

شناسایی خرده نواحی اقلیمی استان یزد با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره

مجید منتظری*

استادیار گروه جغرافیا دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد

مریم دهقانی

کارشناسی ارشد اقلیم شناسی، دانشگاه پیام نور اصفهان

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۴/۱۱ پذیرش نهایی: ۱۳۹۰/۹/۱۲

چکیده

یکی از عوامل مؤثر بر حیات در یک محیط جغرافیایی، نوع اقلیم آن است به طوری که پراکندگی انواع گیاهان و جانوران ارتباط تنگاتنگی با وضعیت اقلیمی هر منطقه دارد. لذا شناخت نوع اقلیم یک منطقه و عناصر غالب مؤثر بر آن که تعیین کننده اقلیم آن منطقه است، در اولویت قرار دارد. به همین دلیل تقسیم بندی اقلیمی یا شناخت پهنه‌های اقلیمی به منظور برنامه ریزی جهت بهره برداری بهینه و آمایش سرزمین ضروری می‌باشد. در این پژوهش سعی شده است، خرده نواحی اقلیمی استان با روش‌های چند متغیره شناسایی و ویژگی‌های اقلیمی هر پهنه به طور جداگانه ذکر شود. برای دستیابی به این هدف داده‌های ۲۷ عنصر اقلیمی مربوط به ۲۵ ایستگاه هوا سنجی منطقه با دوره آماری بیش از ۲۰ سال از سازمان هواشناسی کشور اخذ گردید. میانگین ۲۷ عنصر اقلیمی ۲۵ ایستگاه داخلی و مجاور استان یزد داده‌های نقطه ای را فراهم آوردند. این آرایه 27×25 با اندازه یاخته 15×15 کیلومتر و به روش کریجینگ میانجی شد و به آرایه 27×579 تبدیل شد. سپس برای شناسایی مهمترین عناصر اقلیمی تاثیر گذار بر اقلیم استان، از شیوه‌های نوین مبتنی بر تکنیک‌های آماری تحلیل مؤلفه‌های اصلی و تحلیل خوشه‌ای استفاده گردید. اعمال تحلیل مؤلفه‌های اصلی بر روی آرایه همبستگی داده‌ها نشان داد که با هفت مؤلفه می‌توان بیش از ۹۹ درصد از پراش داده‌ها را توصیف کرد. با استناد به این روش سیمای اقلیمی استان یزد به صورت زیر به ترتیب اهمیت مؤلفه‌ها نشان داده می‌شود: مؤلفه دمایی-رطوبتی، مؤلفه بارشی-رطوبتی، مؤلفه غباری و مؤلفه بادی. با اعمال تحلیل خوشه‌ای پایگانی بر روی نمره‌های ۷ مؤلفه اصلی، شش خرده ناحیه اقلیمی استان یزد به ترتیب ۱- خرده ناحیه اقلیمی معتدل و نسبتاً خشک ابرکوه-هرات ۲- خرده ناحیه اقلیمی معتدل و خشک شیرکوه ۳- خرده ناحیه اقلیمی نیمه گرم، فراخشک و غباری یزد- بافق ۴- خرده ناحیه اقلیمی گرم و فراخشک طبس ۵- خرده ناحیه اقلیمی نیمه گرم و خشک دستگردان ۶- خرده ناحیه اقلیمی نیمه گرم و خشک دیهوک بدست آمد. هرچند استان یزد از اقلیمی گرم و خشک برخوردار است. اما شدت خشکی در بخش‌های مختلف آن یکسان نیست. لذا در این پژوهش این تفاوت‌های اقلیمی ناچیز به تصویر کشیده شد و خرده نواحی اقلیمی استان از هم تفکیک گردید.

واژگان کلیدی: پهنه بندی اقلیمی، تحلیل مؤلفه‌های اصلی، تحلیل خوشه‌ای، ناحیه اقلیمی، استان یزد

مقدمه

تقسیم بندی آب وهوایی و شناخت مهمترین عناصر تأثیرگذار یکی از راه‌های شناخت شناسایی اقلیم هر منطقه می‌باشد. آب و هوای هر ناحیه مرکب از کلیه عوامل و عناصر آب و هوایی آن است و هنگام تقسیم بندی باید همه‌ی آن عوامل و عناصر در نظر گرفته شود تمام پدیده‌های جغرافیایی در زندگی انسان تأثیر می‌گذارد که آب و هوا یکی از مهمترین آنها است. روش‌های پهنه بندی در قالب دو روش سنتی و نوین وجود دارد که روش سنتی به دلیل وجود کاستی‌های زیاد چندان رضایت بخش نبوده و امروزه بیشتر از روش‌های نوین استفاده می‌شود.

روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی عمدتاً به عنوان یک روش آماری برای کاهش تعداد متغیرها به وجود آمده است امتیاز این روش در این است که ضمن این که تعداد متغیرها را کاهش می‌دهد، مقدار اولیه واریانس (تنوع یا پراش) موجود در داده‌های اصلی را حفظ می‌کند. (علی‌جانی، ۱۳۸۱، ۱۸۰) هنگامی که تعداد زیادی متغیر را اندازه می‌گیریم هر چه تعداد این داده‌ها بیشتر باشد همبستگی بین آنها نیز بسیار زیاد خواهد بود. بنابراین با افزایش تعداد متغیرها تعداد ضرائب همبستگی نیز افزایش می‌یابد. بنابراین اگر تعداد متغیرها خیلی زیاد باشد، تعداد روابط نیز خیلی زیاد خواهد بود. لذا نیاز به تکنیک‌های است که تعداد داده‌ها را کاهش دهد و آرایه‌های همبستگی بزرگ را خلاصه نماید (فرشاد فر، ۱۳۸۰). روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی که در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفته شده است به عنوان یک روش ریاضی محسوب می‌شود که برای کاهش حجم داده‌ها بوجود آمده است. در این روش، متغیرهای اولیه بر اساس ضرائب همبستگی بین آنها به مؤلفه‌های غیر وابسته تبدیل می‌شوند. این مؤلفه‌های غیر وابسته، مؤلفه مبنا نامیده می‌شوند. اندازه هر کدام از مشاهدات در مؤلفه‌های جدید با عنوان نمرات مؤلفه‌ها محاسبه می‌شود در نتیجه به جای اندازه‌های مشاهدات، نمره‌های آنها در مؤلفه‌های جدید استفاده می‌شود. با استفاده از مؤلفه‌های مبنا می‌توان تغییرات زمانی- مکانی متغیرهای اقلیمی (مانند دما) را به صورت چند مؤلفه نمایش داد. زیرا بخش بزرگی از پراش داده‌های اقلیمی عموماً با تعداد معدودی مؤلفه توصیف می‌شوند (غیور و منتظری، ۱۳۸۳، ۲۱).

در چند دهه‌ای اخیر اقلیم شناسان از این روش‌های نوین در پهنه بندی اقلیمی استفاده کرده‌اند، آنیادیک^۱ (۱۹۸۷، ۱۶۴)، اقلیم‌های غرب آفریقا را با استفاده از ۱۷ متغیره اقلیمی و ۱۰۹ ایستگاه هواشناسی در دوره ی آماری ۱۹۷۱-۱۹۳۱ پهنه بندی کرد. دمرو اس^۲ و همکاران (۱۹۹۳، ۷۴۱) پهنه بندی بارش‌های روزانه‌ی سری لانکا را با استفاده از داده‌های بارش روزانه‌ی ۴۲ ایستگاه هواشناسی در طی دوره‌ی آماری ۱۹۸۵-۱۹۷۱ انجام دادند. رومرا^۳ و همکاران (۱۹۹۹، ۵۵۷) با استفاده از ۴۱۰ متغیر و اعمال تحلیل مؤلفه‌های اصلی و تحلیل خوشه‌ای بخش مدیترانه‌ای کشور اسپانیا را به ۱۲ ناحیه تفکیک کردند. پول ناپ^۴ و همکاران (۲۰۰۲، ۲۲۶) طبقه بندی رخدادهای خشکسالی در ناحیه شمال غرب آمریکا را در فاصله ی سالهای ۱۹۹۸-۱۵۰۰ را انجام داده است. شمار تحقیقاتی که به کمک تحلیل‌های چند متغیره در ادبیات اقلیم شناسی جهانی انجام گرفته، بسیار زیاد است. در ایران مطالعات اقلیمی بیشتر بر اساس روش‌های سنتی مانند کوپن و تورنت وایت صورت گرفته، از آن جمله می‌توان به کارهای گنجی (۱۳۳۴) ثابتی (۱۳۳۹) جعفرپور (۱۳۶۶) و فریفته (۱۳۶۶) اشاره کرد. لیکن به کارگیری روش‌های چند متغیره در مطالعات اقلیمی کشور ما هنوز در مراحل رشد اولیه خود قرار دارد. به عنوان مثال حیدری و علیجانی (۱۳۷۸، ۵۷) با استفاده از ۴۹ متغیر اقلیمی در ۴۳ ایستگاه همدید کشور، و با بکارگیری تحلیل عاملی و دوران عامل‌ها، هفت عامل را استخراج و سپس با استفاده از نمرات عاملی و اجرای تحلیل خوشه‌ای، شش قلمرو اقلیمی کشور را به همراه زیر قلمروهای آنها بر روی نقشه ترسیم نمودند. خلیلی (۱۳۸۳، ۵) پهنه بندی اقلیمی مبتنی بر نیازهای گرمایش - سرمایش محیط‌های جغرافیایی ایران را به انجام رسانده است که هفت گروه اقلیمی از ملایم تا فراسرد بنام‌های H1 تا H7 تشخیص داده شد. همچنین با تعیین آستانه‌هایی برای درجه- روزهای سرمایش، پنج گروه اقلیمی بنام‌های c1 تا c5 تعیین گردید. و چهار گروه رطوبتی نیز در طبقه بندی منظور شده است مسعودیان (۱۳۸۲، ۱۷۱). به منظور شناسایی نواحی اقلیمی ایران بیست و هفت عنصر اقلیمی سالانه را در یک تحلیل عاملی وارد و نشان داد که اقلیم ایران ساخته شش عامل است. سپس با اعمال تحلیل خوشه‌ای بر روی نمرات شش عامل یاد شده پانزده ناحیه اقلیمی در ایران، شناسایی کرد.

3- Anyadik

4- Domroes

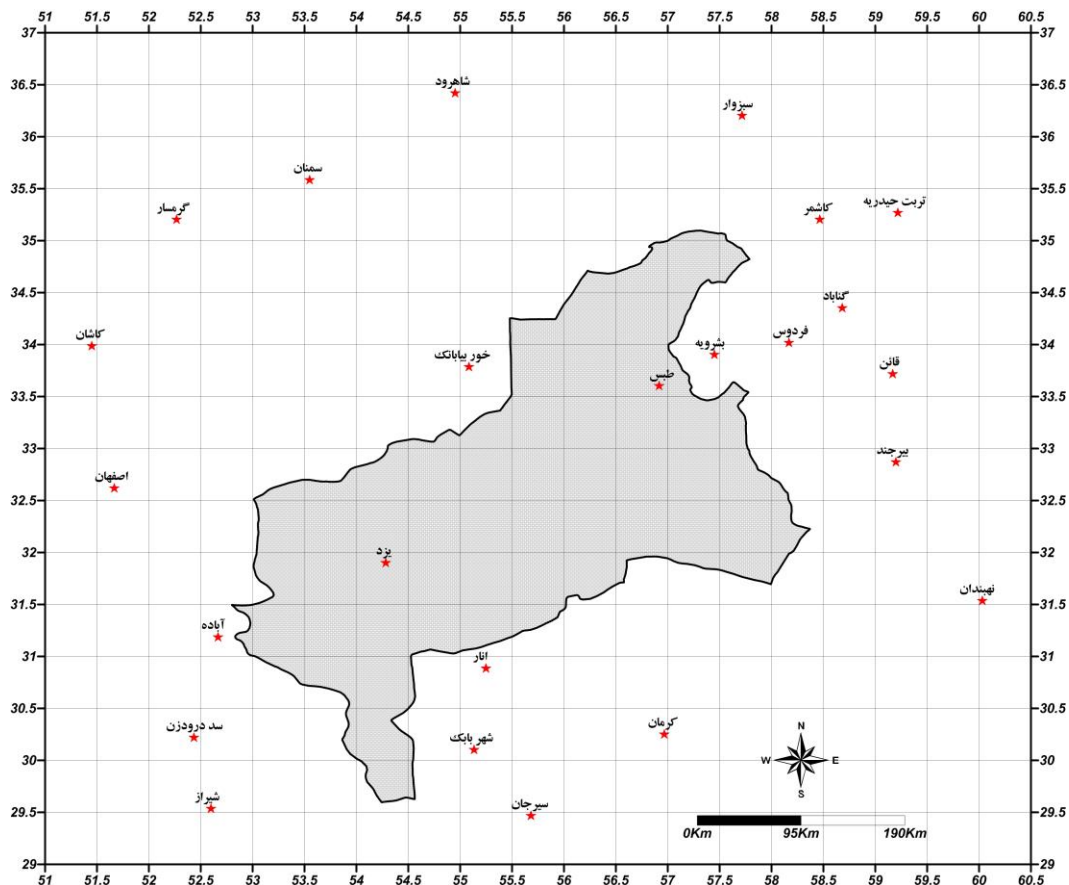
5- Romeroa

6- Paul a Knaap

دین پژوه (۱۳۸۲، ۷۱) پهنه بندی اقلیمی ایران با استفاده از تحلیل‌های چند متغیره نیز به انجام رسانده است، که عامل بارش بیش از ۸۸ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه می‌کند و کل ایستگاه‌ها با توجه به نمودار درختی حاصل از آن به هفت گروه تفکیک شدند. غیور و منتظری (۱۳۸۳، ۲۱) رژیم‌های دمایی ایران را به کمک تحلیل مولفه‌های اصلی و تحلیل خوشه‌ای پهنه بندی نمودند، در این مطالعه به منظور شناسایی الگوهای زمانی - مکانی و پهنه بندی رژیم‌های دمایی ماهانه کشور از روش مولفه‌های مینا و تحلیل خوشه‌ای استفاده شده است. که با سه مؤلفه می‌توان بیش از ۹۹ درصد پراش داده‌ها را توصیف کرد. گرامی مطلق و شبانکاری (۱۳۸۵، ۱۸۷) نشان دادند که در پهنه بندی استان با روش‌های تجربی، توانایی سیستم‌های پهنه بندی دمارتون با تفکیک استان به دو ناحیه اقلیمی (خشک و نیمه خشک)، سلیانینوف با دو ناحیه اقلیمی (بیابانی و استپی خشک) و کوپن با دو ناحیه اقلیمی (خشک جنب حاره و نیمه خشک جنب حاره) از سایر روش‌های پهنه بندی تجربی بیشتر است. سلیقه و همکاران (۱۳۸۷، ۱۰۱) در پهنه بندی اقلیمی استان سیستان و بلوچستان با استفاده از روش تحلیل عاملی نشان دادند که اقلیم استان ساخته ۵ عامل است. در نهایت با اجرای تحلیل خوشه‌ای بر روی نمرات عاملی، نشان دادند که استان سیستان و بلوچستان را می‌توان به ۵ ناحیه اقلیمی می‌توان تفکیک نمود. منتظری، (۱۳۸۹) جهت پهنه بندی نواحی اقلیمی استان اصفهان، با اعمال تحلیل مولفه‌های اصلی بر روی ۲۹ متغیر اقلیمی استان نشان داد که ۹ مؤلفه بیش از ۹۹ درصد تغییرات مکانی عناصر اقلیمی را تبیین می‌کند که در بین این مؤلفه‌ها دما بیش ترین نقش را ایفا می‌کند و در مرتبه‌ی بعد مؤلفه رطوبتی و در مجموع ۷۰ درصد تغییرات مکانی مربوط به این دو مؤلفه می‌باشد و با اعمال تحلیل خوشه‌ای بر روی نمرات ۹ مؤلفه اصلی، استان را به ۱۰ پهنه‌ی اقلیمی تقسیم کرده است. استان یزد از مناطقی است که توان‌های اقلیمی قابل توجهی برخوردار است لذا جهت مدیریت و برنامه ریزی محیطی و بهره گیری از ظرفیت‌های اقلیمی آن شناسایی پهنه‌های اقلیمی همگن و تاثیر گذارترین عناصر اقلیمی در تفکیک مکانی نواحی اقلیمی ضروری است. بنابراین می‌توان هدف از این مطالعه را تفکیک مکانی خرده نواحی اقلیمی استان یزد با بهره گیری از روش‌های آماری چند متغیره و شناسایی مهمترین عناصر اقلیمی این استان بیان کرد.

داده‌ها و روش‌ها

در این مطالعه داده‌های سالانه ۲۷ عنصر اقلیمی در ۲۵ ایستگاه همدید در داخل و اطراف استان یزد از سایت سازمان هواشناسی کشور اخذ و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. بررسی اولیه نشان داد که تنها ۲ ایستگاه همدید یزد و طبس دارای دوره آماری بیش از ۲۰ سال است به همین دلیل ایستگاه‌های همدید مجاور استان نیز مورد استفاده قرار گرفت که مشخصات آن در جدول ۱ آورده شده است. میانگین سالانه ۲۷ عنصر اقلیمی بر روی این ایستگاه‌های هواشناسی محدوده مورد مطالعه، داده‌های نقطه‌ای را فراهم آوردند. این آرایه 25×27 طی فرایند میانبایی کریجینگ با اندازه یاخته 15×15 به آرایه 579×27 تبدیل شد. آرایه اخیر داده‌های پهنه‌ای را بدست داد که از آن به عنوان ورودی تحلیل مؤلفه اصلی استفاده شد (جدول ۱).



شکل ۱: موقعیت ایستگاه‌های همدید مورد استفاده

جدول ۱: مشخصات ایستگاه‌های هواسنجی

ردیف	ایستگاه	طول	عرض	ردیف	ایستگاه	طول	عرض
۱	آباده	۵۲/۶۷	۳۱/۱۸	۱۴	سیرجان	۵۵/۶۸	۲۹/۴۷
۲	انار	۵۵/۲۵	۳۰/۸۸	۱۵	طبس	۵۶/۹۲	۳۳/۶۰
۳	بشرویه	۵۷/۴۵	۳۳/۹۰	۱۶	ترت حیدریه	۵۹/۲۲	۳۵/۲۷
۴	گرمسار	۵۲/۲۷	۳۵/۲۰	۱۷	یزد	۵۹/۲۲	۳۵/۲۷
۵	قائن	۵۹/۱۷	۳۳/۷۲	۱۸	اصفهان	۵۱/۶۷	۳۲/۶۲
۶	گناباد	۵۸/۶۸	۳۴/۳۵	۱۹	فسا	۵۳/۴۱	۲۸/۵۸
۷	کاشمر	۵۸/۴۷	۳۵/۲۰	۲۰	کاشان	۵۱/۴۵	۳۳/۹۸
۸	کرمان	۵۶/۹۷	۳۰/۲۵	۲۱	شاهرود	۵۴/۵۷	۳۶/۲۵
۹	خوروبابانک	۵۵/۰۸	۳۳/۷۸	۲۲	سبزوار	۵۷/۴۳	۳۶/۱۲
۱۰	سد درودزن	۵۲/۴۳	۳۰/۲۲	۲۳	بیرجند	۵۹/۲۰	۳۲/۸۷
۱۱	سمنان	۵۰/۹۳	۳۲/۴۵	۲۴	فردوس	۵۸/۱۷	۳۴/۰۲
۱۲	شهر بابک	۵۵/۱۳	۳۰/۰۱	۲۵	نهبندان	۵۸/۶۸	۳۴/۳۵
۱۳	شیراز	۵۲/۶۰	۲۹/۵۳				

روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی

هدف از تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی آن است که پراش موجود در داده‌های چند متغیره را به مؤلفه‌هایی تجزیه کند که اولین مؤلفه تا آنجا که ممکن است علت بیشترین پراش موجود در داده‌ها باشد. دومین مؤلفه علت بیشترین پراش ممکن بعد از مؤلفه اول و الی آخر باشد. به علاوه در این روش هر مؤلفه مستقل از مؤلفه‌های دیگر است یعنی بین هر مؤلفه و مؤلفه‌های دیگر همبستگی وجود ندارد. یعنی در فضا هر مؤلفه از نظر جهت در زاویه طرف راست مؤلفه‌های دیگر قرار دارد (فرشاد فر، ۱۳۸۰).

در تحلیل مؤلفه اصلی بر اساس ترکیب‌های خطی متغیرهای اولیه ساختار آرایه همپراش داده‌ها تبیین می‌شود. با توجه به این ویژگی یک تحلیل مؤلفه‌های اصلی را می‌توان برای دستیابی به دو هدف، یکی کاهش حجم داده‌ها و دیگری کشف منابع اصلی پراش و شناسایی ساختار آرایه همپراش اجرا کرد (محمدی، ۱۳۸۵، ۲۱).

اعمال تحلیل مؤلفه‌های اصلی بر روی آرایه پهنه‌ای عناصر اقلیمی استان یزد نشان داد که ۲۷ عنصر اقلیمی محدود مورد مطالعه را با توجه به همبستگی درونی آنها می‌توان به ۷ مؤلفه کاهش داد. آرایه نمرات مؤلفه‌ها به ابعاد ۵۷۹×۷ بیانگر الگوی مکانی و آرایه بارهای مؤلفه‌ها به ابعاد ۲۷×۷ معرف میزان همبستگی بین عناصر اقلیمی سالانه استان یزد با مؤلفه‌های جدیدی است که میزان تاثیر گذاری هر یک از عناصر اقلیمی را بر اقلیم استان یزد بیان می‌کند.

بحث

با اعمال تحلیل مؤلفه‌های اصلی بر روی آرایه مکانی ۲۷ عنصر اقلیمی استان یزد، هفت مؤلفه اصلی که در مجموع $99/3$ درصد از پراش داده‌ها را تبیین می‌کردند، استخراج و مابقی مؤلفه‌ها را که مقادیر کمتر از یک درصد پراش داده‌ها را تبیین می‌کردند، از گرونده محاسبات کنار گذاشته شد. نتایج حاصل از تجزیه آرایه همبستگی در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲: اهمیت نسبی مؤلفه‌ها

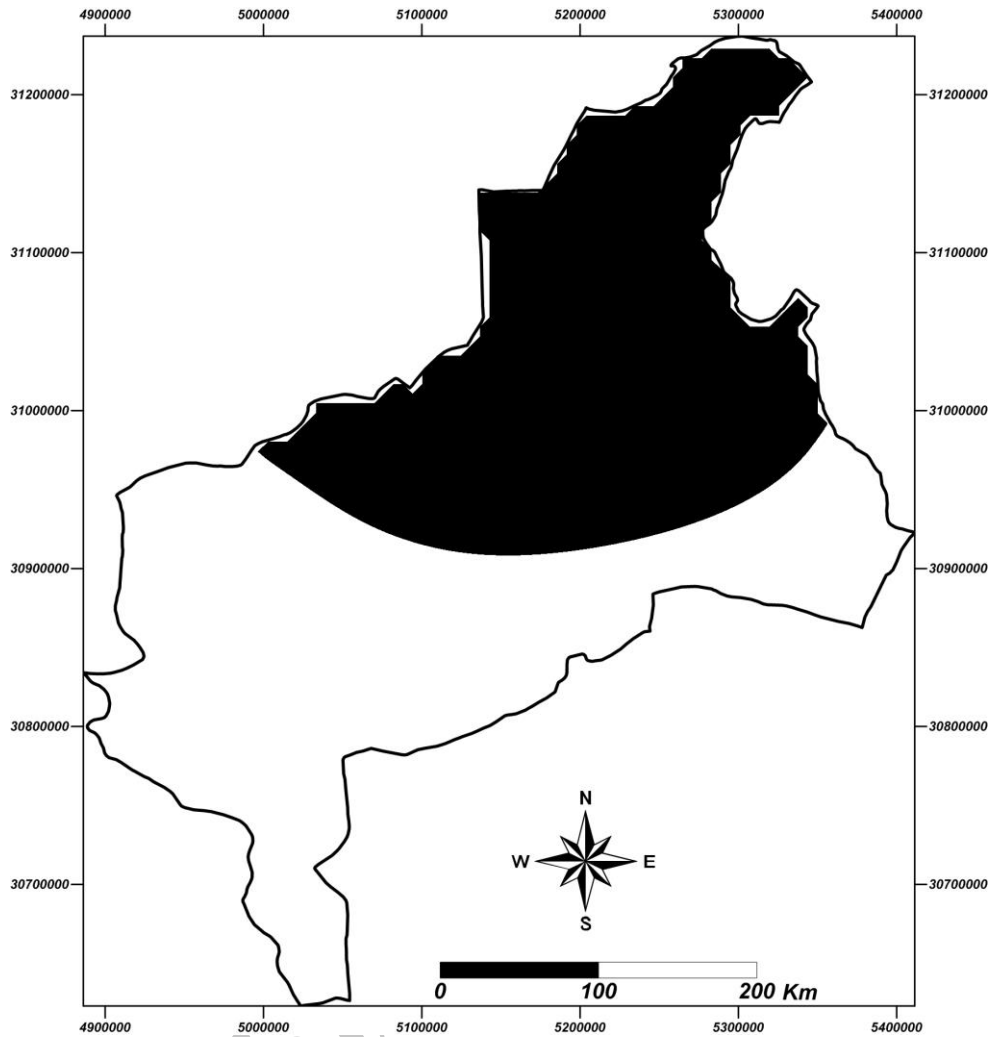
مؤلفه	مؤلفه اول	مؤلفه دوم	مؤلفه سوم	مؤلفه چهارم	مؤلفه پنجم	مؤلفه ششم	مؤلفه هفتم
درصد پراش	۴۳/۸	۳۲	۱۱/۵	۵/۳	۳/۱	۲/۶	۱
درصد تجمعی پراش	۴۳/۸	۷۵/۸	۸۷/۳	۹۲/۶	۹۵/۷	۹۸/۳	۹۹/۳

مؤلفه اول

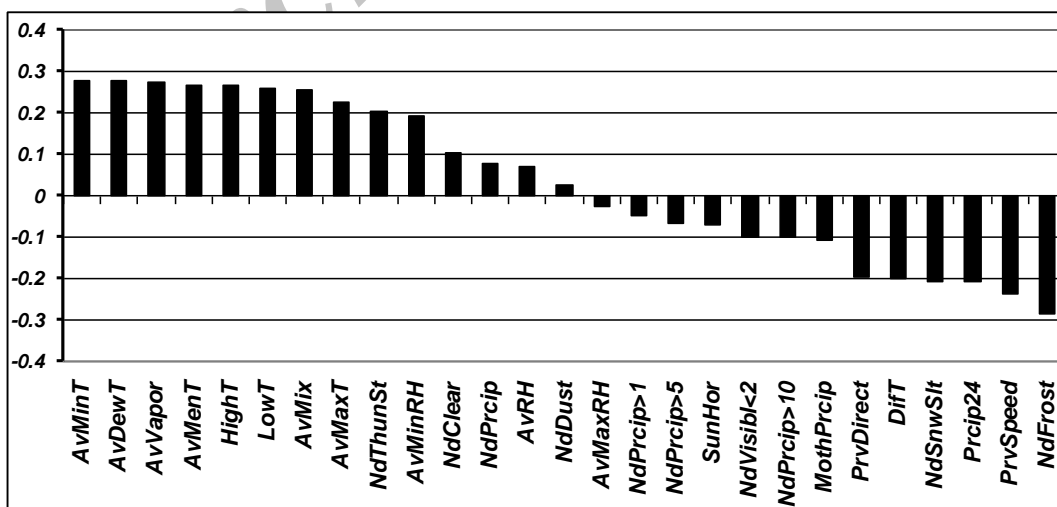
این مؤلفه با متوسط دمای حداقل، متوسط دمای نقطه شبنم، متوسط فشار بخار آب، متوسط دمای سالانه، دمای حداکثر مطلق، دمای حداقل مطلق، نسبت مخلوط، حداکثر دما و حداقل رطوبت نسبی رابطه مستقیم و با بارش سالانه، روزهای بارشی، بارش 24 ساعته همبستگی معکوس نشان می‌دهد لذا بنام مؤلفه دمایی- رطوبتی شناخته می‌شود (شکل ۳). این مؤلفه بسیار تأثیرگذار بوده و با بیان $43/8$ درصد از کل پراش، مهمترین مؤلفه اقلیمی استان یزد محسوب می‌شود. قلمرو مکانی این مؤلفه شامل پهنه وسیعی است که عمدتاً نیمه شمال شرقی استان یزد را در بر گرفته است (شکل ۲).

مؤلفه دوم

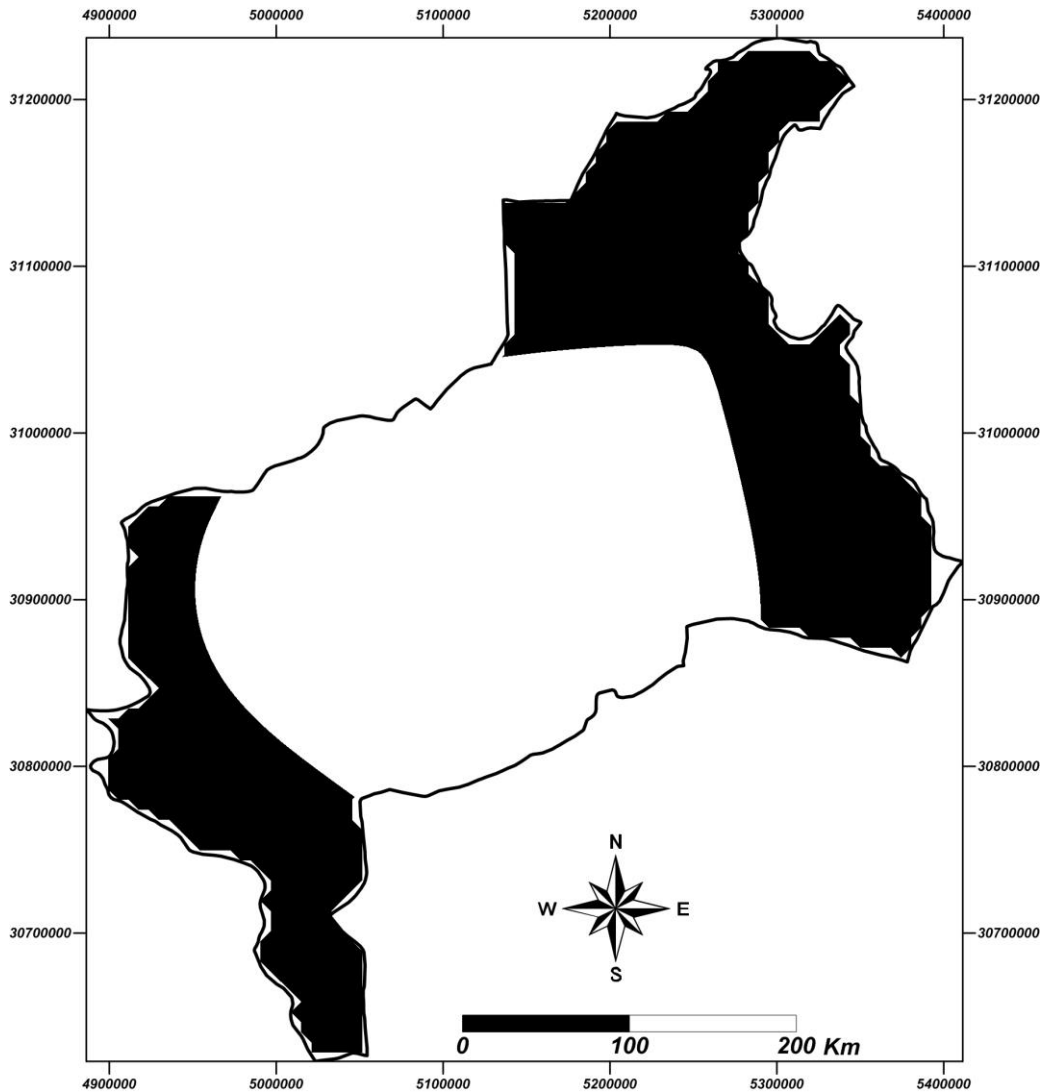
از آنجا که این مؤلفه با حداکثر رطوبت نسبی، روزهای بارش بیش از ۵ میلی متر، متوسط رطوبت نسبی، همبستگی مستقیم و با تعداد روزهای غباری، قابلیت دید زیر ۲ کیلومتر، سرعت باد غالب رابطه عکس نشان می‌دهد، از این رو می‌توان آن را مؤلفه بارشی رطوبتی نامید (شکل ۵ و جدول ۳). پراکنش مکانی این مؤلفه در نیمه شمال شرقی و جنوب غربی استان مشاهده می‌شود و حاکی از خشکی هوا و کمی شدید بارش در مرکز استان یزد است (شکل ۴).



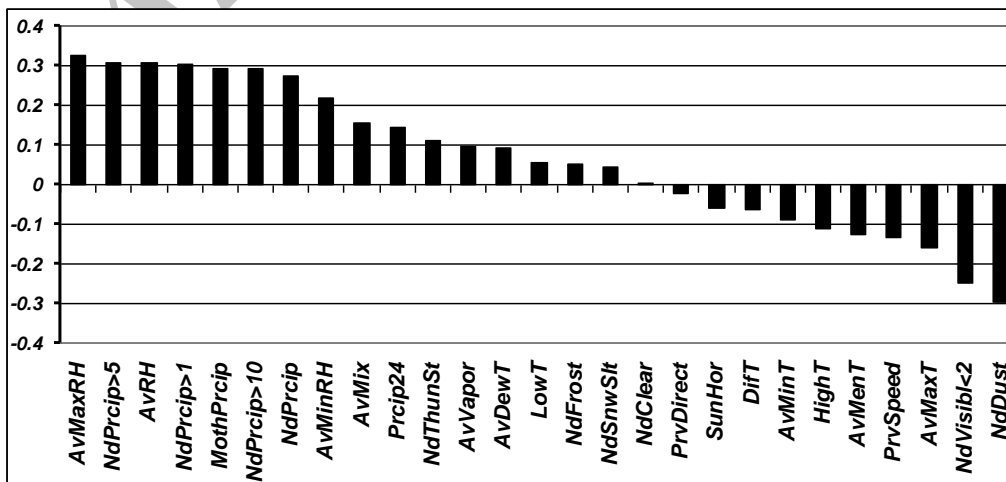
شکل ۲: آرایش مکانی نمره‌های مؤلفه اول



شکل ۳: توزیع بارهای مؤلفه اول



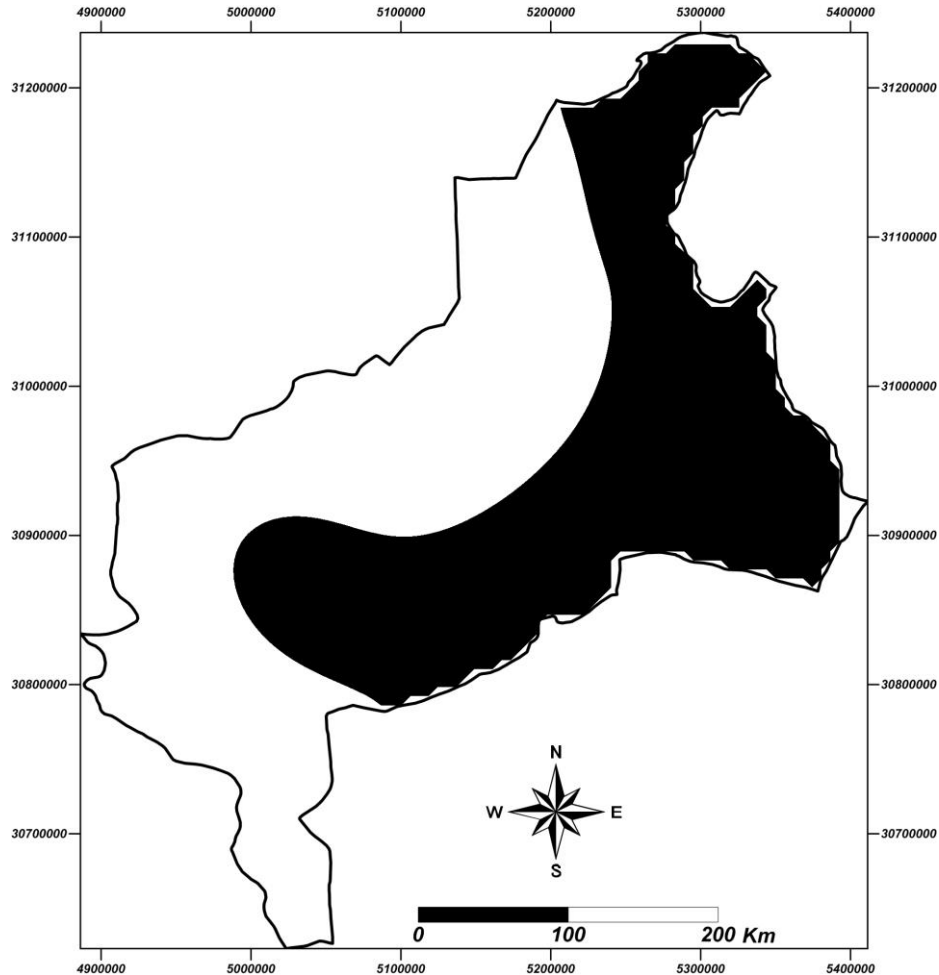
شکل ۴: آرایش مکانی نمره‌های مؤلفه دوم



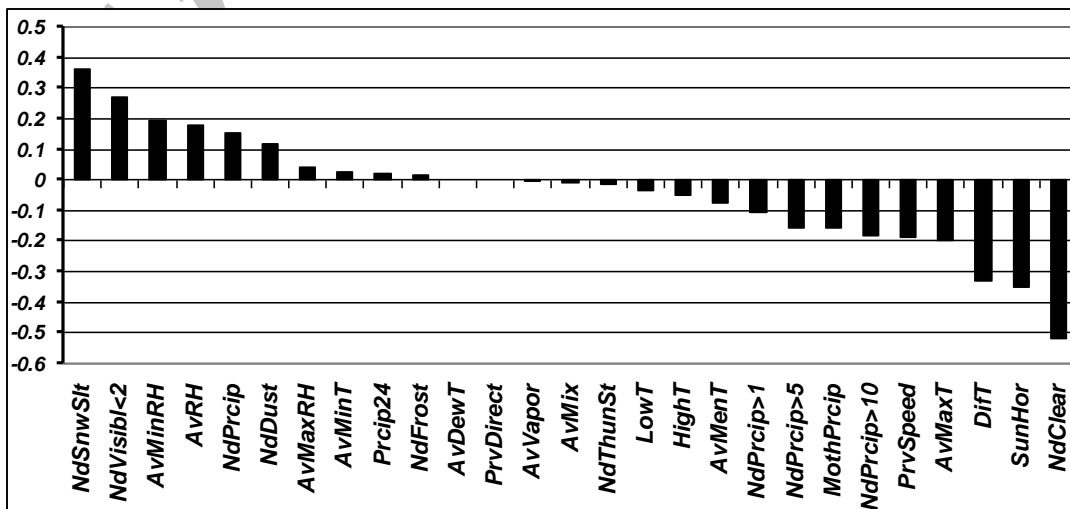
شکل ۵: توزیع بارهای مؤلفه دوم

مؤلفه سوم

این مؤلفه تعداد روزهای برفی، قابلیت دید زیر ۲ کیلومتر و تعداد روزهای بارشی نسبت مستقیم و با تعداد روزهای توأم با هوای آرام و ساعات آفتابی همبستگی معکوس نشان می‌دهد (شکل ۷ و جدول ۳). این سه مؤلفه در مجموع ۸۷ درصد پراش عناصر اقلیمی استان یزد را تبیین می‌کند از اینرو برای رعایت اختصار از شرح بقیه مؤلفه‌ها خودداری می‌گردد.



شکل ۶: آرایش مکانی نمرات مؤلفه سوم



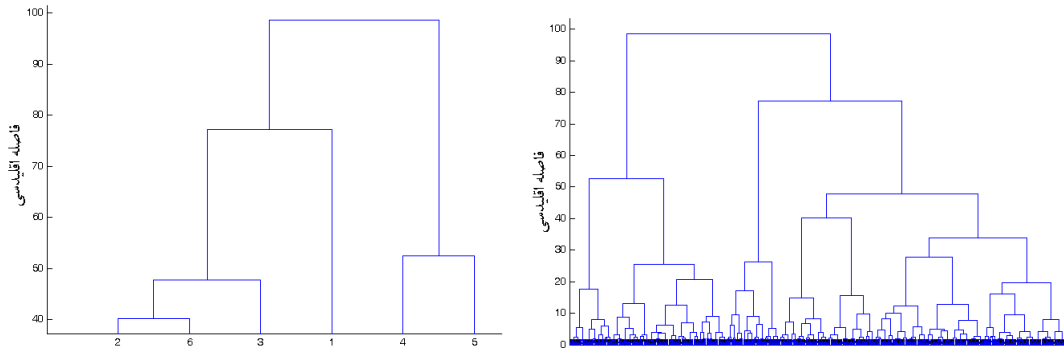
شکل ۷: توزیع بارهای مؤلفه سوم

جدول ۳: بارهای مؤلفه‌های اصلی روی عناصر اقلیمی سالانه

مؤلفه هفتم	مؤلفه ششم	مؤلفه پنجم	مؤلفه چهارم	مؤلفه سوم	مؤلفه دوم	مؤلفه اول	مخفف	عناصر اقلیمی
-۰.۰۲۰	-۰.۰۵۱	۰.۰۶۷	۰.۳۰۵	-۰.۳۳۲	-۰.۰۶۲	-۰.۱۹۹	DiT	دامنه دما
-۰.۰۸۳	-۰.۰۷۱	۰.۰۱۳	۰.۰۴۰	-۰.۰۷۵	-۰.۱۲۵	۰.۲۶۶	AvMenT	میانگین سالانه دما
-۰.۰۱۱	-۰.۰۱۸	-۰.۲۸۹	-۰.۲۷۶	-۰.۰۳۴	۰.۰۵۷	۰.۲۵۸	LowT	حداقل مطلق دما
۰.۰۱۷	-۰.۰۶۵	۰.۰۵۲	۰.۱۹۰	-۰.۰۴۸	-۰.۱۱۰	۰.۲۶۵	HighT	حداکثر مطلق دما
-۰.۰۶۶	-۰.۰۴۴	-۰.۰۰۹	-۰.۰۴۷	۰.۰۲۵	-۰.۰۹۰	۰.۲۷۹	AvMinT	متوسط دمای حداقل
-۰.۱۰۰	-۰.۰۹۳	۰.۰۳۴	۰.۱۵۰	-۰.۱۹۷	-۰.۱۶۱	۰.۲۲۸	AvMaxT	متوسط دمای حداکثر
۰.۰۱۸	-۰.۰۵۹	-۰.۰۷۷	۰.۰۹۰	۰.۰۰۳	۰.۰۹۲	۰.۲۷۷	AvDewT	دمای نقطه شبنم
۰.۰۳۹	-۰.۱۲۰	-۰.۱۲۱	۰.۰۸۱	-۰.۰۰۹	۰.۱۵۴	۰.۲۵۴	AvMix	متوسط نسبت مخلوط
۰.۰۴۴	-۰.۰۹۲	-۰.۰۶۹	۰.۰۸۹	-۰.۰۰۴	۰.۰۹۵	۰.۲۷۶	AvVapor	فشار بخار آب
۰.۰۰۸	-۰.۰۱۰	-۰.۱۷۶	-۰.۰۳۴	۰.۱۸۰	۰.۳۰۶	۰.۰۶۹	AvRH	متوسط رطوبت نسبی
۰.۱۰۷	-۰.۱۵۰	-۰.۱۷۸	۰.۰۲۹	۰.۰۴۴	۰.۳۳۷	-۰.۰۲۷	AvMaxRH	حداکثر رطوبت نسبی
۰.۰۵۴	۰.۰۵۳	-۰.۱۳۰	۰.۰۵۰	۰.۱۹۷	۰.۲۲۰	۰.۱۹۳	AvMinRH	حداقل رطوبت نسبی
-۰.۲۶۶	-۰.۰۵۵	-۰.۱۰۸	-۰.۰۲۵	-۰.۱۵۹	۰.۲۹۴	-۰.۱۰۷	TotalPrcip	بارش سالانه
-۰.۳۳۵	-۰.۲۲۲	-۰.۰۶۳	-۰.۰۴۰	۰.۰۳۴	۰.۱۴۳	-۰.۲۰۸	Prcip24	حداکثر بارش ۲۴ ساعته
-۰.۲۳۷	-۰.۰۴۳	-۰.۱۵۳	-۰.۰۳۵	-۰.۱۸۳	۰.۲۹۱	-۰.۱۰۱	NdPrcip>10	روزهای بارش کمتر از ۱۰
-۰.۲۵۶	-۰.۰۲۴	۰.۰۱۲	۰.۱۴۸	-۰.۱۵۵	۰.۳۰۹	-۰.۰۶۵	NdPrcip>5	روزهای بارش کمتر از ۵
-۰.۱۹۲	۰.۰۰۵	۰.۲۳۲	۰.۲۵۵	-۰.۱۰۴	۰.۳۰۲	-۰.۰۴۷	NdPrcip>1	روزهای بارش کمتر از ۱
۰.۲۰۶	-۰.۲۵۷	۰.۳۹۸	۰.۰۵۵	۰.۱۵۶	۰.۲۷۶	۰.۰۷۸	NdPrcip	روزهای بارشی
-۰.۱۶۳	-۰.۱۵۹	۰.۶۶۴	-۰.۰۷۵	-۰.۰۱۳	۰.۱۱۰	۰.۲۰۴	NdThunSt	روزهای تدری
۰.۱۷۸	۰.۰۱۵	۰.۱۳۰	-۰.۱۵۷	۰.۳۶۳	۰.۰۴۶	-۰.۲۰۷	NdSnwSt	روزهای برف و بوران
-۰.۲۹۲	-۰.۴۵۴	-۰.۱۳۸	-۰.۰۴۵	۰.۱۱۲	-۰.۲۹۶	۰.۰۲۷	NdDust	روزهای گرد و غبار
۰.۳۱۸	-۰.۰۶۱۵	-۰.۲۱۱	۰.۳۷۴	۰.۰۰۰	-۰.۰۲۲	-۰.۱۹۶	PrvDirect	جهت باد غالب
-۰.۰۰۶	۰.۱۶۶	۰.۰۳۵	۰.۱۳۸	-۰.۱۸۹	-۰.۱۳۲	-۰.۲۳۶	PrvSpeed	سرعت باد غالب
-۰.۴۹۱	-۰.۱۷۳	۰.۰۲۲	۰.۱۱۹	۰.۲۷۳	-۰.۲۴۷	-۰.۱۰۰	NdVisibl<2	روزهای با دید زیر ۲ کیلومتر
۰.۱۳۳	-۰.۰۰۸	۰.۰۳۰	۰.۰۹۰	۰.۰۱۸	۰.۰۵۲	-۰.۲۸۴	NdFrost	روزهای یخبندان
۰.۰۴۷	۰.۰۴۸	-۰.۰۷۰	-۰.۰۸۱	-۰.۰۵۲۰	۰.۰۰۲	۰.۱۰۳	NdClear	روزهای هوای آرام
۰.۲۶۶	-۰.۳۶۷	۰.۱۴۸	-۰.۰۵۱۹	-۰.۰۳۵۱	-۰.۰۶۰	-۰.۰۷۱	SunHor	ساعات آفتابی

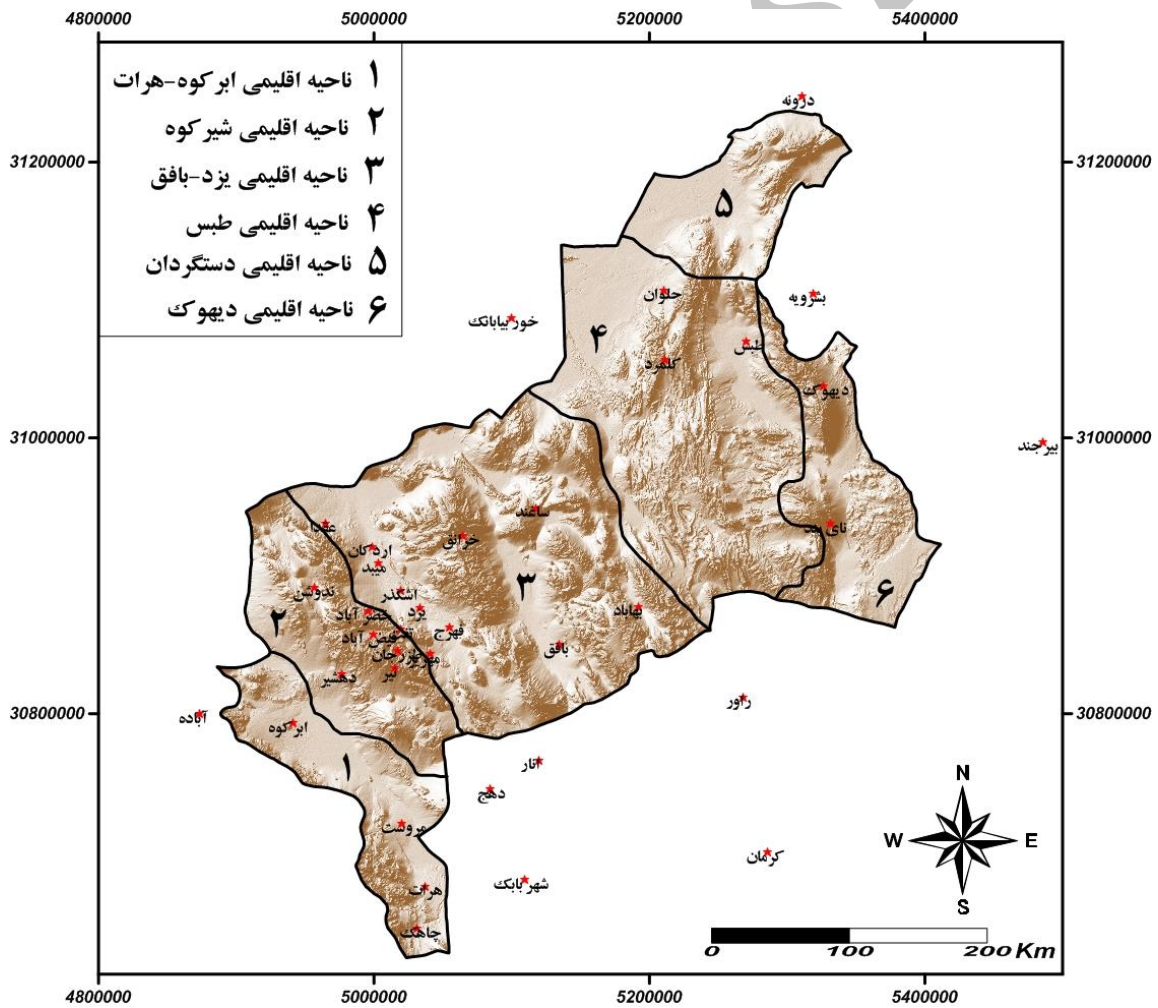
روش تحلیل خوشه‌ای

این روش برای گروه بندی افراد یک نمونه طرح می‌شود و در طی آن سعی می‌شود افراد مشابه در گروه‌های خاصی قرار گرفته و یک طبقه‌ی مجزا را تشکیل دهند این روش از نظر ویژگی‌های مورد مطالعه تفاوت‌هایی با سایر گروه‌ها دارد. این روش دارای مزیت‌های زیادی است، از جمله این روش در پیدا کردن گروه‌های واقعی کمک می‌کند و در عین حال می‌تواند در کاهش نیز مفید باشد (مانلی ۱۳۷۳، ۱۲۹). در این مرحله جهت بدست آوردن خوشه‌های مکانی اقلیمی، نمرات مکانی هفت مؤلفه حاصل از اعمال تحلیل مؤلفه‌های اصلی، در معرض تحلیل خوشه‌ای پایگانی ترکیب تریبی و روش ادغام وارد قرار گرفت. با استناد به دارنمای درختی، شش خرده ناحیه اقلیمی استان یزد شناسایی شد (شکل ۸).



شکل ۸: دارنمای تفکیک مکانی شش خرده ناحیه اقلیمی استان یزد

در این نوشتار براساس تحلیل خوشه‌ای ابتدا استان یزد را بر اساس فاصله‌ی اقلیدیسی (۱۰۰) به دو پهنه و سپس در فاصله پایین‌تر به سه پهنه تقسیم بندی شده و در نهایت در فاصله اقلیدیسی ۳۵، استان یزد به شش خرده ناحیه اقلیمی تفکیک می‌شود (شکل ۸ و ۹).



شکل ۹: ناحیه بندی اقلیمی استان یزد

خرده ناحیه اقلیمی معتدل و نسبتاً خشک ابرکوه-هرات

از نظر توپوگرافی دشت ابرکوه جزئی از فلات خشک مرکزی ایران است که رشته کوه‌های زاگرس چون حصارای انتهایی این دشت را در جهت غرب و جنوب و رشته ایران مرکزی در حاشیه شمال شرقی آنرا احاطه کرده است. این ناحیه حدود ۱۰/۴ درصد از مساحت استان یزد را در بر گرفته است. متوسط دمای سالانه ۱۶/۶ درجه سانتی‌گراد و بارش سالانه ۱۷۸/۹ میلی‌متر است. در واقع حاشیه غربی این ناحیه از روی ارتفاع‌های زاگرس فارس عبور می‌کند لذا بیشترین بارش سالانه را دریافت می‌دارد. از سوی دیگر به طور متوسط از حدود ۶۹ روز توأم با یخبندان برخوردار است که بالاترین در استان است.

خرده ناحیه اقلیمی معتدل خشک و غباری شیرکوه

این قلمرو، بخشی از رشته ایران مرکزی بویژه شیرکوه را در بر می‌گیرد. بلندی ارتفاع‌های (حدود ۴۰۰۰ متر) اعتدال نسبی به این قلمرو بخشیده است و تأمین کننده آب سکونتگاه‌های انسانی است که در حاشیه این ارتفاع‌ها شکل گرفته‌اند از جمله مهریز، تفت، نیر طرزجان، فیض آباد، خضرآباد، ندوشن و دهشیر را می‌توان نام برد. این قلمرو ۱۱/۷ درصد استان یزد را فرا گرفته، متوسط بارش سالانه آن ۹۴/۸ میلی‌متر و متوسط دمای سالانه ۱۷/۵ درجه سلسیوس است. در این قلمرو حدود ۴۱ روز پدیده گرد و غبار حادث می‌شود که ۶ روز از متوسط کشور بیشتر است.

خرده ناحیه اقلیمی نیمه گرم، فرا خشک و غباری یزد- بافق

این قلمرو، وسیع‌ترین ناحیه اقلیمی استان یزد محسوب شده و حدود ۳۱/۴ درصد وسعت استان را می‌پوشاند. کوه‌های کم ارتفاع مرکزی که عمدتاً هم روند با رشته ایران مرکزی است، بلندی شان بندرت به ۲۰۰۰ متر می‌رسد لذا نمی‌تواند تأثیرات مثبت اقلیمی همچون تعدیل دما و ایجاد بارندگی، ایفا نماید. در این قلمرو متوسط بارندگی سالانه ۶۶/۴ میلی‌متر و متوسط دمای سالانه ۱۹/۳ درجه سلسیوس است. پدیده مهم اقلیمی، بالا بودن تعداد روزهای غباری است (حدود ۴۵ روز). اگر استقرار سکونتگاه‌های انسانی را تابعی از شرایط اقلیمی بدانیم سکونتگاه‌های این قلمرو به دو دسته تقسیم می‌گردد. دسته اول شهرهای عقدا، اردکان، میبد، اشکذر و فهرج است که در حاشیه شیرکوه پراکنده‌اند و از آثار مثبت محیطی این کوهستان بهره‌مندند. دسته دوم شهرهای عمدتاً معدنی هستند که به صورت پراکنده در این بخش دیده می‌شوند مانند: ساغند، خرافق، بافق و بهاباد که نقش اقلیم در شکل‌گیری آنها کم رنگ‌تر است.

خرده ناحیه اقلیمی نسبتاً گرم، فرا خشک و غباری طبس

این بخش از استان یزد خشک‌ترین و خشن‌ترین بخش استان را تشکیل می‌دهد. بخش اعظم این قلمرو اقلیمی را تپه‌های ماسه‌ای فراگرفته که اصلاً مناسب زندگی نیست. از این رو هیچ سکونتگاه انسانی در این بخش بجز باریکه شمال آن دیده نمی‌شود. طبس تنها شهر مهم آن است که علت وجودی آن به کوه‌های شتری در شرق آن وابسته است. روستاهایی همچون رباط پشت بادام، جوخواه، حلوان، رباط گور، دارین و کلمرد از دیگر سکونتگاه‌های آن می‌باشد. این قلمرو ۲۷/۶ درصد از وسعت استان را فرا گرفته است. متوسط بارش سالانه آن ۸۲/۷ میلی‌متر، متوسط دمای سالانه ۲۰/۴ درجه سلسیوس و از حدود ۴۰ روز غباری برخوردار است.

خرده ناحیه اقلیمی نیمه گرم و خشک دستگردان

در واقع این ناحیه اقلیمی از لحاظ توپوگرافی و اقلیمی دنباله ناحیه اقلیمی گرم و فرا خشک طبس است که گوشه شمال شرق استان منطبق بر منتهی الیه جنوب شرق دشت کویر را در بر می‌گیرد. تنها مرکز سکونتگاهی آن عشق آباد است و بقیه بخش‌های آن عمدتاً خالی از سکنه است. این بخش ۸/۳ درصد استان را فرا گرفته و متوسط بارش سالانه آن ۱۱۶ میلی‌متر و متوسط دمای سالانه ۱۹/۵ درجه سلسیوس است.

خرده ناحیه اقلیمی نیمه گرم و خشک دیهوک

این قلمرو در منتهی الیه جنوب شرقی استان و حد شمالی دشت لوت قرار گرفته است. لذا این بخش به دلیل خشونت‌های اقلیمی و محیطی خالی از سکنه بوده به طوری که تنها مرکز شهری آن دیهوک است که مدیون کوه‌های شتری است. در واقع در غرب رشته کوه شتری شهر طبس و در شرق آن شهر دیهوک شکل گرفته است. سد معروف کریت با قدمت حدود ۴۰۰۰ سال در این قلمرو واقع است که نشان از نوبغ ساکنان این منطقه جهت غلبه بر محدودیت‌های محیطی به ویژه شرایط خشن اقلیمی این منطقه است. این قلمرو ۱۰/۵ درصد از وسعت استان را شامل است. متوسط بارش سالانه آن ۱۰۹ میلی‌متر و متوسط دمای سالانه ۱۹ درجه سلسیوس می‌باشد.

جدول ۳: میانگین عناصر اقلیمی در هر خرده ناحیه اقلیمی استان یزد

عناصر اقلیمی	ناحیه ابرکوه-هرات	ناحیه شیرکوه	ناحیه یزد-باقی	ناحیه طبس	ناحیه دستگردان	ناحیه دیهوک
دامنه دما	۱۵/۸	۱۵/۱	۱۵/۲	۱۴/۸	۱۳/۶	۱۵/۸
میانگین سالانه دما	۱۶/۶	۱۷/۵	۱۹/۳	۲۰/۴	۱۹/۵	۱۹
حداقل مطلق دما	-۱۶/۲	-۱۷/۳	-۱۵/۲	-۱۲/۳	-۱۱/۲	-۱۶/۹
حداکثر مطلق دما	۴۲/۱	۴۳/۶	۴۶	۴۷/۶	۴۶/۸	۴۶/۳
متوسط دمای حداقل	۸/۷	۹/۹	۱۱/۷	۱۳	۱۲/۷	۱۱
متوسط دمای حداکثر	۲۴/۵	۲۵/۰	۲۶/۹	۲۷/۸	۲۶/۳	۲۶/۸
دمای نقطه شبنم	-۱/۲	-۱/۴	-۰/۴	۱/۴	۲/۶	۰/۴
متوسط نسبت مخلوط	۴/۶	۴/۴	۴/۶	۵/۱	۵/۴	۴/۹
فشار بخار آب	۶/۱	۶	۶/۵	۷/۴	۷/۹	۶/۹
متوسط رطوبت نسبی	۳۴/۲	۳۲/۵	۳۰/۷	۳۲/۲	۳۶/۷	۳۲/۶
حداکثر رطوبت نسبی	۵۲/۸	۴۹/۸	۴۷/۲	۴۸/۷	۵۲/۳	۵۰/۱
حداقل رطوبت نسبی	۲۰/۵	۲۰/۲	۱۹/۸	۲۱/۵	۲۵/۵	۲۱/۱
بارش سالانه	۱۷۸/۹	۹۴/۸	۶۶/۴	۸۲/۷	۱۱۶	۱۰۹/۲
حداکثر بارش ۲۴ ساعته	۷۱/۱	۵۵/۷	۴۱/۸	۳۶/۶	۳۵/۶	۳۹/۶
روزهای بارش کمتر از ۱۰	۵/۶	۲/۵	۱/۵	۲/۱	۳/۳	۳
روزهای بارش کمتر از ۵	۱۰	۵/۹	۴/۵	۵/۹	۸/۱	۸
روزهای بارش کمتر از ۱	۲۲	۱۷/۱	۱۵/۲	۱۷/۴	۲۱/۱	۲۱/۳
روزهای بارشی	۳۶/۲	۳۳/۷	۲۹/۱	۳۴/۹	۴۱	۳۷/۶
روزهای تندی	۴/۷	۴/۵	۴/۸	۶/۵	۶/۴	۶/۵
روزهای برف و بوران	۳/۹	۴/۸	۳/۱	۱/۹	۳	۲/۶
روزهای گرد و غبار	۲۵/۸	۴۰/۵	۴۴/۵	۴۰/۳	۲۵/۱	۳۳/۴
جهت باد غالب	۲۹۵/۹	۳۰۲/۳	۲۵۰/۲	۲۴۱/۱	۲۰۷/۴	۲۸۳/۲
سرعت باد غالب	۹	۸/۹	۸/۸	۸/۱	۷/۲	۸/۶
روزهای قابلیت دید زیر ۲	۵/۹	۱۰/۳	۱۰/۲	۷/۴	۵/۹	۸/۵
روزهای یخبندان	۶۸/۵	۶۴/۲	۴۸/۳	۳۶/۵	۳۷/۱	۵۳/۸
روزهای هوای آرام	۲۵۳/۹	۲۴۶/۱	۲۵۱/۵	۲۵۵/۴	۲۴۸/۴	۲۵۳/۱
ساعات آفتابی	۳۳۴۴	۳۲۹۲	۳۲۸۹/۳	۳۳۰۹	۳۱۸۱/۲	۳۲۶۰/۸

نتیجه گیری

استان یزد که به صورت قطری از بخش‌های شرقی- شمال شرقی تا قسمت‌های جنوب غربی ایران گسترده شده، به دلیل قرارگیری در بخش مرکزی کشور، مجاورت با دشت کویر از جانب شمال شرق و دشت لوت از سمت جنوب شرق و قرارگیری در بادپناه زاگرس، از اقلیمی گرم و سوزان و خشک و فرا خشک برخوردار است. گواه این ادعا دمای سالانه ۱۹ درجه‌ای که حدود ۱ درجه سلسیوس از متوسط کشور بالاتر است، مؤلفه‌های رطوبتی پایین مانند متوسط رطوبت نسبی

۳۲ درصد، فشار بخار آب ۶/۸ هکتوپاسکال (در حالی که متوسط ایران ۹ و جهانی ۱۲ هکتوپاسکال است)، دمای نقطه شبنم ۰/۲۲ درجه سانتی گراد و بارش سالانه حدود ۹۴ میلی متری، ۳۸ روز غباری و میزان آفتاب گیری ۳۲۹۰ ساعت در سال است. تمامی این علائم حاکمیت اقلیمی خشن را در استان یزد تأیید می کند. در مرکز استان یزد در قلمرو های ۳ و ۴ همراه با سایر محدودیت های محیطی همچون کفه های نمکی و کویری، پهنه های ماسه ای و ... خشونت اقلیمی به اوج می رسد. شاهد آن نیز پایین بودن تعداد سکونتگاه های شهری و روستایی در این بخش از استان یزد است. البته در اطراف استان جاهایی که ارتفاع ناهمواری ها به بیش از ۳۰۰۰ متر می رسد، از خشونت اقلیمی کاسته شده و اعتدال نسبی حاکم شده و بر تعداد سکونتگاه های انسانی نیز افزوده می گردد. بخشی از کوه های زاگرس فارس در غرب ابرکوه و هرات، بخشی از رشته ایران مرکزی حد فاصل شیرکوه و کوه های شتری در شرق استان، نمونه هایی از تعدیل شرایط اقلیمی به واسطه حضور ارتفاع ها است.

این استان نمونه بارزی از غلبه انسان بر خشونت های اقلیمی و محدودیت های محیطی است که از جمله مظاهر آن می توان به احداث سد جهت بهره برداری از آب های جاری در مناطق کوهستانی (سد کریت) تا احداث قنات برای بهره برداری از آب های زیر زمینی و غلبه بر قلت نزولات جوی، اشاره کرد. معماری همساز با اقلیم و ایجاد ساختمان های خشتی و گنبدی با دیوارهای ضخیم و درب و پنجره های کوتاه، برای مقابله با گرمای شدید و تابش آفتاب سوزان، ایجاد بادگیر، آب انبار، یخچال و از دیگر جنبه های نوغ ساکنان ایران مرکزی جهت غلبه بر شرایط خشن محیطی است. امروزه این میراث کهن زندگی همساز با اقلیم در این استان در حال فراموشی است و لازم است الگوی زندگی پیشینیان را که هزاران سال در این مناطق به سلامت زیسته و تجارب گرانبهایی را اندوخته اند، سر مشق قرار داده و همچنان ادامه دهیم. در غیر این صورت دیر زمانی نخواهد پایید که کانون های تمدن کهن مناطق مرکزی کشور در مقابل گرمایش جهانی نابود خواهد شد.

در مجموع استان یزد از اقلیمی گرم و خشک برخوردار است. اما شدت خشکی در بخش های مختلف آن یکسان نیست. لذا در این پژوهش با استناد به داده های عناصر اقلیمی سالانه و روش های پیشرفته آماری و بهره گیری از سامانه اطلاعات جغرافیایی این تفاوت های اقلیمی هر چند ناچیز به تصویر کشیده شده و خرده نواحی اقلیمی استان از هم تفکیک شده است.

منابع

- ۱- ثابتی، حبیب ا...، (۱۳۴۸): اقلیم حیاتی ایران، انتشارات امیرکبیر، تهران.
- ۲- جعفر پور، ابراهیم، (۱۳۷۳): اقلیم شناسی، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۳- حیدری، حسن و علیجانی، بهلول، (۱۳۷۸): طبقه بندی اقلیمی ایران با استفاده از تکنیک های آماری چند متغیره، فصل نامه پژوهش های جغرافیایی، شماره ۳۷، صص ۷۴-۵۷.
- ۴- خلیلی، علی، (۱۳۸۳): تدوین یک سامانه جدید پهنه بندی اقلیمی از دیدگاه نیازهای گرمایش - سرمایش محیط و اعمال آن بر گستره ایران، تحقیقات جغرافیایی، شماره ۱۹، صص ۱۴-۵.
- ۵- دین پروژه، یعقوب، فخری احمد، مقدم محمد، میرنیا، میرکمال و جهان بخش اصل، سعید، (۱۳۸۲): پهنه بندی اقلیمی ایران با استفاده از تحلیل های چند متغیره برای استفاده در مطالعات کشاورزی، مجله دانش کشاورزی، شماره ۱۳، صص ۹۰-۷۱.
- ۶- سلیقه، محمد، بریمانی، فرامرز و اسمعیل نژاد، مرتضی، (۱۳۸۷): پهنه بندی استان سیستان و بلوچستان، مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۱۲، صص ۱۱۶-۱۰۱.

- ۷- فرشاد فر، عزت اس...، (۱۳۸۰): مسائل حل شده اصول و روش‌های آماری، انتشارات طاق بستان،
- ۸- علیجانی، بهلول، (۱۳۸۱): اقلیم شناسی سینوپتیک، انتشارات سمت، ص ۱۸۰
- ۹- غیور، حسنعلی و منتظری، مجید، (۱۳۸۳): پهنه بندی رژیم‌های دمایی ایران با مولفه‌های مینا و تحلیل خوشه‌ای، مجله جغرافیا و توسعه شماره ۳، صص ۳۴-۲۱.
- ۱۰- فریفته، جمشید، (۱۳۶۹): روش‌های طبقه بندی اقلیمی، مجله بیابان شماره ۱۲،
- ۱۱- گرامی مطلق و شبانکاری، مهران، (۱۳۸۵): پهنه بندی اقلیمی استان بوشهر، مجله پژوهشی علوم انسانی دانشگاه اصفهان، ویژه نامه جغرافیا، شماره ۲۰، صص ۲۱۰-۱۸۷
- ۱۲- گنجی، محمد حسن، (۱۳۳۴): تقسیمات اقلیمی ایران، مجله دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه تهران، شماره اول، سال سوم، صص ۷۲-۲۷
- ۱۳- مسعودیان، ابوالفضل، (۱۳۸۲): نواحی اقلیمی ایران، مجله جغرافیا و توسعه، سال اول، شماره ۲، صص ۱۸۴-۱۷۱
- ۱۴- مانلی، بی.اف.جی، (۱۳۷۳): آشنایی با روش‌های آماری چند متغیره، ترجمه محمد مقدم، سید ابوالقاسم محمدی شوطی و مصطفی آقایی سربرزه، چاپ اول، انتشارات پیشتاز علم، ص ۱۲۹
- ۱۵- محمدی، بختیار، (۱۳۸۵): نارسایی تب‌های همدید ایستگاه سندج طی دوره‌ی زمانی ۱۳۸۳-۱۳۳۹، پایان نامه کارشناسی ارشد رشته جغرافیای طبیعی گرایش اقلیم شناسی، استاد راهنما دکتر ابولفضل مسعودیان، دانشگاه اصفهان، ص ۲۱
- ۱۶- منتظری، مجید، (۱۳۸۹): کاربرد روش‌ها چند متغیره در پهنه بندی نواحی اقلیمی استان اصفهان، فصل‌نامه تحقیقات جغرافیایی دانشگاه اصفهان (زیر چاپ).

- 17- Anyadike, R.N.C (1987): Amultivariate Classification and Regionalization of West African Climatology, Pp. 159-164
- 18- Manfred Domroes, Edmund Ranatunge (1993): A Statistical Approach Towards a Regionalization of Daily Rainfall in Sri Lanka, International Journal of Climatology, Vol. 13, Pp. 741-754.
- 19- Paul A. Knapp. Henri D. Grissino-Mayer. Peter T. Soule, (2002): Climatic Regionalization and the Spatio-Temporal Occurrence of Extreme Single-Year Drought Events (1500-1998) in the Interior Pacific Northwest, USA. Quaternary Research vol. 58, Pp. 226-233.
- 20- Romeroa. R, C. Ramisa, J. A. Guijarrob and G. Sumnerc. (1999): Daily Rainfall Affinity in Mediterranean Spain, International Journal of Climatology, Vol. 19, Pp. 557-578.