



بررسی رخداد گردو غبار در کشور با نسبت شاخص غلظت PM2.5 به PM10

مهسا تمجیدی

دانشجوی دکتری، گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی تهران، ایران

مجید عباسپور طهرانی*

استاد، گروه مهندسی مکانیک، دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه شریف، تهران، ایران

یوسف رشیدی

استادیار، گروه فناوری های محیط زیست، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

سید علیرضا میرزاحسینی

دانشیار، گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی تهران، ایران

چکیده مبسوط

مقدمه: گرد و غبار به عنوان یکی از بحران های مهم زیست محیطی در خاورمیانه، تأثیرات گسترده ای بر کیفیت زندگی، سلامت انسان، حاصل خیزی خاک، دید، اقتصاد و جنبه های اجتماعی دارد. این پدیده در مناطق خشک و بیابانی، به ویژه در ایران که بخش بزرگی از آن در مناطق خشک و نیمه خشک قرار دارد، رایج است. با توجه به اهمیت این موضوع، شناسایی منابع و عوامل تشدیدکننده آن ضروری است. گرد و غبار شامل ذرات معلق با قطر کمتر از ۱۰ میکرومتر (PM10) است. این مطالعه به بررسی نسبت غلظت ذرات PM2.5/PM10 به عنوان شاخصی برای تعیین زمان وقوع گرد و غبار در سامانه پایش محیط زیست کشور می پردازد.

مواد و روش ها: در این مطالعه یک روش ساده و کاربردی برای تعیین روزهای گرد و غبار ارائه شده است. بر اساس داده های دریافتی وقوع رخداد گرد و غبار از مراجع معتبر، نسبت PM2.5/PM10 در روزهای مذکور محاسبه و بر اساس نتایج محاسبات صورت گرفته، شاخص عددی احتمال وقوع گرد و غبار ارائه شده است. بدین منظور ابتدا یک رویداد گرد و غبار در تاریخ مشخص (۲۵ تیر ۱۳۹۸) در استان خوزستان (شهر اهواز) مورد بررسی قرار گرفت و بر این اساس نسبت داده های PM2.5/PM10 در استان های خوزستان، کرمان، یزد، بوشهر، قم، زنجان، مرکزی، لرستان، کرمانشاه، کردستان، گیلان و تهران محاسبه شد.

نتایج و بحث: بر اساس وقوع طوفان های گرد و غبار در استان های خوزستان، کرمان، یزد، بوشهر، قم، زنجان، مرکزی، لرستان، کرمانشاه، کردستان، گیلان و تهران در بازه زمانی سال ۱۳۹۸ و محاسبه میانگین ساعتی نسبت PM2.5/PM10 عدد شاخص محاسبه شد. نتایج نشان می دهد، زمانی که نسبت PM2.5/PM10 کمتر از ۰.۱ باشد، رخداد گرد و غبار وجود دارد. بر همین اساس روزهای وقوع رویداد به سه دسته روزهای وقوع گرد و غبار $PM_{2.5}/PM_{10}=0.1$ ، روزهای سبک گرد و غبار $PM_{2.5}/PM_{10}=0.5$ و روزهای متوسط گرد و غبار $PM_{2.5}/PM_{10}=0.1-0.5$ تقسیم شد.

نتیجه گیری: نتایج نشان داد در بین استان های بررسی شده، میانگین غلظت PM10 و PM2.5 در ایستگاه اهواز به ترتیب عدد ۳۵۵ میکروگرم برترمکعب و ۲۷،۱۵ میکروگرم برترمکعب می باشد و هر دو غلظت در محدوده خطرناک می باشند. همچنین با توجه به نتایج بدست آمده، نسبت PM2.5/PM10 و ارتباط موضوعی آن با شاخص کیفیت هوا مورد تایید قرار گرفت و نتایج حاصل می تواند توسط سیاست گزاران برای طراحی و اجرای اقدامات کنترلی موثر، در هنگام وقوع رخداد گرد و غبار مورد استفاده قرار گیرد. نتایج این تحقیق نشان می دهد نسبت PM2.5 به PM10 می تواند به عنوان شاخصی در خصوص زمان وقوع رخداد گرد و غبار مورد توجه قرار گیرد.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۰۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۲۲

واژه های کلیدی: گردو غبار، غلظت PM10 و PM2.5، غلظت آلودگی

نویسنده مسئول: مجید عباسپور طهرانی

نشانی: گروه مهندسی مکانیک، دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه شریف، تهران، ایران. تلفن: ۰۹۱۲۱۱۱۲۶۶۸. پست الکترونیکی: abbpor@sharif.edu

استاد: تمجیدی مهسا، عباسپور طهرانی مجید، رشیدی یوسف، میرزاحسینی سیدعلیرضا. بررسی رخداد گردو غبار در کشور با نسبت شاخص غلظت PM2.5 به PM10. پژوهش های نوین در مهندسی محیط زیست. ۱۴۰۳؛ ۵(۲): ۲۵-۳۸.

حقوق نویسندگان محفوظ است. این مقاله با دسترسی آزاد و تحت مجوز مالکیت خلاقانه <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/> در فصلنامه پژوهش های نوین در مهندسی محیط زیست منتشر شده است. هرگونه استفاده غیرتجاری فقط با استناد و ارجاع به اثر اصلی مجاز است.



مقدمه

خشک و در فصلهای بهار و تابستان با توالی بیشتر و در پاییز و زمستان با توالی کمتر اتفاق افتاده است.

در مطالعات انجام شده توسط میرزایی نوروزانی و همکاران در سال ۱۴۰۲ بر روی ردیابی کانون‌های گردو غبار در مرز مشترک ایران و عراق در دوره ده ساله ۲۰۱۲-۲۰۲۲، محدوده کلاس کاربری زمین براساس شاخص NDVI به سه دسته (آب، پوشش گیاهی و خاک) تقسیم شده است و با توجه به روند کاهش پوشش گیاهی و کشت آبی و تبدیل به بیابان گرم و خشک، خاک به صورت بدون پوشش درآمده است و در معرض بادهای شدید قرار می‌گیرد و باعث ایجاد طوفان‌های شدید گردوغبار در منطقه و مناطق استان‌های همجوار قرار می‌گیرد.

بر اساس نتایج مطالعات اسراری و همکاران در سال ۲۰۱۸ که بر روی روند تغییرات غلظت ذرات معلق در شهر مشهد انجام شده است، دما و تبخیر اثری مستقیم و رطوبت و بارندگی اثری معکوس بر PM10 دارند و PM2.5 با جهت باد ارتباط مستقیم و با حداقل دما، روزهای آفتابی، بارندگی و سرعت باد رابطه معکوس دارد. به طور متفاوت، نسبت PM2.5/PM10 در زمستان بالاترین و در بهار کمترین است (هاو و همکاران ۲۰۲۱).

ونگ و لین در سال ۲۰۱۵ در پژوهشی مرگ میر مرتبط با غلظت ذرات ریز و توفانهای گردوغبار در متروپلیتن تایپه را مورد بررسی قرار دادند و نتایج حاصل نشان داد غلظت ذرات PM10 در اثر گرد و غبار و افزایش توفانها موجب افزایش مرگ و میر در این کلانشهر شده است.

طوفانهای گرد و غبار یکی از خطرناکترین پدیده‌های هواشناسی در مناطق خشک است و تاثیرات قابل توجهی بر محیط زیست، اقتصاد و سلامت انسان دارد، کروسبی و همکاران (۲۰۱۴). کشور ایران با توجه به موقعیت جغرافیایی خود با مشکلات جدی در زمینه پدیده گرد و غبار در مناطق شرقی، غربی و جنوب رو به رو است (راشکی و همکاران ۲۰۲۱).

ذرات معلق معمولاً براساس قطر آیرودینامیکی آنها تقسیم‌بندی و نام گذاری می‌شوند و بیشتر ذرات تحت نظارت جهت پایش کیفیت هوا، ذرات PM10 و PM2.5 هستند که به ترتیب ذرات با قطر آیرودینامیکی کمتر یا برابر ۱۰ یا ۲/۵ میکرومتر را نشان می‌دهند (نیل و همکاران ۲۰۱۵). استانداردهای زیست محیطی برای PM2.5 (ذرات با قطر ۲/۵ میکرون یا کمتر) در ژاپن، چین و کره وضع شده است و پایش بر PM2.5 در ایستگاه‌های پایش بر محیط زیست رایج شده است. در شرق آسیا، بیابان‌ها و مناطق شهری و صنعتی نزدیک به هم قرار دارند، بنابراین ذرات معلق هوا و گرد و غبار آسیایی اغلب در کنار هم وجود دارند (اونیش و

آلودگی هوا یکی از مهمترین و تأثیرگذارترین عوامل بر سلامت انسان و مهمترین عامل خطر محیطی محسوب می‌شود (لاندریگان و همکاران ۲۰۱۸). امروزه بسیاری از انسانها در معرض آلودگی هوا قرار دارند و این پدیده، سلامت انسانها را از جنبه‌های مختلفی تهدید می‌کند. سازمان ملل متحد، طی گزارشی اعلام نموده است که ۹۲ درصد از جمعیت کره زمین، در محیط‌هایی زندگی می‌کنند که آلودگی هوا از میزان توصیه شده تجاوز می‌کند، این واقعیات، در کنار تشدید مشکلات آلودگی هوا در کشور ما اهمیت بررسی اثرات این پدیده روی شاخص‌های سلامت جامعه را بیش از پیش نشان می‌دهد (رحمتی و همکاران، ۲۰۲۰).

گرد و غبار جز مسائل و مشکلات جدی زیست محیطی در مناطق خشک و نیمه خشک مطرح می‌گردد و از آنجایی که بر روی کیفیت و آلودگی هوا، سلامت بشر، حاصل خیزی خاک، قدرت دید، اقتصاد و بسیاری از جنبه‌های اجتماعی و محیط زیست جامعه تأثیرگذار است، بررسی میزان آن در مناطق مختلف کشور از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. مطالعات متعددی که در خصوص ذرات معلق صورت گرفته، نشان داده است که پارامترهای هواشناسی، توپوگرافی، فرآیندهای شیمیایی جو و تابش خورشیدی می‌توانند سبب تغییرات زمانی- مکانی در میزان ذرات معلق منتشر شده شوند (اسراری و همکاران ۲۰۱۸). رطوبت نسبی، دما، سرعت و جهت وزش باد از جمله پارامترهای هواشناسی مؤثر بر افزایش غلظت ذرات می‌باشند. که از این میان، سرعت باد مهمترین عامل در تولید گرد و غبار و در نتیجه، افزایش ذرات معلق محسوب می‌شود (ترکاشوند و همکاران ۲۰۱۷). بر اساس بررسی‌های انجام شده دو جزء اصلی آلاینده‌های هوا PM2.5 و PM10 هستند (سیرا و همکاران ۲۰۲۳) و کاهش کیفیت هوا در یک منطقه با افزایش غلظت PM2.5 و PM10 ارتباط دارد (ابراهیم و همکاران ۲۰۲۱ و لويس و همکاران ۲۰۲۳). ذرات معلق (PM) به دلیل تأثیر شدید آن بر سلامت انسان و کاهش قابل توجه دید جوی، توجه روزافزونی را در سراسر جهان به خود جلب کرده است (زوا و همکاران ۲۰۲۰).

بر اساس مطالعات موجود، منشاء گرد و غبارها در ۷۰ نقطه دنیا شناسایی شده است که ۱۴ نقطه آن نقش مهم تری در ایجاد گرد و غبار دارند و از این تعداد، ۷ نقطه فعال مربوط به کشور عراق می‌باشد. با توجه به قرارگیری ایران در منطقه بیابانی و از طرفی نزدیکی آن به بیابانهای بزرگی چون عربستان و عراق، نفوذ طوفانهای گرد و غبار یکی از منابع اصلی ذرات معلق در کشور می‌باشد. طوفانهای گرد و غبار مکرراً در نواحی خشک و نیمه

بخشد و نسبت مقدار فوق باید به زمان انتقال گرد و غبار و شرایط رویداد گرد و غبار بستگی داشته باشد. روش نسبت $PM_{2.5}/PM_{10}$ بر اساس موقعیت مکانی و شرایط جوی غالب متفاوت است. همچنین لازم به ذکر است که ذرات غیر گرد و غبار درشت مانند نمک دریا و نیترات درشت نیز وجود دارد (کوباشی و همکاران ۲۰۱۵). نتایج مطالعات نشان می‌دهد، نسبت های $PM_{2.5}/PM_{10}$ تحت تأثیر عوامل متعددی مانند فعالیت های انسانی و شرایط هواشناسی قرار می‌گیرند و در نتیجه تغییرات مکانی-زمانی بزرگی ایجاد می‌کنند (آن و همکاران، ۲۰۱۹). در مطالعه انجام شده توسط هاو و همکاران، در طول دوره مورد مطالعه، غلظت $PM_{2.5}$ و PM_{10} روند کاهشی قابل توجهی را نشان می‌دهد. میانگین سالانه نسبت $PM_{2.5}/PM_{10}$ نیز سالانه کاهش می‌یابد، اما این تغییر اندک است. نسبت های $PM_{2.5}/PM_{10}$ و PM_{10} همگی تغییرات ماهانه و فصلی آشکاری در طول دوره مطالعه دارند. در این میان، نسبت $PM_{2.5}/PM_{10}$ در زمستان بالاترین، در بهار کمترین و در تابستان و پاییز با نوسان کمی مشابه است (هاو و همکاران، ۲۰۲۱). طبقه بندی تغییرات نسبت $PM_{2.5}/PM_{10}$ می‌تواند به طور موثرتری فرآیندهای جوی زیربنایی را در مقیاس منطقه‌ای مشخص کند (تالی، ۲۰۱۸).

داده‌های بین المللی حاکی از آن است که منشأ ذرات معلق کاهنده کیفیت هوای تنفس، هم می‌تواند ناشی از فعالیتهای انسان ساخت باشند و هم سرچشمه طبیعی داشته باشند. منابع متحرک، نیروگاه‌های سوختی، کشاورزی، سوزاندن پسماندها و فعالیتهای صنعتی دیگر، از یک سو و شن‌های صحرائی از سوی دیگر، عامل اصلی وجود ذرات معلق در هوا به شمار می‌روند. هند و چین به ترتیب بیشترین میزان غلظت PM_{10} و $PM_{2.5}$ را در جهان دارند. به طور کلی AQI شاخصی جهت گزارش روزانه کیفیت هوا است. این شاخص مردم را از کیفیت هوا (پاک بودن یا آلوده بودن) آگاه می‌سازد و اثرات سلامتی مرتبط با آن را ارائه می‌کند. برای پنج آلاینده اصلی هوا یعنی ذرات معلق، دی‌اکسیدنیترژن، ازن سطح زمین، منوکسیدکربن و دی‌اکسیدگوگرد محاسبه می‌شود. با توجه به اینکه محور اصلی این پژوهش ذرات معلق می‌باشد ارتباط موضوعی با AQI نیز در این مطالعه برآورد می‌گردد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

این مطالعه بر روی داده‌های $PM_{2.5}/PM_{10}$ ثبت شده در سامانه پایش محیط زیست کل کشور انجام شده است. بازه زمانی مورد مطالعه در سال ۱۳۹۸ می‌باشد، همانگونه که در جدول (۱) مشاهده

همکاران ۲۰۱۳). $PM_{2.5}$ خطرناک تر از PM_{10} برای سلامت انسان است. بنابراین، استانداردهای ملی و بین المللی برای $PM_{2.5}$ سختگیرانه تر PM_{10} می‌باشد (تاهان ۲۰۲۱).

ذرات بین ۲٫۵ تا ۱۰ میکرومتر عمدتاً از منابع طبیعی مانند بیابان ها هستند، در حالی که ممکن است توسط فعالیت‌های انسانی مانند گرد و غبار جاده‌ها و انتشارات صنعتی ایجاد شوند، در مقابل، $PM_{2.5}$ عمدتاً از احتراق سوخت‌های فسیلی مانند احتراق زغال سنگ صنعتی، آگزوز وسایل نقلیه موتوری و غیره ناشی می‌شود. (فن و همکاران ۲۰۲۰).

برای اندازه‌گیری $PM_{2.5}$ ، دانستن سهم گرد و غبار منتشره در منطقه آسیا حائز اهمیت است. $PM_{2.5}$ همزمان با PM_{10} یا ذرات معلق (استاندارد زیست محیطی ژاپن برای ذرات معلق که تقریباً با PM_{7} مطابقت دارد) در بسیاری از ایستگاه‌های پایش محیطی اندازه گیری می‌شود. استفاده از $PM_{2.5}$ و PM_{10} (SPM) برای مشخص کردن ذرات معلق در هوا عملاً کارآمد است (نوبو و همکاران ۲۰۱۵). در مطالعات انجام شده توسط Nobuo Sugimoto و همکاران، روشی برای استفاده از نسبت‌های $PM_{2.5}$ به PM_{10} برای تخمین گرد و غبار آسیایی در آنها ارائه شده است. این روش یک تقسیم‌بندی ساده مبتنی بر فرض اختلاط دو نوع آئروسل بود. بر اساس نتایج مطالعه فوق که یک روش ساده برای تخمین کسر گرد و غبار در $PM_{2.5}$ ، PM_{10} و TSP با استفاده از نسبت $PM_{2.5}$ به PM_{10} است. مقایسه با اندازه‌گیری‌های لیدار و تصاویر ماهواره‌ای نشان داد که این روش برای تشخیص رویدادهای گرد و غبار و اختلاط کیفی آن در هوا کارآمد است (نوبو و همکاران ۲۰۱۵).

Munir و همکاران در سال ۲۰۱۷ نسبت‌های $PM_{2.5}/PM_{10}$ در تنوع زمانی و مکانی قابل توجهی در انگلستان را بررسی کردند. میانگین ۵ ساله از ۰٫۴ تا ۰٫۸ میکروگرم بر مترمکعب متغیر بود که منجر به میانگین کلی ۰٫۶۵ میکروگرم بر مترمکعب شد. تجزیه و تحلیل روند زمانی Sen-Theil نشان داد که نسبت $PM_{2.5}/PM_{10}$ در چندین سایت نظارتی در بریتانیا افزایش یافته است، علیرغم این واقعیت که هر دو سطح $PM_{2.5}$ و PM_{10} عمدتاً کاهش یافته‌اند. با این حال، روند در نسبت $PM_{2.5}/PM_{10}$ به طور متوسط در ۴۶ سایت پایش ناچیز بود. روند نسبت‌های $PM_{2.5}/PM_{10}$ در فصول مختلف متفاوت بود: بهار روند مثبت و معنی دار و زمستان روند منفی معنی دار را نشان داد، در حالیکه روند در پاییز و تابستان ناچیز بود (Munir . et al, 2010).

روش نسبت $PM_{2.5}/PM_{10}$ یک روش ساده و تک پارامتری است. با این حال، دانش اقلیم شناسی ذرات معلق در هر محل اندازه گیری، تفسیر نتایج به دست آمده با این روش را بهبود می

بیشتر از حدود استاندارد کیفیت هوای آزاد محیط می‌باشد. سطوح استاندارد آلاینده‌های مختلف در کشورهای مختلف، متفاوت است با این حال برخی از استانداردهای مورد استفاده برای تعیین وضعیت کیفیت هوای محیط رایج تر بوده که شامل استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO) و سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (EPA) می‌باشد، جدول (۲) بیانگر حدود استاندارد کیفیت هوای آزاد ذرات معلق سازمان بهداشت جهانی و سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا می‌باشد، لازم به ذکر است حدود استاندارد مورد استفاده در کشور ایران مطابق با حدود استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا می‌باشد.

می‌گردد، میانگین غلظت ذرات معلق در بازه زمانی ۲۴ ساعته با قطر کمتر از ۱۰ میکرون در سال ۲۰۱۳ برای شهرهای جهان نشان داده شده است. شهر اهواز به‌عنوان آلوده‌ترین شهر جهان به لحاظ آلاینده ذرات معلق موجود در هوا، می‌باشد. حدود استاندارد زمانی ۲۴ ساعته مطابق با حدود استاندارد کیفیت هوای آزاد، برای ذرات معلق کمتر از ۱۰ میکرون ۱۵۰ میکروگرم بر متر مکعب و برای ذرات معلق کمتر از ۲٫۵ میکرون ۳۵ میکروگرم بر متر مکعب است. در جدول (۱) نمایان است که میانگین غلظت ۲۴ ساعته PM₁₀ در بسیاری از کشورها بالاتر از حدود استاندارد کیفیت هوای آزاد محیط، است. همانطور که مشاهده می‌شود میزان ذرات معلق کمتر از ۱۰ میکرون در شهر اهواز دو برابر

جدول ۱- میانگین غلظت ۲۴ ساعته PM₁₀ در شهرهای دارای غلظت‌های بالاتر از ۱۵۰ میکروگرم بر مترمکعب (سال ۲۰۱۳)

نام کشور	نام شهر	میانگین غلظت (میکروگرم بر مترمکعب)
ایران	اهواز	۳۷۲
مغولستان	اولان باتور	۲۷۹
ایران	سنندج	۲۵۴
هندوستان	لودهیانا	۲۵۱
پاکستان	کوئته	۲۵۱
ایران	کرمانشاه	۲۲۹
پاکستان	پیشاور	۲۱۹
بوتسوانا	گابورون	۲۱۶
ایران	یاسوج	۲۱۵
هندوستان	کانپور	۲۰۹
پاکستان	لاهور	۲۰۰
هندوستان	دهلی	۱۹۸
پاکستان	کراچی	۱۹۳
پاکستان	اسلام آباد	۱۸۹
پاکستان	روال پندی	۱۸۵
ایران	ارومیه	۱۸۳
ایران	قم	۱۷۶
هندوستان	ایندور	۱۷۴
ایران	خرم آباد	۱۶۸
هندوستان	آگرا	۱۶۵
امارات متحده عربی	العین	۱۵۸
عربستان سعودی	ریاض	۱۵۷
عربستان سعودی	الهفوف	۱۵۱
چین	لانژو	۱۵۰

جدول ۲- استاندارد جهانی ذرات معلق (سازمان بهداشت جهانی و سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا)

استاندارد	حد مجاز	(PM _{2.5}) µg/m ³	(PM ₁₀) µg/m ³
WHO	۲۴ ساعته	۲۵	۵۰
	سالانه	۱۰	۲۰
EPA	۲۴ ساعته	۳۵	۱۵۰
	سالانه	۱۵	

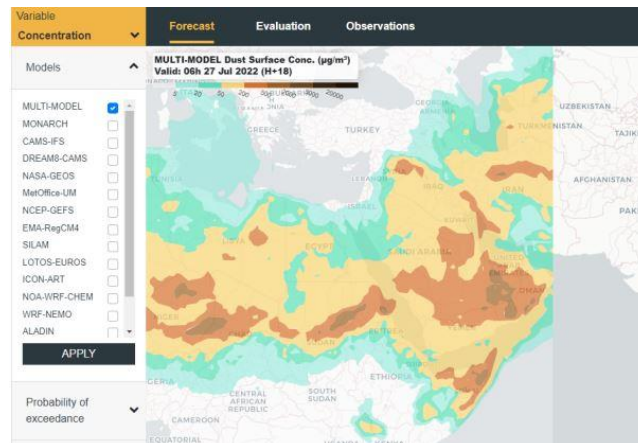
و اولین مرکز هواشناسی تخصصی منطقه‌ای با تمرکز فعالیت در زمینه پیش بینی گردوغبار جو ی می‌باشد. مدل مرجع برای ارائه پیش بینی‌های عملیاتی گردوغبار در مرکز، مدل MONARCH است که توسط مرکز ابر محاسباتی بارسلونا توسعه یافته است. این مدل روزانه در رزولوشن افقی ۰٫۱ درجه طول جغرافیایی در هر ۰٫۱ درجه عرض جغرافیایی با ۴۰٪ لایه‌های عمودی بر روی حوزه مورد نظر اجرا می‌شود. داده‌های مورد نیاز از سایت بارسلونا برای رخدادهای گرد و غبار بر اساس موقعیت جغرافیایی استان های کشور (شکل ۱) استخراج شد (aemet.dust).

با توجه به ثبت بیشترین رخداد گرد و غبارهای در سال ۱۳۹۸، این سال به عنوان بازه زمانی مطالعه در نظر گرفته شده است و داده‌های وقوع طوفان‌های گرد و غبار کشور در ابتدا از سازمان حفاظت محیط زیست اخذ گردیده است.

روش انجام پژوهش

استخراج داده‌های گرد و غبار از مرکز منطقه‌ای گردوغبار Barcelona

این مرکز به طور عملیاتی پیش بینی گرد و غبار را برای شمال آفریقا (شمال خط استوا)، خاورمیانه و اروپا تولید و توزیع می‌کند



شکل ۱: نمایی از داده‌های مرکز منطقه‌ای گردوغبار Barcelona(es.aemet.dust)

همانطور که بیان شد AQI شاخصی جهت گزارش روزانه کیفیت هوا است. این شاخص مردم را از کیفیت هوا (پاک بودن یا آلوده بودن) آگاه می‌سازد و اثرات سلامتی مرتبط با آن را ارائه می‌کند. برای پنج آلاینده اصلی هوا یعنی ذرات معلق، دی‌اکسیدنیترژن، ازن سطح زمین، مونوکسیدکربن و دی‌اکسیدگوگرد محاسبه می‌شود. در جدول (۳) و (۴) روش محاسبه شاخص کیفیت هوا و اثرات مخرب آلاینده بر سلامتی بیان شده است. با استفاد از داده های غلظت ثبت شده در ایستگاه اهواز (ایستگاه اداره کل) محاسبه شاخص کیفیت هوا براساس جداول فوق انجام پذیرفته و رابطه آن با PM_{2.5}/PM₁₀ ارائه گردیده است.

جهت تعیین شاخص، نسبت جرم PM_{2.5} به کل برای ذرات ریز و درشت، حالت غالب ذرات معلق در هوا، به ترتیب، سپس PM_{2.5} و PM₁₀ می‌تواند باشد که به صورت نسبت ذیل تعریف می‌گردد.

$$R = \frac{PM_{2.5}}{PM_{10}} \quad (۱)$$

PM_{2.5}: غلظت آلاینده ذرات معلق کمتر از ۲٫۵ میکرون به واحد میکروگرم بر مترمکعب
PM₁₀: غلظت آلاینده ذرات معلق کمتر از ۱۰ میکرون به واحد میکروگرم بر مترمکعب

جدول ۳- شاخص کیفیت هوا (AQI)، رنگ‌های مربوط به هر گروه و اثرات مخرب بر روی سلامت (AQI)

AQI	وضعیت	رنگ	اثرات مخرب بر روی سلامت
۵۰-۰	پاک	سبز	کیفیت هوا رضایت‌بخش بوده و آلودگی هوا کم یا بی‌خطر است.
۱۰۰-۵۱	سالم	زرد	کیفیت هوا قابل قبول است. با این حال، در مورد برخی از آلاینده‌ها ممکن است برای تعداد بسیار کمی از افراد که به‌طور غیرمنتظره‌ای نسبت به آلودگی هوا حساس هستند، اندکی مشکل ساز باشد.
۱۵۰-۱۰۱	ناسالم برای گروه‌های حساس	نارنجی	تشدید خفیف علائم در میان افراد مستعد. عموم مردم به‌احتمال زیاد تحت تأثیر قرار ندارد.
۲۰۰-۱۵۱	ناسالم	قرمز	سلامتی همه مردم در معرض تهدید قرار دارد. گروه‌های حساس ممکن است با عوارض جدی‌تری مواجه شوند.
۳۰۰-۲۰۱	بسیار ناسالم	بنفش	هشدار، عموم مردم به‌احتمال زیاد با عوارض جانبی آلودگی هوا مواجه می‌شوند.
۵۰۰-۳۰۱	خطرناک	خرمایی	شرایط اضطراری برای سلامتی عموم مردم

جدول ۴- روش محاسبه شاخص کیفیت هوا (AQI)

نقاط شکست							طبقه‌بندی کیفیت هوا AQI
O ₂ (ppm) ۸ساعته	O ₂ (ppm) یک ساعته	PM _{2.5} (µg/m ³) ۲۴ ساعته	PM ₁₀ (µg/m ³) ۲۴ ساعته	CO(ppm) ۸ ساعته	SO ₂ (ppm) ۲۴ ساعته	NO ₂ (ppm) یک ساعته	
۰-۰/۰۵۹	-	۰/۰-۱۵/۴	۰/۰-۵۴	۰/۰-۴/۴	۰/۰-۰۰۰-۰/۰۳۴	۰-۰/۰۵۳	خوب ۰-۵۰
۰-۰/۰۷۵ ۰/۰۶۰	-	۱۵/۵-۳۵/۰	۱۵-۱۵۴	۴/۵-۹/۴	۰/۰۳۵-۰/۱۴۴	۰/۰۵۴-۰/۱	متوسط ۵۱-۱۰۰
۰-۰/۰۹۵ ۰/۰۷۶	۰/۱۲۵-۰/۱۶۴	۳۵/۱-۶۵/۴	۱۵۵-۲۵۴	۹/۵-۱۲/۴	۰/۱۴۵-۰/۲۲۴	۰/۱۰۱-۰/۳۶۰	ناسالم برای گروه های حساس ۱۰۱-۱۵۰
۰-۰/۱۱۵ ۰/۰۹۶	۰/۱۶۵-۰/۲۰۴	۶۵/۵-۱۵۰/۴	۲۵۵-۳۵۴	۱۲/۵-۱۵/۴	۰/۲۲۵-۰/۳۰۴	۰/۳۶۱-۰/۶۴۰	ناسالم ۱۵۱-۲۰۰
۰-۰/۳۷۴ ۰/۱۱۶	۰/۲۰۵-۰/۴۰۴	۱۵۰/۵-۲۵۰/۴	۳۵۵-۴۲۴	۱۵/۵-۳۰/۴	۰/۳۰۵-۰/۶۰۴	۰/۶۵-۱/۲۴	خیلی ناسالم ۲۰۱-۳۰۰
-	۰/۴۰۵-۰/۵۰۴	۲۵۰/۵-۳۵۰/۴	۴۲۵-۵۰۴	۳۰/۵-۴۰/۴	۰/۶۰۵-۰/۸۰۴	۱/۲۵-۱/۶۴	خطرناک ۳۰۱-۴۰۰
-	۰/۵۰۵-۰/۶۰۴	۳۵۰/۵-۵۰۰/۴	۵۰۵-۶۰۴	۴۰/۵-۵۰/۴	۰/۸۰۵-۱/۰۰۴	۱/۶۵-۲/۰۴	۴۰۱-۵۰۰

PM₁₀، SO₂، NO₂ و O₃ و CO را جمع آوری می‌کند. جهت انجام این مطالعه در یک دوره ۱ ساله (۱۳۹۸) بر روی آلاینده های PM_{2.5} و PM₁₀ داده‌های خام جمع آوری شده و در فایل‌های اکسل مورد پردازش قرار گرفت و داده‌های مورد نیاز اندازه گیری شده به صورت ساعتی، روزانه استفاده شده است.

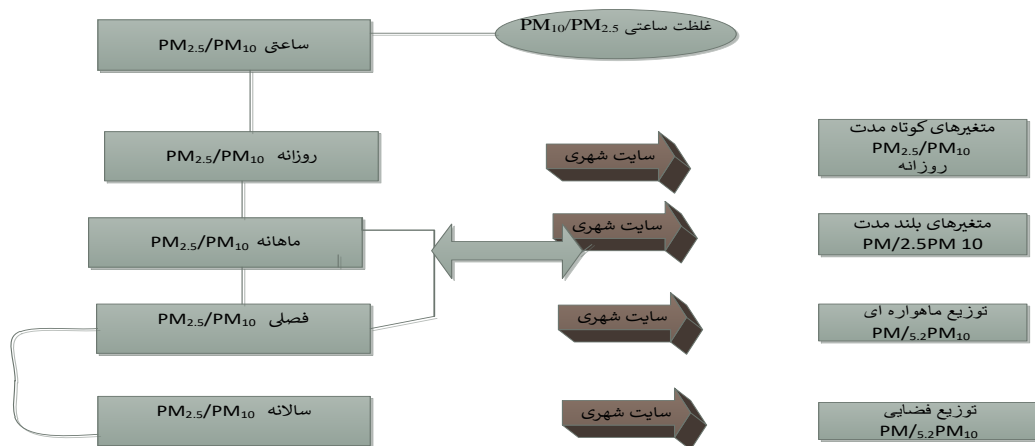
استخراج داده‌ها و سامانه ملی پایش کیفیت هوا
ایستگاه‌های سامانه ملی پایش کیفیت هوا در کشور در جدول (۵) مشخص شده است (سایت سازمان محیط زیست <https://aqms.doe.ir>) داده‌های غلظت آلاینده‌های گازی و ذرات به صورت روزانه، ساعتی، ماهانه، فصلی و سالانه در هر ایستگاه ثبت می‌شود و هر ایستگاه به طور مداوم غلظت PM_{2.5}.

جدول ۵- محل ایستگاه‌های سامانه ملی پایش کیفیت هوا در کشور

محل ایستگاه	استان
ایستگاه بوکان	آذربایجان غربی
ایستگاه زنجان - قائم	زنجان
ایستگاه فهرج	کرمان
ایستگاه برازجان	بوشهر
ایستگاه قائم	قم
ایستگاه قروه	کردستان
ایستگاه سقز	کردستان
ایستگاه قصرشیرین	کرمانشاه
ایستگاه پل دختر	لرستان
ایستگاه بروجرد	لرستان
ایستگاه خیابان میرزای شیرازی	مرکزی
ایستگاه کیودراهنک	همدان
ایستگاه نهاوند	همدان
ایستگاه رسالت	هرمزگان
ایستگاه باقرشهر	تهران
ایستگاه شهریار	تهران

و تهران اخذ شده است و نسبت PM_{2.5}/PM₁₀ در استان‌های نیمه غربی کشور محاسبه شده است و براساس رفرنس مراجع معتبر دسته بندی روزهای دارای گردو غبار انجام شده است.

در شکل (۲) متدلوژی اخذ داده‌ها و تجزیه و تحلیل داده‌های گرفته شده توضیح داده شده است داده‌ها از سامانه ملی پایش کیفیت هوا برای شهرهای استان غربی کشور خوزستان، کرمان، یزد، بوشهر، قم، زنجان، مرکزی، لرستان، کرمانشاه، کردستان، گیلان

شکل ۲- متدلوژی اخذ داده‌ها و تجزیه و تحلیل تغییرپذیری مکانی-زمانی نسبت PM_{2.5}/PM₁₀

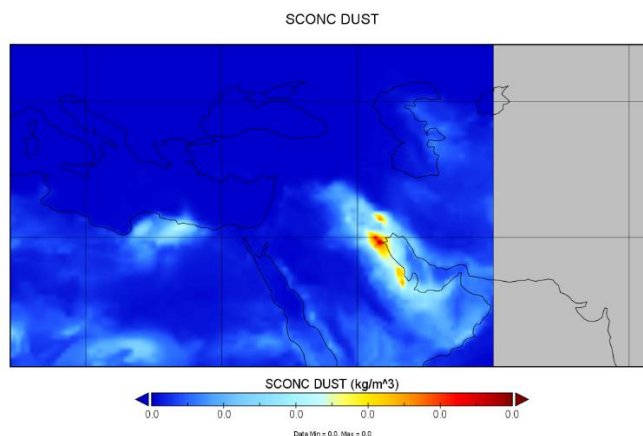
و ۱۳۹۹ بسیار کوتاه بوده است. با توجه به مشخص بودن پهنه های وقوع گرد و غبار مدر کشور، از داده‌های مرکز منطقه‌ای گردو غبار Barcelona برای راستی آزمایی روزهای دارای گرد و غبار استفاده شده است. اطلاعات مربوط به داده‌های مرکز منطقه ای گرد و غبار Barcelona در شکل ۳ نشان دهنده وقوع رخداد گرد و غبار در منطقه می‌باشد. تنوع مکانی- زمانی نسبت

نتایج و بحث

طبق گزارش رسمی سازمان حفاظت محیط زیست، در روز ۲۵ تیر ۱۳۹۸ گرد و غباری در زمین‌های خالی اطراف شهر اهواز رخ داده است و مدت زمان وقوع پدیده گرد و غبار در سال‌های ۱۳۹۸

برای نمونه در روز ۲۵ تیر ۱۳۹۸ میزان غلظت ذرات معلق کمتر از ۱۰ میکرون در ایستگاه اداره کل محیط زیست اهواز استان خوزستان ۱۴۲۲ میکروگرم بر متر مکعب، در شهر پل دختر استان لرستان ۲۱۱ میکروگرم بر متر مکعب، در ایستگاه امام شهر قم ۱۵۷ میکروگرم بر متر مکعب، در ایستگاه بوکان آذربایجان غربی ۵۸ میکروگرم بر متر مکعب و در ایستگاه برازجان استان بوشهر ۲۱۹ میکروگرم بر متر مکعب گزارش شده است.

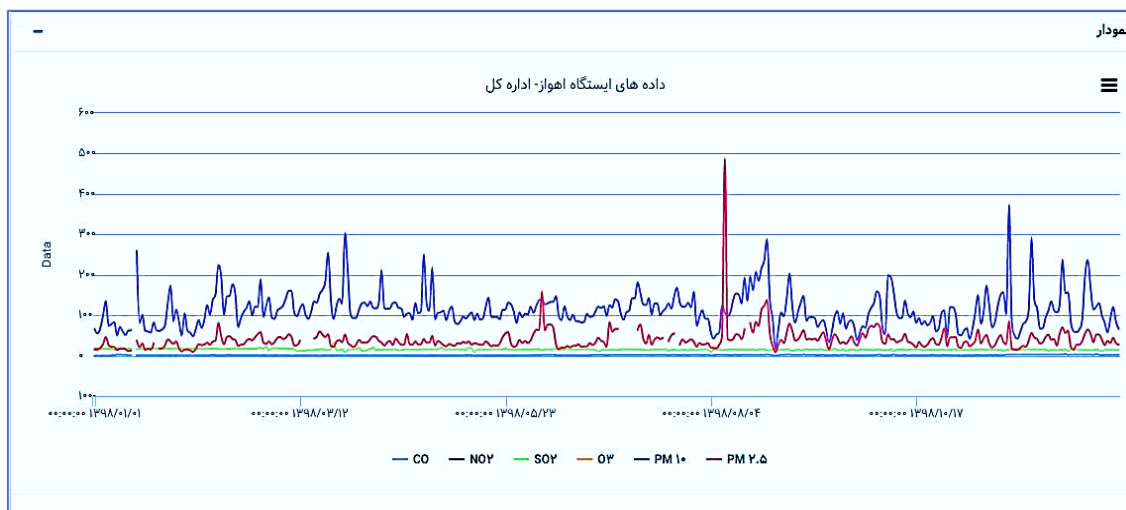
PM_{2.5}/PM₁₀ بر اساس مشاهدات ساعتی PM در سال ۱۳۹۸ در کل کشور بر اساس داده‌های ساعتی ایستگاه‌ها وقوع رخداد گرد و غبار را نشان می‌دهد. همانگونه که در داده‌های ایستگاه استان‌های خوزستان، کرمان، یزد، بوشهر، قم، زنجان، مرکزی، لرستان، کرمانشاه، کردستان، گیلان و تهران مشاهده می‌شود میزان غلظت PM₁₀ در روزهای وقوع گرد و غبار به حداکثر رسیده است.



شکل ۳- آشکارسازی گرد و غبار در ۲۵ تیر ۱۳۹۸ در استان خوزستان برگرفته از سایت بارسلونا

۱۳۹۸ (بازه زمانی اعلام شده توسط سازمان حفاظت محیط زیست) ۴۶۶،۵۵ میکروگرم بر متر مکعب محاسبه گردیده است.

در شکل (۴) نمودار روند تغییرات داده‌های غلظت ایستگاه اهواز - اداره کل (سازمان حفاظت محیط زیست) آورده شده است. بر اساس داده‌های سایت بارسلونا میانگین غلظت ماهانه در تیرماه



شکل ۴- نمودار داده‌های غلظت ایستگاه اهواز- اداره کل (سازمان حفاظت محیط زیست- سال ۱۳۹۸)

آذربایجان غربی، زنجان، کرمانشاه، کردستان و تهران نشان داده شده است.

در جدول (۶)، اطلاعات مربوط به نسبت PM_{2.5} به PM₁₀، غلظت PM_{2.5} و PM₁₀ و فصل مربوط به ایستگاه اهواز - اداره کل،

جدول ۶- گزارش غلظت فصلی آلاینده PM_{2.5}, PM₁₀ و نسبت PM_{2.5}/PM₁₀ در ایستگاه‌های منتخب (۱۳۸۹)

نام ایستگاه	فصل	PM ₁₀ (µg/m ³)	PM _{2.5} (µg/m ³)	نسبت PM _{2.5} /PM ₁₀
اهواز- اداره کل	بهار	۱۱۲,۲۱	۳۱,۸۲	۰,۲۸۳۵۷۵۴۳۹
	تابستان	۱۱۳,۲۴	۲۰,۲۳	۰,۱۷۸۶۴۷۱۲
	پاییز	۱۱۳,۹۷	۵۱,۰۱	۰,۴۴۷۵۷۳۹۲۳
	زمستان	۱۰۹,۳۹	۳۸,۸۹	۰,۳۵۵۵۱۶۹۵۸
آذربایجان غربی - بوکان	بهار	۵۷,۸۰	۱۶,۳۳	۰,۲۸۲۵۲۹۵۲
	تابستان	۸۳,۲۰	۲۵,۷۸	۰,۳۰۹۸۵۵۷۶۹
	پاییز	۷۵,۰۸	-	-
	زمستان	۷۲,۸۶	-	-
زنجان - قائم	بهار	۳۹,۴۹	۱۳,۲۲	۰,۳۳۴۷۶۸۳۹۶
	تابستان	۵۱,۴۴	۱۵,۰۴	۰,۲۹۲۳۷۹۴۷۱
	پاییز	۴۳,۸۲	۱۶,۷۷	۰,۳۸۲۷۰۱۹۶۳
	زمستان	۴۱,۸۴	۱۵,۸۵	۰,۳۷۸۸۲۴۰۹۲
کردستان - قروه	بهار	۲۲,۶۲	۱۱,۳۴	۰,۵۰۱۳۲۶۲۶
	تابستان	۳۷,۰۲	۱۸,۶۶	۰,۵۰۴۰۵۱۸۶۴
	پاییز	۲۴,۲۴	۱۴,۷۳	۰,۶۰۷۶۷۳۲۶۷
	زمستان	۱۹,۷۸	۱۴,۰۰	۰,۷۰۷۷۸۵۶۴۲
کرمانشاه - قصرشیرین	بهار	۴۸,۰۴	۳۱,۱۷	۰,۶۴۸۸۳۴۳۰۵
	تابستان	۶۵,۸۲	۵۲,۳۳	۰,۷۹۵۰۴۷۰۹۸
	پاییز	۱۰۶,۵۳	۳۴,۱۸	۰,۳۲۰۸۴۸۵۸۷
	زمستان	۶۹,۵۴	۲۸,۸۰	۰,۴۱۴۱۵۰۱۲۹
تهران - باقرشهر	بهار	۶۸,۱۶	۱۹,۷۴	۰,۲۸۹۶۱۲۶۷۶
	تابستان	۱۱۶,۳۹	۲۹,۷۳	۰,۲۵۵۴۳۴۳۱۶
	پاییز	-	۳۳,۰۶	-
	زمستان	-	۳۳,۵۴	-

معنی‌داری بین نسبت PM_{2.5} به PM₁₀ بین فصل‌ها وجود دارد (p = 0.02). نسبت PM_{2.5} به PM₁₀ در پاییز و زمستان به طور معنی‌داری بیشتر از بهار و تابستان است. نتایج نشان می‌دهد در آذربایجان غربی (ایستگاه بوکان)، تهران (ایستگاه رسالت) و وقوع رخداد گرد و غبار اتفاق افتاده است. با بررسی انجام شده داده‌های ثبت شده در ایستگاه‌ها با داده‌های سایت بارسلونا همپوشانی دارد.

نتایج نشان می‌دهد شاخص PM_{2.5}/PM₁₀ یک روش کاربردی و تک پارامتری برای تخمین گرد و غبار، این ویژگی‌ها بر اساس موقعیت مکانی و هواشناسی غالب متفاوت بوده و ممکن است

غلظت PM_{2.5} در ایستگاه اهواز از ۲۰,۲۳ میکروگرم در متر مکعب در تابستان تا ۵۱,۰۱ میکروگرم در متر مکعب در پاییز متغیر است. این غلظت‌ها از استاندارد کیفیت هوای سازمان بهداشت جهانی (WHO) برای (PM_{2.5} ۱۰ میکروگرم در متر مکعب) فراتر رفته است. غلظت PM₁₀ نیز از ۱۱۲,۲۱ میکروگرم در متر مکعب در بهار تا ۱۱۳,۹۷ میکروگرم در متر مکعب در پاییز متغیر است. این غلظت‌ها نیز از استاندارد کیفیت هوای WHO برای PM₁₀ (۵۰ میکروگرم در متر مکعب) بیشتر است. غلظت PM_{2.5} و PM₁₀ در پاییز بالاترین سطوح را در جدول ارائه شده نشان می‌دهد. با استفاده از آزمون ANOVA تک عاملی، مشخص شد که تفاوت

در بررسی انجام شده در اغلب روزها میانگین غلظت ذرات معلق PM_{10} ایستگاه اهواز بیشتر از مقدار Dust بدست آمده از داده‌های مرکز منطقه‌ای گرد و غبار Barcelona است. علت این امر آن است که ایستگاه‌های سنجش کیفیت هوا مقدار ذرات معلق منتشر شده از منابع طبیعی و انسان ساز را با هم اندازه گیری می‌کند اما داده‌های مرکز منطقه‌ای گردوغبار Barcelona مقدار گرد و غبار (DUST) را نشان می‌دهد. با توجه برآورد نسبت $PM_{2.5}/PM_{10}$ در جدول ۷ طبقه بندی روزهای گرد و غبار در استان نیمه غربی کشور با یک نسبت ساده در ایستگاه ثبت داده انجام پذیرفته است.

ذرات معلق گرد و غبار از ذرات مانند نمک دریا و نیترات درشت تشکیل شده باشد. در جدول (۷) نسبت غلظت $PM_{2.5}/PM_{10}$ در تاریخ ۲۵ تیر ۱۳۹۸ در ایستگاه‌های نیمه غربی کشور که دارای داده ثبت شده می‌باشند ارائه گردیده است. براساس محاسبه شاخص کیفیت هوا (AQI) میانگین غلظت PM_{10} و $PM_{2.5}$ در ایستگاه اهواز - اداره کل به ترتیب عدد ۳۵۵ میکروگرم برترمکعب و ۲۷،۱۵ میکروگرم برترمکعب بوده و از نظر شاخص کیفیت هوا در محدوده خطرناک می‌باشند. با توجه به محاسبه نسبت PM_{10} و $PM_{2.5}$ ارتباط موضوعی با شاخص کیفیت هوا کاملاً منطقی و قابل قبول می‌باشد.

جدول ۷- نسبت $PM_{2.5}/PM_{10}$ در استان‌های منتخب

استان	نسبت $PM_{2.5}/PM_{10}$
اذربایجان غربی (ایستگاه بوکان)	۰،۴-۰،۱
ایستگاه زنجان (زنجان)	۰،۳-۰،۲
ایستگاه بوشهر (بوشهر)	۰،۰۶-۰،۰۲
ایستگاه قائم (قم)	۰،۴
کردستان (ایستگاه قروه)	۰،۷-۰،۵
کردستان (ایستگاه سقز)	۰،۹-۰،۳
کرمانشاه (ایستگاه قصرشیرین)	۰،۷-۰،۳
لرستان (ایستگاه پل دختر)	۰،۹-۰،۳
مرکزی (ایستگاه خیابان میرزایی شیرازی)	۰،۵-۰،۳
همدان (ایستگاه کیودر آهنگ)	۰،۳-۰،۲
همدان (ایستگاه نهاوند)	۰،۳-۰،۲
تهران (ایستگاه رسالت)	۰،۱-۰،۲
تهران (ایستگاه باقر شهر)	۰،۲
خوزستان (ایستگاه اداره کل)	۰،۱

قراری گیر . نتایج نشان می‌دهد که غلظت ذرات معلق $PM_{2.5}$ و PM_{10} در تمام ایستگاه‌های بررسی شده در فصول مختلف از حد مجاز سازمان بهداشت جهانی (WHO) بیشتر است و غلظت ذرات معلق در فصل‌های پاییز و زمستان به طور قابل توجهی بیشتر از فصل‌های بهار و تابستان است.

بر اساس نتایج بدست آمده و با یک نسبت ساده، روزهای گرد و غبار را به سه دسته شامل؛ روزهای وقوع گرد و غبار $PM_{2.5}/PM_{10} = ۰،۱$ ، روزهای سبک گرد و غبار $PM_{2.5}/PM_{10} = ۰،۵$ و روزهای متوسط گرد و غبار $PM_{2.5}/PM_{10} = ۰،۱-۰،۵$ تقسیم می‌شود. این نسبت در استان خوزستان برابر $PM_{2.5}/PM_{10} = ۰،۱$ است لازم به ذکر است در همان تاریخ یک رخداد گرد و غبار برای استان گزارش شده است.

در مقایسه یک روز پاک و یک روز دارای گرد و غبار، نسبت میانگین غلظت روزانه (ذرات ریز) $PM_{2.5}$ به ذرات درشت PM_{10} در روز رخداد کمتر است. همچنین ذرات معلق در روزهای دارای

غلظت $PM_{2.5}$ و PM_{10} در همه ایستگاه‌ها و فصل‌ها از حد مجاز سازمان بهداشت جهانی بیشتر بوده است. این امر می‌تواند نگرانی‌های جدی برای سلامت عمومی ایجاد کند. همانطور که ذکر شد، تفاوت‌های معنی‌داری بین میانگین نسبت $PM_{2.5}/PM_{10}$ ، غلظت $PM_{2.5}$ و غلظت PM_{10} در بین ایستگاه‌ها و فصل‌ها مشاهده شده است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

کشور ایران علاوه بر داشتن مناطق بیابانی وسیع، در مجاورت کانون‌های اصلی منطقه‌ای و فرامرزی و نواحی گرد و غبار قرار گرفته است. از مهمترین این کانون‌ها می‌توان به بیابانهای عربستان، عراق، سوریه، اردن و سایر کشورهای حاشیه خلیج فارس در جنوب و جنوب غرب، کشورهای پاکستان و افغانستان در شرق و همچنین کشورهای ترکمنستان و ازبکستان در شمال اشاره نمود. که کشور ایران تحت تاثیر این کانون‌های گرد و غبار

نتایج این تحقیق نشان داد با توجه به میزان غلظت ثبت شده فصلی (بهار، تابستان، پاییز و زمستان) آلاینده PM_{2.5}, PM₁₀ در ایستگاه‌های مورد مطالعه، میزان تغییرات PM₁₀ بیشتر از PM_{2.5} است؛ بنابراین PM₁₀ تاثیر بیشتری در تولید گرد و غبار دارد. لذا پیشنهاد می‌شود در سامانه ملی پایش کشور متعلق به سازمان حفاظت محیط زیست کشور ستونی تحت عنوان نسبت PM_{2.5} به PM₁₀ ایجاد گردد و وقوع رخداد گرد و غبار توسط سازمان مرجع ثبت و گزارش گردد و همچنین نقش عناصر اقلیمی و غیراقلیمی (از قبیل پوشش گیاهی، تغییرات کاربری اراضی، خشک شدن دریاچه‌ها، منابع آب سطحی و عوامل انسانی از جمله کشاورزی، تخریب مراتع، دامداری و که در ارتباط مستقیم با گرد و غبار است مورد بررسی قرار گیرد.

تشکر و قدردانی:

از سازمان حفاظت محیط زیست و اداره کل محیط زیست استان خوزستان بابت قراردادن داده‌های سامانه پایش کیفیت هوای کشور و ارائه رخدادهای گردو غبار در استان بی نهایت سپاسگزارم

گرد و غبار اغلب منبع طبیعی دارند و نسبت PM_{2.5}/PM₁₀ می‌تواند به عنوان شاخصی از سهم گرد و غبار ذرات معلق باشد. بر اساس مطالعه محمودپاشی و همکاران در سال ۱۴۰۰ بر روی مقایسه میزان و روند غلظت ذرات گرد و غبار، ارتباط وقوع رخداد با متغیرهای اقلیمی در نیمه غربی ایران بررسی شد. نتایج بیان می‌کند که مقادیر گرد و غبار در مناطق مختلف بسته به موقعیت جغرافیایی، شرایط توپوگرافی، اقلیمی، پارامترهای هواشناسی و همچنین منشاء آنها تفاوت دارد. نتایج حاصل از مطالعه هدایتی و همکاران در سال ۱۳۹۸ نشان داد که نظارت و پایش مستمر کیفیت هوا به ویژه از نظر آلاینده PM₁₀ یکی از استراتژیهای اصلی برای کنترل آلودگی هوا در شهرها می‌باشد. در مطالعه‌ی شرعی پور و همکاران نیز تغییرات ذرات معلق PM_{2.5} و PM₁₀ جوی شهر تهران بررسی و همبستگی مثبت معنی داری (سطح اعتماد ۹۹٪) بین غلظت ذرات معلق ساعتی PM_{2.5} و PM₁₀ محاسبه شده است.

References

- Asrari A and Padayar M. Investigating changes in the concentration of suspended particles in Mashhad using meteorological data in the years 2010-2015. *Journal of Environmental Health Research*, 2018 (1): 86-91. <https://DOI.org/10.22038/jreh.2018.30872.1208>. [InPersian].
- An, Z., Huang, R.-J., Zhang, R., Tie, X., Li, G., Cao, J., et al. (2019). Severe Haze in Northern China: A Synergy of Anthropogenic Emissions and Atmospheric Processes. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 116 (18), 8657–8666. DOI:10.1073/pnas.1900125116.
- Barnpadimos, I., Keller, J., Oderbolz, D., Hueglin, C., & Prevot, A. S. H. (2012). One decade of parallel fine (PM_{2.5}) and coarse (PM_{10-PM_{2.5}}) particulate matter measurements in Europe: Trends and variability. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 12, 3189–320. www.atmos-chem-phys.net/12/3189/2012/3. DOI:10.5194/acp-12-3189-2012.
- Baghbanan P. Ghavidel Y. Farajzadeh M. Temporal long-term variations in the occurrence of dust storm days in Iran. *Meteorol Atmos Phys*. 2020; 132: 885–898. <https://DOI.org/10.1007/s00703-020-00728-3>. [IN Persian].
- Al-Hemoud A. Al-Dousari A. Misak R. Al-Sudairawi M. Naseeb A. Al-Dashti H. Al-Dousari N. *Economic Impact and Risk Assessment of Sand and Dust Storms (SDS) on the Oil and Gas Industry in Kuwait. Sustainability*. 2019; 11(1):1-19. <https://DOI.org/10.3390/su1101020>.
- Bahiraie, H., Ayazi, M. H., Rajaei, M. and Ahmadi, H. 2011. Synoptic Statistical Analysis of Dust Occurrence in Ilam Province. *Journal of New Attitudes in Human Geography*. 4, 47-67. <https://www.sid.ir/paper/177129/fa>. [InPersian].
- Broomandi P, Crape B, Jahanbakhshi A, Janatian N, Nikfal A, Tamjidi M, Kim JR, Middleton N, Karaca F. Assessment of the association between dust storms and COVID-19 infection rate in southwest Iran. 2022 May;29(24):36392-36411. DOI: 10.1007/s11356-021-18195-7. Epub 2022 Jan 21.
- Crosbie, E., Sorooshian, A., Monfared, N.A., Shingler, T. and Esmaili, O., 2014. A multi-year aerosol characterization for the greater tehran area using satellite, surface, and modeling data. *Atmosphere*. 5(2), 178-197. *Atmosphere* 2014, 5(2), 178-197; <https://DOI.org/10.3390/atmos5020178>
- Cao H. Amiraslani F. Liu J. Zhou N. Identification of dust storm source areas in West Asia using multiple environmental datasets. *Sci Total Environ*. 2015; 502: 224-235. DOI.org/10.1016/j.scitotenv.2014.09.025.
- Cao H. Fu C. Zhang W. Liu J. Characterizing Sand and Dust Storms (SDS) Intensity in China Based on Meteorological Data.

- Sustainability*. 2018; 10(7): 2372. [https://DOI.org/10.3390/su1007237](https://doi.org/10.3390/su1007237)
11. Fan, H., Zhao, C., and Yang, Y. (2020). A Comprehensive Analysis of the Spatio-Temporal Variation of Urban Air Pollution in China during 2014-2018. *Atmos. Environ.* 220, 117066. DOI:10.1016/j.atmosenv.2019.117066
 12. Gang, X., Limin, J., Boen, Z., & Suli, Z. (2015). Spatial and Temporal Variability of the PM_{2.5}/PM₁₀ Ratio in Wuhan, Central China. *Aerosol and Air Quality Research*, 17: 741-751, 2017. 1680-8584 print / 2071-1409 online. DOI: 10.4209/aaqr.2016.09.0406
 13. Hao Fan, Chuanfeng Zhao, Yikun Yang, Xingchuan Yang, Spatio-Temporal Variations of the PM_{2.5}/PM₁₀ Ratios and Its Application to Air Pollution Type Classification in China. 2021, Volume 9 - 2021 [https://DOI.org/10.3389/fenvs.2021.692440](https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.692440)
 14. Ibrahim M. F., R. Hod, A. M. Nawi, and M. Sahani, "Association between ambient air pollution and childhood respiratory diseases in low- and middle-income Asian countries: A systematic review," *Atmos. Environ.*, vol. 256, p. 118422, Jul. 2021, DOI: 10.1016/J.ATMOSENV.2021.118422.
 15. Landrigan PJ, Fuller R, Acosta NJ, Adeyi O, Arnold R, Baldé AB, et al. The Lancet commission on pollution and health. *The Lancet*. 2018;391(10119):462-512, DOI: 10.1016/S0140-6736(17)32345-0
 16. Lewis S. L., L. M. Russell, J. A. McKinsey, and W. J. Harris, "Small contributions of dust to PM_{2.5} and PM₁₀ concentrations measured downwind of Oceano Dunes," *Atmos. Environ.*, vol. 294, p. 119515, Feb. 2023, DOI: 10.1016/J.ATMOSENV.2022.119515.
 17. Li, C., Tsay, S.-C., Fu, J. S., Dickerson, R. R., Ji, Q., Bell, S. W., et al. (2010). Anthropogenic air pollution observed near dust source regions in northwestern China during springtime 2008. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 115, D00K22. 13 October 2010. [https://DOI.org/10.1029/2009JD013659](https://doi.org/10.1029/2009JD013659).
 18. Nel A. Air pollution-related illness: effects of particles. June 2005. *Science* 308(5723): 804-6. DOI: 10.1126/science.1108752.
 19. Nowroozi A. Shoaei Z. Dust production centers in the western and southern half of Iran: satellite data and field information. *J Agric Sci Technol*. 2019; 2(2): 29-35. [IN Persia]. DOI:10.22092/AISTJ.2020.342192.1040.
 20. Namdari S. Hajibaglo A. Abazari GH. Analysis of changes in Iran's internal dust centers in the last twenty years. *J geogr Plan*. 2022; 25(78): 345-361. DOI: 10.22034/GP.2021.42751.2739.[IN Persian].
 21. Mirzae A. Nekahd A. Alshevili A. Tracking dust centers on the common border of Iran and Iraq in the ten-year period of 2012-2022. DOR:20.1001.1.29810930.1402.1.2.3.1. [IN Persia].
 22. Munir, S. (2017b). Analysing temporal trends in the ratios of PM_{2.5}/PM₁₀ in the UK. *Aerosol and Air Quality Research*, 17(1), 34-48. [https://DOI.org/10.4209/aaqr.2016.02.0081](https://doi.org/10.4209/aaqr.2016.02.0081)
 23. Pan, X., Uno, I., Hara, Y., Kuribayashi, M., Kobayashi, H., Sugimoto, N., et al. (2015). Observation of the simultaneous transport of Asian mineral dust aerosols with anthropogenic pollutants using a POPC during a long-lasting dust event in late spring 2014. *Geophysical Research Letters*, 42, 1593-1598. 04 February 2015. [https://DOI.org/10.1002/2014GL062491](https://doi.org/10.1002/2014GL062491).
 24. Onishi, K., Kurosaki, S., Otani, S., Yoshida, A., Sugimoto, N., & Kurozawa, Y. (2012). Atmospheric transport route determines components of Asian dust and health effects in Japan, [https://DOI.org/10.1016/j.atmosenv.2011.12.018](https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2011.12.018)
 25. Sugimoto, N., Hara, Y., Shimizu, A., Nishizawa, T., Matsui, I., & Nishikawa, M. (2013). Analysis of dust events in 2008 and 2009 using the lidar network, surface observations and the CFORS model. *Asia-Pacific Journal of Atmospheric Sciences*, 49(1), 27-39. [https://DOI.org/10.1007/s13143-013-0004-3](https://doi.org/10.1007/s13143-013-0004-3)
 26. Nobuo Sugimoto, Atsushi Shimizu, Ichiro Matsui, Masataka Nishikawa. (2015). A method for estimating the fraction of mineral dust in particulate matter using PM_{2.5}-to-PM₁₀ ratios. [http://DOI.org/10.1016/j.partic.2015.09.005](http://doi.org/10.1016/j.partic.2015.09.005)
 27. Ishizuka, M., Mikami, M., Leys, J., Yamada, Y., Heidenreich, S., Shao, Y., et al. (2008). Effects of soil moisture and dried rain droplet crust on saltation and dust emission. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 113, D24212. DOI:10.1029/2008JD009955, 2008.
 28. Indoitu R. Orlovsky L. Orlovsky N. Dust storms in Central Asia: spatial and temporal variations. *J Arid Environ*. 2012; 85: 62-70. [https://DOI.org/10.1016/j.jaridenv.2012.03.018](https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2012.03.018).
 29. Furman H.K.H. Dust storms in the Middle East: sources of origin and their temporal characteristics. *Indoor Built Environ*. 2003; 12(6): 419-426. [https://DOI.org/10.1177/1420326X03037110](https://doi.org/10.1177/1420326X03037110).
 30. Fallah Zozli M. A. Vafainejad M. Khairkhan Z. F. Ahmadi D. Finding the origin of dust in southern Iran and its synoptic analysis using remote sensing and geographic information system. *RS GIS Natur Res*. 2013; 5(4): 61-78. <http://girs.iaubushehr.ac.ir>. [IN Persian].
 31. Faridi S. Rahmani S. Hashemi N. Qobadian S. Zokaei M. Economic effects of dust

- storms. *J health*. 2019; 11(5): 699-713. Doi: 10.52547/j.health.11.5.699. [IN Persia].
32. Kobayashi, H., Hayashi, M., Shiraishi, K., Nakura, Y., Enomoto, T., Miura, K., et al. (2014). Development of a polarization optical particle counter capable of aerosol type classification. *Atmospheric Environment*, 97, 486-492. 1 Nov 2014 . DOI: 10.1016/j.atmosenv.2014.05.006.
 33. Khojasteh N. Morad E. Comparison of interpolation methods for wind erosion mapping using the USEPA model. *Soil. Water. Sci. Agric. Sci and Tech and Nat Resour*. 2021; 24(4): 93-110. DOI: 10.47176/jwss.24.4.2251. [IN Persian].
 34. Jalali Farahani, V. and Arhami, M., 2019. Contribution of Iraqi and Syrian dust storms on particulate matter concentra. December 2019. *Atmospheric Environment* 222(24):117163. DOI: 10.1016/j.atmosenv.2019.117163.
 35. Sugimoto, N., Nishizawa, T., Shimizu, A., Matsui, I., & Kobayashi, H. (2015). Detection of internally mixed Asian dust with air pollution aerosols using a polarization optical particle counter and a polarization-sensitive two-wavelength lidar. *Journal of Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer*, 150, 107-113. Sun, C.-H., Lin, Y.-C., & Wang, C.-S. (2003). DOI: 10.1016/j.jqsrt.2014.08.003.
 36. Rahmati M H. Moghani V. Vesal M. The Effects of Short Term Exposure to Air Pollution on Mortality Rates: The Case of Six Metropolitan Areas in Iran. *QJER* 2020; 20(2): 53-76. DOR:20.1001.1.17356768.1399.20.2.6.9.
 37. Rashki, A., Middleton, N.J. and Goudie, A.S., 2021. Dust storms in Iran – Distribution, causes, frequencies and impacts. *Aeol. Res.* 48, 100655, January 2021. DOI: 10.1016/j.aeolia.2020.100655.
 38. Reyadh A. Venkataraman L. Monitoring Dust Storms in Iraq Using Satellite Data. *Dep. Eng Sys Environ*. 2019; 19(17): 3687. DOI: 10.3390/s19173687.
 39. Rayegani B. Barati S. Khoshnava A. Dust and Sand Source Identification Using Remotely Sensed Data: a comprehensive Approach. *Sci Total Environ*. 2019; 72(1): 83-105. <https://doi.org/10.22059/jrwm.2019.251015.1223>. [IN Persian].
 40. D. Sierra-Porta, Y. T. Solano-Correa, M. Tarazona-Alvarado, and L. A. N. de Villavicencio, "Linking PM10 and PM2.5 Pollution Concentration through Tree Coverage in Urban Areas," *CLEAN – Soil, Air, Water*, vol. 51, no. 5, p. 2200222, 2023. <https://doi.org/10.1002/clen.202200222>
 41. Talbi, A., Kerchich, Y., Kerbachi, R., and Boughedaoui, M. (2018). Assessment of Annual Air Pollution Levels with PM1, PM2.5, PM10 and Associated Heavy Metals in Algiers, Algeria. *Environ. Pollut.* 232, 252-263. DOI:10.1016/j.envpol.2017.09.041, DOI: 10.1016/j.envpol.2017.09.041.
 42. Turkashund M and Kiani M. Analysis of the state of air pollution caused by the climatic effects of fine dust and dust storms in the southern regions of Hamadan province. *Environmental Science and Technology Quarterly*. 2017. (4) 15-33. <https://www.sid.ir/paper/87471/fa>. DOI: 10.22034/jest.2017.11622. [In Persian].
 43. Wang, Y.-C. And Lin, Y.-K. 2015. Mortality associated with particulate concentration and Asian dust storms in Metropolitan Taipei. *Atmospheric Environment*, 117:32-40. September 2015. DOI : 10.1016/j.atmosenv.2015.06.055.
 44. Zhao, C., Yang, Y., Fan, H., Huang, J., Fu, Y., Zhang, X., et al. (2020). Aerosol Characteristics and Impacts on Weather and Climate over the Tibetan Plateau. *Natl. Sci. Rev.* 7 (3), 492-495. DOI:10.1093/nsr/nwz184



Investigating the Occurrence of Dust in the Country with the Ratio of PM_{2.5} to PM₁₀ Concentration Index

Masha Tamjidi

Ph.D candidate ,Department of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Majid Abbaspour
Tehrani *

Professor, Mechanical Engineering Department, School of Mechanical Engineering Sharif University of Technology, Tehran Iran

Yusuf Rashidi

Assistant Professor , Environmental Sciences Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

Seyed Alireza
Mirzahosseini

Associate Professor , Department of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Extended Abstract

Received: 22 Feb 2024

Accepted: 11 June 2024

Keywords: *Dust, Concentration of PM₁₀ and PM_{2.5}, Concentration of Pollution*

Introduction: Dust storms, as one of the major environmental crises in the Middle East, have widespread impacts on the quality of life, human health, soil fertility, visibility, the economy, and social aspects. This phenomenon is common in arid and desert regions, especially in Iran, where a significant portion of the country is located in dry and semi-arid areas. Given the importance of this issue, identifying the sources and aggravating factors is essential. Dust storms consist of particulate matter with a diameter of less than 10 micrometers (PM₁₀). This study examines the PM_{2.5}/PM₁₀ concentration ratio as an indicator for determining the occurrence of dust storms within the country's environmental monitoring system.

Materials and Methods: In this study, a simple and practical method for determining dust days is presented. Based on the received data of dust occurrence from reliable authorities, the ratio of PM_{2.5}/PM₁₀ was calculated on the mentioned days and based on the results of the calculations, a numerical index of the probability of dust occurrence was presented. For this purpose, first a dust event on a specific date (July 25, 2018) was investigated in Khuzestan province (Ahvaz city) and based on this, the ratio of PM_{2.5}/PM₁₀ data in the provinces of Khuzestan, Kerman, Yazd, Bushehr, Qom, Zanjan, Markazi, Lorestan, Kermanshah, Kurdistan, Gilan and Tehran were calculated.

Results and Discussion: Based on the occurrence of dust storms in the provinces of Khuzestan, Kerman, Yazd, Bushehr, Qom, Zanjan, Markazi, Lorestan, Kermanshah, Kurdistan, Gilan and Tehran in the period of 2018 and calculating the hourly average ratio of PM_{2.5}/PM₁₀ index number Calculated. The results show that when the PM_{2.5}/PM₁₀ ratio is less than 0.1, there is dust occurrence. Based on this, the days of the event are divided into three categories: PM_{2.5}/PM₁₀ =0.1 dust days, PM_{2.5}/PM₁₀ =0.5 light dust days, and PM_{2.5}/PM₁₀ =0.1-0.5 medium dust days.

Conclusion: The results showed that among the investigated provinces, the average concentration of PM₁₀ and PM_{2.5} in Ahvaz station is 355 micrograms per cubic meter and 27.15 micrograms per cubic meter, respectively, and both concentrations are in the dangerous range. Also, according to the obtained results, the PM_{2.5}/PM₁₀ ratio and its relation with the air quality index were confirmed, and the results can be used by policymakers to design and implement effective control measures during dust incidents. The results of this research show that the ratio of PM_{2.5} to PM₁₀ can be considered as an indicator regarding the time of dust occurrence.

Corresponding author: Shahrzad Khoramnejadian

Address: Mechanical Engineering Department, School of Mechanical Engineering Sharif University of Technology, Tehran Iran

Tel: +989121112668

Email: abbpor@sharif.edu

Citation: Tamjidi M, Abbaspour Tehrani M, Rashidi Y, Mirzahosseini S A. Investigating the Occurrence of Dust in the Country with the Ratio of PM_{2.5} to PM₁₀ Concentration Index. *Journal of New Researches in Environmental Engineering* 2024; 2(5): 25-38.



© 2024, This article published in Journal of New Researches in Environmental Engineering (JNREE) as an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>). Non-commercial use, distribution and reproduction of this article is permitted in any medium, provided the original work is properly cited.