



19<sup>th</sup> Iranian Soil Science Congress  
16-18 September, 2025



نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران  
۲۵ تا ۲۷ شهریور ۱۴۰۴



۰۴۲۵۰-۳۲۰۳۱

مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب

Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



## بررسی رابطه بین جمعیت باکتریایی و غلظت PM10 در طوفان‌های گردوغبار شهر زابل

فرزانه فخریه<sup>۱</sup>، عباس میری<sup>۲</sup>، ابراهیم شیرمحمدی<sup>۳\*</sup>

۱- فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد، گروه مرتع و آبخیز، دانشکده آب و خاک، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

۲- دانشیار، گروه مرتع و آبخیز، دانشکده آب و خاک، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

۳- استادیار، گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده آب و خاک، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

\*پست الکترونیکی نویسنده مسئول مقاله (eshirmohammadi@uoz.ac.ir)

### چکیده

بررسی کیفیت هوا به دلیل تأثیر مستقیم آن بر سلامت انسان، به یکی از موضوعات مهم روز جهان تبدیل شده است. از طرفی شهر زابل توسط بهداشت جهانی از نظر کیفیت هوا در سال ۲۰۱۶ به عنوان آلوده‌ترین شهر جهان معرفی شد. بنابراین بررسی جمعیت و خصوصیات میکروبی طوفان‌های گردوغبار در شهر زابل که کمتر مورد توجه پژوهشگران بوده، امری ضروری به نظر می‌رسد. در این پژوهش به بررسی رابطه بین جمعیت باکتریایی و غلظت ذرات کوچکتر از ۱۰ میکرون (PM10) در طوفان‌های گردوغبار شهر زابل پرداخته شد. بدین منظور نمونه‌برداری در ۲۹ روز طوفانی در سال ۱۴۰۱ با استفاده از پلیت‌های حاوی محیط کشت باکتری انجام شد. نتایج نشان داد که میانگین جمعیت باکتری‌ها،  $1766000 \text{ CFU m}^{-2} \text{ h}^{-1}$  و میانگین غلظت PM10،  $134/52 \mu\text{g m}^{-3}$  است. تحلیل همبستگی پیرسون نیز رابطه مثبت و معنادار ( $r=0.88, p<0.001$ ) بین افزایش PM10 و جمعیت باکتری‌ها را تأیید کرد. یافته‌ها حاکی از آن است که ذرات گردوغبار به عنوان حامل جمعیت قابل توجهی از باکتری‌ها عمل می‌کند. توصیه می‌شود افراد، به‌ویژه گروه‌های پرخطر، در شرایط طوفان گردوغبار از ترددهای غیرضروری اجتناب کرده و حتماً از ماسک مناسب استفاده کنند. این مطالعه بر ضرورت کنترل آلودگی میکروبی ناشی از گردوغبار و اتخاذ راه‌کارهای پیشگیرانه در این شهر تأکید دارد.

واژگان کلیدی: آلودگی، سیستان، کیفیت هوا، میکروارگانیسم، همبستگی

### مقدمه

توجه به آلودگی هوا و اهمیت زندگی در محیط سالم از دیرباز مورد تأکید دانشمندان و فلاسفه بوده است. امروزه آلودگی هوا در اغلب مناطق شهری و حتی برخی مناطق روستایی در جهان، بیشترین نگرانی را در بشر ایجاد کرده است. بررسی کیفیت هوا به دلیل تأثیر مستقیم آن بر سلامت انسان، به یکی از موضوعات مهم روز و اجتناب‌ناپذیر تبدیل شده است که حجم مطالعات انجام شده در این زمینه موید این موضوع می‌باشد (Nourmoradi et al., 2015; Gat et al., 2017; Ali-Soufi et al., 2019; Rashki et al., 2021; Alizadeh et al., 2022; Miri et al., 2024)



19<sup>th</sup> Iranian Soil Science Congress  
16-18 September, 2025



نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران  
۲۵ تا ۲۷ شهریور ۱۴۰۴



۰۴۲۵۰-۳۲۰۳۱

مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب

Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



طوفان گردوغبار پدیده‌ای است که در نتیجه سرعت باد و تلاطم آن بر روی سطح خاک فاقد پوشش گیاهی و مستعد فرسایش، پدید می‌آید. در این حالت، سرعت باد باعث کنده شدن ذرات ریز خاک از سطح زمین و انتقال آن‌ها به اتمسفر می‌گردد. طوفان‌های گردوغبار از رخداد‌های معمول در مناطق خشک و بیابانی است که در اثر عملکرد بادهای شدید بر سطح خاک رخ می‌دهد و سبب معلق شدن ذرات ریز خاک می‌شود. مشکلات زیست‌محیطی، لغو پروازها، ضررهای اقتصادی و بار روانی ایجاد شده در جامعه از مهم‌ترین مضرات قابل‌مشاهده پدیده گردوغبار هستند (Miri et al., 2008). فعالیت انسان‌ها و نیروی باد سبب می‌گردد تا گردوغبار حاوی عناصر و میکروارگانیسم‌ها مضر در اتمسفر معلق و منتج به تهدید سلامت گردند. به‌طوریکه هنگام رخداد‌های طوفان گردوغبار تعداد مراجعین بیمارستانی بخصوص بیماران تنفسی به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابند (Ali-Soufi et al., 2019).

با شروع خشکسالی در منطقه سیستان از سال ۱۳۷۸ شرایط مناسبی برای شکل‌گیری طوفان‌های گردوغبار ایجاد گردید. خشکسالی‌های پی‌درپی، عدم بارندگی مناسب، عدم پوشش گیاهی و از همه مهم‌تر خشک شدن دریاچه هامون به‌عنوان مهم‌ترین منبع برداشت رسوبات بادی باعث شده تا منطقه سیستان به یکی از مناطق غبارخیز ایران تبدیل شود (Rashki et al., 2013 and 2020; Miri et al., 2010 and 2021). طوفان‌های گردوغبار که گاهاً حدود ۱ تا ۶ روز طول می‌کشد باعث بالا رفتن غلظت ریزگردها و آلودگی شدید هوا شده و تنفس را برای ساکنان منطقه سیستان به‌ویژه بیماران تنفسی با مشکل مواجه کرده است (Miri et al., 2008 and 2023). گردوغبار روی عوامل متعددی چون سلامت بشر، اقتصاد، کشاورزی و ... تأثیرگذار است. بنابراین مطالعه و شناسایی خصوصیات این پدیده در مناطق مختلف از اهمیت به‌سزایی برخوردار است. مطالعه شاخص‌های شیمیایی و فیزیکی گردوغبار به‌عنوان اساس بررسی‌های ژئوشیمیایی طوفان‌های گردوغبار اهمیت زیادی دارد (Zarasvandi et al., 2011; Shojaee Barjoe et al., 2020). ولی نباید از مطالعه شاخص‌های دیگر طوفان‌های گردوغبار مانند شاخص‌های زیستی مغفول ماند.

با افزایش غلظت گردوغبار، غلظت ذرات بیولوژیکی به اوج خود می‌رسد؛ و تعداد عوامل بیماری‌زا، به‌ویژه تعداد باکتری‌ها در هر مترمکعب هوا به‌طور چشمگیری افزایش می‌یابد. حجم عظیمی از گردوغبار نشأت گرفته از زمین‌های لم‌پرز و خشک می‌توانند تا ارتفاعات زیاد بالا روند و می‌توانند میکروارگانیسم‌ها را تا مسافت‌های دور حمل کنند. مطالعات انجام شده در رابطه با گردوغبار آسیب‌های فراوان آن را روز به روز بیشتر آشکار می‌سازد. همچنین نشان می‌دهد که اغلب مناطق ایران درگیر این پدیده هستند و تعداد روزهای همراه با گردوغبار در بخش‌های مختلف کشور در حال افزایش است (Zarasvandi et al., 2011; Najafi et al., 2014; Noormoradi et al., 2015; Miri et al., 2023 and 2024). بنابراین در جهت کنترل این پدیده و نیز در امان ماندن یا کاهش اثرات مخرب آن بر سلامت، اقتصاد، اجتماع و محیط زیست، باید راهکاری یافت.

علی‌رغم مطالعات زیادی که در خصوص طوفان‌های گردوغبار در منطقه سیستان از جنبه‌های مختلف (بررسی فراوانی، علل و عوامل مؤثر در شکل‌گیری و اثرات اقتصادی و اجتماعی) صورت گرفته؛ اما این طوفان‌ها از نظر بار میکروبی کمتر مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است (Miri et al., 2008 and 2009 and 2010; Alizadeh et al., 2022). این درحالی‌است که بررسی خصوصیات میکروبی این طوفان‌ها می‌تواند اطلاعات مفیدی در مورد راهکارهای پیشگیرانه جهت کاهش بیماری‌ها ارائه دهد (Nourmoradi et al., 2015; Gat et al., 2017; Ali-Soufi et al., 2019). از طرفی زابل در سال ۲۰۱۶ میلادی توسط سازمان بهداشت جهانی به‌عنوان آلوده‌ترین شهر جهان معرفی گردید. این انتخاب، پس از بررسی کیفیت هوای ۲۹۷۲ شهر در ۱۰۳ کشور جهان انجام شد. بنابراین بررسی جمعیت و خصوصیات میکروبی این طوفان‌ها و تأثیر میکروبی‌ها موجود در آن بر سلامت



19<sup>th</sup> Iranian Soil Science Congress  
16-18 September, 2025



نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران  
۲۵ تا ۲۷ شهریور ۱۴۰۴



۰۴۲۵۰-۳۲۰۳۱

مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب

Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



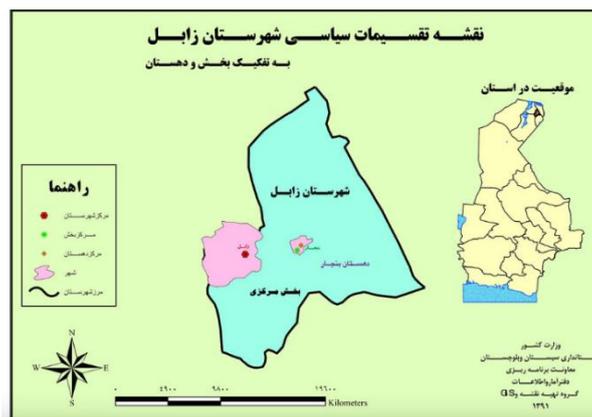
انسان‌ها در منطقه سیستان امری ضروری به نظر می‌رسد. هدف این پژوهش بررسی جمعیت باکتری‌ها در رخدادهای طوفان گردوغبار و همچنین بررسی همبستگی بین جمعیت باکتری‌ها و PM10 در شهر زابل بود.

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه شهر زابل واقع در شهرستان زابل بود (شکل ۱). این شهرستان با مساحت ۳۴۴ کیلومترمربع در ضلع شمال شرقی استان سیستان و بلوچستان با مختصات جغرافیایی ۳۱ درجه و ۲ دقیقه عرض شمالی و ۶۱ درجه و ۳۹ دقیقه طول شرقی در منطقه سیستان قرار گرفته است. شهرستان زابل از شمال به شهرستان نیمروز، از شرق به شهرستان هیرمند و از جنوب به شهرستان‌های هامون و زهک و از غرب به شهرستان هامون محدود می‌شود. فاصله مرکز شهرستان تا مرکز استان ۲۰۷ کیلومتر است. شهرستان زابل دارای دو شهر (زابل و بنجار) و بعنوان مرکز سیستان ۱۷۱۹۴۰ نفر جمعیت که از این تعداد ۱۳۷۷۲۲ نفر آن در شهر زابل، ۴۰۸۸ نفر آن در شهر بنجار و ۳۰۱۳۰ نفر آن در ۷۸ آبادی بزرگ و کوچک در بخش مرکزی استقرار دارند. مسافت شهرستان زابل تا تهران ۱۵۴۸ کیلومتر و ارتفاع از سطح دریا ۴۸۰ متر می‌باشد.

لازم به ذکر است که منطقه سیستان بر روی کمربند بیابانی جهان قرار دارد و آب و هوایی فوق خشک، بارش بسیار کم (حدود ۵۰ میلی‌متر)، تبخیر سالانه بالا (۵۰۰۰-۴۰۰۰ میلی‌متر) و میانگین سالانه دمای بالا (۲۷ درجه سانتی‌گراد) دارد. همچنین تالاب هامون از مهمترین دارایی‌های طبیعی و ذخیره‌گاه زیستی شرق کشور است که تقریباً شهرستان زابل را احاطه کرده است. علاوه بر این بادهای ۱۲۰ روزه سیستان نیز از مهمترین پدیده‌های حاکم بر این منطقه می‌باشد که حیات این منطقه و افراد ساکن در آن را تحت تأثیر مستقیم و غیر مستقیم خود قرار داده است (Rashki et al., 2012 and 2013; Mirakzehi et al., 2018).



شکل ۱. منطقه مورد مطالعه

## نمونه‌برداری، انجام آزمایشات و آنالیز آماری:

برای نمونه‌برداری باکتری از پلیت‌های ۸ سانتیمتری استاندارد دارای محیط کشت Trypticase Soy Agar (TSA) حاوی Cycloheximide (برای جلوگیری از رشد قارچ‌ها در محیط کشت TSA) استفاده شد. برای استریل کردن محیط‌های کشت از روش اتوکلاو کردن با دمای ۱۲۱ درجه سلسیوس، فشار ۱ اتمسفر و به مدت ۱۵ دقیقه، استفاده شد. پس از تهیه محیط کشت‌ها،



مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب

Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran

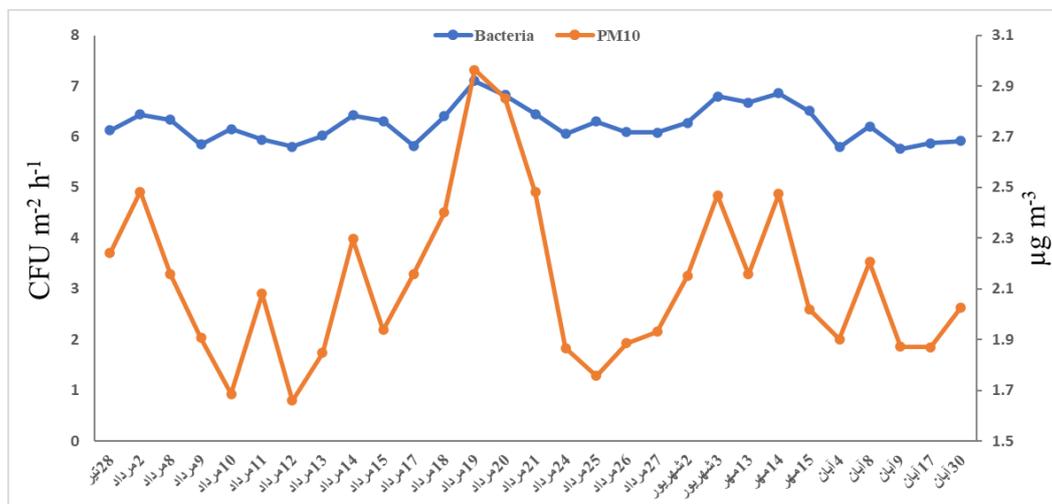


پلیت‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ سلسیوس گرماگذاری شدند (تا در صورت رشد میکروارگانیسم‌ها و مشاهده کلنی‌ها که نشانه آلودگی پلیت‌هاست) حذف شوند (Kim et al., 2018).

با توجه به اینکه یکی از اهداف این پژوهش بررسی همبستگی بین جمعیت باکتریایی و غلظت گردوغبار بود مکان نمونه‌برداری میکروبی نزدیک ایستگاه ثبت گردوغبار واقع در معاونت درمان دانشگاه علوم پزشکی زابل انتخاب گردید. نمونه‌برداری در محل روباز در ۲۹ رخداد طوفان گردوغبار (طبق استاندارد روزهایی که متوسط گردوغبار در آن‌ها حداقل در یک ساعت از شبانه روز بیشتر از ۵۰ میکروگرم بر متر مکعب باشد بعنوان روزهای طوفانی تلقی می‌شوند) در طی ساعات ۱۰:۳۰ صبح (حداکثر مقدار گردوغبار) (Miri et al., 2021) با سه تکرار انجام شد. برای نمونه‌برداری، پلیت‌های حاوی TSA در محیط روباز به مدت ۱۰ و ۳۰ ثانیه (به ترتیب در PM10 بیشتر و کمتر از ۵۰۰ میکروگرم در متر مکعب) دریشان باز نگاه‌داشته شد. پس از نمونه‌برداری محیط‌های کشت TSA به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۳۷ درجه سلسیوس گرماگذاری شدند. پس از مدت مذکور تعداد کلنی‌ها شمارش و با در نظر گرفتن سطح پلیت و مدت‌زمان نمونه‌برداری برحسب  $CFU\ m^{-2}\ h^{-1}$  گزارش شدند (Soleimani et al., 2016; Miri et al., 2023). تحلیل همبستگی پیرسون بین جمعیت باکتری و داده‌های گردوغبار هم با بهره‌گیری از نرم‌افزار Statistix 10 انجام شد.

نتایج و بحث

با توجه به شکل ۲، به استثنای طوفان روزهای ۱۰، ۱۵ و ۲۵ مرداد، تقریباً در تمام روزهای طوفانی دیگر با افزایش و کاهش مقدار PM10، جمعیت باکتری‌ها نیز به ترتیب افزایش یا کاهش یافت؛ و به عبارت دیگر روند تغییرات در هر دو ویژگی مذکور یکسان بود. اما شیب تغییرات نمودار در PM10 تندتر از جمعیت باکتری بود. میانگین جمعیت باکتری و PM10 در طول دوره نمونه‌برداری به ترتیب  $176600\ CFU\ m^{-2}\ h^{-1}$  و  $134/52\ \mu g\ m^{-3}$  بود. همچنین بین جمعیت باکتری و PM10 ضریب همبستگی پیرسون مثبت، قوی و معنی‌دار در سطح یک‌هزارم ( $r=0.88, p<0.001$ ) برقرار بود. یعنی با اطمینان ۹۹/۹ درصد می‌توان گفت که جمعیت باکتری‌ها با افزایش ذرات معلق کوچکتر از ۱۰ میکرون در هوا، با ضریب ۸۸ درصدی افزایش می‌یابد.



شکل ۲، تغییرات جمعیت باکتری با تغییرات PM10



19<sup>th</sup> Iranian Soil Science Congress  
16-18 September, 2025



نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران  
۲۵ تا ۲۷ شهریور ۱۴۰۴



۰۴۲۵۰-۳۲۰۳۱

مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب

Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



با توجه به شکل ۲ و نتیجه همبستگی پیرسون، می‌توان اظهار داشت که جمعیت باکتری‌های موجود در هوا ارتباط مستقیم با غلظت PM10 دارند. به عبارتی دیگر با افزایش میزان گردوغبار، جمعیت باکتری‌های موجود در هوا نیز افزایش می‌یابد. این موضوع توسط پژوهشگران دیگر نیز گزارش شده است (Lin and Li, 2000; Hargreaves et al., 2003; Rossi et al., 2005; Chen and Zhao, 2011; Soleimani et al., 2016; Miri et al., 2023). یکی از مکانیسم‌های مهمی که باعث می‌شود تا میکروارگانیسم‌ها بتوانند مسافت‌های طولانی را طی کنند، حمل شدن آن‌ها بوسیله ذرات گردوغبار موجود در هوا می‌باشد (Acosta-Martínez et al., 2015). این شرایط حمل و نقل می‌تواند میکروارگانیسم‌ها را از شرایط سخت و کشنده محیط تا حدودی محافظت کرده و در زنده ماندن آنها حتی در مسافت‌های طولانی کمک شایانی کند (Crespo et al., 2013; Hagiwara et al., 2020). این موضوع برای میکروارگانیسم‌های بیماریزا نیز صادق می‌باشد (Chahal et al., 2016). بنابراین بوسیله ذرات گردوغبار، میکروارگانیسم‌های زنده با توان بیماریزایی نیز می‌توانند مسافت‌های طولانی را طی کرده و به میزبان‌های گیاهی، حیوانی و انسانی آسیب وارد سازند. به‌طور کلی هوای شهر زابل در ساعت ۱۰:۳۰ صبح جمعیت میکروبی زیادی داشت (CFU  $10^6 m^{-2} h^{-1}$ ). این موضوع نیز کاملاً مرتبط با غلظت ذرات گردوغبار موجود در هوا است. که با گزارش Miri و همکاران مطابقت دارد (Miri et al., 2023).

### نتیجه‌گیری

این نتایج اثبات می‌کند که در روزهای طوفانی شهر زابل کیفیت هوا از نظر جمعیت میکروبی، مناسب نیست. بنابراین در شرایط طوفان‌های گردوغبار خطر ابتلا به بیماری‌های تنفسی و مزمن ریه در محیط‌های باز افزایش می‌یابد. برای کاهش خطرات ناشی از آلودگی میکروبی با منشأ گردوغبار، در روزهای طوفانی توصیه می‌گردد تا افراد (مخصوصاً گروه‌های سنی پرخطر، افراد دارای بیماری‌های زمینه‌ای و ...) در محیط‌های بسته باقی بمانند و از تردد‌های غیر ضرور به خارج از خانه پرهیز کنند. در صورت ضرورت، تردها حتماً با استفاده از ماسک‌های بهداشتی مناسب انجام شود و به ساعات با گردوغبار کم موکول گردد.

### تشکر و قدردانی

بدین وسیله از حمایت‌های مالی معاونت محترم پژوهش و فن‌آوری دانشگاه زابل در انجام بخشی از این پژوهش با منبع گرنت پژوهشی به شماره‌های IR-UOZ-GR-2742 و IR-UOZ-GR-1540 سپاسگزاری می‌گردد.

### فهرست منابع

- Acosta-Martínez, V., Van Pelt, S., Moore-Kucera, J., Baddock, M.C., Zobeck, T.M. (2015). Microbiology of wind-eroded sediments: Current knowledge and future research directions. *Aeolian Research*, 18, 99–113.
- Al-Dousari, A.M., Doronzo, D.M., Ahmed, M. (2017). Types, Indications and Impact Evaluation of Sand and Dust Storms Trajectories in the Arabian Gulf. *Sustainability*, 9, 1526.
- Ali-Soufi, M., Shahriari, A., Mohammadi, E., Fazeli-Nasab, B. (2019). Investigation of Dust Microbial Community and Identification of its Dominance Species in Northern Regions of Sistan and Baluchestan Province. *Journal of Water and Soil Science*, 23(1), 309-320. (In Persian)
- Alizadeh, O., Abniki, M., Babaei, M., Irannejad, P. (2022). Climatology and the dynamic mechanism of the Levant wind and dust events in eastern Iran. *International Journal of Climatology*, 42, 9288 - 9303.



19<sup>th</sup> Iranian Soil Science Congress  
16-18 September, 2025



نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران  
۱۴۰۴ شهریور ۲۷ تا ۲۵



۰۴۲۵۰-۳۲۰۳۱

مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب

Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



- Chahal, C., van den Akker, B., Young, F., Franco, C., Blackbeard, J., Monis, P. (2016). Pathogen and Particle Associations in Wastewater: Significance and Implications for Treatment and Disinfection Processes. *Adv Appl Microbiol*, 97, 63-119.
- Chen, C.L., Zhao, B. (2011). Review of relationship between indoor and outdoor particles: I/O ratio, infiltration factor and penetration factor. *Atmospheric Environment*, 45, 275-288.
- Crespo, B.G., Pommier, T., Fernández-Gómez, B., Pedrós-Alió, C. (2013). Taxonomic composition of the particle-attached and free-living bacterial assemblages in the Northwest Mediterranean Sea analyzed by pyrosequencing of the 16S rRNA. *MicrobiologyOpen*, 2, 541-552.
- Gat, D., Mazar, Y., Cytryn, E., Rudich, Y. (2017). Origin-Dependent Variations in the Atmospheric Microbiome Community in Eastern Mediterranean Dust Storms. *Environmental science technology*, 51(12), 6709-6718.
- Hagiwara, K., Matsumoto, T., Tsedendamba, P., Baba, K., Hoshino, B. (2020). Distribution of Viable Bacteria in the Dust-Generating Natural Source Area of the Gobi Region, Mongolia. *Atmosphere*, 11, 893.
- Hargreaves, M., Parappukaran, S., Morawska, L., Hitchins, J., He, C., Gilbert, D. (2003). A pilot investigation into associations between indoor airborne fungal and non-biological particle concentrations in residential houses in Brisbane, Australia. *The Science of the total environment*, 312(1-3), 89-101.
- Kim, K.H., Kabir, E., Jahan, S.A., (2018). Airborne bioaerosols and their impact on human health. *J. Environ. Sci.* 67, 23-35.
- Lin, W.H., Li, C.S., (2000). Associations of fungal aerosols, air pollutants, and meteorological factors. *Aerosol Sci. Technol.* 32, 359-368.
- Mirakzahi, K., Pahlavan-Rad, M., Shahriari, A., Bameri, A. (2018). Digital soil mapping of deltaic soils: a case of study from Hirmand (Helmand) river delta. *Geoderma*, 313, 233-240.
- Miri, A., Ahmadi, H., Ghanbari, A., Moghaddamnia, A. (2008). Dust Storms Impacts on Air Pollution and Public Health under Hot and Dry Climate. *International Journal of Energy and Environment*, 1, 101-105.
- Miri, A., Ahmadi, H., Ekhtesasi, M.R., Panjehkeh, N., Ghanbari, A. (2009). Environmental and socio-economic impacts of dust storms in Sistan Region, Iran. *International Journal of Environmental Studies*, 66, 343 - 355.
- Miri, A., Moghaddamnia, A., Pahlavanravi, A., Panjehkeh, N. (2010). Dust storm frequency after the 1999 drought in the Sistan region, Iran. *Climate Research*, 41, 83-90.
- Miri, A., Maleki, S., Middleton, N. (2020). An investigation into climatic and terrestrial drivers of dust storms in the Sistan region of Iran in the early twenty-first century. *The Science of the total environment*, 757, 143952.
- Miri, A., Maleki, S., Middleton, N. (2021). An investigation into climatic and terrestrial drivers of dust storms in the Sistan region of Iran in the early twenty-first century. *Science of The Total Environment*, 757, 1-13.
- Miri, A., Shirmohammadi, E., Sorooshian, A. (2023). Influence of meteorological factors and air pollutants on bacterial concentration across two urban areas of the Sistan region of Iran. *Urban Climate*, 51, 101650.
- Miri, A., Shirmohammadi, E., Rahdari, V., Sorooshian, A. (2024). Are there airborne microbial hotspot areas over Iran's Sistan region?: A spatial analysis of microbe concentrations and relationships with dust. *Urban Climate*, 57, 102124.
- Nourmoradi, H., Moradnejadi, K., Moghadam, F.M., Khosravi, B., Hemati, L., Khoshniyat, R., Kazembeigi, F. (2015). The Effect of Dust Storm on the Microbial Quality of Ambient Air in Sanandaj: A City Located in the West of Iran. *Global Journal of Health Science*, 7, 114 - 119.
- Rossi, V., Bugiani, R., Giosué, S., Natali, P. (2005). Patterns of airborne conidia of *Stemphylium vesicarium*, the causal agent of brown spot disease of pears, in relation to weather conditions. *Aerobiologia*, 21, 203-216.
- Rashki, A., Kaskaoutis, D.G., Rautenbach, C., Eriksson, P.G., Qiang, M., Gupta P. (2012). Dust storms and their horizontal dust loading in the Sistan region, Iran. *Aeolian Research*, 5, 51-62.
- Rashki, A., Kaskaoutis, D.G., Goudie, A.S., Kahn, R.A. (2013). Dryness of ephemeral lakes and consequences for dust activity: the case of the Hamoun drainage basin, southeastern Iran. *The Science of the total environment*, 463-464, 552-564 .
- Rashki, A., Middleton, N., Goudie, A.S. (2021). Dust storms in Iran – Distribution, causes, frequencies and impacts. *Aeolian Research*, 48, 100655.
- Shojaee Barjoe S, Farokhi H, Zarei Mahmoud Abadi S, Sadeghi S. (2020). Investigation of morphological and mineralogy characteristics of dust around the lead and zinc mine in Mehdiabad, Yazd, Iran, using the SEM and XRD analyzes. *Journal of Air Pollution and Health*, 5(2), 121-134.



19<sup>th</sup> Iranian Soil Science Congress  
16-18 September, 2025



نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران  
۲۷ تا ۲۹ شهریور ۱۴۰۴



۰۴۲۵۰-۳۲۰۳۱

مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب

Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



- Soleimani, Z., Goudarzi, G., Sorooshian, A., Marzouni, M.B., Maleki, H. (2016). Impact of Middle Eastern dust storms on indoor and outdoor composition of bioaerosol. *Atmos. Environ.* 138, 135–143.
- Zarasvandi, A., Moore, F., Nazarpour, A. (2011). Mineralogy and morphology of dust storms particles in khuzestan province: XRD and SEM analysis concerning. *Iranian journal of crystallography and mineralogy*, 19(3), 511–518. (In Persian)



19<sup>th</sup> Iranian Soil Science Congress  
16-18 September, 2025



نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران  
۱۴۰۴ شهریور ۲۷ تا ۲۵



۰۴۲۵۰-۳۲۰۳۱

مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب

Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



## Investigating the Relationship Between Bacterial Population and PM10 Concentration During Dust Storms in Zabol, Iran

Farzane Fakhire<sup>1</sup>, Abbas Miri<sup>2</sup>, Ebrahim Shirmohammadi<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup> M.Sc. Graduate, Department of Watershed and Range Management, Faculty of Water and Soil, University of Zabol, Zabol, Iran.

<sup>2</sup> Associate Professor, Department of Watershed and Range Management, Faculty of Water and Soil, University of Zabol, Zabol, Iran.

<sup>3</sup> Assistant Professor, Department of Soil Science and Engineering, Faculty of Water and Soil, University of Zabol, Zabol, Iran.

\*Corresponding Author Email: eshirmohammadi@uoz.ac.ir

### Abstract

Air quality assessment has become a critical global issue due to its direct impact on human health. In 2016, Zabol was recognized by the World Health Organization (WHO) as the most polluted city in the world in terms of air quality. Therefore, investigating the microbial population and characteristics of dust storms in Zabol, which has received less attention from researchers, is essential. This study examines the relationship between bacterial population and particulate matter smaller than 10 microns (PM10) during dust storms in Zabol. Sampling was conducted on 29 stormy days in 2022 using bacterial culture plates. The results showed that the mean bacterial population was 1,766,000, CFU m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup> and the average PM10 concentration was 134.52 µg m<sup>-3</sup>. Pearson's correlation analysis confirmed a significant positive relationship ( $r=0.88$ ,  $p<0.001$ ) between increased PM10 levels and bacterial population. The findings indicate that dust particles act as carriers for a considerable number of bacteria. It is recommended that individuals, especially high-risk groups, avoid unnecessary outdoor activities during dust storms and use appropriate masks. This study highlights the need to control microbial pollution caused by dust and adopt preventive measures in this city.

**Keywords:** Pollution, Sistan, Air quality, Microorganisms, Correlation