/۵۳۴۸۹

- **عامل اول - حرارتی**

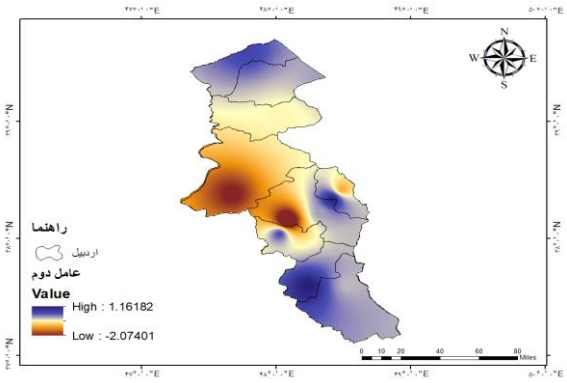
عامل اول بیش‌ترین بار را بر روی ایستگاه‌های سینوپتیک داشته و مقدار ۳۱/۸۹ درصد واریانس کل داده‌ها را تبیین نموده است. این عامل پارامترهای حداکثر دما، حداقل دما، میانگین دما، میانگین فشار بخار، میانگین دمای نقطه شبنم و میانگین دمای تر را شامل می‌شود و علت نام‌گذاری آن به حرارتی این است که بیشتر پارامترها مربوط به درجه حرارت هستند. همان‌طور که از شکل ۳ مشخص است نقش این عامل بیشتر محدود به نیمه شمالی استان شامل شهرستان‌های پارس‌آباد، بیله‌سوار، گرمی می‌باشد.



شکل ۳- عامل حرارتی (عامل اول)

- **عامل دوم- فشار-بخار**

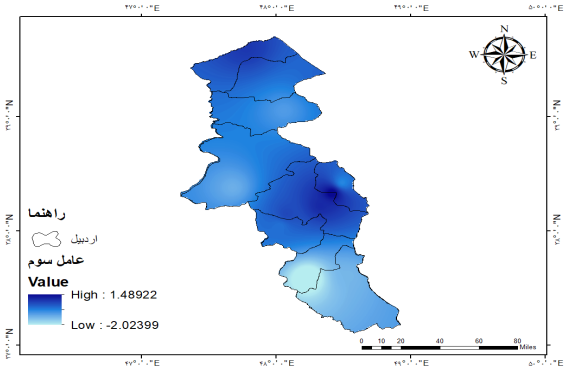
عامل دوم مقدار ۲۱/۰۸ درصد واریانس کل داده‌ها را تبیین می‌کند و شامل پارامترهای حداقل فشار سطح دریا، حداکثر فشار سطح دریا، میانگین فشار سطح دریا، حداکثر رطوبت نسبی، ساعات آفتابی و تبخیر می‌باشد و نام‌گذاری آن بر حسب این مؤلفه‌ها فشار-بخار می‌باشد. همان‌طور که از شکل ۴ مشخص است این عامل بیشتر محدود به شهرستان‌های پارس‌آباد و بیله‌سوار، خلخال، گیوی و بخش‌هایی از شهرستان نمین و اردبیل می‌باشد.



شکل ٤- عامل فشار-بخار (عامل دوم)

- **عامل ۳- نمناکی**

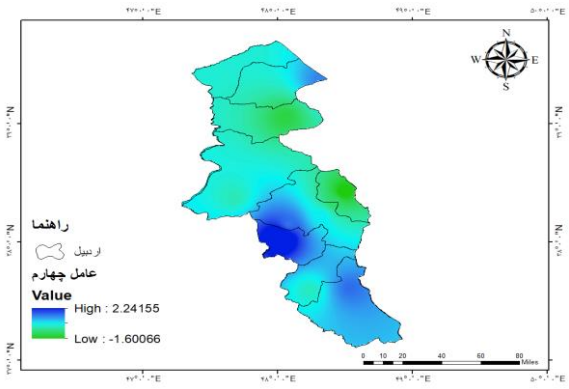
عامل سوم نمناکی هست که مقدار ۱۸/۶۱ درصد واریانس کل داده‌ها را شامل می‌شود و پارامترهای میانگین ابرناکی روزانه، حداکثر ابرناکی روزانه، حداقل رطوبت نسبی، میانگین رطوبت نسبی را در بر می‌گیرد. علت نام‌گذاری این عامل به نمناکی بدین دلیل است که بیش‌تر متغیرها رطوبی هستند. همان‌طور که از شکل ۵ مشخص است قلمرو حاکمیت این عامل در قسمت‌های مرکزی و شمال استان اردبیل می‌باشد و شهرستان‌های نمین، اردبیل، سرعین و پارس‌آباد را در بر می‌گیرد.



شکل ٥- عامل نمناکی (عامل سوم)

- **عامل چهارم- بارشی**

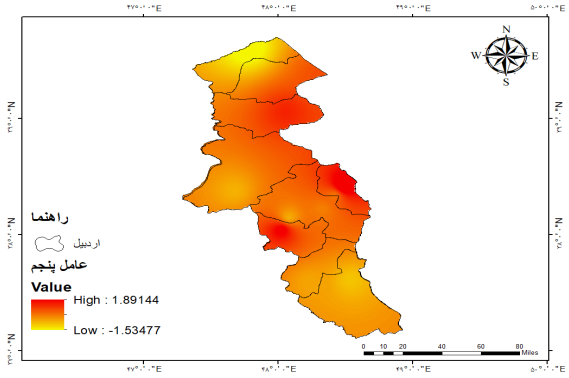
عامل بارشی به‌عنوان عامل چهارم شناخته می‌شود و مقدار ۱۴/۰۵ درصد واریانس کل داده‌ها را تبیین می‌کند. این عامل شامل پارامترهای حداقل دید افقی، بارش ۲۴ ساعته، حداکثر عمق برف، میزان بارش برف کلی می‌باشد و چون بیشتر متغیرها مربوط به بارش هستند این عامل بدین نام انتخاب گردید. همان‌طور که از شکل ۶ مشخص است بیشینه فعالیت این عامل در شهرستان سرعین می‌باشد.



شکل ٦- عامل بارشی (عامل چهارم)

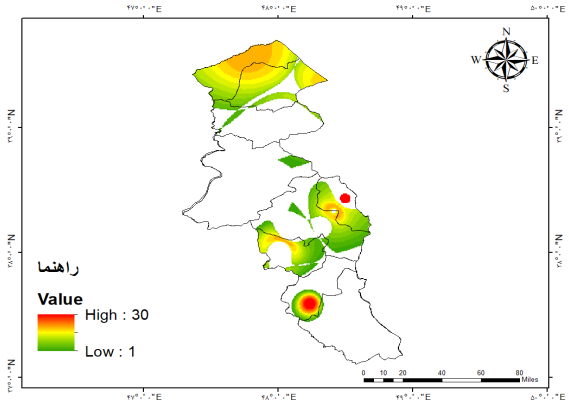
- **عامل پنجم- انرژی**

عامل بعدی که به‌عنوان آخرین عامل مؤثر در پهنه‌بندی اقلیمی استان اردبیل شناخته می‌شود عامل بادی و تابشی است که مقدار ۷/۴۸ درصد واریانس کل داده‌ها را تبیین می‌کند. این عامل شامل متغیرهای میانگین سرعت باد و میزان تابش کلی ۲۴ ساعته می‌باشد و همان‌طور که از شکل ۷ مشخص است بیشتر محدوده فعالیت این عامل در شهرستان‌های گرمی، نمین و سرعین می‌باشد.



شکل ۷- عامل انرژی (عامل پنجم)

با توجه به نقشه نهایی این عوامل (شکل ۸)، استنباط می‌شود بیش‌تر تمرکز عوامل یادشده در شهرستان‌های پارس‌آباد، بیله‌سوار، نمین، سرعین و گیوی می‌باشد.



شکل ۸- نقشه تمرکز عوامل مؤثر اقلیمی

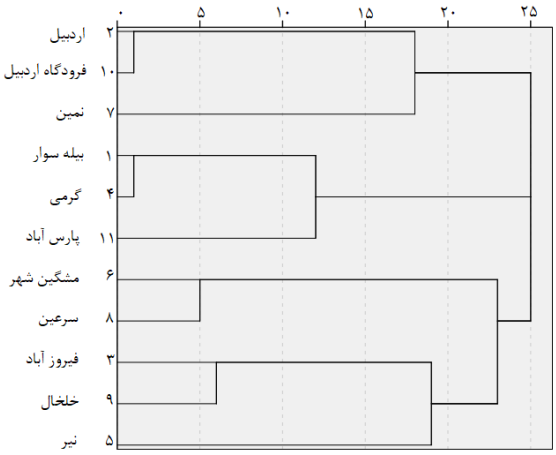
با توجه به نتایج بار عاملی (جدول ۳)، ایستگاه‌های موردمطالعه بر اساس خروجی آن با روش خوشه‌ای سلسله مراتبی Ward گروه‌بندی شدند و ۳ ناحیه اقلیمی مشابه بر اساس آن متمایز یافتند. شکل ۹، خروجی

تحلیل خوشه‌ای را به صورت نمودار دندروگرام و شکل ۱۰، ناحیه‌بندی اقلیم استان اردبیل را با روش یاد شده نشان می‌دهد. با توجه به این اشکال نواحی انتخاب شده به صورت ذیل است:

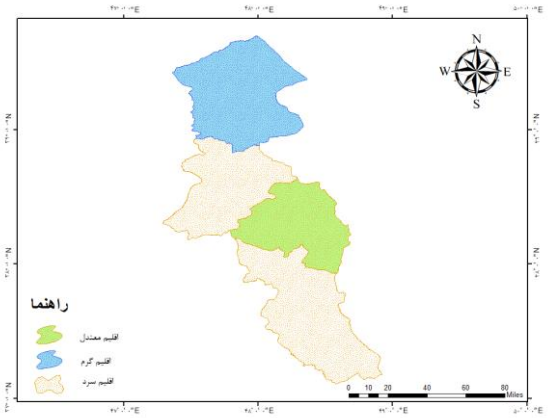
الف) ناحیه اول (اقلیم معتدل)، ایستگاه‌های نماینده: اردبیل، فرودگاه اردبیل، نمین

ب) ناحیه دوم (اقلیم گرم)، ایستگاه‌های نماینده: بیله‌سوار، پارس‌آباد، گرمی

ج) ناحیه سوم (اقلیم سرد)، ایستگاه‌های نماینده: مشگین‌شهر، سرعین، فیروزآباد، خلخال، نیر



شکل ۹- دندروگرام خوشه‌ای سلسله مراتبی ایستگاه‌های موردمطالعه



شکل ۱۰- ناحیه‌بندی اقلیمی استان با روش تحلیل خوشه‌ای

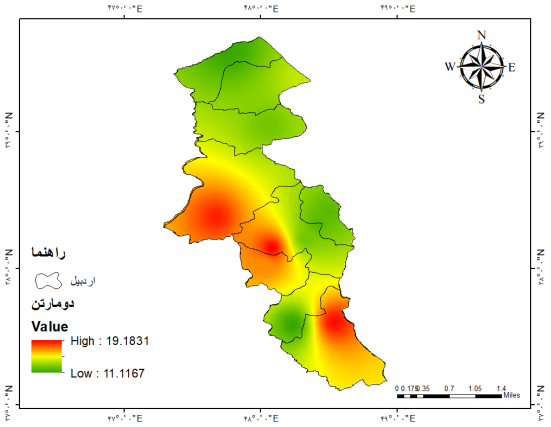
طبقه‌بندی اقلیمی دومارتن به‌عنوان یک روش تجربی است که بر پایه دما و بارش پایه‌گذاری شده است که در آن از دو پارامتر میانگین بلندمدت بارش سالانه و میانگین بلندمدت دمای سالانه استفاده می‌شود (یارمرادی و عباس‌نژاد، ۱۳۹۹:۴۸). طبقه‌بندی اقلیمی بر حسب این روش مطابق جدول ذیل می‌باشد.

جدول٤، طبقه‌بندی اقلیمی دومارتن

خشک	I <۱۰
نیمه‌خشک	۱۰ < I < ۱۹/۹
مدیترانه‌ای	۲۰ < I < ۲۳/۹
نیمه‌مرطوب	۲۴ < I < ۲۷/۹
مرطوب	۲۸ < I < ۳۴/۹
بسیار مرطوب	۳۵ < I

منبع: یارمرادی و عباس‌نژاد، ۱۳۹۹

مطابق جدول فوق و راهنمای شکل ۱۱، این نتیجه استنباط می‌شود که اقلیم استان اردبیل بین مقدار ۱۱ تا ۱۹ در طبقه‌بندی اقلیمی دومارتن بوده و جزو اقلیم نیمه‌خشک محسوب می‌شود.



شکل ۱۱- طبقه‌بندی اقلیمی دومارتن استان اردبیل

۳- نتیجه‌گیری

استان اردبیل با توجه به شرایط توپوگرافی متفاوت آن دارای پستی و بلندی‌های زیادی است بنابراین بخش‌های مختلف آن از شرایط اقلیمی متفاوتی برخوردار است و هدف از این مقاله نیز طبقه‌بندی عناصر مهم آب‌وهوایی و پهنه‌بندی اقلیمی این استان می‌باشد. در تحلیل عاملی همه این عناصر اقلیمی بر حسب چرخش واریماکس در پنج عامل اقلیمی تقسیم‌بندی شدند که در مجموع ۹۳/۱۲ درصد رفتار اقلیمی منطقه را تبیین نمودند. عامل اول با ۳۱/۸۹ درصد واریانس با دربرگیری پارامترهای حداکثر دما، حداقل دما، میانگین دما، میانگین فشار بخار، میانگین دمای نقطه شبنم و میانگین دمای تر محدود به نیمه شمالی استان شامل شهرستان‌های پارس‌آباد، بیله‌سوار، گرمی بود. عامل دوم با مقدار ۲۱/۰۸ درصد واریانس و شامل پارامترهای حداقل فشار سطح دریا، حداکثر فشار سطح دریا، میانگین فشار سطح دریا، حداکثر رطوبت نسبی، ساعات آفتابی و تبخیر می‌باشد و بیشتر محدود به شهرستان‌های پارس‌آباد، بیله‌سوار، خلخال، گیوی و بخش‌هایی از شهرستان نمین و اردبیل می‌باشد. عامل سوم نمناکی با مقدار ۱۸/۶۱ درصد واریانس شامل پارامترهای میانگین ابرناکی روزانه، حداکثر ابرناکی روزانه، حداقل

رطوبت نسبی و میانگین رطوبت نسبی که قلمرو حاکمیت آن در قسمت‌های مرکزی و شمال استان اردبیل می‌باشد و شهرستان‌های نمین، اردبیل، سرعین و پارس‌آباد را در بر می‌گیرد. عامل بارشی به‌عنوان عامل چهارم با مقدار ۱۴/۰۵ درصد واریانس شامل پارامترهای حداقل دید افقی، بارش ۲۴ ساعته، حداکثر عمق برف و میزان بارش برف کلی که بیشینه فعالیت این عامل در شهرستان سرعین می‌باشد. عامل پنجم عامل بادی و تابشی با مقدار ۷/۴۸ درصد واریانس کل داده‌ها شامل متغیرهای میانگین سرعت باد و میزان تابش کلی ۲۴ ساعته که بیش‌تر محدوده فعالیت این عامل در شهرستان‌های گرمی، نمین و سرعین می‌باشد. بیش‌ترین تمرکز همه این عوامل در شهرستان‌های پارس‌آباد، بیله‌سوار، نمین، سرعین و گیوی بوده است. اما نتایج حاصل از روش خوشه‌ای سلسله مراتبی Ward بر روی نمرات عاملی هر ایستگاه موردمطالعه نشان داد ۳ ناحیه اقلیمی مشابه در سطح استان از هم متمایز می‌شوند. نتیجه حاصل از طبقه‌بندی اقلیمی دومارتن نیز نشان داد اقلیم استان اردبیل بین مقدار ۱۱ تا ۱۹ متغیر بوده و جزو اقلیم نیمه‌خشک محسوب می‌شود.

منابع

- جعفرپور، ا.، ۱۳۹۷. آب‌وهوای کره زمین، انتشارات دانشگاه پیام نور تهران، چاپ چهارم.
- مزیدی، ا.، شفیعی، ش.، ابراهیمی، ر.، ۱۳۹۱. تعیین نواحی اقلیمی استان‌های کردستان و همدان با استفاده از روش‌های آماری نوین وGis ، اندیشه جغرافیایی، سال ۶، شماره ۱۲، ص ۵۱-۶۷.
- وحدانی، ا.، ۱۳۹۲. هوا و اقلیم‌شناسی، انتشارات آییژ، چاپ اول.
- صالحوند، ا.، گندمکار، ا.، فتاحی، ا.، ۱۳۹۷. طبقه‌بندی اقلیمی با تأکید بر تحلیل عاملی و تحلیل خوشه‌ای مطالعه‌ی موردی کارون بزرگ، نشریه هواشناسی و علوم جو، شماره ۴، ص ۳۲۶-۳۴۲.
- علیجانی، ب.، ۱۳۸۱. اقلیم‌شناسی سینوپتیک، سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت)، چاپ اول.
- طاوسی، ت.، آرمش، م.، ۱۳۹۹. واکاوی تغییرپذیری مکانی مؤلفه‌های اقلیمی استان اصفهان با استفاده از تحلیل عاملی، خوشه‌ای، نشریه پژوهش‌های تغییرات آب‌وهوایی، سال اول، شماره ۲، ص ۲۹-۳۸.
- نظم‌فر، ح.، گلدوست ا.، ۱۳۹۳. پهنه‌بندی آب‌وهوایی شمال و شمال‌غرب ایران با استفاده از روش تحلیل عاملی و خوشه‌ای، فصلنامه علمی-پژوهشی فضای جغرافیایی، سال ۱۴، شماره ۴۸، ص ۱۴۷-۱۶۱.
- نظم‌فر، ح.، علوی، س.، عشقی چهاربرج، ع.، احمدزاده، غ.ر.، ۱۳۹۷. سنجش و ارزیابی محیطی (مطالعه موردی: استان اردبیل)، جغرافیا و پایداری محیط، شماره ۲۶، ص ۲۹-۴۴.
- گل‌کار حمزیی یزد، ح.ر.، رضایی‌نژاد، م.، طاوسی، م.، ۱۳۹۵. پهنه‌بندی اقلیمی استان خراسان جنوبی با نرم‌افزارGis ، نشریه حفاظت منابع آب و خاک، سال ششم، شماره اول، ص ۴۷-۵۹.
- یارمرادی، ز.، عباس‌نژاد، ج.، ۱۳۹۹. مهارت‌های کاربردی Gis در مطالعات اقلیم‌شناسی، انتشارات مدید، چاپ سپیدان.
- فلاح قالهری، غ.ع.، اسدی، م.، انتظاری، ع. ر.، ۱۳۹۴. ناحیه‌بندی آب‌وهوایی استان گیلان با روش‌های چندمتغیره، نشریه علمی-پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی، سال ۱۹، شماره ۵۴، ص ۲۳۵-۲۵۱.
- سلیقه، م.، بریمانی، ف.، اسمعیل‌نژاد، م.، ۱۳۸۷. پهنه‌بندی اقلیمی استان سیستان و بلوچستان، جغرافیا و توسعه، شماره ۱۲، ص ۱۰۱-۱۱۶.
- کاویانی، م. ر.، علیجانی، ب.، ۱۳۹۳. مبانی آب‌وهواشناسی، سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت)، مرکز تحقیق و توسعه علوم انسانی، چاپ هجدهم.
- خسروی، م.، آرمش، م.، ۱۳۹۱. پهنه‌بندی اقلیمی استان مرکزی با استفاده از تحلیل عاملی-خوشه‌ای، جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، سال ۲۳، شماره ۲، ص ۸۷-۱۰۰.
- فرجزاده، م.، ۱۳۹۴. تکنیک‌های اقلیم‌شناسی، سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت)، چاپ هفتم.
- Júnior, A.D.S., Carvalho, L.G.d., Cilva, F.F.d., & Alves, M.d.C. 2012. Application of the Köppen classification for climatic zoning in the state of Minas Gerais, Brazil, Theoretical and Applied Climatology, vol. 108, p. 1–7.
- Basalirwa, C.P.K. 1995. Delineation of Uganda into climatological rainfall zones using the method of principal component analysis, International Journal of Climatology, Vol. 15, P. 1161-1177.
- Bessah, E., Amponsah, W., Ansah, S.O., Afrifa, A., Yahaya, B., Wemegah, C.S., Tanu, M., Amekudzi, L.K. Agyare, W.A. 2022. Climatic zoning of Ghana using selected meteorological variables for the period 1976–2018, Meteorological Applications, Vol. 29, P. 1-15.

- Praene, J.P., Malet-Damour, B., Radanielina, M.H., Fontaine, L., Rivière, G. 2019. GIS-based approach to identify climatic zoning: A hierarchical clustering on principal component analysis, Building and Environment, Vol. 164, P.1-29.
- Karlik, L., Marián, G., Falťan, V., Havlíček, M. 2018. Vineyard zonation based on natural terroir factors using multivariate statistics – Case study Burgenland (Austria), International viticulture & Enology society, Vol. 52, P. 105-117.
- Geng, Q., Wu, P.T., Zhang, Q., Zhao, X.N., & Wang, Y.B. 2014. Dry/wet climate zoning and delimitation of arid areas of Northwest China based on a data-driven fashion, ournal of Arid Land, vol. 6, p. 287–299.
- Yang, Y., Qian, B., Xu, Q., Yang, Y. 2020. Climate Regionalization of Asphalt Pavement Based on the K-Means Clustering Algorithm, Research Article, Vol. 2020, P. 1-13.

Climatic zoning of Ardabil province using multivariate methods

Mahdi Foroutan [1], Bromand Salahi [2 *]

1- Phd student of Climatology, Faculty of Social Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil

2*- Professor of Climatology, Faculty of Social Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil

*Email Address: bromand416@yahoo.com

Abstract

Climatic zoning and knowledge of effective climatic factors and elements can be very effective in determining climatic potentials. The purpose of this research is to pay attention to this principle in order to know the environmental capabilities and limitations and to deal with natural disasters. In this regard, the climatic zoning of Ardabil province was discussed using modern methods. First, for 11 synoptic stations of this province, 22 important meteorological parameters for the 12-year statistical period (2009-2021) were received from the General Meteorological Department. In the next step, the annual average of these variables was obtained for each station, and since their measurement scale was different, they were standardized in the Spss software environment. Then, in the same software, factor analysis was performed on these data and the output results were 5 main factors, which are: the first thermal factor with 31.89% variance, the second pressure-steam factor with 21.08% variance, the third moisture factor with 18.61 variance, the fourth precipitation factor with 14.05 percent variance and the fifth wind-radiation factor with 7.48 percent variance, which in total explained 93.12 percent of the climatic behavior of the region. In the next step, according to the output of the 5 factors, three similar climatic regions were distinguished from each other using Ward's hierarchical cluster analysis method. Also, to show the scope of activity of each of these factors, climate zoning was done in Gis software environment and using Idw interpolation method. According to the final map obtained, most of these factors were concentrated in the cities of Parsabad, Beilesawar, Nemin, Serain and Givi. According to Dumarten's climate classification, it was also recognized that the climate of Ardabil province is part of the semi-arid climate.

1. Introduction

Climate is a complex condition and a summary of the atmospheric condition of a region that changes in relation to geographical factors. In the classification of different climates of the earth, there is no general method that is accepted by all scientists, and the classifications are based on different goals. To know the climate, a set of rules is used that places regions with similar climates in one group and it is referred to as climate classification (Yarmoradi and Abbasnejad, 2019: 47). In other words, a region of the earth's surface where the combined effects of climatic factors cause the establishment of homogeneous conditions is called a type of climate or a climatic region. To investigate the climate of an area, it is necessary to pay attention to climatic elements and factors (Vahdani, 2012: 405). Zoning phenomena according to place has a very long history in geography. The result of this study is the separation of geographical areas and the emergence of regional geography. Each geographical area is a part of the earth's surface that has a significant internal consistency in terms of the phenomena and processes in it; Therefore, the main goal of climate grouping is to discover the existing order in the weather conditions of the entire earth's surface and to know the main weather phenomena accurately and comprehensively (Kaviani and Alijani, 2013: 364).Today's climatologists use various methods for classification, and in all these methods, two things are considered. The first is to determine the necessary criteria for classification, and the second is to determine the boundary between two groups or climate zones. Climate classification methods are mainly divided into two groups, which are: 1- Experimental methods 2- Genetic methods. The first classification is based on the actual observations of the effect of climate on changes in environmental phenomena and is based on two or three climatic variables. This classification has a very long history, and the terms used to name different climate zones in this type of system are derived from the names of regions and elements of the natural environment on the surface of the planet, such as savannah or steppe. Since in this type of classification system, all climate factors and elements are not taken into account and it is considered a weakness for it, other methods for climate classification were created, the basis and origin of which are the factors that create climate, such as solar radiation, characteristics of air masses, general circulation. atmosphere, etc., and this type of climate classification is called genetics (Jaafarpour, 2017: 8).

Research Methods

In this research, the annual average of 22 meteorological parameters of 11 synoptic stations located in Ardabil province, for the twelve-year statistical period (2009-2021), was used to perform statistical analysis. Due to the difference in data measurement scale in SPSS software, these data were converted into standard Z score and factor analysis method was used to reduce the number of variables. This method was popularized by Lorenz in 1956 in climatology research and called the name of this method uncorrelated empirical function. The factor analysis method combines all dependent variables as a new factor. The product of this method is used in clustering or grouping based on distance. The factor analysis mechanism itself is based on the correlation between variables, and its most important feature is to be able to express the relationship between the primary variables and the created factors in a simple way, and the created factors from a scientific point of view. can be interpreted or justified (Alijani, 1381:180). Using the factor analysis method, the factor load of each studied station was obtained, and in order to show the scope of activity of each climatic factor in the Gis software environment, the IDW interpolation method was used. In the following, ward hierarchical cluster method was used to determine similar climatic regions. This method, which was presented in 1939, can be performed on quantitative data. Hierarchical analysis and average cluster analysis are the most widely used algorithms. The difference between these two algorithms is that in average cluster analysis, the number of groups or classes is determined in advance and each parameter is placed in these classes, but in the method of hierarchical analysis, the number of clusters or the groups are unclear and the method identifies these groups based on multiple techniques and shows them in the form of a tree branch diagram. In this method, two issues are of interest, one is the integration of parameters and the other is measuring the distance between variables. In the discussion of merging groups, Ward's method is more applicable and uses the analysis of variance approach to evaluate the distance between clusters, but in the second discussion, the most common method of calculating distances is the Euclidean distance, which measures the geometric distance in multidimensional space (Farajzadeh, 2014: 99). . In the last step, the Dumarten method was used to perform the classification in an experimental way. The relationship of this method is as follows:

Relationship 1: $I=P/(T+10)$

In the above formula, I is the dryness coefficient, P is the average annual rainfall of each station, and T is the average annual temperature of each station.

Keywords

"Zoning", "factor analysis", "cluster", "IDW interpolation", "Ardabil",