نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال بیست و یکم، شماره ۶۰، بهار ۱۴۰۰

# پایش آماری پدیده‌ی گردوغبار در استان خوزستان بارویکرد ساعتی

**دریافت مقاله:** ۹۸/۵/۱۰ **پذیرش نهایی:** ۹۸/۱۰/۳۰

**صفحات:** ۲۷۷-۲۵۹

**پریسا احدی:** دانشجوی دکتری آب و هواشناسی شهری، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علوم زمین، تهران، ایران.
**Email**: P_ahadi@sbu.ac.ir
**شهریار خالدی** : استاد آب و هواشناسی، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علوم زمین، تهران، ایران.[1]
**Email:** S-khaledi@sbu.ac.ir
**محمود احمدی:** دانشیار آب و هواشناسی، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علوم زمین، تهران، ایران.
**Email**: Ma_ahmadi@sbu.ac.ir

## چکیده

**گردوغبار به رسوبات با اندازه کمتر از ۱۰۰میکرون که به صورت ذرات معلق انتقال می‌یابد، اطلاق می‌شود. توفان‌های گردوغبار هر سال در مناطق خشک و نیمه‌خشک در عرض‌های جنب‌حاره رخ می‌دهد. منطقه غرب آسیا، از جمله شبه جزیره عربستان، عراق و ایران و مخصوصا خوزستان به عنوان یکی از مهمترین منابع گردوغبار شناخته شده‌است . هدف از این پژوهش بررسی فراوانی و میزان روند پدیده گردوغبار در مقیاس ساعتی، ماهانه، فصلی و سالانه طی دوره آماری ۲۰۱۵-۱۹۹۵ در استان خوزستان می‌باشد. روش کار در این پژوهش مبتنی بر محاسبه آماری پارامترهای مربوط به ریزگرد و تجزیه تحلیل آماری داده‌ها به روش برآورد شیب سن و آزمون من-کندال و تهیه نقشه‌های توزیع فضایی پدیده گردوغبار می‌باشد. نتایج نشان داد ۷۸/۵۷ درصد رویدادهای گردوغباری بین ساعات ۹/۳۰-۱۵/۳۰به وقت محلی همزمان با گرمایش زیاد زمین، خشکی خاک و اختلاف فشار محلی اتفاق افتاده است. محاسبه روند در همه ساعات روز روند افزایشی و معنادار را نشان داده است که بیشترین افزایش مربوط به ساعت ۱۲/۳۰ و ۹/۳۰ شب می‌باشد. ۴۹درصد روزهای گردوغباری به ترتیب مربوط به ماه‌های ژوئیه، ژوئن و می می‌باشد همچنین ۷۳ درصد روزهای گردوغباری در فصول بهار و تابستان رخ داده‌است که مرتبط با افزایش دما و خشکی منابع آب و خاک در استان خوزستان است. توزیع فضایی گردوغبار به صورت فصلی و سالانه نشان می‌دهد بیشترین روزهای گردوغبار در همه فصول مربوط به نیمه غربی استان است که نشان‌دهنده غلبه کانون‌های خارجی به عنوان منشا اصلی ریزگرد و اهمیت عامل توپوگرافی در این منطقه می‌باشد. توزیع فضایی آماره Q نیز مبین افزایش شدید ریزگرد در بیست سال اخیر در نواحی جنوب شرقی ، جنوب و مرکزی استان و در ساعات پایانی روز می‌باشد که بیانگر توسعه فعالیت کانون‌های داخلی در افزایش روند ریزگرد در دهه‌های اخیر است.**

**کلید واژگان:** گردوغبار،خوزستان، من-کندال،پایش آماری،رویکرد ساعتی

---

۱. **نویسنده مسئول**: تهران، اوین، میدان شهید شهریاری، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علوم زمین

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1400.21.60.2.8 ]
[ DOI: 10.52547/jgs.21.60.259 ]

**مقدمه**

گردوغبار [۲]یا ریزگرد توده‌ای از ذرات جامد ریز غبار و گاه دود است که در جو پخش شده است و دید افقی را میان ۱ و ۲ کیلومتر محدود می‌کند(میلر و همکاران[۳], ۱۱:۲۰۰۸) به طور معمول، گردوغبار به رسوبات با اندازه کمتر از ۱۰۰میکرون که به صورت ذرات معلق انتقال می یابد، اطلاق می‌شود (هوسر و همکاران[۴]، ۲۵۵:۲۰۰۱). ریزگردها طبق اندازه آن ها طبقه بندی می شود ذراتی که اندازه قطر آن ها از ۱۰ میکرون کمتر است به PM10[۵] و ذراتی که قطر آن ها از ۲/۵ میکرون کمتر باشد به PM2.5 اشاره دارد. ذرات ریز معمولا با PM2.5 و ذرات فوق ریز با PM0.1 مرتبط است. ولی عملاً فقط ذرات گردوغباری که زیر ۰/۱میلیمتر قطر دارند می-توانند به مدت طولانی معلق در هوا قرار گرفته و توفان‌های گردوغبار را ایجادکنند (کریمی، ۲۸:۲۰۱۳). توفان-های گردوغبار رخداد طبیعی هستند که هر سال مناطق خشک و نیمه خشک به ویژه در عرض های جنب حاره رخ می‌دهند(گودی, ۸۹:۲۰۰۹).

از دلایل لزوم بررسی و مطالعه این پدیده، تاثیر بسیار گسترده‌ی آن بر اتمسفر و شرایط اقلیمی کره زمین است(پارک[۶]و همکاران، ۲۵۹۴:۲۰۰۵). ذرات گردوغبار هنگام ورود به جو سبب جذب و پراکنش اشعه های خورشیدی شده و بدین سبب درجه حرارت سیاره زمین را تحت تاثیر قرار می‌دهد (هایوود[۷]و همکاران، ۱۱:۲۰۰۳). همچنین مطالعات نشان می‌دهند که پدیده ی گردوغبار می تواند بخش‌های مختلف اعم از زیست بوم های دریایی، کشاورزی، زیر ساخت های عمرانی، صنعت، اقتصاد، بهداشت و سلامت را متاثر سازد(جیکلز[۸]و همکاران، ۶۹:۲۰۰۵؛ اسچولارت و همکاران، ۳۵۲۹:۱۹۹۸؛ بوچانی و همکاران، ۱۴۴:۱۳۸۹، خالدی ،۱۰۶:۱۳۹۲). به گونه‌ای که تنفس هوای آلوده باعث نفوذ ذرات گردوغبار به داخل کیسه های هوایی شده که بی نظمی در ضربان قلب و حملات شدید قلبی و مشکلات تنفسی و سردردهای شدید و ضعف در بینایی و بیماری های پوستی را منجر می‌شود(شاهسونی، ۸۰:۲۰۱۲؛ موسوی و همکاران۱۱۳:۱۳۹۲). بنابراین پیامدهای وقوع این توفان‌ها در سال‌های اخیر توجه بسیاری از محققان را به خود معطوف داشته است. بطوریکه پژوهش-ها و تحقیقات زیادی در مناطق مختلف جهان در این زمینه صورت گرفته است. چن[۹]و همکاران(۲۵۰:۲۰۱۴ ) تغییرات زمانی و مکانی روزهای غباری و ارتباط آن با پارامترهای هواشناسی از سال (۲۰۱۳ -۱۹۶۱)در سه کلانشهر(پکن،نانجینگ[۱۰]و گوانگژو[۱۱]) را با استفاده از آزمون‌های آماری من-کندال و ضریب همبستگی پیرسون

۲ . Dust
۳ . Miller
۴ . Houser
۵ . Particularte Matter
۶ . Park
۷ . Haywood
۸ . Jickells
۹.Chen
۱۰.Nanging

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1400.21.60.2.8 ]
[ DOI: 10.52547/jgs.21.60.259 ]

مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که روند سالانه و ماهانه روزهای غباری در هر ۳ شهرافزایشی و با سطح اطمینان ۹۹درصد معنی‌دار می‌باشد. همچنین فراوانی روزهای غباری نشان می‌دهد همبستگی مثبت قوی بین روزهای بدون باد و بدون بارندگی وجود دارد. میدلتون‌و همکاران[۱۲](۲۰۱۹) نیز به بررسی تغییرپذیری فرکانس توفان‌های گردوغبار در مقیاس زمانی ده ساله از سه کمربند گردوغبار (نواکچوت[۱۳]در موریتانی؛ زابل در ایران و مینکین[۱۴]در چین) پرداخته‌اند و به این نتیجه رسیدند که در نواکچوت از اوخر دهه ۱۹۸۰، در زابل در سال۲۰۰۴ و در مینکن چین از اواخر دهه ۱۹۷۰توفان‌ها کاهش یافته‌اند. همچنین نتایج آن‌ها نشان داد که در کاهش دوره فرکانس توفان‌ها نقش عوامل طبیعی(بارش،باد) تاثیر بیشتری نسبت به فعالیت‌های انسانی داشته است.

از جمله پژوهش‌هایی که به بررسی روند این پدیده مخرب آب و هوایی در ایران پرداخته‌اند می توان به پژوهش رسولی وهمکاران(۱۳۹۰) اشاره کرد که براساس روش‌های آماری به تحلیل روند وقوع پدیده گردوغبار ایران با دو روش آماری ناپارامتری من-کندال و سنس[۱۵]پرداختند. نتایج پژوهش آنها نشان داد که با توجه به ساختار داده‌های ورودی، روش‌های آماری من-کندال و سنس کارایی بسیار مناسبی را برای تحلیل روند پدیده گرد غبار از خود نشان دادند، همچنین قویدل و همکاران(۱۳۹۷) به یررسی تغییرات زمانی توفان‌های گردوغبار خرم آباد با استفاده از روش تحلیل روند خطی،پلی نومال و آزمون ناپارامتری من کندال پرداختند. بر اساس نتایج این پزوهش در اغلب ماه‌های سال و سه فصل، بهار ، تابستان و پاییز وقوع این توفان‌ها معنی‌دار و با شیب نسبتا زیادی در حال افزایش است. طاووسی و همکاران(۱۳۹۱) مدلسازی سری های زمانی پدیده گردوغبار شهر اهواز را طی دوره آماری ۲۰۰۵-۱۹۵۱ مورد ارزیابی قرار دادند، بر اساس نتایج به دست آمده بیشینه روزهای گردوغباری در دوره گرم سال رخ می‌دهد. همچنین، فراوانـی روزهای گردوغباری در نیمه دوم دوره آماری نسبت به دوره اول افزایش چشمگیری (دو برابر) داشته است.

با توجه به مطالعات صورت گرفته در این زمینه از آنجا که ایران در جنوب غرب آسیا و در نوار خشک جهان واقع شده است فلات مرکزی آن به عنوان یکی از معروفترین مناطق خشک جهان با این مسئله مواجه است. اولین واقعه توفان گردوغبار در منطقه جنوب غرب ایران و کشور عراق در بین سال های ۱۳۶۳ تا ۱۳۶۷ گزارش شده-است (رشنو ،۱۳۸۸:۱۶). با نگاهی به روند شکل گیری این پدیده مخرب در می‌یابیم که تا سال ۱۳۸۰ این پدیده گذرا بوده است. اما در سال های بعد ، این پدیده به تدریج در شهرهای جنوبی گسترش یافت به طوریکه در سال ۱۳۸۷ ، ۱۸ استان کشور را فرا گرفته و اثرات منفی زیادی را به سلامت انسان و محیط زیست و حتی بر اقتصاد کشور وارد ساخت (چوپانی ،۱۳۸۸:۱۰). بنابراین با توجه به این مطالعات و قرارگیری ایران در کمربند گرم و خشک و وقوع هرساله این توفان ها و مشکلات ناشی از آن در دهه های اخیر در این پژوهش برآنیم به بررسی

۱۱.Guangzhou

۱۲ . Middleton

۱۳ . Nouakchott

۱۴ . Minqin

۱۵ . Sen’s Slope Estimator Nonparametric

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.22287736.1400.21.60.2.8 ]

[ DOI: 10.52547/jgs.21.60.259 ]

فراوانی و میزان روند ساعتی، ماهانه، فصلی و سالانه این پدیده در استان خوزستان طی دوره آماری ۲۰ ساله (۱۹۹۵-۲۰۱۵) بپردازیم.

براساس گزارش سازمان هواشناسی جهانی منطقه غرب آسیا، از جمله شبه جزیره عربستان ، سوریه، عراق و ایران به عنوان یکی از مهمترین منابع اولیه گردوغبار شناخته شده است( بلورانی و همکاران، ۲۰۱۳:۴۱۵، کایو[۱۶]و همکاران، ۵۶۷:۲۰۱۵). در دهه‌های اخیر علاوه بر گسترش مناطق تحت تاثیر پدیده ریزگرد در کشور تعداد و شدت این توفان‌ها نیز به نحو قابل ملاحظه‌ای افزایش یافته است, به عنوان مثال بین سال‌های ۸۱-۸۸ تعداد رخداد این پدیده در استان خوزستان از ۱۰ مورد به ۵۵ مورد افزایش یافته است(زلقی و همکاران، ۱۱:۲۰۱۴) براساس گزارش سازمان بهداشت جهانی(WHO) شهر اهواز با داشتن میانگین سالانه ۳۷۲ میکروگرم ذرات PM10 در هر متر مکعب به عنوان آلوده ترین شهر جهان از نظر ذرات معلق در سال ۲۰۱۱ معرفی شده است(شاهسونی، ۱۹۲:۱۳۹۱، صادقی و همکاران، ۱۷۷:۱۳۹۳). که این امر موجب مشکلات عدیده‌ی تنفسی و قلبی برای ساکنین در این نواحی شده است(گریوانی[۱۷]و همکاران، ۲۹۷:۲۰۱۱، زلقی و همکاران, ۱:۱۳۹۳، سبز عیلیپور و همکاران, ۱۷:۲۰۱۶). از اینرو می‌توان با بررسی ویژگی‌های آماری و الگوهای زمانی و مکانی پدیده گردوغبار اقدامات مفیدی در جهت پیش‌بینی، مدیریت و برنامه ریزی جهت کاهش پیامدهای این پدیده در مناطق مورد مطالعه به عمل آورد.

## روش تحقیق

### منطقه مورد مطالعه

استان خوزستان با مساحتی حدود ۶۴/۰۵ کیلومتر مربع ، بین°۴۷ و "۳۸ تا °۵۰ و"۳۳ طول شرقی و°۲۹ و "۵۷ تا °۳۳ عرض شمالی از خط استوا، در جنوب غربی ایران واقع گردیده است(زراسوندی،۱۴۵:۱۳۹۴). شرایط اقلیمی این منطقه تابع عوامل محلی(مانند عرض جغرافیایی و ارتفاع) و بیرونی (مانند سیستم های فشار و توده های هوا) می‌باشد(علیجانی، ۷:۱۳۹۲). این استان حدود ۴درصد از کل مساحت کشور را به خود اختصاص داده که از این حیث دهمین استان کشور محسوب می‌شود و با جمعیتی معادل ۴۷۱۰۵۰۶ نفر (۱۳۹۵)، پنجمین استان پرجمعیت ایران محسوب می‌شود شکل(۱).

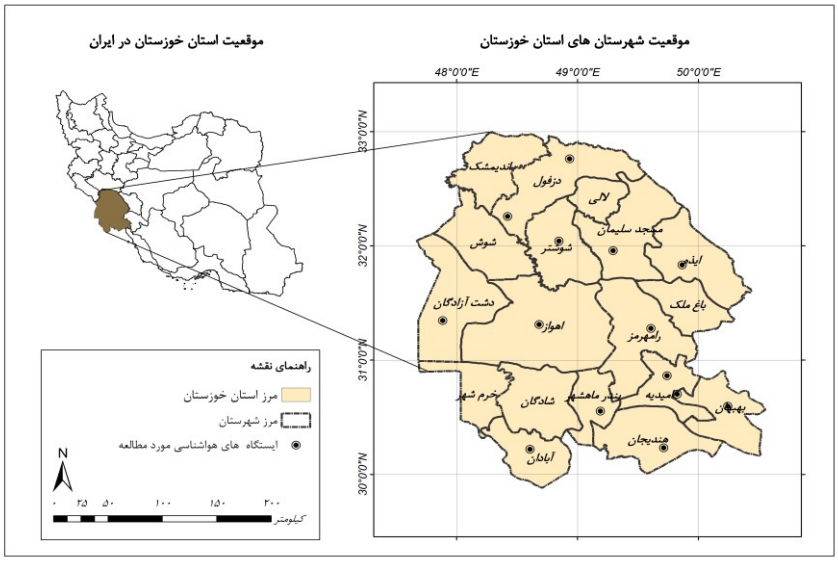
۱۶ . Cao, H

۱۷ . Gerivani

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.22287736.1400.21.60.2.8 ]

[ DOI: 10.52547/jgs.21.60.259 ]




**شکل(۱). نقشه ی منطقه مورد مطالعه**

## روش شناسی

در این تحقیق ۱۴ ایستگاه سینوپتیک با دوره آماری ۲۰ ساله (۲۰۱۵ – ۱۹۹۵) برای استان خوزستان انتخاب شد. پس از انتخاب ایستگاه‌ها، کدهای دیده‌بانی برای دوره آماری مورد نظر به صورت ساعتی(۸ بار دیده بانی در روز) از سازمان هواشناسی اخذ گردید جدول(۱). جهت پردازش، ابتدا داده های مربوط به گردوغبار بر اساس کدهای یازده‌گانه گردوغبار سازمان هواشناسی جهانی(WMO) فیلتر و جدا سازی شد. سپس داده های مفقود شناسایی گردید، که از بین ایستگاه‌های مورد مطالعه ایستگاه هندیجان از آمار ناکافی برخوردار بود. جهت بازسازی این داده ها از روش رگرسیون خطی در محیط نرم افزار MATLAB استفاده شد.

**جدول(۱). کدهای هوا شناسی تعریف شده توسط سازمان جهانی هواشناسی برای پدیده گردوغبار**

| کد مخابره | شرح |
|---|---|
| ۰۶ | گردوغبار معلق در هوا که در اثر توفان شن و خاک از نقاط دور به ایستگاه آمده است. |
| ۰۷ | گردوغبار یا شنی که به وسیله باد درایستگاه یا نزدیک آن در ساعات دیده‌بانی بلند شده‌است. |
| ۰۸ | گردباد ماسه ای طی یک ساعت گذشته اتفاق افتاده است. |
| ۰۹ | طی یک ساعت گذشته توفان ماسه یا گردوغبار اتفاق افتاده است. |
| ۳۰ | توفان ماسه یا گردوغبار که طی ساعت گذشته تضعیف شده است. |
| ۳۱ | توفان ماسه یا گردوغبار که طی ساعت گذشته تغییری نکرده است . |
| ۳۲ | توفان ماسه یا گردوغبار که طی ساعت گذشته تشدید شده است. |
| ۳۳ | توفان ماسه یا گردوغبار شدید که طی ساعت گذشته تضعیف شده است. |
| ۳۴ | توفان ماسه یا گردوغبار شدید که طی ساعت گذشته تغییر نکرده است. |
| ۳۵ | توفان ماسه یا گردوغبار شدید که طی ساعت گذشته تشدید شده است. |
| ۹۸ | توفان های رعد همراه با توفان های گردوغبار یا توفان ماسه در زمان مشاهده |

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1400.21.60.2.8 ]
[ DOI: 10.52547/jgs.21.60.259 ]

در مرحله بعد فراوانی روزهای گردوغبار به صورت ماهانه، فصلی و سالانه استخراج شد.(گردوغبار در این تحقیق روزی است که طی یک شبانه روزحداقل یک‌بار کدهای مورد نظر گزارش شده باشند) (ولی و همکاران،۱۹۲:۱۳۹۵). سپس با استفاده از روش ناپارامتریک من-کندال و محاسبه شیب سن در محیط نرم افزار MINITAB روند گردوغبار برای هر ایستگاه در مقیاس ساعتی، فصلی، سالانه محاسبه گردید و در نهایت نقشه توزیع فصلی و سالانه روزهای همراه با گردوغبار و همچنین میزان روند پدیده گردوغبار طی دوره آماری مورد نظر در محیط ARCMAP به روش Kriging ترسیم گردید.

برای انجام این پژوهش علاوه بر مطالعات اسنادی و کتابخانه‌ای جهت انجام تجزیه و تحلیل آماری و ترسیم نقشه و نمودارها از نرم افزارهای MINITAB, ARCMAP,EXCEL استفاده گردید.در ادامه شرح محاسباتی آماره این آزمون ارائه خواهد شد.

## روش تعیین روند

### برآورد شیب واقعی یک روند در سری زمانی با آزمون سن و من-کندال:

آزمون ناپارامتریک من-کندال توسط من[۱۸]درسال ۱۹۵۴ ارائه و سپس توسط کندال[۱۹]در سال ۱۹۷۵ تکمیل گردید، این آزمون بر پایه ی مرتبه داده‌ها در یک سری زمانی استوار است. مزیت این روش نسبت به سایر آزمون‌های تعیین روند، استفاده از مرتبه داده‌ها در سری زمانی بدون در نظر گرفتن مقدار متغیرها می‌باشد که به دلیل وجود چنین خاصیتی، می توان از این آزمون برای داده‌های دارای چولگی نیز استفاده کرد و نیازی نیست که داده‌ها در قالب توزیع خاصی درآیند (باقرپور و همکاران،۱۳:۱۳۹۵).

فرض مورد بررسی دراین آزمون بصورت زیر می‌باشد:

H0: داده‌ها بصورت تصادفی توزیع شده اند (روند ندارند)

H1: داده‌ها دارای روند هستند

در این آزمون، اگر $X_1, X_2, \ldots, X_n$ مشاهدات مورد نظر باشند، آنگاه داریم رابطه(۱):

رابطه(۱):

$$s = \sum_{k-1}^{n-1} \sum_{j-k+1}^{n} \operatorname{sgn}(x_j - x_k)$$

که در آن $X_j$ مقدار داده J ام و sgn تابع علامت می‌باشد که بصورت رابطه(۲) تعریف می گردد:

رابطه(۲):

$$\operatorname{Sgn}(X) = \begin{cases} +1 & if\,(x_j - x_k) > 0 \\ 0 & if\,(x_j - x_k) = 0 \\ -1 & if\,(x_j - x_k) < 0 \end{cases}$$

در واقع در این آزمون هر داده با داده‌های پس از خود مقایسه می‌شود، در این مرحله می توان بجای مقادیر اصلی داده‌ها، از مرتبه داده‌ها در مجموعه مورد نظر(سری زمانی) استفاده کرده و مرتبه‌ها را به همین روش

۱۸.Mann

۱۹.Kendall

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.22287736.1400.21.60.2.8 ]

[ DOI: 10.52547/jgs.21.60.259 ]

مقایسه نمود(بابایی و همکاران، ۳۸۰:۱۳۹۳). به این دلیل، این آزمون یک آزمون بر پایه مرتبه داده‌ها( Rank Base) می‌باشد. با فرض اینکه داده‌ها مستقل بوده و توزیع یکنواختی دارند، میانگین و واریانس S از رابطه(۳) بدست می آید(معروف نژاد و همکاران، ۱۵۷:۱۳۹۵) :

رابطه(۳):

$$E(S) = 0$$

$$Var(S) = \frac{n(n-1)(2n+5)-\sum_{i=1}^{m} t_i\,(t_i-1)(2t_i+5)}{18}$$

در رابطه(۳) n : تعداد داده ها، m: تعداد گره‌ها و t : تعداد داده‌ها در هرگره می‌باشد. منظور از گره این است که اگر از یک مقدار داده، بیشتر از یکی وجود داشته باشد، این مقدار مساوی، تشکیل یک گره را می‌دهند و تعداد این مساوی در گره mام برابر t می‌باشد.

آماره این آزمون(Z) دارای توزیع نرمال بوده و از رابطه(۴) بدست می‌آید.

رابطه(۴):

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{Var(S)}} & if \quad S > 0 \\ 0 & if \quad S = 0 \\ \frac{S-1}{\sqrt{Var(S)}} & if \quad S < 0 \end{cases}$$

این آزمون، یک آزمون دوطرفه است. بنابراین در صورتی که $|Z| \leq Z_{\alpha/2}$ باشد، در سطح اطمینان α فرض صفر پذیرفته می‌شود و در غیر اینصورت، فرض صفر رد خواهد شد. در حالت رد فرض صفر(یعنی وجود روند)، در صورتی که Z>0 باشد، سری زمانی دارای روند مثبت(صعودی)و در صورتی که Z<0 باشد، سری زمانی داری روند منفی (نزولی)خواهد بود.(قصاب فیض و همکاران، ۱۱۶:۱۳۹۶)

اگر روند در سری داده ها مشاهده شد , جهت برآورد نمودن شیب واقعی(میزان تغییر در واحد زمان) می‌توان از روش ناپارامتریک سنس استفاده نمود.در این روش ابتدا باید شیب هر جفت داده ی متوالی سری را از رابطه(۵) به دست آورد(محمدی، ۱۰۱:۱۳۹۰) :

رابطه(۵):

$$Qi = \frac{(x_j - x_k)}{J-K} FOR\ j = 1,2,3, \ldots, n$$

که در این رابطه $X_j$ و$X_k$ به ترتیب مقادیر داده ها در زمان j و k است که با هم یک واحد زمانی اختلاف دارند. $Q_i$ مقدار میانه ی n برآورد شده شیب نمودار سن است.اگر n فرد باشد, شیب سن به صورت رابطه(۶) محاسبه می‌شود:

رابطه(۶):

$$Q_{med} = Q_{(n+2)/2}$$

اگر n زوج باشد ,شیب سن از رابطه(۷) به دست میاید:

رابطه(۷):

$$Q_{med} = Q_{(n)/2} + Q_{(n+2)/2}$$

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1400.21.60.2.8 ]
[ DOI: 10.52547/jgs.21.60.259 ]

اگر مقدار $Q_{med}$ با آزمون دو طرفه در سطح اطمینان $100(1-\alpha)\%$ بررسی شود شیب واقعی نمودار را می-توان به دست آورد (ویوکاناندان[۲۰], ۱۰۵:۲۰۰۷).

## نتایج

### روند ساعتی پدیده گردوغبار

ارزیابی ساعتی پدیده گردوغبار طی دوره آماری (۱۹۹۵_۲۰۱۵) در استان خوزستان نشان می‌دهد که از ۱۴ایستگاه همدید مورد مطالعه ۷۸/۵۷درصد مقادیر بیشینه رویدادهای گردوغباری در ساعت‌های ۹/۳۰ تا ۱۵/۳۰بعد از ظهر اتفاق افتاده‌است، که در این بین بیشینه رویداد گردوغباری در ساعت ۱۵/۳۰ ایستگاه بستان(NDD:۴۹/۳۳[۲۱]) و کمترین فراوانی مربوط به ساعت ۳/۳۰ بامداد به وقت محلی در ایستگاه هندیجان(NDD:۹/۱۰) می‌باشد. کمینه رویداد گردوغباری به استثنا دو ایستگاه بندر ماهشهر و آبادان با یک اختلاف جزیی کمتر از یک روز که در ساعت ۱۲/۳۰ شب اتفاق افتاده است در سایر ایستگاه‌های مورد مطالعه این کمیت در ساعت ۳/۳۰ بامداد به دست آمده است.

براساس میانگین تعداد روزهای گردوغبار در هر ساعت به ترتیب بیشترین و کمترین مقادیر پدیده مربوط به ساعت ۱۲/۳۰ ظهر و ۳/۳۰ بامداد برابر با ۳۴/۲۶ و ۱۸/۴۳ روز می‌باشد , میانگین روزهای همراه با گردوغبار از ساعات ابتدایی بامداد به طرف ظهر همراه با روند افزایشی و از ساعت ۱۲/۳۰ ظهر به طرف ساعات پایانی روز روند کاهشی را نشان می‌دهد جدول(۲).

**جدول(۲). میانگین تعداد روزهای گردوغباردر ساعات دیده‌بانی**

| | ساعت ۳.۳۰ | ساعت ۶.۳۰ | ساعت ۹.۳۰ | ساعت ۱۲.۳۰ | ساعت ۱۵.۳۰ | ساعت ۱۸.۳۰ | ساعت ۲۱.۳۰ | ساعت ۱۲.۳۰ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **میانگین (NDD)** | ۱۸,۴۳ | ۲۴,۸۶ | ۳۱,۲۴ | ۳۴,۲۶ | ۳۲,۴۱ | ۲۹,۹۸ | ۲۳,۶۹ | ۲۰,۲۸ |
| **انحراف معیار** | ۱,۵۶ | ۲,۱۶ | ۲,۴۴ | ۲,۳۹ | ۲,۴۰ | ۲,۴۶ | ۱,۶۱ | ۱,۴۲ |

روند تغییرات تعداد روزهای همراه با گردوغبار طی دوره آماری بیست ساله با استفاده ازآماره ناپارامتریک من-کندال و شیب سن برای هر ساعت در هر ایستگاه محاسبه شد جدول(۳). همانطورکه پیداست درهمه ایستگاه-ها مقادیر مربوط به آماره Q مثبت است در نتیجه روند افزایشی می‌باشد همچنین همه ایستگاه‌ها به استثنا ایستگاه دزفول, امیدیه و مسجد سلیمان مقادیر مربوط به روند معنادار می‌باشد(منظور از معنی داری تمامی سطوح آماری می‌باشد, p valu=0.05 و p valu=0.01 )، به بیان دیگر۷۸درصد ایستگاه‌ها روند افزایشی و معنی‌دار است، بیشینه روند افزایشی یا آماره Q در ساعت۱۲/۳۰ظهر در ایستگاه آغاجاری (۴/۴۵) و کمترین در ایستگاه مسجد سلیمان در ساعت ۳/۳۰ بامداد (۰/۳۲) اتفاق افتاده است جدول(۳).

۲۰. Vivekanandan

۲۱ . Number of Dusty Days

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1400.21.60.2.8 ]
[ DOI: 10.52547/jgs.21.60.259 ]

**جدول(۳). آماره z[۲۲]محاسبه شده به روش ناپارامتریک من-کندال و شیب خط سن (Q) به صورت ساعتی در هر ایستگاه (۲۰۱۵-۱۹۹۵)**

| نام ایستگاه | | ساعت ۳.۳۰ | ساعت ۶.۳۰ | ساعت ۹.۳۰ | ساعت ۱۲.۳۰ | ساعت ۱۵.۳۰ | ساعت ۱۸.۳۰ | ساعت ۲۱.۳۰ | ساعت ۱۲.۳۰ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| بستان | Q | ۳,۷۶ | ۱,۵۱ | ۲,۶۳ | ۳,۳ | ۱,۸۶ | ۳,۷۹ | ۳,۷۸ | ۳,۷۶ |
| | Z | ۳.۲۷*** | ۳.۵۶*** | ۳.۳۸*** | ۳.۵۴*** | ۳.۴۷*** | ۳.۱۸** | ۳.۳۳*** | ۳.۶۴*** |
| بندر ماهشهر | Q | ۰,۸۶ | ۱ | ۱,۱۶ | ۱,۲۱ | ۱,۵۴ | ۲ | ۱,۹۶ | ۲,۴۴ |
| | Z | ۳.۰۹** | ۳.۱۸** | ۳.۰۲** | ۳.۰۹** | ۳.۲۹*** | ۳.۰۹** | ۲.۹۷** | ۲.۹۷** |
| آغاجاری | Q | ۳,۶۱ | ۱,۲۷ | ۱,۳۵ | ۴,۴۵ | ۱,۷۸ | ۱,۲۵ | ۳,۶۴ | ۳ |
| | Z | ۲.۶۸** | ۲.۱۹* | ۲.۷۳** | ۲.۹۹** | ۳.۰۷** | ۳.۳*** | ۳.۰۷** | ۳.۰۷** |
| آبادان | Q | ۲,۴ | ۱,۱۱ | ۰,۹۶ | ۳,۰۷ | ۱,۳۳ | ۲,۱ | ۲,۶۷ | ۲,۵۱ |
| | Z | ۳** | ۲.۸۷** | ۳.۱۴** | ۳.۱۴** | ۲.۷۲** | ۲.۷۵** | ۲.۵۷** | ۲.۶۴** |
| اهواز | Q | ۲ | ۲,۲۱ | ۲,۷۴ | ۲ | ۲,۶۷ | ۲,۴ | ۲,۳۴ | ۲,۴۷ |
| | Z | ۲.۶۴** | ۲.۸۷** | ۳.۱۴** | ۲.۸۴** | ۲.۶۳** | ۲.۵۷** | ۲.۷۵** | ۳** |
| ایذه | Q | ۱,۷۵ | ۱,۷۵ | ۱,۹۷ | ۲ | ۱,۹۵ | ۱,۹۵ | ۲,۱۵ | ۱,۹۱ |
| | Z | ۲.۳* | ۲.۴۲** | ۲.۸۱** | ۲.۹۳** | ۲.۸۷** | ۲.۸۸** | ۲.۸** | ۲.۸۵** |
| هندیجان | Q | ۰,۵ | ۰,۵ | ۰,۸۶ | ۰,۸۲ | ۰,۸۶ | ۰,۸۶ | ۱,۶۳ | ۱,۲ |
| | Z | ۲.۳۲* | ۲.۲۵* | ۳.۰۳** | ۲.۶۹** | ۲.۶۳** | ۲.۸۷** | ۲.۸۷** | ۲.۵۲* |
| بهبهان | Q | ۱,۲۹ | ۱,۱۷ | ۱,۲۲ | ۱,۴ | ۱,۴۷ | ۱,۵۷ | ۱,۵ | ۱,۵۱ |
| | Z | ۲.۶۴** | ۲.۳* | ۲.۳۶* | ۲.۴۵* | ۲.۴۲* | ۲.۶۹** | ۳.۰۹** | ۳.۱۳** |
| شوشتر | Q | ۱,۶۹ | ۱,۶۸ | ۱,۸۲ | ۱,۶۲ | ۱,۸۲ | ۱,۸۷ | ۱,۷۰ | ۱,۶۰ |
| | Z | ۲.۷۳** | ۲.۶۶** | ۲.۵۴* | ۲.۲۱* | ۲.۴۸* | ۲.۵۴* | ۲.۸۱** | ۲.۸۱** |
| رامهرمز | Q | ۲,۸۹ | ۲,۹۷ | ۲,۶۴ | ۱,۹۹ | ۲,۵ | ۱,۷۳ | ۲,۰۵ | ۲,۰۵ |
| | Z | ۳.۰۹** | ۲.۵۹** | ۲.۵* | ۲.۵۱* | ۲.۱۸* | ۲.۲۸* | ۲.۵۲* | ۲.۷۲** |
| صفی آباد | Q | ۱,۷۳ | ۰,۸۴ | ۱,۳۳ | ۱,۷۹ | ۲ | ۲,۳۴ | ۱,۸۴ | ۱,۷۳ |
| | Z | ۱.۶۹* | ۱.۶* | ۱.۸۷* | ۲.۲۷** | ۲.۷۲** | ۳.۱۷** | ۳.۰۸** | ۲.۷۵** |
| امیدیه | Q | ۲,۳۶ | ۲,۳۶ | ۱,۵ | ۳ | ۲,۰۳ | ۳,۳۳ | ۳,۷۹ | ۳,۸۷ |
| | Z | ۲.۵* | ۲.۸۱** | ۲.۳* | ۱.۳۶ | ۱.۴۸ | ۱.۷۳* | ۲.۳۶* | ۳.۱۱** |
| مسجد سلیمان | Q | ۰,۳۵ | ۰,۴۳ | ۰,۶۲ | ۰,۸۳ | ۰,۸۳ | ۱ | ۰,۷ | ۱ |
| | Z | ۰.۳۲ | ۰.۶ | ۰.۹۷ | ۱.۰۳ | ۱.۰۶ | ۰.۸۸ | ۰.۹۷ | ۰.۶۷ |
| دزفول | Q | ۰,۶۹ | ۰,۵۴ | ۰,۵۷ | ۰,۷ | ۱,۰۸ | ۱,۳۳ | ۰,۷۹ | ۱,۳۳ |
| | Z | ۰.۲۱ | ۰.۱۸ | ۰.۴۸ | ۰.۹۷ | ۰.۶۷ | ۰.۰۶ | ۰.۰۳ | ۰.۱۸ |

۲۱. *معناداری در سطح ۵ درصد: $|Z| > 1.96$

**معناداری در سطح ۱ درصد: $|Z| > 2.57$

***معناداری در سطح ۰,۰۱ درصد: $|Z| > 3.24$ (ویوکاناندان[۲۲]،۲۰۰۷: ۱۰۴).

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1400.21.60.2.8 ]
[ DOI: 10.52547/jgs.21.60.259 ]

براساس میانگین روند در هر ساعت بیشترین مقادیر افزایش، مربوط به ساعت ۹/۳۰ و ۱۲/۳۰ شب و کمترین مقدار در ساعات ۳/۳۰ و ۶/۳۰ بامداد به وقت محلی می‌باشد جدول(۴). مقادیر مربوط به میانگین روند در ساعات دیده‌بانی نشان می‌دهد هرچه از ساعات اولیه بامداد به ساعات پایانی روز نزدیک می‌شویم روند افزایشی شیب بیشتری پیدا می‌کند که نشان دهنده گسترش نقش کانون‌های داخلی ریزگرد در تداوم توفان‌ها طی سال‌های اخیر می‌باشد.

**جدول(۴). محلسبه شیب روند با استفاده از آماره Q و آماره Z در هر ساعت (۲۰۱۵-۱۹۹۵)**

| متغیر | ساعت ۳.۳۰ | ساعت ۶.۳۰ | ساعت ۹.۳۰ | ساعت ۱۲.۳۰ | ساعت ۱۵.۳۰ | ساعت ۱۸.۳۰ | ساعت ۲۱.۳۰ | ساعت ۱۲.۳۰ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| میانگین شیب روند | ۱,۶۲ | ۱,۳۹ | ۱,۵۰ | ۱,۹۴ | ۱,۷۹ | ۲,۰۲ | ۲,۱۲ | ۲,۲۳ |
| میانگین آماره z | ۲.۳** | ۲.۲۹* | ۲.۴۴* | ۲.۴۳* | ۲.۴۰* | ۲.۴۲* | ۲.۵۱* | ۲.۵۷** |

**توزیع فضایی روزهای گردوغبار به صورت ساعتی**

توزیع فضایی روزهای گردوغبار در ساعات مختلف نشان می‌دهد که از ساعت ۹/۳۰ ظهر تا ۱۸/۳۰ بعد ازظهر همزمان با بیشینه وقایع گردوغباری، بیشترین فراوانی درنواحی غربی استان به ترتیب در ایستگاه‌های بستان، آبادان و دزفول رخ داده است که نشان دهنده غلبه گرد غبار فرامحلی و ورود آن از کشورهای همجوار(عراق، عربستان و سوریه) به منطقه می‌باشد جدول(۵). همچنین از ساعت ۹/۳۰ شب تا ۹/۳۰ صبح بیشترین فراوانی مربوط به نواحی شرقی و داخلی استان در ایستگاه مسجد سلیمان، اهواز و صفی آباد بوده است که می‌تواند نشان دهنده تقویت گردوغبار با منشا محلی در این ساعات باشد.

**جدول(۵). ایستگاه‌ها به ترتیب بیشترین فراوانی برای هر ساعت (۲۰۱۵-۱۹۹۵)**

| ساعت۳,۳۰ | ساعت۶,۳۰ | ساعت۹,۳۰ | ساعت۱۲,۳۰ | ساعت۱۵,۳۰ | ساعت۱۸,۳۰ | ساعت۲۱,۳۰ | ساعت۱۲,۳۰ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| مسجد سلیمان | مسجد سلیمان | بستان | آبادان | بستان | بستان | اهواز | مسجد سلیمان |
| اهواز | صفی آباد | آبادان | بستان | آبادان | آبادان | مسجد سلیمان | اهواز |
| دزفول | دزفول | دزفول | دزفول | دزفول | دزفول | صفی آباد | دزفول |
| ایذه | اهواز | اهواز | اهواز | اهواز | اهواز | دزفول | ایذه |
| رامهرمز | ایذه | صفی آباد | مسجد سلیمان | مسجد سلیمان | صفی آباد | ایذه | هندیجان |
| آغاجاری | بستان | مسجد سلیمان | صفی آباد | صفی آباد | مسجد سلیمان | بستان | رامهرمز |
| آبادان | رامهرمز | ایذه | بندر ماهشهر | ایذه | ایذه | هندیجان | بستان |
| بستان | آبادان | شوشتر | ایذه | بندر ماهشهر | شوشتر | شوشتر | آغاجاری |
| شوشتر | شوشتر | رامهرمز | رامهرمز | رامهرمز | رامهرمز | رامهرمز | شوشتر |
| بهبهان | بندر ماهشهر | بهبهان | امیدیه | امیدیه | بهبهان | آبادان | صفی آباد |
| امیدیه | آغاجاری | امیدیه | آغاجاری | آغاجاری | امیدیه | بهبهان | آبادان |
| بندر ماهشهر | امیدیه | بندر ماهشهر | بهبهان | شوشتر | بندر ماهشهر | آغاجاری | بهبهان |
| صفی آباد | بهبهان | آغاجاری | شوشتر | بهبهان | آغاجاری | امیدیه | امیدیه |
| هندیجان | هندیجان | هندیجان | هندیجان | هندیجان | هندیجان | بندر ماهشهر | بندر ماهشهر |

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1400.21.60.2.8 ]
[ DOI: 10.52547/jgs.21.60.259 ]

**روند ماهانه و فصلی روزهای گردوغبار**

بررسی ماهانه موج‌های گردوغباری در استان خوزستان نشان می‌دهد که در همه ماه‌های سال در استان خوزستان گردوغبار به وقوع پیوسته است و هیچ ماهی از سال عاری از این پدیده نمی‌باشد, تفاوت ماهانه فقط در تعداد روزهای گردوغباری و تداوم آنها در طول سال‌های مختلف است. بیشینه وقوع این پدیده مربوط به ماه ژوئیه در ایستگاه دزفول(۱۷۲: NDD)، کمینه مربوط به ماه دسامبر در ایستگاه امیدیه (NDD:۱) می‌باشد، به ترتیب ماه های ژوئیه، ژوئن، می بیشترین روزهای گردوغبار را به خود اختصاص داده اند ۴۹ ٪ از روزهای گردغباری در سال مربوط به این ماه‌هاست. همچنین ماه‌های دسامبر، نوامبر و ژانویه به ترتیب دارای کمترین روزهای گردوغبار بوده‌اند جدول(۶).

برآورد فصلی روزهای گردوغباری نشان می‌دهد به ترتیب بیشترین فراوانی روزهای گردوغباری مربوط به بهار (NDD :۲۸۴/۹), تابستان (NDD:۲۳۵/۹), زمستان(NDD:۱۴۲/۶) و پاییز (NDD:۴۹/۶) می‌باشد، همچنین ۷۳درصد روزهای گردغباری در دوره گرم سال(بهار و تابستان) اتفاق افتاده است.

**جدول(۶) . میانگین و مجموع ماهانه NDD (۱۹۹۵-۲۰۱۵)**

| | ژانویه | فوریه | مارس | اوریل | می | ژوئن | ژوئیه | اگوست | سپتامبر | اکتبر | نوامبر | دسامبر |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| میانگین بیست سالهNDD | ۲.۳۰ | ۴.۱۷ | ۵.۰۳ | ۵.۰۷ | ۶.۳۷ | ۷.۰۶ | ۸.۱۷ | ۴.۵۰ | ۳.۷۱ | ۲.۶۷ | ۲.۲۴ | ۲.۰۲ |
| مجموع بیست ساله NDD | ۳۰,۳۴ | ۳۳,۶۴ | ۴۰,۰۵ | ۵۵,۷۶ | ۶۷,۵۱ | ۱۲۲,۵۸ | ۱۰۶ | ۹۵,۶۰ | ۷۵,۳۶ | ۷۵,۴۵ | ۶۲,۶۹ | ۳۴,۶۳ |

**توزیع فضایی روزهای گردوغبار به صورت فصلی**

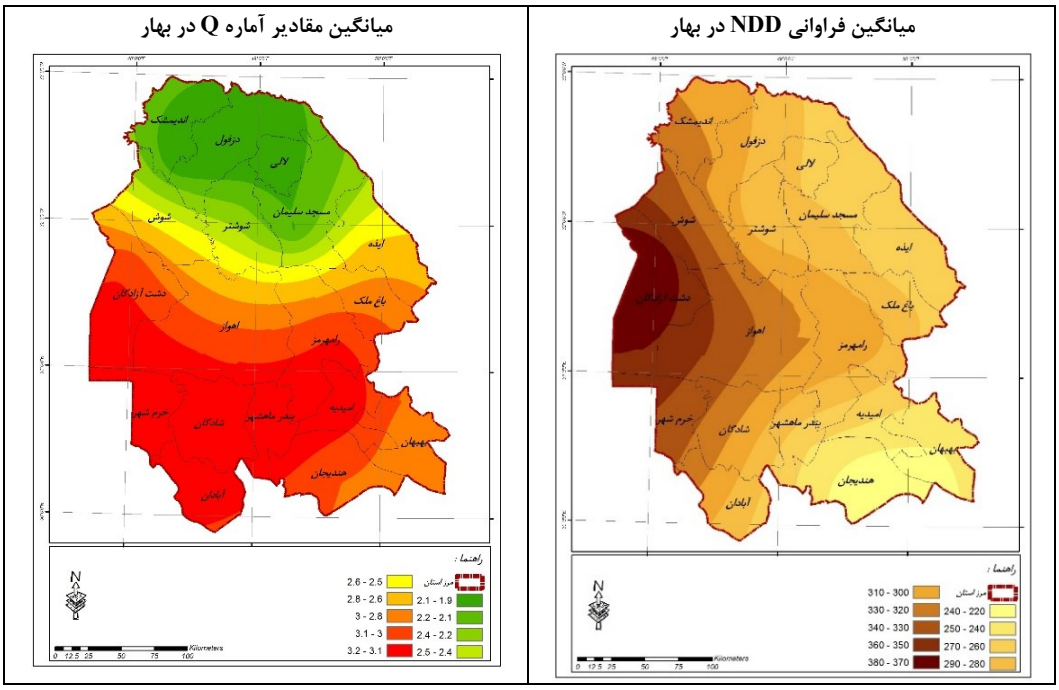
نقشه‌های فراوانی روزهای گردوغبار نشان می‌دهد که در تمامی فصول در منطقه‌ی مورد مطالعه بیشینه‌ی روزهای گردوغبار در نیمه‌ی‌غربی استان به ترتیب مربوط به ایستگاه دشت آزادگان و خرمشهر و پس از آن ایستگاه شوش و اندیمشک و سپس ایستگاه‌های دزفول، اهواز و شادگان می‌باشد و به تدریج به سمت شرق استان کاهش می‌یابد. همانطور که مشاهده می‌شود کمترین مقادیر در ایستگاه ایذه، هندیجان و بهبهان اتفاق افتاده است شکل(۲). با توجه به هماهنگی شیب تغییرات روزهای گردوغبار با نقشه های هم دما، هم بارش و توپوگرافی منطقه می‌توان اینگونه نتیجه گرفت که ارتفاع مهمترین عامل در توزیع فضایی گردوغبار در استان خوزستان می‌باشد. همچنین با توجه به روند کاهشی تعداد روزها از سمت غرب به شرق استان و می‌توان گفت که چشمه های مولد گردوغبار در نزدیکی استان خوزستان می‌باشد چرا که طبیعی است گردوغبارهای حمل شده در لایه های پایینی جو مسیرکمتری را طی کرده و با برخورد به توپوگرافی پیچیده منطقه ای سریعا واکنش نشان داده و موجب فرو نشست منطقه ای آن میگردد.

تحلیل روند روزهای گردوغبار در استان خوزستان طی بیست سال اخیر نشان می‌دهد بیشترین افزایش در بهار و کمترین افزایش در پاییز رخ داده است. همانطور که توزیع فضایی روند در بهار نشان می‌دهد، تمام ایستگاه های روند افزایشی قابل توجهی را در سطح اطمینان ۹۹و ۹۵ درصد نشان داده‌اند همچنین ایستگاه های جنوبی به استثنا بهبهان با مقادیر $Q \geq 3$ از روند افزایشی قابل توجهی برخوردار است. فصل تابستان نیز در

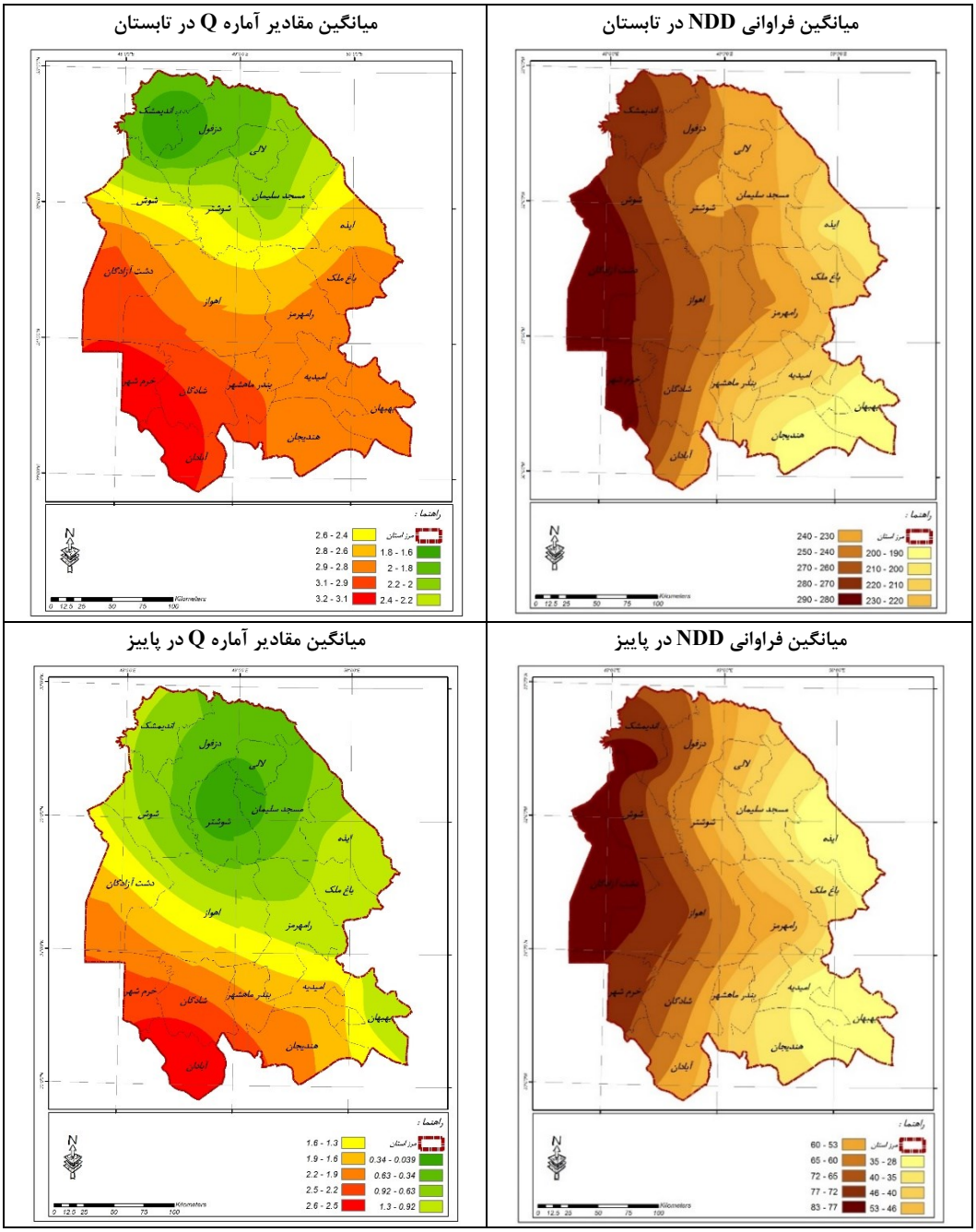
[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1400.21.60.2.8 ]
[ DOI: 10.52547/jgs.21.60.259 ]

همه ایستگاه ها جنوبی و مرکزی روند افزایشی و معنادار مشاهده می‌شود، بیشینه مقادیر مربوط جنوب شرقی استان در ایستگاه خرمشهر و آبادان بوده است. پاییز با میانگین ۱/۲۴کمترین افزایش را داشته است بیشترین مقادیر مربوط به جنوب شرقی استان در ایستگاه های آبادان، شادگان و خرمشهر می‌باشد که با سطح اطمینان ۹۵ درصد معنادار است. بیشینه روند در فصل زمستان در ناحیه مرکزی و جنوب غربی استان در ایستگاه های اهواز، دشت آزادگان و هندیجان و پس از آن خرمشهر، آبادان و بندر ماهشهر قرار دارد که این روند در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنی دار است و سایر ایستگاه ها در سطح معنی داری ۹۵ درصد روند افزایشی را نشان می دهند شکل(۲).

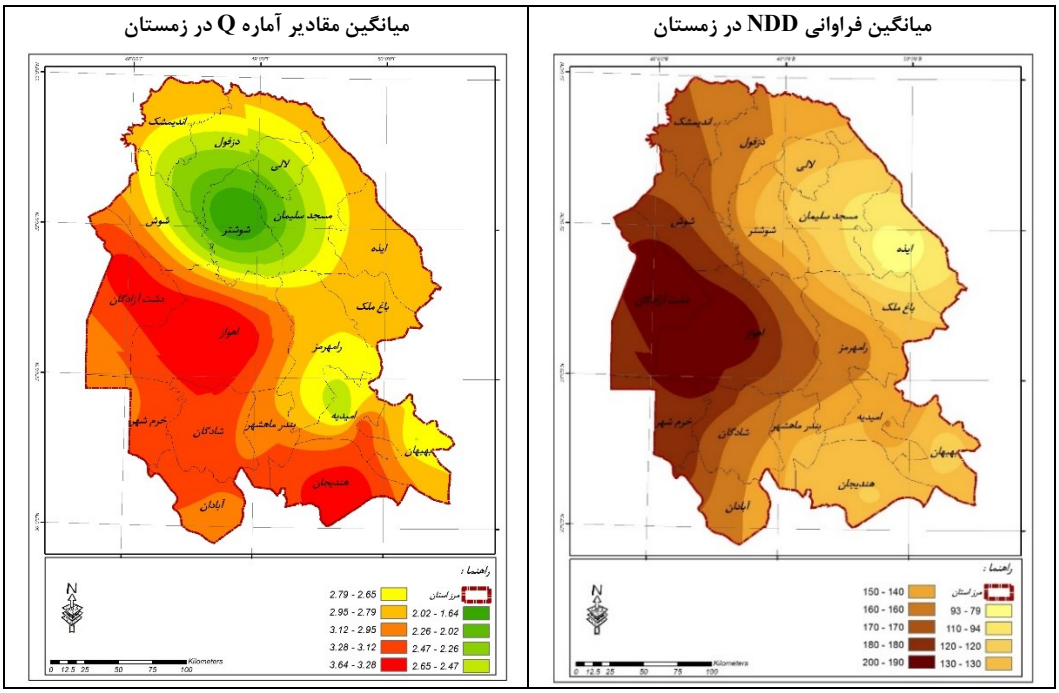
تحلیل روند روزهای گردوغبار در جنوب غربی ایران بیانگر این موضوع است که هر چه از جنوب به سمت شمال و از غرب به سمت شرق پیش میرویم از مقدار شیب روند در استان کاسته می‌شود. با وجود افت و خیز روند اما این مقادیر در هیچ یک از فصول و سال‌های مورد مطالعه رفتاری منفی از خود نشان داده است که این امر به خوبی نشان‌دهنده افزایش گردوغبار در منطقه مورد مطالعه می‌باشد.همچنین در فصل تابستان و پاییز بیشترین افزایش در منطقه جنوب شرقی استان مشاهده می‌شود در حالی که در فصل های بهار و زمستان علاوه بر مناطق جنوب شرقی،نواحی مرکزی و جنوبی نیز با افزایش چشم‌گیری همراه بوده است که نشان دهنده ی تغییرات در کانون ورودی در این فصول و همچنین تقویت مقادیر ریزگرد در این ماه ها به وسیله کانون‌های داخلی طی سال‌های اخیر می‌باشد.




[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1400.21.60.2.8 ]
[ DOI: 10.52547/jgs.21.60.259 ]




[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1400.21.60.2.8 ]
[ DOI: 10.52547/jgs.21.60.259 ]




**شکل(۲). میانگین فصلیNDD و آماره Q در استان خوزستان طی دوره آماری ۲۰۱۵-۱۹۹۵**(منبع: نگارنده)

### روند سالانه روزهای گردوغبار

فراوانی سالانه پدیده ی گردوغبار در استان خوزستان از سال ۲۰۱۵-۱۹۹۵ نشان داد که در مجموع ۸۳۲ روز همراه با گردوغبار مشاهده شده‌است، بیشترین فراوانی در سال ۲۰۰۹با ۷۸/۹روز و کمترین فراوانی در سال ۱۹۹۸با ۷/۷روز گردغبار اتفاق افتاده است جدول(۷). نتایج حاصله نشان می‌دهد که ایستگاه بستان در سال ۲۰۰۹ با ۱۰۴ روز و ایذه در سال‌های ۱۹۹۸و ۱۹۹۶ بدون گردوغبار به ترتیب بیشترین و کمترین مقادیر را داشته اند. همچنین میانگین سالانه تعداد روزهای گردوغباری در گستره‌ی استان خوزستان ۵۹/۴۳ روز در سال می‌باشدکه پنج ایستگاه بستان، دزفول، آبادان و رامهرمز با میانگین ۷۷ روز در سال دارای مقادیر بیشتر از میانگین و ایستگاه های شوشتر، بهبهان، هندیجان و ایذه با میانگین ۴۱ روز دارای مقادیر کمتر از میانگین می‌باشند. میانگین ده سال اول و دوم دوره مورد مطالعه به ترتیب برابر با ۲۳/۲۳ و۴۸/۶۵ می‌باشد که مقایسه میانگین ده ساله به خوبی نشان می‌دهد که تعداد روزهای همراه با گردوغبار در ده سال اخیر تقریبا دوبرابر شده است.

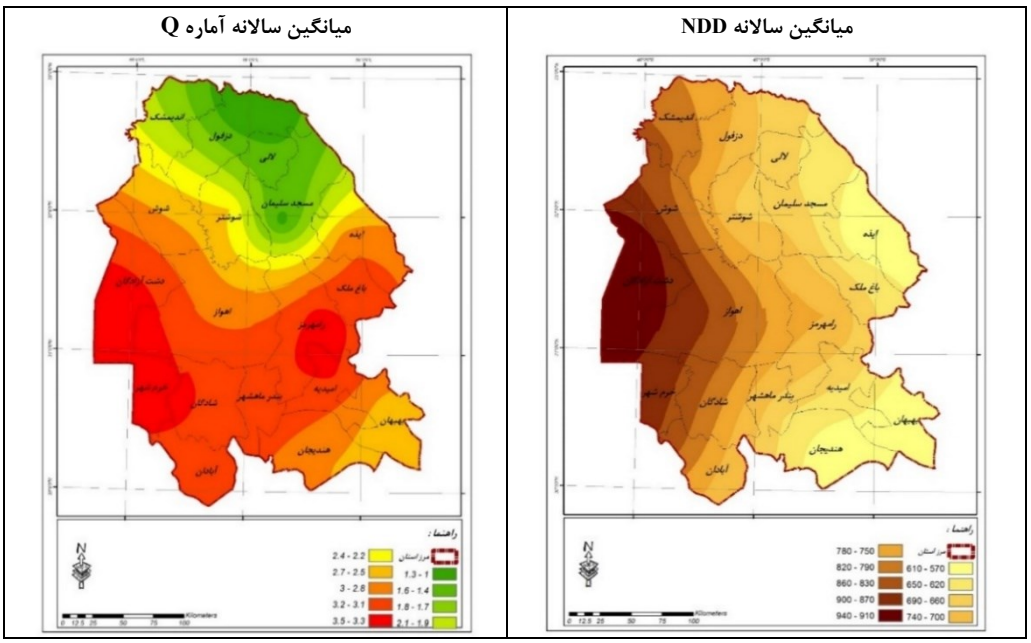
**جدول(۷). مشخصه های آماری میانگین سالانه گردوغبار (۲۰۱۵-۱۹۹۵)**

| جمع کل | بیشینه | کمینه | دامنه تغییرات | کشیدگی | چولگی | واریانس | انحراف معیار | انحراف از میانگین | میانگین |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۸۳۲ | ۸۶.۳۳ | ۳۷.۷۵ | ۴۸.۵۸ | -۱.۴۳ | ۰.۲۲ | ۲۵۷.۶ | ۱۶.۰۵ | ۴.۲۹ | ۵۹.۴۳ |

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1400.21.60.2.8 ]
[ DOI: 10.52547/jgs.21.60.259 ]

**توزیع فضایی روزهای گردوغبار به صورت سالانه**

توزیع فضایی میانگین سالانه NDD نشان می‌دهد هر چه از غرب به شرق پیش میرویم تعداد روزهای همراه با گردوغبار کاهش میابد. نتایج نشان می‌دهد که ایستگاه بستان با بالاترین میانگین به تنهایی در یک گروه قرار گرفته است. همچنین ایستگاه های ایذه, هندیجان و بهبهان با کمترین میانگین در یک گروه قرار دارند. این شکل همچنین بیانگر این نکته است که روند کاهش روزهای گردوغباری در مناطق شمالی و شمال غربی استان با شیب کم‌تری صورت می‌گیرد. بنابراین با توجه به موارد ذکر شده می‌توان گفت امتداد شمال غربی_جنوب شرقی رشته کوه زاگرس مانند سدی جلوی عبور گردوغبار به ایستگاه‌های شرقی را می‌گیرد و از سوی دیگر باعث تداوم آن در ایستگاه‌های شمال‌غربی استان می‌گیرد. توزیع فضایی میانگین سالانه شیب روند(آماره Q) نشان می‌دهد کمترین تغییرات روند مربوط به نواحی شمالی و بیشترین روند مربوط به نواحی غربی یعنی ایستگاه های بستان و خرمشهر می‌باشد که این روند تا نواحی مرکزی و شرقی استان نیز ادامه دارد و یک منحنی بسته در حد واسط ایستگاه و امیدیه و رامهرمز به وجود آورده است. جهت شیب تغییرات از شمال به جنوب بسیار شدید است شکل(۳).




**شکل(۳). نقشه میانگین سالانهNDD و آماره Q طی دوره آماری ۲۰۱۵-۱۹۹۵(منبع: نگارنده)**

## نتیجه‌گیری

براساس نتایج به دست آمده در این تحقیق بیشترین رخداد گردوغبار بین ساعات ۹/۳۰ تا ۱۵/۳۰ مشاهده شده است، همانطور که بسیاری از محققان ثابت کرده اند که توفان‌های گردوغباری در اواخر صبح به علت قطع وارونگی شبانه(در طول شب بر روی حوضه توسعه می یابد و پایداری جوی را افزایش می دهد)و در عصر یعنی زمانی که گرمایش زیاد سطح زمین،جریان‌های متلاطم شدید و اختلاف فشار محلی بسیار قوی ایجاد میکند،رخ

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1400.21.60.2.8 ]
[ DOI: 10.52547/jgs.21.60.259 ]

می‌دهد برای مثال اورولوسکی[۲۳] (۲۰۰۵) در ترکمنستان به این نتیجه رسید که تعداد توفان‌های گردو غبار در اواخر صبح و عصر بیشتر است که علت آن سرعت حداکثری باد در آن زمان و خشک شدگی خاک در طی ساعات روز است. همینطور در گبی مغولستان ۹۱/۶۵ درصد توفان های گردو غبار در روز در شرایطی رخ می-دهد که خاک خشک است.(نتساگ دورج[۲۴]و همکاران ,۲۰۰۳).

ارزیابی فراوانی کدهای گردوغبار نشان داد که ۷۳ درصد روزهای گرد و غباری در دوره گرم و خشک اتفاق افتاده است.در نتیجه رخداد این پدیده در استان خوزستان در درجه نخست با فصل و سپس با مشخصه‌های جغرافیایی مکان ارتباط دارد. همچنین ثابت بودن الگوی فضایی گردوغبار در مقیاس ساعتی، ماهانه، فصلی و سالانه بیانگر اهمیت عامل ارتفاع در توزیع پدیده گردوغبار دراین منطقه است، به غیر از توپوگرافی خاص منطقه، نزدیکی به کانون‌های اصلی گرد و غبار نیز در توزیع فضایی گرد و غبار در استان نقش به سزایی دارد. اساسا هر چه یک موج گردوغباری از منشا و یا کانون اولیه خود فاصله می‌گیرد از شدت و تداوم آن کاسته می-شود بنابراین می‌توان گفت چون منبع اولیه اکثر پدیده‌های گردوغباری در جنوب غربی ایران در کشورهای عراق, عربستان و سوریه قرار دارد(امیدوار و همکاران، ۲:۱۳۹۶)در نتیجه شدت و تداوم این پدیده در ایستگاه-های غربی بیشتر است. در این زمینه، بابایی و همکاران(۱۳۹۳) و آرامی و همکاران(۱۳۹۷) به تحلیل الگوی زمانی-فضایی گردوغبار در غرب و جنوب غربی ایران پرداخته‌اند لذا نتایج آنها تائیدی بر این امر است.

از آنجائیکه کانون های داخلی گردوغبار در استان بیشتر در ناحیه شرق و جنوب شرقی اهواز تا شرق هندیجان قرار دارد (گزارش سازمان زمین شناسی،۱۳۹۴) می‌توان گفت که توفان‌های گردوغبار با حرکت از غرب به شرق در منطقه مورد مطالعه به تدریج منشا محلی پیدا میکند.با توجه به افزایش دو برابری میانگین روزهای گردوغبار طی دوره آماری ۲۰۱۵_۱۹۹۵ به خصوص در نواحی مرکزی و شرقی استان می‌توان نتیجه گرفت که عوامل وکانون‌های داخلی نقش تقویت‌کننده جریانات خارجی را به عهده داشته‌اند.گردوغبار ناشی از کانون‌های داخلی به سرعت به ما می‌رسد و غلظت بیشتری دارد که در سال‌های اخیر، افزایش دما، کاهش بارش و فعالیتهای انسانی از جمله احداث سدها و بندهای متعدد در سرشاخه رودها، باعث خشک شدن تالابها و پهنه های مرطوب و از بین رفتن پوشش گیاهی و تقویت کانون‌های داخلی ریزگرد به ویژه در جنوب و جنوب شرقی استان شده است.

نتایج حاصل از تحلیل روند پدیده گردوغبار در استان خوزستان نشان داد که مقادیر آماره Q در مقیاس ساعتی، فصلی و سالانه مثبت و معنادار است. این نتایج همسو با نتایج عالیپور(۱۳۹۵) در تحلیل اثر الگوهای پیوند از دور بر تغییرات زمانی-مکانی توفان‌های گردوغبار ایران می‌باشد و نشان می‌دهد که تقریبا در تمام ایستگاه‌های غرب کشور فراوانی توفان‌های گردوغباری به صورت معناداری افزایش یافته است. همچنین تفاوت در الگوی فضایی مقادیر روند در فصول مختلف سال را می‌توان بیانگر تفاوت در منشا ورودی گردوغبار در ماه-

۲۳ . Orlovsky

۲۴ . Natsagdorj

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.22287736.1400.21.60.2.8 ]

[ DOI: 10.52547/jgs.21.60.259 ]

های مختلف سال دانست. افزایش روند نشان می‌دهد که این کانون‌ها طی سال‌های اخیر دستخوش تغییر شده‌اند وگردوغبار بیشتری را به جنوب غربی ایران وارد می‌کنند.

## منابع


آرامی سیدعبدالحسین، اونق مجید، محمدیان بهبهانی علی، اکبری مهری، زراسوندی علیرضا (۱۳۹۷)، **تحلیل آماری الگوی فضایی-زمانی توفان گردوغبار در غرب و جنوب غرب ایران**، مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک, ۲۵(۱):۶۱-۸۳.

امیدوار کمال، سپندار نسا (۱۳۹۶)، **تحلیل همدید و پایش ماهواره ای پدیده ی گردوغبار استان کرمانشاه در بازه‌ی زمانی ۱۹۸۷-۲۰۱۰**، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۱۸(۴۹): ۱-۱۸.

بابایی فینی ام السلمه, صفرراد طاهر , کریمی، مصطفی (۱۳۹۳)، **تحلیل فضایی-زمانی رخداد گردوغبار در غرب ایران**، محیط شناسی، ۴۰(۲) : ۳۷۵-۳۸۸.

باقرپور مهسا، سیدیان مرتضی، فتح آبادی ابوالحسن، محمدی امین (۱۳۹۵)، **بررسی کارایی آزمون من کندال در شناسایی روند سری های دارای خود همبستگی**، مجله علوم و مهندسی آبخیز داری ایران، ۱۱(۳۶): ۲۱-۱۱.

بوچانی محمد حسن، فاضلی داریوش(۱۳۸۹)، **چالش‌های زیست محیطی و پیامدهای ناشی از آن ریزگردها و پیامدهای آن در غرب کشور ایران**، فصلنامه رهنامه سیاستگذاری، (۳)۲: ۱۲۵-۱۴۶.

چوپانی محمدحسین(۱۳۸۸)، **آلاینده‌های زیست محیطی و حفاظت از محیط زیست**، انتشارات آموزش و تجهیز نیروی انسانی شرکت ملی گاز ایران، چاپ اول.

خالدی کوهسار(۱۳۹۲)، **زیان های اقتصادی توفان های گردوغبار بر استان‌های غربی ایران**. مدلسازی اقتصادی، ۲۳(۷): ۱۳۵-۱۰۵.

رسولی علی اکبر، ساری صراف بهروز، محمدی غلام حسین(۱۳۹۰ )، **تحلیل روند وقوع پدیده اقلیمی گردوغبار در غرب کشور در ۵۵ سال اخیر با بکارگیری روش های آماری ناپارامتری**، جغرافیای طبیعی لارستان، شماره ۴( ۱۱): ۱-۱۶ .

رشنو علیرضا ( ۱۳۸۸ )، **پدیده‌ی گردوغبار در استان خوزستان**، فصلنامه بارش، نشریه داخلی اداره کل هواشناسی استان خوزستان :۲۳-۱۶.

زراسوندی علیرضا،حیدری مجید(۱۳۹۴)، **توفان‌های گرد و غبار ایران : از دیدگاه زمین شناختی**، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز.چاپ دوم:۲۸۰

زلقی الهه، گودرزی غلامرضا، نورزاده حداد مهدی، گراوندی سحر(۱۳۹۳)، **بررسی روند مرگ‌های قلبی عروقی و تنفسی منتسب به آلودگی هوای شهر اهواز طی سال های ۲۰۱۰ الی ۲۰۱۳**، ششمین همایش ملی مدیریت آلودگی هوا و صدا، تهران، انجمن علمی هوای پاک، [https://www.civilica.com/Paper-CANPM06-CANPM06_106.html]


[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.22287736.1400.21.60.2.8 ]

[ DOI: 10.52547/jgs.21.60.259 ]

شاهسونی عباس، یاراحمدی مریم، مصداقی نیا علیرضا، یونسیان مسعود، جعفر زاده نعمت ا... ، نعیم آبادی ابوالفضل(۱۳۹۱)، **تحلیل روند گردوغباری ورودی بر استان خوزستان** ، مجله تحقیقات نظام سلامت حکیم ، ۱۵(۳) : ۱۹۲-۲۰۲.

صادقی حسین، خاکسار سمانه(۱۳۹۳)، **پیش‌بینی کوتاه‌مدت آلودگی ذرات معلق شهر اهواز با کمک شبکه‌های عصبی**،فصلنامه پژوهش های محیط زیست،۵(۹): ۱۷۷-۱۸۶

طاووسی تقی، زهرایی اکبر، (۱۳۹۱)، **مدل‌سازی سری‌های زمانی پدیده گردوغبار شهر اهواز**، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ۲۸(۲) :۱۷۰-۱۵۹.

موسوی زهرا بیگم، امدیان محمد، ماپار محمد علی، یعقوبی رضا، شوهانی صلاح الدین(۱۳۹۲)، **مقایسه تعداد مراجعین باشکایات پوستی به مراکزدرمانی در دوره‌های گردوغبار با دوره‌های شرایط معمولی شهر اهواز**، نشریه جنتاشاپیر:۱۰۳-۱۱۳.

عالیپور ابراهیم(۱۳۹۵)، **تحلیل اثر الگوهای پیوند از دور بر تغییرات زمانی-مکانی توفان‌های گردوغبار ایران**، پایاننامه کارشناسی ارشد مخاطرات آب و هواشناسی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس.

عزیزی قاسم، میری مرتضی، نبوی سید امید(۱۳۹۱)، **ردیابی پدیده گردوغبار در نیمه غربی ایران**، مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، ۲(۷):۶۳-۸۱.

علیجانی بهلول( ۱۳۹۲) ، **آب وهوای ایران** ، انتشارات پیام نور، چاپ دوازدهم: ۲۳۶

قصاب فیض مصطفی، اسلامی حسین(۱۳۹۶)، **ارزیابی روند تغییرات بارندگی با روش من کندال و رگرسیون خطی در استان خوزستان**، فصلنامه مهندسی آب، ۵(۲):۱۱۳-۱۲۱.

قویدل رحیمی یوسف، فرج زاده منوچهر ، لشنی زند اسماعیل (۱۳۹۷)، **تحلیل تغییرات زمانی توفان های گردوغبار خرم اباد** ، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۱۸(۵۱): ۸۷-۱۰۲.

گزارش زمین شناسی (۱۳۹۴)، مجری طرح: اژدری علی ،حیدریان پیمان، جودکی محمد ،درویشی جواد، شهبازی رضا، **شناسایی کانون‌های منشا ریزگرد در استان خوزستان**، سازمان زمین شناسی و اکتشافات.

محمدی بختیار (۱۳۹۰)، **تحلیل روند بارش سالانه ایران**، مجله جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، ۲۲(۳):۱۰۶-۹۵

معروف نژاد عباس، قاسمی شهلا (۱۳۹۵)، **روند تغییرات دما با استفاده از روش من-کندال (مطالعه موردی چهار محال بختیاری)**، فصلنامه آمایش محیط، ۱۰(۳۷):۱۴۹-۱۶۶.

ولی عباسعلی، روستایی فاطمه(۱۳۹۵)، **بررسی روند فرسایش بادی در ایران مرکزی با استفاده از شاخص توفان گردوغبار در پنجاه سال اخیر**، نشریه علوم آب و خاک، ۲۱(۴):۱۸۹-۲۰۰.

Boloorani, A. D., Nabavi, S. O., Azizi, R., & Bahrami, H. A. (2013). **Characterization of dust storm sources in western Iran using a synthetic approach**. In Advances in meteorology, climatology and atmospheric physics ,Springer, Berlin, Heidelberg:415-420.

Cao, H., Liu, J., Wang, G., Yang, G., & Luo, L. (2015). **Identification of sand and dust storm source areas in Iran**. Journal of Arid Land, 7(5):567-578.

Chen, S. Y., Huang, J. P., Qian, Y., Ge, J. M., & Su, J. (2014). **Effects of aerosols on autumn precipitation over Mid-eastern China**. J. Trop. Meteorol, 20 (2014): 242-250.

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1400.21.60.2.8 ]
[ DOI: 10.52547/jgs.21.60.259 ]

Gerivani, H., Lashkaripour, G. R., Ghafoori, M., & Jalali, N. (2011). **The source of dust storm in Iran: a case study based on geological information and rainfall data.** Earth and Environmental Sciences, 6(2011):297-308

Goudie, A. S. (2009). **Dust storms: Recent developments**. Journal of environmental management, 90(1): 89-94.

Haywood, J. M., Stordal, F., Chatenet, B., Tanré, D., & Isaksen, I. S. (2003**). Modeling the radiative impact of mineral dust during the Saharan Dust Experiment (SHADE) campaign.** Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 108(18):1-13

Houser, C. A., & Nickling, W. G. (2001).**The emission and vertical flux of particulate matter< 10 µm from a disturbed clay-crusted surface. Sedimentology** , 48(2):255-267.

Jickells, T. D., An, Z. S., Andersen, K. K., Baker, A. R., Bergametti, G., Brooks, N., ... & Kawahata, H. (2005).**Global iron connections between desert dust, ocean biogeochemistry, and climate**. science, 308(5718): 67-71.

Karimi, M., Yazdani, M. H., & Naderi, A. (2013).**The effect of 120-day winds on the safety of Sistan region**, Geography and Environmental Planning Journal 50(2): 25-28

Middleton, N. (2019).**Variability and Trends in Dust Storm Frequency on Decadal Timescales: Climatic Drivers and Human Impacts**. Geosciences, 9(6):261.

Miller, S. D., Kuciauskas, A. P., Liu, M., Ji, Q., Reid, J. S., Breed, D. W., ... & Mandoos, A. A. (2008**).Haboob dust storms of the southern Arabian Peninsula.** Journal of Geophysical Research**:** Atmospheres, 113(D1):1-26

Natsagdorj, L., Jugder, D., & Chung, Y. S. (2003). **Analysis of dust storms observed in Mongolia during 1937–1999**. Atmospheric Environment, 37(9-10): 1401-1411.

Orlovsky, L., & Orlovsky, N. (2012).**Dust storms in Central Asia: spatial and temporal variations.** Journal of Arid Environments, 85 (2012): 62-70.

Park, S. U., Chang, L. S., & Lee, E. H. (2005). **Direct radiative forcing due to aerosols in East Asia during a Hwangsa (Asian dust) event observed on 19–23 March 2002 in Korea**. Atmospheric Environment, 39(14):2593-2606

Sabzalipour, Sima, Mehdi, Nourzadeh Haddad, Elaheh, Zallaghi, (2016),**A Survey of Cardiovascular and Respiratory Diseases Attributable to PM10 pollutant in the western Half of Iran (Ahwaz, Bushehr and Kermanshah Provinces) with Use of AIRQ Model**. Der Pharmacia Letter. 8 (11):17-23

Schollaert, S. E., & Merrill, J. T. (1998).**Cooler sea surface west of the Sahara Desert correlated to dust events**. Geophysical research letters, 25(18): 3529-3532

Shahsavani, A., Naddafi, K., Haghighifard, N. J., Mesdaghinia, A., Yunesian, M., Nabizadeh, R. Alimohamadi, M. (2012).**The evaluation of PM10, PM2. 5, and PM1 concentrations during the Middle Eastern Dust (MED) events in Ahvaz, Iran, from April through September 2010**. Journal of arid environmentst.77 (2012): 72-83

UNEP, GRID-Europe. 2014. Droughts events 1980–2001. [2013-10-09].

Vivekanandan, N. (2007, July). **Analysis of Trend in Rainfall Using Non Parametric Statistical Methods**. In AIP Conference Proceedings,923(1):101-113

Zallaghi, E., Goudarzi, G., Geravandi, S., & Mohammadi, M. J. (2014). **Epidemiological indexes attributed to particulates with less than 10 micrometers in the air of Ahvaz City during 2010 to 2013**. Health Scope, 3(4):1-20

Zarasvandi, A., Moore, F., & Nazarpour, A. (2011). **Mineralogy and morphology of dust storms particles in Khuzestan Province: XRD and SEM analysis concerning**. Iranian Journal of Crystallography and Mineralogy, 19(3), 511-518.

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.22287736.1400.21.60.2.8 ]

[ DOI: 10.52547/jgs.21.60.259 ]