مطالعات جغرافیایی مناطق خشک
سال اول، شماره اول، پاییز ۱۳۸۹
دریافت مقاله : ۸۹/۶/۲۰ تأیید نهایی: ۸۹/۱۰/۲۱
صص ۶۸- ۵۳

ناحیه‌بندی آب و هوایی استان اصفهان با استفاده از روش‌های نوین آماری

دکترابوالقاسم امیراحمدی، استادیارگروه جغرافیا، دانشگاه تربیت معلم سبزوار
محسن عباس نیا*،دانشجوی کارشناسی ارشد اقلیم شناسی، دانشگاه تربیت معلم سبزوار

چکیده:

پهنه‌بندی اقلیمی و شناخت مهمترین عوامل و عناصر تأثیرگذار بر هر ناحیه، یکی از راه‌های شناخت شناسنامه‌ی اقلیمی نواحی است. برای دریافت شناخت صحیح و جامع از اقلیم استان اصفهان، پهنه‌بندی اقلیمی با روش‌های نوین آماری مانند تحلیل عاملی و تحلیل خوشه‌ای انجام شد. برای این منظور تعداد ۲۵ متغیر اقلیمی از ۱۲ ایستگاه هواشناسی استان انتخاب گردید. سپس طی فرایند میانیابی IDW ، ماتریس پهنه‌ای داده‌ها به ابعاد ۲۵×۱۱۱ به دست آمد و مبنای ناحیه‌بندی قرارگرفت. بررسی اقلیم استان با روش تحلیل عاملی نشان داد که اقلیم استان ساخته‌ی ۵ عامل است، این عوامل به ترتیب اهمیت عبارتند از: عامل بارشی، عامل دمایی، عامل آسمان صاف و آفتابی، عامل بادی و غباری، عامل گرمایی و رطوبت. تحلیل خوشه‌ای روی ۵ عامل اقلیمی وجود ۴ ناحیه‌ی اقلیمی را در استان نشان داد. یافته‌ها حاکی از آن است که عوامل بارشی و دمایی به تنهایی نزدیک به ۶۷ درصد رفتار اقلیمی را در استان تبیین می‌نمایند.

واژگان کلیدی

پهنه‌بندی اقلیمی، استان اصفهان، تحلیل عاملی، تحلیل خوشه‌ای

---

* نویسنده مسئول: Email:am_abasnia@yahoo.com

۱- مقدمه:

تقسیم‌بندی‌های آب و هوایی و شناخت مهم‌ترین عوامل و عناصر تأثیرگذار بر هر ناحیه، یکی از راه‌های شناخت شناسنامه اقلیمی نواحی است. آب و هوای هر ناحیه نتیجه‌ی حاصل از از کلیه عوامل و عناصر آب و هوایی آن ناحیه است و هنگام تقسیم‌بندی باید همه آن عوامل و عناصر در نظر گرفته شود. بشر امروز جهت توسعه مراکز شهری و صنعتی و افزایش منابع غذایی، نیازمند افزایش اطلاعات خود در زمینهی پهنه‌های متفاوت اقلیمی است. نبود شناخت کافی از خرده اقلیم‌های نواحی، برنامه‌ریزی‌های اقتصادی و کشاورزی انسان را با شکست مواجه می‌سازد. کشور ایران نیز سرزمینی بسیار متنوع است. این گوناگونی در تمام ویژگی‌های جغرافیایی آن از مسائل انسانی گرفته تا خصوصیات طبیعی به چشم می‌خورد. شاید بتوان گفت که بهترین جلوه‌گاه این همه تنوع و گوناگونی، آب و هوای کشور است. هیچ کدام از ویژگی‌های جغرافیایی به اندازه‌ی پراکندگی مکانی و زمانی عناصر آب و هوایی تنوع نشان نمی‌دهند. این تنوع و عدم یک‌نواختی عناصر آب و هوایی، بر پوشش گیاهی، نوع خاک و روش زندگی مردم اثرگذاشته است (مسعودیان و کاویانی، ۱۳۸۷: ۲). ناحیه‌بندی پدیده‌ها برحسب مکان در جغرافیا سابقه‌ای طولانی دارد، نتیجه این مطالعات تفکیک نواحی جغرافیایی و بوجود آمدن جغرافیای ناحیه‌ای است، بطوری که امروز ناحیه‌بندی جزو وظایف اصلی جغرافیا شده است. لزوم این ناحیه‌بندی بخصوص در آب و هواشناسی مشخص است (علیجانی، ۱۳۷۹: ۳۳۵). بر این اساس هدف اصلی مطالعه حاضر تعیین نواحل اقلیمی استان اصفهان با بهره گیری از روش های نوین آماری است.

به‌طور کلی یک سیستم طبقه‌بندی اقلیمی، مجموعه قواعدی است که با بکارگرفتن آنها می‌توان مناطقی را که از نقطه‌نظرهای معین، ویژگی‌های مشترکی از یک‌دیگر مجزا نمود و نواحی با خصوصیات مشترک را در یک طبقه قرارداد (کوچکی، ۱۳۷۳: ۵۹).

برای اولین بارکوپن[1] در سال ۱۹۰۹روش مهم تقسیم‌بندی اقلیمی خود را به دنیا عرضه داشت و در آن سال نقشه‌ای تهیه کرد که براساس اطلاعات موجود آن زمان، به بهترین شکل فراهم شده بود. از آن تاریخ تا یک ربع قرن کوپن تمام وقت خود را صرف مطالعات اقلیمی کرد و چندین کتاب مهم به زبان آلمانی درباره‌ی آب و هوای نواحی به رشته تألیف در آورد (گنجی، ۱۳۸۲: ۴۰).

در ایالات متحده سال ۱۹۳۱، تورنت وایت[2] (۱۹۶۳ – ۱۸۹۲) یک روش طبقه‌بندی پایگانی (سلسله مراتبی) را برحسب الگوی سالانه رطوبت خاک معرفی کرد. در این روش، بارش به عنوان ورودی و تبخیر به عنوان خروجی، معرف موازنه‌ی آب و ذخیره رطوبتی خاک بودند، ولی عملاً دما به نمایندگی از تبخیر بکار می‌رفت. در همان سال پنمن[3] (۱۹۸۴ – ۱۹۰۹) در انگلستان روشی برای محاسبه تبخیر ارائه داد که بر مبانی مبانی فیزیکی استوار بود. به همین دلیل روش تورنت‌وایت که روشی تجربی بود را از میان به درکرد. از این پس روش‌های کمّی جای روش‌های سنتی طبقه‌بندی را گرفتند. اساساً اقلیم یا برحسب سامانه‌های همدیدی پدیدآورنده‌ی آن طبقه‌بندی می‌شد، یا شناسایی نواحی اقلیمی، براساس تحلیل‌های چند متغیره صورت می‌پذیرفت (مسعودیان، ۱۳۸۲: ۱۷۵). ازآن جمله وایت وپری[4] (۱۹۸۹) ناحیه‌بندی اقلیم نواحی انگلستان و

---

1. Koppen.
2. Torrent weight.
3. Penman.
4. White,F.J.and A.h Perry.

ولزرا براساس داده‌های آگروکلیمایی انجام دادند. آنها با استفاده از ۱۶متغیر آگروکلیمایی در دوره‌ی آماری ۱۹۴۱ تا۱۹۷۱ ناحیه مورد مطالعه را به ۱۰ اقلیم متمایز تقسیم کردند. روش مورد استفاده ایشان تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و تجزیه‌ی خوشه‌ای و تجزیه‌ی تابع تشخیص بوده است. تحلیل مؤلفه‌های اصلی و خوشه‌بندی از جمله روش‌هایی هستندکه به‌طورگسترده برای ناحیه‌بندی اقلیمی استفاده می‌شوند. پژوهشگرانی چون اهرندرفر (۱۹۸۷) بانکرز و همکاران (۱۹۹۶) و فاول (۱۹۹۹) از این روش به‌منظور کاهش ابعاد متغیرها استفاده کرده‌اند. در آب و هواشناسی عمدتاً از چهار آرایه S, T, P, R با کارکردهای متنوع استفاده می‌شود.

در ایران نیز مطالعات اقلیمی بیشتر براساس روش‌های سنتی مانند کوپن و تورنت وایت صورت گرفته، اما روش‌های چند متغیره در مطالعات اقلیمی در کشور ما هنوز در مراحل رشد اولیه خود قرار دارد. درحالت کلی اقلیم کشور ما براساس طبقه‌بندی کوپن عمدتاً به دو اقلیم خشک (BW) و نیمه‌خشک (BS) تقسیم می‌شود (ناظم‌السادات وکوردری ،۲۰۰۰ : ۴۷).

در این میان زاهدی (۱۳۷۲) با استفاده از داده‌های پانزده ایستگاه هواشناسی، اقلیم آذربایجان در دوره آماری (۱۹۷۷-۱۹۵۰) با استفاده از روش کوپن به پنج ناحیه مجزا تقسیم‌بندی کرده است. یکی از نکات قابل تأمل در نتیجه حاصل از مطالعه نامبرده، قرار گرفتن ایستگاه مرطوب آستارا در کنار ایستگاه‌های نیمه‌خشک مانند مراغه، میانه، تبریز، مرند، خوی، زنجان و ارومیه می‌باشد. به نظر می‌رسد این نتیجه ناشی از ناتوانی روش کوپن در تفکیک اقالیم مختلف است. حیدری و علیجانی با استفاده از ۴۹ متغیر اقلیمی در ۴۳ ایستگاه هواشناسی ایران و با بهره‌گیری از روش‌های تجزیه به عامل، سه عامل متعامد برهم موسوم به رطوبت، دما و جهت باد را از هم تمیز دادند، ایشان مقادیر سه عامل اول را برای ایستگاه‌ها، محاسبه و روی نقشه کشور رسم کردند. ایشان با توجه به مقادیر عامل‌های مذکور، ایستگاه‌های مورد مطالعه را با روش تجزیه خوشه‌ای وارد گروه‌بندی کردند و نتیجه گرفتند که این روش تطبیق خوبی با واحدهای توپوگرافیک نشان می‌دهد (حیدری و علیجانی، ۱۳۸۷: ۵۷).

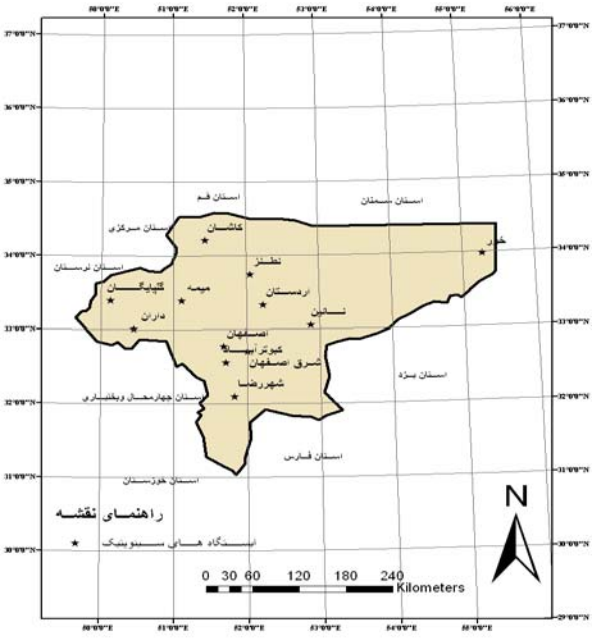
ترابی و جهان‌بخش (۱۳۸۳) در مقاله‌ای تحت عنوان "تعیین متغیرهای زمینه‌ای در طبقه‌بندی اقلیمی ایران"، به معرفی و کاربرد روش تحلیل عاملی و تجزیه‌ی مؤلفه‌های اصلی در تحلیل مطالعات جغرافیایی و اقلیم‌شناسی پرداختند. برای این منظور داده‌های ماهانه‌ی ۴۱ ایستگاه هواشناسی سینوپتیک (۱۹۹۳- ۱۹۹۵) مورد استفاده قرار گرفت و روش تحلیل عاملی و تجزیه‌ی مؤلفه‌های اصلی که از کاربردی‌ترین روش‌های چند متغیره آماری می‌باشند، برای تجزیه و تحلیل داده‌ها انتخاب شد. سپس اقدام به طبقه‌بندی اقلیمی ایران شد. نتایج نشان داد که مهم‌ترین مؤلفه‌های اقلیمی در مرزبندی نواحی ایران، در درجه‌ی نخست نم نسبی و سپس دماهای حداقل و حداکثر به عنوان دومین مؤلفه ارزیابی شدند.

گرامی مطلق و شبانکاری (۱۳۸۵) با استفاده از حجم نمونه آماری اطلاعات هواشناسی سال‌های (۱۹۵۱-۲۰۰۰ میلادی) برای ایستگاه‌های قدیمی و اطلاعات هواشناسی سال‌های۱۹۷۰ الی ۲۰۰۰ میلادی برای ایستگاه‌های جدید استان بوشهر و همچنین بعضی ایستگاه‌های پیرامونی منطقه به پهنه‌بندی اقلیمی (سنتی و جدید) استان بوشهر پرداختند و به این نتیجه رسیدند که شناسایی خرده نواحی اقلیمی به روش‌های نوین آماری نتایج بهتری می‌دهد. سلیقه و اسمعیل‌نژاد (۱۳۸۷) نیز با استفاده از روش‌های نوین به پهنه‌بندی اقلیمی استان سیستان و بلوچستان پرداختند. ایشان تعداد ۲۰ متغیر اقلیمی از ده ایستگاه هواشناسی استان

را انتخاب نمودند و برای صحت بیشتر ناحیه‌بندی خویش داده‌های اقلیمی ده ایستگاه موجود در استان را با روش میانیابی به سراسر پهنه‌ی استان گسترش دادند؛ سپس با اجرای روش تحلیل عاملی نشان داد که اقلیم استان ساخته‌ی ۵ عامل است و در انتها با اجرای یک تحلیل خوشه‌ای روی ۵ عامل اقلیمی وجود ۵ ناحیه‌ی اقلیمی را در استان سیستان و بلوچستان نشان دادند. هم‌چنین عباس‌نیا (۱۳۸۹) در پژوهشی مشابه، اقلیم استان خراسان جنوبی را با استفاده از روش‌های نوین آماری، ناحیه‌بندی کرد و با استفاده از تحلیل خوشه‌ای روی عامل‌ها، وجود شش ناحیه‌ی اقلیمی را در این استان نشان داد. بنابراین شناخت ویژگی‌های طبیعی هر منطقه، بخصوص آب و هوا می‌تواند در امر برنامه‌ریزی و آمایش آن سرزمین نقش عمده‌ای ایفا نماید و پهنه‌بندی اقلیمی (یعنی شناسایی پهنه‌هایی که دارای آب و هوای یکسانی باشند) جهت دستیابی به توسعه‌ی همه جانبه در ابعاد مختلف زمانی - مکانی ضروری می‌باشد.

۲- کلیات جغرافیایی منطقه‌ی مورد مطالعه:

استان اصفهان با ارتفاع متوسط ۱۵۰۰ متر در مرکز فلات ایران، تقریباً جزو مناطق کوهپایه‌ای ایران محسوب می‌گردد (علیجانی، ۱۳۷۹: ۷۲). این استان با مساحتی حدود ۱۰۷/۰۲۷ کیلومترمربع بین ۳۰ درجه و ۴۳ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۲۷ دقیقه عرض شمالی خط استوا و ۴۹ درجه و ۳۶ دقیقه تا ۵۵ درجه و۳۱ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ قرار دارد (عساکره، ۱۳۸۴ : ۹۳). استان اصفهان از شمال به استان‌های مرکزی، قم و سمنان؛ ازجنوب به استان‌های فارس و کهگیلویه و بویراحمد؛ از غرب به استان‌های لرستان، خوزستان و چهارمحال و بختیاری و از شرق به استان یزد محدود است(شکل۱)



شکل۱. موقعیت جغرافیایی و ریاضی استان و پراکندگی ایستگاه‌ها

استان اصفهان به خاطر گستردگی آن، دارای ناهمواری‌های متفاوتی است. در غرب استان رشته کوه‌های زاگرس با جهت شمال غربی- جنوب شرقی، از شمال گلپایگان تا ارتفاعات دنا در سمیرم کشیده شده و شامل رشته کوه‌های دالان کوه و دره بید با ارتفاع ۳۹۱۵ و۳۶۳۱ متر و نیز دنباله‌ی ارتفاعات زردکوه بختیاری

به نام شاهان کوه با ارتفاع ۳۰۴۰ متر است. نقش اساسی این ارتفاعات تخلیه رطوبت جریان‌های مرطوب است و به لحاظ اینکه عمود بر جریان‌های مرطوب غربی قرار دارد مخصوصاً درشمال غرب و غرب استان موجب تخلیه بار آن‌ها شده و غالباً سهم بارش‌های پاییزه نسبت به بارش‌های زمستانه در استان بیشتر است (علیجانی، ۲۰۱:۱۳۷۹). از آنجایی که استان اصفهان در مرکز ایران قرار دارد، از ویژگی‌های طبیعی ایران مرکزی نیز گسترش چاله‌های وسیع مستقل و نیمه مستقل در فواصل رشته کوه‌های منفرد و حاکمیت شرایط زیست اقلیمی خشک در آن است (طالقانی، ۲۳۸:۱۳۸۴). از طرف دیگر مطالعات آب و هوایی نیز نشان می‌دهد که این استان بر روی کمربندی بیابانی نیمکره شمالی قرار گرفته است به‌طوری که نیمی از مساحت استان را بیابان تشکیل می‌دهد. بنابراین از ویژگی‌های آن بارش کم و بالا بودن قدرت تبخیر است.

۳- روش‌شناسی تحقیق:

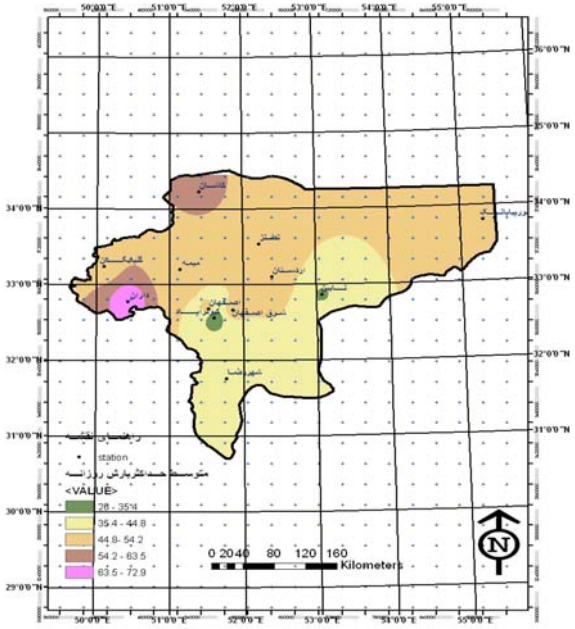
در این پژوهش سعی شد با استفاده از روش‌های نوین آماری و تحلیل‌های چندمتغیره، به شناسایی دقیق خرده نواحی اقلیمی موجود در استان اصفهان پرداخته شود. براین اساس با استفاده از نرم‌افزارهای Surfer، Spss، ArcGis و Excle ناحیه‌بندی در سطح استان صورت گرفت. در نتیجه تعداد ۲۵ متغیر اقلیمی (جدول ۲) شامل: میانگین حداقل و حداکثر دما، متوسط رطوبت نسبی سالانه به درصد، میانگین بارش سالانه، میانگین سرعت باد، تعداد روزهای با بارشی مساوی یا بیشتر از ۱۰میلی‌متر، تعداد روزهای بارشی ۵ میلی‌متر، تعداد روزهای بارشی ۱ میلی‌متر، تعداد ساعات آفتابی، و میانگین دمای روزانه، دامنه‌ی تغییرات دما، حداکثر دمای مطلق، حداقل دمای مطلق، روزهای با حداقل دمای بیشتر از ۲۱ درجه، روزهای با حداکثر دمای بیشتر از ۳۰ درجه، تعداد روزهای یخبندان، آسمان صاف، روزهای با آسمان ابری۶ – ۳ اکتا، روزهای با آسمان ابری ۸-۷ اکتا، روزهای با دید کمتر از ۲ کیلومتر، تعداد روزهای همراه با غبار، تعداد روزهای همراه با طوفان، حداکثر بارش روزانه، شمار روزهای بارشی و فشار سطح ایستگاه، از ۱۲ ایستگاه هواشناسی استان انتخاب شد (شکل ۱). پس از تجزیه و تحلیل و رفع نقص داده‌ها (با استفاده از میان‌یابی) برای هر ایستگاه به وسیله‌ی روش‌های نوین آماری: (تحلیل عاملی و تحلیل خوشه‌ای)، اقدام به شناسایی خرده نواحی موجود در استان شد. سپس ویژگی‌های اقلیمی هر ناحیه مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرارگرفت.

۳-۱- روش تحلیل عاملی

تحلیل عاملی از تعدادی فنون آماری ترکیب شده و هدف آن ساده کردن مجموعه‌های پیچیده‌ی داده‌هاست (کلاین، ۲۰۰۱ : ۷). امتیاز این روش دراین است که ضمن اینکه تعداد متغیرها را کاهش می‌دهد، مقدار اولیه واریانس (تنوع یا پراش) موجود در داده‌ها را حفظ می‌کند. در این روش با توجه به همبستگی درونی متغیرهای اقلیمی با بکارگیری عناصر همبسته، با یکدیگر ترکیب می‌شوند و متغیرهای جدیدی به نام عامل یا مؤلفه‌ی اصلی بدست می‌آید که هرچند تعداد آنها نسبت به متغیرهای اولیه بسیار کمتر است اما بخش بزرگی از اطلاعات موجود در متغیرهای اولیه را منتقل می‌کنند. در این روش متغیری به عنوان عامل تعیین می‌شود که درصد بالایی از واریانس کل داده‌ها را تبیین کند. برای اجرای تحلیل عاملی ابتدا روش میانیابی را انتخاب نموده‌ایم تا بتوانیم تمام نقاط استان را تحت پوشش قرار دهیم؛ بنابراین از روش میانیابی برای شناخت رفتار اقلیمی در قلمرو مکان، در کل استان استفاده شده است.

۳-۲- میانیابی:

در این روش، توری با یاخته‌های مناسب بر روی پهنه‌ی مورد مطالعه گسترانیده و مقدار عنصر اقلیمی در گره‌گاه‌ها برآورد می‌شود (شکل ۲). این برآوردها که تمامی پهنه را می‌پوشانند، از این پس مبنای همه داوری‌ها در باره‌ی اقلیم پهنه قرار می‌گیرند و از داده‌های ایستگاه‌ها به عنوان شاهد برای ارزیابی درجه قطعیت نتایج تحلیل‌ها استفاده می‌شود (مسعودیان، ۱۳۸۲: ۱۳۷). در این پژوهش، میانگین سالانه‌ی ۲۵ عنصر اقلیمی روی ۱۲ ایستگاه هواشناسی استان اصفهان، داده‌های نقطه‌ای فراهم شده و ماتریس ۲۵×۱۲ طی فرایند میانیابی IDW ، به ماتریس ۲۵×۱۱۱ روی سراسر استان تبدیل شد. ماتریس اخیر داده‌های پهنه‌ای را فراهم نمود و از آن به عنوان یک تحلیل عاملی استفاده شد. در فرایند میانیابی عناصر اقلیمی ۱۲ ایستگاه هواشناسی استان، به پهنه‌ی ۱۱۱ نقطه‌ی نمونه‌ی ایستگاهی گسترش یافت بطوری که فاصله‌ی هر گره‌گاه از یکدیگر ۳۰ کیلومتر انتخاب شد؛ براین اساس در هر مطالعه اقلیمی میانیابی یکی از گام‌های اصلی پژوهش به نظر می‌رسدکه به یاری آن، شناختی را که از راه اندازه‌گیری عناصر اقلیمی بر روی نقاط (ایستگاه‌های دیده-بانی هوا) به دست آورده‌ایم را، به پهنه‌های بزرگ بسط می‌دهیم و رفتار اقلیم را در قلمرو مکان کشف می‌کنیم.



شکل۲. نمونه‌ی فرایند میانیابی، عنصر اقلیمی حداکثر بارش روزانه

۳-۳- تحلیل خوشه‌ای:

تحلیل خوشه‌ای روشی است آماری برای تقسیم یک مجموعه داده به زیرمجموعه‌ها یا خوشه‌های همگن و مفیدی که دارای ویژگی‌های مشابه باشند. داده‌هایی که همانند باشند در یک خوشه، جا می‌گیرند و داده‌های ناهمانند در خوشه‌های جداگانه قرار می‌گیرند (غیور و منتظری، ۱۳۸۳: ۲۸). به عبارتی در روش فاصله‌ای یا خوشه‌بندی، گروه‌بندی مشاهدات براساس فاصله‌ی بین آنها انجام می‌گیرد، یعنی مشاهدات یا اجزایی که از همدیگر فاصله‌ی کمتری دارند جزو یک گروه قرار می‌گیرند. هدف اصلی خوشه‌بندی کاهش تنوع و یاواریانس درون گروهی و افزایش واریانس بین گروهی است (علیجانی، ۱۳۸۵ : ۱۸).

۴-یافته‌های تحقیق:

تحلیل عاملی با روش مؤلفه‌های مبنا و دوران مهپراش (واریمکس) نشان داد که ۲۵ عنصر اقلیمی استان را، با توجه به همبستگی درونی آن‌ها، می‌توان در ۵ عامل خلاصه کرد. مجموع این ۵ عامل اقلیمی حدود ۹۴ درصد واریانس داده‌ها را تبیین می‌کنند؛ بنابراین این عامل‌ها نقش اصلی و مهمی را در شکل‌گیری اقلیم استان بازی می‌کنند. بعد از شناسایی عامل‌های اصلی نقشه‌های تحلیل مکانی عامل‌ها رسم گردید تا درجه‌ی حاکمیت هر عامل در هر قسمت استان مشخص شود. با توجه به جدول (شماره ۱) نیز مشخص شدکه در قلمرو هر ایستگاه، کدام عامل یا عامل‌ها بیشترین تسلط را در آن ناحیه دارند. در این مرحله به بررسی عامل‌ها و پراکندگی آنها در سراسر استان می‌پردازیم.

جدول۱. مقادیر نمرات عاملی بروی ایستگاه‌ها

نام ایستگاه	عامل۱	عامل۲	عامل۳	عامل۴	عامل۵
داران	۲/۲	-۰/۸۹	۱/۲	۰/۱۴	۰/۲۳
گلپایگان	۱/۱	-۰/۲۴	-۰/۵۷	-۰/۴۳	۰/۲۹
کبوترآباد	-۱/۲	-۰/۹۶	-۰/۷۶	-۰/۳۷	۱/۲
کاشان	-۰/۲	۱/۱	-۰/۲۸	-۰/۴۲	۲/۱
خوربیابانک	-۰/۵	۱/۴	۱/۶	۰/۱۳	-۰/۲۸
میمه	۰/۰۱	-۱	-۱/۴	-۰/۲۶	-۰/۹۸
نایین	-۰/۸۶	-۰/۰۶	-۰/۰۵	-۰/۷۰	-۱
نطنز	۱/۱	۰/۹۰	-۱	۰	۰
شهررضا	-۰/۵	-۰/۹۶	۰/۹۰	-۰/۷۵	-۰/۵۸
شرق‌اصفهان	-۰/۵	-۰/۵۱	-۰/۰۵	۳	۰/۱۳
اردستان	۰	۱/۵	-۰/۵۹	۰/۱۸	-۱/۳
اصفهان	-۰/۵۶	-۰/۴۱	۱/۱	-۰/۴۹	۰/۱۶

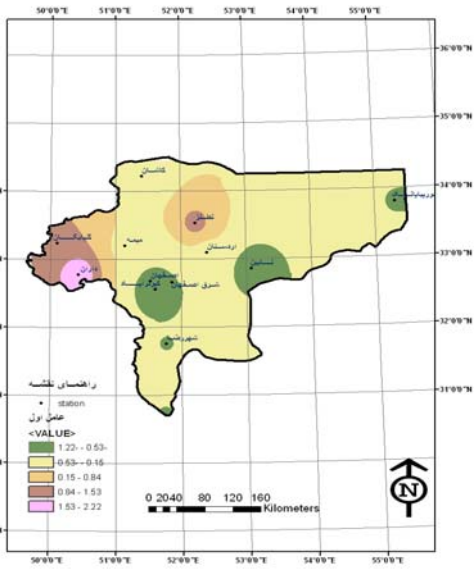
۴-۱- عامل اول - بارش

این عامل به تنهایی حدود ۴۸ درصد واریانس کل داده‌ها را تبیین می‌کند، بنابراین مهم‌ترین عامل مؤثر در اقلیم ناحیه است. با توجه به این‌که نامگذاری عامل‌ها؛ براساس مقادیر مثبت و بزرگتر از یک، انجام می‌شود و بارهای عاملی متغیرها نیز نشان دهنده‌ی متغیرهای: حداکثر بارش روزانه، کل بارش سالانه، بارش بیش از ۱ میلی‌متر، بارش بیش از ۵ میلی‌متر، بارش بیش از ۱۰ میلی‌متر و شمار روزهای بارشی هستند. لذا بیش‌ترین وزن را روی این عامل نشان می‌دهند؛ بنابراین نام عامل بارشی به خود گرفته است. این عامل با متغیرهای متوسط حداکثر دما، روزهای با دمای بالای ۳۰ درجه سانتیگراد و متوسط حداکثر و حداقل دمای مطلق، رابطه‌ی معکوسی دارد، به همین خاطر بیشترین مقادیر منفی را کسب نموده‌اند (جدول ۲). قلمروی حاکمیت عامل بارشی بیشتر در غرب استان، یعنی ناحیه‌ی کوهستانی و سرد، محدوده‌ی ایستگاه‌های گلپایگان و داران

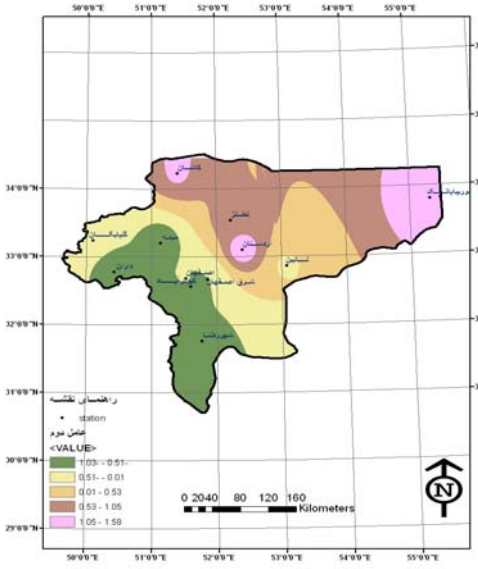
می‌باشد؛ در حالی که هرچه از غرب استان به سمت شرق حرکت می‌کنیم از میزان حاکمیت این عامل کاسته می‌شود (شکل۳).

۴-۲- عامل دوم– دما

این عامل که حدود ۱۸/۵ درصد واریانس کل داده‌ها را تبیین می‌کند عامل دمایی خوانده شده و رابطه‌ی مستقیمی با روزهای با دمای بالای ۲۱ درجه، متوسط دمای روزانه و متوسط حداقل دماها نشان می‌دهد عامل دمایی دارای رابطه‌ی معکوس با متغیرهای روزهای یخبندان، متوسط رطوبت نسبی و هم‌چنین میزان دید کمتر از ۲ کیلومتر است (جدول۲). محدوده‌ی بیشینه‌ی حاکمیت این عامل در نیمه‌ی شرقی و شمالی استان مخصوصاً ایستگاه خوربیابانک است در حالی که کمترین آن در نیمه‌ی جنوبی و غربی استان، محدوده-ی ایستگاه‌های کوهستانی چون ایستگاه داران، شهررضا، میمه و کبوترآباد است (شکل۴).



شکل۳. تحلیل مکانی عامل اول (بارش)



شکل۴. تحلیل مکانی عامل دوم(دما)

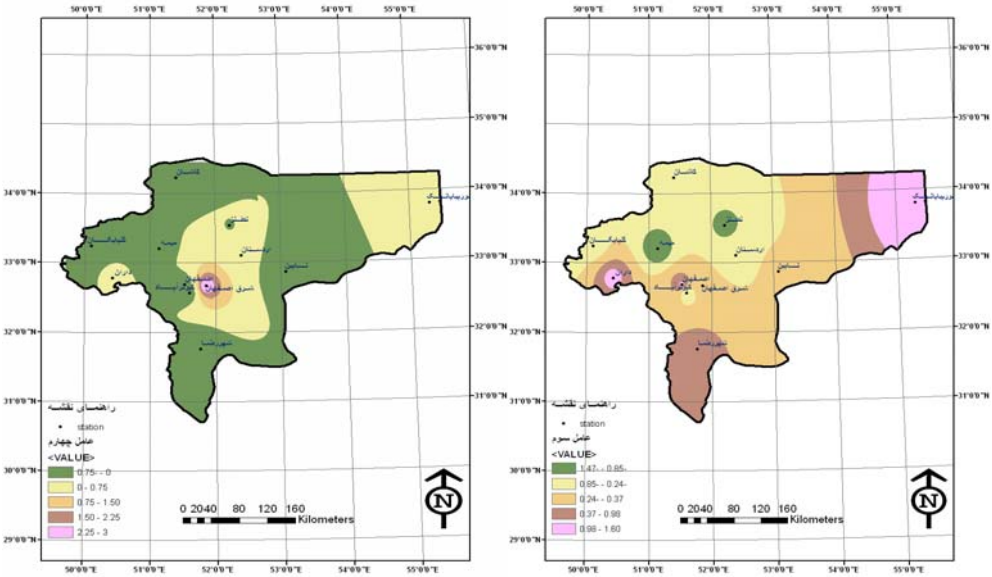
۴-۳- عامل سوم– آسمان صاف وآفتابی

این عامل حدود ۱۲ درصد واریانس کل را تبیین می‌کند. برای عامل سوم یا عامل آسمان صاف و آفتابی، متغیرهای ساعات آفتابی و آسمان صاف بیش‌ترین نقش را داشته‌اند. در حالی که این عامل با متغیرهای اقلیمی چون بارش، متوسط سرعت باد و آسمان ابری، رابطه‌ای معکوس را نشان می‌دهد (جدول ۲). قلمرو بیشینه‌ی حاکمیت عامل آسمان صاف و آفتابی، در شرق استان (ایستگاه خوربیابانک) قرار دارد و کمترین درجه‌ی تسلط آن در محدوده‌ی ایستگاه‌های میمه و نطنز است (شکل ۵).

۴-۴- عامل چهارم – بادی وغباری

این عامل حدود ۹/۵ درصد واریانس کل را تبیین می‌کند. با توجه به این‌که تعداد روزهای غباری ایران با دما رابطه‌ی مستقیم و با روزهای بارانی رابطه‌ی معکوسی نشان می‌دهد. لذا نتیجه می‌گیریم که پدیده‌ی غبار خاص مناطق گرم و کم بارش است (مسعودیان و کاویانی، ۱۳۸۶: ۴۶). بنابراین عامل فوق با متغیرهای روزهای توفانی و غباری، متوسط سرعت باد، آسمان ابری و روزهای با میزان دید کمتر از ۲ کیلومتر، رابطه‌ی

مثبت ومستقیم داشته ولی بامتغیرهای اقلیمی بارشی،ساعات آفتابی و آسمان صاف و حداقل دمای مطلق رابطه‌ی معکوسی دارد (جدول ۲). قلمرو اصلی حاکمیت این عامل در محدوده‌ی ایستگاه شرق اصفهان (نیمه-ی مرکزی استان) است. در حالی که بقیه‌ی پهنه‌ی استان نسبت پایینی از درجه‌ی حاکمیت این عامل را نشان می‌دهد. مخصوصاً در نیمه‌ی غربی استان که مقدار ریزش باران بیشتر است، روزهای غباری کمتری را شاهد هستیم (شکل ۶).

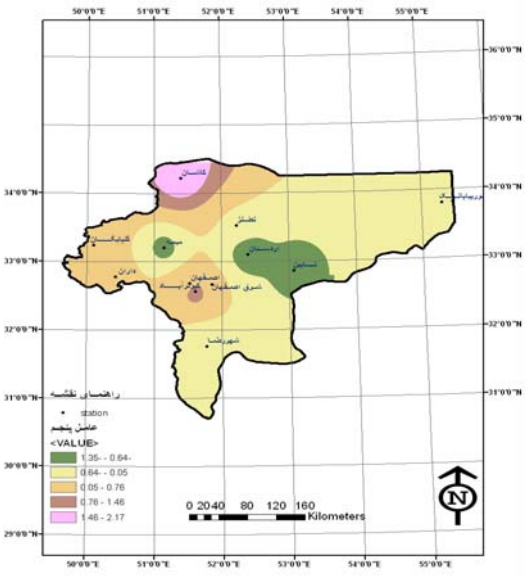


شکل۵. تحلیل مکانی عامل سوم(آسمان صاف)

شکل۶.تحلیل مکانی عامل چهارم(بادی وغباری)

۴-۵- عامل پنجم – گرمایی ورطوبت

عامل گرمایی و رطوبت فقط حدود ۵/۵ درصد واریانس کل را تشکیل می دهد و در بین تمام عامل‌ها کمترین اهمیت را داراست. این عامل با متغیرهای اقلیمی: متوسط‌حداکثر دما، روزهای با دمای بالای ۳۰ درجه سانتی‌گراد و متوسط رطوبت نسبی، رابطه‌ی مستقیمی نشان می‌دهد ولی با متغیرهای متوسط حداقل دما و متوسط سرعت باد رابطه‌ی معکوسی دارد (جدول۲). بیشترین درجه‌ی حاکمیت آن در محدوده‌ی ایستگاه کاشان است و کمترین درجه‌ی حاکمیت آن در محدوده‌ی ایستگاه نایین و اردستان به چشم می‌خورد (شکل ۷).



شکل۷ . تحلیل مکانی عامل پنجم (گرمایی ورطوبت)

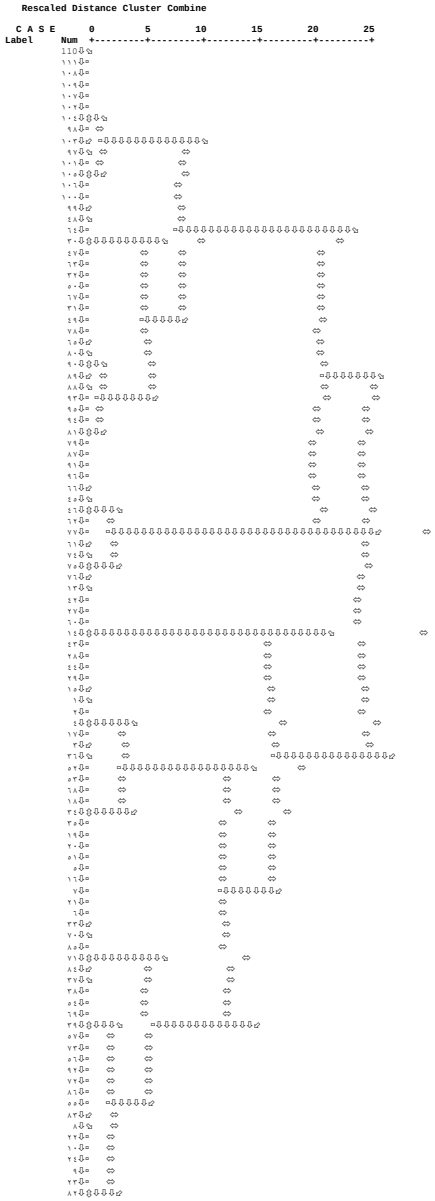
جدول۲. بارهای عاملی روی عناصراقلیمی

عناصراقلیمی	عامل۱	عامل۲	عامل۳	عامل۴	عامل۵
متوسط حداقل دما	۰/۰۸	۰/۱۹	-۰/۰۳	۰	-۰/۰۷
متوسط حداکثردما	-۰/۱۱	-۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۱	-۰/۱۱
متوسط دمای روزانه	۰	۰/۱۲	-۰/۰۱	۰/۰۱	۰
بارش بیش از۱mm	۰/۱۳	۰/۰۴	-۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۰۵
بارش بیش از۵mm	۰/۱۲	۰/۰۱	۰	-۰/۰۲	۰
بارش بیش از۱۰mm	۰/۱۳	۰/۰۲	۰/۰۵	۰	۰
حداکثربارش روزانه	۰/۲۲	۰/۱۷	۰/۰۶	۰/۱۷	-۰/۰۶
روزهای غباری	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۰۲	۰/۳۶	-۰/۱۳
روزهای توفانی	۰/۱۲	۰/۰۷	۰/۱۸	۰/۱۵	-۰/۰۳
متوسط رطوبت نسبی	-۰/۰۸	-۰/۱۵	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۳۸
شمارروزهای بارشی	۰/۱۴	۰/۰۶	-۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۱
ساعات آفتابی	-۰/۰۳	-۰/۰۸	۰/۱۴	-۰/۰۳	-۰/۲۷
متوسط سرعت باد	۰/۰۷	۰/۰۸	-۰/۱۲	۰/۰۹	-۰/۴۰
فشارسطح ایستگاه	-۰/۰۲	۰/۰۹	-۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۰۸
یخبندان	-۰/۰۷	-۰/۱۷	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۸
آسمان صاف	-۰/۰۲	-۰/۰۶	۰/۲۹	-۰/۰۵	۰/۰۳
آسمان ابری۶-۳اکتا	۰	۰/۰۱	-۰/۲۴	۰/۰۵	-۰/۰۹
آسمان ابری۸-۷اکتا	۰/۰۶	۰/۱۲	-۰/۲۸	۰/۰۴	۰/۰۹
دامنه تغییرات دما	۰/۱	۰/۰۱	۰	۰/۳۶	۰/۰۲

عناصراقلیمی	عامل۱	عامل۲	عامل۳	عامل۴	عامل۵
کل بارش سالانه	۰/۱۴	۰/۰۳	۰/۰۱	۰	۰
دیدکمتراز۲km	۰/۰۲	-۰/۰۱	-۰/۰۳	۰/۲۹	۰/۰۶
دماهای بالای ۳۰درجه	-۰/۱	۰	۰	۰/۰۱	۰/۱۰
دماهای بالای ۲۱درجه	۰/۱۲	۰/۲۳	-۰/۰۵	۰/۰۵	-۰/۱۱
حداقل دمای مطلق	۰	۰/۱۰	-۰/۰۲	-۰/۰۱	۰/۰۴
حداکثردمای مطلق	-۰/۰۶	۰/۰۵	-۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۱۰

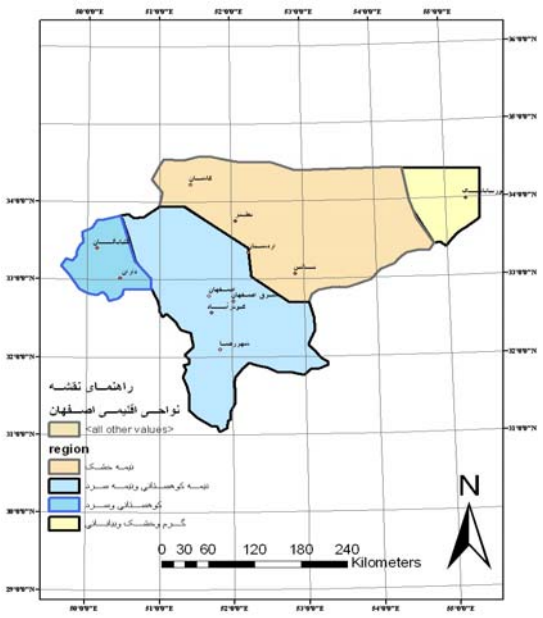
۵- بررسی نواحی اقلیمی استان اصفهان:

با استفاده از روش خوشه‌بندی وارد، یا خوشه‌بندی براساس فاصله، ایستگاه‌های استان براساس نمرات عاملی گروه‌بندی شدند براین اساس چهار ناحیه‌ی اقلیمی متمایز حاصل شد (شکل ۸).



شکل۸ . نمودار درختی نواحی اقلیمی استان اصفهان

پس از بررسی شکل درخت خوشه‌بندی و شناسایی گروه‌های همگن، نقشه‌ی نـواحی اسـتان اصـفهان، در محیط Gis ترسیم گردید (شکل ۹) و ویژگی‌های اقلیمی هر ناحیه مورد بررسی قرار گرفت.



شکل۹. نواحی اقلیمی استان اصفهان

۵-۱- ناحیه‌ی گرم و خشک و بیابانی (ایستگاه نماینده:خوربیابانک)

این ناحیه تماماً در دشت کویر قرار می‌گیرد بنابراین ویژگی آب و هوای بیابانی را داراسـت. در ایـن ناحیـه عامل دمایی (عامل دوم) و عامل آسمان صاف و آفتابی (عامل سوم) حاکمیت دارند. در حالی که عامـل بـارش در این ناحیه، کمترین درجه‌ی تسلط را دارد. بنابراین از ویژگی‌های اصلی اقلیم این ناحیه وجود دماهای بـالا، آسمان صاف و آفتابی و نیز میزان بارش کم است. بیشترین آسمان صاف را در بین کلیه‌ی ایستگاه‌های استان، ایستگاه خوربیابانک دارد. بیشترین دما در این ناحیه ثبت شده است. به‌طوری که متوسـط حـداکثر دمـای آن ۲۷ درجه‌ی سانتی‌گراد است. در این ناحیه ۳۳۸۶ ساعات آفتابی به ثبت رسـیده کـه مقـادیر بـالایی را نشـان می‌دهد. بنابراین این ناحیه در سراسر استان به خاطر وجود پهنه‌ی گسترده، هموار و کم ارتفـاعی کـه دارد از ویژگی کامل آب و هوای بیابانی برخوردار است.

۵-۲- ناحیه‌ی نیمه خشک (ایستگاه‌های نماینده: کاشان، نطنز، اردستان و نایین)

این ناحیه بزرگ‌ترین ناحیه‌ی اقلیمی در استان اصفهان است که نیمـه‌ی شـرقی و جنـوبی ایـن ناحیـه در مجاورت کامل با دشت کویر قرار دارد. در این ناحیه عامل دمایی (عامل دوم) تعیین‌کننده است به طوری کـه در سراسر نیمه‌ی شمالی و جنوبی این ناحیه دیده می‌شود. ولی عامل گرما و رطوبت (عامـل پـنجم) فقـط در

نیمه‌ی شمالی این ناحیه یعنی ایستگاه کاشان حاکمیت بیشتری دارد؛ به طوری که در نیمه‌ی جنوبی ناحیه، ضعف حاکمیت این عامل را شاهدیم؛ بنابراین این ناحیه را نیز می‌توان به دو زیر مجموعه‌ی نیمه‌ی شمالی (ایستگاه‌های کاشان، نطنز و اردستان) و نیمه‌ی جنوبی (ایستگاه نایین) تقسیم نمود.

از لحاظ ویژگی‌های آب و هوایی، ایستگاه نایین در نیمه‌ی جنوبی ناحیه، دارای کمترین میانگین رطوبت نسبی (۳۱ درصد)، کمترین تعداد روزهای بارشی (۳۳ روز در سال) است. کاشان نیز در شمالی‌ترین قسمت این ناحیه دارای کمترین روزهای غباری به تعداد ۵ روز در سال است؛ ولی ایستگاه اردستان در این ناحیه به خاطر وجود بیش‌ترین سرعت باد در این ناحیه، دارای بیش‌ترین روزهای غباری یعنی۳۳ روز در سال است. ایستگاه کاشان در این ناحیه بعد از ناحیه‌ی گرم و خشک بیابانی دارای بالاترین متوسط حداکثر دما (۲۶ درجه‌ی سانتی‌گراد) است. در این ناحیه، نیمه‌ی شمالی از لحاظ وضعیت بارشی مناسب‌تر است.

۵-۳- ناحیه‌ی نیمه‌کوهستانی و نیمه سرد (ایستگاه‌های نماینده: میمه، اصفهان، شرق اصفهان، کبوترآباد و شهررضا)

این ناحیه بعد از ناحیه‌ی نیمه‌خشک، وسیع‌ترین ناحیه و بعد از ناحیه‌ی کوهستانی و سرد، دارای بلندترین ارتفاعات است. حاکمیت دو عامل اقلیمی در این ناحیه دیده می‌شود که عامل آسمان صاف و آفتابی بیشترین درجه‌ی تسلط را در نیمه‌ی جنوبی این ناحیه دارد. بعد از آن عامل بادی و غباری نیز در مرکز این ناحیه، مخصوصاً ایستگاه‌های شرق اصفهان و اصفهان دیده می‌شود. در حالی که بقیه‌ی ایستگاه‌های ناحیه، درجه‌ی حاکمیت ضعیفی از عامل بادی و غباری را نشان می‌دهند. هم چنین عامل بارش در مرکز این ناحیه، ضعیف‌ترین درجه‌ی حاکمیت را در سراسر استان نشان می‌دهد، بنابراین از لحاظ ویژگی‌های آب و هواشناسی ناحیه ایستگاه‌های شرق اصفهان با ۱۰۳ میلی‌متر بارش و سپس اصفهان با۱۳۰ میلی‌متر بارش،کمترین میزان بارش سالانه را در سراسر ناحیه دارند. هم‌چنین کمترین روزهای بارشی ناحیه در ایستگاه اصفهان (۳۸ روز) به ثبت رسیده است؛ بنابراین از لحاظ بارشی در مرکز این ناحیه کمترین مقدار بارش به ثبت رسیده است. بیشترین یخبندان‌های ناحیه را ایستگاه میمه با ۱۲۴ روز در سال دارد؛ زیرا ادامه‌ی رشته کوه‌های مرکزی ایران در نیمه‌ی شمالی این ناحیه، باعث سردی نسبی این ایستگاه شده است. به خاطر حاکمیت عامل بادی و غباری در مرکز ناحیه، بیش‌ترین روزهای غباری را در سراسر استان، ایستگاه شرق اصفهان به ثبت رسانیده است. هم‌چنین بیش‌ترین روزهای با میزان دید کمتر از ۲ کیلومتر را در این ایستگاه شاهد هستیم.

۵-۴- ناحیه‌ی کوهستانی وسرد(ایستگاههای نماینده:گلپایگان وداران)

این ناحیه مرتفع‌ترین ناحیه‌ی استان است. به‌طوری که شهرهایی که در این ناحیه واقع شده‌اند جزو مرتفع‌ترین و سردترین شهرهای ایران قرار می‌گیرند. کوهستان‌های پوشیده از مراتع و رودخانه‌های منطقه، چشم‌انداز طبیعی زیبایی به وجود آورده‌اند. با توجه به این‌که عمده‌ترین تأثیری که کوهستان‌ها دارند، پراکندگی مکانی بارش است (کاویانی، ۱۳۸۰: ۲۵۰). کوهستانی بودن ناحیه و ارتفاع زیاد از سطح دریا موجب ریزش بارندگی، به‌ویژه به شکل برف گشته است. کوه‌های این ناحیه ادامه‌ی کوه‌های بختیاری و زاگرس به شمار می‌روند. متوسط ارتفاع این ناحیه ۲۰۸۰ متر است و بیش‌ترین بارش استان در این ناحیه است. به عبارتی حدود ۳۰۲ میلی‌متر، میانگین بارش سالانه‌ی این ناحیه است. بالاترین درصد رطوبت نسبی (حدود ۴۰ درصد) دراین ناحیه است. بیش‌ترین روزهای بارشی استان (۵۹ روز در سال) در ایستگاه گلپایگان به ثبت رسیده است. به همین خاطر عامل بارش، فقط دراین ناحیه بیش‌ترین حاکمیت را دارد؛ به‌خاطر این‌که این

ناحیه در غربی‌ترین قسمت استان قرارگرفته است و از طرف دیگر دارای ارتفاعات شاخص و بلندی است؛ بنابر این توده‌های هوای غربی باران‌آور که از غرب به استان وارد می‌شوند در این ناحیه اکثراً رطوبت خود را تخلیه می‌کنند در حالی‌که هرچه به سمت شرق استان می‌رویم از میزان بارش کاسته می‌شود.

۶- نتیجه‌گیری

استان اصفهان علی‌رغم این‌که در سیستم‌های بزرگ اقلیمی به‌طور یکپارچه تحت تأثیر شرایط سینوپتیکی واحد قرار می‌گیرد، اما به‌خاطر گوناگونی عوامل محلی اقلیمی و مخصوصاً تنوع توپوگرافی در پهنه‌ی گسترده-ی استان، باعث شده که از خرده اقلیم‌ها و نواحی اقلیمی متفاوتی برخوردار باشد. بدین منظور با استفاده از روش‌های نوین آماری مانند: تحلیل عاملی و تحلیل خوشه‌ای، که نتایج قابل اطمینان‌تری نسبت به روش‌های سنتی دارند، پراکندگی عناصر اقلیمی در پهنه استان مورد ارزیابی قرار گرفت. پس از بررسی تحلیل عاملی بر روی ۲۵ عنصر اقلیمی، پنج عامل که بیش‌ترین نقش را در اقلیم استان داشتند، شناسایی شده و نقشه‌های مربوط به آنها رسم شده و بررسی گردید. این عوامل به ترتیب اهمیت عبارتند از: بارشی؛ دمایی؛ آسمان صاف و آفتابی؛ بادی و غباری؛ گرمایی و رطوبت.

در بین کلیه‌ی عوامل اقلیمی استخراجی، عامل بارشی و عامل دمایی به ترتیب با ۴۸ و ۱۸/۵ درصد تبیین واریانس کل داده‌ها، مهم‌ترین نقش‌ها را در تعیین تنوع اقلیمی استان داشته‌اند. به‌طوری که در نیمه‌ی غربی استان، به خاطر وجود ارتفاعات شاخص و قرارگیری آنها در مسیر توده‌های باران‌آور غربی، میزان بارش به حداکثر می‌رسد. در حالی که هرچه به نیمه‌ی شرقی استان نزدیک‌تر می‌شویم از میزان بارش به‌طور محسوسی کاسته شده و شرایط بیابانی بر منطقه حاکمیت می‌یابد. در کل این پنج عامل حدود ۹۴ درصد رفتار اقلیمی را در استان اصفهان توجیه نموده‌اند. بعد از این مرحله، نقشه‌های تحلیل مکانی هر عامل تهیه شد و تأثیر این عوامل را در کل استان نشان داد. قلمرو، حاکمیت عامل اول یعنی بارش بیش‌تر در محدوده‌ی غربی استان، که ارتفاعات بلندتری دارد به چشم می‌خورد. عامل دوم، دمایی در سراسر پهنه‌ی شرقی و جنوب شرقی استان، که در مجاورت کامل با دشت کویر قرار دارد دیده می‌شود. عامل آسمان صاف و آفتابی، بیشتر ایستگاه خوربیابانک در شرق و ایستگاه شهررضا در جنوب استان را شامل می‌شود. عامل بادی و غباری بیش‌تر نیمه‌ی مرکزی استان را در بر می‌گیرد و عامل گرمایی و رطوبت نیز بیش‌ترین درجه‌ی حاکمیت را در ایستگاه کاشان که در شمالی‌ترین قسمت استان قرار دارد و نیز تا حدودی ایستگاه‌های غربی ناحیه را که در مسیر بادهای باران‌آور غربی قرار دارند، در بر می‌گیرد. پس از شناسایی عامل‌ها و تعیین قلمروهای مکانی آن‌ها، در نهایت با روش خوشه‌بندی وارد اقدام به طبقه‌بندی ایستگاه‌های استان گردید. با توجه به نمودار درختی حاصله چهار ناحیه‌ی اقلیمی تشخیص داده شد و خصوصیات هر ناحیه جداگانه بررسی گردید (شکل ۹).

به کارگیری روش‌های نوین آماری مانند تحلیل عاملی و تحلیل خوشه‌ای برای شناخت خرده اقلیم‌های پهنه‌ی استان، نسبت به روش‌های ناحیه‌بندی سنتی، مانند کوپن که حتی سراسر پهنه‌ی گسترده‌ی ایران را در یک یاد و قلمرو اقلیمی قرار می‌دهند، برتری کامل روش‌های نوین آماری را در شناسایی پهنه‌های متمایز خردتر آب و هوایی نشان می‌دهند.

۷- فهرست منابع:

- ترابی، سیما و جهانبخش، سعید (۱۳۸۳).**تعیین متغیرهای زمینه‌ای در طبقه‌بندی اقلیمی ایران،** فصلنامه‌ی تحقیقات جغرافیایی، شماره۷۲، صص۱۶۵-۱۵۰.
- حیدری، حسن و علیجانی، بهلول (۱۳۸۷). **طبقه‌بندی اقلیمی ایران با استفاده از تکنیک‌های آماری چند متغیره،** فصلنامه‌ی پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۳۷.
- زاهدی، مجید (۱۳۷۲).**تعیین آب هوای آذربایجان به روش کوپن،** نشریه دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه تبریز، شماره ۱۴۶.
- سلیقه، محمد و اسمعیل‌نژاد، مرتضی (۱۳۸۷). **پهنه‌بندی اقلیمی استان سیستان و بلوچستان،** مجله‌ی جغرافیا و توسعه، شماره ۱۲، صص۱۱۶-۱۱۰.
- سایت سازمان هواشناسی کشور (۱۳۸۸). **داده‌های ایستگاه‌های سینوپتیک کشور**: http\\www.weather.ir
- طالقانی، محمود (۱۳۸۴). **ژئومورفولوژی ایران،** نشر قومس، تهران.
- علیجانی، بهلول (۱۳۷۹). **آب و هوای ایران،** انتشارات دانشگاه پیام نور، تهران.
- علیجانی، بهلول (۱۳۸۵). **اقلیم‌شناسی سینوپتیک،** انتشارات سمت، تهران.
- عساکره، حسین (۱۳۸۴). **تغییرات زمانی ـ مکانی بارش استان اصفهان طی دهه‌های اخیر،** مجله‌ی پژوهشی دانشگاه اصفهان (علوم انسانی)، جلد هجدهم، شماره‌ی ۱، صص۱۱۶-۹۱.
- عباس‌نیا، محسن (۱۳۸۹). **پهنه‌بندی اقلیمی استان خراسان جنوبی با استفاده از شیوه‌های نوین آماری،** پایان‌نامه تحصیلی کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم سبزوار.
- غیور، حسنعلی و منتظری، مجید (۱۳۸۳). **پهنه‌بندی رژیم دمایی ایران با مؤلفه‌های مبنا و تحلیل خوشه‌ای،** مجله‌ی جغرافیا و توسعه، شماره ۴. صص۳۲-۲۶.
- کوچکی، عوض و نصیری ، مهدی (۱۳۷۳). **اکولوژی گیاهان زراعی،** انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- کلاین، پل (۲۰۰۱). **راهنمای آسان تحلیل عاملی،** ترجمه سیدجلال صدرالسادات اصغرمینایی، انتشارات سمت، تهران.
- گنجی، محمد حسن (۱۳۸۲). **تقسیمات اقلیمی،** بولتن علمی مرکز ملی اقلیم شناسی، جلد سوم ، شماره اول.
- گرامی مطلق، علیرضا و شبانکاری، مهران (۱۳۸۵). **پهنه‌بندی اقلیمی استان بوشهر،** مجله‌ی پژوهشی دانشگاه اصفهان (علوم انسانی)، شماره ۱. صص۲۱۰-۱۸۷.
- مسعودیان، ابوالفضل و کاویانی، محمدرضا (۱۳۸۷). **شناسایی رفتار زمانی ـ مکانی پرفشار سیبری در تراز دریا،** فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۷۱۵ ،صص۴۷-۲۶.
- مسعودیان، ابوالفضل (۱۳۸۲). **نواحی اقلیمی،** مجله‌ی جغرافیا و توسعه، شماره‌ی دوم.
- مسعودیان، ابوالفضل و کاویانی، محمدرضا (۱۳۸۶). **اقلیم‌شناسی ایران،** انتشارات دانشگاه اصفهان.

- Bunkers M.J. Miller J.R and A.T Dagestano. 1996. **Definition of climate regions in the Northern plains using objective cluster modification techniques,** j.Climate. 9:130-146.
- Ehrendorfer M. 1987. **A regionalization of Austria's precipitation climate using principal component analysis.** J. Climatology. 7: 71–89.
- Fovel R. G and M. C. Fovel . 1993. **Climate zones of coterminous United States defined using cluster analysis.** Journal of Climate.6: 2103-2135.
- Nazemosadat, M.J. and I Cordery.2000.**On the relationship between ENSO and autumn rainfall in Iran .International Journal of Climatology,** 20, PP 47-61.
- White, F.J. and Perry, A.H.1989. **Classification of the climate of England and Wales based on agro climatic data, International Journal of climatology,** 9, PP 271-291.
- Thornthwaite C.W. 1948. **An approach toward arational classification of climates.**Geogr.Rev38:pp.55-95.