

## تحلیل آماری تغییرات مخاطره گردوغبار در جنوب غرب ایران (استان خوزستان)

فاطمه شایقان نور<sup>۱\*</sup>، محمود احمدی<sup>۲</sup>

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، رشته اقلیم‌شناسی کاربردی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران.

۲- دانشیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران.

### چکیده

یکی از مشکلاتی که در چند سال اخیر در اثر دخالت‌های بشری و استفاده غیرمنطقی از منابع طبیعی و تخریب آن در حال گسترش است پدیده گردوغبار است. استان خوزستان به دلیل دارا بودن شرایط آب و هوایی نیمه‌خشک و هم‌جوار بودن با پهنه‌های وسیع بیابان‌های همسایه از جمله عراق، عربستان، سوریه و شمال آفریقا به‌طور مکرر در معرض گردوغبارهای شدید قرار می‌گیرد. بنا بر توضیحات فوق، هدف پژوهش حاضر، روند پدیده گردوغبار در استان خوزستان با رویکرد ساعتی، ماهانه و سالانه و همچنین کمینه و بیشینه روزهای گردوغبار در ۱۹ ایستگاه همدید در بازه زمانی ۶۵ سال (۱۹۵۰-۲۰۱۵) در سطح استان خوزستان مورد تحلیل قرار می‌گیرد. جهت نیل به اهداف، از روش آزمون من-کندال و شیب سنس در نرم‌افزار Minitab جهت تحلیل آماری روند پدیده گردوغبار استفاده شده است. بررسی روزهای کمینه و بیشینه گردوغبار، در محیط نرم‌افزار EXCEL استفاده شده است و نتایج آن به صورت نمودار ارائه شده است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد بیشینه رخداد روزهای گردوغباری در ۱۹ ایستگاه همدید در استان خوزستان، در ماه ژوئن (خرداد) و جولای (تیر) که اواخر فصل بهار و اوایل تابستان را در برمی‌گیرد، اتفاق می‌افتد و این بازه زمانی، حاکی از آن است که پدیده گردوغبار در ایام گرم سال شدت می‌گیرد. کمینه روزهای گردوغباری مربوط ماه‌های به دسامبر، نوامبر و اکتبر است. همچنین نتایج روند آزمون من-کندال از لحاظ توزیع فراوانی گردوغبار در ساعت‌های دیده‌بانی مختلف، ساعت‌ها ۰۹ و ۱۲ ساعت‌هایی بوده‌اند که در ماه‌های جولای و ژوئن، بالاترین رخدادهای گردوغبار را داشته‌اند در حالی که ساعت‌های ۰۰ کمترین تعداد رخدادهای گردوغبار را به خود اختصاص داده است. می‌توان گفت پایش روند پدیده گردوغبار به‌عنوان یک ابزار پیش‌هشدار می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد و از طریق آن ساعت‌های را که ریسک رخداد شدید گردوغبار وجود دارد پیش‌بینی نمود.

کلید واژه‌ها: روش آماری، آزمون من-کندال، گردوغبار، جنوب غرب ایران، استان خوزستان.

## مقدمه

یکی از مشکلاتی که در چند سال اخیر در اثر تغییرات آب و هوایی، دخالت‌های بشری و استفاده غیرمنطقی از منابع طبیعی و تخریب آن در حال گسترش است، پدیده گردوغبار است (ایرانی، ۱۳۹۴). پدیده گردوغبار یکی از فرین‌های اقلیمی است که اغلب در مناطق خشک و بیابانی جهان شکل می‌گیرد و به‌عنوان یک مخاطره طبیعی شناخته می‌شود (حیدری و همکاران، ۱۳۹۹). ویژگی‌های خشک‌سالی ایران نشان می‌دهد که به‌طور کلی قسمت اعظمی از ایران، از این پدیده در امان نبوده و به نسبت واقعیت طبیعی خود اثرهای این پدیده مخرب را تجربه می‌نماید و به‌خصوص بخش‌های جنوبی، شرقی و مرکزی کشور به علت نوسانات زیاد در مقادیر بارندگی، از آسیب‌پذیری بیشتری برخوردار هستند. این پدیده ناشی از خشک‌سالی‌های اخیر در مناطق جنوبی و مرکزی عراق و همچنین مناطق غربی و شمال عربستان به وجود آمده است (طاهرزاده و موسویان، ۱۳۹۰). از جمله پیامدهای گردوغبار بروز مشکلات زیست‌محیطی، اجتماعی، اقتصادی، بروز بیماری‌های قلبی، ریوی، آسم، بیماری‌های پوستی، مشکلات تنفسی، تشدید بیابان‌زایی و خشک‌سالی، افزایش شوری خاک، تصادفات ترافیکی، کاهش منابع آب، از بین رفتن زمین کشاورزی و آب‌های سطحی، آلودگی هوا، افزایش گونه‌های میکروبی و باکتری، ویروس‌ها و قارچ‌ها، ایجاد بارش‌های سنگین و غیره است (خوش‌اخلاق و همکاران، ۱۳۹۱).

از جمله نخستین تحقیقاتی که در زمینه گردوغبار انجام شده است پژوهش پایس و همکارانش (۱۹۸۹) است که در بررسی توفان گردوغبار نشان دادند که مناطق خشک و نیمه‌خشک اطراف خلیج فارس و دریای عمان یکی از منابع اصلی گردوغبار جهانی هستند. پترویچ پوری و زندگی (۲۰۰۸) به تجزیه و تحلیل آماری و منطقه بندی توفان گردوغبار در خوزستان طی دوره آماری ۲۰۰۰-۲۰۰۸ پرداختند از روش‌های ناپارامتریک من کندال استفاده کردند. پژوهش لی و شون (۲۰۱۱) است که به بررسی تغییرات بین سالانه وقوع گردوغبار و روند موجود در حوادث گردوغبار در چین و مغولستان در طول سال‌های ۱۹۷۴-۲۰۰۷ با استفاده از داده‌های هواشناسی، میدان دید، شاخص NDVI پرداختند. نامداری و همکاران (۲۰۱۸) در تحقیقی به بررسی اثر تغییرات آب و

هوایی روی فعالیت توفان گردوغبار بر روی خاورمیانه پرداخته‌اند. نتایج داده‌های بارش در منطقه نشان داد که در سال‌های اخیر کاهش پیدا کرده و این کاهش بارش بر روی کاهش پوشش گیاهی و رطوبت خاک تأثیر گذاشته و در نتیجه شدت و تعداد رخداد گردوغبار افزایش پیدا کرده است. میدلتون (۲۰۱۹) تغییرپذیری توفان گردوغبار و روند فرکانس در بازه‌های زمانی دهه از سه سکونتگاه نواکشوت، موریتانی. زابل ایران و مینکین چین در کمربند گردوغبار با رکوردهای بلندمدت (بیش از ۵۰ سال) هواشناسی مرور کرده‌اند. محمد و همکاران (۲۰۲۱) طی مطالعه‌ای به منظور بررسی روند AOD بین عرض‌های جغرافیایی ۲۲ درجه و ۲۴.۶۲ درجه شمالی و طول‌های جغرافیایی ۸۳.۲۶ درجه و ۸۷.۰۱ درجه شرقی که کل بخش ایالت جارکند هند را پوشش می‌دهد، انجام دادند. در این پژوهش از آزمون روند من-کندال و مدل تخمین گر شیب سن برای بررسی روند طی ۱۸ سال (دوره: ۲۰۰۰-۲۰۱۷) داده‌های AOD به‌دست‌آمده از حسگر مبتنی بر ماهواره یعنی MODIS استفاده کردند. غمخوار و همکاران (۲۰۲۳) طی مقاله‌ای به بررسی شاخص توفان گردوغبار (DSI) و روند آن با استفاده از آزمون من-کندال در مناطق شهری ایران در مقیاس ماهانه، فصلی و سالانه از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸ پرداخته‌اند. نتایج نشان داد که شهرهای واقع در منطقه مرطوب، به‌ویژه خرم‌آباد و آوج کمترین مقدار DSI و شهرهای واقع در مناطق خشک به‌ویژه زابل، سرخس و زاهدان بالاترین مقدار DSI را در دوره مورد مطالعه داشتند. در ایران نیز، کشوری که در کمربند گردوغبار جهان قرار دارد و همه‌ساله از این مخاطره‌ی فزاینده متأثر می‌شود، تحقیقات متعددی درباره‌ی این پدیده صورت گرفته است. از جمله پژوهش‌های صورت گرفته در سطح ملی، (رسولی و همکاران، ۱۳۸۹) به تحلیل روند روزهای گردوغباری در غرب ایران در طی دوره آماری ۱۹۵۱-۲۰۱۵ پرداختند و با استفاده از روش‌های آماری من کندال و شیب سن نشان دادند که رخداد گردوغبار در این منطقه از کشور تابع نظم‌بندی نبوده و روند خاصی ندارد و از لحاظ تعداد روزهای همراه با گردوغبار منطقه همگن نبوده و تعداد روزهای گردوغبار سالانه از شمال به جنوب افزایش می‌یابد. در زمینه بررسی علل وقوع توفان‌های گردوغباری تابستانه در جنوب غرب ایران و منابع اصلی گردوغبار آن‌ها، (مفیدی و جعفری، ۱۳۹۰) ساختار

با گرمایش زیاد زمین، خشکی خاک و اختلاف فشار محلی اتفاق افتاده است. (بروغنی، ۱۴۰۱) به بررسی آماری تعداد وقوع گردوغبار برای بازه زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۶ برای کل ایران پرداخت. در این تحقیق تغییرات تعداد وقوع گردوغبار در ماه‌های سال‌های مورد مطالعه (۱۹۹۰-۲۰۱۶) برای ۳۰ ایستگاه کشور مورد تحلیل قرار گرفت و به بررسی همبستگی بین ایستگاه‌ها در چهار منطقه و کل کشور پرداخته است.

استان خوزستان به دلیل دارا بودن شرایط آب و هوایی نیمه‌خشک و هم‌جوار بودن با پهنه‌های وسیع بیابان‌های همسایه از جمله عراق، عربستان، سوریه و شمال آفریقا به‌طور مکرر در معرض گردوغبارهای شدید قرار می‌گیرد و شرایط زیستی در این استان بحرانی می‌شود. به علت افزایش خشک‌سالی در سال‌های اخیر در منطقه و بیابان‌های هم‌جوار، فراوانی روزهای همراه با گردوغبار خصوصاً در فصل گرم سال به شدت افزایش یافته است؛ اهمیت و ضرورت انجام این تحقیق بدین گونه است که روند افزایشی توفان‌های گردوغبار با توجه به میدان عمل وسیع و آثار گسترده در سلامت و اقتصاد، محیط‌زیست و کشاورزی در سال‌های اخیر حائز اهمیت است؛ و هم‌چنین وقوع خشک‌سالی‌های اخیر، پیامدهای تغییرات اقلیمی و بیابانزایی، فراوانی گردوغبار را بیشتر مطرح می‌کند. بنابراین هدف از پژوهش حاضر، تحلیل روند روزهای گردوغباری و بررسی آثار پدیده گردوغبار استان خوزستان است. لذا با توجه به خسارات و مشکلات ناشی از پدیده گردوغبار در استان خوزستان و لزوم شناخت دقیق آن از نظر بررسی روند روزهای گردوغباری و تجزیه و تحلیل آن برنامه‌ریزی برای کاهش خسارات و مقابله با این بحران محیطی امری ضروری است.

## داده‌ها و روش‌ها

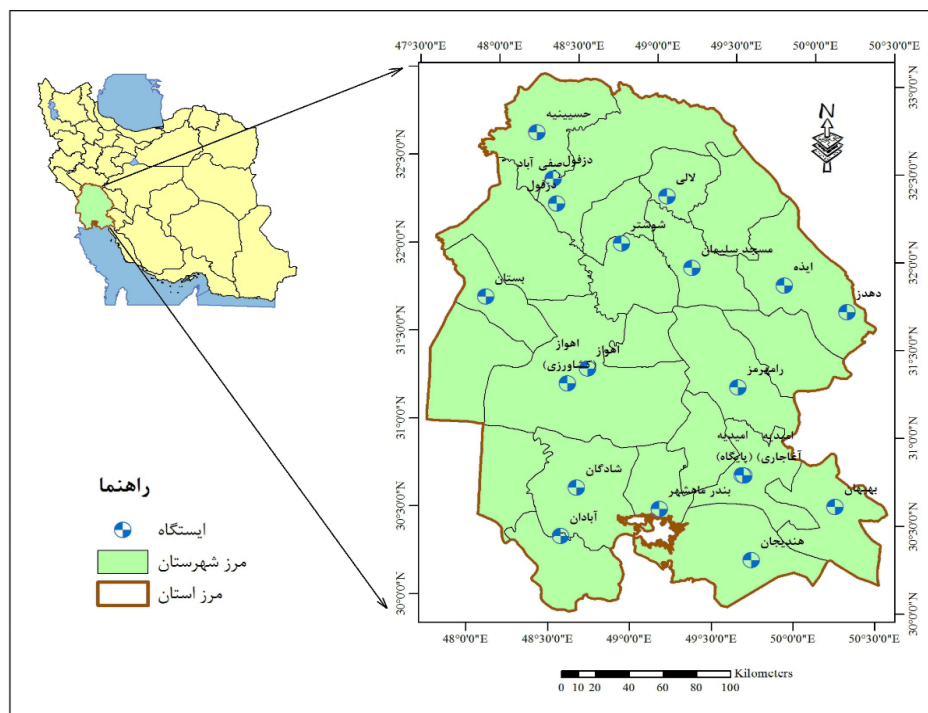
### منطقه مورد مطالعه

استان خوزستان با مساحتی حدود ۶۴/۰۵ کیلومتر مربع، بین ۲۹° و ۵۷° تا ۳۳° عرض شمالی از خط استوا، در جنوب غربی ایران واقع گردیده است. شرایط اقلیمی این منطقه تابع عوامل محلی (مانند عرض جغرافیایی و ارتفاع) و بیرونی (مانند سیستم‌های فشار و توده‌های هوا) است. این استان حدود ۴ درصد از کل مساحت

گردش منطقه‌ای جو در دوره آماری (۱۹۹۸-۲۰۰۳) را بررسی کردند. (نوحه‌گر و همکاران، ۱۳۹۲) با ترسیم گلبادهای سالانه و ماهانه و تجزیه و تحلیل داده‌های هواشناسی مربوط به سال‌های ۱۹۸۶-۲۰۰۹ مشخص کردند که وقوع توفان‌ها سیر صعودی داشته است و با بررسی میزان همبستگی عناصر اقلیمی نشان دادند که کاهش دید میدان دید با سرعت پایین باد همراه است. محققانی همچون (حیدری و خوش‌اخلاق، ۱۳۹۴) با استفاده از داده‌های هواشناسی و رطوبت هوا در ایستگاه اهواز در دوره ۱۹۵۱-۲۰۱۴ در سه تراز زیرین جو به نقش و ارتباط بین تغییرات رطوبت و دفعات رخداد گردوغبار پرداختند. (اکبری و فرحبخشی، ۱۳۹۵) به بررسی شرایط سینوپتیکی مؤثر بر رخداد توفان‌های گردوغبار در جنوب غرب ایران پرداخته‌اند. در این پژوهش ۵۰۰ روز که دارای پدیده گردوغبار با منشأ فرامرزی است را مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. (سبحانی و صفریان زنگیر، ۱۳۹۸)، طی مقاله‌ای پدیده گردوغبار در جنوب غرب ایران را واکاوی و مورد پیش‌بینی قرار داده‌اند. در این پژوهش، داده‌های گردوغبار با استفاده از مدل‌های شبکه عصبی هیبرید- پانل دیتا، شبکه عصبی تطبیقی ANFIS در نرم‌افزار MATLAB خطایابی و پیش‌بینی و در نهایت برای اولویت‌سنجی ایستگاه‌ها، با تصمیم‌گیری چندمعییره TOPSIS و SAW استفاده کرده‌اند. در پژوهشی (شاهکویی و رحمانی، ۱۳۹۸) خطر ریزگرد در شمال غرب ایران را مورد ارزیابی قرار داده است. در این پژوهش نتایج بررسی‌ها نشان داده است وسعت خسارات این پدیده فقط به تهدید زمین‌های کشاورزی، صنعتی و... محدود نبوده است بلکه با مختل کردن زندگی عادی مردم آشکارا به تهدید جدی زیست‌محیطی تبدیل شده و واکنش افکار عمومی را به دنبال داشته است. (فاریابی و همکاران، ۱۳۹۸) به شناسایی گردوغبار در نواحی غرب و جنوب غرب ایران بر مبنای الگوریتم سنجه DAI و داده‌های طیفی سنجنده مودیس پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد که تمام نقشه‌های AOD با استفاده از روش مستقیم، توزیع مکانی بسیار خوب الگوی آتروسول محلی در مقایسه با روش‌های دیگر را نشان داد. (احدی و همکاران، ۱۴۰۰) پدیده گردوغبار استان خوزستان را با رویکرد ساعتی طی دوره آماری ۱۹۹۵-۲۰۱۵ مورد پایش و بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد ۷۸.۵۷ درصد رویدادهای گردوغباری بین ساعات ۳۰/۱۵-۳۰/۹ به وقت محلی همزمان

۲۷ شهرستان، ۵۴ شهر، ۵۲ بخش، ۱۱۲ دهستان و ۳۸۸۰ آبادی مسکونی و ۲۵۱۴ آبادی غیرمسکونی است (شکل ۱) (سایت سازمان آمار).

کشور را به خود اختصاص داده که از این حیث دهمین استان کشور محسوب می‌شود و با جمعیتی معادل ۴۷۱۰۵۰۶ نفر، پنجمین استان پرجمعیت ایران محسوب می‌شود (احدی و همکاران، ۱۴۰۰). بر اساس تقسیمات کشوری این استان دارای



شکل ۱- نقشه موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه (مرکز آمار ایران)

کد غبار، سپس همه کدهای مذکور در مجموع روزهای غباری قرار گرفت.

در ادامه، روند روزهای گردوغباری با استفاده از آزمون من-کندال و شیب سنس در نرم افزار Minitab مورد تحلیل و پردازش قرار گرفت. در صورتی که آماره Z در روش من-کندال دارای مقادیر مثبت باشد روند صعودی و افزایشی و در صورتی که مقادیر آماره Z منفی باشد روند نزولی و کاهش می‌یابد. در روزهای گردوغبار اتفاق افتاده است. همچنین در صورتی که آماره Z بیش از ۱.۹۶ باشد روند در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی دار است و در صورتی که مقادیر آماره Z بیشتر از ۲.۵۴ باشد روند در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنادار است. همچنین شیب سنس Q در صورتی که مثبت باشد نشان دهنده این است که شیب تغییرات روزهای گردوغبار در سال‌های آتی روند افزایشی را طی می‌کند. در صورتی که شیب منفی باشد تغییرات گردوغبار کاهش داشته است.

### روش تحقیق

در این پژوهش برای تحلیل روند روزهای گردوغبار در جنوب غرب ایران، از داده‌های ۱۹ ایستگاه همدید استان خوزستان استفاده شده است. داده‌ها مورد نظر از سال تأسیس هر ایستگاه تا سال ۲۰۱۵ به صورت خام از سازمان هواشناسی اخذ شد. ابتدا داده‌ها در نرم افزار Excel مرتب شدند سپس برای بررسی روند روزهای گردوغبار، داده‌ها در داخل نرم افزار Minitab مورد پردازش قرار گرفتند. داده‌ها شامل کدهای غبار (۹۸، ۳۵-۳۰، ۰۹، ۰۸، ۰۷، ۰۶) است. کدهای غبار در ۱۹ ایستگاه به تفکیک ماه در ۸ ساعت دیده‌بانی مرتب شد. کدهای ۰۶ در مجموع dh (پدیده گردوغبار فرامحلی)، کدهای ۰۷، ۰۸، ۰۹ در مجموع lde (پدیده گردوغبار محلی)، کدهای ۳۰-۳۲ و ۹۸ در مجموع Mds (توفان گردوغبار سبک تا متوسط) و کدهای ۳۳-۳۵ در مجموع sds (پدیده توفان شن) قرار گرفت. با مرتب کردن و چیدمان هر کد غبار در پوشه‌های DH, LDE, MDS, SDS با ذکر دید افقی در هر

## بحث

## تحلیل فراوانی رخداد‌های گرد و غبار بر مبنای مقیاس ساعتی

در این بخش اقدام به تحلیل فراوانی رخداد‌های کدهای گردوغبار در ۱۹ ایستگاه استان خوزستان می‌شود. شکل شماره (۲) کمینه و بیشینه روزهای گردوغباری را در ایستگاه‌های استان خوزستان در ۸ ساعت دیده‌بانی نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل مشاهده می‌کنید بیشینه رخداد روزهای گردوغباری در ۱۹ ایستگاه مطالعاتی در استان خوزستان، در ماه ژوئن (خرداد) و جولای (تیر) که اواخر فصل بهار و اوایل تابستان را در برمی‌گیرد، اتفاق می‌افتد و این بازه زمانی، حاکی از آن است که پدیده گردوغبار در ایام گرم سال شدت می‌گیرد. کمینه روزهای گردوغباری مربوط ماه‌های به دسامبر، نوامبر و اکتبر است. در برخی ایستگاه‌ها از جمله اهواز کشاورزی، دزفول و رامهرمز، رخداد گردوغبار به ترتیب، در ماه ژوئن، ژانویه، آوریل را نشان می‌دهد.

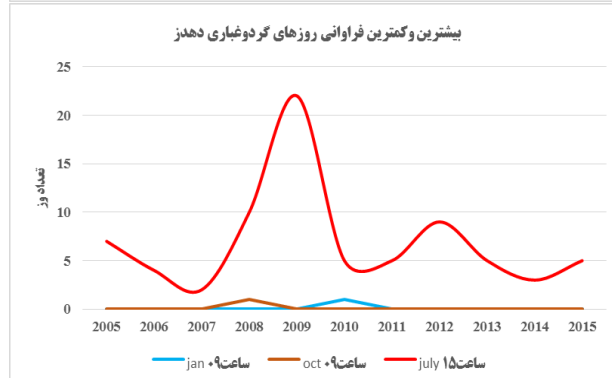
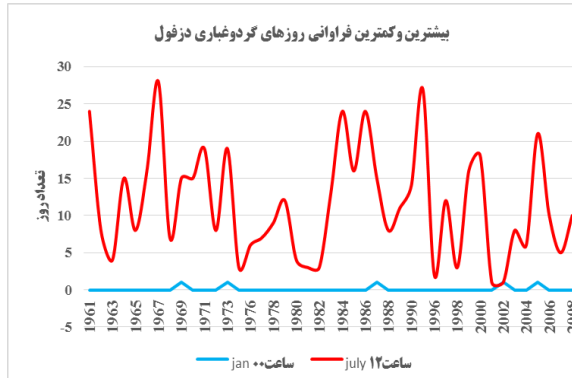
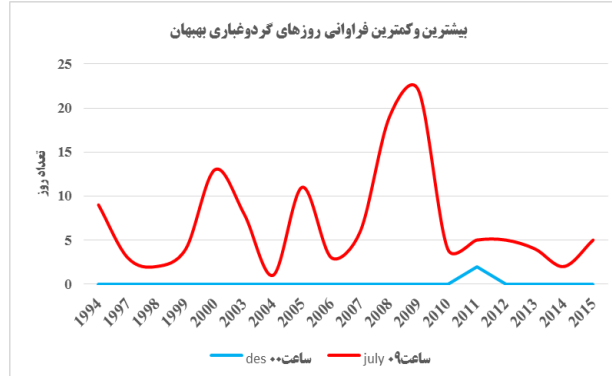
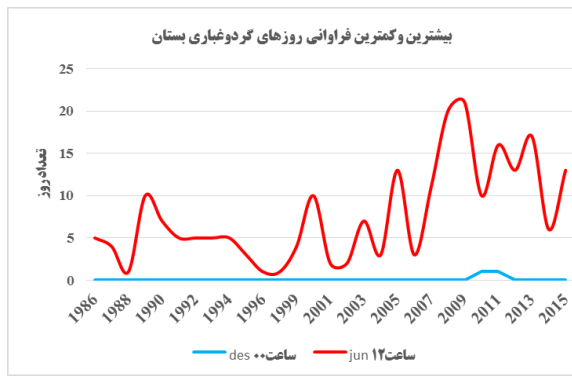
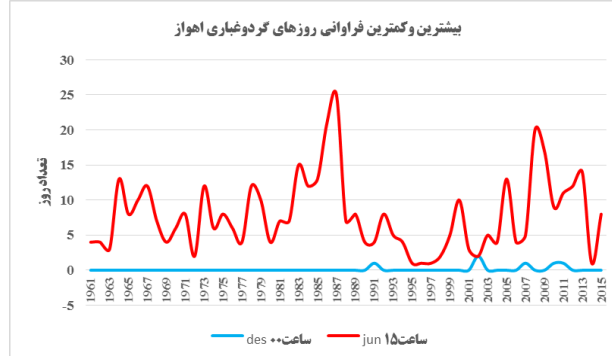
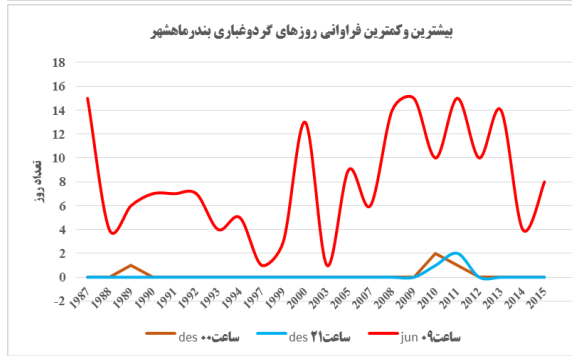
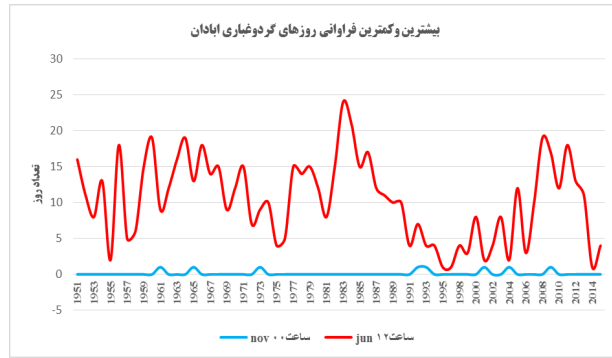
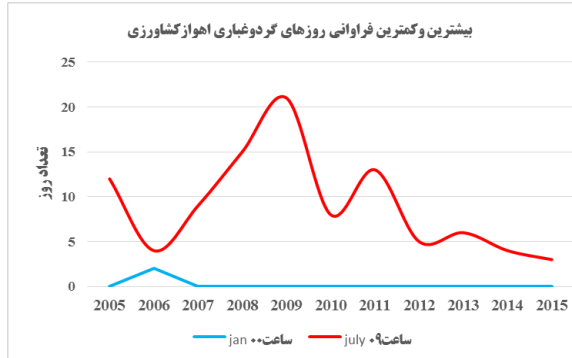
تحلیل روند ساعتی رخداد پدیده گردوغبار نشان می‌دهد که بیشینه گردوغبار در ساعت ۱۲، در ایستگاه‌های آبادان، بستان، دزفول، هندیجان، امیدیه، آغاچاری مشاهده شده است. بیشینه گردوغبار در ساعت ۱۵، در ایستگاه‌های اهواز، دهدز، لیالی و شوشتر رخداد داده است. همچنین ساعت ۰۹، در ایستگاه‌های اهواز کشاورزی، بهبهان، حسینیه و رامهرمز بیشینه پدیده گردوغبار اتفاق افتاده است. ایستگاه‌های ایذه، مسجدسلیمان، صفی‌آباد از جمله ایستگاه‌هایی هستند که در ساعت ۰۶، بیشینه پدیده گردوغبار را نشان می‌دهند. در ایستگاه بندر ماهشهر، در ساعت ۲۱ و در ایستگاه شادگان، بیشینه پدیده گردوغبار ثبت شده است. کمینه رخداد پدیده گردوغبار در اکثر ایستگاه‌های مطالعاتی ساعت دیده‌بانی ۰۰:۰۰ را نشان می‌دهد. در چند ایستگاه از جمله هندیجان، حسینیه و شوشتر در ساعت ۰۳، کمینه پدیده گردوغبار ثبت شده است. ایستگاه‌های ایذه و شادگان در ساعت ۱۵، ایستگاه دهدز در ساعت ۰۹، ایستگاه بندر ماهشهر در ساعت ۰۰ و ۲۱ کمینه پدیده گردوغبار اتفاق افتاده است.

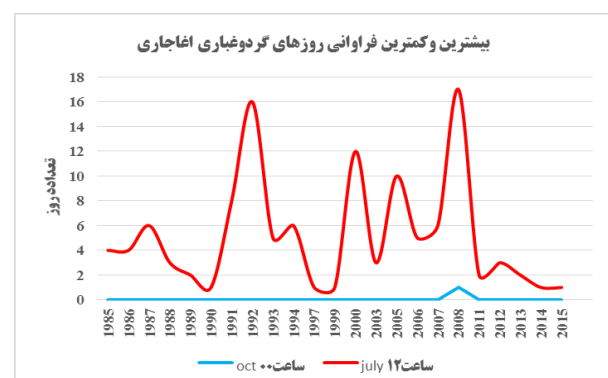
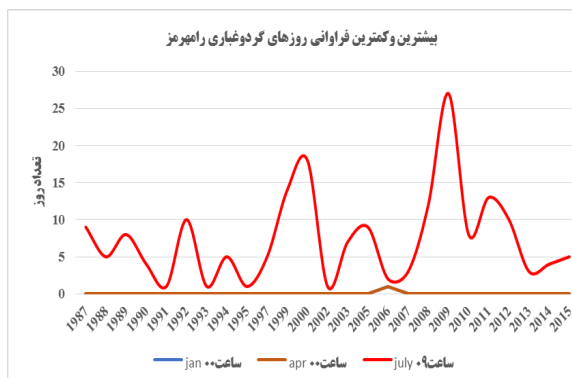
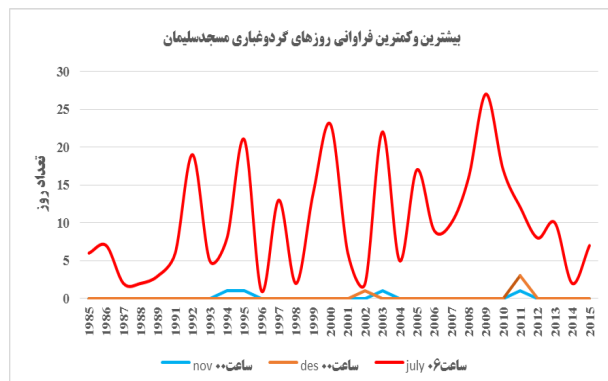
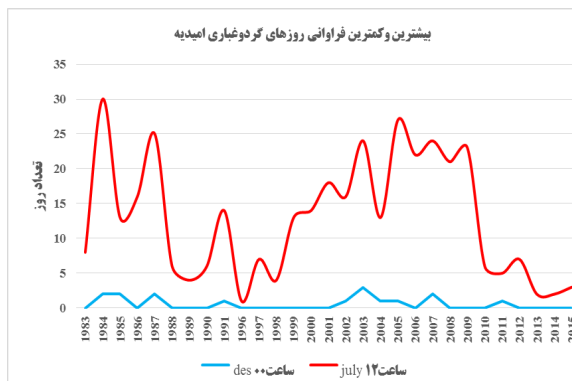
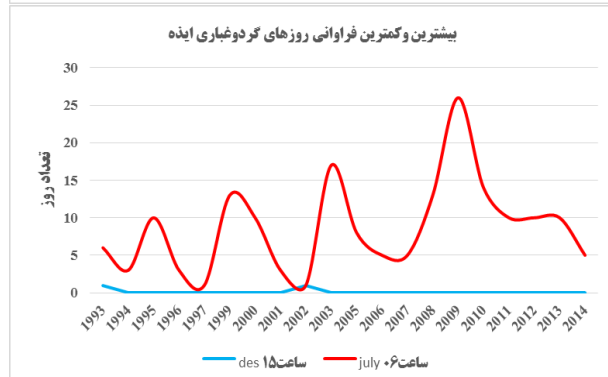
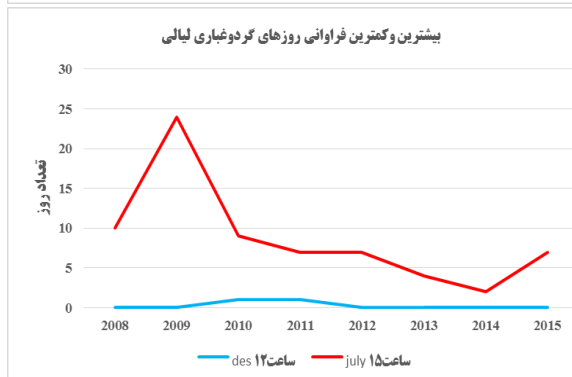
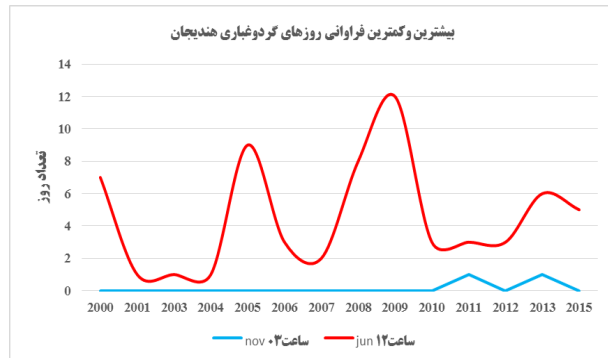
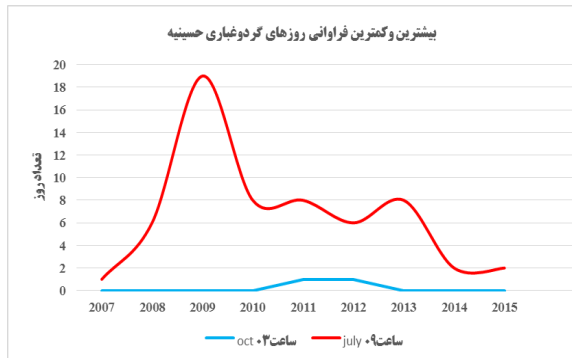
## تحلیل روند ساعتی و ماهانه روزهای همراه با گردوغبار در استان خوزستان

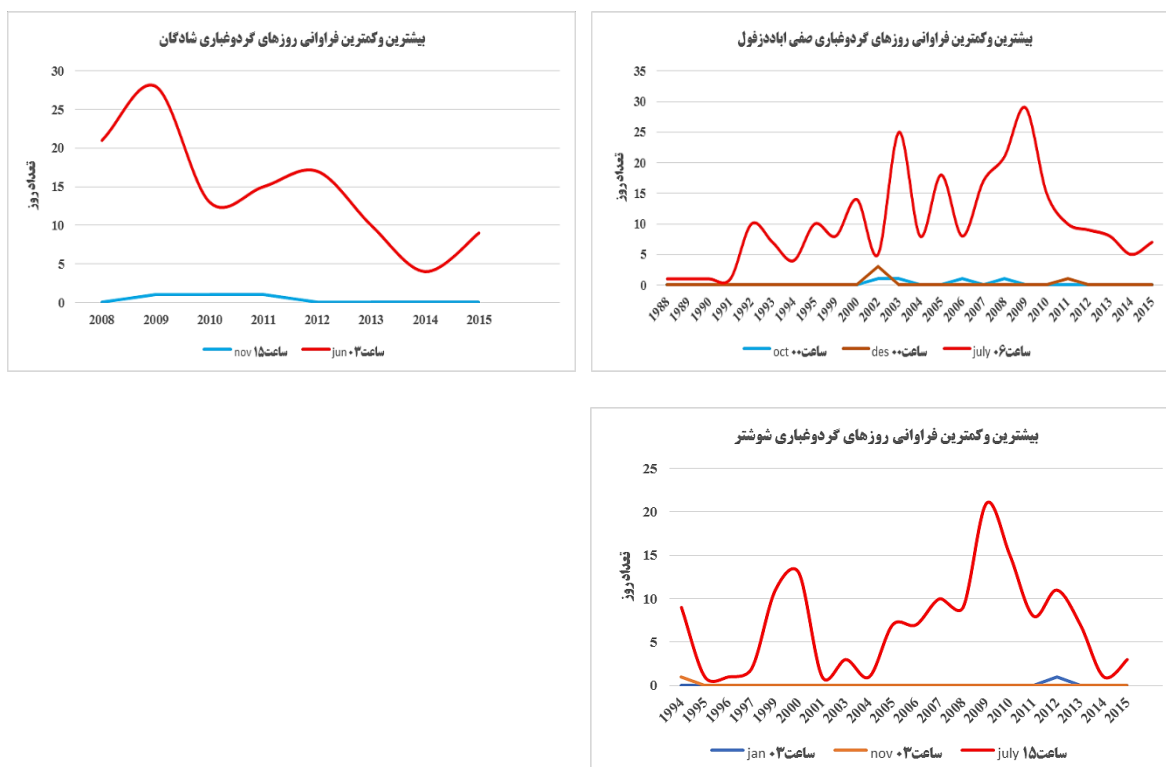
در پژوهش حاضر به بررسی روند رخداد روزهای همراه با گردوغبار در ۱۹ ایستگاه‌های همدیدی استان خوزستان در طول دوره آماری ۱۹۵۰-۲۰۱۵ پرداخته شد. روند روزهای همراه با گردوغبار در ۸ زمان دیده‌بانی و در ۱۲ ماه از سال به صورت روزانه و ساعتی بررسی شد. طبق بررسی‌های انجام شده در هر ۸ ساعت دیده‌بانی و در ۱۲ ماه در هر ایستگاهی روزهای گردوغباری را شاهد بودیم و روند روزهای گردوغباری هم محاسبه شد با توجه به اینکه حجم داده‌ها و جداول زیاد بوده است لذا در این بخش، روند روزهای غباری که روند معنی‌داری داشتند ذکر شده است یعنی روند روزهای غباری که بیشتر از ۱.۹۶ بود در جداول ذکر شده است.

بر اساس جدول (۱) در ساعت ۰۰ دیده‌بانی، در ماه‌های فوریه، مارس، آوریل، می، جولای و اوت پدیده گردوغبار ثبت شده است. این رخداد بیشتر در ماه‌های مربوط به فصول بهار و تابستان به وقوع پیوست است. طبق نتایج آزمون من - کندال و شیب سن (Q) در ساعت ۰۰، ایستگاه‌های امیدیه در ماه آوریل و می، ایستگاه دزفول در ماه اوت، روند معنی‌دار و نزولی داشته است. سایر ایستگاه‌ها که در این ساعت پدیده گردوغبار را ثبت کرده‌اند، روند معنی‌دار و افزایشی را در سطح اطمینان بالای ۹۵ درصد نشان می‌دهند. همچنین نتایج بیان‌کننده آن است که ایستگاه دزفول در ماه اوت بیشترین فراوانی گردوغبار را نسبت به سایر ایستگاه‌ها دارد.

نتایج حاصل از آزمون من کندال در ساعت ۰۳ دیده‌بانی، حاکی از آن است که ایستگاه آبادان با تعداد ۲۷۰ روز بیشترین رخداد گردوغبار را در ماه می ثبت کرده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود در ماه ژانویه و نوامبر و دسامبر در ساعت ۰۳ پدیده گردوغبار در ایستگاه‌های مطالعاتی ثبت نشده است. به لحاظ روند پدیده گردوغبار در ساعت ۰۳، ایستگاه دزفول در ماه مارس، ایستگاه امیدیه در ماه جولای و اوت و ایستگاه صفی‌آباد در ماه اکتبر روند معنی‌دار و نزولی را نشان می‌دهند. سایر ایستگاه‌ها که پدیده گردوغبار را ثبت کرده‌اند بر اساس آماره شیب Sens روند آشکار شده که معنی‌دار و صعودی بوده است (جدول ۲).







شکل ۲- بیشترین و کمترین فراوانی روزهای همراه با گردوغبار در ایستگاه‌های مورد مطالعه در سطح استان خوزستان (منبع: نگارنده)

جدول ۱- نتایج آزمون ناپارامتریک من-کنندال گردوغبار ساعت ۰۰ دیده‌بانی به تفکیک ماه برای هر ایستگاه (منبع: نگارنده)

ساعت ۰۰				نام ایستگاه‌ها	ماه
روزهای غباری	Z	Pvalue	Q		
۶۴	۲.۰۵	۰.۰۱۹	۰.۱۴۲	اهواز	فوریه
۶۱	۴.۰۸	۰.۰۰۰۰۲	۰.۲۵	اهواز	مارس
۳۰	۱.۹۸	۰.۰۲۳	۰.۲	بستان	آوریل
۷۲	-۲.۸۱	۰.۰۰۲	-۰.۲۵	امیدیه	
۱۱۲	۲.۱۱۳	۰.۰۱۷	۰.۰۴۱	آبادان	می
۱۱۲	-۲.۴۶	۰.۰۰۶	-۰.۱۹	امیدیه	
۱۳۰	۲.۰۷	۰.۰۱۸	۰.۱۸	اهواز	جولای
۲۷۸	-۲.۲	۰.۰۱۲	-۰.۲	دزفول	اوت

ژانویه و دسامبر رخداد گردوغبار توسط ایستگاه‌ها ثبت نشده است. طبق آماره Z، ایستگاه امیدیه در ماه اوت و ایستگاه صفی‌آباد در ماه نوامبر در سطح اطمینان ۹۹ درصد، دزفول در ماه اکتبر در سطح اطمینان ۹۵ درصد دارای روند معنی‌دار و نزولی است.

جدول (۳) مقادیر آزمون من کنندال در ساعت ۰۶ را ارائه می‌دهد. بیشترین فراوانی کد گردوغبار در ایستگاه اهواز با ۲۶۲ روز ثبت شده است. بر اساس نتایج آزمون من کنندال (آماره Z و شیب سن)، ایستگاه اهواز در اکثر ماه‌های سال، پدیده گردوغبار با روند معنی‌دار و افزایشی در سطح اطمینان ۹۵ درصد و بیشتر همراه بوده است. در ساعت ۰۶ نیز در ماه

جدول ۲- نتایج آزمون ناپارامتریک من-کندال گردوغبار ساعت ۰۳ دیده‌بانی به تفکیک ماه برای هر ایستگاه (منبع: نگارنده)

ماه	نام ایستگاه‌ها	ساعت ۰۳		
		Q	P Value	Z
فوریه	اهواز	۰.۱۴	۰.۰۰۰۲	۳.۴۸
	اهواز	۰.۱۱	۰.۰۰۰۶	۳.۱۹
مارس	بستان	۰.۲۳	۰.۰۰۱	۳.۰۰۹
	دزفول	-۰.۰۵	۰.۰۰۶	-۲.۴۷
	ایذه	۰.۶	۰.۰۱	۲.۲۸
	اغاجاری	۰.۱۹	۰.۰۰۷	۲.۴۱
	رامهرمز	۰.۲۵	۰.۰۱	۲.۰۶
	شوشتر	۰.۵	۰.۰۱	۲.۲۲
	آبادان	۰.۰۳۴	۰.۰۰۴	۲.۶۴
	اهواز	۰.۰۵	۰.۰۰۷	۲.۴۳
آوریل	بستان	۰.۲	۰.۰۲	۱.۹۷
	رامهرمز	۰.۲	۰.۰۰۲	۲.۷۸
	آبادان	۰.۰۷۶	۰.۰۰۰۳	۳.۴۱
می	اهواز	۰.۱۱	۰.۰۰۱	۲.۹۹
	بستان	۰.۲۵	۰.۰۰۳	۲.۷۲
	اهواز	۰.۱۸	۰.۰۰۰۹	۳.۱۱
ژوئن	بستان	۰.۵۲	۰.۰۰۲	۲.۷۷
	ایذه	۰.۳۹	۰.۰۰۱	۳.۰۱۶
	شوشتر	۰.۶	۰.۰۰۳	۲.۷۴
	اهواز	۰.۱	۰.۰۱	۲.۱۶
جولای	امیدیه	-۰.۵	۰.۰۰۷	-۲.۴۵
	امیدیه	-۰.۲۳	۰.۰۰۵	-۲.۵۶
اوت	شوشتر	۰.۸	۰.۰۲	۱.۹۶
	بستان	۰.۲۶	۰.۰۰۵	۲.۵۵
سپتامبر	آبادان	۰	۰.۰۰۹	۲.۳۵
	اهواز	۰	۰.۰۱۳	۲.۲۱
اکتبر	اهواز	۰	۰.۰۱۳	۲.۲۱
	صفی‌آباد دزفول	-۰.۳	۰.۰۱	-۲.۲۹

ایستگاه صفی‌آباد در ماه ژانویه، نوامبر و دسامبر و بندر ماهشهر در ماه نوامبر مقادیر مربوط به روند معنادار و کاهشی است منظور از معنی‌داری تمامی سطوح آماری است ( $pvalue=0.05$  و  $pvalue=0.01$ ) بیشترین فراوانی رخداد گردوغبار در ایستگاه آبادان در ماه اوت با تعداد ۴۱۵ روز ثبت شده است (جدول ۴).

نتایج مقادیر آزمون من‌کندال، در ساعت ۰۹ نشان می‌دهد که اهواز و بستان در اکثر ماه‌های سال پدیده گردوغبار با روند معنی‌دار و افزایشی با سطح اطمینان ۹۵ درصد و بالاتر رخ داده است. همان‌طور که پیداست در همه ایستگاه‌ها مقادیر مربوط به آماره Q مثبت است در نتیجه روند افزایشی است همچنین همه ایستگاه‌ها به استثنا ایستگاه‌های آبادان در ماه اوت و

جدول ۳- نتایج آزمون ناپارامتریک من-کندال گردوغبار ساعت ۰۶ دیده‌بانی به تفکیک ماه برای هر ایستگاه (منبع: نگارنده)

روزهای غباری	ساعت ۰۶			نام ایستگاه‌ها	ماه
	Z	PValue	Q		
۱۰۹	۲.۹۷	۰.۰۰۱	۰.۰۸	آبادان	فوریه
۹۰	۲.۳۶	۰.۰۰۹	۰.۱۲۵	اهواز	
۱۲۱	۲.۵۹	۰.۰۰۴	۰.۰۸۳	اهواز	مارس
۶۶	۲.۴۲	۰.۰۰۷	۰.۲	بندر ماهشهر	
۸۱	۲.۴۶	۰.۰۰۶	۰.۲۵	بستان	
۷۶	۲.۲۷	۰.۰۱۱	۰.۳۳	مسجدسلیمان	
۵۷	۲.۷۸	۰.۰۰۲	۰.۲۲	رامهرمز	
۴۳	۲.۳۴	۰.۰۰۹	۰.۴۷	شوشتر	
۲۲۰	۲.۳۱	۰.۰۱	۰.۰۴	آبادان	
۱۷۳	۲.۱۷	۰.۰۱۴	۰.۰۵	اهواز	آوریل
۶۳	۳.۰۷	۰.۰۰۱	۰.۱۶	بندر ماهشهر	
۹۳	۲.۴۹	۰.۰۰۶	۰.۲۵	بستان	
۸۰	۲.۴۳	۰.۰۰۷	۰.۲۲	رامهرمز	
۲۴۰	۲.۶۳	۰.۰۰۴	۰.۱	اهواز	می
۱۴۵	۲.۵۸	۰.۰۰۴	۰.۲۸	بستان	
۲۶۲	۳.۳	۰.۰۰۰۴	۰.۲	اهواز	ژوئن
۱۷۱	۲.۹۱	۰.۰۰۱	۰.۳۷۵	بستان	
۱۴۸	۲.۹۲	۰.۰۰۱	۰.۴۳	ایذه	
۲۳۳	۲.۰۰۴	۰.۰۲	۰.۲۵	مسجدسلیمان	
۹۲	۲.۰۳	۰.۰۲	۰.۵۷	شوشتر	
۲۳۱	۲.۰۵	۰.۰۱۹	۰.۰۹	اهواز	جولای
۱۶۲	۲.۴۳	۰.۰۰۷	۰.۳۸	بستان	
۲۴۲	۲.۰۹	۰.۰۱۷	۰.۴	صفی‌آباد دزفول	
۱۳۶	-۲.۵۱	۰.۰۰۵	-۰.۲۹	امیدیه	اوت
۸۲	۲.۱	۰.۰۱۷	۰.۰۴۷	اهواز	سپتامبر
۵۲	۲.۸۷	۰.۰۰۱	۰.۲۷	بستان	
۱۰۳	-۲.۱۱	۰.۰۱۷	-۰.۰۵	دزفول	اکتبر
۲۶	-۲.۳۵	۰.۰۰۹	-۰.۳۳	صفی‌آباد دزفول	نوامبر

نتایج آزمون من-کندال در ساعت ۱۵ دیده‌بانی، حاکی از آن است که در اکثر ماه‌ها پدیده گردوغبار روند معنی‌دار افزایشی و کاهشی داشته است که به تفکیک ایستگاه روند متفاوتی را نشان می‌دهد. در ایستگاه آبادان، روند گردوغبار با سطح اطمینان ۹۵ درصد و بیشتر، روند کاهشی و نزولی را ارائه می‌دهد. ایستگاه دزفول و امیدیه و اهواز کشاورزی نیز روند منفی را نشان می‌دهند. سایر ایستگاه‌ها در این ساعت دیده‌بانی روند افزایشی و معنی‌دار در سطح اطمینان بالا داشته است. بیشترین رخداد پدیده گردوغبار در ایستگاه آبادان با تعداد ۵۹۳ روز در ماه ژوئن ثبت شده است (جدول ۶).

بر اساس جدول (۵)، نتایج مقادیر آماره Z در ساعت ۱۲ دیده‌بانی نشان می‌دهد ایستگاه آبادان در ماه‌های ژوئن، اوت و سپتامبر گردوغبار با روند منفی با سطح اطمینان ۹۹ درصد را ارائه می‌دهد. همچنین، ایستگاه دزفول در ماه‌های سپتامبر و دسامبر و ایستگاه هندیجان در ماه می روند معنی‌دار و کاهشی داشته است. سایر ایستگاه‌ها، همان‌طور که در جدول مشاهده می‌شود، مقادیر مربوط به آماره Q مثبت است در نتیجه روند افزایشی دارند. بیشترین فراوانی در ساعت ۱۲ دیده‌بانی مربوط به ایستگاه آبادان است که با تعداد ۶۷۱ روز در ماه ژوئن پدیده گردوغبار به وقوع پیوسته است.

جدول ۴- نتایج آزمون ناپارامتریک من-کندال گردوغبار ساعت ۰۹ دیده‌بانی به تفکیک ماه برای هر ایستگاه (منبع: نگارنده)

ماه	نام ایستگاه‌ها	ساعت ۰۹		
		Z	Pvalue	Q
ژانویه	صفی‌آباد دزفول	-۲.۰۰۵	۰.۰۲۲	-۰.۴۲
فوریه	اهواز	۲.۲۷	۰.۰۱۱	۰.۱
	بندر ماهشهر	۲.۴۳	۰.۰۰۷	۰.۱۶۶
	بستان	۲.۵	۰.۰۰۶	۰.۲۶۷
	مسجدسلیمان	۲.۲۹	۰.۰۱	۰.۲۵
مارس	اهواز	۲.۳۲	۰.۰۱	۰.۰۶
	مسجدسلیمان	۲.۲۴	۰.۰۱۲	۰.۲۵
	اغاچاری	۲.۴۷	۰.۰۰۶	۰.۱۷
آوریل	اهواز	۲.۰۸	۰.۰۱۸	۰.۰۵
	بستان	۳.۴۸۴	۰.۰۰۰۲	۰.۳۷۵
	ایذه	۲.۱۷	۰.۰۱۴	۰.۲۷۲
	رامهرمز	۲.۱۶	۰.۰۱۵	۰.۱۸
می	اهواز	۲.۷۳	۰.۰۰۳	۰.۱
	بستان	۲.۶۲	۰.۰۰۴	۰.۲۵
	مسجدسلیمان	۲.۵	۰.۰۰۶	۰.۱۷
ژوئن	اهواز	۲.۶۳	۰.۰۰۴	۰.۱۲۵
	بستان	۲.۱۷	۰.۰۱۴	۰.۳۴
جولای	اهواز	۲.۵۴	۰.۰۰۵	۰.۱
	بستان	۲.۲۵	۰.۰۱۲	۰.۳۱
اوت	آبادان	-۲.۲۸	۰.۰۱۱	-۰.۰۶
	اهواز	۲.۲۲	۰.۰۱۳	۰.۰۳۳
نوامبر	بندر ماهشهر	-۲.۰۵	۰.۰۲	-۰.۱۶
	صفی‌آباد دزفول	-۲.۹۴	۰.۰۰۱	-۰.۳۳
دسامبر	صفی‌آباد دزفول	-۲.۴۳	۰.۰۰۷	-۰.۳۷

بر اساس نتایج آزمون من-کندال در ساعت ۲۱ دیده‌بانی (جدول ۸)، می‌توان گفت که در این ساعت، فقط سه ایستگاه آبادان و اهواز و بستان پدیده گردوغبار در سطح اطمینان بالا را ثبت کرده‌اند. روند پدیده گردوغبار در این ایستگاه‌ها، روند معنی‌دار و افزایشی است. فقط ایستگاه اهواز در ماه نوامبر روند کاهشی را نشان می‌دهد. بیشترین رخداد گردوغبار مربوط به ایستگاه آبادان یا ۱۱۶ روز در ماه می است.

نتایج آزمون من-کندال در ساعت ۱۸ دیده‌بانی، حاکی از آن است که پدیده گردوغبار در ایستگاه آبادان و دزفول و امیدیه روند کاهشی و نزولی را تجربه کرده‌اند. اهواز، بهبهان، بستان، مسجدسلیمان ایستگاه‌هایی هستند که در این ساعت مقادیر مربوط به آماره Q مثبت است در نتیجه روند افزایشی و معنی‌دار را در سطح اطمینان ۹۵ درصد و بیشتر ثبت کرده‌اند. بیشترین وقوع پدیده گردوغبار در ایستگاه دزفول با ۴۴۹ روز در ماه جولای ثبت شده است (جدول ۷).

جدول ۵- نتایج آزمون ناپارامتریک من-کندال گردوغبار ساعت ۱۲ دیده‌بانی به تفکیک ماه برای هر ایستگاه (منبع: نگارنده)

ماه	نام ایستگاه‌ها	ساعت ۱۲		
		Z	P Value	Q
فوریه	اهواز	۲.۷۶	۰.۰۰۲	۰.۰۵۸

۹۹	۱.۹۸	۰.۰۲۳	۰.۱۸۱	بستان	
۵۹	۲.۵۸	۰.۰۰۴	۰.۳۰۹	رامهرمز	مارس
۱۴۷	۳.۷۵	۰.۰۰۰۰۸	۰.۳۶	بستان	آوریل
۲۹۶	۲.۲۶	۰.۰۱	۰.۰۷	اهواز	می
۱۹۳	۲.۶۲	۰.۰۰۴	۰.۲۶	بستان	
۵۰	-۲.۰۸	۰.۰۱۸	-۰.۲۸	هندیجان	
۶۷۱	-۲.۳۶	۰.۰۰۹	-۰.۰۹	آبادان	ژوئن
۲۲۳	۲.۶۴	۰.۰۰۴	۰.۳۱	بستان	
۲۲۲	۲.۰۴	۰.۰۲	۰.۲۲	بستان	جولای
۱۵۰	۲.۰۸	۰.۰۱	۰.۲۵	صفی آباد دزفول	
۴۸۲	-۲.۴۱	۰.۰۰۷	-۰.۰۸	آبادان	اوت
۲۹۶	-۲.۷۱	۰.۰۰۳	-۰.۰۵	آبادان	سپتامبر
۲۴۰	-۱.۹۷	۰.۰۲۴	-۰.۰۷	دزفول	
۹۸	۲.۲	۰.۰۱۳	۰.۲۱	امیدیه	نوامبر
۳۶	-۲.۱۹	۰.۰۱۴	-۰.۰۶	دزفول	دسامبر

جدول ۶- نتایج آزمون ناپارامتریک من-کندال گردوغبار ساعت ۱۵ دیده‌بانی به تفکیک ماه برای هر ایستگاه (منبع: نگارنده)

ساعت ۱۵				نام ایستگاه‌ها	ماه
روزهای غباری	Z	PValue	Q		
۱۲۶	۲.۸۲	۰.۰۰۲	۰.۰۹۷	اهواز	فوریه
۵۳	۳.۲۷	۰.۰۰۰۵	۰.۲۱۴	بندر ماهشهر	
۹۳	۲.۵۵	۰.۰۰۵	۰.۱۶	بستان	
۱۶۶	۲.۹۲	۰.۰۰۱	۰.۰۸	اهواز	مارس
۷۰	۲.۰۰۹	۰.۰۲	۰.۱۱	بندر ماهشهر	
۵۸	۲.۶۴	۰.۰۰۴	۰.۳۳	رامهرمز	
۷۶	۲.۶۴	۰.۰۰۴	۰.۱۱	بندر ماهشهر	آوریل
۱۲۳	۲.۹	۰.۰۰۱	۰.۳۶	بستان	
۶۲	۲.۵۷	۰.۰۰۴	۰.۲	رامهرمز	
۱۷۶	۲.۹۶	۰.۰۰۱	۰.۲۵	بستان	می
۱۲۸	۲.۳۵	۰.۰۰۹	۰.۲	صفی آباد دزفول	
۵۹۳	-۲.۰۷	۰.۰۱۹	-۰.۰۷	آبادان	ژوئن
۱۹۴	۳.۴۷	۰.۰۰۰۲	۰.۵	بستان	
۱۴۸	۲.۸۷	۰.۰۰۲	۰.۳۳	صفی آباد دزفول	
۹۴	۲.۳۸	۰.۰۰۸	۰.۲۵	شوشتر	
۶۱۹	-۲.۵۴	۰.۰۰۵	-۰.۱	آبادان	جولای
۸۱	-۲.۰۵	۰.۰۲	-۰.۶	اهواز (کشاورزی)	
۱۹۸	۲.۵۲	۰.۰۰۵	۰.۳۱	بستان	
۱۷۰	۲.۸۸	۰.۰۰۱	۰.۲۵	صفی آباد دزفول	
۴۲۶	-۲.۶۴	۰.۰۰۴	-۰.۰۸	آبادان	اوت
۳۷۱	-۲.۱۲	۰.۰۱۶	-۰.۱۴	دزفول	
۴۱	۲.۱۳	۰.۰۱۶	۰.۲۵	ایذه	
۱۱۵	-۲.۰۱	۰.۰۲۱	۰	آبادان	اکتبر
۵۳	-۲.۰۹	۰.۰۱۸	-۰.۲۲۵	امیدیه	

جدول ۷- نتایج آزمون ناپارامتریک من-کندال گردوغبار ساعت ۱۸ دیده‌بانی به تفکیک ماه برای هر ایستگاه (منبع: نگارنده)

ماه	نام ایستگاه‌ها	ساعت ۱۸		
		Z	PValue	Q
فوریه	اهواز	۲.۵۴	۰.۰۰۵	۰.۱۶
مارس	اهواز	۳.۷۵	۰.۰۰۰۸	۰.۱۸
	بستان	۲.۵۶	۰.۰۰۵	۰.۲۲
آوریل	مسجدسلیمان	۲.۱۵	۰.۰۱۵	۰.۳۳
	اهواز	۳.۱۳	۰.۰۰۰۸	۰.۱۱
می	بهبهان	۲.۴۱	۰.۰۰۷	۰.۲۲
	بستان	۲.۸۵	۰.۰۰۲	۰.۲
ژوئن	بستان	۲.۲۴	۰.۰۱۲	۰.۵
	دزفول	-۲.۰۹	۰.۰۱۸	-۰.۱۶
جولای	آبادان	-۲.۲۵	۰.۰۱۲	-۰.۰۷
	دزفول	-۲.۰۵	۰.۰۱۹	-۰.۱۹
	امیدیه	-۲.۱۱	۰.۰۱۷	-۰.۵
اوت	آبادان	-۲.۰۳	۰.۰۲	-۰.۰۵۸
	دزفول	-۲.۷۲	۰.۰۰۳	-۰.۲۲
سپتامبر	دزفول	-۲.۱۴	۰.۰۱۶	-۰.۱۱

جدول ۸- نتایج آزمون ناپارامتریک من-کندال گردوغبار ساعت ۲۱ دیده‌بانی به تفکیک ماه برای هر ایستگاه (منبع: نگارنده)

ماه	نام ایستگاه‌ها	ساعت ۲۱		
		Z	PValue	Q
فوریه	آبادان	۲.۳۶	۰.۰۰۸	۰
	بستان	۲.۱۴	۰.۰۱۶	۰.۱۶
مارس	آبادان	۲.۴۴	۰.۰۰۷	۰.۰۱۶
	اهواز	۳.۸۹	۰.۰۰۰۰۴	۰.۱۶
می	بستان	۲.۴۷	۰.۰۰۶	۰.۲۵
	آبادان	۲.۲۹	۰.۰۱	۰.۰۲۹
سپتامبر	اهواز	۲.۶۷	۰.۰۰۳	۰.۲
نوامبر	اهواز	-۲.۱۹	۰.۰۱۴	-۰.۱۱

روز در ساعت ۱۵ دیده‌بانی ثبت شده است. کمترین رخداد پدیده گردوغبار مربوط به ایستگاه آغاچاری در ساعت ۱۸ و بعد از آن ایستگاه بندر ماهشهر با تعداد ۳۰۹ روز در ساعت‌های ۰۰ و ۱۲ دیده‌بانی را شامل می‌شود. بر اساس نتایج روند، در منطقه مورد مطالعه، در مقیاس زمانی سالانه، تنها ایستگاه آبادان و امیدیه روند کاهشی معنادار در روزهای گردوغبار را نشان می‌دهند. بر اساس مقادیر آماره Z و شیب سن (Q) در سایر ایستگاه‌های مورد مطالعه، روند افزایشی معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد و ۹۹ درصد مشاهده می‌شود.

### تحلیل روند سالانه رخداد گرد و غبار در استان خوزستان

در تمامی ایستگاه‌های مورد مطالعه با توجه به ۸ ساعت دیده‌بانی، سری زمانی سالانه روزهای گردوغباری از لحاظ روند بر اساس روش من-کندال محاسبه گردید که نتایج آن در جدول شماره (۹) درج شده است. بر اساس جدول (۹) بیشترین تعداد رخداد پدیده گردوغبار مربوط به ایستگاه آبادان با ۳۶۰۲ روز گردوغبار در ساعت ۱۲ دیده‌بانی و ۳۰۸۴

جدول ۹- نتایج حاصل از آزمون ناپارامتریک من-کندال برای پدیده گردوغبار سالانه در ۸ ساعت دیده‌بانی (منبع: نگارنده)

۰۶ ساعت				۰۳ ساعت				۰۰ ساعت				نام ایستگاه‌ها
روزهای غباری	Z	PValue	Q	روزهای غباری	Z	P Value	Q	روزهای غباری	Z	Pvalue	Q	
۱۵۰۱	۳.۲۲	۰.۰۰۰۶	۰.۵۹	۱۱۴۱	۳.۷۱	۰.۰۰۰۱	۰.۵۱	۷۴۰	۳.۰۷	۰.۰۰۱	۱	اهواز
				۵۶۶	۲.۰۷	۰.۰۱۸	۰.۶۲۵	۳۰۹	۲.۲۸	۰.۰۱۱	۰.۶۴	بندر ماهشهر
								۳۱۲	۲.۶۲	۰.۰۰۴	۱.۱۸	بهبهان
۸۹۶	۳.۵۴	۰.۰۰۰۱	۱.۹۵	۶۶۷	۳.۶	۰.۰۰۰۱	۱.۶۴	۳۶۷	۳.۴۵	۰.۰۰۰۲	۱.۵	بستان
۷۲۵	۲.۳۸	۰.۰۰۸	۱.۵۵	۶۵۹	۲.۰۶	۰.۰۱۹	۱.۵					ایذه
۱۱۶۷	۲.۶۵	۰.۰۰۳	۱.۴۴	۱۰۵۶	۲.۲۷	۰.۰۱۱	۱.۱۴					مسجدسلیمان
۴۹۳	۲.۲۷	۰.۰۱۱	۱.۵	۴۵۵	۲.۵	۰.۰۰۶	۱.۶۶					شوشتر
۱۵ ساعت				۱۲ ساعت				۰۹ ساعت				نام ایستگاه‌ها
روزهای غباری	Z	PValue	Q	روزهای غباری	Z	P Value	Q	روزهای غباری	Z	Pvalue	Q	
۳۰۸۴	۲.۱۵-	۰.۰۱۵	۰.۳۶-	۳۶۳۲	۱.۹۷-	۰.۰۲۴	۰.۳۵-					آبادان
۲۳۲۱	۲.۰۲	۰.۰۲۱	۰.۳۸					۲۰۴۶	۲.۹۷	۰.۰۰۱	۰.۵۹	اهواز
												بندر ماهشهر
۵۲۲	۱.۹۷	۰.۰۲۴	۱.۳					۵۵۷	۲.۰۵	۰.۰۱۹	۱.۳۵	بهبهان
۱۲۲۲	۳.۱۹	۰.۰۰۰۶	۱.۹۱	۱۳۸۰	۲.۸۹	۰.۰۰۱	۱.۷۳	۱۱۶۰	۲.۹۹	۰.۰۰۱	۱.۸۷۵	بستان
۶۰۶	۲.۲۸	۰.۰۱۱	۱.۵۵	۶۱۰	۲.۳۸	۰.۰۰۸	۱.۵۷	۶۲۵	۲.۵۹	۰.۰۰۴	۱.۸۸	ایذه
				۹۵۸	۱.۹۷	۰.۰۲	۰.۷۸	۱۰۹۳	۲.۲۷	۰.۰۱۱	۱.۰۴	مسجدسلیمان
۹۵۰	۲.۵۹	۰.۰۰۴	۱.۲۶	۸۶۲	۲.۴۷	۰.۰۰۶	۱.۰۷	۱۰۵۰	۲.۲۵	۰.۰۱۲	۱.۳۱	صفی‌آباد
۵۷۵	۲.۰۰۶	۰.۰۲۲	۱.۴۳					۵۳۸	۲.۰۸	۰.۰۱۸	۱.۵۳	شوشتر
				۲۱ ساعت				۱۸ ساعت				نام ایستگاه‌ها
روزهای غباری	Z	P Value	Q	روزهای غباری	Z	Pvalue	Q	روزهای غباری	Z	Pvalue	Q	
								۱۷۱۹	۲.۰۵-	۰.۰۱۹	۰.۲۱-	آبادان
۸۴۰	۳.۲	۰.۰۰۰۶	۰.۸۶					۱۱۵۴	۲.۱۴	۰.۰۱۵	۰.۸	اهواز
۳۰۹	۲.۳۹	۰.۰۰۸	۰.۷۵					۳۳۳	۲.۳۵	۰.۰۰۹	۰.۸۳	بندر ماهشهر
۳۳۵	۲.۲۸	۰.۰۱۱	۱.۲									بهبهان
۳۹۵	۳.۵۱	۰.۰۰۰۲	۱.۸۶					۵۲۴	۳.۸۵	۰.۰۰۰۰۵	۱.۹۷	بستان
۱۰۱۵	۲.۲-	۰.۰۱۳	۱.۴۷-					۱۳۲۵	۲.۱۵-	۰.۰۱۵	۱.۶۱-	امیدیه
								۲۶۴	۲.۲۳	۰.۰۱۲	۱.۰۶	اغاچاری
								۵۸۵	۲.۴۸	۰.۰۰۶	۲	صفی‌آباد

## نتیجه‌گیری

قرار گرفته است در معرض توفان گردوغبار قرار دارد و هر ساله چندین هزار نفر جان خود را بر اثر این توفان غبار از دست می‌دهند و خسارت‌های اجتماعی، اقتصادی، خدماتی به همراه آورده است. گردوغبار یک مسئله مصیبت‌بار آب‌وهوایی است

در قرن حاضر و در طی دهه‌های اخیر گردوغبار به‌عنوان یک چالش فراروی بشری در کشورهای جهان به‌خصوص مناطق گرم و خشک است که کشور ایران هم جز یکی از مناطق گرم و خشک جهان که در عرض جنب حاره (مدار رأس‌السرطان)

که می‌تواند باعث خطرات جدی محیطی شود که سبب تأثیرات نامطلوب بر کشاورزی، صنعت، ترافیک، خدمات، اقتصاد و زندگی روزانه مردم می‌شود و این اثرات مخرب را به‌وفور در منطقه خوزستان به‌خصوص در شهر اهواز مشاهده می‌شود (ایرانی، ۱۳۹۴). در این تحقیق برای بررسی روند ساعتی، ماهانه و سالانه روزهای گردوغباری از ایستگاه‌های هواشناسی همدید استان خوزستان که دارای طول دوره آماری طولانی‌تری بودند و ریز گرد در این ایستگاه‌ها رخداد داده، استفاده شده است. در این تحقیق سعی گردید تا با بررسی روند روزهای گردوغباری جنوب غرب ایران، با آزمون روند من‌کندال و شیب سنس، روند روزهایی که فقط ریزگرد داشتند بررسی شود. در ادامه با استفاده از روش تحلیل روند من-کندال و تخمین گر شیب سنس، اقدام به آشکارسازی روندهای ساعتی، ماهانه و سالانه رخدادهای گردوغبار ۱۹ ایستگاه همدید استان خوزستان طی دوره آماری بدو تأسیس ایستگاه تا سال ۲۰۱۵ گردید. نتایج حاصل از تحلیل فراوانی و تعیین کمینه و بیشینه رخدادهای گردوغباری برای کل ایستگاه‌های منطقه نشان می‌دهد که ماه‌های جولای و ژوئن در همه ایستگاه‌ها ماه‌هایی هستند که با اوج رخدادهای گردوغبار همراه بوده‌اند برعکس در غالب ایستگاه‌ها ماه نوامبر تا ژانویه ماه‌هایی هستند که کمترین رخداد گردوغبار در آن‌ها ثبت شده است. این نتایج حاکی از اوج گرفتن پدیده گردوغبار در ایام گرم سال را نشان می‌دهد. از لحاظ توزیع فراوانی گردوغبار در ساعت‌های دیده‌بانی مختلف نیز ساعت‌ها ۰۹ و ۱۲ ساعت‌هایی بوده‌اند که در ماه‌های جولای و ژوئن، بالاترین رخدادهای گردوغبار را داشته‌اند در حالی که ساعت‌های ۰۰ کمترین تعداد رخدادهای گردوغبار را به خود اختصاص داده است. نتایج آزمون‌های تحلیل روند ماهانه رخدادهای گردوغبار بیانگر آن بود که در ماه ژانویه فقط در ساعت ۰۹ ایستگاه دزفول روند کاهشی معناداری در سطح اطمینان ۹۵ درصد اتفاق افتاده است. بعد از آن ماه دسامبر در ساعت ۱۲ و ۰۹ رخداد پدیده گردوغبار با روند معناداری ثبت شده است. در سایر ماه‌ها و به تفکیک ساعت در ایستگاه‌ها روند معنادار افزایشی و کاهشی برآورد شده است. ایستگاه اهواز جز ایستگاه‌هایی است که در همه ساعت‌های دیده‌بانی، روند افزایشی معناداری دارد. فقط در ساعت ۲۱ در ماه نوامبر

ایستگاه اهواز روند کاهشی و معناداری را به همراه داشته است. در مقیاس سالانه نیز در همه ساعت‌ها روند افزایشی در گردوغبار منطقه موردبررسی مشاهده شده است. نتایج کلی حاکی از آن است که بیشترین تعداد رخدادهای گردوغبار استان خوزستان مربوط به ماه‌های ژوئن و جولای است. در این دو ماه به دلیل گرمایش شدید سطح زمین ناشی از تابش شدید خورشید، کم‌فشارهای حرارتی سطحی در سطح زمین به وجود می‌آید اما در ترازهای میانی جو حاکمیت پرفشار جنب حاره و پایین بودن کف این پرفشار مانع از شدت گرفتن این کم‌فشارها می‌گردد. در این ماه‌ها تابش شدید آفتاب به منطقه موردبررسی و از یک طرف موجب تشدید تبخیر و تعرق و از طرف دیگر باعث هرچه خشک‌تر شدن لایه سطحی خاک منطقه شده و رطوبت خاک و علاوه بر آن رطوبت هوا نیز به شدت کاهش می‌یابد. کم بودن رطوبت خاک، به همراه ایجاد کم‌فشارهای حرارتی در سطح منطقه که زمینه ایجاد بادهای شدید را می‌کند، این توانایی را دارد که ذرات خاک را بالابرد و طوفان‌های گردوغبار ایجاد کند. کمترین رطوبت خاک و رطوبت هوا و بیشترین اختلاف فشار حرارتی مربوط به ساعات گرم روز یعنی ساعات ۱۲ تا ۱۵ است که در این ساعات نیز بیشترین گردوغبار مشاهده گردیده است. در ساعات اولیه صبح و ساعات شب به دلیل کاهش دما، میزان رطوبت نسبی هوا بالا رفته و علاوه بر این اختلاف فشار که محرک اصلی ایجاد باد است، در این ساعات از شبانه‌روز به کمترین میزان خود می‌رسد بنابراین در این ساعات کمترین میزان گردوغبار ثبت شده است. در ماه‌های دسامبر تا فوریه نیز که کمترین میزان گردوغبار مشاهده شده است، ناشی از بالا بودن رطوبت خاک و رطوبت هوا بوده است که مانع از ایجاد گردوغبار شده است. نتایج تحلیل آماری بررسی شده در این پژوهش، با مطالعه احمدی و همکاران (۱۴۰۰) مطابقت دارد که در تحقیق ذکر شده نیز ماه ژوئن و جولای بیشترین فراوانی را به لحاظ رخداد پدیده گردوغبار داشته‌اند. نتایج روند سالانه تحقیق با مطالعه‌ی باعقیده و احمدی (۱۳۹۳) مطابقت دارد که ایستگاه اهواز در اکثر ساعت‌ها و ماه‌هایی که پدیده گردوغبار رخ داده است دارای روند معناداری و افزایشی است. تفاوت تحقیق حاضر از این جهت است که رویکرد ساعتی در دو مقیاس سالانه و ماهانه در نظر گرفته شده است و روند رخداد

of climate change on the humidity of the lower levels of the atmosphere and its relationship with the occurrence of dust in the southwest of Iran. First International Dust Conference, 131-137.

- 9- Irani Dodran, Leila. (2014). Synoptic analysis of index dust storms in western Iran. Supervisor: Betul Zainal, Master's thesis, Mohaghegh Ardabili University, Faculty of Literature and Humanities.
- 10- Khoshakhlagh, F., M. S Najafi, and M. Samadi. 2012. "An Analysis on Synoptic Patterns of Springtime Dust Occurrence in West of Iran." *Physical Geography Research Quarterly* 44 (2):99-124. Doi: 10.22059/jphgr.2012.29209. (In Persian).
- 11- Lee Eun-Hee, Sohn Byung-ju. 2011. Recent increasing trend in dust frequency over Mongolia and Inner Mongolia regions and its association with climate and surface condition change, *Atmospheric Environment*, 45:4611-4616.
- 12- Middleton, N. 2019. Variability and trends in dust storm frequency on decadal timescales: Climatic drivers and human impacts. *Geosciences*, 9(6), p.261.
- 13- Mofidi, A., Jafari, S. (1390). Investigating the role of regional atmospheric circulation over the Middle East in the occurrence of summer dust storms in southwest Iran. *Geographical Studies of Arid Regions*, 5: 17-45.
- 14- Mohammad, L., Mondal, I., Bandyopadhyay, J., Pham, Q.B., Nguyen, X.C., Dinh, C.D. and Al-Quraishi, A.M.F. 2022. Assessment of spatio-temporal trends of satellite-based aerosol optical depth using Mann-Kendall test and Sen's slope estimator model. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 13(1), pp.1270-1298.
- 15- Namdari S., Karimi N., Sorooshian A., Mohamadi G.H., and Sehatkashani S. 2018. Impacts of climate and synoptic fluctuations on dust storm activity over the Middle East. *Atmospheric Environment*, 173: 265-276.
- 16- Nohegar, Ahmad, asadollah khorani, and Ehsan Tamassoki. 2013. "Climate Analysis of suspended Dust Storms in Sar-Pol-Zohab Station (1986 to 2009)." *Journal of Geography and Environmental Hazards* 2 (2): Doi: 10.22067/geo.v0i0.13768.
- 17- Pease, P.P, Tchakerian, V.P., Tindale, N.W. 1998. Aerosols over the Arabian Sea: geochemistry and source areas for aeolian desert dust. *Journal of Arid Environments* 39.
- 18- Petrovich, Yuri و Zandi, Rahman. 2013. Statistical analysis of dust storms in Province Khuzestan, The second international

پدیده گردوغبار بر حسب ساعت‌های مختلف دیده‌بانی در مقیاس سالانه و ماهانه لحاظ شده است. از آنجا که هدف اساسی این تحقیق پایش ساعتی گردوغبار در استان خوزستان بوده است، لذا میتوان از خروجی آن به عنوان یک ابزار پایش هشدار برای افراد مستعد بیماری‌های قلبی و عروقی و کودکان و سالمندان استفاده نمود و از طریق آن ساعت‌های را که ریسک رخداد شدید گردوغبار وجود دارد پایش بینی نمود.

### منابع

- 1- Ahadi P, Khaledi S, Ahmadi M. Statistical monitoring of dust phenomenon in Khuzestan province with hourly approach. 2021. *Jgs*; 21 (60):259-277. URL: <http://jgs.khu.ac.ir/article-1-3494-fa.html>.
- 2- Ahmadi H, Baaghdeh M. The analysis of dust hazard occurrence and its variations trend in west and southwest of Iran. *Jorar* 2014; 6 (2). URL: <http://jorar.ir/article-1-183-fa.html>.
- 3- Akbari Mehri, Farahbakhshi Melodi. Synoptic analysis and path simulation of severe dust storms (case study: Southwest Iran). *Geographical space*. 1395; 16 (55):273-291. <http://geographical-space.iaua-har.ac.ir/article-1-1803-fa.html>.
- 4- Borouhghani, Mahdi. 2022. "Investigating the Trend of Changes and Correlation between the Occurrences of Dust in Iran." *Applied Soil Research* 10 (1):69-81.
- 5- Faryabi, A., Matinfar, H, R., Alavi Panah, S, K., and Norouzi, A, A. 2019. "Dust detection in western and southwestern Iran based on DAI index algorithm and Modis spectral data." *Environmental Sciences* 17 (3):151-162. Doi: 10.29252/envs.17.3.151.
- 6- Ghamkhar, M., Roustaei, F. and Ebrahimi-Khusfi, Z. 2023. Spatiotemporal variations of internal dust events in urban environments of Iran, Southwest Asia. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(11), pp.29476-29493. (In Persian).
- 7- Haidari H, Yarahmadi D, Karampour M. Identification of potential sources of dust in Lorestan province. *Journal of Spatial Analysis Environmental Hazards* 2020; 7 (3):95-106. URL: <http://jsaeh.khu.ac.ir/article-1-3402-fa.html>.
- 8- Heydari, Mohammad Amin; Farmarز, Khoshakhlagh. (2014). Analyzing the effect

- Yan, J. W. (2021). Rapid rises in the magnitude and risk of extreme regional heat wave events in China. *Weather and Climate Extremes*, 34, 100379.
- 24- Yan, Y. et. al. (2017), Characterizing spatial-temporal changes of heat waves in China using center of gravity analysis, *Physical Geography*, 38, 4, 379-391.
- 25- Yazdanpanah, H., & Alizadeh, T. (2011). estimating the probability of different duration heat waves occurrence in kerman, province using markov chain. *Geographical research*, 26(3 (102)), 51-71. SID. <https://sid.ir/paper/29715/en>.
- conference on environmental hazards, Tehran.
- 19- Rasouli, A.A., sari sarraf, B., & mohammadi, G.H. (2011). Long term trend analysis of observed dusty days in the west of Iran, applying non-parametric statistics. *Journal of physical geography*, 4(11), 1-16. (In Persian).
- 20- Shahkooeei, E, and Rahmani, T. 2019. "Dust Risk Assessment in Northwest of Iran." *Spatial Planning* 9 (2):57-80. Doi: [10.22108/sppl.2019.113366.1304](https://doi.org/10.22108/sppl.2019.113366.1304).
- 21- Sobhani, Behroz, and Vahid Safarian zengir. 2019. "Analysis and prediction of Dust phenomenon in the southwest of Iran." *Journal of Natural Environmental Hazards* 8 (22):179-198. Doi: [10.22111/jnch.2019.28148.1481](https://doi.org/10.22111/jnch.2019.28148.1481).
- 22- Statistical Center of Iran. (2015). Synoptic data of the National Meteorological Organization.
- 23- Taherzadeh Mousaviyan, M. (1390). Global warning to prevent dust storms, *Journal of Forestry and Environment*, <http://www.boomesa.com>.