

## بررسی وضعیت و روند تغییرات طوفان‌های گرد و غبار در ایران در دوره زمانی ۱۳۶۴ الی ۱۳۸۴

❖ شیرین محمدخان\*؛ استادیار دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، ایران.

### چکیده

روند رو به رشد طوفان‌های گرد و غبار در سال‌های اخیر و تعیین تعداد وقوع این رخداد در سال‌های گذشته و جواب به این سوال که آیا این دفعات وقوع تغییری داشته یا خیر باعث شد، بررسی جامعی در مورد روند و وضعیت طوفان‌های گرد و غبار در سال‌های گذشته انجام گیرد. در این پژوهش بر اساس داده‌های مشاهده‌ای ۱۱۲ ایستگاه هواشناسی از سال ۱۳۶۴-۱۳۸۴ به بررسی روند این طوفان‌ها پرداخته شده است. نتایج نشان می‌دهد کل روزهای غبارناک در این دوره در مناطق مختلف از ۱۱ روز تا ۳۸۳۳ روز متغیر می‌باشد. برای بررسی بهتر، تعداد روزهای کل غبارناکی با استفاده از روش خوشه‌بندی K-means و نرم‌افزار SPSS به ۵ دسته به شرح ذیل تقسیم شده‌اند. ۱- کمتر از ۴۹۲ روز، ۲- ۵۸۸ تا ۱۱۵۳ روز، ۳- ۱۲۴۳ تا ۱۷۵۷ روز، ۴- از ۲۰۰۷ تا ۲۲۳۹ روز ۵- بیش از ۳۸۳۲ روز و سپس هر دسته به صورت مجزا مورد بررسی قرار گرفته است. سرانجام خوشه‌ها با استفاده از آنالیز واریانس مورد بررسی قرار گرفتند و مشخص گردید با درستی ۹۹ درصد خوشه‌بندی انجام شده صحیح می‌باشد. خوشه‌های به دست آمده با تبخیر و تعرق، دما، بارش، ژئومورفولوژی و ارتفاع مقایسه شدند. نتایج مؤید آن است که به ترتیب با تبخیر، دما و بارش دارای همبستگی می‌باشند ولی با ژئومورفولوژی و ارتفاع دارای همبستگی نمی‌باشند. دلیل این امر را می‌توان در منشاء خارجی ریزگردها، ارتفاع بالای حرکت آن‌ها و نقش رطوبت در نشست آن‌ها جستجو کرد.

کلید واژگان: ریزگرد، روند، خوشه‌بندی، غبارناکی، تبخیر و تعرق، ایران

## ۱. مقدمه

فرایندهای ترمودینامیکی در فصل گرم و فرایندهای دینامیکی در فصل سرد سال از جمله مهم‌ترین عوامل اقلیمی شکل‌گیری و انتقال گرد و غبار به نیمه غربی کشور بیان شده است [۲۱].

مکان‌گزینی محور ناوه و منطقه واگرایی بالا در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و شکل‌گیری سلول کم‌فشار حرارتی در سطح زمین علت اصلی شکل‌گیری و هدایت گرد و غبار به سمت ایران معرفی شده است. در یکی از تحقیقات انجام شده فراوانی طوفان‌های گرد و غبار در ایران با استفاده از منطق فازی خوشه‌بندی شده و تعداد چهار خوشه برای آن به دست آمده که منشأ هر خوشه متفاوت تشخیص داده شده است [۱۰].

در تحقیق دیگری در این راستا پدیده غبار در غرب ایران از نظر مکانی و زمانی تحلیل شد. در این تحقیق از ۲۶ ایستگاه در نیمه غربی استفاده شده است. در این مطالعه مشخص گردید در تعدادی از ایستگاه‌ها فراوانی روزهای دارای گرد و غبار به سوی ماه‌های سرد سال جابجا شده و در برخی دیگر جابجایی محسوسی مشاهده نشده است [۵].

در استان قزوین با استفاده از ترسیم گلباد و گلطوفان طوفان‌های گرد و غبار مورد مطالعه قرار گرفتند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد عمده جریان‌های باد طوفان‌زا در تابستان وزیده و دارای جهت جنوب شرقی می‌باشند [۱۵]. منطقه یزد به سبب شرایط اقلیمی و موقعیت جغرافیایی همواره در معرض این پدیده مخرب است لذا شناخت بیشتر پدیده مزبور می‌تواند گامی مؤثر در کاهش اثرات مخرب آن در این منطقه باشد. در این راستا در تحقیقی با استفاده از داده‌های دما، فشار، دید افقی، جهت و سرعت باد و ابرناکی ایستگاه سینوپتیک یزد و دیگر نقشه‌های سینوپتیک بادهای شدید و طوفان‌های گرد و غبار ماه‌های می و آوریل سال ۲۰۰۳ در منطقه یزد مورد تحلیل قرار گرفته است نتایج مطالعه نشان می‌دهد که علت اصلی باد شدید و طوفان گرد و خاک ۲۰ آوریل ۲۰۰۳ عبور یک سیستم ناپایدار در منطقه همراه با

بیش از چند سال است که طوفان‌های گرد و غبار، بسیاری از مناطق جنوبی و غربی کشور را در می‌نوردد و هزاران تن ذرات جامد ریز را از بیابان‌های جنوبی عربستان (ربع الخالی)، یمن، عراق، سوریه و کویت حمل نموده و بر گستره بزرگی از شهرهای کشور فرو می‌ریزد. این پدیده در روزهای طوفانی باعث ایجاد اختلال در زندگی مردم استان‌های جنوبی- جنوب غربی تا استان تهران گردیده است [۱].

پدیده طوفان‌های گرد و غبار معمولاً با حمل توده‌های عظیمی از مواد جامد و معلق همراه است که در عصر جدید با تصاویر ماهواره‌ای به طور واضح قابل ردیابی و تشخیص هستند [۱].

هر چند طوفان‌های گرد و غبار یکی از انواع آلودگی‌های فرامرزی است، که می‌تواند منطقه‌ای و گاهی قاره‌ای باشد. از عوامل اصلی ایجاد این‌گونه طوفان‌ها، فرسایش زمین می‌باشد. پدیده گرد و غبار که در زمرة آلودگی‌های از راه دور طبقه‌بندی می‌شود، از جمله موضوعاتی است که در حقوق بین‌الملل محیط‌زیست از جنبه آلودگی‌های فرامرزی بررسی می‌شود [۱۳].

با این حال در چند سال گذشته با شدت گرفتن این پدیده محققان زیادی در کشور به مطالعه این پدیده در مقیاس محلی و با روش‌های گوناگون پرداخته‌اند که در ذیل به چند مورد آن‌ها اشاره می‌شود.

در تحقیقاتی که به روش تحلیل زمانی صورت گرفته نشان داده شده است که تعداد رخداد این پدیده در حال افزایش بوده و بیشترین فراوانی مربوط به ماه‌های جون و جولای می‌باشد. در بین مطالعات انجام شده تنها یک مورد روند کاهشی این پدیده را نشان داده است [۱۴]، ۲۰، ۱۱، ۱۶، ۷، ۸، ۱۳ و ۲۳.

تحلیل مکانی این پدیده نشان‌دهنده آن است که منشأ عمده طوفان‌های گرد و غبار در مناطق خشک و بیابانی است که توسط انسان در آن تخریب صورت گرفته است [۲].

می‌شود.

در ترکمنستان با استفاده از اطلاعات ۵۶ سایت هواشناسی در یک دوره ۶۰ ساله فراوانی و تغییرات طوفان‌های گرد و غبار مورد مطالعه قرار گرفت. در این تحقیق متوسط فراوانی وقوع طوفان‌های گرد و غبار ۶۷ روز و حداکثر روزهای وقوع طوفان‌های گرد و غبار ۱۴۶ روز در غرب ترکمنستان مشخص گردید [۱۸].

در کل می‌توان گفت که در سال‌های اخیر نقش طوفان‌های غبار در سیستم‌های جهانی آشکارتر شده است [۱۲].

در سال‌های اخیر با رشد فنون و تکنولوژی‌های جدید درک ما از این پدیده، مسیرهای حرکت و حمل گرد و غبار و مکانیسم‌های آن افزایش یافته است. همچنین در منطقه ما در نتیجه عوامل گوناگونی چون تغییرات اقلیمی، خشک شدن برخی دریاچه‌ها و هورها در مرز ایران و عراق، رها شدن زمین‌های کشاورزی در اثر جنگ و بی‌آبی به نظر می‌رسد وقوع طوفان‌های گرد و غبار همچنین وسعت نواحی تحت تأثیر آن افزایش داشته است. بنابراین هدف این پژوهش بررسی روند، میزان و مناطق تحت تأثیر، رابطه پدیده گرد و غبار با عوامل اقلیمی و توپوگرافی طی یک دوره آماری بلندمدت و ارائه نتایج آن برای اقدامات مدیریتی و پژوهشی بعدی می‌باشد.

## ۲. روش‌شناسی تحقیق

### ۱.۲. معرفی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه شامل کشور ایران می‌باشد. برای مطالعه این وسعت از اطلاعات هواشناسی ایستگاه‌های سینوپتیک ایران که در محدوده زمانی ۱۳۶۴ الی ۱۳۸۴ دارای آمار بودند استفاده گردید. سعی گردید که این ایستگاه‌های هواشناسی در تمام استان‌های ایران پراکنده شده باشند و از توزیع مکانی مناسبی برخوردار باشند. در نهایت از مجموع ایستگاه‌های موجود ۱۱۲ ایستگاه انتخاب گردید که موقعیت مکانی آن‌ها در شکل شماره

ابره‌ای کومه‌ای و پدیده طوفان تندری و گرد و خاک بوده است [۱۷].

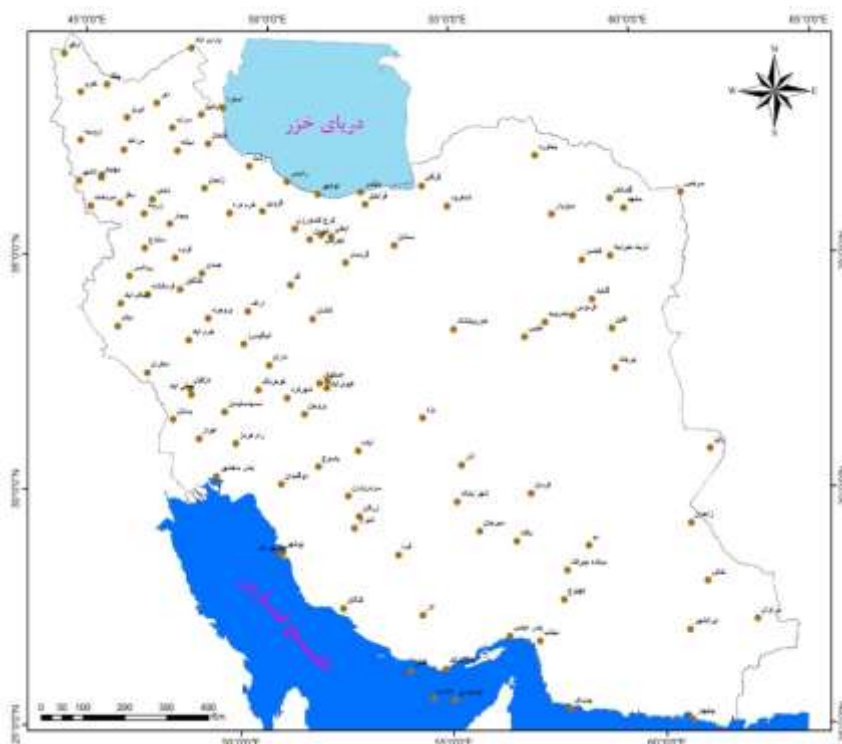
طوفان‌های گردوغبار از پدیده‌های مخرب و منحصر به فرد اقلیمی است که هر ساله خسارت جبران‌ناپذیری به تأسیسات مزارع، جاده‌ها و ... وارد می‌سازد این پدیده مخرب متأثر از شرایط جوی خاصی است که در صورت شناخت چگونگی پیدایش و وزش طوفان‌های گرد و غبار و بادهای شدید می‌توان از آسیب‌های فراوان آن کاست و حتی با آن مقابله کرد. پژوهشی که با استفاده از متغیرهای اقلیمی ایستگاه هواشناسی شهرستان سرخس، از قبیل درجه حرارت، رطوبت، دید افقی و عمودی، داده‌های سمت و سرعت باد در یک دوره انتخابی ۲۱ ساله انجام گردیده است نشان داد که کم‌فشارهای دینامیکی که با جبهه سرد همراه هستند در محدوده جنوب خراسان و کشور افغانستان بسته می‌شود. فشار مرکزی این کم‌فشار عموماً کمتر از ۱۰۰۰ هکتوپاسکال بوده و در مقابل پرفشاری که روی دریای خزر و عموماً در بخش جنوبی دریای خزر بسته می‌شود باعث ناپایداری شدید و ایجاد طوفان شدید گرد و غبار در منطقه می‌گردد [۴].

بررسی الگوهای همدید مولد گرد و خاک در استان فارس در سال‌های ۱۹۹۳ الی ۲۰۰۲ نشان داد که بیشترین فراوانی وقوع گرد و غبار در طول دوره آماری در ایستگاه شیراز با ۹۶ روز و کمترین فراوانی وقوع این پدیده در ایستگاه آواده بوده است [۱۷].

بررسی تغییرپذیری مکانی و زمانی ریزگردها و ارتباط آن با عوامل اقلیمی در غرب ایران نشان داد که در دوره زمانی مورد مطالعه بیشترین میزان وقوع گرد و غبار مربوط به استان خوزستان و کمترین میزان آن مربوط به استان لرستان می‌باشد. همچنین مشخص گردید وقوع ریزگردها از الگوی فصلی پیروی می‌کند و پوشش گیاهی، انرژی باد و میزان بارش در کاهش و افزایش وقوع این پدیده مؤثر است [۶].

مطالعات زیادی در مورد ریزگردها در مناطق مختلف دنیا نیز انجام شده که در ذیل به برخی از آن‌ها اشاره

(۱) نشان داده شده و لیست آن در جدول شماره (۱) آورده شده است.



شکل ۱. ایستگاه‌های هواشناسی مورد استفاده در مطالعه

## ۲.۲. روش تحقیق

این مطالعه از نوع کاربردی بوده و می‌تواند در مدیریت مناطق دارای گرد و غبار و همچنین در شناخت بهتر پدیده گرد و غبار و عوامل مؤثر بر آن استفاده گردد. در این تحقیق ابتدا کلیه ایستگاه‌های هواشناسی موجود مورد بازبینی قرار گرفته و سپس برای بررسی تغییرات زمانی و مکانی وقوع پدیده گرد و غبار از ایستگاه‌هایی استفاده شد که اولاً طول دوره مناسبی داشتند و ثانیاً از پراکنش مناسبی در سطح کشور برخوردار بودند.

پس از انتخاب ایستگاه‌ها انتخاب پایه زمانی مشترک صورت گرفته و بعد از آن بررسی درستی و همگنی داده‌ها بر اساس روش جرم مضاعف انجام گردید. در مرحله سوم بازسازی داده‌های کمبود در برخی ایستگاه‌ها از طریق ایجاد ماتریس همبستگی بین ایستگاه‌ها انجام گردید. در مرحله بعدی با استفاده از آمار به دست آمده

از ایستگاه‌های هواشناسی مانند تعداد کل روزهای دارای پدیده غبار آلودگی و طول و عرض جغرافیایی ایستگاه‌های مورد استفاده در سیستم اطلاعات جغرافیایی نقشه‌های نقطه‌ای<sup>۱</sup> ایجاد گردید و سپس با استفاده از روش میانبندی میانگین متحرک<sup>۲</sup> نقشه‌های رستری ایجاد گردید.

در مرحله چهارم ایستگاه‌ها بر اساس وقوع پدیده گرد و غبار و روند تغییرات وقوع این پدیده در آن‌ها با استفاده از روش K-means به چهار دسته تقسیم شدند و در هر یک روند تغییرات مورد ارزیابی قرار گرفت.

در نهایت خوشه‌های به دست آمده با نقشه‌های تبخیر، دما، بارش، ژئومورفولوژی و ارتفاع مورد مقایسه قرار گرفت تا میزان همبستگی با هریک محاسبه گردد.

1 Point map

2 moving average

جدول ۱. نام و مختصات ایستگاه‌های هواشناسی مورد استفاده در تحقیق

ردیف	ایستگاه	X	Y	ردیف	ایستگاه	X	Y	ردیف	ایستگاه	X	Y
۱	ابوموسی	۲۰۸۴۰۷۴	۲۴۵۱۲۰	۳۸	جلفا	۱۲۷۳۶۲۵	۱۷۰۷۱۲۸	۷۵	صفی آباد	۱۴۷۴۸۶۶	۹۷۲۸۵۰
۲	اراک	۱۶۰۹۹۳۲	۱۱۶۹۸۲۱	۳۹	چابهار	۲۶۷۱۰۳۱	۲۰۴۷۲۶	۷۶	طیس	۲۲۷۰۳۲۲	۱۱۱۰۳۲۷
۳	اردبیل	۱۴۹۸۴۰۵	۱۶۳۶۲۸۱	۴۰	خاش	۲۷۰۷۶۹۵	۵۳۴۱۷۷	۷۷	علی گودرز	۱۶۰۰۶۲۲	۱۰۹۲۵۹۱
۴	ارومیه	۱۲۱۱۴۲۸	۱۵۷۶۳۶۷	۴۱	خرم آباد	۱۴۶۹۳۵۹	۱۱۰۲۵۴۴	۷۸	فردوس	۲۲۸۴۲۹۴	۱۱۶۰۳۵۰
۵	اسلام آباد	۱۳۰۶۴۰۲	۱۱۸۸۶۷۱	۴۲	خرم دره	۱۵۶۶۷۹۵	۱۴۰۲۸۸۰	۷۹	فسا	۱۹۶۹۱۰۱	۵۹۳۳۳۶
۶	اصفهان	۱۷۸۱۳۱۶	۱۰۰۰۰۹۳	۴۳	خلخال	۱۵۱۵۲۸۳	۱۵۶۶۶۷۳	۸۰	قاین	۲۴۷۸۰۹۰	۱۱۳۱۲۴۹
۷	انار	۲۱۱۹۴۴۱	۸۰۶۳۸۹	۴۴	خور و بیابانک	۲۱۰۰۲۰۷	۱۱۲۷۴۰۲	۸۱	قرخیل	۱۸۸۹۳۸۶	۱۴۲۳۲۰۵
۸	اهر	۱۳۹۳۱۳۷	۱۶۶۳۰۷۰	۴۵	خوی	۱۲۱۰۸۴۳	۱۶۸۹۹۶۷	۸۲	قروه	۱۴۳۵۸۶۲	۱۲۹۶۸۲۱
۹	اهواز	۱۴۹۳۱۱۸	۸۶۸۳۸۸	۴۶	داران	۱۶۶۰۸۵۶	۱۰۴۲۲۸۹	۸۳	قزوین	۱۶۴۴۹۷۹	۱۴۰۷۰۲۴
۱۰	ایرانشهر	۲۶۶۵۸۱۳	۴۱۸۱۷۵	۴۷	دزفول	۱۴۷۲۵۲۲	۹۸۷۷۶۲	۸۴	قم	۱۷۱۱۷۰۹	۱۲۳۲۷۷۳
۱۱	ایلام	۱۲۹۹۴۸۸	۱۱۳۵۴۸۵	۴۸	دو گنبدان	۱۶۸۹۵۵۴	۷۶۰۵۹۰	۸۵	کاشان	۱۷۶۴۶۸۴	۱۱۵۱۸۹۵
۱۲	آباده	۱۸۷۳۰۱۸	۸۳۹۷۱۹	۴۹	دهلران	۱۳۶۹۷۹۲	۱۰۲۵۲۳۵	۸۶	کاشمر	۲۴۰۶۳۷۸	۱۲۹۲۵۱۳
۱۳	آبعلی	۱۸۰۸۶۰۸	۱۳۴۶۸۰۲	۵۰	رامسر	۱۷۰۲۶۷۲	۱۴۷۷۲۴۱	۸۷	کیوتر آباد	۱۷۹۸۲۶۹	۹۸۸۶۵۴
۱۴	آستارا	۱۵۵۰۴۵۱	۱۶۵۲۱۷۵	۵۱	رامهرمز	۱۵۸۱۴۵۶	۸۵۶۹۰۴	۸۸	کرج کشاورزی	۱۷۲۱۷۱۰	۱۳۶۵۵۹۷
۱۵	بابلسر	۱۸۷۹۳۰۴	۱۴۵۲۹۴۰	۵۲	رشت	۱۶۱۳۴۱۱	۱۵۱۳۸۵۷	۸۹	کرمان	۲۲۸۵۴۲۳	۷۳۹۵۲۵
۱۶	یافت	۲۲۵۱۳۲۰	۶۲۵۸۶۱	۵۳	روان سر	۱۳۲۷۸۹۷	۱۲۵۳۸۰۱	۹۰	کرمانشاه	۱۳۷۰۹۰۶	۱۲۱۰۱۶۶
۱۷	بجنورد	۲۲۹۲۸۵۶	۱۵۴۰۱۳۵	۵۴	زابل	۲۷۱۳۲۸۷	۸۴۷۶۸۹	۹۱	کنگان	۱۸۳۸۶۴۹	۴۶۶۷۵۸
۱۸	بروجرد	۱۵۱۵۳۱۱	۱۱۵۳۷۵۹	۵۵	زاهدان	۲۶۶۷۵۴۱	۶۷۰۵۱۱	۹۲	کنگاور	۱۴۴۸۲۹۹	۱۲۲۲۰۷۸
۱۹	بروجن	۱۷۴۵۰۶۳	۹۲۷۱۰۶	۵۶	زرقان	۱۸۷۵۸۸۶	۶۸۴۵۲۵	۹۳	کوه رنگ	۱۶۳۵۳۵۰	۹۸۴۰۹۷
۲۰	بستان	۱۴۳۲۲۴۴	۹۱۴۱۹۳	۵۷	زرینه	۱۳۶۲۳۲۱	۱۴۰۱۴۹۶	۹۴	کهنوج	۲۳۶۴۸۶۳	۴۸۸۵۹۰
۲۱	بشرویه	۲۳۱۸۶۴۶	۱۱۴۵۰۳۸	۵۸	زنجان	۱۵۰۶۸۰۳	۱۴۶۱۴۰۴	۹۵	کیش	۱۹۹۸۳۳۰	۳۱۹۰۶۲
۲۲	بم	۲۴۲۳۷۲۳	۶۱۶۷۴۹	۵۹	سبزوار	۲۳۳۴۲۵۴	۱۴۰۰۷۱۴	۹۶	گرگان	۲۰۲۳۸۰۴	۱۴۶۷۰۰۴
۲۳	بندر لنگه	۲۰۸۳۴۵۶	۳۲۳۱۰۴	۶۰	سد درود زن	۱۸۴۹۲۰۲	۷۳۲۹۲۷	۹۷	گرمسار	۱۸۴۲۲۶۱	۱۲۸۵۱۸۰
۲۴	بندر ماهشهر	۱۵۳۵۰۱۸	۷۷۹۴۷۰	۶۱	سراب	۱۴۳۰۵۱۰	۱۶۰۴۹۱۸	۹۸	گلمکان	۲۴۷۳۴۷۰	۱۴۳۸۱۵۴
۲۵	بندرعباس	۲۲۳۵۲۸۵	۴۰۱۴۵۷	۶۲	سراوان	۲۸۲۶۶۴۵	۴۴۴۵۵۶	۹۹	گناباد	۲۴۳۰۲۷۲	۱۱۹۹۲۵۱
۲۶	بوشهر	۱۶۹۱۱۱۱	۵۹۹۶۹۱	۶۳	سرخس	۲۶۴۱۶۴۲	۱۴۵۳۶۸۲	۱۰۰	لار	۲۰۲۸۰۳۰	۴۵۰۷۲۷
۲۷	بوشهر ک	۱۶۸۹۲۰۶	۵۹۰۴۹۷	۶۴	سردشت	۱۲۳۵۷۸۷	۱۴۲۰۱۶۲	۱۰۱	ماکو	۱۱۷۲۳۰۹	۱۷۸۱۰۴۵
۲۸	بیجار	۱۴۲۴۰۲۳	۱۳۷۷۱۵۵	۶۵	سقز	۱۳۰۵۴۰۱	۱۴۲۵۹۰۹	۱۰۲	مراغه	۱۳۱۴۷۸۷	۱۵۵۳۲۹۷
۲۹	بیرجند	۲۴۸۵۸۲۶	۱۰۳۷۳۶۹	۶۶	سمنان	۱۹۵۹۲۲۹	۱۳۲۶۴۷۶	۱۰۳	مسجد سلیمان	۱۵۵۴۶۶۴	۹۳۱۹۷۷
۳۰	پارس آباد	۱۴۷۵۲۹۱	۱۷۹۳۸۹۰	۶۷	سنندج	۱۳۶۴۴۰۱	۱۳۱۹۸۲۸	۱۰۴	مشهد	۲۵۰۶۰۹۴	۱۴۱۵۷۶۵
۳۱	پیرانشهر	۱۲۰۷۷۲۸	۱۴۸۰۰۳۶	۶۸	سیرجان	۲۱۶۳۳۵۸	۶۶۹۹۶۱	۱۰۵	مهاباد	۱۲۶۰۶۱۴	۱۴۸۶۸۵۶
۳۲	تبریز	۱۳۲۱۸۳۴	۱۶۲۸۹۸۷	۶۹	سیری	۲۰۴۸۷۳۷	۲۵۰۴۷۳	۱۰۶	میاندو جیرفت	۲۲۷۲۲۴۶	۵۵۷۳۷۵
۳۳	تجریش	۱۷۸۴۵۸۴	۱۳۵۱۰۱۵	۷۰	شاهرود	۲۰۸۵۲۳۷	۱۴۱۹۲۴۱	۱۰۷	میانه	۱۴۴۱۹۵۱	۱۵۵۰۳۷۰
۳۴	تربت حیدریه	۲۴۷۴۱۹۵	۱۳۰۳۰۳۷	۷۱	شرق اصفهان	۱۸۰۰۱۷۰	۱۰۰۵۲۳۱	۱۰۸	میناب	۲۳۰۶۸۹۶	۳۹۰۳۳۳
۳۵	تکاب	۱۳۸۲۵۹۹	۱۴۳۵۳۷۰	۷۲	شهریابک	۲۱۰۹۲۲۹	۷۱۹۴۶۱	۱۰۹	نوشهر	۱۷۷۶۳۲۷	۱۴۴۷۴۲۱
۳۶	تهران	۱۷۵۷۱۹۱	۱۳۴۰۵۷۹	۷۳	شهرکرد	۱۷۰۳۶۹۱	۹۶۵۱۸۹	۱۱۰	همدان	۱۵۰۰۷۹۶	۱۲۵۹۹۰۷
۳۷	جاسک	۲۳۸۰۷۳۵	۲۲۹۳۰۶	۷۴	شیراز	۱۸۶۴۲۳۴	۶۵۶۹۵۱	۱۱۱	یاسوج	۱۷۷۸۵۲۶	۸۰۲۵۷۹
								۱۱۲	یزد	۲۰۲۶۷۷۰	۹۱۸۳۳۲

## ۳. نتایج

بر اساس داده‌های استخراج شده از ایستگاه‌های هواشناسی دوره زمانی ۲۱ ساله‌ای از سال ۱۹۸۵ الی ۲۰۰۵ برای تحقیق اخیر انتخاب گردید. پس از بررسی صحت و بازسازی سال‌های فاقد آمار

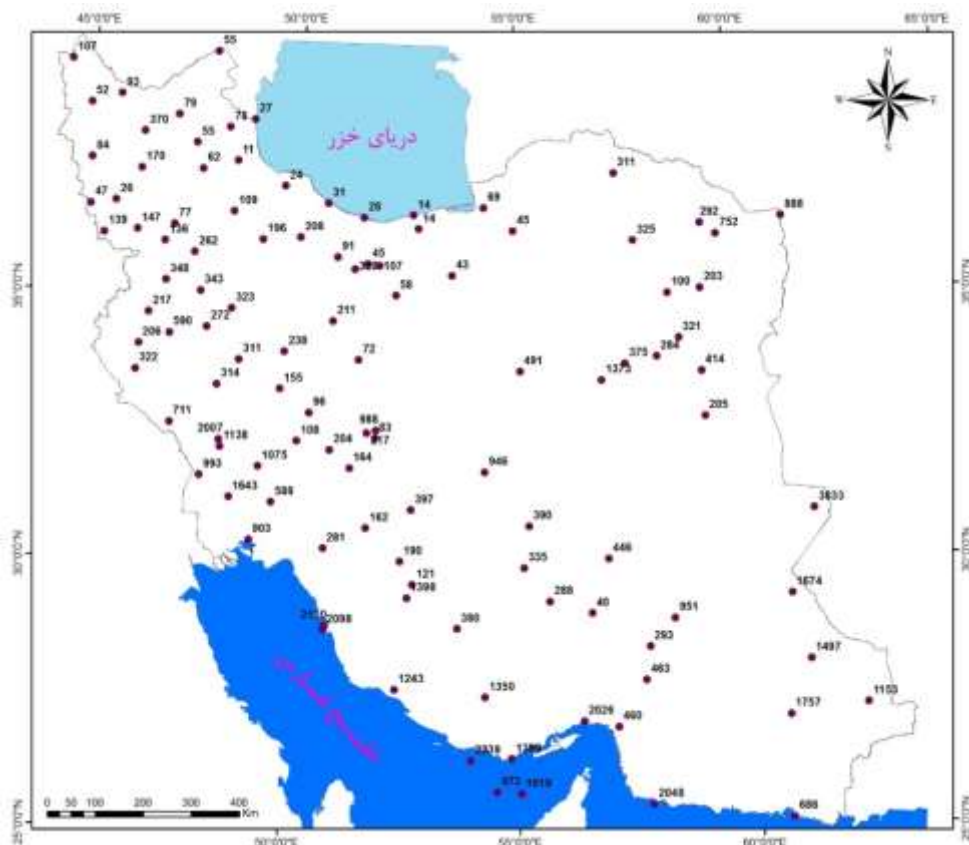
جدول (۲) شامل تعداد روزهای کل دارای طوفان‌های غبار در ۱۱۲ ایستگاه در سطح کشور، همچنین متوسط روزهای دارای پدیده گرد و غبار در این ایستگاه‌ها و کمینه و بیشینه فراوانی وقوع در سال‌های مختلف ایجاد گردید.

جدول ۲. فراوانی وقوع پدیده گرد و غبار در ایستگاه‌های مورد مطالعه

ایستگاه	فراوانی در کل دوره	بیشترین در سال	کمترین در سال	متوسط وقوع	انحراف از معیار	ضریب تغییرات	ایستگاه	فراوانی در کل دوره	بیشترین در سال	کمترین در سال	متوسط وقوع	انحراف از معیار	ضریب تغییرات
خلخال	۱۱	۳	۰	۱۸.۹	۲۱	۱۱۱	آباد	۱۹	۱۴.۰۳	۰	۷.۳۸۱	۱۴.۰۳	۱۹۰
بابلسر	۱۴	۳	۰	۱۹.۷۱	۱۸.۶۷	۹۴.۷	قاین	۱۲۳	۹.۴۷۲	۰	۷.۷۱۴	۹.۴۷۲	۱۲۳
قرخیل	۱۴	۳	۰	۲۱.۲۴	۶.۶۵۵	۳۱.۳	کرمان	۱۱۸	۹.۲۲۸	۰	۷.۸۱	۹.۲۲۸	۱۱۸
رشت	۲۴	۴	۰	۲۱.۹	۱۵.۲۲	۶۹.۵	میناب	۶۴.۹	۵.۲۵۳	۰	۸.۰۹۵	۵.۲۵۳	۶۴.۹
مهاباد	۲۶	۵	۰	۲۲.۰۵	۲۷.۷۳	۱۲۶	کهنوج	۱۳۳	۱۲.۰۴	۰	۹.۰۴۸	۱۲.۰۴	۱۳۳
آستارا	۲۷	۱۱	۰	۲۳.۳۸	۱۳.۴	۵۷.۳	خور و بیابانک	۹۷.۴	۹.۰۹	۰	۹.۳۳۳	۹.۰۹	۹۷.۴
نوشهر	۲۸	۴	۰	۲۸	۲۴.۰۹	۸۶	رامهرمز	۸۰.۸	۷.۸۰۶	۱	۹.۶۶۷	۷.۸۰۶	۸۰.۸
رامسر	۳۱	۱۰	۰	۲۸.۱	۱۹.۳۵	۶۸.۹	کرمانشاه	۷۱.۷	۶.۹۶۵	۱	۹.۷۱۴	۶.۹۶۵	۷۱.۷
بافت	۴۰	۲۰	۰	۳۲.۶۷	۱۱.۸۸	۳۶.۴	چابهار	۶۰.۷	۵.۹۲۴	۳	۹.۷۶۲	۵.۹۲۴	۶۰.۷
سمنان پ	۴۳	۸	۰	۳۳.۸۶	۳۳.۷۱	۹۹.۶	دهلران	۱۱۹	۱۱.۷۱	۰	۹.۸۱	۱۱.۷۱	۱۱۹
تجریش	۴۵	۹	۰	۳۵.۸۱	۱۵.۸۸	۴۴.۳	مشهد	۶۸.۳	۶.۷۶۷	۱	۹.۹۰۵	۶.۷۶۷	۶۸.۳
شاهرود	۴۵	۷	۰	۴۲.۲۹	۱۴.۵۳	۳۴.۴	سرخس	۵۵.۲	۵.۵۴۵	۰	۱۰.۰۵	۵.۵۴۵	۵۵.۲
بیرانشهر	۴۷	۲۰	۰	۴۳	۳۴.۸۷	۸۱.۱	بندر ماهشهر	۶۸.۱	۷.۰۳۸	۰	۱۰.۳۳	۷.۰۳۸	۶۸.۱
خوی	۵۲	۹	۰	۴۵.۰۵	۱۵.۳	۳۴	یزد	۱۳۲	۱۳.۶۹	۰	۱۰.۳۳	۱۳.۶۹	۱۳۲
پارس آباد	۵۵	۲۱	۰	۴۵.۲۹	۲۲.۲۲	۴۹.۱	یم	۶۴.۷	۷.۳۳۷	۰	۱۱.۳۳	۷.۳۳۷	۶۴.۷
سراب	۵۵	۱۵	۰	۴۶.۳۳	۲۴.۸۳	۵۳.۶	سیری	۱۰.۷	۱۳.۲۹	۰	۱۲.۴۸	۱۳.۲۹	۱۰.۷
گرمسار	۵۸	۷	۰	۴۷.۰۵	۲۰.۱۶	۴۲.۸	شرق اصفهان	۹۲.۴	۱۱.۹۷	۰	۱۲.۹۵	۱۱.۹۷	۹۲.۴
میانه	۶۲	۲۲	۰	۴۷.۲۹	۳۱.۰۶	۶۵.۷	بستان	۹۹.۶	۱۳.۳۲	۰	۱۳.۳۸	۱۳.۳۲	۹۹.۶
گرگان	۶۹	۱۴	۰	۴۸.۵۲	۱۹.۶۷	۴۰.۵	ایبوموسی	۴۵.۹	۶.۲۱	۴	۱۳.۵۲	۶.۲۱	۴۵.۹
کلانان	۷۲	۱۷	۰	۵۱.۱۹	۳۳.۵۶	۶۵.۶	مسجد سلیمان	۱۰.۶	۱۴.۵۳	۱	۱۳.۷۱	۱۴.۵۳	۱۰.۶
نکاب	۷۷	۲۶	۰	۵۴.۱۹	۵۰.۴۱	۹۳	صفی آباد	۱۳۵	۱۸.۸۱	۰	۱۳.۹	۱۸.۸۱	۱۳۵
اردبیل	۷۸	۱۰	۰	۵۴.۹	۲۵.۰۱	۴۵.۵	سراوان	۷۶.۸	۱۰.۷۲	۰	۱۳.۹۵	۱۰.۷۲	۷۶.۸
اهر	۷۹	۱۶	۰	۵۹.۱۹	۵۹.۵۵	۱۰۱	کنگان	۶۸.۸	۱۰.۱۹	۰	۱۴.۸۱	۱۰.۱۹	۶۸.۸
کیوتر آباد	۸۳	۳۰	۰	۶۴.۲۹	۵۲.۳	۸۱.۳	لار	۶۸.۸	۱۰.۱۹	۰	۱۴.۸۱	۱۰.۱۹	۶۸.۸
ارومیه	۸۴	۲۰	۰	۶۵.۳۸	۲۱.۱۳	۳۲.۳	طیس	۷۹.۸	۱۱.۹۴	۰	۱۴.۹۵	۱۱.۹۴	۷۹.۸
کرج کشاورزی	۹۱	۱۳	۰	۶۶.۵۷	۳۲.۵۴	۴۸.۹	شیراز	۶۹.۹	۱۰.۶۹	۰	۱۵.۲۹	۱۰.۶۹	۶۹.۹
جلفا	۹۳	۱۴	۰	۶۶.۶۲	۳۵.۹۴	۵۳.۹	بندر لنگه	۷۸.۹	۱۲.۱	۰	۱۵.۳۳	۱۲.۱	۷۸.۹
داران	۹۶	۱۷	۰	۷۱.۲۹	۲۵.۱۸	۳۵.۳	خاش	۸۴.۹	۱۳.۰۶	۰	۱۵.۳۸	۱۳.۰۶	۸۴.۹
کاشمر	۱۰۰	۱۲	۰	۷۸.۲۴	۴۱.۱۶	۵۲.۶	اهواز	۵۰.۹	۷.۸۸۴	۲	۱۵.۴۸	۷.۸۸۴	۵۰.۹
آبعلی	۱۰۷	۲۱	۰	۷۹.۷۱	۲۴.۳۳	۳۰.۵	زاهدان	۴۰.۶	۶.۳۴۴	۵	۱۵.۶۲	۶.۳۴۴	۴۰.۶
ماکو	۱۰۷	۲۲	۰	۸۳.۶۷	۲۳.۴	۲۸	ایرانشهر	۷۳.۵	۱۱.۷۳	۰	۱۵.۹۵	۱۱.۷۳	۷۳.۵
کوهرنگ	۱۰۸	۱۷	۰	۹۵.۵۷	۴۶.۶۲	۴۸.۸	ذرفوق	۹۶.۱	۱۵.۶۹	۰	۱۶.۳۳	۱۵.۶۹	۹۶.۱
زینجان	۱۰۹	۱۵	۰	۹۶.۴۸	۴۳.۸۴	۴۵.۴	بندر عباس	۸۱.۸	۱۳.۵۶	۱	۱۶.۵۷	۱۳.۵۶	۸۱.۸
زرقان	۱۲۱	۲۰	۰	۹۷.۵۳	۳۹.۸	۴۰.۸	جاسک	۵۵.۹	۹.۸۴۶	۲	۱۷.۶۲	۹.۸۴۶	۵۵.۹
زرینه	۱۳۶	۲۹	۰	۹۹.۹	۴۳.۹۵	۴۴	بوشهر ک	۶۰	۱۰.۷۱	۰	۱۷.۸۶	۱۰.۷۱	۶۰
سردشت	۱۳۹	۳۹	۰	۱۰۱.۴	۶۷.۶۱	۶۶.۷	بوشهر	۷۹.۵	۱۴.۳۸	۳	۱۸.۱	۱۴.۳۸	۷۹.۵
سقز	۱۴۷	۲۴	۰	۱۰۶.۶	۴۵.۹۶	۴۳.۱	کیش	۶۶.۹	۱۲.۴۲	۰	۱۸.۵۷	۱۲.۴۲	۶۶.۹
زابل	۱۰۵	۲۱۳	۱۲۸	۱۸۲.۵	۱۹.۱۳	۱۰.۵	زابل	۳۸۳۳					

و غبار در طول دوره آماری به نقشه مورد نظر لینک گردید و نقشه‌های ارزشی تشکیل گردید (شکل شماره ۲).

ایستگاه‌های مورد نظر با استفاده از مختصات جغرافیایی به صورت نقشه درآمد (شکل شماره ۱) و سپس اطلاعات توصیفی مربوط به فراوانی وقوع پدیده گرد



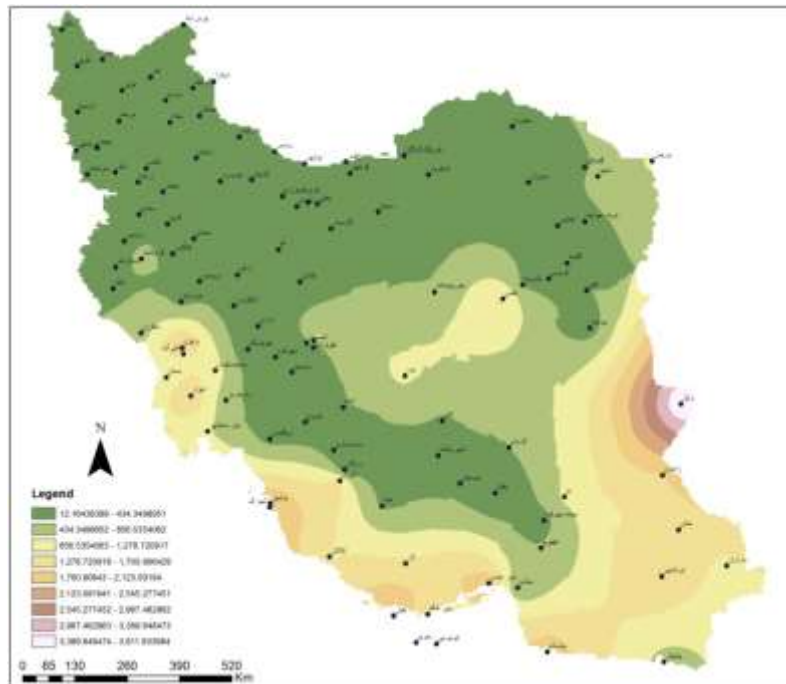
شکل ۲. تعداد کل روزهای غبارناک در دوره آماری ۱۹۸۵ الی ۲۰۰۵

روش روشی انحصاری و مسطح محسوب می‌شود. در الگوریتم K-Means ابتدا  $k$  عضو ( $k$  که تعداد خوشه‌ها است) به صورت تصادفی از میان  $n$  عضو به‌عنوان مراکز خوشه‌ها انتخاب می‌شود. سپس  $n-k$  عضو باقیمانده به نزدیک‌ترین خوشه تخصیص می‌یابند. بعد از تخصیص همه اعضا مراکز خوشه مجدداً محاسبه می‌شوند و با توجه به مراکز جدید به خوشه‌ها تخصیص می‌یابند و این کار تا زمانی که مراکز خوشه‌ها ثابت بماند ادامه می‌یابد. در این تحقیق ابتدا ۵ مرکز مشخص گردید. این مراکز اولیه در جدول (۳) آورده شده است.

پس از تشکیل این نقشه میان‌یابی بین نقاط با استفاد از روش Kriging انجام شده و نقشه شماره (۳) تشکیل گردید.

در شکل (۳) هرچه از رنگ سبز به سوی سفید پیش می‌رویم تعداد روزهای غبارناک در منطقه افزایش می‌یابد. برای بررسی بهتر کلیه مناطق و شناسایی روند در آن‌ها کلیه ایستگاه‌های مورد استفاده در این تحقیق به ۵ دسته به شرح ذیل تقسیم گردید.

برای طبقه‌بندی این ایستگاه‌ها از روش خوشه‌بندی K-means استفاده گردید. روش K-Means یکی از روش‌های خوشه‌بندی داده‌ها در داده‌کاوی است. این



شکل ۳. نقشه میانمایی شده روزهای غبارناک در ایران در دوره آماری ۱۹۸۵ الی ۲۰۰۵

جدول ۳. مراکز اولیه خوشه‌بندی

	خوشه‌ها				
	۱	۲	۳	۴	۵
مجموع	۱۱	۷۵۲	۱۳۷۳	۲۲۳۹	۳۸۳۳

ایجاد نگردد. تغییر در مراکز خوشه‌ها در جدول (۴) آورده شده است.

سپس مرکز خوشه‌ها در سه تکرار محاسبه مجدد گردید به طوری که بعد از آن تغییری در مرکز خوشه‌ها

جدول ۴. تکرار در محاسبه مراکز خوشه‌ها  
تاریخچه تکرارها \*

تکرار	تغییر در مراکز خوشه‌ها				
	۱	۲	۳	۴	۵
۱	۱۷۷/۵۰۶	۱۳۶/۵۸۸	۹۷/۷۰۰	۱۲۶/۵۷۱	۰/۰۰۰
۲	۲/۱۹۱	۸/۰۳۵	۹/۷۷۰	۱۸/۰۸۲	۰/۰۰۰
۳	۰/۰۲۷	۰/۴۷۳	۰/۹۷۷	۲/۵۸۳	۰/۰۰۰

\* همگرایی به دلیل عدم تغییرات یا تغییرات کوچک در مراکز خوشه‌ها بدست آمده است. حداکثر تغییر مختصات مطلق برای هر مرکز خوشه ۲/۵۸۳ است. تا کنون سه تکرار انجام شده است و حداقل فاصله بین مراکز اولیه ۶۲۱ می باشد.



هر ایستگاه، فاصله از مرکز خوشه را نیز نشان می‌دهد.

اعضاء خوشه‌ها بر اساس نتایج انتهایی به شرح جدول

شماره (۵) می‌باشد. این جدول ضمن نشان دادن عضویت

جدول ۵. اعضاء خوشه‌های پنج‌گانه

ردیف	ایستگاه	خوشه	فاصله	ردیف	ایستگاه	خوشه	فاصله	ردیف	ایستگاه	خوشه	فاصله	ردیف	ایستگاه	خوشه	فاصله
۱	آبعلی	۱	۸۳.۷۲	۲۹	سد درودزن	۱	۰.۷۲	۵۷	کاشمر	۱	۹۰.۷۲	۸۵	دهلران	۲	۱۸۶.۱۰
۲	اراک	۱	۴۷.۲۸	۳۰	سردشت	۱	۵۱.۷۲	۵۸	گناباد	۱	۱۳۰.۲۸	۸۶	سراوان	۲	۲۵۵.۹۰
۳	اردبیل	۱	۱۱۲.۷۲	۳۱	دو گنبدان	۱	۹۰.۲۸	۵۹	فردوس	۱	۹۳.۲۸	۸۷	چابهار	۲	۲۱۱.۱۰
۴	ارومیه	۱	۱۰۶.۷۲	۳۲	خرم آباد	۱	۱۲۳.۲۸	۶۰	گرگان	۱	۱۲۱.۷۲	۸۸	رامهرمز	۲	۳۰۹.۱۰
۵	آستارا	۱	۱۶۳.۷۲	۳۳	خرم دره	۱	۵.۲۸	۶۱	فسا	۱	۱۸۹.۲۸	۸۹	سیری	۲	۷۵.۹۰
۶	اسلام آباد	۱	۱۵.۲۸	۳۴	خلخال	۱	۱۷۹.۷۲	۶۲	قاین	۱	۲۲۳.۲۸	۹۰	شرق اصفهان	۲	۹۰.۹۰
۷	اصفهان	۱	۲۶.۲۸	۳۵	خور و بیابانک	۱	۳۰۰.۲۸	۶۳	قراخیل	۱	۱۷۶.۷۲	۹۱	سرخس	۲	۹.۱۰
۸	الیگودرز	۱	۳۵.۷۲	۳۶	خوی	۱	۱۳۸.۷۲	۶۴	قروه	۱	۱۵۲.۲۸	۹۲	کرمانشاه	۲	۳۰۷.۱۰
۹	انار	۱	۱۹۹.۲۸	۳۷	داران	۱	۹۴.۷۲	۶۵	قزوین	۱	۱۷.۲۸	۹۳	مسجد سلیمان	۲	۱۷۷.۹۰
۱۰	اهر	۱	۱۱۱.۷۲	۳۸	رامسر	۱	۱۵۹.۷۲	۶۶	قم	۱	۲۰.۲۸	۹۴	مشهد	۲	۱۴۵.۱۰
۱۱	ایلام	۱	۱۳۱.۲۸	۳۹	رشت	۱	۱۶۶.۷۲	۶۷	کبوترآباد	۱	۱۰۷.۷۲	۹۵	صفی آباد	۲	۲۴۰.۹۰
۱۲	آباده	۱	۲۰۶.۲۸	۴۰	روانسر	۱	۲۶.۲۸	۶۸	کرج کشاورزی	۱	۹۹.۷۲	۹۶	یزد	۲	۴۸.۹۰
۱۳	بابلسر	۱	۱۷۶.۷۲	۴۱	زرقان	۱	۶۹.۷۲	۶۹	کرمان	۱	۲۵۵.۲۸	۹۷	اهواز	۳	۱۶۱.۵۵
۱۴	بافت	۱	۱۵۰.۷۲	۴۲	زنجان	۱	۸۱.۷۲	۷۰	کنگاور	۱	۸۱.۲۸	۹۸	ایرانشهر	۳	۲۷۵.۵۵
۱۵	بجنورد	۱	۱۲۰.۲۸	۴۳	سقز	۱	۴۳.۷۲	۷۱	کهنوج	۱	۲۷۲.۲۸	۹۹	بندر لنگه	۳	۸۲.۴۵
۱۶	بروجرد	۱	۱۲۰.۲۸	۴۴	سمنان	۱	۱۴۷.۷۲	۷۲	مهاباد	۱	۱۶۴.۷۲	۱۰۰	خاش	۳	۱۵.۵۵
۱۷	بروجن	۱	۲۶.۷۲	۴۵	سنندج	۱	۱۵۷.۲۸	۷۳	میانه جیرفت	۱	۱۰۲.۲۸	۱۰۱	زاهدان	۳	۱۹۲.۵۵
۱۸	بشرویه	۱	۱۸۴.۲۸	۴۶	سیرجان	۱	۹۷.۲۸	۷۴	میانه	۱	۱۲۸.۷۲	۱۰۲	شیراز	۳	۸۳.۴۵
۱۹	بیجار	۱	۷۱.۲۸	۴۷	شاهرود	۱	۱۴۵.۷۲	۷۵	میناب	۱	۲۶۹.۲۸	۱۰۳	طیس	۳	۱۰۸.۴۵
۲۰	بیرجند	۱	۱۴.۲۸	۴۸	شهر بابک	۱	۱۴۴.۲۸	۷۶	نوشهر	۱	۱۶۲.۷۲	۱۰۴	کنگان	۳	۲۳۸.۴۵
۲۱	پارس آباد	۱	۱۳۵.۷۲	۴۹	شهر کرد	۱	۱۳.۲۸	۷۷	همدان	۱	۱۳۲.۲۸	۱۰۵	لار	۳	۱۳۱.۴۵
۲۲	پیرانهشهر	۱	۱۴۳.۷۲	۵۰	چلغا	۱	۹۷.۷۲	۷۸	یاسوج	۱	۲۸.۷۲	۱۰۶	بندر عباس	۴	۶۵.۷۶
۲۳	تبریز	۱	۱۷۹.۲۸	۵۱	زرینه	۱	۵۴.۷۲	۷۹	کوه‌رنگ	۱	۸۲.۷۲	۱۰۷	بوشهر	۴	۳۸.۲۴
۲۴	تجریش	۱	۱۴۵.۷۲	۵۲	سبزوار	۱	۱۳۴.۲۸	۸۰	گرمسار	۱	۱۳۲.۷۲	۱۰۸	بوشهر ک	۴	۶.۲۴
۲۵	تربت حیدریه	۱	۱۲.۲۸	۵۳	گلمکان	۱	۱۰۱.۲۸	۸۱	ابوموسی	۲	۱۲۱.۹۰	۱۰۹	جاسک	۴	۴۳.۷۶
۲۶	تکاب	۱	۱۱۳.۷۲	۵۴	ماکو	۱	۸۳.۷۲	۸۲	بستان	۲	۹۵.۹۰	۱۱۰	دزفول	۴	۸۴.۷۶
۲۷	تهران	۱	۱۳۷.۲۸	۵۵	مراغه	۱	۲۰.۷۲	۸۳	بم	۲	۵۳.۹۰	۱۱۱	کیش	۴	۱۴۷.۲۴
۲۸	سراب	۱	۱۳۵.۷۲	۵۶	کاشان	۱	۱۱۸.۷۲	۸۴	بندر ماهشهر	۲	۵.۹۰	۱۱۲	زابل	۵	۰.۰۰

واریانس در جدول (۶) آورده شده است.

در جدول (۷) تعداد نهایی اعضاء در هر خوشه آورده

شده است.

سپس با استفاده از جدول آنالیز واریانس صحت

خوشه‌بندی کنترل گردید. بر این اساس فرضی که برابری

میانگین خوشه‌ها را نشان می‌دهد رد شده بنابراین

خوشه‌بندی به درستی صورت گرفته است. جدول آنالیز

جدول ۶. جدول آنالیز واریانس ANOVA

	خوشه		خطا		F	Sig.
	مربع میانگین	df	مربع میانگین	df		
مجموع	۱/۱۲۶E۷	۴	۲۰۲۰۶/۰۶۸	۱۰۷	۵۵۷/۳۸۹	۰/۰۰۰

(در انتخاب خوشه‌ها هدف حداکثر کردن تفاوت آن‌ها است. سطوح اهمیت مشاهده شده برای این مسئله هنوز تصحیح نشده‌اند بنابراین نمی‌توان از آن برای آزمون فرض خوشه‌های برابر استفاده کرد.)

جدول ۷. تعداد اعضاء در خوشه‌های پنج‌گانه

خوشه	۱	۲	۳	۴	۵	مجموع
تعداد	۸۰	۱۶	۹	۶	۱	۱۱۲

جدول ۸. تقسیم‌بندی ایستگاه‌ها از نظر وقوع پدیده گرد و غبار

شماره گروه	حداقل فراوانی در کل دوره (روز)	حداکثر فراوانی در کل دوره (روز)
۱	۰	۵۰۰
۲	۵۰۱	۱۰۷۵
۳	۱۰۷۶	۱۶۷۴
۴	۱۶۷۵	۲۲۳۹
۵	۲۲۴۰	۳۸۳۳

دوم و روند آن‌ها در شکل (۵) نمایش داده شده است. گروه سوم شامل نه ایستگاه به شرح جدول (۱۱) می‌باشد. متوسط تعداد روزهای وقوع گرد و غبار در گروه سوم و روند آن‌ها در شکل (۶) نمایش داده شده است. گروه چهارم شامل شش ایستگاه می‌باشد. متوسط تعداد روزهای وقوع گرد و غبار در گروه چهارم و روند آن‌ها در شکل (۷) نمایش داده شده است.

بدین ترتیب گروه اول شامل هشتاد ایستگاه به شرح جدول (۹)، گروه دوم شامل شانزده ایستگاه به شرح جدول (۱۰)، گروه سوم شامل نه ایستگاه به شرح جدول (۱۱)، گروه چهارم شامل شش ایستگاه به شرح جدول (۱۲)، گروه پنجم شامل یک ایستگاه به شرح جدول (۱۳) می‌باشند. گروه دوم شامل شانزده ایستگاه به شرح جدول (۱۰) می‌باشد. متوسط تعداد روزهای وقوع گرد و غبار در گروه

جدول ۹.۹. اعضاء خوشه اول

تعداد کل روزهای دارای گرد و غبار و متوسط آنها در خوشه ۱											
ردیف	نام ایستگاه	روزهای غبارناک	متوسط در سال	ردیف	نام ایستگاه	روزهای غبارناک	متوسط در سال	ردیف	نام ایستگاه	روزهای غبارناک	متوسط در سال
۱	خلخال	۱۱	۱	۲۸	داران	۹۶	۵	۵۵	دو گنبدان	۲۸۱	۱۳
۲	بابلسر	۱۴	۱	۲۹	کاشمر	۱۰۰	۵	۵۶	فردوس	۲۸۴	۱۴
۳	قراخیل	۱۴	۱	۳۰	آبعلی	۱۰۷	۵	۵۷	سیرجان	۲۸۸	۱۴
۴	رشت	۲۴	۱	۳۱	ماکو	۱۰۷	۵	۵۸	گلمکان	۲۹۲	۱۴
۵	مهاباد	۲۶	۱	۳۲	کوه‌رنگ	۱۰۸	۵	۵۹	جیرفت	۲۹۳	۱۴
۶	آستارا	۲۷	۱	۳۳	زنجان	۱۰۹	۵	۶۰	بجنورد	۳۱۱	۱۵
۷	نوشهر	۲۸	۱	۳۴	زرقان	۱۲۱	۶	۶۱	بروجرد	۳۱۱	۱۵
۸	رامسر	۳۱	۱	۳۵	زرینه	۱۳۶	۶	۶۲	خرم آباد	۳۱۴	۱۵
۹	بافت	۴۰	۲	۳۶	سردشت	۱۳۹	۷	۶۳	گناباد	۳۲۱	۱۵
۱۰	سمنان	۴۳	۲	۳۷	سقز	۱۴۷	۷	۶۴	ایلام	۳۲۲	۱۵
۱۱	شاهرود	۴۵	۲	۳۸	علی‌گودرز	۱۵۵	۷	۶۵	همدان	۳۲۳	۱۵
۱۲	تجربش	۴۵	۲	۳۹	یاسوج	۱۶۲	۸	۶۶	سبزوار	۳۲۵	۱۵
۱۳	پیرانشهر	۴۷	۲	۴۰	بروجن	۱۶۴	۸	۶۷	تهران	۳۲۸	۱۶
۱۴	خوی	۵۲	۲	۴۱	مراغه	۱۷۰	۸	۶۸	شهر بابک	۳۳۵	۱۶
۱۵	پارس آباد	۵۵	۳	۴۲	سد درودزن	۱۹۰	۹	۶۹	قروه	۳۴۳	۱۶
۱۶	سراب	۵۵	۳	۴۳	خرم دره	۱۹۶	۹	۷۰	سنندج	۳۴۸	۱۷
۱۷	گرمسار	۵۸	۳	۴۴	تربت حیدریه	۲۰۳	۱۰	۷۱	تبریز	۳۷۰	۱۸
۱۸	میانه	۶۲	۳	۴۵	شهرکرد	۲۰۴	۱۰	۷۲	بشرویه	۳۷۵	۱۸
۱۹	گرگان	۶۹	۳	۴۶	بیرجند	۲۰۵	۱۰	۷۳	فسا	۳۸۰	۱۸
۲۰	کاشان	۷۲	۳	۴۷	اسلام آباد	۲۰۶	۱۰	۷۴	انار	۳۹۰	۱۹
۲۱	تکاب	۷۷	۴	۴۸	قزوین	۲۰۸	۱۰	۷۵	آباده	۳۹۷	۱۹
۲۲	اردبیل	۷۸	۴	۴۹	قم	۲۱۱	۱۰	۷۶	قاین	۴۱۴	۲۰
۲۳	اهر	۷۹	۴	۵۰	اصفهان	۲۱۷	۱۰	۷۷	کرمان	۴۴۶	۲۱
۲۴	کبوترآباد	۸۳	۴	۵۱	روانسر	۲۱۷	۱۰	۷۸	میناب	۴۶۰	۲۲
۲۵	ارومیه	۸۴	۴	۵۲	اراک	۲۳۸	۱۱	۷۹	کهنوج	۴۶۳	۲۲
۲۶	کرج کشاورزی	۹۱	۴	۵۳	بیجار	۲۶۲	۱۲	۸۰	خور و بیابانک	۴۹۱	۲۳
۲۷	جلفا	۹۳	۴	۵۴	کنگاور	۲۷۲	۱۳				

جدول ۱۰. اعضاء خوشه دوم

ردیف	ایستگاه	روزهای غبارناک	متوسط در سال
۱	رامهرمز	۵۸۸	۲۸
۲	کرمانشاه	۵۹۰	۲۸
۳	چابهار	۶۸۶	۳۳
۴	دهلران	۷۱۱	۳۴
۵	مشهد	۷۵۲	۳۶
۶	سرخس	۸۸۸	۴۲
۷	بندر ماهشهر	۹۰۳	۴۳
۸	یزد	۹۴۶	۴۵
۹	بم	۹۵۱	۴۵
۱۰	سیری	۹۷۳	۴۶
۱۱	شرق اصفهان	۹۸۸	۴۷
۱۲	بستان	۹۹۳	۴۷
۱۳	ابوموسی	۱۰۱۹	۴۹
۱۴	مسجد سلیمان	۱۰۷۵	۵۱
۱۵	صفی آباد	۱۱۳۸	۵۴
۱۶	سراوان	۱۱۵۳	۵۵

جدول ۱۱. اعضاء خوشه سوم

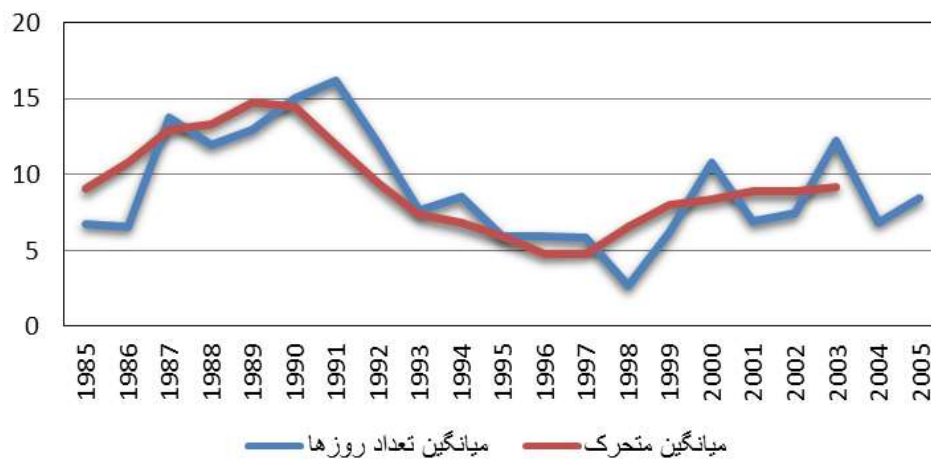
ردیف	ایستگاه	روزهای غبارناک	متوسط در سال
۱	کنگان	۱۲۴۳	۵۹
۲	لار	۱۳۵۰	۶۴
۳	طیس	۱۳۷۳	۶۵
۴	شیراز	۱۳۹۸	۶۷
۵	بندرلنگه	۱۳۹۹	۶۷
۶	خاش	۱۴۹۷	۷۱
۷	اهواز	۱۶۴۳	۷۸
۸	زاهدان	۱۶۷۴	۸۰
۹	ایرانشهر	۱۷۵۷	۸۴

جدول ۱۲. اعضاء خوشه چهارم

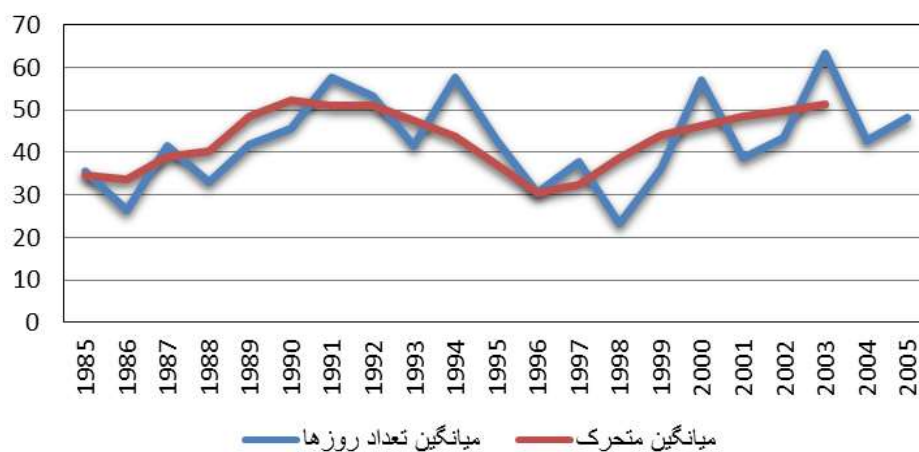
ردیف	ایستگاه	روزهای غبارناک	متوسط در سال
۱	دزفول	۲۰۰۷	۹۶
۲	بندرعباس	۲۰۲۶	۹۶
۳	جاسک	۲۰۴۸	۹۸
۴	بوشهر ک	۲۰۹۸	۱۰۰
۵	بوشهر	۲۱۳۰	۱۰۱
۶	کیش	۲۲۳۹	۱۰۷

جدول ۱۳. اعضاء خوشه پنجم

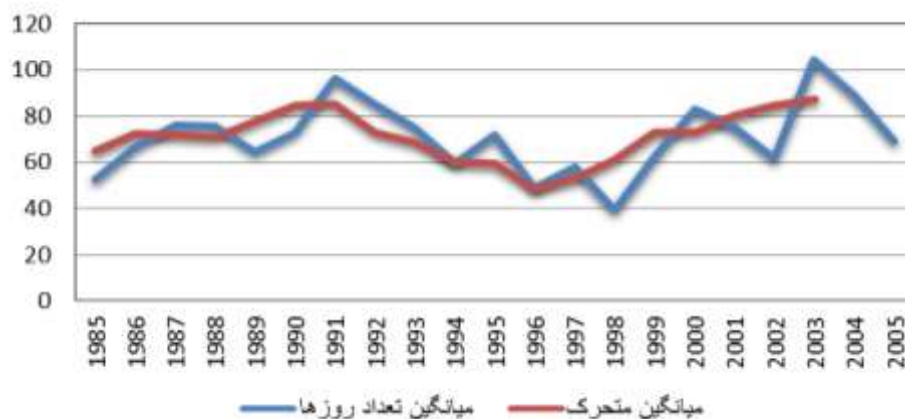
ردیف	ایستگاه	روز های غبارناک	متوسط در سال
۱	زابل	۳۸۳۳	۱۸۳



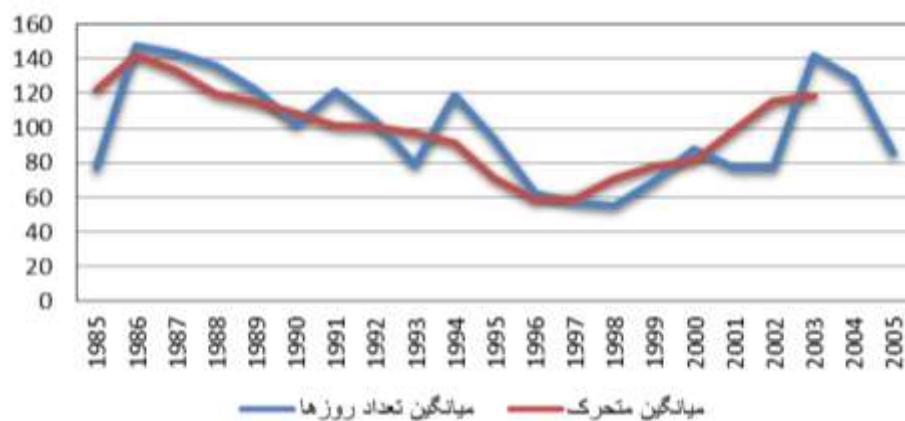
شکل ۴. متوسط روزهای دارای گرد و غبار در گروه اول (خوشه ۱)



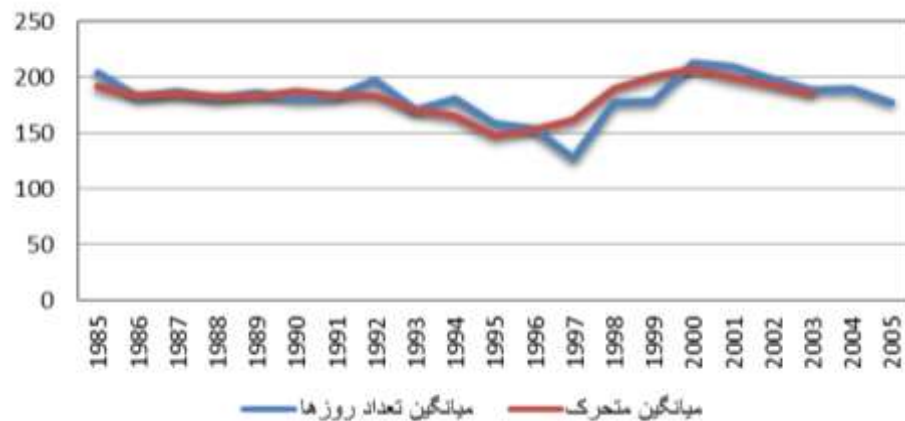
شکل ۵. متوسط روزهای دارای گرد و غبار در هر سال در گروه دوم (خوشه ۲)



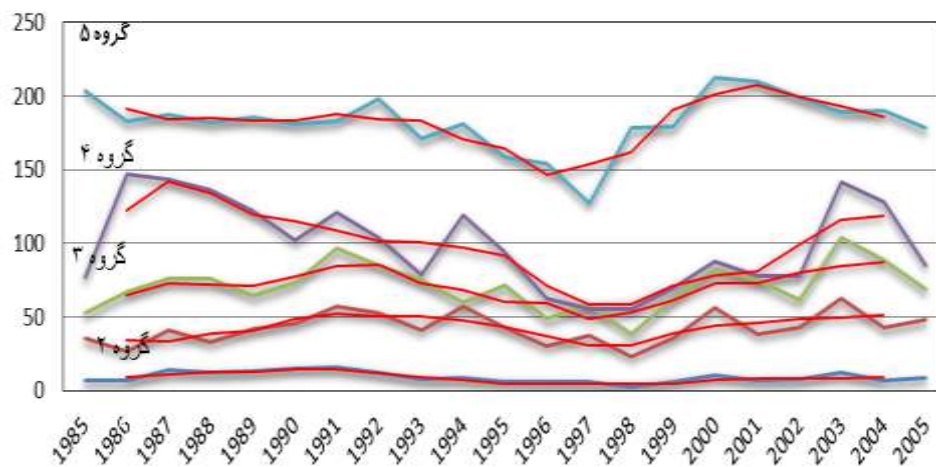
شکل ۶. متوسط روزهای دارای گرد و غبار در هر سال در گروه سوم (خوشه ۳)



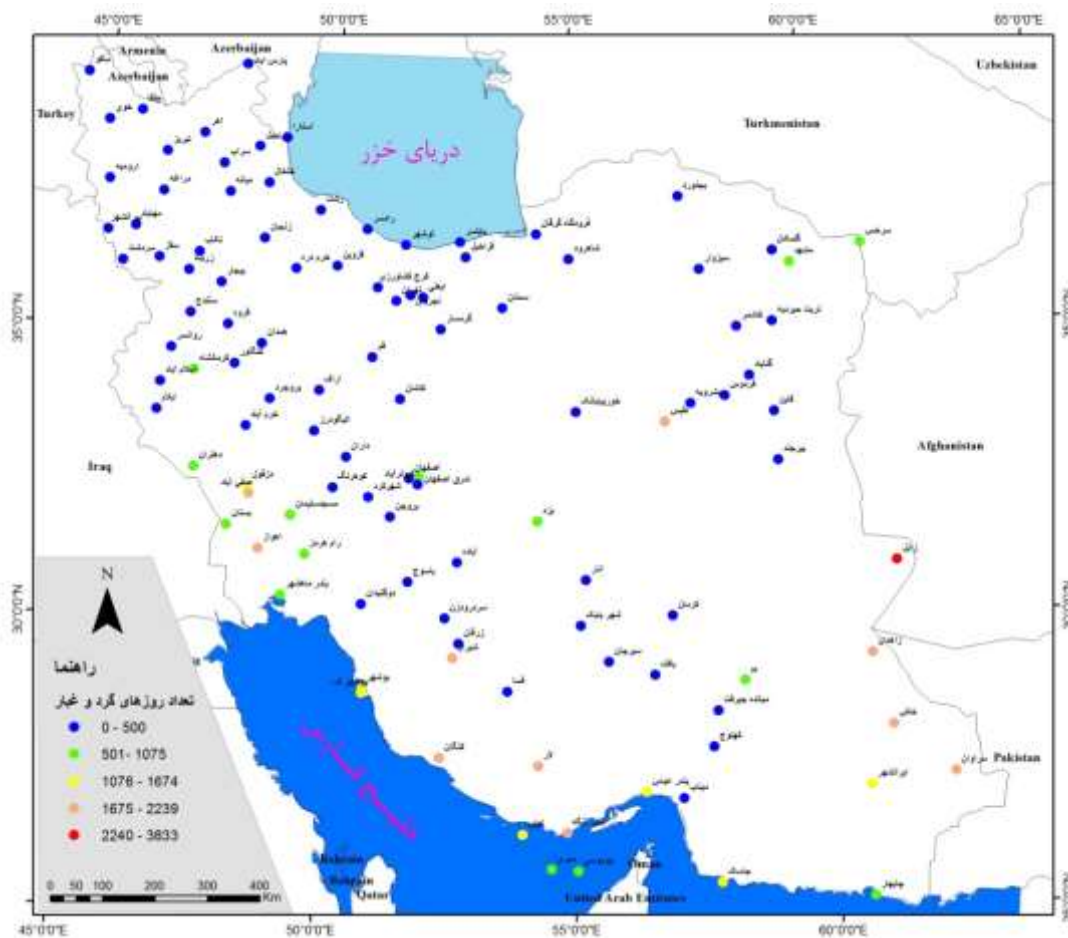
شکل ۷. متوسط روزهای دارای گرد و غبار در هر سال در گروه چهارم (خوشه ۴)



شکل ۸. متوسط روزهای دارای گرد و غبار در هر سال در گروه پنجم (خوشه ۵)



شکل ۹. مقایسه روند تغییرات در پنج گروه



شکل ۱۰. نمایش پراکنش پنج گروه در کشور

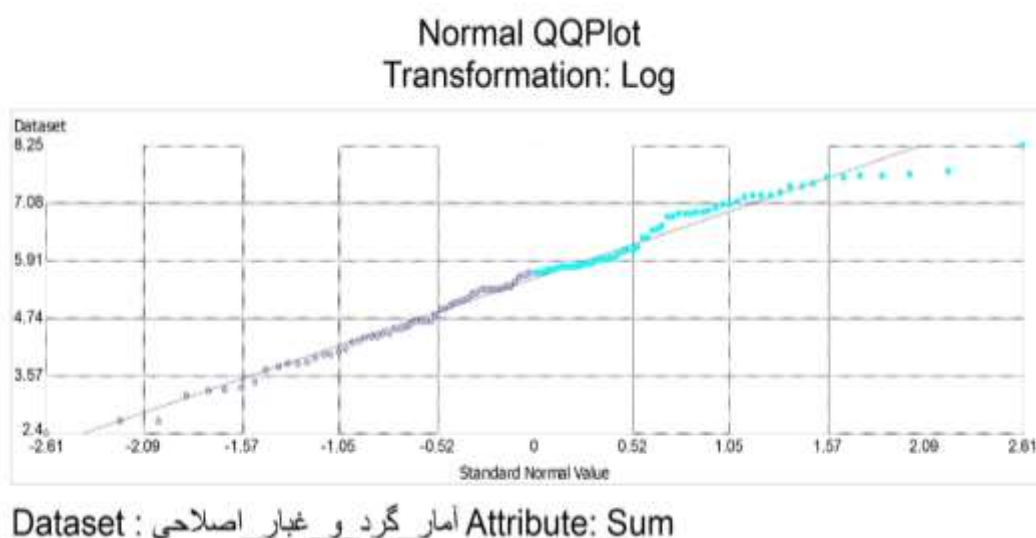
تعداد روزهای گرد و غبار می‌باشند. بر اساس این نرمال‌سازی و با استفاده از روش کریجنگ مناطق پنج‌گانه‌ای در ایران تشخیص داده شد که در شکل (۱۳) آورده شده است. سپس این مناطق با فاکتورهای تبخیر و تعرق پتانسیل، دما، کلاس‌های بارش، واحدهای ژئومورفولوژی و ارتفاع مورد همپوشانی قرار گرفته و همبستگی آن‌ها بر اساس جدول (۱۰) محاسبه گردید.

برای مقایسه تعداد روزهای دارای گرد و غبار با سایر مؤلفه‌ها ابتدا داده‌های مربوط به روزهای دارای گرد و غبار نرمال گردید. بر این اساس کل ایستگاه‌ها به دو دسته تقسیم شدند. ایستگاه‌های بالاتر از میانگین کل و ایستگاه‌های پایین‌تر از میانگین کل که در شکل (۱۰) نشان داده شده است.

در این نقشه پلی‌گون‌های توری شکل نشان‌دهنده مناطق بالای گرد و غبار متوسط کشور و پلی‌گون‌های عادی نشان‌دهنده مناطق پایین متوسط کشور از نظر

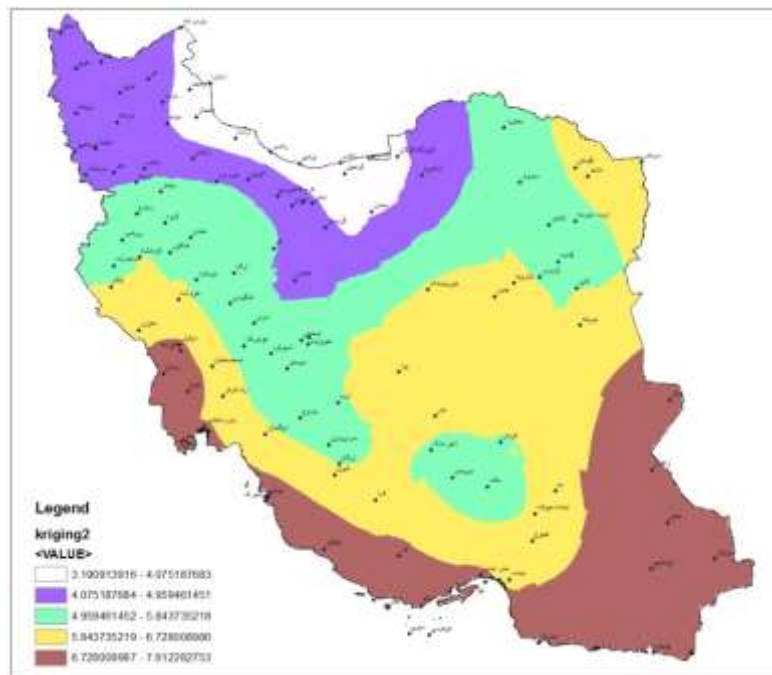


شکل ۱۱. VORONOI MAP (نوع: ساده)



شکل ۱۲. نمودار استاندارد شده تعداد روزهای گرد و غبار





شکل ۱۳. مناطق پنج‌گانه فراوانی روزهای دارای گرد و غبار در کشور

جدول ۱۰. همبستگی بین کلاس‌های به دست آمده در شکل (۱۲) و فاکتورهای تبخیر، بارش، دما، ژئومورفولوژی و ارتفاع

		Sum	تبخیر	بارش	دما	ارتفاع	واحد های ژئومورفولوژی	Class
.Sum	Pearson Correlation	۱	.۶۲۲**	-.۳۵۳**	.۶۵۱**	-.۴۶۵**	.۲۳۳*	.۷۲۸**
	Sig. (۲-tailed)		.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۱۴	.۰۰۰
	N	۱۱۲	۱۱۲	۱۱۲	۱۱۲	۱۱۲	۱۱۲	۱۱۲
تبخیر	Pearson Correlation	.۶۲۲**	۱	-.۶۲۹**	.۷۴۷**	-.۳۴۱**	.۱۳۹	.۷۶۴**
	Sig. (۲-tailed)	.۰۰۰		.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۱۴۴	.۰۰۰
	N	۱۱۲	۱۱۲	۱۱۲	۱۱۲	۱۱۲	۱۱۲	۱۱۲
بارش	Pearson Correlation	-.۳۵۳**	-.۶۲۹**	۱	-.۳۲۰**	.۰۷۲	.۰۲۸	-.۴۵۸**
	Sig. (۲-tailed)	.۰۰۰	.۰۰۰		.۰۰۱	.۴۵۱	.۷۷۰	.۰۰۰
	N	۱۱۲	۱۱۲	۱۱۲	۱۱۲	۱۱۲	۱۱۲	۱۱۲
دما	Pearson Correlation	.۶۵۱**	.۷۴۷**	-.۳۲۰**	۱	-.۷۹۹**	.۳۰۶**	.۶۱۹**
	Sig. (۲-tailed)	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۱		.۰۰۰	.۰۰۱	.۰۰۰
	N	۱۱۲	۱۱۲	۱۱۲	۱۱۲	۱۱۲	۱۱۲	۱۱۲
ارتفاع	Pearson Correlation	-.۴۶۵**	-.۳۴۱**	.۰۷۲	-.۷۹۹**	۱	-.۲۳۹*	-.۲۳۵*
	Sig. (۲-tailed)	.۰۰۰	.۰۰۰	.۴۵۱	.۰۰۰		.۰۱۱	.۰۱۳
	N	۱۱۲	۱۱۲	۱۱۲	۱۱۲	۱۱۲	۱۱۲	۱۱۲
واحد های ژئومورفولوژی	Pearson Correlation	.۲۳۳*	.۱۳۹	.۰۲۸	.۳۰۶**	-.۲۳۹*	۱	.۱۵۳
	Sig. (۲-tailed)	.۰۱۴	.۱۴۴	.۷۷۰	.۰۰۱	.۰۱۱		.۱۰۷
	N	۱۱۲	۱۱۲	۱۱۲	۱۱۲	۱۱۲	۱۱۲	۱۱۲
Class	Pearson Correlation	.۷۲۸**	.۷۶۴**	-.۴۵۸**	.۶۱۹**	-.۲۳۵*	.۱۵۳	۱
	Sig. (۲-tailed)	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۱۳	.۱۰۷	
	N	۱۱۲	۱۱۲	۱۱۲	۱۱۲	۱۱۲	۱۱۲	۱۱۲

\*\* . Correlation is significant at the .۰۰۱ level (۲-tailed).

\* . Correlation is significant at the .۰۰۵ level (۲-tailed).

زمین‌های بایر محلی بوده که اقدامات اصلاحی در آن‌ها یا پوشیده شدن آن‌ها به هر شکل مثل افزایش پوشش گیاهی یا غیره سبب این کاهش بوده است. البته باید گفت چه روند افزایشی و چه روند کاهشی گرد و غبار در این ایستگاه‌ها در مقایسه با گروه‌های دوم و سوم روند ثابتی به نظر می‌آید یعنی در مقایسه با کل کشور تغییرات این مناطق قابل توجه نخواهد بود.

در مورد گروه دوم و سوم روند کاهش و سپس افزایش بسیار مشهودتر است. نقطه عطف این تغییرات مانند گروه اول از سال‌های ۱۹۹۸ می‌باشد. این ایستگاه‌ها بیشتر در نواحی جنوب غرب، غرب و شرقی کشور می‌باشد. تعداد روزهای کل گرد و غبار در گروه دوم از ۵۸۸ الی ۱۱۵۳ روز و تعداد روزهای گرد و غبار کل در گروه سوم از ۱۲۴۳ الی ۱۷۵۷ روز می‌باشد. در گروه دوم رامهرمز با تعداد کل ۵۸۸ روز کمترین و سراوان با ۱۱۵۳ روز بیشترین روز گرد و غبار را به خود اختصاص می‌دهند. به طور کلی متوسط سالانه این گروه ۸۹۷ روز است که تقریباً ۲ برابر متوسط گروه اول است. گروه سوم از کنگان با ۱۲۴۳ روز شروع شده و با ایرانشهر با ۱۷۵۷ روز پایان می‌یابد. متوسط سالانه روزهای دارای طوفان گرد و غبار در این گروه ۱۴۸۲ روز بوده است.

در مورد گروه چهارم کلاً روند افزایشی را شاهد هستیم. این مناطق در شرق و جنوب ایران در حاشیه مرزها قرار دارند. دزفول با ۲۰۰۷ روز کمترین و کیش با ۲۲۳۹ روز بیشترین روزهای این گروه را دارا هستند. گروه پنجم با یک عضو زابل با ۳۸۳۳ روز در استان سیستان و بلوچستان قرار گرفته که خشک شدن دریاچه هامون و بالطبع در معرض باد قرار گرفتن حجم بالایی از رسوبات ریزدانه به همراه ایجاد جزیره گرمایی در قسمتی که قبلاً آب باعث تعدیل حرارت آن می‌شده است به افزایش سرعت و فراوانی بادها در این منطقه کمک کرده و چنین معضلی را به وجود آورده است. این مسئله در تحقیقات مختلف از جمله علیزاده چوباری و همکاران (۲۰۱۳)، راشکی و همکاران (۲۰۱۳) و شریفی کیا و همکاران (۲۰۱۳) نیز مشهود می‌باشد. [۱۹ و ۲۲ و ۱۷]

جدول (۱۰) نشان می‌دهد کلاس‌بندی انجام شده همبستگی قوی با مجموع روزهای گرد و غبار دارد همچنین با سطح اطمینان ۹۹ درصد می‌توان گفت به ترتیب تبخیر و تعرق، دما و در نهایت ارتفاع دارای همبستگی تعداد روزهای گرد و غبار می‌باشند. بارش و واحدهای ژئومورفولوژی دارای همبستگی ضعیفی با تعداد روزهای گرد و غبار هستند.

#### ۴. بحث و نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق اخیر نشان داد که روند تغییرات گرد و غبار در تمام کشور از یک الگو تبعیت نمی‌کند بنابراین بررسی روند کلی کاهش یا افزایش تعداد روزهای گرد و غبار و به تبع آن میزان گرد و غبار در کشور باعث بروز اشتباهاتی در این زمینه خواهد شد. به همین سبب ایستگاه‌های هواشناسی بر حسب تعداد روزهایی که تحت تأثیر گرد و غبار قرار گرفته بودند بر اساس روش K-Means به پنج گروه تقسیم شدند و سپس بررسی‌ها بر اساس این پنج گروه انجام شد.

همان‌گونه که در شکل (۸) نشان داده شده است گروه اول که بیشتر در مناطق کوهستانی و عرض‌های بالای کشور واقع شده‌اند تغییرات کمی را نشان می‌دهند اما به هر صورت این تغییرات ابتدا کاهشی و سپس افزایشی خواهند بود. این افزایش از محدوده سال ۱۹۹۸ (۱۳۷۷ هجری شمسی) اتفاق افتاده است. متوسط سالانه روزهای گرد و غبار در این ایستگاه‌ها ۱۹۱ روز می‌باشد که از خلخال با ۱۱ روز تا خور و بیابانک با ۴۹۱ روز تغییر می‌کند. هرچند روند تغییرات در این ایستگاه‌ها نیز ابتدا افزایشی بعد کاهشی و سپس افزایشی است ولی این افزایش به قدری نیست که کاهش اولیه را پر کند و هنوز نه سال اول که دارای روند کاهشی بودند از سال‌های پایانی دارای روزهای گرد و غبار بیشتری هستند. با توجه به اطلاعات به دست آمده و روند افزایشی میزان گرد و غبار ورودی از منابع بیرونی در سال‌های پایانی می‌توان نتیجه‌گیری کرد منشاء این طوفان‌های گرد و غبار از

صورت محلی دارای پتانسیل بالای تولید گرد و غبار هستند. این مناطق به دلیل خشکسالی‌هایی که از سال ۱۹۹۸ به بعد در ایران رخ داده و یا به دلیل گرد و غبارهای ورودی به کشور که بعضاً آن‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد مانند طوفان گرد و غبار مرداد ۱۳۸۸ که از کوه‌های بلند البرز نیز عبور کرده دارای روند افزایشی هستند. ولی به اندازه گروه چهارم و پنجم قابل توجه نیست که علت آن را می‌توان در دورتر بودن این مناطق به مرزهای غربی و یا وضعیت خاص توپوگرافی آن‌ها دانست.

از سوی دیگر مقایسه تعداد روزهای دارای گرد و غبار با مؤلفه‌هایی همچون تبخیر و تعرق پتانسیل، بارش و دما نشان داد که آن‌ها دارای همبستگی با سطح اعتماد ۹۹ درصد می‌باشند. همبستگی بالای گرد و غبار و تبخیر می‌تواند نشان‌دهنده نقش بالای پدیده تبخیر در خشکی در کشور باشد. همچنین عدم وجود همبستگی بین ارتفاع و رخساره‌های ژئومورفولوژیکی را می‌توان نشان از غلبه منشاء خارجی این پدیده دانست.

در عین حال باید توجه کرد که خشکی بیشتر لزوم توجه به پروژه‌های اصلاحی و احیایی را افزایش می‌دهد که این مسئله با کاهش بودجه نهادهای متولی سازگاری ندارد. در نهایت پیشنهاد می‌شود برای ایجاد دید بهتر در مورد طوفان‌های گرد و غبار محلی می‌توان با جدا کردن گروه یک تنها به مطالعه آن پرداخته شود. همچنین با بررسی سایر عوامل مؤثر در بروز پدیده گرد و غبار در حوالی سال ۱۹۹۸ میلادی می‌توان به بررسی چرایی افزایش روند وقوع گرد و غبار در مناطق مختلف ایران پرداخت.

در نهایت برای دید بهتر و دریافت علت روند افزایش بعد از سال‌های ۱۹۹۸ باید به بررسی وضعیت اقلیمی، خشک‌سالی‌ها و تغییرات کاربری اراضی همچنین وضعیت منابع آب در ایران و اطراف آن پرداخت. که می‌تواند موضوع کار تحقیقات زیادی گردد.

در رابطه با شکل و الگوی پراکنش طوفان‌های گرد و غبار در ایران می‌توان با استفاده از سه محدوده کلی به تفسیر این نتایج پرداخت.

دسته اول که تعداد روزهای بیشتری را هم به خود اختصاص می‌دهند و عمدتاً در کلاس ۴ و ۵ قرار می‌گیرند مربوط به طوفان‌های گرد و غبار شرق ایران و محدوده دریاچه هامون است که این سطح خشک با رسوبات بسیار ریز که در اثر عبور و مرور دائمی از بستر خشک دریاچه بر هم خورده می‌شود به علاوه بادهای شدید منطقه سیستان و سایر عواملی که در پاراگراف قبل توضیح داده شد؛ مجموعه‌ای را به وجود می‌آورند که شدیدترین و طولانی‌ترین طوفان‌های گرد و غبار را باعث می‌شوند. میدلتون (۱۹۸۶) عقیده دارد منابع اصلی گرد و غبار در جنوب غربی آسیا در مناطق مرزی بین ایران، پاکستان و افغانستان وجود دارد همچنین در تحقیقات وی نشان داده شده از حدود ۸۱ طوفان گرد و غبار تولید شده در جنوب غرب آسیا در هر سال بیش از ۳۰ مورد از سیستان بوده است [۱۵].

دسته دوم طوفان‌های گرد و غباری هستند که منشاء خارجی دارند و از غرب و جنوب وارد ایران می‌شوند که در مورد منشاء آن‌ها در مقالات متعددی بحث شده است این دسته دارای روند افزایشی می‌باشند.

دسته سوم طوفان‌های گرد و غبار عمدتاً دارای منشاء محلی هستند. این مناطق (مانند طبس، یزد و...)، به

## References

- [1] Ahmadi, Hasan, Nazari, Ali, (2011), Investigate dust storms in the southern and south-western provinces of the country, GIAN International Conference 2011
- [2] Alizade, M., Kamalian, S., Khorani, Nohegar, A, (2012), Effects of Climate in the rate of dusty days, The First National Conference desert, Karaj, Iran.

- [3] Alizadeh Choobari et al., (2013), O. Alizadeh Choobari, P. Zavar-Reza, A. Sturman Low level jet intensification by mineral dust aerosols *Ann. Geophys.*, 31 (2013), pp. 625–632
- [4] Askari Zade, Seid Mohamad, Mohamad nia gharaii, Sohrab, Zohoor, Mojtaba, Gohari, Ali, (2010), The analysis of dust storms in North East of Khorasan Razavi province in Sarakhs. The second national conference of wind erosion and dust storms Yazd University.
- [5] Babae Fini; O., Safarrad; T., Karimi, M. Spatial-Temporal Analysis of Dust Storm Occurrence in West of IRAN, (2014), *Journal of environmental studies*, Volume & Issue: Volume 40, Issue 2, Summer 2014 Page 375-388.
- [6] Babaian, Ebrahim, Bahrami, Hosein Ali, Noroozi, Ali Akbar, Babaian, Fariba, (2010), Spatial and temporal variability of the dust storm and its relationship with climatic factors in West of Iran, The second national conference of wind erosion and dust storms Yazd University. P35
- [7] Dadfar, S., Ekhtesasi, M., Shahbandari, R., Kamrani, F., (2011), Analysis of dust storms and hurricanes using wind rose (Case study Qazvin Province), 7th National Conference on Watershed Management Science and Engineering of Iran.
- [8] Dadfar, Sedighe, Ekhtesasi, Mohammad Reza, Shahbandi, Raziye, Kamrani, Forough, (2011) , Dust storm analysis Using windrose and Storm Rose, The Case study Qazvin, Seventh National Conference of Watershed Management Science and Engineering.
- [9] Dehdarzade, Mohammad, Salahi, Broomand, (2010) , Statistical and analytical analysis of the synoptic pattern generator of dust storm in the Fars province (1993-2002), The second national conference of wind erosion and dust storms Yazd University. P 21
- [10] Dodangeh, E., Yaping, Sh., Daghestani, M. (2012), L-Moments and fuzzy cluster analysis of dust storm frequencies in Iran, *Aeolian Research*, 5, 91-99.
- [11] Fraj zade, M., Alizade, Kh., (2011), Temporal and spatial analysis of dust storms in Iran, *The Journal of Spatial Planning*, Vol 15, No. 1, pp 65-84
- [12] Goudie, A.S., Middleton, N.J., (2006), *Desert Dust in the Global System*. Springer, Heidelberg.
- [13] Khorani, A., (2012), temporal analyzing of dust storms in Bandar abbas, The First National Conference desert, Karaj, Iran.
- [14] Mehrshahi, D., Nekoonam, Z., (2009) , *Geography*, vol 7, No 22, PP 83-104
- [15] Middleton, N.J., (1986), Dust storms in the Middle East. *J. Arid Environ.* 10, 83–96
- [16] Omidvar, K., Nekoonam, Z., (2011), An Application of Wind Rose and Dust Rose in the Analysis of Dust Phenomenon and Determining the Seasonal Regime of Dust Winds (Case Study: Sabzevar City), *physical geography quarterly*, Vol 43, No. 75.
- [17] Omidvar, Kamal, (2005), Synoptic study of high winds and dust storms in April and May 2003 in Yazd, The first national conference of Wind Erosion
- [18] Orlovsky, L., N. Durdyev A., (2005), Dust storms in Turkmenistan, *Journal of Arid Environments* 60 (2005) 83–97
- [19] Rashki, A., Kaskaoutis, D.G. , Rautenbach, C.J.W. Eriksson, , P.G. ,M. Qiang, P. Gupta, (2012), Dust storms and their horizontal dust loading in the Sistan region, *Iran Aeolian Res.*, 5 (2012), pp. 51–62
- [20] Salahy, B., (2010) , Statistical and Synoptic Analysis of Characteristics of Thunderstorms in Ardabil Province, *physical geography quarterly*, vol 72, pp 129-142
- [21] Shamsipoor, A.A., Safarrad, T., (2012), Satellite and Synopticanalysis of Duststorm in Western Half of Iran (Case Study: July 2009), *physical geography quarterly*, No. 79.
- [22] Sharifikia, M., (2013), Environmental challenges and drought hazard assessment of Hamoun Desert Lake in Sistan region, Iran, based on the time series of satellite imagery *Nat. Hazard*, 65 (2013), pp. 201–217
- [23] Zarasvandi, A., Carranza, E. J. M., Moore, F., Rastmanesh, F. ,(2011), Spatio-temporal occurrences and mineralogical–geochemical characteristics of airborne dusts in Khuzestan Province (southwestern Iran), *Journal of Geochemical Exploration*, 111, 138-151.