



## بررسی روند تغییرات گردوغبار و ارتباط آن با بارش و پوشش گیاهی در استان خراسان رضوی

علی غلامی<sup>۱</sup>، علیرضا راشکی<sup>۲\*</sup>، محمود آذری<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد aligholami1996@yahoo.com

۲- دانشیار، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد a.rashki@um.ac.ir

۳- استادیار، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد m.azari@um.ac.ir

### چکیده

وقایع گردوغبار یکی از مهمترین رخدادهای طبیعی در جهان می باشد. همه ساله طوفان های گردوغبار زندگی میلیون ها انسان را تحت تاثیر خود قرار می دهد. از این رو بررسی این وقایع طبیعی می تواند باعث افزایش اطلاعات و در نتیجه کمک به شناخت بشر درباره عوامل موثر بر وقوع آن ها گردد. استان خراسان رضوی واقع در قسمت شمال شرقی ایران با اقلیم خشک و نیمه خشک بعنوان یکی از استان های پرجمعیت کشور در سال های اخیر با مشکلات طوفان های گردوغبار مواجه بوده است. رخدادهای گردوغباری به دلایل مختلفی اعم از کاهش بارش و پوشش گیاهی در منطقه شکل می گیرد. در پژوهش کنونی سعی بر این شده است تا ارتباط میان گردوغبار با استفاده از شاخص عمق نوری آئروسول (AOD) و عوامل بارش و پوشش گیاهی با استفاده از شاخص تفاوت نرمال شده پوشش گیاهی (NDVI) بررسی گردد. بدین منظور داده های مورد نظر طی سال های ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۸ گردآوری گردید و ارتباط این عوامل طی این بازه زمانی بررسی شد. نتایج این پژوهش نشان می دهد که ارتباط معنی داری در بیشتر شهرستان های استان خراسان رضوی بین گردوغبار، پوشش گیاهی و بارش وجود دارد. همچنین نتایج نشان داد که در شهرستان باخرز بیشترین و در شهرستان بجستان کمترین ارتباط بین بارش و گردوغبار در طی سال های مطالعاتی وجود داشت. به علاوه پوشش گیاهی در شهرستان کاشمر و در شهرستان قوچان به ترتیب بیشترین و کمترین ارتباط را با گردوغبار داشتند.

**کلمات کلیدی:** گرد و غبار، بارش، NDVI، خراسان رضوی، عمق نوری آئروسول

### ۱. مقدمه

رخدادهای گردوغبار وقایع طبیعی هستند که می توانند اثرات مخربی بر روی فعالیت های انسانی و محیط زیست داشته باشند (تم و همکاران، ۲۰۱۲). با افزایش روند تغییر اقلیم، این رویدادها در مناطق مختلف باعث وقوع معضلات بزرگی گردیده اند. ذرات گردوغبار با تغییر تعادل تابش بر سیستم های آب و هوایی و اقلیمی تاثیر می گذارند، این روند به طور مستقیم با جذب و پراکنده کردن تابش و به طور غیر مستقیم با تحت تاثیر قراردادن ابر و زمانی که آنها به عنوان هسته متراکم استفاده می شوند، عمل می نماید (هانگ و همکاران، ۲۰۱۴؛ چه و همکاران ۲۰۱۵). گردوغبار ناشی از مناطق خشک و نیمه خشک در سرتاسر جهان، ترکیب شیمیایی و ثبات اتمسفر، مقدار تابش زمین، فرآیندهای آب و هوایی و چرخه های زیستی و شیمیایی را مختل می کند (گودی و میدلتون، ۲۰۰۶؛ شائو و همکاران، ۲۰۱۱؛ آنتوان و همکاران، ۲۰۱۲).



تا چندی پیش طوفان های گردوغبار به طور کلی به عنوان پدیده های محلی در مناطق خشک و نیمه خشک دیده می شد، اگرچه گاهی اوقات در مقیاس بزرگ، در سه دهه گذشته، جهان نگران پدیده گردوغبار بوده است. وقوع گردوغبار پدیده ای است که در مناطق خشک و نیمه خشک معمول بوده و هنگام عبور یک جبهه تند باد یا هنگامی که نیروی باد از مقدار آستانه فراتر رود، جایی که ماسه و گرد و غبار سست از سطح خشک خارج می شود، پدید می آید (سکویرز، ۲۰۰۱) به گفته تعداد زیادی از محققان، طوفان های گردوغبار حاصل سیستم های بادی آشفته ای است که ذرات گردوغبار را به هوا وارد کرده و دید را به زیر ۱۰۰۰ متر کاهش می دهند (گودی و میدلتون، ۱۹۶۰). وجود گردوغبار معمولاً با مناطق خشک و نیمه خشک جغرافیایی معتدل، گرمسیری و نیمه گرمسیری همبستگی داشته که در این مناطق میانگین بارش سالانه زیر ۲۰۰ تا ۳۰۰ میلی متر است. بنابراین، مناطق خشک که بیش از ۴۰٪ سطح زمین جهان را اشغال می کنند و حدود ۱ میلیارد نفر را در خود جای داده اند (سکویرز، ۲۰۰۱) بزرگترین محل در شروع گردوغبار منطقه ای و جهانی بوده و ۴۰ تا ۵۰ درصد از انتشار سالانه ذرات معلق در هوا را شامل می شوند ( ایندویتو و همکاران، ۲۰۱۲).

پیوند بین گردوغبار و اقلیم توجه زیادی را به خود جلب کرده است. بازخوردهای مستقیم گردوغبار و اقلیم شناسایی شده (روتستاین و همکاران، ۲۰۱۱) و گردوغبار به عنوان یک عامل اصلی و حتی گاهی اوقات تنها عامل برای تغییرات مختلف اقلیمی سالانه یا دهه ای شناخته می شود (افولتز و مک پادن، ۲۰۰۸؛ ایوان و همکاران، ۲۰۱۱). در مقیاس جهانی، گردش کلی جوی، توزیع مناطق خشک و الگوی گردوغبار جهانی را تعیین می کند (پراسپرو و همکاران، ۲۰۰۲). در مقیاس های سینوپتیک، گردوغبار توسط سیستم هایی مانند گردبادها، جبهه های بادی، خطوط طوفانی و کانال های موسمی ایجاد می شوند. در یک نقش گسترده تر، گردوغبار در سیستم اقلیمی در انواع مختلفی از فرآیندهای فیزیکی، شیمیایی و زیست شناختی شرکت کرده که منجر به بازخوردهایی با پیامدهای بزرگ می شود (شائو و همکاران، ۲۰۱۳).

یک جنبه غالباً نادیده گرفته شده از تعامل زمین و جو که می تواند به ویژه در محیط های خشک بسیار مهم باشد، توانایی پوشش گیاهی برای تعدیل انتشار گردوغبار و نقشی است که آبروسل های گردوغبار در بارش باران بازی می کند (روزنفلد و همکاران، ۲۰۰۱). در مطالعات قبلی، تأثیر عوامل اقلیمی بر شدت گردوغبار توجه زیادی را به خود جلب کرده و عواملی همچون بارش، دما و سرعت باد به این دلیل که همه آنها داده های نقطه ای هستند که توسط ایستگاه های مشاهده هواشناسی ضبط شده اند به صورت کمی اندازه گیری شده اند (شائو و دونگ، ۲۰۰۶؛ زو و همکاران، ۲۰۰۸). در مقابل، تأثیر پوشش گیاهی بر فعالیت گردوغبار غالباً نادیده گرفته می شود، به دلیل اینکه رخدادهای گردوغبار غالباً به صورت داده های نقطه ای ثبت می شوند، در حالی که پوشش گیاهی در غالب داده های هوایی ثبت می شود (تن، ۲۰۱۶).

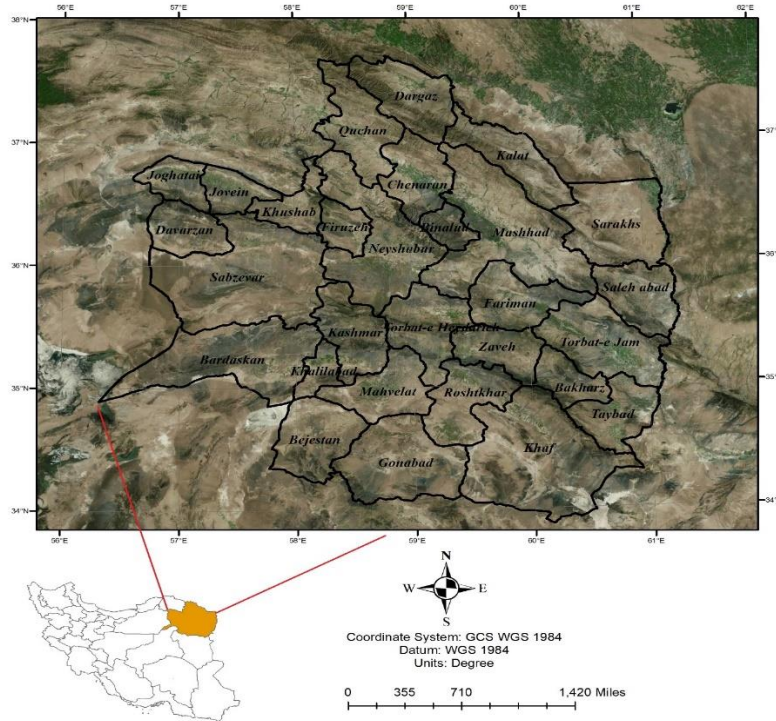
در مطالعه حاضر رابطه بین گردوغبار و عوامل اقلیمی شامل بارش و دما در استان خراسان رضوی مورد بررسی قرار می گیرد. به این منظور داده های ۱۵ ساله گردوغبار (AOD) از سال ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۸ و داده های بارش و دما و NDVI نیز در همین بازه تهیه گردید.

## ۲. مواد و روشها

### ۱.۲. منطقه مورد مطالعه

استان خراسان رضوی بین ۵۶.۲ درجه تا ۶۱.۵ درجه شرقی و ۳۳.۵ درجه تا ۳۷.۷ درجه شمالی، در شمال شرقی ایران واقع شده است (شکل ۱). خراسان رضوی از ۲۳۵ متر در دشت سرخس تا ۳۲۱۱ متر در کوه بینالود در شهرستان نیشابور دارای تغییرات ارتفاعی است. میانگین بارندگی سالانه از ۱۱۶ میلی متر در خواف تا ۳۱۳ میلی متر در قوچان و متوسط دمای سالانه بین ۱۲.۲ درجه سانتی گراد در فریمان و ۱۸.۲ درجه سانتی گراد در سبزوار است. خراسان رضوی تحت تأثیر سه توده اصلی هوا بوده که باعث تغییرات عمده ای در شرایط جوی در این استان می شود. توده های هوای گرم که از شمال دریای خزر شکل گرفته، دما و رطوبت

را در منطقه افزایش می دهند و باعث ایجاد بادهای ۱۲۰ روزه سیستان می شوند. این بادهای تولید و انتقال گردوغبار را از اواخر بهار تا اواسط تابستان افزایش می دهد.



شکل ۱. موقعیت مکانی منطقه مورد مطالعه (استان خراسان رضوی)

## ۲.۲ داده‌های مورد نیاز

### ۲.۲.۱ عمق نوری آئروسول (AOD)

امروزه، سنجش از دور کمک بسیاری در شناسایی مشخصات اتمسفری و زمینی کرده‌است و شاخص‌های بسیاری معرفی شده‌اند. عمق نوری آئروسول<sup>۱۸</sup> (AOD) یک پارامتر مهم مستخرج از فناوری‌های سنجش از دور است که به عنوان یک متغیر مفید در برآورد تراکم آئروسول‌ها عمل می‌کند. در این مطالعه از AOD (عمق نوری آئروسول) بین سالهای ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۸ استفاده شده است. در این پژوهش، داده‌های AOD از مجموعه مودیس ۶ و از الگوریتم ترکیبی Dark 106 Target و Deep Blue بدست می‌آید (یان و همکاران، ۲۰۱۶؛ فلوئسی و همکاران، ۲۰۱۶). به روزرسانی‌های مجموعه مودیس ۶ دقت و پوشش جهانی را بهبود بخشیده است. تعدادی دیگر از مطالعات براساس بازیابی AOD ماهواره مودیس برای سطوح روشن بر اساس نورسنج‌های خورشیدی انجام شده است. داده‌های AOD از محصول سطح ۳ (<http://ladsweb.nascom.nasa.gov/data>) MOD08 با وضوح ۱ × ۱ درجه برای بررسی توزیع مکانی-زمانی گردوغبار در منطقه مورد مطالعه استفاده می‌شود. این مطالعه بر روی AOD در سطح ۵۵۰ نانومتر بر

<sup>18</sup> Aerosol Optical Depth



روی زمین انجام شده، زیرا این محدوده نزدیک به اوج طیف خورشیدی بوده و بنابراین با اثرات تابشی عمده‌ای همراه است (نامداری و همکاران، ۲۰۱۸).

### ۲.۲.۲. بارش

در این مطالعه از مجموعه بارش TRMM با رزولوشن ۰.۲۵ درجه استفاده شده است. داده‌های TRMM مجموعه ای حاصل از بارش در محدوده مادون قرمز و مربع ریشه میانگین مقدار تخمینی خطای بارش تهیه شده که بهترین تخمین از مقدار بارش را در بین عرض جغرافیایی ۵۰ درجه شمالی و ۵۰ درجه جنوبی را ارائه می دهد.

### ۲.۲.۳. شاخص نرمال شده تفاوت پوشش گیاهی (NDVI)

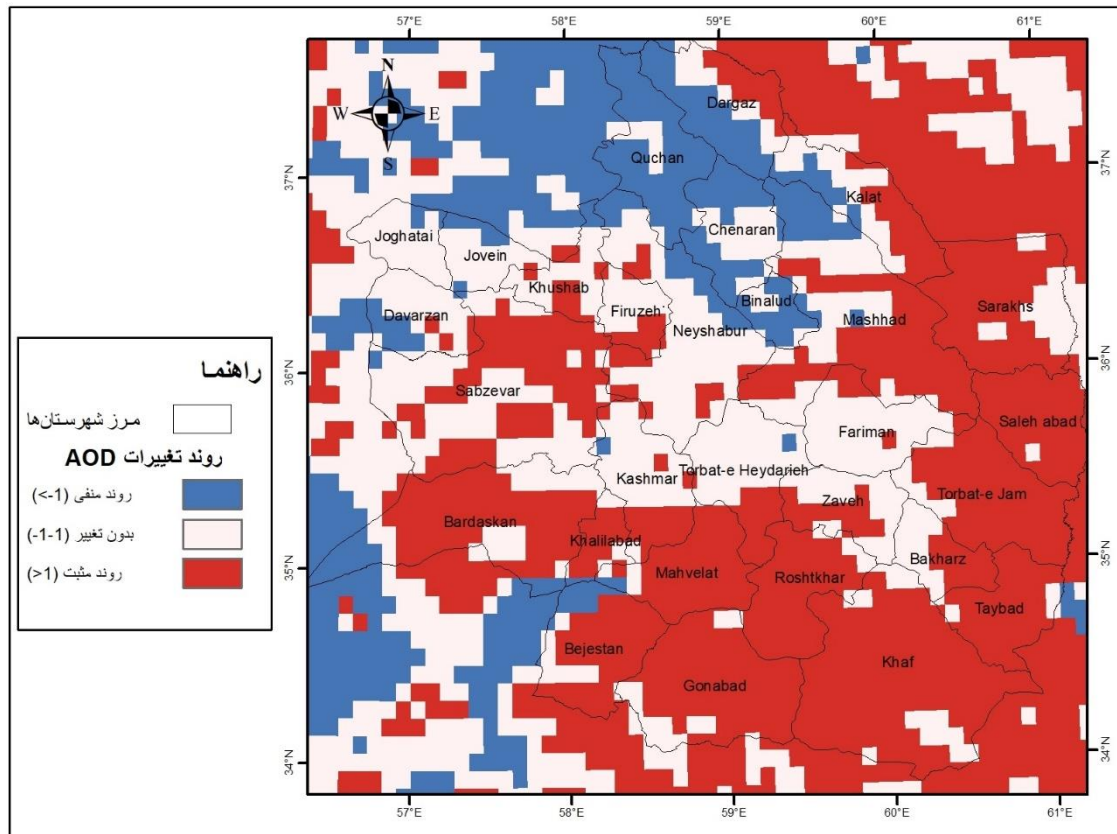
شاخص‌های پوشش گیاهی یکی از عواملی است که می تواند برای تحلیل وقوع گرد و غبار مفید باشد (سوفه و همکاران، ۲۰۱۸؛ هالوس و عابد، ۲۰۱۹). شاخص نرمال شده تفاوت پوشش گیاهی (NDVI) یکی از شناخته شده ترین شاخص‌های پوشش گیاهی بوده که اولین بار توسط توکر در سال ۱۹۷۹ به عنوان شاخص سلامت تراکم پوشش گیاهی معرفی شده است. از این شاخص به طور گسترده‌ای برای ارزیابی پوشش گیاهی، تخمین محصولات کشاورزی و شناخت خشکسالی استفاده می‌شود (مولین، ۱۹۹۸). این شاخص از سنسور AVHRR گرفته شده، اما امروزه سنسورهای دیگری مانند MODIS نیز این محصول را ارائه می‌دهند. مزیت سنسورهای MODIS نسبت به AVHRR حساسیت بیشتری نسبت به ثبت تغییرات پوشش گیاهی و دقت بیشتر آن در پیش‌بینی شرایط پوشش گیاهی است (میرموسوی و همکاران، ۲۰۱۰). NDVI در منطقه مورد مطالعه از محصول MOD13A3 از مرکز Land (LP DAAC) در رزولوشن ۰.۲۵ گرفته شده است.

پس از تهیه داده‌های مورد نیاز رزولوشن داده‌های بارش و NDVI برای انجام مقایسه آن‌ها با گردوغبار به رزولوشن ۱ درجه تبدیل گردید.

## ۳. نتایج

### ۳.۱. روند تغییرات AOD

شکل (۲) روند تغییرات گردوغبار با استفاده از شاخص AOD را در منطقه مورد مطالعاتی نشان می‌دهد. روند تغییرات گردوغبار در خراسان رضوی بیانگر افزایش گردوغبار در بیشتر شهرستان‌های خراسان رضوی را نشان می‌دهد. بر این اساس، شهرستان‌های خواف (۶-~) و صالح آباد (۴-~) بیشترین روند افزایشی و شهرستان‌های قوچان (۴-~) و درگز (۳-~) بیشترین روند کاهش را در طول دوره مطالعاتی داشتند. همچنین شهرستان‌های جغتای (۱-~) و نیشابور (۱-~) در طول سال‌های ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۸ روندی تقریباً بدون تغییر را نشان دادند.



شکل ۲. روند تغییرات گردوغبار در منطقه مورد مطالعه (استان خراسان رضوی)

### ۳.۲. ارتباط بین AOD، بارش و NDVI

پس از تهیه داده‌های مورد نیاز، بررسی روابط بین گردوغبار و هر متغیر اقلیمی انجام می‌گردد. به دلیل تاثیرات عوامل اقلیمی بر روی گردوغبار در سال بعد هر متغیر اقلیمی به صورت سال هیدرولوژیکی (از اواسط مهر تا اواسط شهریور سال بعد) طبقه‌بندی شده و با گردوغبار سال شمسی مورد سنجش قرار می‌گیرد. نتایج تجزیه و تحلیل‌های آماری بین گردوغبار، بارش و NDVI نشان می‌دهد که در بیشتر شهرستان‌های خراسان رضوی، ارتباط معنی داری در سطح ۰.۰۵ درصد بین عوامل مذکور وجود دارد (جدول ۱). در طول سال‌های ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۸، در ۱۹ شهرستان از مجموع ۲۹ شهرستان استان خراسان رضوی، ارتباط معناداری بین گردوغبار و بارش وجود دارد. در ۱۵ شهرستان از منطقه مورد مطالعه نیز پوشش گیاهی بر میزان گردوغبار اثرگذار می‌باشد. بارش باران در شهرستان باخرز بیشترین (<math>-0.619</math>) ارتباط را با گردوغبار و در شهرستان بجستان کمترین (<math>-0.496</math>) ارتباط را با گردوغبار در سطح ۰.۰۵ معنی داری دارد. همچنین در شهرستان‌های کاشمر و قوچان، پوشش گیاهی به ترتیب بیشترین (<math>-0.556</math>) و کمترین (<math>-0.493</math>) ارتباط را با گردوغبار در طول دوره مطالعاتی دارد (جدول ۱).

جدول ۱. رابطه بین گردوغبار، بارش و پوشش گیاهی (NDVI) در شهرستان های استان خراسان رضوی در سطح ۰.۰۵

ردیف	نام شهرستان	بارش (همبستگی پیرسون)	NDVI (همبستگی پیرسون)
۱	باخرز	(-۰.۶۱۹)	—
۲	بردسکن	—	—
۳	بجستان	(-۰.۴۹۶)	—
۴	بینالود	—	(-۰.۵۰۷)
۵	چناران	—	(-۰.۵۰۵)
۶	درگز	(-۰.۵۹۸)	(-۰.۵۱۶)
۷	فریمان	(-۰.۵۰۵)	—
۸	فیروزه	(-۰.۵۲۳)	(-۰.۵۰۱)
۹	قوچان	—	(-۰.۴۹۳)
۱۰	گناباد	—	—
۱۱	جغتای	(-۰.۵۱۵)	(-۰.۵۴۴)
۱۲	جوین	—	(-۰.۵۲۷)
۱۳	کلات	(-۰.۵۶۵)	(-۰.۵۲۵)
۱۴	کاشمر	—	(-۰.۵۵۶)
۱۵	خواف	(-۰.۵۷۸)	(-۰.۵۱۹)
۱۶	خلیل آباد	—	—
۱۷	خوشاب	(-۰.۵۶۲)	—
۱۸	مشهد	(-۰.۵۳۴)	(-۰.۵۱۰)
۱۹	مه ولات	—	—
۲۰	نیشابور	—	(-۰.۵۳۳)
۲۱	رشتخوار	(-۰.۵۳۷)	—
۲۲	سبزوار	—	(-۰.۵۷۲)
۲۳	سرخس	(-۰.۵۲۷)	—
۲۴	تایباد	—	(-۰.۵۱۸)
۲۵	ترت حیدریه	(-۰.۵۲۴)	—
۲۶	ترت جام	(-۰.۵۰۳)	—
۲۷	زاوله	(-۰.۵۲۱)	—
۲۸	داورزن	(-۰.۵۱۰)	(-۰.۵۳۶)
۲۹	صالح آباد	(-۰.۵۱۱)	—

#### ۴. بحث و نتیجه گیری

به دلیل وجود بادهای ۱۲۰ روزه که از کشور ترکمنستان در شمال ایران وارد استان خراسان رضوی می شود، گردوغبار یکی از مشکلاتی در این استان است که همه ساله باعث ایجاد مشکلات فراوان برای مردم در این منطقه می گردد. روند تغییرات گردوغبار نشان دهنده افزایش میزان گردوغبار (AOD) در بیشتر شهرستان های استان خراسان رضوی است. هرچند روند تغییرات در





شهرستان های شمالی استان کاهشی و در تعداد کمی از شهرستان های استان بدون تغییر بوده است. بررسی های ۱۵ ساله گردوغبار بدست آمده از شاخص AOD، بارش و NDVI نشان می دهد که ارتباط معنی داری بین این سه عامل وجود دارد. بارش و NDVI به صورت مستقیم بر AOD تاثیر می گذارد. بدین ترتیب با کاهش بارش و شاخص پوشش گیاهی، مقدار گردوغبار افزایش میابد. بارش و پوشش گیاهی از عوامل دیگر همچون دما نیز تاثیر پذیر هستند که ممکن است این تاثیر پذیری بر نتایج این پژوهش و پژوهش های آینده تاثیر گذار باشد. همچنین، در بعضی از شهرستان های استان خراسان رضوی ممکن است عوامل دیگری همچون دما، رطوبت خاک و سرعت باد نیز بر مقدار گردوغبار تاثیر گذار باشد. بنابراین برای شناخت بیشتر عوامل موثر بر گردوغبار در استان خراسان رضوی، نیاز به پژوهش های بیشتر در این زمینه در آینده بوده تا بتوان با فعالیت های گوناگون این رخدادهای طبیعی را هرچه بهتر مدیریت کرد.

## مراجع

- Antón, M., Valenzuela, A., Cazorla, A., Gil, J.E., Fernández-Gálvez, J., Lyamani, H., 2012. Global and diffuse shortwave irradiance during a strong desert dust episode at Granada (Spain). *Atmos. Res.* 118, 232–239.
- Chen, Y. S., Sheen, P. C., Chen, E. R., Liu, Y. K., Wu, T. N., & Yang, C. Y. (2004). Effects of Asian dust storm events on daily mortality in Taipei, Taiwan. *Environmental research*, 95(2), 151-155.
- Che, H., Zhao, H., Wu, Y., Xia, X., Zhu, J., Dubovik, O., et al., 2015. Application of aerosol optical properties to estimate aerosol type from ground-based remote sensing observation at urban area of northeastern China. *J. Atmos. Sol. Terr. Phys.* 132, 37–47.
- Evan, A. T., G. R. Foltz, D. X. Zhang, and D. J. Vimont (2011), Influence of African dust on ocean-atmosphere variability in the tropical Atlantic, *Nat. Geosci.*, 4, 762–765, doi:10.1038/NCEO1276.
- Floutsi, A., Korras-Carraca, M. B., Matsoukas, C., Hatzianastassiou, N., Biskos, G. 2016. Climatology and trends of aerosol optical depth over the Mediterranean 1 basin 2 during the last 12 years (2002-2014) based on Collection 006 MODIS Aqua Data, *The Science of Total Environment* 551, 292–303.
- Foltz, G. R., and M. J. McPhaden (2008), Trends in Saharan dust and tropical Atlantic
- Goudie, A.S., Middleton, N.J., 1992. The changing frequency of dust storms through time. *Climatic Change* 20, 192e225.
- Goudie, A.S., Middleton, N.J., 2006. Desert dust in the global system. Spring 2006.
- Halos, S. H., & Abed, F. G. (2019). Effect of spring vegetation indices NDVI & EVI on dust storms occurrence in Iraq. *AIP Conference Proceedings*, 2144(1), 40015.
- Huang, J., Wang, T., Wang, W., Li, Z., Yan, H., 2014. Climate effects of dust aerosols over East Asian arid and semiarid regions. *J. Geophys. Res. Atmos.* 119.
- Indoitu, R., Orlovsky, L. and Orlovsky, N., 2012. Dust storms in Central Asia: Spatial and temporal variations. *Journal of Arid Environments*, 85, pp.62-70.
- Mirmousavi, H., Babaei, G., & Karimi, S. (2010). Estimate the Amount of Vegetation Cover Using Different Indicators in Satellite Images and Comparing Them With the Index NDVI in the Region of Geshlag – Sanandaj. *Journal of Geographical Notion*, 4(7), 66-88.
- Moulin, S., Bondeau, A., & Delecolle, R. (1998). Combining agricultural crop models and satellite observations: from field to regional scales. *International Journal of Remote Sensing*, 19(6), 1021–1036.
- Namdari, S., Karimi, N., Sorooshian, A., Mohammadi, G., & Sehatkashani, S. (2018). Impacts of climate and synoptic fluctuations on dust storm activity over the Middle East. *Atmospheric Environment*, 173, 265–276. doi:10.1016/j.atmosenv.2017.11.016



- Prospero, J.M., Ginoux, P., Torres, O., Nicholson, S.E., Gill, T.E., 2002. Environmental characterization of global sources of atmospheric soil dust identified with the Nimbus 7 total ozone mapping spectrometer absorbing aerosol product. *Rev. Geophys.* 40, 2–31.
- Rosenfeld, D., Y. Rudich, and R. Lahav (2001), Desert dust suppressing precipitation: A possible desertification feedback loop, *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 98, 5975–5980, doi:10.1073/pnas.101122798.
- Rotstayn, L. D., M. A. Collier, R. M. Mitchell, Y. Qin, and S. K. Campbell (2011), Simulated enhancement of ENSO-related rainfall variability due to Australian dust, *Atmos. Chem. Phys.*, 11, 1595–1639.
- Shao Y, Dong C H, 2006. A review on East Asian dust storm climate, modelling and monitoring. *Global and Planetary Change*, 52: 1–22.
- Shao, Y., Wyrwoll, K.-H., Chappell, A., Huang, J., Lin, Z., Mc-Tainsh, G.H., Mikami, M., Tanaka, T.Y., Wang, X., Yoon, S., 2011. Dust cycle: an emerging core theme in earth system science. *Aeolian Res.* 2, 181–204.
- Shao, Y., Klose, M. and Wyrwoll, K.H., 2013. Recent global dust trend and connections to climate forcing. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 118(19), pp.11-107.
- Sofue, Y., Hoshino, B., Demura, Y., Kai, K., Baba, K., Nduati, E., Kondoh, A., & Sternberg, T. (2018). Satellite monitoring of vegetation response to precipitation and dust storm outbreaks in Gobi Desert regions. *Land*, 7(1), 19.
- Squires, V.R., 2001. Dust and sandstorms: an early warning of impending disaster. In: Youlin, Y., Squires, V., Qi, L. (Eds.), *Global Alarm: Dust and Sand Storms from the World's Drylands*. United Nations, pp. 15e25.
- Tam, W.W., Wong, T.W., Wong, A.H., Hui, D.S., 2012. Effect of dust storm events on daily emergency admissions for respiratory diseases. *Respirology* 17, 143–148.
- Tan, M., 2016. Exploring the relationship between vegetation and dust-storm intensity (DSI) in China. *Journal of Geographical Sciences*, 26(4), pp.387-396.
- Yan, X., Shi, W., Luo, N., Zhao, W. 2016. A new method of satellite-based haze aerosol monitoring over the North China Plain and a comparison with MODIS Collection 6 aerosol products. *Atmospheric Research* 171, 31-40.
- Zhu C, Wang B, Qian W, 2008. Why do dust storms decrease in northern China concurrently with the recent global warming? *Geophysical Research Letters*, 35: L18702. doi: 18710.11029/12008GL034886, 032008.





## The trend of dust and its relationship with precipitation and vegetation cover in Khorasan Razavi province

Ali Gholam<sup>1</sup>, Alireza Rashki<sup>2\*</sup>, Mahmood Azari<sup>3</sup>

- 1- Master Student, Faculty of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad  
aligholami1996@yahoo.com
- 2- Associate Professor, Faculty of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad, a.rashki@um.ac.ir
- 3- Assistant Professor, Faculty of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad, m.azari@um.ac.ir

### Abstract

Dust events are one of the most important natural phenomena in the world. Every year, dust storms affect millions of people. Therefore, the study of these natural phenomena can increase information and help humans to know about the factors that might affect dust occurrences. Khorasan Razavi province located in the northeastern part of Iran with an arid and semi-arid climate is one of the most populated provinces in the country. In recent years Khorasan Razavi province has faced many problems caused by dust events. Dust events occur in the area for a variety of reasons, including reduced precipitation and vegetation cover. In the present study, the relationship between dust using aerosol optical depth (AOD), precipitation, and vegetation cover using normalized difference vegetation index (NDVI) has been examined. For this purpose, the data were collected from 2004 to 2018 and the relationship between these factors was examined during this period. The results of this study show that there is a significant relationship between dust, vegetation, and precipitation in most cities of Khorasan Razavi province. The results also showed that the highest relationship between dust and precipitation was in Bakhraz, and the lowest relationship between dust and precipitation was in Bejestan. In addition, vegetation cover in Kashmar and Quchan had the highest and lowest relationship with dust, respectively.

**Keywords:** Dust, Precipitation, NDVI, Khorasan Razavi, Aerosol Optical Depth