



## ارزیابی تغییرات مکانی و تاثیر عناصر اقلیمی موثر بر وقوع پدیده گرد و غبار در دو منبع داخل و خارج با تکنیک سنجش از دور

مقاله پژوهشی

صدیقه یوسفی<sup>۱</sup>، حسین قره داغی<sup>۲\*</sup>، مرضیه رضایی<sup>۳</sup>

دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۳۰ / پذیرش: ۱۴۰۰/۰۹/۲۳ / دسترسی اینترنتی: ۱۴۰۲/۰۱/۰۱

### چکیده

قرار گرفتن ایران در کمربند بیابانی نیمکره شمالی زمین، بی نظمی‌های بارش، خشکسالی‌های متعدد و ضعیف بودن پوشش گیاهی موجبات بروز پدیده گرد و غبار در کشور شده است. این پدیده یکی از مهمترین مخاطرات محیطی است که هر ساله سبب بروز خسارت‌های فراوانی در بخش‌های مختلف بخصوص در استانهای جنوب و جنوب غرب کشور می‌گردد. پژوهش حاضر به بررسی علل طوفان‌های گرد و غبار در استان هرمزگان در بازه زمانی سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۹ پرداخته است. در

صدیقه یوسفی<sup>۱</sup>، حسین قره داغی<sup>۲\*</sup> (✉)، مرضیه رضایی<sup>۳</sup>

۱. دانشجوی دکتری علوم مهندسی محیط زیست، واحد بندرعباس، دانشگاه آزاد اسلامی، هرمزگان، ایران

۲. استادیار دانشکده منابع طبیعی، واحد ارسنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، فارس، ایران

۳. عضو هیات علمی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، هرمزگان، ایران

DOI: 10.30495/girs.2023.686989

پست الکترونیکی مسئول مکاتبات: [ho.gharehdaghi@iau.ac.ir](mailto:ho.gharehdaghi@iau.ac.ir)

این پژوهش که با استفاده از آمارهای سازمان هواشناسی ایران در پنج ایستگاه سینوپتیکی استان هرمزگان انجام شد، روزهای گرد و غباری با دو منشأ نزدیک و خارج از ایستگاه‌های سینوپتیکی استخراج گردید و پس از پایش سالانه و ماهانه طوفان‌ها، با استفاده از عناصر اقلیمی و شاخص گیاهی بارز شده (EVI)، اقدام به بررسی طوفان‌های گرد و غبار با استفاده از رگرسیون چند متغیره گردید. نتایج نشان می‌دهد که گردوغبار با منشأ نزدیک ایستگاه باعث ایجاد بیشترین روزهای گردوغباری در منطقه می‌شود به طوری که بیش از ۶۵ درصد از روزهای گردوغباری ناشی از گردوغبار ایجاد شده با منشأ نزدیک ایستگاه است و بیشترین رخداد گرد و غبار در فصل گرم سال رخ داده است. در مجموع نتایج این پژوهش بیانگر این مطلب است که استفاده همزمان از اندازه‌گیری‌های زمینی و تصاویر ماهواره‌ای قابلیت مناسبی جهت پایش و بررسی طوفان‌های گرد و غبار دارد. با توجه به اینکه عمده‌ی گردوغبار این منطقه با منشأ نزدیک ایستگاه است، می‌توان با اقدامات بیولوژیکی و مکانیکی و مقابله با فرسایش بادی حجم قابل توجهی از این طوفان‌ها را کاهش داد.

**کلمات کلیدی:** گرد و غبار، عناصر اقلیمی، شاخص EVI، سنجش از دور

اشاره نمود، که منجر به وقوع بیابانزایی و تشدید گرد و غبار می‌شود. برخی پژوهشگران بر این باورند که همبستگی زیادی بین وقوع ریزگردها و سرعت باد در مجاورت سطح زمین در برخی مناطق مانند شرق آسیا وجود دارد (۲۰). در حالی که در برخی تحقیقات هیچ گونه همبستگی قابل قبولی بین سرعت باد و فراوانی وقوع ریزگرد مشاهده نشده است (۲۵). نتایج تحقیقات نشان داده که گرد و غبار حاصل از زمین‌های کشاورزی کمتر از ۱۰ درصد طوفان‌های گرد و غبار جهانی را در برمی‌گیرد (۲۴). علت عمده مطالعات جدید در مورد طوفان‌های گرد و غبار مربوط به تاثیر آن بر سیستم‌های کره زمین است (۱۸)، به گونه‌ای که گرد و غبار می‌تواند از طریق جذب و پراکنش انرژی خورشید بر دمای هوا (۲۱)، تشکیل ابر (۱۴)، فعالیتهای همرفتی (۲۶)، غلظت دی‌اکسیدکربن و گوگرد در اتمسفر، چرخه‌های زمین-شیمی، تکامل خاک (۲۸) و بیابان-زایی تاثیر گذارد. یکی دیگر از موضوعات مطرح شده در این زمینه آن است که گرد و غبار به واسطه غلظت و توزیع عمودی آن در اتمسفر، اندازه و ویژگی کانی‌شناسی ذرات می‌تواند به عنوان عامل تغییر اقلیم عمل نماید (۲۷). همچنین این امکان وجود دارد که ترسیب مقادیر قابل توجهی ذرات گرد و غبار بر روی سطوح برف و یخ باعث کاهش قدرت بازتابندگی شده و در نتیجه‌ی جذب نور خورشید دمای آنها افزایش یافته و نهایتاً ذوب سریع و زود هنگام برف و کاهش منابع آب را سبب گردد (۳). از مهم‌ترین پیامدهای مستقیم طوفان‌های گرد و غبار تأثیر مخرب آن بر سلامتی انسان است (۱۳). بطوریکه جدا شدن گرد و غبار از بسترهای خشک باعث انتقال ذرات ریزخاک، املاح و ترکیبات شیمیایی و ریزگردها به اتمسفر شده و نهایتاً باعث ایجاد اختلالات تنفسی و بیماری‌های عروقی و عفونی در انسان می‌شود (۲۲). برخی مطالعات با بیان اهمیت و چگونگی این پدیده متغیرهایی را که در شکل‌گیری این پدیده موثر است را بررسی کرده‌اند، در واقع فرسایش بادی زمانی به وجود می‌آید که سطح مشترکی بین باد و خاک حفاظت نشده به وجود آمده باشد. از خصوصیات مناطق خشک بادهای مکرر و شدید است و پوشش گیاهی تنک در

یکی از پدیده‌های جوی مناطق خشک و نیمه خشک و یا مناطق هم‌جوار با این گونه نواحی، پدیده ریزگردها، غبار و به شکل بارز آن طوفان گرد و غبار می‌باشد. طوفان‌های گرد و غبار یک نوع رویداد غباری است، که اغلب در نتیجه بادهای آشفته حاصل از جریان‌های همرفتی ایجاد می‌گردد (۱). طوفان‌های گردغبار منجر به از بین رفتن گیاهان زراعی، معادن و امکانات ارتباطی و همچنین سبب کاهش دید و مختل شدن فعالیتهای روزانه می‌شود (Xie et al, 2017). در بررسی بحران ریزگرد ها و تاثیرات آن بر مناطق شهر اهواز با روش توصیفی و تحلیلی نشان داد که ریزگرد ها باعث مهاجرت از منطقه، در بخش اقتصادی کاهش بازدهی محصولات کشاورزی، در بخش سیاسی باعث نارضایتی از عملکرد دولت، در بخش محیط زیست کاهش حاصلخیزی خاک و در بخش دفاعی و امنیتی نیز افزایش میزان تردد های غیر مجاز به عنوان مهمترین پیامدهای امنیتی بحران ریزگرد در منطقه اهواز شده است (فرید عباسی، ۱۴۰۰). طی سال های اخیر، بحث طوفان های جوی اقلیمی گرد و غبار به عنوان یکی از پارامترهای اصلی آب و هوایی به دلیلی اثرات منفی آن در فضای جغرافیایی چه به لحاظ طبیعی و چه به لحاظ انسانی، به یکی از چالش برانگیزترین مباحث علمی در بین جغرافیدانان نیز تبدیل شده است. در دهه های اخیر، تعداد زیادی از افراط های آب و هوایی مانند امواج گرما و خشک سالی در ارتباط با گرم شدن کره زمین مشاهده شده است و با تشدید گرمایش جهانی، بسیاری از مخاطرات جوی از جمله شدت و مسیریابی طوفان ها و گردبادهای گرد و غباری نیز تغییر پیدا کرده اند (Guo et al, 2016). افزایشی طوفان‌های گرد و غبار با توجه به، میدان عمل وسیع و اثرات گسترده بر سلامت، اقتصاد، محیط زیست و در برخی از استان های کشورمان، در سال‌های اخیر توجه بسیاری از محققان را به خود جلب کرده است. دلایل متعددی را می‌توان برای پدیده ریزگرد عنوان نمود. از جمله این دلایل می‌توان به تغییر اقلیم، کمبود بارندگی و وقوع خشک‌سالی، تخریب پوشش گیاهی (۱۶) و عدم مدیریت مناسب منابع آب

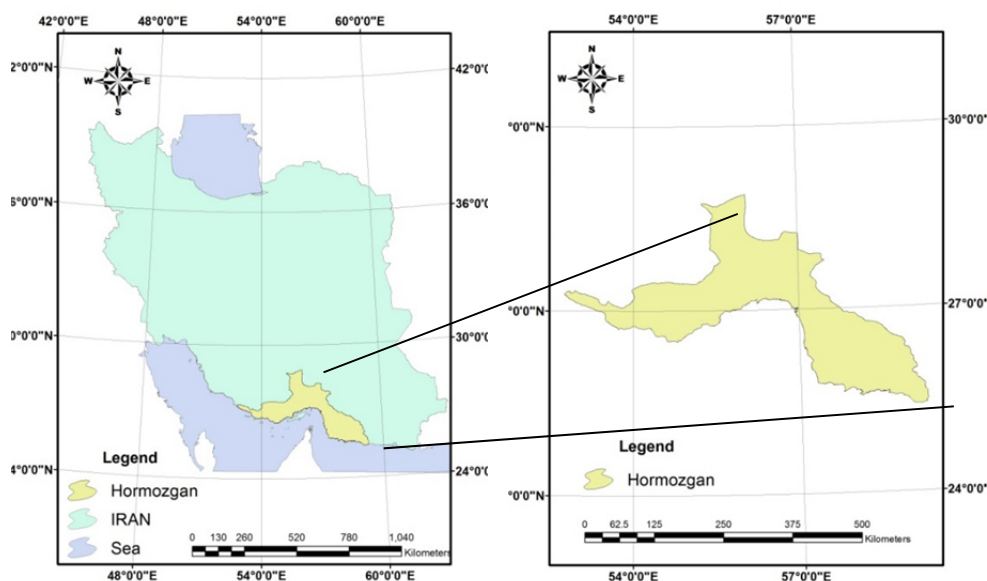
## مواد و روشها

## مشخصات منطقه مورد مطالعه:

استان هرمزگان، جنوبی‌ترین استان ایران، در ساحل خلیج فارس و دریای عمان با مساحتی حدود ۶۸ هزار و ۴۷۶ کیلومتر مربع قرار دارد. این استان از شمال و شمال شرقی با استان کرمان، از شمال غربی و غرب با استان‌های فارس و بوشهر و از شرق با استان سیستان و بلوچستان همسایه بوده و جنوب آن را آب‌های گرم خلیج فارس و دریای عمان به صورت نواری به طول تقریبی ۹۰۰ کیلومتر در بر گرفته است. مرکز استان هرمزگان، بندرعباس است و از شهرهای مهم آن می‌توان به: ابوموسی، بندر جاسک، بندر لنگه، حاجی آباد، رودان یا دهبازر، قشم، کیش، میناب، تنب بزرگ و تنب کوچک اشاره کرد. استان هرمزگان از لحاظ جغرافیایی به دو بخش کوهستانی و جلگه‌ای و ساحلی تقسیم می‌شود. از آن جا که بیش از ۷۰ درصد مساحت این استان را کوه‌ها و ارتفاعات کوتاه و بلند و نیز دشت‌ها و دره‌های مرتفع تشکیل داده است، این استان جزو مناطق کوهستانی است. کوه‌های این منطقه که ادامه رشته‌کوه‌های زاگرس هستند با جهت شمال شرقی به جنوب شرقی تا داخل آب‌های خلیج فارس امتداد یافته و به تدریج از ارتفاع آن‌ها کاسته می‌شود.

با توجه به آب‌وهوای خشک، گستره وسیع و تأثیر جریان‌های هوایی مختلف بر استان هرمزگان این منطقه یکی از مناطق عمده متأثر از فرسایش بادی است و طوفان‌های گردوغبار یکی از مخاطرات اقلیمی است که هر ساله سبب بروز خسارت‌هایی در بخش‌های مختلف این استان می‌شود. ایستگاه‌های مورد مطالعه شامل پنج ایستگاه سینوپتیکی در استان هرمزگان است (جدول ۱ و شکل ۱).

این مناطق نیز نمی‌تواند در جلوگیری از سرعت باد نقش داشته باشد، بدین جهت این بادها با طوفان‌های ماسه‌ای همراه هستند، (۲)، (۱)، (۸)، (۷) و (۵). دسته‌ای از مطالعات به تحلیل مکانی و زمانی وقوع طوفان‌ها، و برخی به بررسی سیستم‌های همدیدی گرد و غبار پرداخته‌اند، نتیجه عموم این گزارش، خبر از افزایش وقوع طوفان‌ها به ویژه در مناطق غرب کشور می‌باشد. پرفشار آזור همراه با سیستم‌های مهاجر بادهای غربی مهم‌ترین عامل همدیدی تأثیرگذار بر سیستم‌های گرد و غبار منطقه به شمار می‌رود (۱۰)، (۱۱)، (۴)، (۱۲)، (۶). در بررسی های بررسی ارتباط بین عناصر اقلیمی و ارتفاع ایستگاه سینوپتیکی با وقوع طوفان‌های گرد و غبار در جنوب و جنوب شرق ایران پرداخته‌اند و به این نتیجه رسیده‌اند که طوفان‌های گرد و غبار با منشأ نزدیک ایستگاه با میزان همبستگی (R) و ضریب تعیین (R<sup>2</sup>) بالاتری نسبت به طوفان‌های گرد و غبار با منشأ خارج از ایستگاه قابل پیش بینی می‌باشند. از بررسی مطالعات انجام شده در زمینه طوفان‌های گرد و غبار لزوم بررسی جامع تر در مورد شرایط وقوع این پدیده مشخص می‌شود. غالب کارهای انجام شده به بررسی‌های آماری و منشأ یابی طوفان‌ها پرداخته‌اند و کمتر به بررسی شرایط و عوامل شکل‌گیری طوفان‌ها پرداخته شده است. با توجه به گستردگی مناطق خشک و نیمه خشک در ایران و بروز پی در پی این پدیده در کشور در این مطالعه به بررسی ارتباط بین عناصر اقلیمی و پوشش گیاهی با طوفان‌های گرد و غبار با منشأ خارج و نزدیک ایستگاه با استفاده از رگرسیون فضایی چند متغیره خواهیم پرداخت. هدف این مطالعه بررسی و تحلیل تغییرات مکانی عناصر اقلیمی موثر بر پدیده گرد و غبار و ارائه مدلی برای پیش بینی طوفان‌های گرد و غبار و با استفاده از سنجش از دور در سطح استان هرمزگان می‌باشد.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

جدول ۱. مشخصات ایستگاه‌های مورد مطالعه

سال تأسیس	ارتفاع از سطح دریا (متر)	طول (درجه/دقیقه)	عرض (درجه/دقیقه)	نام ایستگاه
۱۹۶۸	۵/۲	۵۷ ۴۶	۲۵ ۳۸	جاسک
۱۹۵۷	۹/۸	۵۶ ۲۲	۲۷ ۱۳	بندرعباس
۱۹۶۶	۲۲/۷	۵۴/۸۳	۲۶/۵۳	بندرلنگه
۱۹۹۸	۹۳۱/۲	۵۵ ۵۵	۲۸ ۱۹	حاجی‌آباد
۱۹۸۵	۲۹/۶	۵۷ ۰۵	۲۷ ۰۶	میناب

## روش کار

تفکیک زمینی باندهای یک و دو حدود ۲۵۰ متر، باندهای سه تا هفت حدود ۵۰۰ متر و بقیه باندها هزار متر است. مودیس (اسپکتروراديو متر تصویربردار با قدرت تفکیک متوسط) سنجنده‌ای است که بر روی ماهواره ترا<sup>۱</sup> و آکوا<sup>۲</sup> قرار داده شده است. سنجنده مودیس ماهواره ترا، هر دو روز یک بار از تمام سطح زمین تصویربرداری و داده‌هایی در ۳۶ باند طیفی اخذ می‌کند. سپس عملیات پایش و رگرسیون چند متغیره روی داده‌ها انجام شد. داده‌های اقلیمی و تصاویر ماهواره‌ای از طریق سازمان هواشناسی ایران و درگاه اینترنتی<sup>۳</sup> USGS جمع‌آوری و مورد استفاده قرار گرفت.

در این تحقیق پس از انتخاب پنج ایستگاه هواشناسی سینوپتیکی در محدوده استان هرمزگان، اقدام به استخراج میانگین سالانه عناصر اقلیمی شامل بارندگی، رطوبت نسبی، دما و سرعت باد طی سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۹ گردید. جهت انجام پایش سالانه با توجه به داده‌های ایستگاهی، عملیات درون‌یابی با استفاده از درون‌یابی به روش عکس فاصله انجام گرفت و داده‌های اقلیمی به صورت رستری تهیه گردیدند. سپس از ۱۹۲ تصویر محصولات مودیس مربوط به سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۹ جهت استخراج شاخص پوشش گیاهی بارز شده استفاده شد. سنجنده مودیس دارای ۳۶ باند است که در محدوده طیفی ۰/۴ الی ۱۵ میکرون قرار گرفته‌اند. قابلیت

<sup>۱</sup>. Tera

<sup>۲</sup>. Aqua

<sup>۳</sup>. Earthexplorer.usgs.gov

بندرلنگه، حاجی‌آباد و میناب از سال ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۹ افزایش یافته است (شکل‌های ۲ و ۳).

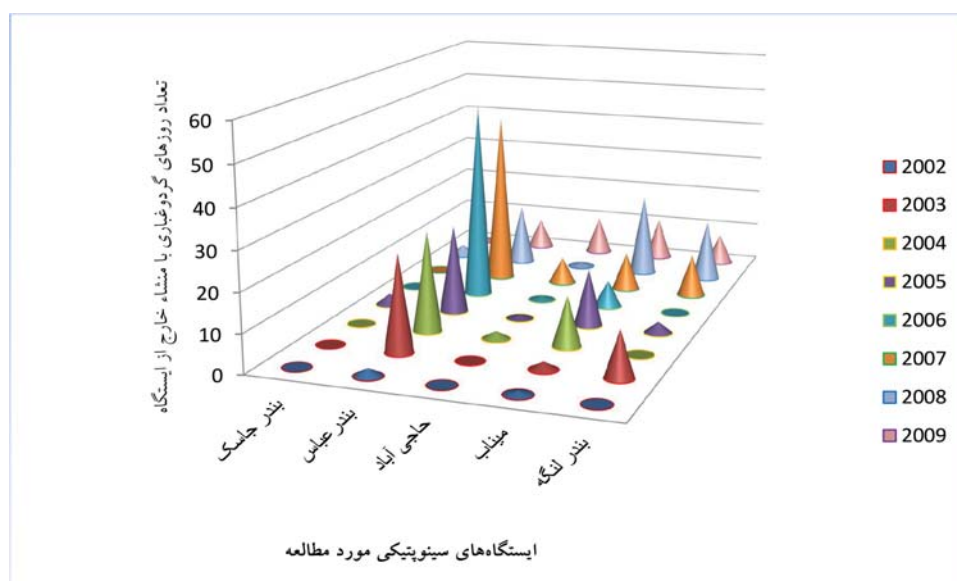
بررسی میانگین هشت‌ساله وقوع طوفان‌های گردوغبار با منشأ خارج از ایستگاه‌های سینوپتیکی در منطقه استان هرمزگان (شکل ۱) نشان می‌دهد که ایستگاه‌های عمده دارای این نوع گردوغبار شامل ایستگاه‌های بندرعباس، میناب و بندرلنگه است که به ترتیب دارای ۱۹۷، ۸۱ و ۵۰ روز گردوغباری با منشأ خارج از ایستگاه بوده‌اند. ایستگاه‌های حاجی‌آباد و بندر جاسک نیز به ترتیب با ۲۲ و ۷ روز در سال دارای کم‌ترین روزهای گردوغباری با منشأ خارج از ایستگاه بوده‌اند. بیش‌ترین میانگین سالانه‌ی این نوع گردوغبار مربوط به ایستگاه بندرعباس است که به‌طور متوسط سالانه دارای ۲۵ روز گردوغباری با منشأ خارج از ایستگاه است و کم‌ترین آن نیز مربوط به ایستگاه بندر جاسک است که تقریباً هیچ روز گردوغبار با منشأ خارجی در سال مشاهده نمی‌شود. ایستگاه‌های واقع بر خط ساحلی باوجود رطوبت نسبی بالا عمدتاً جزء ایستگاه‌های اصلی دارای این نوع گردوغبار می‌باشند. این امر نشان می‌دهد که این ایستگاه‌ها در مسیر حرکت طوفان‌های با منشأ خارجی قرار گرفته‌اند (شکل ۴).

به‌منظور انجام رگرسیون چند متغیر خطی، بعد از تهیه داده‌های اقلیمی و EVI‌های سالانه و ماهانه به‌صورت رستری، این داده‌ها با فرمت TIF ذخیره گردیدند. بعد از یکسان‌سازی سطر و ستون‌ها و سیستم مرجع که پیش‌نیاز انجام رگرسیون چند متغیره خطی هستند، با استفاده از منوی GIS Analysis و ماژول Statistics روش Mult REG برای انجام رگرسیون چند متغیره خطی استفاده گردید. در مدل‌های رگرسیونی هر کدام از طوفان‌های گرد و غبار به‌صورت جداگانه به‌عنوان متغیره‌های وابسته و داده‌ها شامل میانگین بارندگی بر حسب میلی‌متر، میانگین رطوبت نسبی هوا بر حسب درصد، میانگین سرعت باد بر حسب نات، میانگین دمای هوا بر حسب درجه سانتی‌گراد و نیز EVI به‌عنوان متغیره‌های مستقل در نظر گرفته شدند.

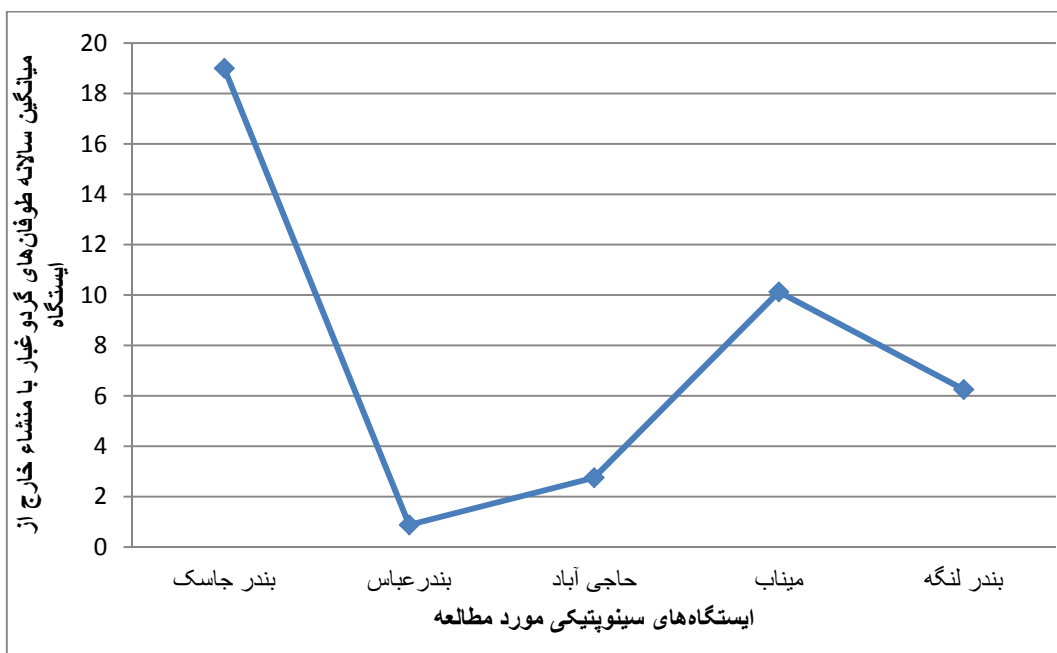
## نتایج

### پایش سالانه طوفان‌های گردوغبار

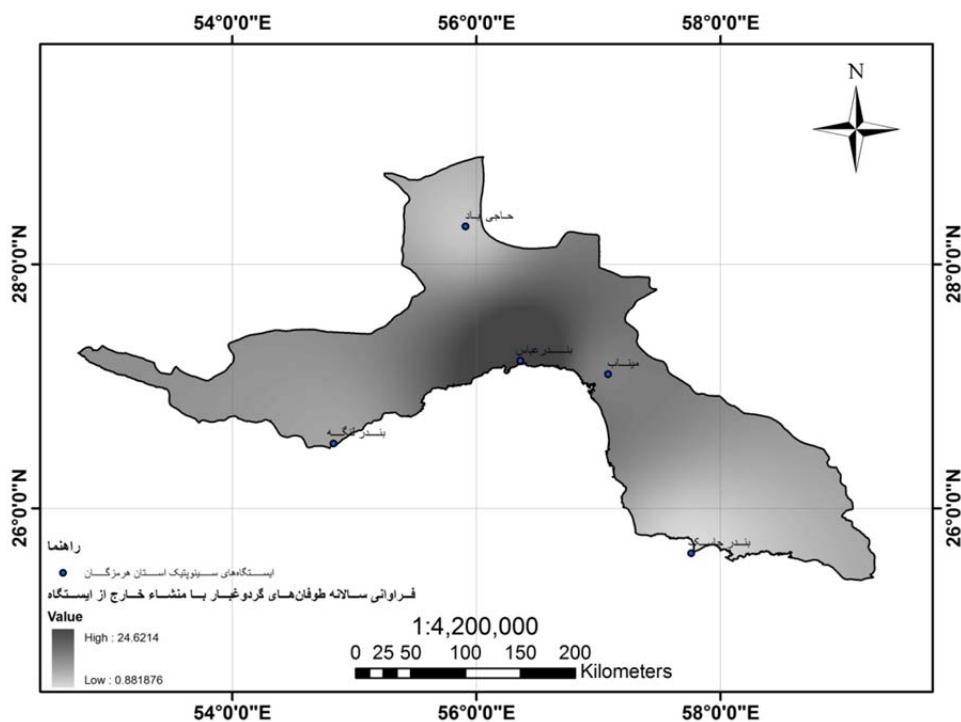
نتایج حاصل از بررسی هشت‌ساله طوفان‌های گردوغبار با منشأ خارج از ایستگاه در استان هرمزگان نشان می‌دهد که فراوانی این طوفان‌ها در ایستگاه‌های بندرعباس، بندر جاسک،



شکل ۲- نمودار تعداد روزهای گردوغباری با منشأ خارج از ایستگاه در طی سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۹



شکل ۳- نمودار میانگین سالانه طوفان‌های گردوغبار با منشأ خارج از ایستگاه



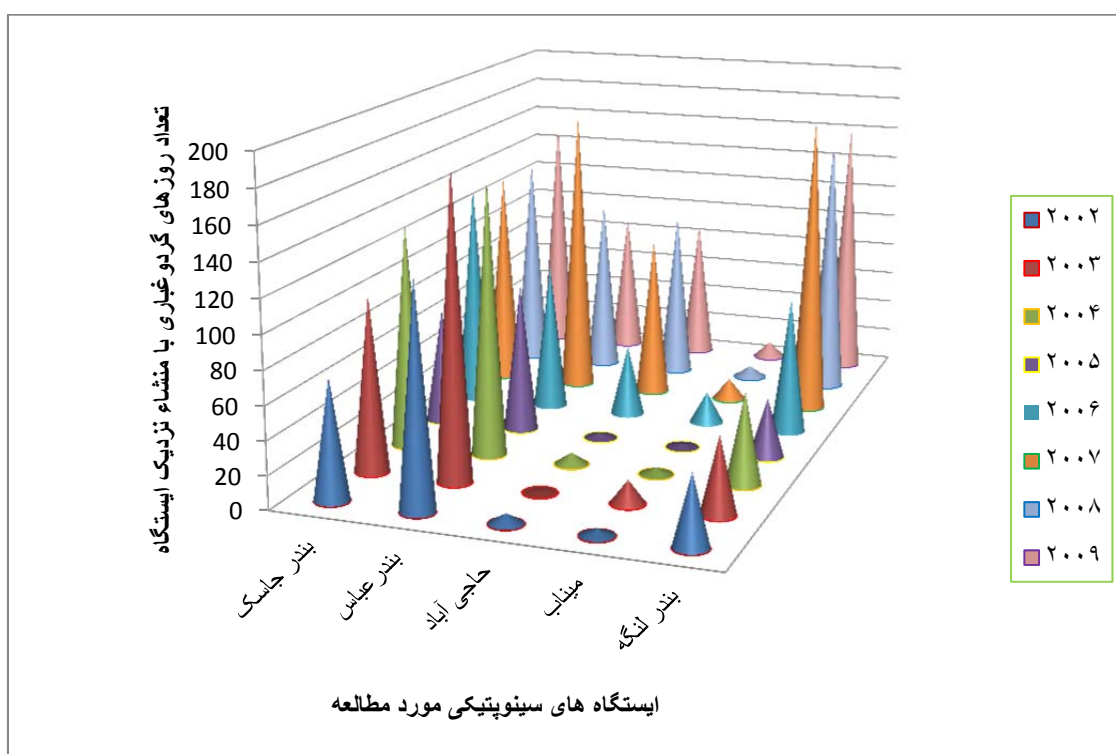
شکل ۴- فراوانی سالانه طوفان‌های گردوغبار با منشأ خارج از ایستگاه

هشت سال مورد مطالعه رخ نداده است و ایستگاه‌های بندر جاسک، بندرلنگه و حاجی‌آباد همواره جزء ایستگاه‌های دارای بیشترین روزهای همراه با طوفان‌های گردوغبار با منشأ نزدیک

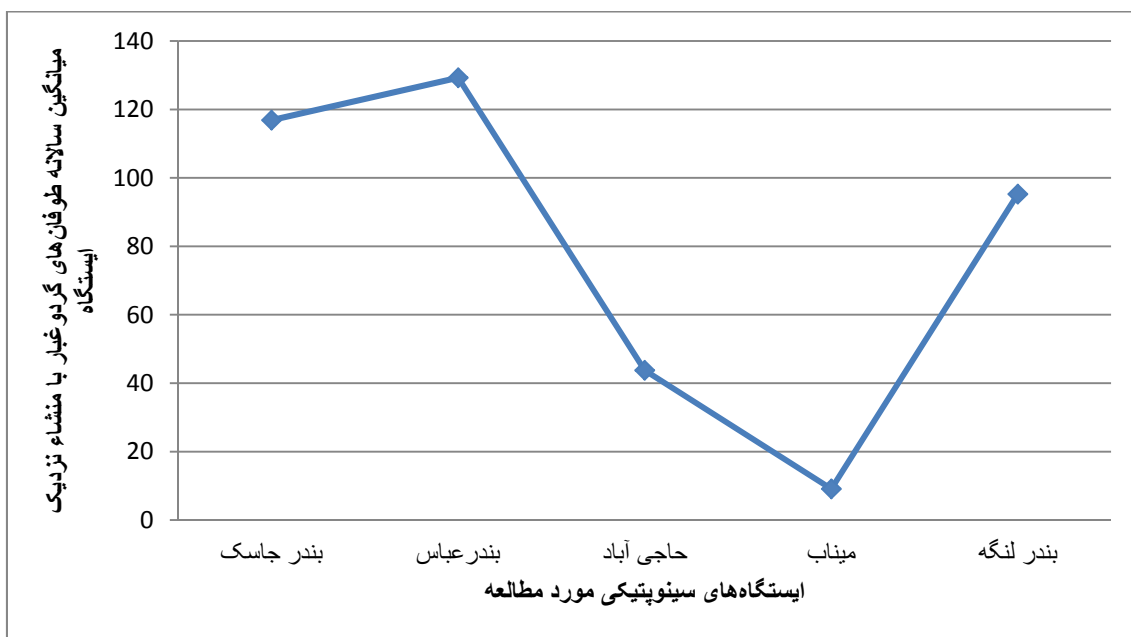
بررسی هشت‌ساله فراوانی طوفان‌های گردوغبار با منشأ نزدیک ایستگاه در منطقه استان هرمزگان (جدول ۱) نشان می‌دهد که تغییر چندانی در فراوانی وقوع این طوفان‌ها در طی

بوده‌اند. ایستگاه‌های حاجی‌آباد و میناب با یک و دو روز در سال دارای کم‌ترین روزهای گردوغباری با منشأ نزدیک ایستگاه بوده‌اند. بیش‌ترین میانگین سالانه‌ی این نوع گردوغبار مربوط به ایستگاه‌های بندرعباس و بندرلنگه است که به‌طور مشترک و متوسط سالانه دارای ۱۸۳ روز گردوغباری با منشأ نزدیک ایستگاه داشته‌اند و کم‌ترین آن نیز مربوط به ایستگاه حاجی‌آباد است که به‌طور متوسط دارای یک روز گردوغبار با منشأ نزدیک در سال بوده است. (شکل ۶ و شکل ۷).

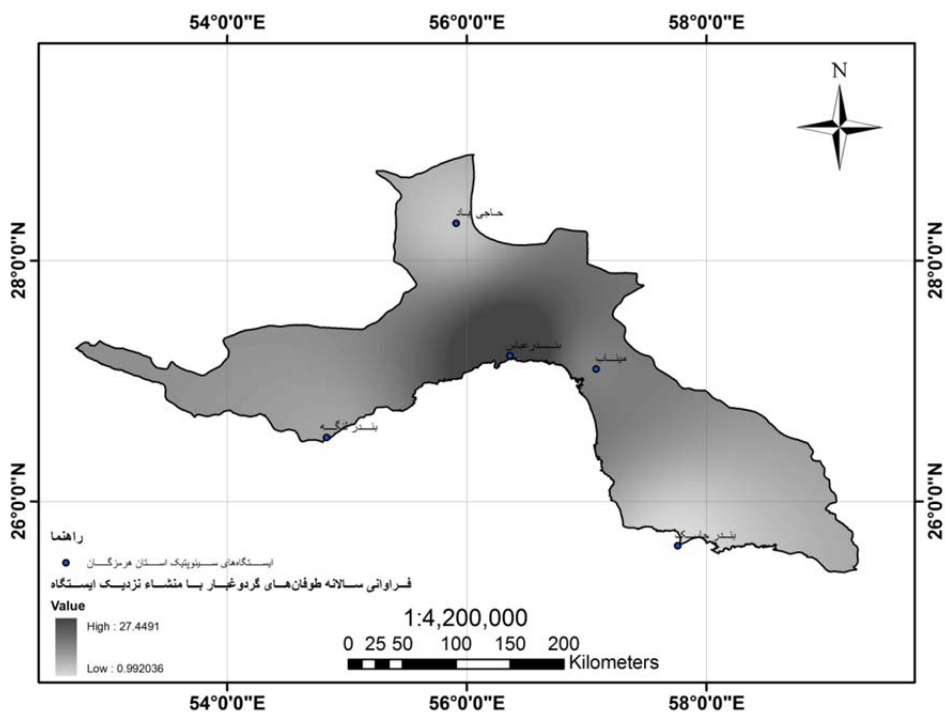
بوده‌اند، این امر نشان می‌دهد که در طی سال‌های اخیر طوفان‌های با منشأ خارج از ایستگاه موجب افزایش گردوغبار منطقه شده‌اند و تغییر چندانی در فراوانی طوفان‌های با منشأ نزدیک رخ نداده است (شکل ۵). بررسی تغییرات هشت‌ساله طوفان‌های گردوغبار با منشأ نزدیک ایستگاه نشان می‌دهد که ایستگاه‌های اصلی دارای این نوع گردوغبار شامل ایستگاه‌های بندرعباس، بندرلنگه و بندر جاسک است که به ترتیب دارای ۱۸۳، ۱۵۰ و ۱۸۳ روز گردوغباری با منشأ نزدیک ایستگاه



شکل ۵- نمودار تعداد روزهای گردوغباری با منشأ نزدیک ایستگاه در طی سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۹



شکل ۶- نمودار فراوانی سالانه طوفان‌های گردوغبار با منشأ نزدیک ایستگاه



شکل ۷- فراوانی سالانه طوفان‌های گردوغبار با منشأ نزدیک ایستگاه

شاخصی که به وسیله تصاویر ماهواره‌ای MODIS<sup>4</sup>

استخراج شده است، شاخص پوشش گیاهی EVI<sup>5</sup> است. این

استخراج میانگین سالانه شاخص پوشش گیاهی بارز شده

(EVI)

4. The Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer

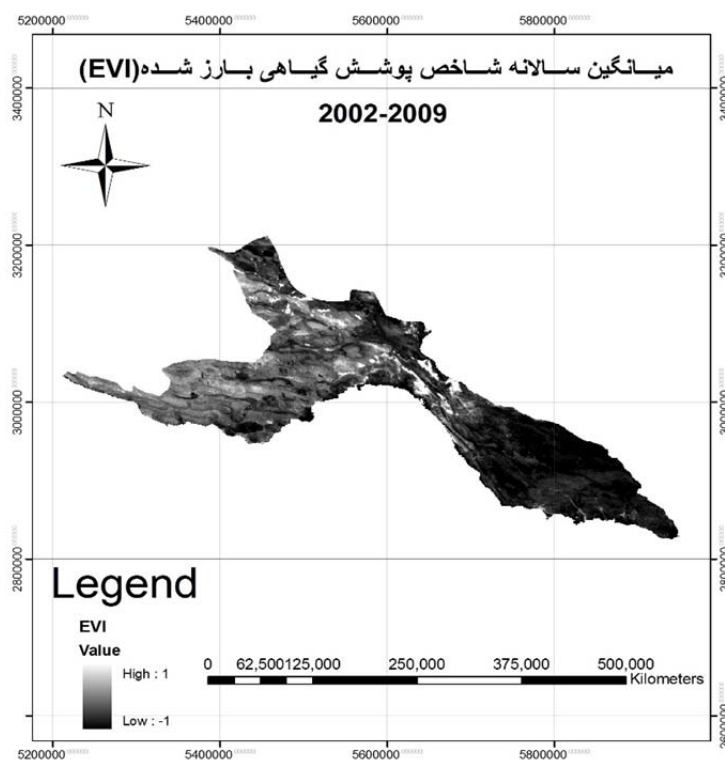
5. Enhanced Vegetation Index



منطقه‌ی مورد مطالعه نشان می‌دهد که در مناطق که بارندگی و شرایط اقلیمی نسبتاً مناسب تر است، پوشش گیاهی انبوه تر و فراوانی طوفان‌های گردوغبار کاهش می‌یابد، در حالی که بیشترین فراوانی طوفان‌های گردوغبار مربوط به مناطق دارای بارندگی کمتر و به تبع آن پوشش گیاهی تنک تر است. در مناطقی که حداقل پوشش گیاهی وجود دارد، خطر وقوع طوفان‌های گردوغبار افزایش می‌یابد. پدیده گردوغبار عمدتاً ویژگی مناطق خشک و نیمه‌خشک است. در این مناطق بارندگی کم، پوشش گیاهی پراکنده و همچنین زمین‌هایی که مواد آلی سطحی خود را از دست داده‌اند، با وزش بادهای مکرر و قوی به راحتی ذرات خود را از دست داده و پدیده گردوغبار رخ می‌دهد.

شاخص مشکل تاثیر آلودگی هوا در ارتباط با پس زمینه تاج پوشش در NDVI شاخص را به حداقل می‌رساند (۱۹). جهت استخراج این شاخص پوشش گیاهی از تصاویر سنجش از دور سنجنده مودیس استفاده گردید. این تصاویر از محصولات پردازش شده‌ی سنجنده مودیس می‌باشند که نیاز به تصحیحات اتمسفری و رادیومتریک اندکی دارند. به همین دلیل بعد از برش منطقه در تصاویر ماهانه از تصاویر در طی هشت سال مورد بررسی میانگین گرفته شد و به عنوان یک متغیر وارد مدل های رگرسیونی شد.

شکل ۸ تصویر میانگین هشت ساله‌ی شاخص گیاهی بارز شده (EVI) را که در هر یک از مدل‌های رگرسیونی مورد استفاده قرار گرفته است نشان می‌دهد. بررسی این تصویر در



شکل ۸- تصویر میانگین هشت ساله‌ی شاخص گیاهی بارز شده (EVI)

ثابت نشان دهنده ارزش متغیر وابسته در زمانی است که تمام متغیرهای مستقل ارزش صفر داشته باشند که در این مورد طوفان‌های گرد و غبار با منشأ خارج از ایستگاه برابر ۰/۰۴۹-

مدل سالانه طوفان‌های گرد و غبار با منشأ خارج از ایستگاه معادله رگرسیونی ارائه شده در جدول (۲)، ضرایب هر یک از متغیرهای مستقل و ضریب ثابت را نشان می‌دهد. ضریب

این طوفان‌ها دارند، متغیر بارندگی به میزان بسیار کم‌تری بر وقوع این طوفان‌ها اثر می‌گذارد و متغیرهای رطوبت نسبی و سرعت باد نیز تأثیر منفی بر وقوع این طوفان‌ها می‌گذارند.

است. ضرایب رگرسیونی، نشان‌دهنده اثر هر یک از متغیرهای مستقل بر متغیر وابسته هستند. نتایج حاصل از رگرسیون چندگانه طوفان‌های گرد و غبار با منشأ خارج از ایستگاه نشان می‌دهد که متغیرهای دما و پوشش گیاهی رابطه مثبت بر وقوع

جدول ۲. اطلاعات مربوط به معادله رگرسیونی

$Y = -0,049 - 0,45X_1 - 0,07X_2 + 1,1X_3 + 0,29X_4 + 0,002X_5$	معادله رگرسیونی
$F(5, 920604) = 11700105$	آزمون F
0,92	ضریب همبستگی (R)
0,86	ضریب تعیین ( $R^2$ )
0,92	ضریب همبستگی تصحیح شده
0,86	ضریب تعیین تصحیح شده

Y: تعداد روزهای با طوفان‌های گرد و غبار با منشأ خارج از ایستگاه سینوپتیکی در سال \*  $X_1$  = میانگین سالانه سرعت باد (نات) \*  $X_2$  = میانگین رطوبت نسبی سالانه (درصد) \*  $X_3$  = میانگین دمای سالانه (درجه سانتی‌گراد) \*  $X_4$  = میانگین بارندگی سالانه (میلی متر) \*  $X_5$  = میانگین سالانه شاخص پوشش گیاهی

۱۱۷۰۰۱۰/۵ است که نشان می‌دهد این معادله در سطح ۹۹ درصد معنادار است.

جدول ANOVA مقبولیت مدل را از نظر آماری بررسی می‌کند (جدول ۳). در سطر رگرسیون که اطلاعات راجع به تغییر مدل را نشان می‌دهد. مجموع مربعات رگرسیونی بخش توجیه شده توسط رگرسیون را نشان می‌دهد. این مقدار از تفریق مجموع مربعات باقی‌مانده از مجموع کل مربعات به دست می‌آید. مجموع مربعات رگرسیونی تقسیم بر مجموع کل مربعات نشان‌دهنده میزان  $R^2$  است. رگرسیون چند متغیره تنها از این روش برای سناریوهای چند متغیره استفاده می‌کند (خطی که بهترین برازش را در یک فضای چند بعدی دارا باشد). تحلیل باقی‌مانده‌ها می‌تواند ما را در شناسایی قابلیت مدل در مناطق خاص هدایت نماید. بنابراین باقی‌مانده‌های با ارزش بالای مثبت در مورد این معادله رگرسیونی نشان‌دهنده این است که مدل، مقادیر تغییر طوفان‌های گرد و غبار با منشأ خارج از ایستگاه سینوپتیکی را پایین‌تر از میزان واقعی پیش‌بینی می‌کند.

R نشان‌دهنده ضریب همبستگی چندگانه بین متغیر وابسته و متغیرهای مستقل است، مقدار R در این معادله رگرسیونی برابر ۰/۹۲ می‌باشد. و  $R^2$  میزان تغییرپذیری متغیر وابسته را بر مبنای تمام متغیرهای مستقل نشان می‌دهد که در این مورد ۸۶ درصد تغییرات طوفان‌های گرد و غبار با منشأ خارج از ایستگاه توسط متغیرهای مستقل نشان داده شده است. ضریب همبستگی تصحیح شده و ضریب تعیین تصحیح شده نیز نشان‌دهنده میزان R و  $R^2$  پس از اصلاح اثرات مربوط به تعداد متغیرها می‌باشند. این ضرایب پیچیدگی مدل را اصلاح می‌کنند. در مورد این معادله رگرسیونی پس از اصلاح اثرات مربوط به تعداد متغیرها تغییر چشم‌گیری در مقادیر R و  $R^2$  مشاهده نشد.

در این معادله رگرسیونی، ارزش‌های بحرانی زیر برای بررسی معناداری معادله رگرسیونی مورد استفاده قرار گرفته است: در سطح معناداری ۹۹ درصد با درجه آزادی  $920604 = F$ -statistic دارای ضریب معادله رگرسیونی برابر

جدول ۳. جدول رگرسیونی ANOVA گرد و غبار سالانه با منشأ خارجی

منبع	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات
رگرسیون	۵	۳۶۰۸۳۴۱۵۶۲/۴۱	۷۲۱۶۶۸۲۸۸
باقی مانده‌ها	۹۲۰۶۰۴	۵۶۷۸۳۳۱۵۵/۷۱	۶۱۶/۸
مجموع	۹۲۰۶۰۹	۴۱۷۶۱۷۴۷۱۸/۱۲	

در سطح معناداری ۹۹ درصد با درجه آزادی  $920604 = 2/326$   
 در سطح معناداری ۹۵ درصد با درجه آزادی  $920604 = 1/645$   
 در جدول ضرایب رگرسیونی، ضریب سرعت باد دارای T-  
 statistic برابر  $0/45$ ، ضریب رطوبت نسبی دارای T-statistic  
 برابر  $0/3$ ، ضریب دما دارای T-statistic برابر  $1024/67$ ،  
 ضریب بارندگی دارای T-statistic برابر  $287/74$  و ضریب  
 EVI دارای T-statistic برابر  $7/25$  می باشد که نشان می دهد  
 در این معادله ضرایب سرعت باد و ضریب ثابت در سطح ۸۰  
 درصد و ضرایب رطوبت نسبی، دما، بارندگی و ضریب  
 شاخص EVI در سطح ۹۹ درصد معنادار می باشند.

T-statistic و F-statistic ترکیبی، رایج ترین نوع آزمون‌ها  
 در برآورد موفقیت نسبی مدل و افزودن و یا حذف کردن  
 متغیرهای مستقل مدل رگرسیونی هستند. در جدول ۴ ضرایب  
 نشان‌دهنده تأثیر مجزای هر یک از متغیرهای مستقل بر  
 متغیرهای وابسته است. معناداری ضرایب در ساختار مربوط به  
 آمار T بیان می‌گردد. آمار T که معناداری هر یک از متغیرهای  
 مستقل را با حرکت از صفر (بدون اثر) بررسی می‌کند در  
 جدول رگرسیونی مجزا با درجه آزادی  $920604$  نشان داده  
 شده است. در این معادله رگرسیونی ارزش‌های بحرانی زیر  
 برای بررسی معناداری متغیر مستقل مورد استفاده قرار گرفته  
 است:

جدول ۴. ضرایب رگرسیونی مجزا گرد و غبار سالانه با منشأ خارجی

ضریب	( t_test )	
-۱/۳۸۰۱۹۷	-۰/۰۴۹۹۱۰	ضریب ثابت
-۶۹۴/۷۲۳۰۲۲	-۰/۰۴۵۷۶۹۷	سرعت باد
-۰/۰۷۱۶۴۸	-۵۴/۰۳۸۳۶۱	رطوبت نسبی
۱/۱۰۰۴۳۲	۱۰۲۴/۶۷۵۶۵۹	دما
۰/۲۹۶۹۹۶	۲۸۷/۷۴۵۲۳۹	بارندگی
۰/۰۰۲۸۱۰	۷/۲۵۴۸۶۷	شاخص پوشش گیاهی

در نظر گرفته شدند. ضریب ثابت نشان‌دهنده ارزش متغیر  
 وابسته در زمانی است که تمام متغیرهای مستقل ارزش صفر  
 داشته باشند که در این مورد برابر  $0/39$  است. معادله  
 رگرسیون چندگانه استخراج شده طوفان‌های گرد و غبار با  
 منشأ نزدیک ایستگاه نشان‌دهنده این است که متغیرهای سرعت  
 باد، دما و رطوبت نسبی تأثیر مثبت بر وقوع این طوفان‌ها  
 می‌گذارند، در حالی که متغیر بارندگی و شاخص پوشش  
 گیاهی تأثیر منفی بر وقوع این طوفان‌ها می‌گذارد.

مدل سالانه طوفان‌های گرد و غبار با منشأ نزدیک ایستگاه  
 معادله رگرسیونی ارائه شده در جدول (۵)، ضرایب هر یک  
 از متغیرهای مستقل و ضریب ثابت را نشان می‌دهد. در این  
 مدل رگرسیونی فراوانی طوفان‌های گرد و غبار با منشأ نزدیک  
 ایستگاه به‌عنوان متغیر وابسته و متغیرهای میانگین بارندگی بر  
 حسب میلی‌متر، میانگین رطوبت نسبی هوا بر حسب درصد،  
 میانگین سرعت باد بر حسب نات، میانگین دمای هوا بر حسب  
 درجه سانتی‌گراد و نیز EVI سالانه به‌عنوان متغیرهای مستقل

جدول ۵. اطلاعات مربوط به معادله رگرسیونی

معادله رگرسیونی	$Y = -0,398 + 0,0024X_1 + 0,0179X_2 + 0,0009X_3 - 0,0143X_4 - 0,0003X_5$
آزمون F	$F(5, 920604) = 715451,0625$
ضریب همبستگی (R)	۰/۸۹
ضریب تعیین ( $R^2$ )	۰/۷۹
ضریب همبستگی تصحیح شده	۰/۸۹
ضریب تعیین تصحیح شده	۰/۷۹

$Y$ : تعداد روزهای با طوفان های گرد و غبار با منشأ خارج از ایستگاه سینوپتیکی در سال \*  $X_1$  = میانگین سالانه سرعت باد (نات) \*  $X_2$  = میانگین رطوبت نسبی سالانه (درصد) \*  $X_3$  = میانگین دمای سالانه (درجه سانتی گراد) \*  $X_4$  = میانگین بارندگی سالانه (میلی متر) \*  $X_5$  = میانگین شاخص پوشش گیاهی

در جدول ANOVA (جدول ۶)، باقی مانده های با ارزش بالایی مثبت در مورد این معادله رگرسیونی نشان دهنده این است که مدل، مقادیر تغییر طوفان های گرد و غبار با منشأ نزدیک ایستگاه سینوپتیکی را پایین تر از میزان واقعی پیش بینی می کند.

جدول ۶. جدول رگرسیونی ANOVA گرد و غبار سالانه با منشأ نزدیک

منبع	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات
رگرسیون	۵	۶۷۶۶۵۰/۰۴	۱۳۵۳۳۰
باقی مانده ها	۹۲۰۶۰۴	۱۷۴۱۳۵/۲۶	۰/۱۹
مجموع	۹۲۰۶۰۹	۸۵۰۷۸۵/۳۰	

در جدول ۷ ضرایب نشان دهنده تأثیر مجزای هر یک از متغیرهای مستقل بر متغیرهای وابسته است. آمار T که معناداری هر یک از متغیرهای مستقل در این معادله را با درجه آزادی ۹۲۰۶۰۴ آزمون می کند، نشان می دهد که ضرایب سرعت باد، رطوبت نسبی، دما، EVI، بارندگی و ضریب ثابت در سطح ۹۹ درصد معنادار هستند.

جدول ۷. ضرایب رگرسیونی مجزا گرد و غبار سالانه با منشأ نزدیک

ضریب	( $t_{test}$ ۹۲۰۶۰۴)	ضریب ثابت
-۰/۳۹۷۵۰	-۶۲/۷۷۰۹۸۸	ضریب ثابت
۰/۰۰۲۴۳۸	۲۱۱/۳۰۲۳۹۹	سرعت باد
۰/۰۱۷۹۴۱	۷۷۲/۶۸۶۴۰۱	رطوبت نسبی
۰/۰۰۰۸۵۱	۴۵/۲۶۴۷۷۸	دما
-۰/۰۱۴۲۶۴	-۷۸۹/۱۷۵۲۹۳	بارندگی
-۰/۰۰۰۰۳۸	-۵/۶۵۰۲۴۴	شاخص پوشش گیاهی

بنابراین پیش بینی سالانه طوفان های گرد و غبار طی سال های ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۹ نشان دهنده این است که طوفان های گرد و غبار با منشأ نزدیک ایستگاه ها با ضرایب همبستگی و تعیین بالاتری قابل پیش بینی هستند. در پیش بینی ماهانه طوفان های گرد و غبار نیز، طوفان های با منشأ نزدیک ایستگاه نسبت به طوفان های با منشأ خارج از ایستگاه با ضرایب همبستگی و تعیین بالاتری قابل پیش بینی هستند. همچنین طی ماه هایی که فراوانی طوفان های گرد و غبار افزایش می یابد، ضرایب

همبستگی و تعیین معادله‌های رگرسیونی به میزان کم کاهش می‌یابد. بیشترین ضریب همبستگی در مورد طوفان‌های با منشأ خارج از ایستگاه مربوط به ماه فوریه و مارس است، در حالی که بیشترین ضریب همبستگی در مورد طوفان‌های با منشأ نزدیک ایستگاه مربوط به ماه دسامبر است، در واقع این مدل‌های رگرسیونی در ماه‌های سرد و کم‌غبار دارای  $R$  و  $R^2$  بالاتری هستند، اما قدر مطلق خطای پیش‌بینی در ماه‌های گرم سال کمتر از ماه‌های سرد سال است. همچنین هرگاه ضریب تغییرات در مورد متغیرهای مستقل برای پیش‌بینی طوفان‌های گرد و غبار کاهش یابد، سطح معنی‌داری برای آزمون  $T$  نیز کاهش می‌یابد. اما در اکثر موارد ضرایب متغیرهای مستقل در سطح ۹۹ درصد معناداری هستند. در سطح معناداری ۹۹ درصد با درجه آزادی  $۹۲۰۶۰۴$  همه معادله‌های رگرسیونی معنادار هستند.

#### بحث و نتیجه گیری

بررسی پارامترهای اقلیمی در رابطه با طوفان‌های گرد و غبار علاوه بر اینکه به شناخت و تحلیل شرایط وقوع این پدیده منجر می‌شوند، امکان دست‌یابی به مدلی برای پیش‌بینی این پدیده مخرب زیست محیطی را فراهم می‌کند، نتایج این تحقیق نشان داد که در نوار ساحلی دما و رطوبت نسبی به حداکثر خود می‌رسد و بارش و سرعت باد نیز به صورت منطقه‌ای متغیر است، همچنین بین عناصر اقلیمی موثر بر بروز پدیده گرد و غبار و میانگین سالانه روزهای گرد و غباری با دو منشأ نزدیک و خارج از ایستگاه همبستگی‌های معنی‌داری وجود دارد. نتایج این تحقیق با نتایج اروزاکي و میکامی (۲۰)، دینگ و همکاران (۱۶)، تمسکی (۶) و نوحه گر (۱۲) همسو است که در تحقیق خود بیان می‌کند، طوفان‌های گرد و غبار با منشأ نزدیک ایستگاه با میزان همبستگی ( $R$ ) و ضریب تعیین ( $R^2$ ) بالاتری نسبت به طوفان‌های گرد و غبار با منشأ خارج از ایستگاه قابل پیش‌بینی می‌باشند نتایج نشان داد که گردوغبار با منشأ نزدیک ایستگاه باعث ایجاد بیشترین روزهای گردوغباری در منطقه می‌شود به طوری که بیش از

۶۵ درصد از روزهای گردوغباری ناشی از گردوغبار ایجاد شده با منشأ نزدیک ایستگاه است و بیشترین رخداد گرد و غبار در فصل گرم سال رخ داده است. در مدل مربوط به پیش‌بینی طوفان‌های گرد و غبار با منشأ نزدیک ایستگاه سرعت باد بیشترین تاثیر را در افزایش روزهای گرد و غباری با منشأ نزدیک ایستگاه دارد، که نشان دهنده اهمیت سرعت باد بر افزایش فرسایش بادی می‌باشد. اما عوامل دما و رطوبت نسبی نیز به ترتیب بعد از سرعت باد بیشترین تاثیر را در افزایش روزهای گرد و غباری با منشأ نزدیک ایستگاه دارند. همچنین در مدل مربوط به رگرسیون چند متغیره طوفان‌های گردوغبار با منشأ خارج از ایستگاه از بین عوامل وارد شده در مدل، سرعت باد بیشترین تاثیر را در افزایش روزهای گرد و غباری با منشأ خارج از ایستگاه داشته و با افزایش روزهای گرد و غباری با منشأ خارجی رابطه مستقیم دارند و عامل دما تاثیر معکوس در افزایش روزهای گرد و غباری با منشأ نزدیک ایستگاه دارد. با توجه به اینکه سرعت باد به خصوص در مناطق ساحلی جنوبی کشور علت اصلی بروز این پدیده در مناطق کم باران و خشک است و در پی کاهش بارندگی پوشش گیاهی نیز ضعیف می‌شود در این تحقیق؛ با توجه به تاثیر طوفان‌های گردوغبار غربی امکان پیش‌بینی طوفان‌های با منشأ خارج از ایستگاه با همبستگی و ضریب تعیین بالایی میسر است. بررسی ارتباط طوفان‌های گرد و غبار با عناصر اقلیمی نشان می‌دهد که می‌توان با شناخت بیشتر این طوفان‌ها و انجام به موقع اقدامات کنترلی از خسارات آن‌ها کاست. پیشنهاد می‌شود که با توجه به پیچیدگی پدیده‌ها و مخاطرات جوی مدل‌های دیگری با استفاده از متخصصین رشته‌های مختلف علوم محیطی جهت پیش‌بینی پدیده گرد و غبار مورد مطالعه قرار گیرد. به شکلی که رطوبت سطحی خاک، ارتفاع از سطح دریا و دیگر شاخص‌های پایش تغییرات نیز در آنها استفاده گردد. همچنین بهتر است عملیات مقابله با فرسایش بادی و طوفان‌های گرد و غبار در کانون‌های گرد و غبار منطقه ای با استفاده از روشهای مختلف عملیات بیولوژیکی و

### سیاسگزاری

بدین وسیله مراتب تشکر و قدردانی خود را از سازمان هواشناسی ایران بدلیل همکاری صمیمانه در اجرای این تحقیق اعلام می داریم.

مکانیکی، با تاکید بر کاهش سرعت باد و افزایش رطوبت خاک انجام گیرد.

### فهرست منابع

- ۱۰) رسولی، ع. ساری صراف، ب. محمدی، غ. ۱۳۸۹. تحلیل روند اقلیمی گرد و غبار در غرب کشور در ۵۵ سال اخیر با استفاده از روش های آماری ناپارامتری. فصل نامه جغرافیایی طبیعی. سال سوم. شماره ۹. صفحه ۱۵ تا ۲۸.
  - ۱۱) فرج زاده اصل، م. و علیزاده، خ. ۱۳۹۰. تحلیل زمانی و مکانی طوفانهای گرد و خاک در ایران. مجله مدرس علوم انسانی- برنامه ریزی و آمایش فضا. دوره ۱۵. شماره ۱. صفحه ۶۵ تا ۸۴.
  - ۱۲) نوحه گرا، خورانی، ا. و تمسکی، ا. ۱۳۹۱. تحلیل آماری وقوع طوفان های گرد و غبار در ایستگاه هواشناسی سرپل ذهاب. اولین همایش ملی بیابان (علوم، فنون و توسعه پایدار)، کرج ۲۷-۲۸ خرداد ۱۳۹۱.
  - 13) An, C.-B., Zhao, J., Tao, S., Lv, Y., Dong, W., Li, H., Jin, M., & Wang, Z. 2011. Dust variation recorded by lacustrine sediments from arid Central Asia since ~15 cal ka BP and its implication for atmospheric circulation. *Journal of Quaternary Research*, DOI:10.1016/j.yqres.2010.12.015.
  - 14) Arimoto, R. 2001. "Eolian dust and climate, Relationships to sources, tropospheric chemistry, transport and deposition". *Journal of Earth Sci. Rev.:* 54, PP 29-42.
  - 15) Bennion, P., et al. 2007. "The impact of airborne dust on respiratory health in children living in the Aral Sea region". *Int. J. Epidemiol.* 36, pp 1103-1110.
  - 16) Ding, R., Li, J., Wang, S., and Ren, F. 2005. "Decadal Change of the Spring Dust Storm in Northwest China and the Associated Atmospheric circulation". *Geophysical Research Letters* 32, L202808. Doi: 10.1029/2004 GL 021561.
  - 17) Goudie, A.S. 2009. "Dust storms: Recent developments". *Journal of Environmental Management*: 90; pp 89-94.
  - 18) Goudie, A.S., Middleton, N.J. 2006. *Desert Dust in the Global System*. Springer, Heidelberg.
  - 19) Huete, A. 2004. "Remote Sensing for Natural Resources Management and Environmental Monitoring": *Manual of remote sensing* 3<sup>rd</sup> ed. Vol. 4. University of Arizona.
  - 20) Kurosaki, Y., and Mikami, M. 2003. "Recent Frequent Dust Events and Their Relation to Surface Wind in
- ۱) آذرینوند، ملکیان، آ. ۱۳۸۸. بوم شناسی مناطق بیابانی. چاپ اول، موسسه انتشارات دانشگاه تهران، صفحه ۶۹.
  - ۲) احمدی، ح. ۱۳۸۷. ژئومورفولوژی کاربردی. جلد ۲. بیابان - فرسایش بادی. صفحه ۲۴۳.
  - ۳) اکرامی، م. طالبی، ع. سلیمانی مطلق، ع. ۱۳۸۹. بررسی اثر گردوغبار بر تسریع ذوب برف (مطالعه موردی: ارتفاعات شیرکوه یزد). مجموعه مقالات دومین همایش ملی فرسایش بادی و طوفان- های گردوغبار، ۲۷ و ۲۸ بهمن ماه، دانشگاه یزد، ص ۴۳.
  - ۴) امیدوار، ک.، نکونام، ز. ۱۳۹۰. کاربرد گلباد و گلغبار در تحلیل پدیده گرد و خاک و تعیین رژیم فصلی بادهای همراه با این پدیده (مطالعه موردی: شهر سبزوار). پژوهش های جغرافیایی طبیعی. شماره ۷۶. صفحه ۸۵ تا ۱۰۴.
  - ۵) پورعلی، م. تقی زاده، ع. ۱۳۹۰. بررسی علل و منشاء ایجاد گردوغبار در استان خوزستان. آموزش جغرافیا. دوره ۲۵. شماره ۳. صفحه ۸ تا ۱۳.
  - ۶) تمسکی، ا. ۱۳۹۲. بررسی ارتباط بین عناصر اقلیمی و ارتفاع ایستگاه سینوپتیکی با وقوع طوفان های گرد و غبار (مطالعه موردی: جنوب و جنوب شرق ایران). اولین همایش ملی جغرافیا و پایداری محیط. اسفند ۱۳۹۲. دانشگاه رازی.
  - ۷) جعفری، ر. ۱۳۹۰. ماهیت و اهمیت طوفان های گرد و غبار. جنگل و مرتع. شماره ۸۹. صفحه ۱۵ تا ۱۹.
  - ۸) جعفری، م. طویلی، ع. ۱۳۸۹. احیا مناطق خشک و بیابانی. انتشارات دانشگاه تهران. چاپ سوم. صفحه ۳۷.
  - ۹) خسروی، م. ۱۳۸۷. تحلیل فضایی آلاینده های گرد و غباری ناشی از بادهای ۱۲۰ روزه سیستان با استفاده از داده های سنجش از دور (دوره ۲۰۰۸-۲۰۰۱). مجموعه مقالات همایش ملی بهداشت محیط. آبان ۱۳۸۷.

- 25) Wang X., Zhou Z., and Dong Z. 2006. Control of Dust Emissions by Geomorphic Conditions, Wind Environments and Land Use in Northern China: An Examination Based on Dust Storm Frequency from 1960 to 2003. *Geomorphology*, 81:292-308.
- 26) Wong, S., Dessler, A.E. 2005. Suppression of deep convection over the tropical North Atlantic by the Saharan Air Layer. *Geophys. Res. Lett.* 32, DOI: 10.1029/2004GL022295.
- 27) Xie, J., Yang, C., Zhou, B., & Huang, Q. 2010. High-performance computing for the simulation of dust storms. *Journal of Computers, Environment and Urban Systems*: 34; pp 278–290.
- 28) Yang, X., Zhu, B., Wang, X., Li, C., Zhou, Z., Chen, J., Wang, X., Yin, J., Lu, Y. 2008. Late Quaternary environmental changes and organic carbon density in the Hunshandake Sandy land, eastern Inner Mongolia, China. *Global Planet. Change*: 61, pp 70–78.
- East Asia. *Geophysical Research Letters* 30, 1736. Doi: 10.1029/2003 GL017261.
- 21) Kang, S., Zhang, Y., Zhang, Y., Grigholm, B., Kaspari, S., Qin, D., Ren, J., & Mayewski, P. 2010. Variability of atmospheric dust loading over the central Tibetan Plateau based on ice core glaciochemistry. *Journal of Atmospheric Environment*: 44; pp 2980-2989 .
- 22) Meng, Z., Lu, B. 2007. Dust events as a risk factor for daily hospitalization for respiratory and cardiovascular diseases in Minqin, China. *Atmos. Environ.* 41, 7048-7058.
- 23) Redgwell, A.J. 2003. Implications of the glacial CO<sub>2</sub> "iron hypothesis" for quaternary climate change. *Geochem. Geophys.* 4 article 1076.
- 24) Tegen, I., Werner, M., Harrison, S.P., and Kohfeld, K.E. 2004. Relative Importance of Climate and Land Use in Determining Present and Future Global Soil Dust Emission. *Geophysical Research letters* 31, L05105. doi: 10.1029/2003 GL019216.



## Spatial changes in dust occurrence from both internal and external sources using remote sensing techniques in the coastal strip

Yousefi, S.,<sup>1</sup> Gharehdaghi, H.,<sup>2\*</sup> M. Rezai, M.<sup>3</sup>

Received: 2021-09-21 / Accepted: 2021-12-14 / Published: 2023-03-21

### Abstract

Iran's location in the desert belt of the northern hemisphere, rainfall irregularities, multiple droughts and poor vegetation have caused the phenomenon of dust in the country. This phenomenon is one of the most important environmental hazards that causes a lot of damage every year in different parts, especially in the southern and southwestern provinces of the country. The present study investigates the causes of dust storms in Hormozgan province in the period from 2002 to 2009.

Yousefi, S.,<sup>1</sup> Gharehdaghi, H.,<sup>2</sup> (✉) M. Rezai, M.<sup>3</sup>

1. PhD Student in Environmental Engineering Science, Islamic Azad University, Bandar Abbas Branch, Bandar Abbas, Hormozgan, Iran

2. Assistant Professor, Faculty of Natural Resources, Islamic Azad University, Arsanjan Branch, Fars, Iran

3. Academic Member, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Hormozgan, Iran

DOI: 10.30495/girs.2023.686989

e-mail: [ho.gharehdaghi@iau.ac.ir](mailto:ho.gharehdaghi@iau.ac.ir)

In this study, which was conducted using the statistics of the Meteorological Organization of Iran in five synoptic stations of Hormozgan province, dust days with two sources near and outside the synoptic stations were extracted and after annual and monthly monitoring of storms, using climatic elements. And Plant Index (EVI) was investigated for dust storms using multivariate regression. The results show that dust with a source close to the station causes the most dust days in the region, so that more than 65% of dust days caused by dust originates near the station and the most occurrence of dust occurred in the warm season. Overall, the results of this study indicate that the simultaneous use of ground measurements and satellite images has a good ability to monitor and investigate dust storms. Due to the fact that most of the dust in this area is close to the station, it is possible to reduce the significant volume of these storms by biological and mechanical measures and to deal with wind erosion.

**Keywords:** Dust, Climate elements, EVI index, Remote sensing

Please cite this article as: Yousefi, S., Gharehdaghi, H., M. Rezai, M. Spatial changes in dust occurrence from both internal and external sources using remote sensing techniques in the coastal strip. Journal of RS and GIS for Natural Resources, 14(2): 92-107