Journal of Environment and Water Engineernig
ISSN: 2476-3683

مجله محیط زیست و مهندسی آب
شابک : ۲۴۷۶-۳۶۸۳

پهنه‌بندی اقلیمی با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره در استان آذربایجان‌شرقی

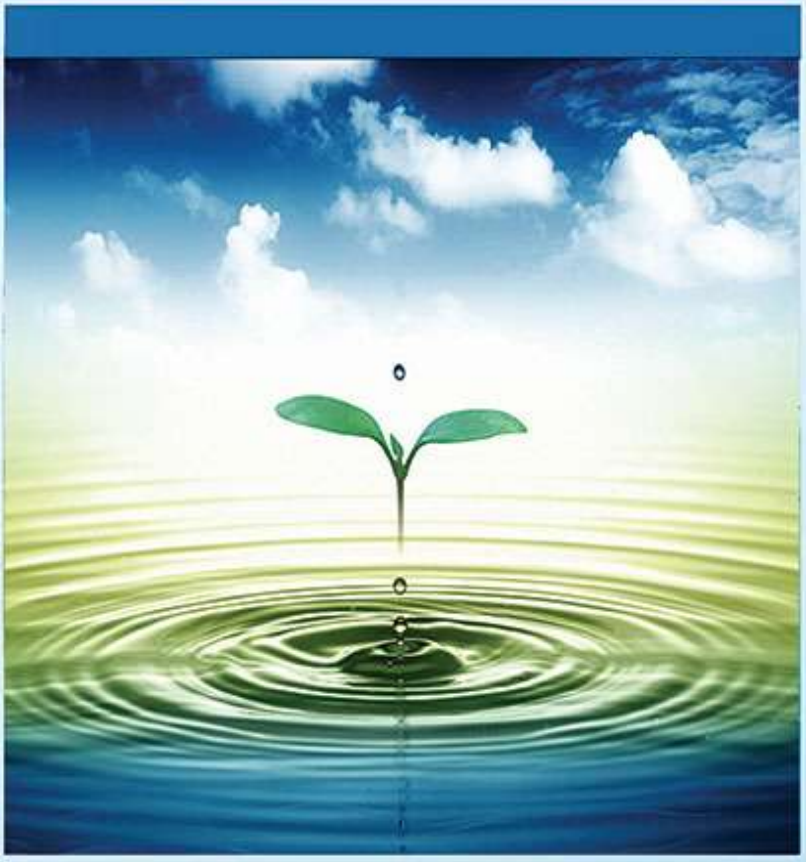
حسین رضایی، زهرا ربیعی غفار، ذبیح‌الله خانی تملیه و سکینه خانی تملیه

دوره ۳، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۶، صفحات ۲۷۱-۲۵۹

Vol. 3(3), Autumn 2017, 259 – 271

Climatic Zoning using Multi-Variable Statistical Methods at East Azarbyjan Province

Rezaie H., Rabiee Ghafar Z., KhaniTemeliyeh Z. and Khani Temeliyeh S.



www.jewe.ir

OPEN ACCESS

ارجاع به این مقاله: رضایی ح.، ربیعی‌غفار ز.، خانی‌تملیه ذ. و خانی‌تملیه س. (۱۳۹۶). پهنه‌بندی اقلیمی با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره استان آذربایجان‌شرقی. محیط‌زیست و مهندسی آب، دوره ۳، شماره ۳، صفحات: ۲۷۱ –۲۵۹

Citing this paper: Rezaie H., Rabiee Ghafar Z., KhaniTemeliyeh Z. and Khani Temeliyeh S. (2017). Climatic zoning using multi-variable statistical methods at East Azarbyjan province. J. Environ. Water Eng., 3(3), 259 – 271.

پهنه‌بندی اقلیمی با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره در استان آذربایجان‌شرقی

حسین رضایی[۱]، زهرا ربیعی غفار[۲]، ذبیح‌الله خانی تملیه*[۳] و سکینه خانی تملیه[۴]

[۱]دانشیار، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

[۲]کارشناسی ارشد، گروه آب‌و هواشناسی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

[۳]دانشجو دکترا، گروه مهندسی منابع آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

[۴]دانشجو دکترا، گروه آب و هواشناسی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

*نویسنده مسئول: z.khani1060@yahoo.com

مقاله اصلی

تاریخ دریافت: [۱۳۹۶/۰۱/۱۳] **تاریخ پذیرش: [۱۳۹۶/۰۵/۳۰]**

چکیده

آب‌وهوا از مهم‌ترین و مؤثرترین پدیده در زندگی انسان است. بشر امروز جهت توسعه مراکز صنعتی و شهری و افزایش منابع غذایی، نیازمند افزایش اطلاعات خود درزمینه پهنه‌های متفاوت اقلیمی است. هدف از این پژوهش دستیابی به طبقه‌بندی اقلیمی به روش‌های آماری چند متغیره می‌باشد. در این راستا در منطقه موردمطالعه، ۱۲ عنصر اقلیمی از ۱۱ ایستگاه همدید در داخل استان آذربایجان شرقی انتخاب شد. ترسیم نقشه‌ها و نمودارها با استفاده از نرم‌افزارهای SURFER, MATLAB و تحلیل نتایج با استفاده از MINITAB, SPSS انجام شد. تحلیل مؤلفه‌های اصلی داده‌های متوسط دما، فشار بخارآب، اختلاف حداکثر و حداقل دما، باد انجام شد. همچنین در تحلیل عاملی با دوران واریماکس سه عامل رطوبت، میانگین متوسط دما و حداقل مطلق دما به‌دست آمد. شدت این عامل‌ها در شمال شرق تا شرق و گوشه‌هایی از شمال غرب تا جنوب شرق به تصویر کشیده شد. در نتایج تحلیل خوشه‌ای سه پهنه آب‌وهوایی برای آن به‌دست آمد.

واژه‌های کلیدی: تحلیل عاملی؛ تحلیل خوشه‌ای؛ مؤلفه؛ دوران

۱- مقدمه

آب‌وهوای هر ناحیه متشکل از کلیه عوامل و عناصر آب‌وهوایی آن ناحیه است و هنگام تقسیم‌بندی باید تمام عوامل را در نظر گرفت (Saliqeh et al. 2008). شناخت نوع اقلیم یک منطقه و عناصر غالب مؤثر بر آن‌که تعیین‌کننده اقلیم آن منطقه است می‌تواند برنامه‌ریزان را یاری نماید تا در انجام پروژه‌ها و برنامه‌ریزی‌های کلان، با توجه به نوع اقلیم و عناصر غالب بتوانند درک صحیحی از شرایط منطقه به‌دست آورند و به برنامه‌ریزی بپردازند. لذا پهنه‌بندی اقلیمی جهت دستیابی به توسعه همه‌جانبه در ابعاد مکانی-زمانی ضروری می‌باشد (Masoudian 2011). مطالعات در این زمینه در جهان و ایران صورت گرفته است .تعدادی از این مطالعات عبارت‌اند از: Nazemolsadat et al. (2003) بررسی برای پهنه‌بندی بارندگی زمستانه استان‌های جنوبی بر اساس روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی که نشان داد روش دوران شده عوامل بارگذاری، راه‌حل مناسبی در تعیین گستره جغرافیایی مربوط به مؤلفه‌های اصلی است. در تحقیق طبقه‌بندی اقلیمی ایران توسط Torabi and Jahanbakhsh.(2003) جهت تعیین متغیرهای مؤثر در مرزبندی نواحی اقلیمی و میزان تأثیر هر یک، از روش تحلیل عاملی و تجزیه مؤلفه‌های اصلی استفاده‌شد. این مطالعه کارآمدی کاربرد روش برای انجام مطالعات تحلیلی و مفصل در خصوص روابط بین متغیرها را نشان داد. تحلیل مؤلفه اصلی توسط پیرسون در سال ۱۹۰۱ پیشنهاد شد. سپس در سال ۱۹۳۳ توسط هتلینگ گسترش یافت. در تجزیه مؤلفه اصلی سعی بر آن است که ابعادی از داده پیدا کند تا واریانس کل را توضیح دهد. هدف از این تحلیل آن بود که واریانس موجود در داده‌های چند متغیره را به مؤلفه‌هایی تجزیه کند که اولین مؤلفه تا آنجا که ممکن است، علت بیشترین واریانس موجود در داده‌ها باشد و دومین مؤلفه، علت بیشترین واریانس ممکن بعد از مؤلفه اول و الی‌آخر باشد. در این روش هر مؤلفه مستقل از مؤلفه‌های دیگراست. درنتیجه بین مؤلفه‌ها هیچ همبستگی وجود ندارد (Farshadfar 2005). Montazeri (2005) با استفاده از روش تحلیل عاملی، مؤلفه‌های اصلی و تحلیل خوشه‌ای، تغییرات زمانی-مکانی دمای ایران طی دوره ۱۹۵۱-۲۰۰۰ را تحلیل نمود. Zolfaghari (2005) با به‌کارگیری مؤلفه‌های دمایی چهار ایستگاه منتخب استان کرمانشاه و با استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای مبادرت به شناسایی فصول طبیعی این استان نموده است.(2007) Masoodian and Mohammadi برای شناسایی تیپ‌های همدید ایستگاه سنندج با اعمال تحلیل مؤلفه‌های اصلی بر روی هفت متغیر اقلیمی، پنج مؤلفه اصلی تشخیص داده و با اعمال تحلیل خوشه‌ای بر روی ماتریس مؤلفه‌ها، پنج تیپ همدید شناسایی نمودند. سپس با استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای، ایران را به هشت ناحیه بارشی تقسیم‌بندی کردند. (2014) Khani Temeliyeh et al. پهنه‌بندی اقلیمی ۲۱ عنصر اقلیمی از ۱۱ ایستگاه همدید استان خراسان رضوی را موردمطالعه قراردادند و نتایج حاصل تحلیل مؤلفه‌های اصلی بر روی این داده‌ها، استخراج چهار مؤلفه متوسط دما، فشار بخارآب، اختلاف حداکثر و حداقل دمای باد را نشان داد. همچنین در تحلیل عاملی با دوران واریماکس سه عامل دمایی، روزهای با درجه حرارت برابر و بالاتر از ۳۰ درجه و با درجه حرارت برابر و کم‌تر از ۴- درجه، بادی حاصل شد. همچنین در تحلیل عاملی با دوران واریماکس چهار عامل دمایی رطوبتی، گرمایی، سرمایی و بادی حاصل شد که ۹۳/۲٪ واریانس داده‌ها را توجیه می‌نمایند، شدت این عوامل به ترتیب در شمال منطقه، جنوب و شمال غرب و مرکز آن دیده می‌شود. و به‌منظور تفکیک مکانی نواحی اقلیمی استان یک تحلیل خوشه‌ای پایگانی به روش ادغام وارد[1] بر روی نمرات عاملی اعمال گردید که درنهایت چهار اقلیم گرم و خشک، نیمه‌خشک، معتدل، سرد و کوهستانی مشخص گردید. (2015) Bagheri et al. پهنه‌بندی اقلیمی غرب ایران را با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره موردبررسی قراردادند، آن‌ها در تحقیق خود از روش تحلیل آماری و تحلیل خوشه‌ای در محیط GIS برای ۲۹ عامل اقلیمی در ۱۶ ایستگاه سینوپتیک استفاده کردند. نتایج حاصل از تحقیقشان نشان داد که ۶ فاکتور باهم می‌توانند ۸۵ درصد رفتار اقلیمی مناطق را تشریح کنند. برای تجزیه کلاستر از فاصله اقلیدس و روش وارد

[1] ward

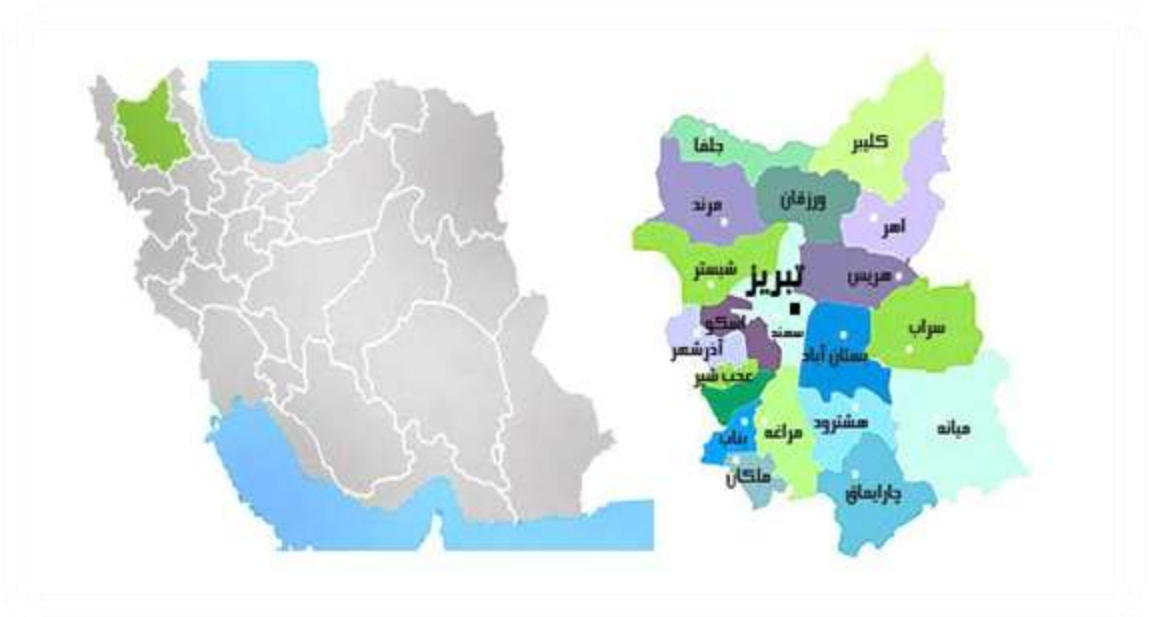
بر مبنای شش عامل، استفاده کردند و منطقه به پنج ناحیه معتدل بارانی، سرد، معتدل بادی، گرم و نیمه‌خشک غباری تقسیم شد. Lashanizand et al. (2016) پهنه‌بندی اقلیمی با تأکید بر پارامترهای آئروسل‌ها را در استان‌های همدان، لرستان و مرکزی موردمطالعه قراردادند. آن‌ها در این تحقیق از پارامترهای درجه حرارت، رطوبت، بارش، ساعات آفتابی و غیره در محیط نرم‌افزار Excel و SPSSاستفاده کردند. برای کاهش ابعاد ماتریس داده از روش آماری مؤلفه اصلی استفاده کردند و از میان اجزاء حاصل شش مؤلفه به‌عنوان مؤلفه اصلی برای تعیین منطقه بندی اقلیم در غرب ایران با استفاده از واریانس و اسکریت پلات بکار بردند. سپس برای منطقه بندی اقلیمی از روش خوشه‌ای منفرد در نرم‌افزار ArcGIS استفاده کردند، نتایج نشان داد که منطقه موردمطالعه در طول روز با گردوغبار در هوا، از ۷ ناحیه اقلیمی با تأکید بر پارامترهای مرتبط با باد در ارتباط می‌باشند. درنهایت، نقشه مناطق زیست‌محیطی برای منطقه موردنظر در نرم‌افزار ArcGIS به‌دست آمد. Pouya et al. (2017) پهنه‌بندی بارش در استان فارس را موردمطالعه قراردادند. آن‌ها در تحقیق خود از نرم‌افزار Excel و GIS استفاده کردند. نتایج حاصل از تحقیق آن‌ها نشان داد که مقدار حداکثر بارش ۲۴ ساعته در کشور بشدت روندی صعودی به سمت حالت نامتعادل دارد. همین روند به‌موازت برای استان فارس اما با شدت کمتری رخداده است. بااین‌حال لازم به ذکر است، هیچ‌گاه روند بارش به حالت تعادل نرسیده است Pineda-Martinez and Carbajal (2017). تجزیه‌وتحلیل اقلیمی پوشش گیاهی در مکزیک با استفاده از تجزیه‌وتحلیل آماری و خوشه‌ای چند متغیره پرداختند. آن‌ها در این مطالعه از یک مؤلفه اصلی برای انجام یک ماتریس استانداردشده در تحلیل خوشه‌ای استفاده کردند، سپس با اعمال دو معیار خوشه‌بندی (K-means and Ward) که با استفاده از آنها می‌توان گروه‌ها را به‌طور آماری تعیین کرد، مناطق را با اقلیم مشابهی تعیین کردند. نتایج حاصل از تحقیق آن‌ها نشان داد که، روش استفاده‌شده توصیف توزیع پوشش گیاهی غالب برای هر منطقه اقلیمی است. این تجزیه و تحلیل ممکن است به ایجاد سناریوهای جدید آب‌وهوایی کمک کند، درحالی‌که پویایی پوشش گیاهی می‌تواند به‌عنوان یک نشانگر زیست‌محیطی در آب‌وهوا باشد. هدف از این پژوهش پهنه‌بندی اقلیمی با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره در استان آذربایجان شرقی می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه موردمطالعه

استان آذربایجان شرقی با وسعت ۱۶۲۵۴/۴ کیلومترمربع در گوشه شمال غربی فلات ایران قرار دارد. حدود شمالی این استان را رود ارس با جمهوری‌های آذربایجان، ارمنستان و ایالت خودمختار نخجوان مشخص می‌کند. رود قطور و آب‌های دریاچه ارومیه حدود غربی با استان آذربایجان غربی است. در جنوب کشیدگی رشته‌کوه‌ها، دره‌ها، جلگه‌ها و دشت‌ها موجب پیوستگی توپوگرافیک استان با آذربایجان غربی و زنجان شده است. در شرق نیز دره و رودخانه دره رود، کوه‌های سبلان، چهل‌مند و گردنه صائین این استان را از استان اردبیل جدا می‌کند و بین مدارهای ۳۶ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۳۹ درجه و ۲۶ دقیقه عرض شمالی و نصف‌النهاری ۴۵ درجه و ۵ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۲۲ دقیقه طول شرقی جای‌گرفته است. آب‌وهوای آذربایجان شرقی به علت مساحت زیاد و نیز پستی‌وبلندی‌های فراوان، دارای تنوع زیادی می‌باشد. میانه و جلفا در استان دارای بیشترین دما می‌باشند و بستان‌آباد کمترین دما را به خود اختصاص داده است. به‌طورکلی ازنظر اقلیمی این استان به علت نزدیکی به دریای خزر و تأثیرپذیری از دریای مدیترانه، دریای سیاه و دریاچه ارومیه و نیز وجود ارتفاعات بلند، دارای آب‌وهوای هرچند سرد و خشک ولی نسبتاً مساعد می‌باشد. موقعیت کوهستانی و عرض جغرافیایی استان از عوامل برودت و سرمای قسمت اعظم این منطقه است. کم ارتفاعی و اثرات ملایم کننده بخارهای دریای خزر در پاره‌ای از مناطق از عوامل اعتدال اقلیمی آن به شمار می‌آید. به‌علاوه آذربایجان تا حدودی تحت تأثیر جریان‌های مرطوب دریای مدیترانه از سمت غرب و جنوب غربی قرار دارد و توده‌های هوای سرد سیبری نیز از شمال بر آب‌وهوای آن اثر می‌گذارد. تبریز نیز دارای هوایی کم رطوبت بوده و حد متوسط بارندگی آن در سال ۲۸۵ میلی‌متر

است. این جلگه در اثر ارتفاعی که از سطح دریا دارد، دارای زمستان‌های طولانی و سرد و تابستان‌های معتدل است. شکل (۱) منطقه موردمطالعه را نشان می‌دهد.



شکل ۱- منطقه موردمطالعه

۲-۲- نحوه انجام تحقیق

در این پژوهش به‌منظور تقسیم‌بندی آب‌وهوایی شناخت مهم‌ترین عوامل و عناصر تأثیرگذار بر اقلیم منطقه آذربایجان شرقی از روش آماری چند متغیره استفاده شد. بدین منظور از داده‌های ۱۰ ایستگاه سینوپتیکی واقع در منطقه استفاده گردید. متغیرهای اقلیمی موردبررسی ۱۲ مورد در نظر گرفته شد. این متغیرها شامل میانگین روزانه دما، میانگین حداقل دما، میانگین حداکثر دما، حداقل مطلق دما، حداکثر مطلق دما، میانگین رطوبت نسبی، حداکثر رطوبت نسبی، حداقل رطوبت نسبی، میانگین بارش، نقطه شبنم، ساعات آفتابی، میانگین فشار می‌باشند. پس از تهیه آمار و اطلاعات فرآیند میانیابی به روش کریجینگ در نرم‌افزار Surfer ماتریس پهنه‌ای داده‌ها به ابعاد ۲۴×۲۳ به‌دست آمد. همچنین طبقه‌بندی عناصر اقلیمی به کمک نرم‌افزار SPSS, MINITAB, SURFER ,MATLAB انجام گردید. نرم‌افزار MATLAB و SURFER جهت ترسیم نمودارها و نقشه‌ها و همچنین حل ماتریس‌ها با نرم‌افزار MATLAB و نرم‌افزار SPSS,MINITAB برای تحلیل مؤلفه‌های اصلی و تحلیل خوشه‌ای استفاده گردید. مشخصات جغرافیایی و هواشناسی ایستگاه‌های مورد مطالعه در جدول (۱) نشان داده‌شده است.

۲-۳- تحلیل مؤلفه اصلی

تحلیل مؤلفه‌های اصلی در تعریف ریاضی یک تبدیل خطی متعامد است که داده را به دستگاه مختصات جدید می‌برد بطوری‌که بزرگ‌ترین واریانس داده بر روی اولین محور مختصات، دومین بزرگ‌ترین واریانس بر روی دومین محور مختصات قرار می‌گیرد و همین‌طور برای بقیه. تحلیل مؤلفه‌های اصلی می‌تواند برای کاهش ابعاد داده مورداستفاده قراربگیرد، به‌این‌ترتیب مؤلفه‌هایی از مجموعه داده را که بیشترین تأثیر در واریانس را دارند حفظ می‌کند. برای متغیرهای $X1,X2,\ldots,Xp$، تابع خطی جهت تحلیل مؤلفه اصلی به‌صورت رابطه (۱) است.

$$PC1 = a_{11}X_1 + a_{21}X_2 + \ldots a_{p1}X_P \qquad (۱)$$

جدول ۱- مشخصات جغرافیایی ایستگاه

ایستگاه	اهر	بناب	تبریز	سراب	سهند	جلفا	کلیبر	مراغه	مرند	میانه
طول جغرافیایی	۴۷/۰۶	۴۶/۰۶	۴۶/۲۸	۴۷/۵۳	۴۶/۱۱	۴۵/۶۶	۴۷/۰۲	۴۶/۲۶	۴۵/۷۶	۴۷/۷
عرض جغرافیای	۳۸/۴۳	۳۷/۳۳	۳۸/۰۸	۳۷/۹۳	۳۷/۹۳	۳۸/۷۵	۳۸/۸۶	۳۷/۴	۳۸/۴۶	۳۷/۴۵
ارتفاع از سطح دریا	۱۳۹۰/۵	۱۲۹۰	۱۳۶۱	۱۶۸۲	۱۶۴۱	۱۱۸۰	۷۳۶/۲	۱۴۷۷/۷	۱۵۵۰	۱۱۱۰
میانگین دما	۱۵	۱۵	۱۲	۸/۷	۱۲	۱۴/۸	۱۲/۲	۱۲/۵	۱۲/۷	۱۴/۲
میانگین حداکثر دما	۶/۹	۶/۹	۶/۹	۱/۳	۷/۸	۹	۷/۹	۷/۶	۷/۶	۷/۱
میانگین متوسط دما	۱۹/۹	۱۹/۹	۱۸	۱۵/۹	۱۶/۸	۲۰/۷	۱۶/۵	۱۸/۳	۱۶/۵	۲۰/۳
پایین‌ترین دما	-۱۶/۸	-۱۶/۸	-۲۵	-۳۰	-۱۴	-۲۶/۴	-۱۲	-۱۶/۸	-۱۷/۶	-۲۵/۶
بالاترین دما	۴۰	۴۰	۴۲	۳۷	۳۸/۲	۴۵/۲	۳۷/۴	۳۹/۸	۳۷/۸	۴۲/۶
نقطه شبنم	۲/۶	۲/۶	۱/۴	۰/۱	-۰/۲	۴/۲	۳/۸	۰/۶	۱/۱	۲/۳
رطوبت	۴۹	۴۹	۵۴	۶۱	۴۹	۵۴	۶۱	۴۹	۵۱	۵۱
رطوبت ماکزیمم	۶۹	۶۹	۷۱	۸۳	۶۴	۷۴	۷۶	۶۶	۶۴	۷۱
رطوبت مینیمم	۳۶	۳۶	۳۷	۳۸	۳۵	۳۷	۴۹	۳۴	۴۰	۳۵
بارندگی	۲۵۰/۹	۲۵۰/۹	۲۸۸/۹	۲۴۳/۶	۲۰۲/۷	۱۹۹	۳۸۳/۵	۳۳۸/۳	۳۲۲/۴	۲۸۲/۱
ساعت آفتابی	۲۵۱/۹	۲۵۱/۹	۲۸۹/۹	۲۴۴/۶	۲۰۳/۷	۲۰۰	۳۸۴/۵	۳۲۳/۴	۳۳۹/۳	۲۸۳/۱
فشار	۱۰۱۶/۴	۱۰۱۶/۴	۱۰۱۴/۱	۱۰۱۶/۳	۱۰۱۲/۸	۱۰۱۵/۳	۱۰۱۵/۲	۱۰۱۲/۷	۱۰۱۲/۷	۱۰۱۴/۵

* توجه داده‌های مربوط به فشار به دو روش WXMAPS و نرم‌افزار SURFER قابل‌استخراج می‌باشد.

۲-۳- تحلیل مؤلفه اصلی

تحلیل مؤلفه‌های اصلی در تعریف ریاضی یک تبدیل خطی متعامد است که داده را به دستگاه مختصات جدید می‌برد بطوری‌که بزرگ‌ترین واریانس داده بر روی اولین محور مختصات، دومین بزرگ‌ترین واریانس بر روی دومین محور مختصات قرار می‌گیرد و همین‌طور برای بقیه. تحلیل مؤلفه‌های اصلی می‌تواند برای کاهش ابعاد داده مورداستفاده قراربگیرد، به‌این‌ترتیب مؤلفه‌هایی از مجموعه داده را که بیشترین تأثیر در واریانس را دارند حفظ می‌کند. برای متغیرهای $X1,X2,\ldots,Xp$، تابع خطی جهت تحلیل مؤلفه اصلی به‌صورت رابطه (۱) است.

$$PC1 = a_{11}X_1 + a_{21}X_2 + \ldots a_{p1}X_P \qquad (۲)$$

که در آن PC1 اگر بتواند بیشترین افراد جامعه را ازلحاظp متغیر نشان دهد، اولین مؤلفه اصلی گویند. سایر مؤلفه‌ها نیز از همین رابطه به‌دست می‌آیند. به‌عبارت‌دیگر اگر تابع فوق بیشترین واریانس را داشته باشد. به همین صورت می‌توان دومین مؤلفه اصلی را طبق رابطه (۲) نوشت.

$$PC2 = a_{12}X_1 + a_{22}X_2 + \ldots a_{p2}X_P \qquad (۳)$$

به همین صورت مؤلفه‌های بقیه مؤلفه اصلی را نوشت. در این معادلات aij مثل ضرایب رگرسیون ثابت هستند. این ترکیب خطی به‌وسیله دوران محورها به وجود می‌آید. اگر P متغیر مستقل جدید به اسم $PC1,PC2,\ldots,PCp$ داشته باشیم، در آن صورت کل واریانس موجود در داده‌ها را می‌توان توجیه کرد. بطوریکه اولین مؤلفه اصلی دارای بیشترین واریانس، دومین مؤلفه واریانس و الی‌آخر را با استفاده از رابطه (۳) توجیه می‌کند (Farshadfar 2005).

$$Var(PC1) \geq Var(PC2) \geq \ldots. \geq Var(PCP) \qquad (۳)$$

۲-۴- تحلیل عاملی

در این نوع از تحلیل متغیرهایی که در یک عامل تعریف می‌شوند، با یکدیگر کاملاً همبسته‌اند و این همبستگی است که

عامل را به وجود می‌آورد. از طرفی متغیرهای هر عامل هیچ وابستگی‌ای با متغیرهای عامل دیگر ندارند (Mansourfar 2008). در این روش فرض بر این است که P متغیر هر یک تحت تأثیر علت‌های منحصربه‌فرد ویژه دیگری هستند که هر یک X خاصی را تحت تأثیر قرار می‌دهند. اصطلاحاً به این علت‌های ویژه اختصاصی هر صفت عامل واحد ۱۶ یا عامل ویژه ۱۷ یا خطا گویند که آن را با $\varepsilon 1,\varepsilon 2,\ldots,\varepsilon p$ نمایش می‌دهند. مدل تحلیلی آن را می‌توان به‌صورت رابطه (۴) ارایه کرد.

$$\begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mu_1 + \psi_1 \\ \mu_2 + \psi_2 \\ \mu_p + \psi_m \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} l_{11} & l_{12} & l_{1m} \\ l_{21} & l_{22} & l_{2m} \\ l_{p1} & l_{p2} & l_{pm} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F_1 \\ F_2 \\ F_m \end{bmatrix} \quad (۴)$$

در این مدل μ_p میانگین صفات، F_m ها عامل‌های مشترک، Ψ_mها تعداد متغیرهاست (farshadfar, 2005). یکی از روش‌ها یا حل اصلی در تحلیل عاملی یافتن آن تعداد عامل‌هایی است که بتواند همبستگی‌های مشاهده‌شده بین متغیرها مشاهده‌شده را به نحو رضایت بخشی توضیح دهد. تعیین تعداد متغیرها با استفاده از واریانس کل انجام می‌گیرد لذا هرچه تعداد متغیرها زیادتر باشد، تعداد عامل‌ها نیز بیشتر می‌شود. یکی ازروش‌های معمول جهت تعیین تعداد عامل‌ها ملاک کی‌زر است، این شاخص به‌منظور مقایسه مقادیر همبستگی مشاهده‌شده با مقادیر ضرایب همبستگی جزئی به کار می‌رود (Torabi and Jahanbakhsh, 2003). در آن تنها عامل‌هایی پذیرفته می‌شوند که مقدار ویژه آن‌ها به‌طور قابل ملاحظه‌ای بزرگ‌تر از یک باشد، از دیگر ملاک‌هایی که برای این امر در نظر گرفته می‌شود این است که عامل‌های استخراجی درصد بالایی از واریانس متغیرها را تبیین نمایند. برای انجام تحلیلی ساده‌تر و با توجیه واریانس بیشتر، از دوران عامل‌ها بهره گرفته می‌شود. یکی از دوران‌های بسیار متداول دوران متعامد واریماکس است که جمع واریانس‌های بارها را در ماتریس عامل‌ها بیشینه می‌نماید، استفاده از آن سبب می‌شود که متغیرهایی با بارهای عاملی بزرگ به کمترین تعداد تقلیل پیدا نمایند، بدین ترتیب بر تبیین‌پذیری عامل‌ها افزوده می‌گردد.

۲-۵- تحلیل خوشه‌ای

از مهم‌ترین روش‌هایی که برای تجزیه‌وتحلیل روش‌های آماری چندمتغیره استفاده می‌شود، تحلیل خوشه‌ای است. در مطالعات اقلیمی اغلب برای محاسبه درجه ناهمانندی همانندی (از فاصله اقلیدسی) استفاده می‌شود. در مواردی که اندازه‌گیری‌ها متفاوت و دارای دامنه‌های مختلفی باشند. استفاده از فاصله اقلیدسی استانداردشده توصیه می‌شود (Masoudian 2011). پس از اندازه‌گیری درجه همانندی باید شیوه ای برای ادغام اقلامی که بالاترین همانندی را نشان داده‌اند، بکار برد. شیوه‌های مختلفی برای ادغام معرفی‌شده‌اند که پیوند کامل، پیوند متوسط، پیوند وزنی، پیوند مرکزی، پیوند میانه و پیوند وارد، از آن جمله هستند. دراین بین در اکثر مطالعات اقلیمی از پیوند وارد بهره گرفته می‌شود که محاسبه آن به‌صورت رابطه (۵) می‌باشد (Masoudian, 2011).

$$d(r,s) = \frac{nrnsdes2}{nr + ns} \quad (۵)$$

در اینجا$drs2$ فاصله بین گروه r و گروه s است که به روش وارد به‌دست‌آمده باشد. زیرا در این صورت میزان پراش درون‌گروهی به حداقل و همگنی گروه‌های حاصله به حداکثر می‌رسد. در این روش یک عضو در خوشه‌ای قرار می‌گیرد که واریانس درون خوشه جدید کمترین مقدار ممکن باشد (Khosravi 2010). با بهره‌گیری از سنجش فاصله به روش اقلیدوسی و انجام ادغام وارد در نهایت به ترسیم نمودار درختی پرداخته شد، برای تعیین تعداد گروه‌ها و محل برش نمودار از مقایسه میانگین جوامع آماری استفاده‌شده است. بخش اعظم فرضیه‌های پژوهشی به‌منظور مقایسه دو جامعه آماری انجام می‌گیرد. این نوع فرضیه‌ها را فرضیه‌های تطبیقی ۵ می‌گویند. برای آزمون این نوع فرضیه‌ها و تعیین صحت‌وسقم آن‌ها می‌توان از مراحل آزمون فرض آماری برای میانگین دو جامعه استفاده کرد. مراحل این آزمون در ادامه تشریح شده است.

۲-۵-۱- در نظر گرفتن فرض آماری

فرضیه آماری عبارت‌هایی هستند که با استفاده از نمادهای آماری و به‌صورت پارامتر نوشته می‌شوند و نقش آن‌ها هدایت پژوهشگر در انتخاب آزمون آماری است. به‌عبارت‌دیگر، پژوهشگر روش‌های آماری لازم را با استفاده از فرضیه‌های آماری انتخاب می‌کند. فرضیه آماری یک بیان مقداری درباره

پارامترهای جامعه است که با توجه به رابطه (۶) به دو قسم تقسیم می‌شود:

$$H0: \mu_1 = \mu_2$$
$$H1: \mu_1 \neq \mu_2 \quad (۶)$$

الف) استفاده از یک آماره برای آزمون که در اینجا از آماره t استیودنت بهره گرفته‌شده است. پس از انجام تحلیل خوشه‌ای و آزمون گروه های مختلف جهت حاصل شدن اطمینان از اختصاص یافتن هر یاخته به گروه خود از آنالیز تشخیصی استفاده گردید. آنالیز تشخیصی تعلق هر یاخته به هر گروه را بر اساس احتمال پسین صورت می‌دهد. هدف کلی از آن به وجود آوردن یک ترکیب خطی بین متغیرهاست که از آن برای گروه‌بندی افراد استفاده می‌شود (Ashrafi 2009).

۳ - نتایج و بحث

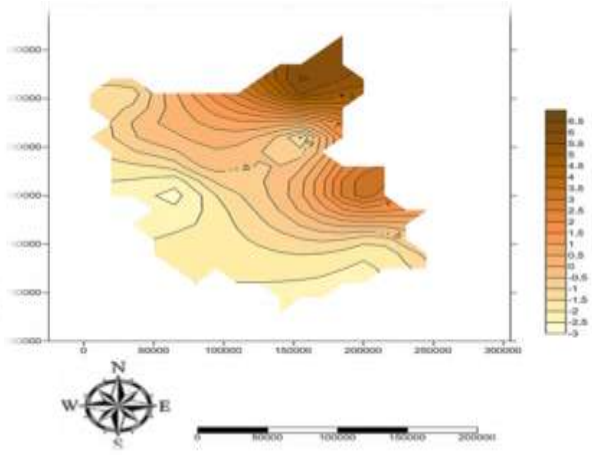
۳-۱ تحلیل مؤلفه‌های اصلی

پس از استانداردسازی ماتریس اولیه استخراج مؤلفه‌ها بیانگر این بود، که چهار مؤلفه قادر است ۰/۹۵ از واریانس داده‌ها را تبیین نماید، مؤلفه اول که رطوبت بود حدود ۰/۴۱، عامل دوم که بیانگر حداقل دما ۰/۲۷ به درجه سا نتیگراد بود، عامل سوم یعنی حداکثر دما ۰/۱۹ و عامل چهارم ۰/۰۶ واریانس مشاهدات را توجیه و تبیین می‌نماید. با توجه به بررسی نقشه مؤلفه اول درشکل (۲) که رطوبت است نشان می‌دهد وزن این مؤلفه از جنوب به‌طرف شمال افزایش می‌یابد. علت آن را می‌توان ارتفاع دانست که این عامل سبب کاهش دما و به‌تبع افزایش رطوبت می‌شود. همچنین با نزدیک شدن به سواحل دریای خزر و رود ارس در وزن مؤلفه اول نقش بیشتری داشته است و رطوبت به‌طور چشمگیری افزایش می‌یابد. در شکل (۳) مؤلفه دوم که کمینه دما است نشان‌دهنده حداقل دما در شرق منطبق بر نواحی اطراف سبلان و اردبیل و سراب می‌باشد. به عبارتی با توجه به رابطه معکوس دما و ارتفاع می‌توان گفت مقدار بیشتری از وزن مؤلفه بردوش این متغیر (حداقل دما) در نواحی پست است. در مؤلفه سوم میانگین متوسط دما که در قسمت‌های شرق زیاد بوده است و در مؤلفه چهارم فشار می‌باشد. فشار در قسمت شمال شرق زیاد است. شیب تغییرات فشار و تغییرات دما یبن شمال و جنوب شدید است چنین ویژگی برای موقعیت آذربایجان دور از حقیقت نیست.

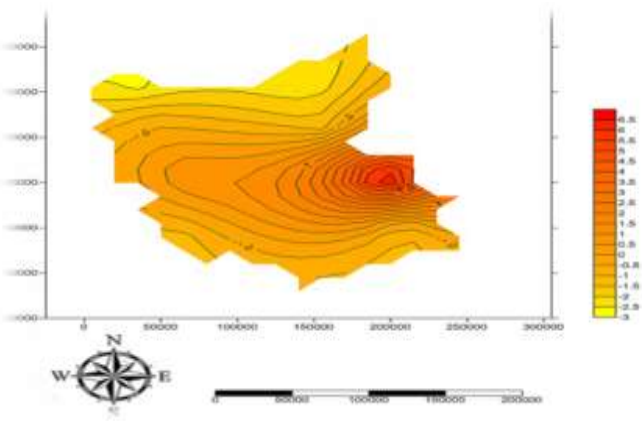
مهم‌ترین عامل در بارش‌های ایران شیب شدید حرارت و یا فشار است. هر زمان و در هر مکانی که شیب حرارتی شدیدتر باشد بارندگی شدیدتر است. در تیپ مداری شیب تغییرات دما و فشار در منطقه آذربایجان شدیدتر از همه تیپ‌های دیگر است، نتایج مؤلفه اصلی استخراج‌شده در جدول (۲) آمده است.

جدول ۲- مؤلفه اصلی ا ستخراج شده

متغیر	عامل اول	عامل دوم	عامل سوم	عامل چهارم
متوسط دما	-۰/۱۹۳	-۰/۴۴۸	-۰/۱۷۹	-۰/۲۷۹
متوسط حداقل دما	-۰/۰۸۵	-۰/۵۱۴	۰/۱۳۳	۰/۱۱۷
متوسط حداکثر دما	-۰/۲۶۱	-۰/۱۹	-۰/۴۴۷	-۰/۰۹
حداقل دما	۰/۰۹۶	-۰/۳۲۲	۰/۴۴۳	-۰/۴۰۸
حداکثر دما	-۰/۲۴۲	-۰/۱۹۵	-۰/۴۴	۰/۳۷۶
نقطه شبنم	۰/۲۴۴	-۰/۳۹۶	-۰/۲۶۳	-۰/۱۱۴
رطوبت نسبی	۰/۴۲۸	۰/۰۷۳	-۰/۱۱۶	۰/۱۳۱
ماکزیمم رطوبت نسبی	۰/۳۴۱	۰/۲۰۶	-۰/۳۳۳	۰/۰۰۸
مینیمم رطوبت نسبی	۰/۴۰۲	-۰/۲۰۸	۰/۰۸۸	-۰/۰۳۱
مجموع بارش	۰/۲۸۲	-۰/۲۲۶	۰/۱۳۹	۰/۳۰۸
کل ساعت آفتابی	-۰/۳۸۲	۰/۲۱۷	۰/۰۹۸	-۰/۳۱۹
فشار	۰/۲۷۲	۰/۱۰۶	-۰/۳۶۲	-۰/۶۰۴



شکل۲- تغییرات مؤلفه اول: رطوبت



شکل۳- تغییرات مؤلفه دوم: حداقل دما

۳ -۲- نتایج تحلیل عاملی

در این مطالعه بررسی حاصل از روش تحلیل عاملی ضریب شاخص kmo برابر ۰/۶۰۳ نشان داد که تحلیل عاملی قابل‌قبول می‌باشد و نتایج آن قابل‌تعمیم به جامعه آماری می‌باشد. درنهایت با اعمال چرخش ۲۵ درجه با روش واریماکس نتایج نشان داد که ۱۲ متغیر مورد مطالعه را می‌توان در ۳ عامل خلاصه کرد. در جدول (۳) نشان می‌دهد از میان ۱۲ عامل، فقط ۳ عامل مقدار ویژه بزرگ‌تر از ۱ می‌باشد. بنابراین بیانیه تعداد عامل‌های اصلی ۳ عدد می‌باشند. به‌نحوی که این ۳ عامل ۸۹/۱۸ درصد از واریانس کل را توجیه می‌کنند، در این میان سهم عامل اول ۴۱/۹۴، عامل دوم ۲۷/۵۱، عامل سوم ۱۹/۷۳ درصد واریانس می‌باشد. نتایج اینآنالیزها در جدول‌های (۳) و (۴) نشان داده شده است.

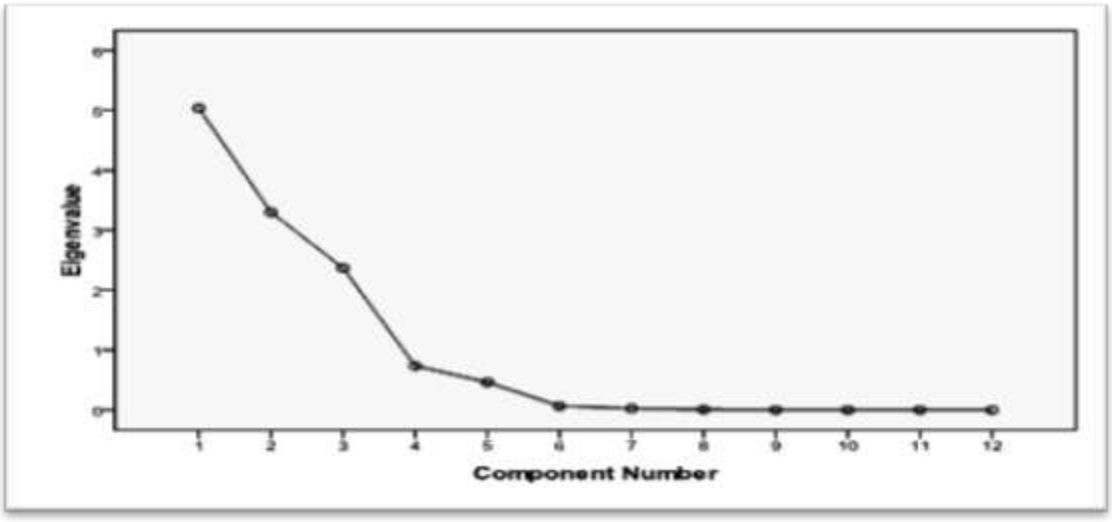
جدول ۳- برآورد میزان مقدار ویژه متغیرها و مشخصات عامل‌های استخراج‌شده

عامل	مقدار ویژه	درصد مقدار واریانس	واریانس تجمعی
۱	۵/۰۳	۴۱/۹۱	۴۱/۹۱
۲	۳/۳	۲۷/۵۱	۶۹/۴۵۹
۳	۲/۳۶	۱۹/۷۳	۸۹/۱۸۹

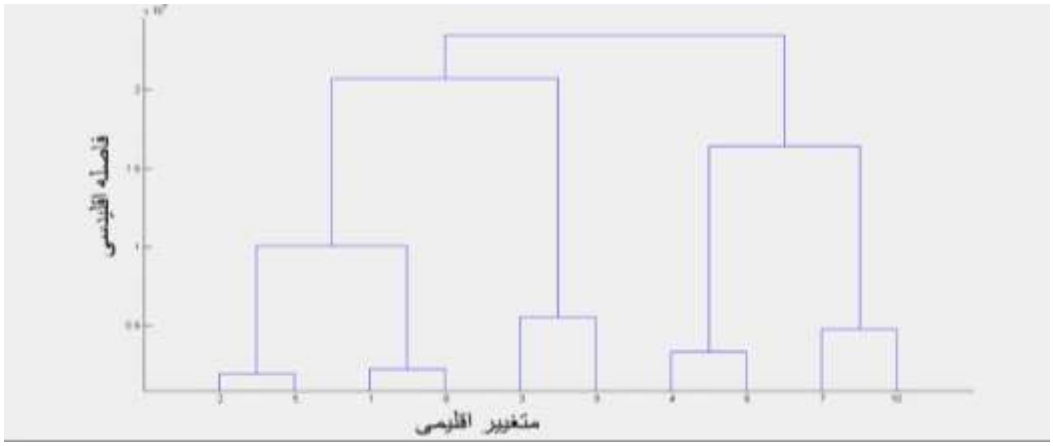
جدول ۴- ضرایب همبستگی متغیرها با هر یک از عامل‌ها (بارهای عاملی) با چرخش واریماکس

متغییر	عامل اول	عامل دوم	عامل سوم
متوسط دما	۰/۱۵۹	۰/۴۸۱-	۰/۸۱۹
متوسط حداقل دما	۰/۴۰۵	۰/۷۷۷-	۰/۴۲۵
متوسط حداکثر دما	۰/۲۳۱-	۰/۰۱۶	۰/۹۳۹
حداقل دما	۰/۴۹۹	۰/۷۲۳-	۰/۲۸۳-
حداکثر دما	۰/۱۹۱-	۰/۰۲۲	۰/۹۱۷
نقطه شبنم	۰/۸۸۶	۰/۰۷۷	۰/۴۳۶
رطوبت نسبی	۰/۶۹	۰/۶۰۶	۰/۳۵۹-
ماکزیمم رطوبت نسبی	۰/۴۰۱	۰/۸۹۶	۰/۱۵۷-
مینیمم رطوبت نسبی	۰/۹۴۲	۰/۰۶۲	۰/۲۹۳-
مجموع بارش	۰/۷۴۲	۰/۱۲۵	۰/۲۱۶-
کل ساعت آفتابی	۰/۹۲۵-	۰/۲۲۹-	۰/۰۵۶
فشار	۰/۳۹	۰/۷۵۳	۰/۰۳۹

نتایج حاصل از ضرایب همبستگی متغیرها برای هر یک از عامل‌ها نشان داد که حداقل رطوبت یعنی عامل اول با نقطه شبنم بارش رابطه مستقیم داشته است. بدین معنا که با افزایش هرکدام از این متغیرها رطوبت افزایش می‌یابد و این عامل با ساعات آفتابی رابطه معکوس دارد. این عامل به‌تنهایی قادر است ۴۱/۹۴ واریانس داده را توجیه و آن را می‌توان عامل رطوبتی (حداقل) نامید. درنتایج حداکثر رطوبت به‌عنوان عامل دوم با فشار و رطوبت بیشترین میزان همبستگی و با حداقل مطلق دما، میانگین روزانه بیشینه همبستگی منفی دارد. این عامل ۲۷/۵۱ واریانس داده را توجیه می‌کند و می‌توان آن را عامل رطوبتی (حداکثر) نامید. عامل سوم دمای حداقل با دمای روزانه، حداکثر مطلق دما، همبستگی مثبت دارد و ۱۹/۷۳ واریانس را برآورد می‌کند و می‌توان عامل دمایی نامید. در شکل (۴) مقادیر ویژه برحسب اهمیت از کوچکترین تا بزرگ‌ترین مشاهده می‌شود. براساس این نمودار سه عامل اول، از بیشترین وبزرگترین مقادیر ویژه برخوردارند.



شکل ۴- نمودارسنگی برآورد مقدار ویژه



شکل ۵- دارنمای (دندروگرام)

شکل ۶-نقشه اقلیمی تحلیل خوشه‌ای

۳-۳- نتایج تحلیل خوشه‌ای

تحلیل خوشه‌ای با روش "وارد" بر روی منطقه آذربایجان شرقی در سه پهنه آب‌وهوایی مشخص شد. برای ارزیابی گروه‌های به‌دست‌آمده از روش کارمنز[1] بهره گرفته شد. کمترین میزان خطا در تعداد سه گروه می‌باشد. بیشترین مساحت مربوط به خوشه دوم می‌باشد و اکثر مناطق کوهستانی را درخود جای داده و گویای نقش ارتفاعات در اقلیم منطقه است. بطوریکه از سمت غرب به شرق تفاوت اقلیمی مشهود است که می‌توان نفوذ کمتر بادهای غربی به مناطق شرقی‌تر به علت وجود ارتفاعات در غرب ناحیه موردمطالعه است. نمودار خوشه‌ای در شکل (۵) و نتایج اقلیم بندی منطقه مورد مطالعه به این روش در شکل (۶) نشان داده شده است.

آذربایجان تا حدودی تحت تأثیر جریان‌های مرطوب دریای مدیترانه از سمت غرب و جنوب غربی قرار دارد و توده‌های هوای سرد سیبری نیز از شمال بر آب‌وهوای آن اثر می‌گذارد. وجود دریاچه ارومیه آب‌وهوای قسمت محدودی از سواحل استان را تحت تأثیر قرار داده است. به‌علاوه بادهای محلی نیز تحت تأثیر شرایط طبیعی استان، از سوی کوهستان‌های بلند و دریاچه‌های اورمیه و خزر، به سوی دشت‌ها و جلگه‌ها می‌وزند، بادهایی که از شمال و شمال شرقی به سوی آذربایجان می‌وزند، کلاً سرد و مرطوب‌اند و در فصل زمستان سبب نزول برف سنگین و یخبندان می‌شوند. باد مرطوب مدیترانه‌ای که از غرب به آذربایجان می‌وزد باران‌زا و بسیار مفید است جریان باد مهمی که از فراز دریای مدیترانه و دریای سیاه و اقیانوس اطلس به سمت غرب و شمال‌غرب ایران می‌وزد، چند شاخه می‌شود که تعداد این شاخه‌ها در فصل پاییز در برخورد با ارتفاعات استان افزایش می‌یابد و در فصل بهار، به ریزش نزولات جوی فراوانی منجر می‌گردد. با توجه به این موارد گروه یک به دلیل تأثیرپذیری از بادها وتوده هوای سردی که از شمال شرق و شمال وارد می‌شود که در این محدوده ایستگاه کلیبر قراردارد باعث دمای حداقل و به دلیل تأثیرپذیری از دریای خزر دارای بارش زیاد و دارای اقلیمی نیمه‌خشک معتدل است. گروه دوم که بیشترین مساحت را دربرگرفته دارای بارش ورطوبتی کمتر نسبت به گروه اول است وایستگاه جلفا، تبریز، بستان‌آباد و میانه در این گروه قراردارد و دارای اقلیمی نیمه‌خشک سرد، در گروه سوم که در قسمت شرقی استان می‌باشد، ایستگاه‌های مرند، مراغه و بناب قرارگرفته‌است و دارای اقلیمی خشک و سرد هستند.

۴- نتیجه گیری

اقلیم ترکیب عناصر و عوامل متنوع آب‌وهوایی آن است. بدون شناخت این عوامل، بررسی، تجزیه و تحلیل و پیش بینی شرایط آب‌وهوایی امکان پذیر نیست، با توجه به شرایط پیش

[1] kamaens

آمده در خصوص دریاچه ارومیه استان آذربایجان شرقی که بخشی از حوضه دریاچه ارومیه را تشکیل می‌دهد نیز از این قاعده مستثنی نیست. از این رو جهت شناسایی عوامل مؤثر بر اقلیم استان با استفاده از تحلیل مؤلفه اصلی، تحلیل عاملی و تحلیل خوشه‌ای پهنه‌بندی اقلیمی منطقه موردمطالعه قرار گرفت. نتایج حاصل از تحلیل مؤلفه‌های مبنا بر روی ۱۲ عنصر اقلیمی استان چنین است:

۱- چهار مؤلفه در ایجاد شرایط اقلیمی منطقه نقش اساسی دارند، که سه مؤلفه قادر است ۹۵٪ از واریانس داده‌ها را تبیین نماید.

۲- در منطقه مورد مطالعه مؤلفه اول یا رطوبت حدود ۴۱٪، عامل دوم یا حداقل دما حدود ۲۷٪، عامل سوم یا

۳- حداکثر دما به درجه سانتی‌گراد ۰/۰۱۹ و عامل چهارم یا سرعت باد به نات حدود ۰/۰۶ واریانس مشاهدات را توجیه و تبیین می‌کنند.

۴- چهار عامل بر روی استان تأثیر دارند و ۸۹/۰۱۸ درصد واریانس داده‌ها را توجیه می‌کنند. به‌منظور تفکیک مکانی نواحی اقلیمی استان یک تحلیل خوشه‌ای پایگانی به روش ادغام وارد (Ward)، سه پهنه آب‌وهوایی مشخص شد و برای ارزیابی گروه‌های به‌دست‌آمده از روش کارمنز (Kamaens) بهره گرفته شد. کمترین میزان خطا در تعداد سه گروه می‌باشد. بیشترین مساحت مربوط به خوشه دوم می‌باشد، که اکثر مناطق کوهستانی را در خود جای داده است.

References

Saliqeh M., barimani F. and Esmaeelinejad M. (2008). Climatical Regionalization of Sistan & Balouchestan Province. Geogr. Develop., 6(12), 101-116.

Masoodian A. (2011). Climate of Iran, Sharia Tows Pub., Mashhad [In Persian].

Nazemolsadat M., Beige B. and Amin S. (2003). Application of the principal component analysis for the regionalization of winter precipitation over Boushehr, Fars, and Kohgiloye & Boyerahmad Provinces. J. Water Soil Sci., 7(1), 61-72 [In Persian].

Torabi S. and Jahanbakhsh S. (2003). Determination of background variables in Iran's climatic classification: introduction and application of factor analysis and principal component analysis methods in geographic and climatological studies analysis. Geogr. Res., 19(1), 151-165 [In Persian].

Farshadfar A. S. (2005). Principles and methods of multivariate statistics. Razi University Pub., Kermanshah [In Persian].

Montazeri M. (2005). Spatial Temporal Analysis of Iran's temperature in the last half century. PhD Thesis, Department of Geography, Isfahan University, Isfahan, Iran [In Persian].

Zolfaghari H. (2005). Investigating natural seasons in Kermanshah Province, Geogr. Res. Quarterly, 20(1), 90-106.

Khosravi M. and NazriPouri H. (2010). Application of cluster analysis to identify features of rainy days (Khash station). J. Geogr. Space, 9, 65-90 [In Persian].

Masoodian A. and Mohammadi B. (2007). Identifying of air synoptic types at Sanandaj station (in 1964-1994). Geogr. Region. Develop., 5(9), 7-21 [In Persian].

KhaniTemeliyeh S., Rabiee Z., KhaniTemeliyeh Z. and Rezaie H. (2014). Climatic Zoning Using Multi-Variable Statistical Methods (A Case Study:Khorasan Razavi Province). Int. J. Current Life Sci.., 4(12), 12344-12349.

Bagheri M., MoradianKarahroudi M., Sadat Tabatabaei F. (2015). Climatic Zoning of West by Multivariate Statistical Methods. J. Sci. Today's World, 4(6), 181-188.

Lashanizand M., Kianfar P. (2016). Climatic Zonation and the Related Variables, Emphasizing Aerosol Parameters in Hamedan, Lorestan, and Markazi Provinces. Int. J. Adv. Biotech. Res. 7(S2), 497-506.

Pouya H., Khalaj A., Mortazavi S. and ManavaPour s. (2017). Zoning the Precipitation Climate in Fars Province. Int. J. Basic Sci. Appl. Res., 6(3), 209-218.

Pineda-Martinez L. and Carbajal N. (2017). Climatic analysis linked to land vegetation cover of Mexico by applying multivariate statistical and clustering analysis. Atmósfera 30(3), 233-242. doi: 10.20937/ATM.2017.30.03.04.

Mansourfar K. (2008). Advanced Methods of Statistics, Tehran University Press.

Climatic Zoning using Multi-Variable Statistical Methods at East Azarbyjan Province

Hossien Rezaie[1], Zahra Rabiee Ghafar[2], Zabihollah Khani Temeliyeh*[3], Sakineh Khani Temeliyeh[4]

[1] Associate Prof., Department of Water Engineering, Faculty of Engineering, Urmia University., Urmia., Iran

[2] M.Sc., Department of Hydro-Meteorology, Faculty of Human Science, Zanjan University, Zanjan, Iran

[3]PhD Scholar, Department of Water Resources Engineering, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran

[4] PhD Scholar, Department of Hydro-Metrology, Faculty of Human Science, Zanjan University, Zanjan, Iran

***Corresponding Author:** z.khani1060@yahoo.com

Original Paper
Received: April 2, 2017 **Accepted:** August 21, 2017

Abstract

Climate is one of the most important and effective phenomenon of human life. Today's human, in order to develop industrial and municipal centers, and to increase food resources, needs to increase its information in the context of different climatic zones. The aim of this research was to achieve cluster classification by multivariate statistical methods. In this regard, 12 climatic elements were selected from 11 synoptic stations (isometropia) inside the East Azarbaijan Province for climatic zoning of the region. The maps and diagrams (plots) were plotted using SURFER and MATLAB software and data analysis was done using SPSS and MINITAB. The principal components analysis was performed for the average temperature, water vapor pressure difference between the maximum and minimum temperature and wind data. Moreover, in factor analysis with varimax rotation, three factors were obtained: humidity, average mean temperature, and minimum absolute temperature. The intensity of the factors was portrayed from North East to East and North West to South East. In the cluster analysis, three climatic zones were obtained.

Keywords: Factor Analysis; Cluster Analysis; Component; Rotation