



دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر

فصلنامه‌ی علمی فضای جغرافیایی

سال بیست و چهارم، شماره‌ی ۸۷

پاییز ۱۴۰۳، صفحات ۱۲۷-۱۱۱

## بررسی اثر توپوگرافی در تشکیل خرده نواحی آب‌وهوایی مناطق خزری

تهمینه چهره آرا ضیابری<sup>۱</sup>

سمیه حاجیوند پایداری<sup>۲\*</sup>

### چکیده

بررسی و شناخت نوع آب‌وهوای یک منطقه و عناصر غالب و مؤثر آن، تعیین‌کننده اقلیم آن منطقه خواهد بود. آب‌وهوا از یک محل تا محل دیگر متغیر است زیرا عناصر و عوامل آب‌وهوایی، در هر محل شرایط خاص خود را دارند. فقدان اطلاع از خرده اقلیم‌های نواحی، برنامه‌ریزی‌های اقتصادی و کشاورزی انسان را با شکست مواجه می‌سازد. به طور کلی اقلیم یک منطقه، متوسط وضعیت هوا در آن منطقه است و دسترسی به متوسط وضعیت هوا در یک مکان خاص، نیازمند آمار و اطلاعات درازمدت هواشناسی است. برای دریافت شناخت صحیح و جامع از اقلیم منطقه خزری، پهنه‌بندی اقلیمی با روش‌های نوین آماری مانند تحلیل عاملی و تحلیل خوشه‌ای طی دوره ۲۳ ساله (۲۰۱۲-۱۹۹۰) انجام شد. برای این منظور تعداد ۲۶ متغیر اقلیمی از ۱۶ ایستگاه هواشناسی انتخاب گردید. سپس با استفاده از مدل رقومی ارتفاع، بین پارامترهای هواشناسی و لایه مذکور یک رابطه رگرسیونی چند متغیره اعمال گردید که در نهایت یک ماتریس پهنه‌ای به ابعاد  $242 \times 26$  به دست آمد و مبنای ناحیه‌بندی قرار گرفت. بررسی اقلیم منطقه با روش تحلیل عاملی نشان می‌دهد که اقلیم منطقه ساخته‌ی ۳ عامل است، این عوامل به ترتیب اهمیت عبارتند از: دمایی، بارشی و بادی-تندری می‌باشد. نتایج حاصل از تحلیل خوشه‌ای بر روی ۳ عامل اقلیمی، وجود ۴ ناحیه را در منطقه خزری نشان می‌دهد. یافته‌ها حاکی از آن است که ۲ عامل اول و دوم به تنهایی ۸۴ درصد رفتار اقلیمی را در منطقه تبیین می‌نمایند.

**واژگان کلیدی:** پهنه‌بندی اقلیمی، ناحیه خزری، تحلیل عاملی، تحلیل خوشه‌ای، مدل رقومی ارتفاع

Email: ta\_ch\_55\_ir@yahoo.com

Email: sayeh9294@gmail.com

۱- دانشگاه پیام نور. دانشگاه پیام نور استان قزوین. ایران.

۲\* - دانشجوی دکتری آب‌وهواشناسی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران (نویسنده مسئول)

## مقدمه

ایران سرزمینی بسیار متنوع است این گوناگونی در تمام ویژگی‌های جغرافیایی آن از مسائل انسانی گرفته تا خصوصیات طبیعی به چشم می‌خورد. شاید بتوان گفت که بهترین جلوه گاه این همه تنوع و گوناگونی، آب و هوای کشور می‌باشد. هیچکدام از ویژگی‌های جغرافیایی به اندازه‌ی پراکندگی مکانی و زمانی عناصر آب و هوایی تنوع نشان نمی‌دهند این ناهم‌آهنگی و غیریکنواختی عناصر آب و هوایی در پوشش گیاهی، نوع خاک و روش زندگی مردم اثر گذاشته است (Masoudian, 2008). بررسی و شناخت نوع آب و هوای یک منطقه و عناصر غالب و موثر آن، تعیین کننده اقلیم آن منطقه خواهد بود. آب و هوا از یک محل تا محل دیگر متغیر است زیرا عناصر و عوامل آب و هوایی، در هر محل شرایط خاص خود را دارند. عامل ارتفاع تأثیر مستقیمی روی تغییرات دمایی دارد. با افزایش ارتفاع، دما از ۰.۴ تا ۱ درجه در هر صد متر (گرادیان گرمایی) کاهش می‌یابد بدین دلیل اغلب منحنی‌های دما بر روی نقشه‌ها، در سطح دریا برای نمایان ساختن اثر دیگر عوامل آب و هوایی ارائه می‌شوند (Khalidi, 1996). بنابراین فاکتور ارتفاع مهمترین عامل در شکل‌گیری اقلیم هر منطقه به حساب می‌آید چرا که با افزایش ارتفاع شاهد کاهش دما و همچنین کاهش در فشار هوا روبرو خواهیم بود. از طرفی منطقه خزری در ایران به دلیل تنوع توپوگرافی، قرارگیری ارتفاعات در جنوب منطقه و منتهی شدن مناطق شمالی به نواحی پست و دریای خزر سبب شده تا در کمترین فاصله تنوعات اقلیمی به چشم آید. از دید چینه‌شناسی و زمین‌ساخت (تکتونیک)، رشته کوه البرز به سه بخش خاوری (شرقی)، مرکزی و باختری (غربی) بخش‌بندی می‌شود. البرز باختری از رودخانه آستاراچای تا دره سپیدرود، البرز مرکزی از دره سپیدرود تا دره فیروزکوه و رود تالار، و البرز خاوری از دره فیروزکوه تا گرگان‌رود و مرز خراسان کشیده شده است. البرز باختری بخش مهمی از کوه‌های تالش را در برمی‌گیرد. این کوه‌ها از گردنه حیران تا غرب شهرستان هشترک کامیاب در خط راست به سمت جنوب سپس به سوی جنوب شرقی امتداد یافته و در جنوب شهرستان رشت به دره سپیدرود می‌پیوندد. با بررسی عوامل محلی چون زمین‌شناسی و تنوع پوشش گیاهی و وجود پهنه‌ها و جریان‌های آبی مختلف در منطقه سبب شده تا چنین سوالی در ذهن بوجود آید که چه مقدار از این تنوعات آب و هوایی از عوامل محلی همچون ارتفاعات سرچشمه می‌گیرد. روش‌های مختلف طبقه‌بندی و ناحیه‌بندی اقلیمی، براساس پارامترهای هواشناختی و جغرافیایی، مناطق جهان را به گروه‌های گیاهی، زیست-اقلیمی، برف گیر، هیدروترومال و دیگر خصوصیات تقسیم می‌کنند. برخی از این روش‌ها عبارتند از: روش کوپن: براساس مقدار متوسط گرما و باران سالانه و وضع ماهانه آن‌ها (Ganji, 2013)، روش تحلیل مولفه‌های اصلی: براساس داده‌های دما و بارش ماهانه و ویژگی‌های توپوگرافی و پوشش گیاهی (Pineda et al., 2007)، روش‌های آماری: براساس داده‌های روزانه بارش برف زمستانی و خوشه‌بندی فضائی (Zhao et al., 2009)، روش شاخص‌های اقلیمی: براساس شاخص‌های دمای ۲۰ درجه، انجماد سالانه، بارش در دوره انجماد و بارش در دوره غیر انجماد (Miao and Wang, 2009)، روش تحلیل خوشه‌ای: براساس داده‌های روزانه متغیر دما، رطوبت، بارش و درجه

روز (Zhou et al., 2009) و روش تغییرات زمانی و فضایی: براساس داده‌های روزانه متغیرهای اقلیمی منتخب (Zhang et al., 2010). درباره تحقیقات جدید در زمینه ناحیه‌بندی اقلیمی در ایران و جهان به چند روش نوین که با داده‌های هواشناسی، ماهواره‌ای و سیستم اطلاعات جغرافیایی، نواحی و خرده نواحی اقلیمی را شناسایی و پهنه‌بندی می‌کنند، اشاره شده است. این روش‌ها عبارتند از: روش تحلیل مولفه‌های اصلی: (Bagheri et al., 2015) استفاده از این روش، ۵ ناحیه اقلیمی در غرب ایران را تعیین کردند. روش تغییرات زمانی و فضایی: (Quan and Bansal, 2021) با استفاده از این روش، نقشه نواحی آب و هوایی با استفاده از داده‌های ماهواره CORDEX را تولید کردند. روش خوشه‌بندی فضایی: (Ilori & Balogun, 2021) با استفاده از این روش، ناحیه بارشی غرب آفریقا را ناحیه‌بندی کردند. روش تحلیل عاملی (Zamani et al, 2022) با استفاده از این روش، ناحیه کشت زعفران در شهرستان میانه را شناسایی کردند. (Zamani et al, 2022) به ناحیه‌بندی اقلیم کشاورزی کشت زعفران در شهرستان میانه پرداختند. نتایج نشان داد که در این منطقه ۲۸ درصد مناسب و ۳۶ درصد نسبتاً مناسب برای کشت زعفران در این منطقه می‌باشد.

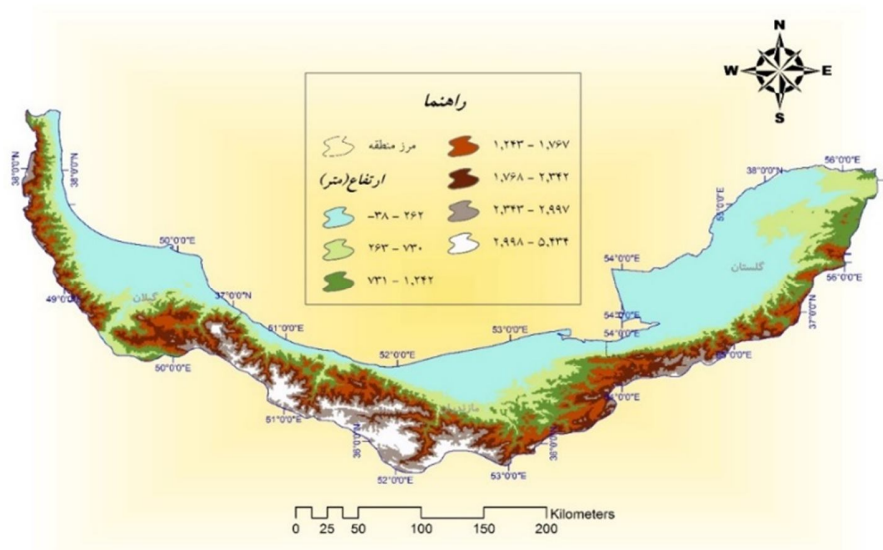
#### ضرورت و اهمیت تحقیق

بر اساس نتایج بدست آمده توسط محققان مشاهده شد که اقلیم ایران زایده ارتفاعات بوده (Masoudian, 2008) از این سو سعی شد تا اثر توپوگرافی بر روی کمیت‌های اقلیمی منطقه مشخص گردد تا بر اساس دیدی واقع بینانه تر به نواحی اقلیمی موجود پرداخته شود. از آنجایی که ناحیه خزری دارای تنوع توپوگرافی بوده و از طرفی متاثر از منبع رطوبتی دریای خزر می‌باشد، سعی شده تا ضمن استفاده از داده‌های واقعی ثبت شده از داده‌های مدل رگرسیونی برای مناطق فاقد داده استفاده گردد تا نقش ارتفاعات در توزیع کمیت‌های هواشناختی در منطقه مشخص گردد.

#### مواد و روش‌ها

##### منطقه مورد مطالعه

این ناحیه در شمال ایران و در حاشیه دریای خزر قرار دارد (شکل ۱) و دارای آب و هوای معتدل بنام معتدل خزری می‌باشد. ناحیه‌ی معتدل خزری در مقایسه با سایر نواحی آب و هوای کشور از وسعت کمتری برخوردار است. ناحیه معتدل خزری سرزمین پستی است که میان کوه و دریا قرار دارد که طول این ناحیه از مغرب به مشرق زیاد و عرض آن کم است و از نظر ناهمواری سرزمین پست و جلگه‌ای است. عمق دریای خزر در همه جا یکسان نیست و در نزدیک سواحل گیلان عمق این دریا بیشتر است. همچنین این استان دارای رودهای زیادی است که از کوه‌ها سرچشمه گرفته و به دریا می‌ریزند که این رودها آبرفت‌های بسیاری را طی سالیان دراز به ساحل کشانده و جلگه‌های وسیعی را پدید آورده است.



شکل ۱: وضعیت توپوگرافی منطقه مورد مطالعه

Figure 1: Topography of the study area

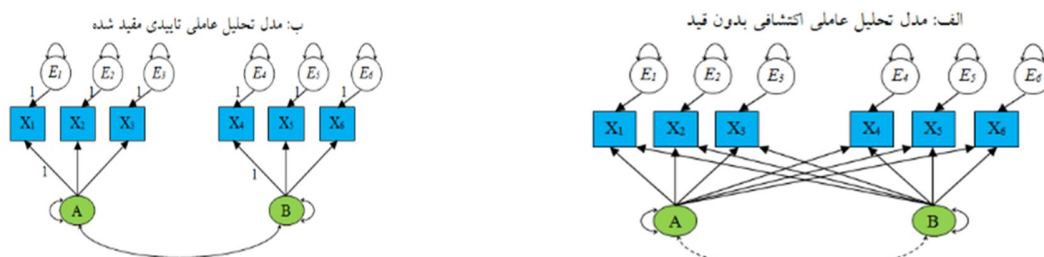
در این پژوهش با استفاده از روش‌های نوین آماری به مانند تحلیل عاملی و تحلیل خوشه‌ای و سیستم اطلاعات جغرافیایی و با استفاده از نرم افزارهای ArcGIS، SPSS و Excel اقدام به طبقه‌بندی عناصر اقلیمی در سطح منطقه شد. در این تحقیق پس از تهیه داده‌های ایستگاه‌های سینوپتیکی سه استان گیلان، مازندران و گلستان از سازمان هواشناسی استان ۲۶ متغیر اقلیمی از ۱۶ ایستگاه هواشناسی طی بازه زمانی بین ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۲ انتخاب شد. به دلیل اینکه هدف از این تحقیق ناحیه-بندی آب و هوایی برای منطقه خزری بر اساس ارتفاعات بود، از یک لایه رقومی ارتفاع (DEM) با توان تفکیک ۹۰ متری نیز استفاده گردید. در ادامه برای ناحیه‌بندی، یک رابطه رگرسیونی بین پارامترها و طول، عرض و ارتفاع منطقه گرفته و پهنه‌بندی انجام شد. برای مشخص کردن خرده نواحی آب و هوایی، داده‌های رستری حاصل از پهنه بندی به نقطه تبدیل شدند و بر اساس روش تحلیل مولفه‌های اصلی، عوامل حاکم بر اقلیم منطقه شناسایی شدند. در این تحقیق سعی شد تا توان تفکیک هر یک از پیکسل‌ها ۱۵×۱۵ کیلومتر انتخاب شوند که باعث شد تا یک ماتریس ۲۶×۲۶ تهیه گردد. در نهایت با انتقال این ماتریس به محیط نرم افزار MATLAB اقدام به خوشه‌بندی به روش وارد<sup>۳</sup> شد.

مراحل روش تحقیق:

- اخذ داده‌های ایستگاه‌های همدید
- یکسان‌سازی دوره آماری و حذف داده‌های مفقود
- اعمال مدل رگرسیونی چند متغیره و درونیابی آن بر روی کمیت‌های منتخب در منطقه
- اعمال روش تحلیل عاملی
- خوشه‌بندی عوامل اقلیمی بدست آمده
- شناسایی نواحی اقلیمی منطقه

روش تحلیل عاملی:

تحلیل عاملی از تعدادی فنون آماری ترکیب شده و هدف آن ساده کردن مجموعه‌های پیچیده داده‌ها است (Klein, 2008). تحلیل عاملی منجر به شناسایی گروهی از مدهای تجربی شد که هر یک نماینده‌ی یک الگوی زمانی مکانی هستند می‌گردد. به علاوه این روش راهی است برای کاهش حجم داده‌ها و تبدیل متغیرهای اولیه به چند عامل محدود که بتواند بیشترین پراش متغیرهای اولیه را توضیح دهد (Ghayoor and Montazeri, 2013). برای تحلیل عاملی ابتدا روش میانجی‌یابی را انتخاب نمودیم، داده‌های اقلیمی عمدتاً بر روی نقطه یعنی ایستگاه‌های دیده‌بانی اندازه‌گیری می‌شوند، در حالی که غالباً نیازمند آگاهی‌های اقلیمی درباره یک پهنه هستیم. طبیعت نقطه‌ای دیده‌بانی‌های اقلیمی سبب می‌شود، هر چه تعداد ایستگاه‌ها را افزایش دهیم، باز هم انتساب نتایجی که تجزیه تحلیل داده‌های ایستگاه‌ها بدست می‌آید، به تمامی یک پهنه درست نباشد. بویژه در مواردی که تغییرات مکانی عناصر اقلیمی زیاد است، این دشواری بارزتر است. بنابراین نتایج یک تجزیه و تحلیل برای تبدیل داده‌های نقطه‌ای به داده‌های پهنه‌ای پذیرفته شده است. در این صورت طوری با یاخته‌های مناسب بر روی پهنه مورد مطالعه گسترانیده و مقدار عناصر اقلیمی در گره‌ها برآورد می‌شود. این برآوردها که تمامی پهنه را می‌پوشانند، از این پس مبنای همه دآوری‌ها درباره اقلیم پهنه قرار می‌گیرند و از داده‌های ایستگاه‌ها به عنوان شاهد برای ارزیابی درجه قطعیت نتایج تحلیل‌ها استفاده می‌شود (Masoudian, 2008).

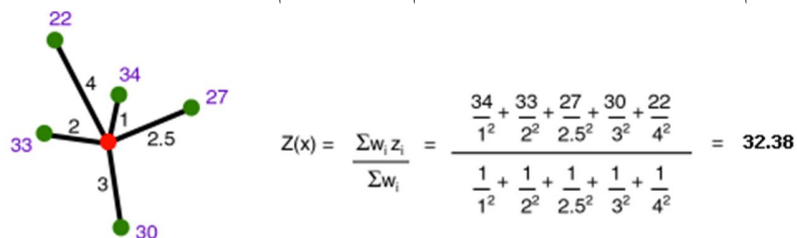


شکل ۲: یک مدل تحلیل عاملی اکتشافی و یک مدل عاملی تاییدی برای ۶ شاخص و ۲ عامل

Figure 2: An exploratory factor analysis model and a confirmatory factor model for 6 indicators and 2 factors

### میانابی

برای اجرای تحلیل عاملی روش میانابی را انتخاب نموده‌ایم زیرا داده‌های اقلیمی بر روی نقاط یا همان ایستگاه‌های هواشناسی اندازه‌گیری می‌شوند ولی غالباً نیازمند آگاهی‌های اقلیمی از یک پهنه هستیم. به منظور این کار نقاط یا گره‌های مشخصی را با فواصل مناسب بر روی نقشه استان مشخص نمودیم تا مقدار عناصر اقلیمی را در هر نقطه برای استان اندازه‌گیری کنیم تا بتوانیم آمار بدست آمده از نقاط را پهنه‌ها تعمیم دهیم. این برآوردها که تمام پهنه را می‌پوشانند، از این پس مبنای همه داورها در باره اقلیم پهنه قرار می‌گیرد و از داده‌های ایستگاه‌ها به عنوان شاهد برای ارزیابی درجه قطعیت نتایج تحلیل استفاده می‌شود (Masoudian, 2008). در این پژوهش میانگین سالانه ۲۶ عنصر اقلیمی روی ۱۶ ایستگاه هواشناسی، داده‌های نقطه‌ای فراهم شده و ماتریس ۱۶×۲۸ طی فرایند میانابی IDW، به ماتریس ۲۶×۲۴ در سراسر ناحیه خزری تبدیل شد. ماتریس اخیر داده‌های پهنه‌ای را فراهم نمود و از آن به عنوان یک تحلیل عاملی استفاده شد. در فرایند میانابی عناصر اقلیمی ۱۶ ایستگاه هواشناسی استان به نقطه نمونه ایستگاهی گسترش یافته بطوری که فاصله هر گره‌گاه از یکدیگر ۱۵ کیلومتر انتخاب شد. بر این اساس در هر مطالعه اقلیمی میانابی یکی از گام‌های اصلی پژوهش به نظر می‌رسد که به یاری آن، شناختی که از راه اندازه‌گیری عناصر اقلیمی بر روی نقاط (ایستگاه‌های دیده بانی هوا) به دست آورده‌ایم را، به پهنه‌های بزرگ بسط دهیم و رفتار اقلیم را در قلمرو مکان شناسایی شود.



شکل ۳: نمونه‌ای عملی از محاسبه Value برای یک نقطه مجهول با استفاده از درون‌یابی IDW با توان ۲

Figure 3: A practical example of calculating the value for an unknown point using IDW interpolation with the power of 2

### روش تحلیل خوشه‌ای:

تحلیل خوشه‌ای روشی است آماری برای تقسیم یک مجموعه داده به زیر مجموعه‌ها یا خوشه‌های همگن و مفیدی که دارای ویژگی‌های مشابه باشند. داده‌هایی که همانند باشند در یک خوشه جا می‌گیرند و داده‌های نا همانند در خوشه‌های جدا قرار می‌گیرند (Ghayoor and Montazeri, 2013). محاسبه شباهت بین تمام جفت نمونه‌ها منتج به یک ماتریس  $m \times m$  خواهد شد. در مرحله بعد، نمونه‌ها یا متغیرها به صورتی مرتب می‌شوند که دو نمونه یا متغیر با بیشترین شباهت، در یک گروه قرار گیرند. سپس ماتریس دوباره حساب می‌شود. این عمل به صورتی تکرار می‌شود که در نهایت به یک ماتریس  $2 \times 2$  کاهش یابد.

جهت استفاده از روش تحلیل خوشه ای به منظور ناحیه بندی اقلیمی ناحیه خزری، برای ایستگاه های منتخب آمار ماهانه میانگین سرعت باد، میانگین دمای خشک، میانگین حداقل دما، میانگین بیشترین دما، میانگین دمای روزانه، میانگین حداکثر دما، تعداد روزهای یخبندان، میانگین دمای نقطه شبنم، میانگین رطوبت نسبی، مجموع بارندگی سالانه، مجموع روزهای بارانی، تعداد روزهای بارانی ۱ و بیش از ۱ میلی متر، تعداد روزهای بارانی ۵ و بیش از ۵ میلی متر، تعداد روزهای بارانی ۱۰ و بیش از ۱۰ میلی متر، میانگین ساعات آفتابی، میانگین فشار سطح ایستگاه، میانگین فشار بخار آب، تعداد روزهای ابری، اختلاف بین حداقل و حداکثر دما، دید افقی زیر ۲ کیلومتر، تعداد روزهای برفی، تعداد روزهای تندری، تعداد روزهای گردوغباری و نسبت اختلاط انتخاب شدند. با توجه به ستون‌ها که داده‌های عناصر اقلیمی استاندارد شده و سطرها که نقاط گره‌گاه‌ها را تشکیل داده‌اند، ماتریسی به ابعاد  $26 \times 26$  برای تحلیل خوشه‌ای مورد استفاده قرار گرفته است.

جدول ۱- روابط بین پارامترهای هواشناسی با ارتفاع، طول و عرض جغرافیایی

Table1-Relationships between meteorological parameters with altitude, longitude and latitude

پارامتر	معادله	ضریب همبستگی	r
دمای نقطه شبنم	$Y=18.251-1.93-1.241-0.006$	۰/۹۵	۰/۹۱
دمای خشک	$Y=-9.024+3.82+1.199-0.003$	۰/۹۲	۰/۸۶
متوسط دمای حداکثر	$Y=-11.764+0.076-0.003$	۰/۸۷	۰/۷۶
متوسط دمای روزانه	$Y=-6.020+3.70+1.07-0.003$	۰/۹۳	۰/۸۶
متوسط حداقل دما	$Y=1.167+1.058+0.995-0.003$	۰/۸۹	۰/۹۴
نسبت اختلاط	$Y=35.311-0.28-6.66-0.002$	۰/۸۸	۰/۹۴
رطوبت نسبی	$Y=327.194-1.084-4.027-0.012$	۰/۷۷	۰/۶
فشار بخار آب	$Y=56.874-0.764-1.018-0.005$	۰/۹۶	۰/۹۲
سرعت باد	$Y=32.258-3.97-2.14+0.002$	۰/۵۹	۰/۳۵
اختلاف بین دمای حداقل و حداکثر	$Y=-12.484+0.233-0.199-0.001$	۰/۶۲	۰/۳۹
مجموع بارش سالانه	$Y=3273.144-1.067+432.355-3.367$	۰/۷۴	۰/۵۴
ساعات آفتابی	$Y=-7520.836+77.122.957+174.2769$	۰/۵۶	۰/۳۲
ابرنیکی	$Y=544.122-4.110-5.256-0.036$	۰/۷	۰/۴۹
روزهای گردوغباری	$Y=-121.440+1.2+487.659.001$	۰/۴۸	۰/۳۳
روزهای همراه با بیش از ۳۰ درجه	$Y=-1057.472+10.710+15.497-0.020$	۰/۷۸	۰/۶۱
روزهای یخبندان	$Y=87.680-0.809-0.973.037$	۰/۹۶	۰/۹۳
تعداد روزهای بارانی	$Y=191.638-3.346+2810-0.003$	۰/۴	۰/۱۶
روزهای همراه با بارش ۱ میلی‌متر	$Y=256.001-4.146.087.012$	۰/۵۷	۰/۳۳
روزهای همراه با بارش ۵ میلی‌متر	$Y=91.011-3.196.255-0.013$	۰/۷	۰/۵
روزهای همراه با بارش ۱۰ میلی‌متر	$Y=77.846-2.92+74.011-0.011$	۰/۷۴	۰/۵۵
روزهای برفی	$Y=-42.553-1.079+1.348+0.019$	۰/۹۳	۰/۸۷
توفان تندری	$Y=31.091-1.2+893.176.002$	۰/۶۳	۰/۵۸
دید افقی	$Y=-76.793-2.5+156.951.043$	۰/۶۹	۰/۴۸
حداقل فشار تراز ایستگاه	$Y=1237.336-2.239-3.716-1.06$	۰/۹۸	۰/۹۷
حداکثر فشار تراز ایستگاه	$Y=1066.001-0.968+736-1.16$	۰/۹۹	۰/۹۹
متوسط فشار تراز ایستگاه	$Y=1042.418-0.515-0.22-1.09$	۰/۹۹	۰/۹۹

## بحث

با توجه به اشارات قبلی، در این تحقیق از ۲۶ متغیر آب و هوایی جهت تعیین نواحی و خرده نواحی اقلیمی در ناحیه خزری استفاده شده است. بدین منظور و برای درک بهتر شرایط اقلیمی منطقه با استفاده از یک روش رگرسیونی خطی بر مبنای مدل رقومی ارتفاع (DEM) برای تعمیم نتایج حاصل به پهنه منطقه مورد مطالعه استفاده گردید که نتایج و معادلات حاصل از این روش در جدول (۱) آورده شده است.

بر اساس جدول فوق مشاهده می‌شود که برخی پارامترها مانند فشار تراز ایستگاه و دریا، دمای نقطه شبنم و فشار بخار آب دارای بیشترین همبستگی با مدل می‌باشند. در این مدل Y معرف پارامترها مدل رگرسیونی، جزء اول ثابت متغیرهای مدل، جزء دوم مسئله (lat) معرف عرض، جزء سوم مسئله (lon) معرف طول جغرافیایی و جزء چهارم مسئله (E) معرف ارتفاع است. در ادامه با اعمال روابط فوق نقشه‌های پهنه‌بندی هر یک از پارامترها تهیه گردید که این مدل مبنای شناسایی نواحی آب‌وهوایی در منطقه قرار گرفت.

جدول ۲- مقادیر بار عاملی بر روی ایستگاهها

Table 2- Factor load values on the stations

ایستگاه	عامل اول	عامل دوم	عامل سوم
بابلسر	۰/۶۱	۰/۱۷	۰/۷۱
رامسر	۰/۵۸	۰/۲۲	۰/۲۴
آمل	۰/۳۲	۰/۸۸	-۰/۵۶
ساری	۰/۶۶	۰/۲۱	-۰/۰۱
سیاه بیشه	-۲/۵۸	۰/۰۶	۰/۵۲
قائم‌شهر	۰/۴۰	۰/۲۹	۰/۵۲
کیاسر	-۱/۶۹	-۰/۱۳	۰/۶۰
نوشهر	۰/۳۵	۰/۸۹	-۰/۴۱
گرگان	۰/۵۶	-۰/۵۱	۱/۱۵
گنبدکاووس	۰/۶۵	-۰/۹۲	۱/۹۵
مراوه تپه	۰/۵۱	-۱/۵۱	۰/۰۵
جیرنده	۰/۰۴	۱/۰۶	-۱/۰۴
منجیل	۰/۳۳	۱/۳۷	-۱/۲۶
رشت	-۱/۴۸	-۱/۱۶	-۱/۲۸
انزلی	-۰/۰۴	۱/۱۳	۰/۶۳
آستارا	۰/۸۰	-۲/۰۵	-۱/۸۰

## نتایج

## یافته های تحلیل عاملی

تحلیل عاملی با روش مؤلفه های مینا و دوران مپراش (واریمکس) نشان داد که ۲۶ عنصر اقلیمی منطقه را، با توجه به همبستگی درونی آن ها، می‌توان در ۳ عامل خلاصه کرد. مجموع این ۳ عامل اقلیمی ۹۱،۳ درصد واریانس داده‌ها را

تیین می کنند؛ بنابراین این عامل ها نقش اصلی و مهمی را در شکل گیری اقلیم بازی می کنند. بعد از شناسایی عامل- های اصلی نقشه های تحلیل مکانی عامل ها رسم گردید تا درجه ی حاکمیت هر عامل در هر قسمت استان مشخص شود. با توجه به جدول (۲) نیز مشخص شد که در قلمرو هر ایستگاه، کدام عامل یا عامل ها بیشترین تسلط را در آن ناحیه دارند.

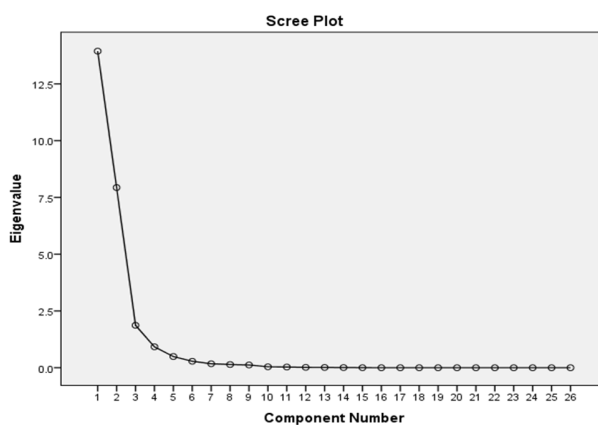
عامل اول به عامل دما و تغییرپذیری دما نام گذاری شد. این عامل به تنهایی ۵۳/۶ درصد از کل واریانس داده ها را تبیین می نماید. دلیل نامگذاری آن بالا بودن مقادیر بارهای عاملی پارامترهای دمایی از جمله حداقل و حداکثر دما و اختلاف بین این دو بود. با بررسی تحلیل مکانی نشان داد که حداکثر حاکمیت آن در نیمه شرقی منطقه بالاخص استان گلستان و قسمت هایی از شرق استان مازندران و حداقل آن در غرب و جنوب منطقه که منطبق بر ارتفاعات البرز و برخی نواحی استان گیلان است (شکل ۵). عامل دوم با نام عامل رطوبت و بارش شناسایی می شود. این عامل ۳۰/۵ درصد از کل واریانس داده ها را تبیین می نماید. با توجه به این که نام گذاری عامل ها، براساس مقادیر مثبت و بزرگتر از یک، انجام می شود و بارهای عاملی متغیرها نیز نشان دهنده ی متغیرهای مجموع بارش سالانه، ابرناکی، روزهای همراه با بارش بیش از ۱، ۵ و ۱۰ میلی متر و رطوبت نسبی هستند، لذا بیش ترین وزن را روی این عامل نشان می دهند، بنابراین نام عامل بارشی برازنده این ناحیه باشد. قلمروی حاکمیت این عامل در غرب منطقه، یعنی مناطق پست جلگه گیلان، نواحی ساحلی شرق گیلان و غرب مازندران و قسمت هایی از نواحی مرکزی مازندران می باشد. در حالی که هرچه از غرب منطقه به سمت شرق و جنوب حرکت می کنیم از میزان حاکمیت این عامل کاسته می شود. مناطق شرقی منتهی به شرق استان گلستان و مناطق مرتفع البرز شمالی، از مناطق کمینه این عامل محسوب می شوند.

وجود بارندگی های سبک ولی طولانی مدت و همراه با تمرکز بیشینه بارش سالانه، یکی از وجوه بارز این ناحیه نیز محسوب می شود. این نتیجه گیری را هم می توان از روی داده های مورد آزمون قرار گرفته استنباط کرد و هم از گزارشاتی که در طی بازه زمانی طولانی مدت که ارگان ها و سازمان های ذی ربط به جمع آوری و ثبت این آمار دارند به نتیجه رسید (شکل ۷). عامل سوم موسوم به عامل تندی است. این عامل که حدود ۷/۲ درصد واریانس کل داده ها را تبیین می کند و رابطه ی مستقیمی با وقوع حداکثر روزهای همراه با توفان تندی در منطقه به علاوه اختلاف دمای حداقل و حداکثر نشان می دهد. محدوده ی بیشینه ی حاکمیت این عامل در نیمه شرق ناحیه خزری بالاخص استان گلستان می باشد در حالی که کمترین آن در غرب یعنی در استان گیلان می باشد به دلیل اینکه شرق منطقه دارای تغییرات سریع دما و از طرفی وجود تابش بالا سبب شده تا جریانات همرفتی واقع در منطقه به بیشینه خود رسیده و سبب ظهور توفان های تندی که غالباً از شرایط محلی منشا یافته را فراهم می کند (شکل ۵).

جدول ۳- مجموع واریانس تبیین شده برای هر عامل

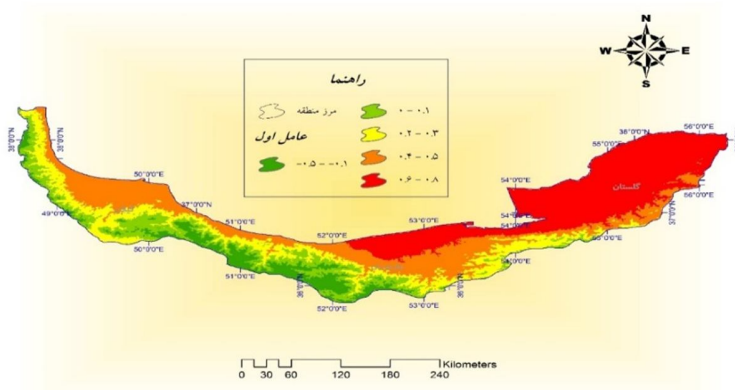
Table -3 Total explained variance for each factor

عوامل	Total Variance Explained								
	مقادیر ویژه اولیه			مجموع استخراج بارهای مربعات			مجموع چرخش بارهای مربعات		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
۱	۱۳/۹	۶/۵۳	۵۳/۶	۱۳/۹	۵۳/۶	۶/۵۳	۱۱/۶	۴۴/۵	۴۴/۵
۲	۷/۹	۳۰/۵	۸۴/۱	۷/۹	۳۰/۵	۸۴/۱	۱۰/۰	۳۸/۶	۸۳/۱
۳	۱/۹	۷/۲	۹۱/۳	۱/۹	۷/۲	۹۱/۳	۲/۱	۸/۳	۹۱/۳



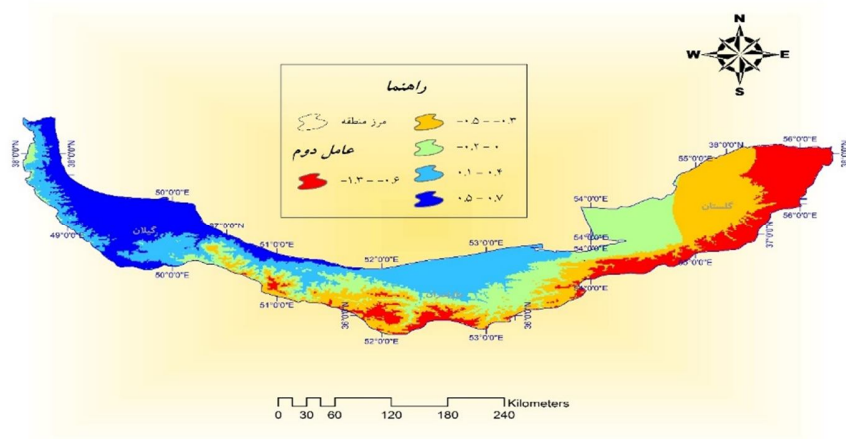
شکل ۴: نمودار غربالی تحلیل مولفه‌های اصلی بر روی پارامترهای هواشناسی (محور افقی تعداد عوامل و محور عمودی مقادیر ویژه)

Figure 4: Sieve diagram of principal components analysis on meteorological parameters (horizontal axis number of factors and vertical axis eigenvalues)



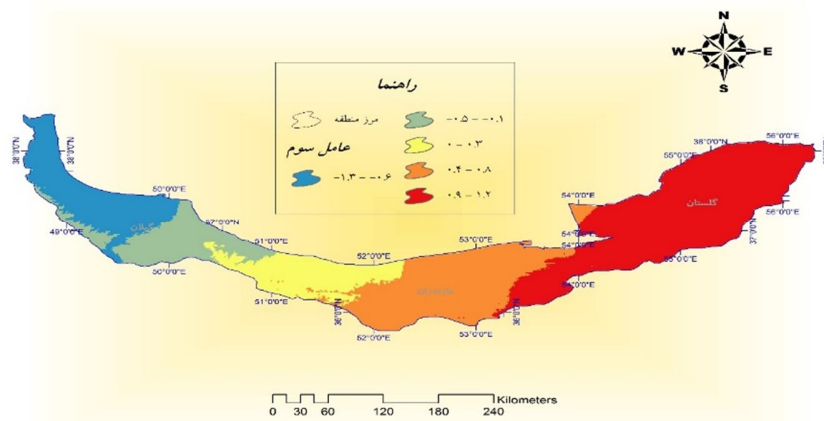
شکل ۵: الگوی فضایی از عامل اول در منطقه (عامل دما)

Figure 5: Spatial pattern of the first factor in the region (temperature factor)



شکل ۶: الگوی فضایی از عامل دوم در منطقه (عامل رطوبت و بارش)

Figure 6: Spatial pattern of the second factor in the region (humidity and precipitation factor)

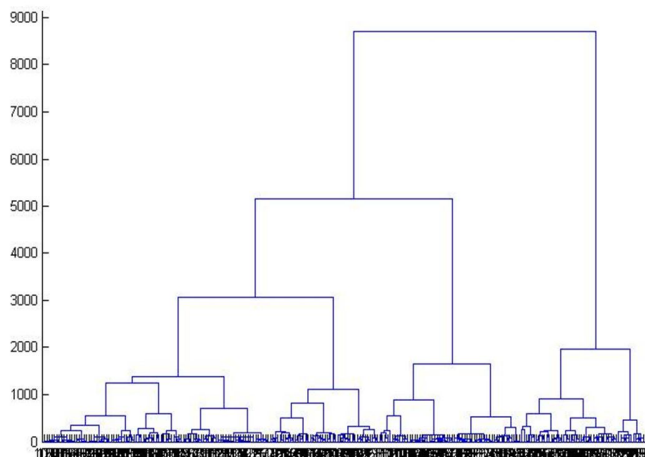


شکل ۷: الگوی فضایی از عامل سوم در منطقه (عامل تندی)

Figure 7: Spatial pattern of the third factor in the region (thunder factor)

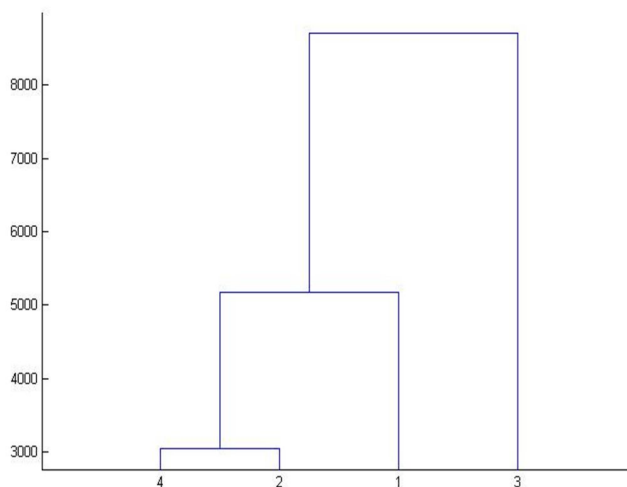
### یافته‌های تحلیل خوشه‌ای

همانطور که در قسمت‌های قبل اشاره شد، پس از اعمال روش تحلیل مولفه‌های اصلی بر روی ۲۶ پارامتر هواشناسی، ۳ عامل شناسایی شدند. پس از شناسایی عامل‌ها و تبدیل داده‌های نقطه‌ای به پهنه، یاخته‌های آن  $15 \times 15$  کیلومتر انتخاب شد. با اعمال این روش یک ماتریس  $26 \times 26$  ایجاد شد که مبنای ناحیه‌بندی قرار گرفت. برای رسیدن به این هدف، با استفاده از مقادیر بارهای عاملی هر یاخته، اقدام به خوشه‌بندی در محیط نرم افزار MATLAB شد.



شکل ۸: دارنمای کلی اعمال شده بر روی یاخته‌ها

Figure 8: Dendrogram general applied to the cells

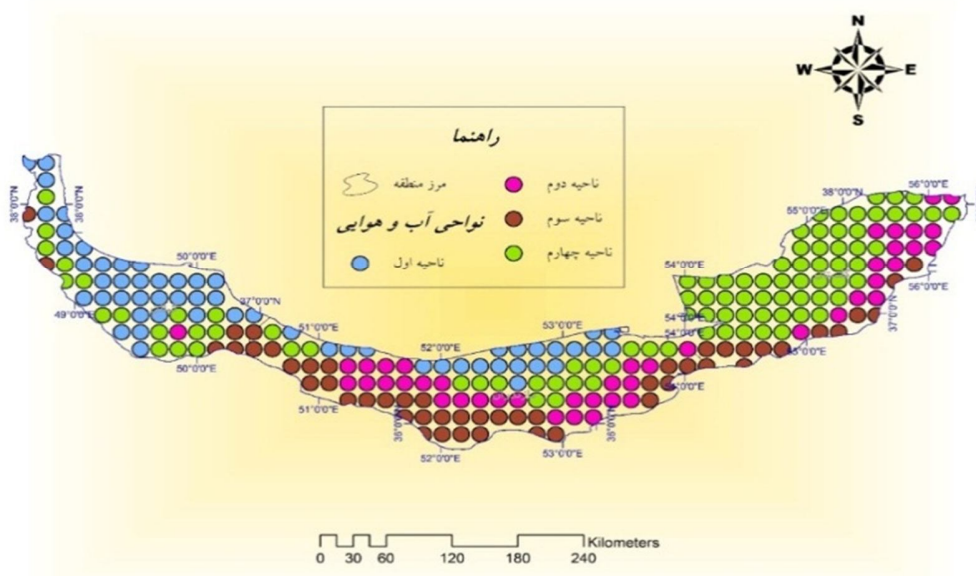


شکل ۹: دارنمای ۴ ناحیه آب‌وهوایی تفکیک شده برای منطقه خیزی

Figure 9: A Dendrogram of the climate zones separated for the 4 Caspian region

با استفاده از روش خوشه‌بندی وارد، یا خوشه‌بندی براساس فاصله، نقاط یا یاخته‌ها براساس نمرات عاملی گروه‌بندی شدند و در نهایت منطقه به ۴ ناحیه متمایز آب و هوایی تقسیم شد (شکل‌های ۸ و ۹). برای نمایش بهتر یک نقشه پهنه‌بندی تهیه شد تا نواحی متمایز شده مشخص گردد (شکل ۱۰). بر اساس تقسیم‌بندی انجام شده ناحیه اول مشتمل بر قسمت‌های اعظمی از استان گیلان، غرب و مناطق مرکزی مشرف به ساحل استان مازندران را تشکیل می‌دهد. این ناحیه را می‌توان ناحیه مرطوب و بارش‌مند در نظر گرفت. بدین دلیل که متوسط بارش منطقه‌ای در این ناحیه در سال، ۱۰۰۶ میلی‌متر، رطوبت نسبی بیش از ۷۷

درصد و با دارا بودن بیش از ۱۳۵ روز ابرناکی در سال و حداکثر تعداد روزهای بارشی که مشتمل بر روزهای همراه با ۱، ۵ و ۱۰ میلی‌متر بوده را در بر می‌گیرد. ناحیه دوم را با عنوان منطقه‌ای نیمه مرطوب همراه با دماهای خنک و ملایم در نظر گرفت. در این ناحیه متوسط بارش بیش از ۳۰۰ میلی‌متر و رطوبت نسبی نزدیک ۶۶ درصد بوده و با وزش باد ملایم شرایط مساعدی از نظر آسایش حرارتی حاکم بوده و به دلیل بالا نبودن دما در منطقه که متوسط دما در آن ۱۴ درجه سانتی‌گراد بوده، از شرایط شرجی و یا وقوع یخبندان‌ها به دور می‌باشد. ناحیه سوم آب‌وهوایی را ناحیه سرد و خشک همراه با یخبندان و برف بایستی نامگذاری نمود. در این منطقه به دلیل پایین بودن درجه حرارت و از طرفی وقوع یخبندان‌های طولانی مدت در ایام سال و تغییر نوع بارش از باران به برف سبب شده تا اقلیمی متفاوت در دل ناحیه خزری بوجود آید. از طرفی وزش بادهای شدید در این منطقه به تغییرات شبانه‌روزی دما نیز جوابی مثبت داده که طی این فرایند و کاهش و افزایش شدید دما در ایام سال، همراه با وزش باد شدید شرایط نامساعدی را در منطقه فراهم می‌کند. ناحیه سوم بیشتر منطبق بر مناطق جنوبی ناحیه خزری بوده و مشتمل بر ارتفاعات جنوبی مازندران، غرب گیلان و قسمت‌هایی از جنوب غرب گلستان می‌باشد. ناحیه چهارم که قسمت‌های اعظمی از استان گلستان، مناطق شرقی استان مازندران، شرق و جنوب شرق گیلان و قسمت‌های شمال غرب این استان را در بر می‌گیرد. این ناحیه را بایستی با عنوان نیمه مرطوب شناخت. بدین صورت که متوسط بارش منطقه‌ای در این ناحیه ۶۳۰ میلی‌متر در سال و با دارا بودن ۱۱۶ روز ابری و رطوبت نسبی بیش از ۷۰ درصد این ناحیه را متمایز ساخته است (شکل ۱۰ و جدول ۴).



شکل ۱۰: نواحی چهارگانه آب و هوایی منطقه خزری

Figure 10: The four climate zones of the Caspian region

جدول ۴- میانگین پارامترهای هواشناسی برای ۴ ناحیه آب و هوایی منطقه خزری

Table 4-Average meteorological parameters for 4 climatic zones of the Caspian region

پارامتر	ناحیه اول	ناحیه دوم	ناحیه سوم	ناحیه چهارم
دمای نقطه شبنم	۱۱/۴	۵/۱	-۲/۳	۹/۶
دمای خشک	۱۶/۱	۱۴/۱	۹/۸	۱۶/۵
متوسط دمای حداکثر	۲۰/۱	۱۸/۷	۱۴/۲	۲۱
متوسط دمای روزانه	۱۶/۲	۱۴/۲	۹/۹	۱۶/۵
متوسط حداقل دما	۱۲/۲	۹/۶	۵/۶	۱۱/۹
نسبت اختلاط	۹/۶	۷/۶	۵/۲	۹/۱
رطوبت نسبی	۷۷/۱	۶۱/۵	۴۸/۲	۷۰
فشار بخار آب	۱۵	۱۰/۱	۳/۸	۱۳/۸
سرعت باد	۴/۶	۵/۵	۸/۵	۳/۹
اختلاف بین دمای حداقل و حداکثر	۸/۱	۱۰/۲	۱۱/۱	۹/۵
مجموع بارش سالانه	۱۰۰۶/۷	۳۳۷/۲	۱۰۳/۹	۶۳۷/۷
ساعات آفتابی	۱۹۷۰/۲	۲۴۲۷/۴	۲۷۱۸/۵	۲۲۲۵/۴
ابرناکی	۱۳۵/۷	۸۹/۳	۴۷/۷	۱۱۶/۴
روزهای گردوغباری	۱/۹	۳/۹	۴/۳	۳/۶
روزهای همراه با بیش از ۳۰ درجه	۵۰/۳	۵۷/۷	۱۸/۸	۷۵/۸
روزهای یخبندان	۱۷/۳	۵۱/۹	۱۰۰/۷	۲۳
تعداد روزهای بارانی	۱۲۵/۴	۱۱۲/۸	۱۱۱/۹	۱۱۵/۷
روزهای همراه با بارش ۱ میلی‌متر	۸۳/۸	۶۰/۳	۴۸/۸	۶۹/۹
روزهای همراه با بارش ۵ میلی‌متر	۴۷/۱	۲۴/۹	۱۰/۹	۳۵/۶
روزهای همراه با بارش ۱۰ میلی‌متر	۲۹/۵	۱۰/۶	-۱/۲	۱۹/۶
روزهای برفی	۶/۸	۲۵/۲	۴۹/۷	۱۰/۷
توفان تندی	۱۶	۱۲/۵	۱۶/۶	۱۱/۳
دید افقی	۴۱/۹	۷۷/۸	۱۳۴/۷	۴۵/۵
حداقل فشار تراز ایستگاه	۹۷۰/۹	۸۶۰/۱	۷۲۵/۷	۹۴۱/۷
حداکثر فشار تراز ایستگاه	۱۰۲۳/۸	۹۰/۶	۷۵۶/۸	۹۹۶/۱
متوسط فشار تراز ایستگاه	۹۹۵/۹	۸۸۶/۴	۷۴۵/۹	۹۷۰/۹

### نتیجه‌گیری

ناحیه خزری با دارا بودن نواحی اقلیمی متفاوت، که دارای بخش‌هایی است که تا حدودی از شرایط کوهستانی پیروی می‌کند و بخش‌های دیگر و اعظم آن از شرایط دشتی و جلگه‌ای مرطوب تبعیت کرده، همواره از پیچیدگی آب و هوایی خاصی برخوردار بوده است. وجود کوهستان‌های البرز در قسمت‌های جنوبی و وجود منبع عظیم تامین کننده بارش‌های منطقه، دریای خزر در منطقه سبب چنین درهم تنیدگی‌هایی در منطقه شده است. وجود چنین شرایطی سبب شده تا درک سازوکار اقلیمی در دل این ناحیه بیش از پیش پیچیده‌تر شده و پژوهشگران را راغب به کشف قوانین حاکم و درک شرایط محیطی از خرده نواحی اقلیمی در منطقه نماید. با بررسی ۲۶ عنصر اقلیمی ۳ عامل اقلیمی شناسایی شد و نقشه‌های مربوط به آنها ترسیم گردید. این عوامل به ترتیب دمایی، عامل بارشی و عامل بادی-تندی می‌باشد. در بین این عوامل عامل اول با دارا بودن ۵۳ درصد واریانس کل داده‌ها، مهم‌ترین نقش‌ها را در تعیین تنوع اقلیمی منطقه داشته است. این عامل در شرق و مرکز منطقه بیشتر مشاهده می‌شود و هر چه سمت شرق به سمت غرب حرکت می‌کنیم

شدیداً از این عامل کاسته می‌شود. در کل این سه عامل حدود ۹۱ درصد رفتار اقلیمی را در منطقه خزری را توجیه نموده‌اند. بعد از این مرحله، نقشه‌های تحلیل مکانی هر عامل تهیه شد و تأثیر این عوامل را در کل منطقه نشان داد. پس از شناسایی عامل‌ها و تعیین قلمروهای مکانی آن‌ها، در نهایت با روش خوشه‌بندی وارد اقدام به طبقه‌بندی استان گردید. بدین صورت که با تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی حاصل از رابطه رگرسیونی بین پارامترها و لایه ارتفاعی، داده‌های یاخته‌ای که با توان تفکیک ۱۵×۱۵ کیلومتر انتخاب شده بود، اقدام به خوشه‌بندی و تفکیک نواحی جداگانه آب و هوایی در منطقه شد. با توجه به نمودار درختی حاصله ۴ ناحیه اقلیمی تشخیص داده شد و خصوصیات هر ناحیه جداگانه بررسی گردید. بر اساس مطالعات (Montazeri.,2014 و Masoudian, 2003) مشاهده شد که روش‌های آماری از جمله تحلیل عاملی و خوشه‌ای روش‌های مناسبی برای شناسایی خرده نواحی آب‌وهوایی بوده و با اضافه کردن مدل ارتفاعی که در این تحقیق انجام شد، دقت نواحی آب‌وهوایی و لانه‌گزینی آن در بین ارتفاعات کاملاً مشخص شد.

## References

- Bagheri, M., Moradian Karahroudi, M., and Sadat Tabatabaei, F (2015). Climatic zoning of west by multivariate statistical methods. *Journal of Science and Today's World*. 2015, volume 4, issue 6, pages:181-188. DOI: <https://doi.org/10.24200/jsshr.vol2iss03pp1-11>.
- Ganji, M.H.; (2013), Climate divisions, *Scientific Bulletin of the National Center for Climatology*,. [In Persian]
- Ghayoor, H; Montazeri, M.; 2013, Zoning of Iran's temperature regime with basic components and cluster analysis, *Geography and Development Magazine*, No. 4, pp. 26-32. (In persian)
- Masoudian, S. A. (2003), identification of Iran's rainfall regime by cluster analysis method, *Journal of Geography and Development*, , pp, 171-184. [In persian]
- Masoudian, S. A. (2008). demarcation of iran's water regions using the rainfall turbulence index, *Humanities Research Journal, Isfahan University*, Spring and Summer 2008, pp. 1-14. [In persian]
- Miao, Q., & Wang, H. (2009). Climate regionalization of China's national highways based on GIS. *Journal of Geographical Sciences*, 19(4), 403-4123. DOI <https://doi.org/10.1007/s11430-014-4889-1>.
- Montazeri, M. (2014). Investigating the role of unevenness in the formation of sub-climatic regions of Kohgiluyeh and Boyer Ahmad provinces. *Journal of Geography and Development*, No. 40. (In persian)
- Klein. P., (2008) "Easy guide to factor analysis". Seyed Jalal Al Sadat Asghar Minaei. Tehran, *Samt Publications*.
- Pineda, J. A., Aguilar, M., & Conde, C. (2007). Climatic regions of Mexico based on monthly precipitation and temperature data from 173 meteorological stations. *Atmósfera*, 20(4), 349-3701. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2017.01.031>.
- Quan, S. J., & Bansal, P. (2021). A systematic review of GIS-based local climate zone mapping studies. *Building and Environment*, 196, 107791. DOI:10.1016/J.BUILDENV.2021.107791.
- Salih, M; Ismail Nejad, M.; 2008, climatic zoning of Sistan and Baluchistan province, *geography and development magazine*, No. 12, pp 116-110. [In persian]
- Khalidi, Shahriar (1996). *Practical Climatology, Qoms Publishing*. [In persian]
- Zamani, a., Sharifi, a., Felegari, s., Tariq, a., & Zhao, n. (2022). agro climatic zoning of saffron culture in miyaneh city by using wlc method and remote sensing data. *agriculture*, 12(1), 118-130. doi:10.3390/agriculture12010118.
- Zhang, Q., Xu, C. Y., & Zhang, Z. (2010). Observed changes of drought/wetness episodes in China using the standardized precipitation index and aridity index. *Theoretical and Applied Climatology*, 99(1-2), 109-1175. 10.1007/s00704-008-0095-4
- Zhao, T., Ding, Y., Wang, S., & Jiang, Z. (2009). Regionalization of winter snowfall over Northeast China. *Journal of Geographical Sciences*, 19(3), 287-2982. DOI

## Investigating the Effect of Topography on the Formation of Climatic Sub-Regions in the Caspian Region

Tahmine chehreara ziahari<sup>1</sup>, Somayeh Hajivand Paydari<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Payame Noor University

<sup>2</sup> Ph.D. student of Climatology, Faculty of Geography, Kharazmi University, Tehran, Iran.  
Email: Sayeh9294@gmail.com (Corresponding Author)

### Abstract

Understanding and identifying the climate type of a region, along with its dominant and influential elements, is crucial for determining the region's climate. Climate varies from one location to another due to the unique conditions of meteorological elements and factors in each place. Lack of knowledge about microclimates in regions can lead to failures in economic and agricultural planning. Generally, the climate of a region is the average weather condition in that area, and access to the average weather condition in a specific location requires long-term meteorological data and information. To gain a comprehensive understanding of the Caspian Sea region's climate, climatic zoning was conducted using modern statistical methods such as factor analysis and cluster analysis over a 23-year period (1990-2012). For this purpose, 26 climatic variables from 16 meteorological stations were selected. Then, using a digital elevation model, a multivariate regression relationship was applied between the meteorological parameters and the mentioned layer, resulting in a 26x242 zoning matrix which served as the basis for zoning. Climate analysis of the region using factor analysis shows that the region's climate is shaped by three factors: temperature, precipitation, and wind-thunderstorm. The results of cluster analysis on the three climatic factors indicate the presence of four zones in the Caspian Sea region. The findings suggest that the first and second factors alone explain 84% of the climatic behavior in the region.

Most isothermal curves are presented on maps at sea level to show the effect of other weather factors. (Khaldi, 2016). Therefore, the altitude factor is considered the most important factor in the formation of the climate of each region, because with the increase in altitude, we will see a decrease in temperature and also a decrease in air pressure. On the other hand, the Caspian region in Iran, due to the diversity of topography, the location of the heights in the south of the region and the northern regions leading to the lowlands and the Caspian Sea, have caused climatic variations to be seen in the shortest distance.

### The necessity and importance of research

Based on the results obtained by the researchers, it was observed that Iran's climate is a product of altitudes (Masoudian, 2013). From this point of view, an attempt was made to determine the effect of topography on the climatic quantities of the region in order to deal with the existing climatic areas based on a more realistic view. to be Since the Caspian region has topographic diversity and is affected by the moisture source of the Caspian Sea, it has been tried to use the data of the regression model for the regions without data, in addition to using the real data recorded, so that the role of altitude in The distribution of meteorological quantities in the region should be determined.

### Methodology

In this research, using new statistical methods such as factor analysis, cluster analysis, and geographic information system, and using ArcGIS, SPSS, and Excel software, climate elements were classified at the regional level. In this research, after preparing the data of the synoptic stations of the three provinces of

Gilan, Mazandaran and Golestan from the meteorological organization of the province, 26 climatic variables were selected from 16 meteorological stations during the period between 1990 and 2012. Because the purpose of this research was climate zoning for the Caspian region based on altitudes, a digital elevation layer (DEM) with a resolution of 90 meters was also used. Next, for zoning, a regression relationship between the parameters and the length, width and height of the area was taken and zoned. In order to specify the climatic sub-regions, the raster data obtained from zoning were converted into points and based on the method of principal component analysis, the factors governing the region's climate were identified. In this research, it was tried to choose the resolution of each pixel of 15x15 km, which made a 26x242 matrix to be prepared. Finally, by transferring this matrix to the MATLAB software environment, clustering was done using the entered method.

### Conclusion

The Caspian region, having different climatic regions, which has parts that follow the mountain conditions to some extent, and other parts and most of them follow the conditions of the plains and wet plains, has always had a special climate complexity. Is. The presence of the Alborz mountains in the southern parts and the presence of the Caspian Sea, a huge source of rainfall in the region, have caused such entanglements in the region. The existence of such conditions has caused the understanding of the climatic mechanism in the heart of this region to become more complicated and has attracted researchers to discover the governing laws and understand the environmental conditions of the climatic sub-regions in the region. By examining 26 climatic elements, 3 climatic factors were identified and their related maps were drawn. These factors are temperature, precipitation factor and wind-thunder factor. Among these factors, the first factor, having 53% of the variance of the total data, has played the most important roles in determining the climate diversity of the region. This factor is observed more in the east and center of the region, and as we move from east to west, this factor decreases drastically. In total, these three factors have justified about 91% of the climatic behavior in the Caspian region. After this stage, spatial analysis maps of each factor were prepared and showed the effect of these factors in the entire region. After identifying the factors and determining their spatial territories, the province was finally classified by clustering method. In this way, by preparing the zoning maps resulting from the regression relationship between the parameters and the height layer, the cell data that was selected with a resolution of 15x15 km, clustering and separating the separate climate zones in the region. became. According to the resulting tree diagram, 4 climatic regions were identified and the characteristics of each region were investigated separately. Based on the studies of Qalahari et al. 2014) and Sahiz et al, 2014, it was observed that statistical methods including factor and cluster analysis are suitable methods for identifying climatic sub-regions and by adding the height model that is used in this The research was carried out, the accuracy of the weather zones and its nesting among the altitudes were completely determined.

**Keywords:** climatic zoning, Caspian Sea region, factor analysis, cluster analysis, digital elevation model.