Journal of North Khorasan University of Medical Sciences
Winter 2011
Vol. 2; Issue 4, Pages : 45-56

مجله دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی
زمستان ۱۳۸۹
دوره ۲، شماره۴، صفحات ۵۶-۴۵

# اثرات طوفان‌های گرد و غباری بر سلامت و محیط زیست

عباس شاهسونی[۱]، مریم یار احمدی[۲]، نعمت الله جعفرزاده حقیقی فرد[۳]، ابوالفضل نعیم آبادی[۴]، محمد حسن محمودیان[۵]، حامد صاکی[۶]، محمد حسین صولت[۷]، زهرا سلیمانی[۸]، کاظم ندافی[۹*]

**چکیده**

**زمینه و هدف:** گرد و غبار یکی از پدیده‌های جوی است که آثار و پیامدهای زیست محیطی نامطلوبی برجای می‌گذارد. طوفانهای گرد و غباری اثرات مضری بر سلامت و اقتصاد جامعه و تغییر اقلیم دارند. شناخت ماهیت، منشاء و اثرات طوفانهای گرد و غباری در تعیین روشهای کنترل آن نقش بسزایی دارد. در این مقاله در مورد عوامل ایجاد کننده گرد و غبار و اثرات آن بر محیط زیست، سلامت، اقتصاد و همچنین روشهای منشاءیابی و کنترل طوفانهای گرد و غباری بحث گردیده است.

**روش کار:** این تحقیق یک مطالعه مروری است که در مورد تاثیرات طوفانهای گرد و غباری با کلمات کلیدی Dust Storm، Environmental Impacts، Health، Air Pollution با جستجوی مقالات در پایگاههای اطلاعاتی Science Direct، Google Scholar، Springer ، Magiran و Iran Medex از سال ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۱ انجام گرفت. در مجموع ۲۰۰ مقاله استخراج شده که پس از پایش ۵۹ عدد از مقالات آنها که مرتبط با موضوع مورد تحقیق بودند، استفاده گردید.

**نتیجه گیری:** ذرات تولید کننده گرد و غبار تا ارتفاع ۶ کیلومتر صعود و تا مسافت ۶۰۰۰ کیلومتر انتقال یافته، و دید افقی را به $10^{4}$ تا $10^{3}$ متر کاهش می‌دهند. غبار اتمسفری مانع از نفوذ نور خورشید و کاهش تولیدات کشاورزی به میزان ۳۰-۵ درصد گردیده و منجر به افزایش شیوع بیماریها از جمله مننژیت و تب دره و آسم و بیماریهای ویروسی، صدمه به DNA سلولهای پوست و ریه می‌گردد. به ازای افزایش هر ۱۰ میکروگرم در متر مکعب در غلظت ذرات معلق کوچکتر از ۱۰ میکرون در زمان پدیده گرد و غبار، میزان مرگ و میر، ۱ درصد افزایش می‌یابد.

**واژه‌های کلیدی:** اقتصاد، ایران، سلامت، طوفان گرد و غبار، محیط زیست

۱- دانشجوی دکتری مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۲- کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، کارشناس مرکز سلامت محیط و کار وزارت بهداشت
۳- دانشیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز
۴- کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، عضو هیات علمی دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی
۵- کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، عضو هیات علمی دانشگاه علوم پزشکی قم
۶- دانشجوی کارشناسی مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور
۷- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۸- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور
۹- دانشیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی تهران
* **نویسنده مسئول:** تهران، دانشگاه علوم پزشکی تهران، دانشکده بهداشت، گروه مهندسی بهداشت محیط
تلفن: ۰۲۱-۴۴۹۰۰۸۰۲ پست الکترونیک:knadafi@tums.ac.ir

[ Downloaded from journal.nkums.ac.ir on 2025-12-08 ]

**مقدمه**

تحقیقات دانشمندان بر روی رسوبات کف اقیانوسها نشان می‌دهد که سابقه بروز طوفانهای گرد و غبار به ۷۰ میلیون سال پیش (قبل از دوره کرتاسه زمین شناسی) در کره زمین بر می گردد (۱). زمانیکه سرعت باد در بیابانها از حد مشخصی بیشتر می‌شود (۸ متر بر ثانیه) و بسته به زبری عناصر سطوح، رطوبت خاک، اندازه دانه، پوشش گیاهی، بافت خاک، باندهای انرژی (نشان دهنده چسبندگی ذرات خاک) و پستی و بلندی‌های زمین[1]، ذرات ریز وارد جریان اتمسفری می‌شوند و تولید گرد و غبار اتمسفری می‌نمایند (۳،۲). بعلت فقدان پوشش گیاهی در مناطق مستعد گرد و غبار هوای بالای این مناطق شروع به گرم شدن کرده و به سمت بالا حرکت می کند، و زمانیکه به بادهای با سرعت بالای ترپوسفری برخورد نماید، در نتیجه یک جریان چرخشی متمایل به سمت پایین ایجاد می‌شود. که این بادهای با شدت بالا در برخورد با سطح زمین باعث ایجاد طوفانهای گرد و غباری می‌شوند، عمدتاً میزان بارشها در این مناطق کمتر از ۵۰ میلی متر در سال است (۲).

ذرات جدا از یکدیگر در یک سطح بعلت وزن شان و نیروهای بین ذره‌ای در کنار هم قرار گرفته‌اند. در سرعت پایین باد هیچگونه نشانه‌ای از حرکت ذره وجود ندارد، اما زمانی که نیروی باد به حد آستانه می‌رسد تعدادی از ذرات شروع به ارتعاش می‌کنند. با افزایش سرعت باد تعدادی از ذرات از سطح وارد جریان هوا می‌گردند، و زمانی که این ذرات دوباره به سطح برخورد می‌کنند، ذرات بیشتری وارد جریان هوا می‌شوند. ورود ذرات به جریان باد به اندازه، شکل و دانسیته آنها بستگی دارد. روشهای انتقال ذرات عبارت از معلق شدن[2]، جهش ناگهانی[3]، خزش[4] می‌باشد. روش معلق شدن در برگیرنده ذرات گرد و غبار با قطر کمتر از ۰/۱ میلی متر و ذرات رس با قطر ۰/۰۰۲ میلی متر می‌باشد، که دارای اندازه کوچک و چگالی پایین (سبک) هستند. این ذرات ممکن تا ارتفاع ۶ کیلومتر بالا رفته و تا مسافت ۶۰۰۰ کیلومتر انتقال یابند و در نتیجه باعث کاهش میدان دید می‌شوند (۲) کاهش میدان دید حاصل جذب و تفرق نور بوده که ناشی از مواد جامد و مایع منتقله توسط هوا می‌باشد. تفرق حاصل از ذرات را تفرق مای[5] می‌نامند. میدان دید بشدت متاثر از ذرات با اندازه ۱-۰/۱ میکرومتر است (۴). ذرات با قطر (۰/۵-۰/۰۱ میلیمتر) به روش جهش ناگهانی انتقال می‌یابند، و ذرات بزرگتر از ۰/۵ میلیمتر به روش خزش انتقال می‌یابند. این ذرات خیلی بزرگ هستند و بنابراین بصورت پرش ناگهانی از سطح جدا و بصورت غلطک مانند در امتداد باد حرکت می‌کنند. به علت ماهیت این روش ارتفاع حمل بندرت بیش از ۳۰ سانتیمتر و مسافت انتقال بندرت بیشتر از چند متر می‌باشد (۲). محققان معتقدند که دلیل جهش ناگهانی ذرات تولید کننده گرد و غبار، کسب بار الکتریکی منفی بوسیله اصطکاک توسط ذرات شن می‌باشد (۵).

محققین گرد و غبار را بر اساس تاثیر آن بر قابلیت رویت و شدت گرد و غبار به ۳ دسته طبقه بندی می‌نمایند. که به ترتیب بر اساس شدت و تاثیر آن: طوفان گرد و غبار[6]، گرد و غبار وزشی[7] ،گرد و غبار معلق[8] می‌باشند. طوفان گرد و غباری به میزان قابل توجهی گرد و غبار و شن را بوسیله بادهای قوی به سمت بالا حمل می‌نماید. این پدیده شدیدترین نوع گرد و غبار می‌باشد و باعث غبار آلود شدن کامل هوا و کاهش دید افقی کمتر از $10^{3}$ متر می‌گردد. طوفانهای گرد و غباری شدید قابلیت رویت را تا حد صفر کاهش می‌دهد. گرد و غبار وزشی از لحاظ شدت در بین پدیده‌های گرد و غبار حد متوسط می‌باشد، این پدیده بوسیله بادهای با ارتفاع زیاد که مقداری گرد و غبار و شن را حمل می‌نمایند ایجاد می‌گردد. این پدیده دید افقی را به $10^{3}$ تا $10^{4}$متر کاهش می‌دهد. گرد و غبار معلق پدیده‌ای با حداقل شدت می‌باشد که در این پدیده گرد و غبار ریز در بخش زیرین (پایین) ترپوسفر معلق می‌گردد و دید افقی به کمتر از $10^{4}$متر محدود می‌گردد (۵). متوسط ارتفاع طوفانهای گرد و غباری بین ۹۰۰ تا ۱۸۰۰ متر می‌باشد (۶).

طوفانهای گرد و غباری عمدتاً در فصول بهار و تابستان و با توالی کمتری در پاییز و زمستان رخ می‌دهد. همچنین بیشترین زمان وقوع این پدیده در روز، فاصله زمانی بعد از ظهرها تا غروب (با فراوانی ۶۵٪) در مناطق مختلف دنیا بروز می یابند. قبل از ایجاد طوفان گرد و غباری فشار هوا خیلی پایین و دمای هوا خیلی بالا و هوا آفتابی و سرعت باد پایین است، زمانیکه طوفان گرد و غباری اتفاق می‌افتد، باد قوی شروع به وزش و گرد و غبار و شن شروع به بالا رفتن، و فشار هوا بلافاصله افزایش و دمای هوا بطور ناگهانی کاهش می‌یابد (حدود ۵ درجه سانتیگراد) و رطوبت نسبی نیز به میزان ۱۰٪ افزایش می‌یابد (۷).

## ۱- گرد و غبار در جهان

بیابان صحرایی ساهارا[9] در آفریقا بزرگترین منبع تولید کننده گرد و غبار خاکی در جهان است که سالانه ۷۰۰ میلیون تن گرد و غبار را وارد اتمسفر می‌کند (۸). منابع اصلی گرد و غبار در ساهارا شامل چاله بودله[10]، مناطق غربی مالی، جنوب

1. Topography
2. Suspension
3. Saltation
4. Creep
5. Mie scattering
6. Dust storm
7. Blowing dust
8. Floating dust
9. Sahara
10. Bodélé Depression

[ Downloaded from journal.nkums.ac.ir on 2025-12-08 ]

الجزایر و شرق موریتانی می‌باشند (۹). برطبق نظر محققان در زمانیکه پدیده گرد و غبار در منبع ایجاد می‌شود، ۳۰٪ در نزدیکی منبع رسوب، ۲۰ درصد دوباره در مقیاس محلی منتشر می‌شود، و بیش از نیمی از آن به فواصل دور(۶۵۰۰ کیلومتر) منتقل می‌شود البته در این باره نظریات متفاوتی وجود دارد (۱۰). سالانه بین ۵-۰/۵ میلیارد تن ذرات که در اندازه منتقله از طریق هوا[1] هستند توسط طوفانهای گرد و غباری به نقاط دیگر جهان منتقل می‌شوند. بیش از ۷۰٪ از طوفانهای گرد و غباری به طوفانهایی که از بیابانهای آفریقا نشات می‌گیرد نسبت داده می‌شود (۱۱،۱۲).

در بعضی موارد در زمان گرد وغبار آفریقایی تعداد ذرات از $۲/۶\times۱۰^{۶}$ ذره در هر متر مکعب به $۲۶/۱\times۱۰^{۶}$ ذره در هر متر مکعب رسیده است. که ۹۹٪ از این ذرات در محدوده بین ۱-۰/۳ میکرومتر است که جزء کوچکتر از ۲/۵ میکرومتر تا قسمتهای عمیق ریه می‌تواند نفوذ کند (۱۳). تاثیر طوفانهای گرد و غباری بیابانهای ساهارایی آفریقا باعث افزایش غلظت ذرات کوچکتر و مساوی ۱۰ میکرون[2] در مناطق جنوبی اسپانیا به میزان ۱۰ تا ۲۳ برابر استاندارد می‌گردد (۵).

طوفانهای گرد و غباری در عربستان سعودی بعنوان شامال[3] (باد شمال) تعریف می‌گردد. طوفانهای گرد و غباری بیابانهای ساهارا در مناطق ایالت‌های جنوب غربی آمریکا، تگزاس و آریزونا به نام هابوب[4] خوانده می‌شود. در شمال شرق آسیا گرد و غبار و طوفانهای شنی بعنوان گرد و غبار آسیایی[5] شناخته و در ژاپن بعنوان طوفان زرد شناخته می‌شوند(۶).

در کشور چین زمانیکه سرعت باد ۵۰ متر بر ثانیه و میدان دید کمتر از ۲۰۰ متر شود، طوفان گرد و غبار شنی قوی[6] نامیده می‌شود اما زمانیکه سرعت باد ۲۵ متر بر ثانیه و میدان دید به کمتر از ۵۰ متر برسد طوفان گرد و غبار شنی خطرناک[7] (در بعضی از مناطق بنام طوفان سیاه) نامیده می‌شود(۲).

بررسی‌های محققان نشان می‌دهد که منشاء طوفان‌های گرد و غباری مناطق خشک و نیمه خشک به ویژه ساهارا-خاورمیانه، جنوب شرقی آسیا و مغولستان است. همچنین مناطق شمال غربی آمریکا و استرالیا به عنوان منابع دیگر گرد و غبار شناخته شده‌اند. این محققان شمال شرق کشور موریتانی، غرب کشور مالی و جنوب الجزایر را مهمترین منشاء گرد و غبار آفریقایی می‌دانند (شکل ۱) (۱۴).

1. Air borne transmitted
2. Particle mater with ≤ 10 micron diameter
3. Shamal
4. Haboobs
5. Asian Dust
6. Strong sand-dust storm
7. Serious sand-dust storm

## ۲- گرد و غبار در ایران

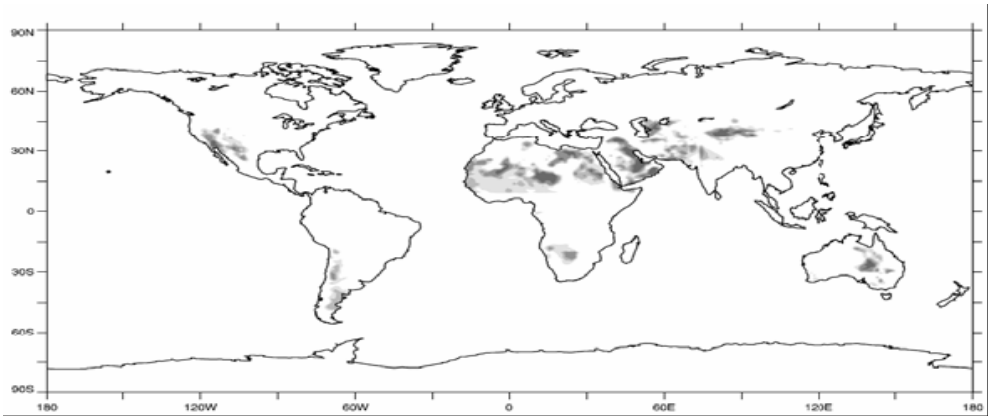
بررسی‌های مربوط به فراوانی روزهای گرد و غباری کشور نشان می‌دهد که چاله‌های مرکزی ایران بیشترین روزهای گرد و غباری را دارند. به عنوان مثال بادهای ۱۲۰ روزه در استان سیستان و بلوچستان به بیش از ۱۵۰ روز در سال افزایش یافته است. به دلیل مجاورت مناطق غرب و جنوب غربی کشور با بیابان‌های بزرگ کشورهای همجوار روزهای غبار آلود در این مناطق قابل توجه است. آمارهای سازمان هواشناسی کشور نشان می‌دهد که میانگین روزهای غبار آلود در طی ۵۰ ساله گذشته در شهرهای اهواز و آبادان به طور میانگین به ترتیب ۶۵ و ۸۲ روز بوده است که فراوانی وقوع آن در مرداد ماه بیش از ماه‌های دیگر برآورد می‌شود (۱۵).

در زمان پدیده گرد و غبار مراجعات بیماران ریوی به مراکز درمانی اهواز با رشد ۷۰ درصدی روبرو بوده است (۱۶). علاوه بر این میزان خسارت گرد و غبار بر محصولات جالیزی، ذرت و گندم بین ۱۵ تا ۲۰ درصد پیش بینی گردیده است. همچنین میزان خسارتی ناشی از شرایط نامناسب بهداشتی، تعطیلی مدارس، فرودگاه‌ها و ادارات و غیره بیش از ۴ هزار میلیارد تومان در سال برآورد گردیده است (۱۶). این پدیده در کشورهای همسایه مانند عراق مشکلات فراوانی ایجاد کرده است. در زمان بروز این پدیده دید افقی در بعضی از مناطق اهواز به کمتر از ۱۰ متر می‌رسد (۱۷،۱۸). به گونه ایی که در طی ۲ سال گذشته در چندین نوبت، غلظت کل ذرات معلق تا ۹۳۶۰ میکروگرم در متر مکعب افزایش یافته است. حداکثر وقوع این پدیده در خوزستان، ۸۴ ساعت و حداقل آن ۳۶ ساعت بوده است (۱۷،۱۸).

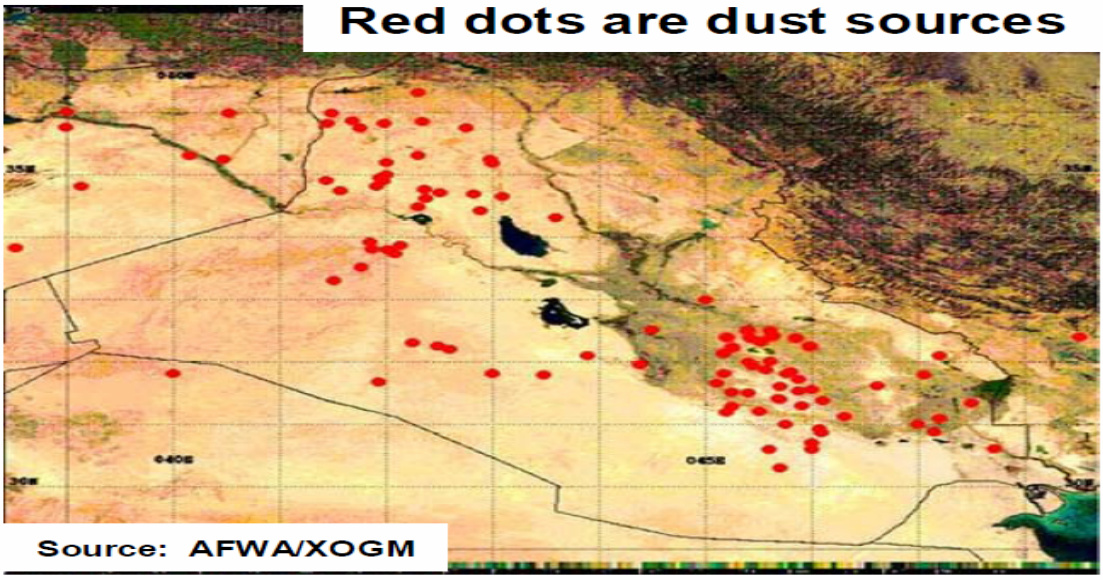
منابع اصلی گرد و غبارهای ورودی به غرب ایران، نواحی بیابانی نسبتاً نزدیک به این منطقه مثل صحرای سوریه، عراق و صحرای موجود در شمال شبه جزیره عربستان است که نقش صحرای کبیر آفریقا در این میان بسیار ناچیز قلمداد می‌شود (شکل ۲) (۱۶). بررسی ذرات معلق شهر یزد یافته‌ها نشان می‌دهد که میزان ذرات معلق هوای شهر یزد در برخی موارد بیش از حد استاندارد ملی است. میانگین کل ذرات معلق هوا در ۵ ماه ۲۳۳ میکروگرم بر مترمکعب می‌باشد. میانگین غلظت ذرات معلق هوا در ماههای فروردین، اردیبهشت، خرداد، تیر و مرداد به ترتیب ۱۱۸، ۱۹۳، ۲۳۱، ۲۶۷ و ۳۳۳ میکرو گرم بر متر مکعب می‌باشد (۱۹). مقادیر اندازه‌گیری شده در هر دو ایستگاه نمونه برداری شهر یزد، کمتر از استانداردهای اولیه (روزانه) ملی هوای آزاد، سازمان محیط زیست آمریکا[8] وضع شده در سال‌های ۱۹۸۷ (برای ذرات کوچکتر و مساوی ۱۰ میکرون) و ۱۹۹۹ (برای ذرات کوچکتر و مساوی ۲/۵ میکرون[9])

8. National Ambiant & Air Quality Standard (NAAQS)
9. Particle mater with ≤ 2.5 micron diameter(PM2.5)

[ Downloaded from journal.nkums.ac.ir on 2025-12-08 ]




**شکل ۱:** مناطق اصلی تولید کننده گرد و غبار در جهان(۴۸).




**شکل ۲:** مناطق اصلی تولید کننده گرد غبار در کشور عراق(۵۹).

می‌باشد ولی بر اساس استاندارد (روزانه) جدید سازمان محیط زیست آمریکا[1] که در سال ۲۰۰۶ وضع شده است، مقادیر اندازه‌گیری شده برای ایستگاه شماره‌ی۱، در ۶۷٪ نمونه‌ها و برای ایستگاه شماره‌ی۲ در ۲۵٪ نمونه‌ها بیشتر از حد استاندارد بود (۲۰).

## ۳- اثرات گرد و غبار بر محیط زیست

گرد و غبار می‌تواند منجر به تغییرات اقلیم در مقیاس جهانی و محلی، تغییر در چرخه بیولوژیکی، زمین شناسی، شیمیایی و یا محیط زیست انسان گردد. آئروسل‌های معدنی حاصل از گرد و غبار می‌تواند بر تشکیل ابر، خصوصیات ابر و میزان نزولات جوی اثر گذارد (۲۲، ۲۱، ۳). غبار اتمسفری مانع از نفوذ نور خورشید شده و می‌تواند منجر به کاهش تولیدات کشاورزی به میزان ۳۰-۵ درصد گردد(۲۳).

هم زمان با پدیده گرد و غبار غلظت برخی از فلزات سنگین از جمله سرب تا ۳ برابر افزایش می‌یابد (۹). همچنین غلظت فلزات سمی جیوه و آرسنیک نیز به میزان زیادی افزایش خواهد یافت (۲۲). آنالیز ذرات گرد و غبار نشان می‌دهد که غلظت عناصری همچون آلومینیم، آهن، پتاسیم، منیزیم، گوگرد، فسفر و سدیم بیش از ۵۰۰ میکرو گرم در متر مکعب است و غلظت عناصر منگنز، باریم و وانادیوم بین ۵۰۰-۱۰۰ میکروگرم در متر مکعب قرار دارد همچنین غلظت فلزات سنگین روی، نیکل، سرب، کروم، کبالت۱۰۰-۱ میکرو گرم در متر مکعب می‌باشد (۲۴).

طوفان‌های گرد و غباری قادرند که به صورت غیر مستقیم و از طریق تحریک پلانکتون های موجود در سواحل افزایش برخی نوترینت‌ها (به ویژه آهن) را موجب شوند این امر در نهایت پدیده شکوفایی جلبک و به وجود آمدن موج‌های قرمز رنگ در سواحل را تسهیل می دهد، همچنین آئروسل‌های معدنی از طریق کاهش میزان فتولیز (تجزیه شیمیایی بر اثر نیروی تابشی) باعث تغییر اقلیم زمین می گردند (۱۳،۲۱).

ذرات گرد و غبار باعث انعکاس نور خورشید به سمت فضا و

1. Environmental Protection Agancy(EPA)

[ Downloaded from journal.nkums.ac.ir on 2025-12-08 ]

در نتیجه خنک شدن هوا می‌گردند که این پدیده به دو شکل مستقیم و غیر مستقیم انجام می‌گیرد. ذرات گرد و غبار مستقیماً و همچنین از طریق تشکیل ابر به صورت غیر مستقیم باعث انعکاس پرتوهای خورشیدی می‌گردند. در زمان ایجاد طوفان‌های گرد و غباری، مواد مغذی و مواد آلی خاک از بین رفته که باعث پایین آمدن بهره‌وری کشاورزی می‌گردد (۲). همچنین گرد و غبار باعث آلودگی آب آشامیدنی و در نتیجه بیماری‌های گوارشی از این طریق می‌گردد (۲۵). تحقیقی که در کشور ژاپن انجام شد نشان داد که گرد و غبار آسیایی باعث افزایش سزیوم ۱۳۷ در هوای آن شده است. منشاء سزیوم موجود در گرد و غبار آسیایی بیابان‌های کشور چین و مغولستان می‌باشد(۲۶).

## ۴- اثرات گرد و غبار بر اقتصاد

طوفان‌های گرد و غباری منجر به تعطیلی مدارس، لغو پرواز هواپیماها، اخلال در عملکرد نیروگاه‌های برق، کاهش منابع آب (از بین رفتن منابع آب)، اختلال در سیگنال‌های تلویزیونی، افزایش تعداد مراجعات به کلینیک‌ها به دلیل مشکلات تنفسی و غیره می‌گردد. در استرالیا هزینه آسم ناشی از گرد و غبار بین ۱۰ تا ۵۰ میلیون دلار در سال برآورد می شود. سهم تمیز کردن منازل پس از طوفان‌های گرد و غباری توسط ساکنین بیش از ۳ میلیون دلار خواهد بود. گرد و غبار و طوفان‌های شنی باعث تحمیل ضرر ۶ میلیارد دلاری به اقتصاد چین در سال ۲۰۰۳ گردید. مناطق روستایی نسبت به مناطق شهری بیشتر در معرض خطر ناشی از گرد و غبار قرار می گیرند. فرسایش خاک و تحمیل کردن خسارت به محصولات دامی و کشاورزی می‌تواند باعث از بین رفتن اقتصاد مناطق روستایی شود (شکل ۳) (۶).

خسارات مستقیم گرد و غبار شنی در سال ۱۹۹۳ در چین، ۷۰ میلیون دلار برآورد شده است که در طی این پدیده ۱۲ میلیون نفر را تحت تاثیر قرار داد، ۸۵ نفر کشته و ۳۱ نفر ناپدید و ۲۶۴ نفر زخمی شدند (اکثر کشته شدگان کودکان بودند). ۱۲۰ هزار راس حیوان کشته و ناپدید شدند. همچنین۳۷۳ هزار هکتار زمین کشاورزی و۱۶۳۰۰ هکتار باغات میوه و صدها گلخانه و پوشش پلاستیکی محصولات از بین رفتند. همچنین تاسیسات زیر بنایی، بزرگراهها و ریل‌های راه آهن و تاسیسات انتقال برق (۱۰ میلیون دلار) دچار آسیب جدی شدند، همچنین ۳۷ پرواز لغو و به مدت ۴ روز راه آهن تعطیل گردید (۲۷).

خسارات وارده به صنایع الکترونیک کشور کره جنوبی ناشی از گرد و غبار آسیایی چندین میلیون دلار برآورد گردیده است. خسارات مالی طوفان گرد و غبار شدید که در تاریخ ۱۰- ۵ ژانویه سال ۱۹۹۹ در جزایر قناری اتفاق افتاد بیش از ۱۷۵ میلیون یورو صدمه به جاده ها، بندرگاه‌ها و محصولات برآورد گردیده است (۲۸). در مطالعه‌ی که شهر زابل در کشور ایران انجام گرفت هزینه بیماریهای تنفسی از سال ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۴ بیش از ۷۰ میلیون دلار تخمین زده شده است (۲۹).

## ۵- اثرات گرد و غبار بر سلامتی

معمولاً ذرات منتقله توسط هوا دارای اندازه‌ی با رنج ۵۰۰-۰/۰۰۱ میکرومتر هستند که بخش عمده ی آن را مواد ذره‌ای در دامنه ۱۰- ۰/۱ میکرومتر تشکیل می‌دهند (۶). تقریباً ۴۰٪ ذراتی که دارای اندازه بین ۲-۱ میکرون هستند در برونش‌ها و کیسه‌های هوایی باقی می‌مانند. ذراتی که اندازه‌ای آنها بین ۰/۲۵ تا ۱ میکرون باشد، در سیستم تنفسی کمتر باقی می‌مانند. ذراتی که اندازه آنها کمتر از ۰/۲۵ میکرون است به دلیل حرکت براونی در دستگاه تنفسی بیشتر باقی می‌مانند (۱۳). از طرفی هر فردی با متوسط ۱۰ ساعت فعالیت و با ۱۷ تنفس در هر دقیقه و متوسط ۰/۰۳۶۸ گرم گرد وغبار در هر فوت مکعب هوای تنفسی بطور متوسط در زمان پدیده گرد وغبار (۱۰ ساعت) ۶/۶۲۴۰ گرم گرد و غبار را وارد ریه‌های خود می‌نماید (۱۳).

غلظت بالای ذرات در طوفانهای گرد و غباری باعث سینوزیت، برونشیت، آسم و آلرژی و صدمه به عملکرد دفاعی ماکروفاژها که منجر به افزایش عفونتهای بیمارستانی می‌گردد، همچنین تنفس غلظت بالای کلسیت (کربنات کلسیم) موجود در ذرات گرد و غبار منجر به عطسه، سرفه گردد. در معرض قرار گرفتن[1] طولانی مدت کلسیت و ورود آن به بدن از طریق بلعیدن باعث آلکلوزیس[2] می‌گردد، یکی دیگر از اجزاء ذرات گرد و غبار کوارتز (دی اکسید سیلیس) می‌باشد که تنفس این ترکیب در ذرات گرد و غبار به مدت طولانی باعث بیماری سیلیکوزیس می‌گردد، همچنین تنفس آن باعث صدمه به کلیه و کبد نیز می‌گردد (۳۰). از جمله ترکیبات دیگر موجود در ذرات گرد و غبار کلسیم، آهن، آلومنیم، منیزیوم و غیره می‌باشند. در صورت استفاده بیش از ۲/۵ گرم کلسیم منجر به سنگ کلیه و تصلب مجاری کلیه و رگهای خون می‌گردد. آهن ممکن است منجر به ورم ملتحمه و آماس شبکیه چشم گردد. همچنین تنفس طولانی مدت آهن باعث سیدروزیس می‌گردد، و تنفس طولانی مدت ذرات گرد و غبار حاوی منیزیم منجر به افسردگی و گیجی و ضعیف شدن بدن می‌گردد. تنفس کوتاه مدت ذرات حاوی آلومنیم منجر به سرفه و تحریک شش‌ها می‌گردد. و تنفس طولانی مدت آن باعث صدمه به شش‌ها می‌گردد (۳۰).

تحقیقات علمی انجام گرفته طی دو دهه ی اخیر، نشان داده است که ذرات از آلاینده‌های اصلی از دیدگاه مخاطرات بهداشت عمومی و سلامتی می‌باشد. سازمان جهانی بهداشت

1. Expouser
2. Alkalosis

[ Downloaded from journal.nkums.ac.ir on 2025-12-08 ]

**شکل ۳:** تخریب منازل روستایی در اثر طوفانهای گرد غباری(۶).

برآورد نموده است که سالیانه ۵۰۰۰۰۰ نفر بر اثر مواجهه با ذرات معلق هوابرد موجود در هوای آزاد دچار مرگ زودرس می‌شوند. همچنین این سازمان برآورد نموده است که هزینه سالیانه‌ی صرف شده برای بخش سلامتی و بهداشت ناشی از آلودگی هوا در اتریش، فرانسه و سوئیس حدود ۳۰ میلیارد پوند بوده و معادل ۶ درصد از کل مرگ و میرهاست (۳۱). تنها در ایالات متحده‌ی آمریکا، هزینه‌ی بهداشتی سالیانه غلظت بالای ذرات، ۲۳ میلیارد پوند برآورد شده است (۳۱). در تحقیقی که توسط سازمان جهانی بهداشت در برلین، کپنهاک و رم صورت گرفته است، ذرات کوچکتر و مساوی ۱۰ میکرون خطر مرگ تنفسی در کودکان زیر یک سال را افزایش داده، بر عملکرد شش‌ها اثر گذاشته و آسم را تشدید نموده و باعث بروز علائم تنفسی دیگر مثل سرفه و برونشیت در کودکان می‌شود (۳۲). همچنین ثابت شد که ذرات کوچکتر و مساوی ۲/۵ میکرون به صورت جدی بر سلامتی تاثیر گذاشته، و مرگ ناشی از بیماریهای تنفسی، قلبی و عروقی و سرطان ریه را افزایش می‌دهد و در مواجه‌های طولانی مدت باعث افزایش ۶ درصدی مرگ و میر به ازای افزایش هر۱۰ میکروگرم در متر مکعب در غلظت آن می‌شود. به ازای همین میزان افزایش، بیماریهای قلبی- عروقی به میزان ۱۲٪ و سرطان ریه نیز به میزان ۱۴٪ افزایش می‌یابد (۳۲). همچنین مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که طوفانهای گرد و غباری باعث افزایش ۱/۷٪ مرگ و میر می‌گردند (۳۳). یک مطالعه اپیدمیولوژیکی که ارتباط بین مرگ و میر و ابتلا روزانه و غلظت ذرات ذرات کوچکتر و مساوی ۱۰ میکرون را بررسی کرده است. نشان می‌دهد که ۱۰ میکروگرم در متر مکعب تغییر در غلظت ذرات کوچکتر و مساوی ۱۰ میکرون همراه با ۰/۵٪ افزایش کل مرگ و میر است (۳۲). البته نتایج تحقیقات دیگران نشان می‌دهد که به‌ازای افزایش۱۰ میکروگرم در متر مکعب در غلظت ذرات کوچکتر و مساوی ۱۰ میکرون، همراه با ۱٪ افزایش کل مرگ و میر است (۳۴). بر اساس استاندارد هوای پاک نباید در طول سال غلظت دو آلاینده کل ذرات معلق و ذرات کوچکتر از ۱۰ میکرون بیش از یک بار از حد استاندارد تجاوز کند (۳۵).

هر گرم از خاک بیابانی حاوی $10^{7}$ باکتری با تنوع $10^{4}$ نوع باکتری گوناگون است (۱۳،۳۶). هر گرم از خاک بیابانی حاوی $10^{6}$ قارچ است. بیشترین تعداد اسپور قارچها که در طوفانهای گرد و غباری اندازه گیری شده است، $10^{6}$ اسپور در نواحی گرمسیری در هر متر مکعب بوده است. که از ۴۴ جنس و ۱۰۲ گونه می‌باشند که گونه غالب آسپرژیلوس می‌باشد (۲۶). البته تحقیقات گروهی از محققان بیانگر این است که در هر گرم خاک $10^{4}$ باکتری وجود دارد و یک میلیون تن از خاک منتقله از طریق هوا[1] سالانه به اطراف اتمسفر حرکت می‌کند که در نتیجه آن $10^{16}$ باکتری منتقله از طریق گرد و غبار[2] در هوا وجود دارد (البته این تخمین شامل جمعیت قارچها و ویروسها نمی باشد)(۳۷).

در تحقیقی که توسط محققین بر روی بار میکروبی گرد و غبار انجام گرفت، در نمونه‌های گرفته شده از ۲ پدیده گردو غبار در سرزمینهای اشغالی فلسطین جمعیت قارچهای غالب عبارتند از: ۱-*آلترناریا آلترناتا* ۲-*آسپرژ یلوس فومیگاتوس* ۳-*آسپرژیلوس نایجر* ۴-*آسپرژیلوس تامی* ۵-*کلستردیوم کلادوسپوریدس* و *پنسیلیوم* است، بیشتر قارچهای شناخته شده آلرژیک هستند و پتانسیل ایجاد آسم- التهاب چشم- پنومونی آسمی و غیر آسمی را می‌دهند و غلظت باکتریهای

1. Air Borne
2. Dust Borne

[ Downloaded from journal.nkums.ac.ir on 2025-12-08 ]

مرئی ۹ برابر مقدار اندازه گیری شده در روزهای عادی بود. کل غلظت میکروب مرئی(قارچها و باکتریها با هم) در مدت پدیده گرد و غبار ۱۲۰۰ و در روزهای عادی ۲۳۳ کلنی در هر متر مکعب[1] بوده است (۸).

در مطالعه‌ی که در دانشگاه هیروشیمای ژاپن در سال ۲۰۰۷ انجام گردید. در این تحقیق باکتریهای *باسیلوس سابتیلوس، باسیوس لیچنیفورمیس، استافیلوکوک اپیدرمیس، گرامی باسیلوس* و غیره با استفاده از روش PCR(16S rRNA) از گرد و غبار جدا گردید. و با نمونه هایی که از خاکهای بیابان گبی[2] چین جدا گردید بین (۱۰۰-۹۹/۷٪ ) مشابهت وجود داشت(۳۳).

در سال ۲۰۰۵ ، آنیته پیتر[3] وجود ارتباط بین بیماریهای قلبی و ذرات معلق هوا را با استناد به مدارک اپیدمیولوژیکی بیان نمود. بر اساس نتایج این تحقیق ارتباط تنگاتنگی بین تغییرات روزانه‌ی غلظت‌های ذرات معلق هوای آزاد و مرگ و میر ناشی از بیماریهای قلبی- عروقی، پذیرش بیمارستانی، تشدید علائم بیماران دچار بیماریهای قلبی- عروقی و واکنش‌های زودرس فیزیولوژیکی وجود دارد (۳۸).

در سال ۲۰۰۶ ، گروگوری ولینیوس[4] و همکاران طی یک بررسی ارتباط بین آلودگی هوای ناشی از ذرات و پذیرش بیماران دچار سکته قلبی را در ۷ شهر ایالات متحده بیان کردند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که سطوح افزایش یافته‌ی آلودگی هوا (پایین تر از حدود تعیین شده توسط سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا ) باعث افزایش میزان پذیرش بیماران دچار سکته قلبی در بیمارستان‌ها می‌شود. در این تحقیق نشان داده شد که اگر غلظت ذرات کوچکتر و مساوی ۱۰ میکرون، به میزان ۱۰ میکروگرم در متر مکعب افزایش یابد. پذیرش بیماران در همان روز ۱۰٪ افزایش خواهد یافت (۳۹).

گروهی از محققان با مطالعه بر روی دانش آموزان ۸۵۰ مدرسه در امارات متحده عربی به این نتیجه دست یافتند که در بین دانش آموزان میزان شیوع آسم ۱۳/۶٪ و میزان شیوع آلرژی ۷۳٪ بود. و ارتباط قابل توجهی بین در معرض گرد و غبار قرار گرفتن و شیوع این بیماریها وجود داشت (۴۰). در مطالعه‌ی که در جزایر کارائیب بر روی شیوع آسم در سال‌های ۱۹۷۳ الی ۱۹۹۶ همزمان با افزایش طوفانهای گرد و غباری انجام گرفت، نتایج نشان داد که در طی این دوره زمانی بیماری آسم به میزان ۱۷٪ افزایش یافته است (۱۳). همچنین در مطالعه‌ی دیگر که در سال ۲۰۱۱ در کشور جمهوری کره بر روی تاثیر گرد و غبار آسیایی بر روی سلولهای پوست انجام گرفت، که نتایج نشان می‌دهد گرد و غبار آسیایی با صدمه به سلولهای پوست و تغییر در ژنهای این سلولها می‌گردد (۴۱). محققان چینی در سال ۲۰۰۷، تاثیر نمونه‌های جمع آوری شده از ذرات کوچکتر از ۲/۵ میکرون($PM_{2.5}$) ناشی از گرد و غبار آسیایی را بر DNA سلولهای ماکروفاژ و ریه موش آزمایش کردند و نتایج آین تحقیق نشان داد که عصاره این ذرات باعث تخریب DNA این سلولها می‌گردد (۴۲).

در مطالعه‌ی که در جزایر ویرجینیا در سال ۲۰۰۱ بر روی میکروارگانیسمهای گرد و غبار انجام گرفت نتایج نشان می‌دهد که از میکروارگانیسمهای جدا شده ۲۵٪ برای گیاهان بیماریزا و ۱۰٪ برای انسان جزء بیماریزاهایی فرصت طلب بودند (۴۳). اما در مطالعه‌ی دیگری که در کشور مالی در سال ۲۰۰۴ بر روی شناسایی میکروارگانیسمهای در نمونه‌های جمع آوری شده در زمان وقوع پدیده گرد و غبار انجام گرفت نشان می‌دهد که ۱۰٪ از باکتریهای تعیین شده جهت حیوانات بیماریزا، ۵٪ جهت گیاهان بیماریزا و ۲۷٪ جزء باکتریهای بیماریزای فرصت طلب برای انسان می‌باشند، تفاوت جمعیت میکروبی و باکتریهای شناسایی شده در این مطالعات به علت منبع متفاوت گرد و غبار در این مناطق می‌باشد. باکتریهای جدا شده در کشور مالی شامل گونه‌های زیادی از باسیلوس که بعضی از این گونه‌ها باعث بیماریهای گوارشی و بعضی باعث سپتی سمی (عفونت خون) می‌گردند، بودند(۲۵).

بعضی از محققان اعتقاد دارند که همه میکروارگانیسمها در توده‌های گرد و غبار بوسیله پرتوهای ماوراء بنفش خورشید، فقدان نوترینت‌ها و خشک شدن در سفرهای چند روزه از بین می‌روند. اما بعضی از گونه‌های باکتریایی از جمله باسیلوسها و اغلب قارچها می‌توانند از طریق ایجاد فرم اسپور دار نسبت به خشکی، گرما، تابش ماوراء بنفش و شرایط ضعیف مواد مغذی مقاومت کنند. باید توجه داشت که بعلت تفاوت در محیط کشت‌های بکار رفته و عدم وجود روش استاندارد میزان شمارش باکتریها و گونه‌های تعیین شده متفاوت هستند (۴۴).

سازمان جهانی بهداشت در سال ۲۰۰۲ اعلام نمود که فعالیت طوفانهای گرد و غبار در مناطق پایین دست ساهارا باعث بیماری باکتریایی مننژیت می‌گردد (۴۵). در دهه ۱۹۹۰ طوفانهای گرد و غبار باعث اپیدمی بیماری تب دره[5] که عامل آن قارچ *کوکسیدویس ایمیتیس* در ایلات متحده امریکا گردید (۴۶). بنابراین طوفانهای گرد و غباری ممکن منجر به صدمات و مرگ و میر می‌گردد. بعنوان مثال طوفانهای گرد و غباری که در سال ۲۰۰۳ در ایالت‌های کالیفرنیا، نیومکزیکو، واشنگتن، تگزاس رخ داد منجر به ۲ مورد مرگ و ۹۱ مورد مصدومیت گردید (۶). نتایج مطالعه‌ی که در تایوان و کره انجام گرفت نشان می‌دهد که به ازای افزایش هر ۱۰ میکروگرم در متر

1. Colony forming unit per cubic meter(CFU/$m^3$)
2. Gobi
3. Annette Peters
4. Gregory A. Wellenius
5. Valley Fever

[ Downloaded from journal.nkums.ac.ir on 2025-12-08 ]

مکعب در غلظت ذرات معلق کوچکتر از ۱۰ میکرون ($PM_{10}$) در زمان پدیده گرد و غبار، میزان مرگ و میر نیز ۱ درصد افزایش می‌یابد (۴۷). در مطالعه‌ای که توسط دکتر ندافی و همکاران در سال ۱۳۸۱در اصفهان انجام شد ۹ درصد روزها شاخص آلودگی هوا بالای استاندارد بود، که این نشان دهنده این است که شهرهای مختلف کشور ایران با مشکل آلودگی هوا و در نتیجه اثرات آن بر سلامتی ساکنین مواجه هستند (۴۸).

## ۶- روشهای منشاء یابی گرد و غبار

بعلت محدودیت هایی که در نمونه برداری مستقیم از هوا در بیابانهای تولید کننده گرد و غبار (عدم وجود تسهیلات) و عدم امکان نمونه گیری مستقیم از کل ذرات معلق[1] وجود دارد، لذا در این مناطق امکان نمونه برداری از ذرات با قطر پایین تر از ۳۰ میکرون وجود ندارد، و از روشهای غیر مستقیم منشاء یابی، جهت تعیین منبع گرد و غبار استفاده می‌گردد (۴۹). چندین روش جهت منشا یابی طوفانهای گرد و غباری وجود دارد. یکی از این روشها جمع آوری نمونه‌های خاک و آنالیز آن جهت تعیین منبع گرد و غبار می‌باشد (۵۰،۴۹). که نمونه‌های جمع آوری شده از مناطق مختلف جهت مشخص کردن اندازه ذرات، درصد شن، سیلت، رس، محتوی عنصری، محتوی کربنی و پتانسیل انتشار ذرات کوچکتر و مساوی ۱۰ تا ۲/۵ میکرون بررسی می‌گردد. استفاده از نمودار خصوصیات (پروفایل) عنصری، یونی، فراوانی کربن در نمونهای برداشت شده جهت تمایز قایل شدن بین منبع طبیعی و مصنوعی مثل وسایل نقلیه، سوزاندن گیاهان، زغال سنگ، اشتعال و انتشارات صنایع از مزایایی این روش می‌باشد (۵۰).

روش دیگرمنشاءیابی استفاده از تصاویر ماهواره‌ای جهت تعیین نواحی تولید و همچنین مسیرهای انتقال گرد و غبار است، استفاده از پایش کل ازن با استفاده از سنسورهای در دسترس از طریق اسپکتروفتومترو تعیین اندکس آئروسل انجام می‌شود (۵۱،۳). اندکس آئروسل در مناطق بیابانی آفریقا ۳۵ و در بیابانهای عربستان و عراق و سوریه بین ۳۰- ۲۵ می‌باشد (۳). در این روش از اطلاعات ماهواره ۷ نیمبوس و سنسور موجود (پراب) در زمین جهت مشخص کردن آئروسل‌های جاذب در ۲ طیف (طول موج) ماوراء بنفش(۳۸۰-۳۴۰ نانومتر) برای ماهواره نیمبوس ۷ و طول موج ( ۳۶۰-۳۳۱ نانومتر) برای پروب زمین و تعیین اندکس آئروسل استفاده می‌شود. این روش دارای معایبی از جمله انعکاس از سطح زمین، پوشش ابر، توالی‌های کم اندازه گیری (اطلاعات کم)، فقدان اندازه گیریهای طولانی مدت و حساسیت به ارتفاع لایه گرد و غبار است. از طرفی تعیین اندکس آئروسل در ارتفاعهای پایین تر از ۱ کیلومتر در این روش امکانپذیر نیست و تعیین تفاوت بین گرد و غبار و آئروسل‌های حاصله از اشتعال امکان پذیر نیست (۵۳،۵۲،۳).

یکی دیگر از روشهای موثرتر در منشاء یابی استفاده از روند (خط سیر) گرد و غبار می‌باشد، که در مناطق پایین دست جهت باد انجام می‌شود (۵۴). در این روش با استفاده از اطلاعات هواشناسی در منطقه و نمونه برداری از ذرات، منشا واقعی آن مشخص می‌گردد. آنالیزهای عنصری و شیمیایی از ذرات گرد و غبار اطلاعاتی درباره منشاء یا منابع گرد و غبار و مسیرهای انتقال فراهم می‌نماید (۵۶،۵۵). یکی دیگر از فاکتورهای مهمی که در بحث منشاء یابی استفاده می‌شود، تعیین خصوصیات شیمیایی است. خواص شیمیایی علاوه بر تاثیرات مهمی که در سلامت انسان دارد می‌توان با توجه به این خصوصیات منبع آلودگی را نیز مشخص نمود(۵۰). از مزایای این روش مشخص نمودن دقیق منشا است. معایب این روش زمان بر بودن و هزینه بالا و دوره طولانی آنالیز شیمیایی و تفسیر نتایج آن است (۱۲). مزایای اصلی آن سادگی این روش و عدم تاثیر فرمول‌های ریاضی بر روی نتایج آن است (۹).

در تحقیقی که در دانشگاه آیووا در آمریکا در سال ۲۰۰۴ خصوصیات شیمیایی ذرات گرد و غبار از چهار منبع مختلف انجام گرفت. نمونه‌های گرد و غبار عربستان و چین حاوی ذرات معدنی کلسیم از جنس کربنات کلسیم و دولومیت بود. بنابراین نتایج خصوصیات گرد و غبار در نواحی مختلف متفاوت است. کلسیم در گرد و غبار چین بیشترین مقدار و حتی نوع ترکیب کلسیم نیز متفاوت است. به گونه ایی که در گرد و غبار سواحل عربستان کلسیم از جنس ژیپس است (۲۱).

بر طبق مطالعات محققان نسبت کلسیم به آلومینیوم شاخص خوبی جهت تعیین منابع بالقوه تولید گرد و غبار می‌باشد. بر طبق این شاخص با محاسبه این نسبت و مقایسه عدد حاصله با نسبت کلسیم به آلومینیوم خاکها در مناطق مختلف منشاء گرد و غبار مشخص می‌گردد (۵۷). البته طبق مطالعات زوهانگ[2] در سال ۲۰۰۲ عناصر آلومینیوم ، آهن، منگنز، سیلیس، سدیم، وانادیوم، کبالت، نیکل و کروم در آئروسل‌های جمع آوری شده از شهرهای کشور چین منشا آنها منابع پوسته زمین بوده است در حالیکه عناصر سرب، روی، کادمیوم ، مس، آرسنیک، سلنیوم و آنتیموان، منبع شان از آلاینده‌های انسانی است که توسط بادها وارد این شهرها می‌گردد (۵۸).

در تحقیقی که در دانشگاه سئول کره جنوبی در سال ۲۰۰۳ انجام گرفت. نتایج نشان دهنده این است که غلظت سرب در زمان گرد و غبار آسیایی بیش از ۳ برابر روزهای عادی است. بر طبق این نتایج پدیده گرد و غبار آسیایی می‌تواند یکی از مهم ترین منابع اجزاء ساحلی (Al-Mg-Ca-Ti-Fe) در جزء

1. Total Suspended Particle(TSP)

2. Zhuang

[ Downloaded from journal.nkums.ac.ir on 2025-12-08 ]

ذرات ریز باشد. و نسبت اجزاء ریز به اجزاء درشت به میزان زیادتری در دوره پدیده گرد و غبار آسیایی افزایش می‌یابد (۱۰).

نتایج تحقیقی که در دانشگاه بارسلون در سال ۲۰۰۲ انجام گرفت. نشان می‌دهد که گرد و غبار آفریقایی باعث افزایش بیش از ۷۶٪ سطح ذرات می‌گردد. دلیل این افزایش بیشتر عناصر و ترکیبات ($CO_3^{-2}$-Ca-Ti-Sr-K-Mg-Mn-Fe-P-$AL_2O_3$-$SiO_2$ ) می‌باشد (۵۹).

## ۷- روشهای پیشگیری و کنترل طوفانهای گرد و غباری

اقدامات بیولوژیکی راحلهای کلیدی جهت غلبه بر طوفانهای گرد و غباری هستند. یک نمونه از چنین اقداماتی شامل ایجاد پوشش گیاهی در مناطق بیابانی است. از اقدامات دیگر شامل توسعه موانع اکولوژیک مانند کمربندهای جنگلی که مانع پیشرفت بیابان می‌گردد (۶).

### ۷-۱- روشهای مکانیکی

اقدامات مکانیکی شامل استفاده از پوشش برای تثبیت تپه‌های شنی است. این پوشش‌ها عبارتند از خرده‌های کاه گندم، برنج، شن، گراول، خاک اره، مونت موریلنت، برگ گیاهان، لیگنین، کودهای گیاهی و حیوانی است، که این مواد بطور گسترده در کشور چین مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین از مواد مصنوعی مانند پوشش‌های پلیمری (پلیمر اکریلیک امولسیونی و اسید پلی اکریلیک) و پلی اتیلنی در مناطقی از آمریکا استفاده می‌گردد(۶).

### ۷-۲- روشهای مهندسی:

در استانهای خشک کشور چین استفاده از حصارهای سیمی در بخش‌های با جمعیت بالا جهت محافظت از چراگاهها و زمین‌ها از چرای بیش از حد استفاده می‌گردد که مانع توسعه بیشتر بیابان می‌گردد (۶).

### ۷-۳- روشهای شیمیایی:

در کشور ایران از مواد زائد نفتی (مالچ نفتی) جهت متوقف کردن حرکت بیشتر تپه‌های شنی استفاده می‌گردد در کشور چین نیز از مواد شیمیایی و مالچ‌های پلاستیکی در نواحی خشک استفاده می‌گردد. روشهای شیمیایی یک روش مضر برای محیط زیست، خاک و آب‌های زیر زمینی است، مالچ نفتی باعث تخریب اراضی مورد استفاده می‌گردد. هر چند این روش در کنترل شن‌ها موثر است (۶).

### ۷-۴- اقدامات اقتصادی و اجتماعی:

تمرکز این اقدامات بر روی مدیریت زمین می‌باشد که شامل سیاست‌های بهسازی زمین، استراتژیهای کاهش فقر و بهره وری بیشتر در استفاده از آب می‌باشد (۶).

## نتیجه گیری

بر اساس تحقیقات انجام گرفته توسط محققین با افزایش سرعت باد به بیش از ۸ متر بر ثانیه در بیابانها و با توجه به رطوبت خاک، اندازه دانه، پوشش گیاهی، بافت خاک، چسبندگی ذرات خاک و پستی و بلندی‌های زمین طوفانهای گرد و غباری ایجاد می‌گردد. ورود ذرات به جریان باد به اندازه، شکل و دانسیته آن بستگی دارد. مهمترین عامل در تولید گرد و غبار سرعت باد می‌باشد. ذرات تولید کننده پدیده گرد و غبار ممکن تا ارتفاع ۶ کیلومتر صعود کرده و تا مسافت ۶۰۰۰ کیلومتر انتقال می‌یابند. این پدیده دید افقی را به $۱۰^۴$ تا $۱۰^۳$ متر کاهش می‌دهد. کاهش میدان دید حاصل جذب و تفرق نور بوده که ناشی از مواد جامد و مایع منتقله توسط هوا می‌باشد. بیابان صحرایی ساهارا در آفریقا بزرگترین منبع تولید کننده گرد و غبار خاکی در جهان بوده و سالانه ۷۰۰ میلیون تن گرد و غبار را وارد اتمسفر می‌کند. منابع اصلی گرد و غبارهای ورودی به غرب ایران، نواحی بیابانی نسبتاً نزدیک به این منطقه مثل صحرای عراق، سوریه و صحرای شمال شبه جزیره عربستان است. غبار اتمسفری مانع از نفوذ نور خورشید شده و می‌تواند منجر به کاهش تولیدات کشاورزی به میزان ۳۰- ۵ درصد گردد. همچنین مطالعات نشان می‌دهد که طوفانهای گرد و غباری منجر به افزایش بیماریهای تنفسی و مرگ و میر می‌گردند. ذرات کوچکتر و مساوی ۱۰ میکرون خطر مرگ تنفسی در کودکان زیر یک سال را افزایش داده، بر عملکرد شش‌ها اثر گذاشته و آسم را تشدید نموده و باعث بروز علائم تنفسی دیگر مثل سرفه و برونشیت در کودکان می‌شود. ذرات کوچکتر و مساوی ۲/۵ میکرون به صورت جدی بر سلامتی تاثیر گذاشته، و مرگ ناشی از بیماریهای تنفسی، قلبی و عروقی و سرطان ریه را افزایش می‌دهد. در مواجه‌های طولانی مدت باعث افزایش ۶ درصدی مرگ و میر به ازای افزایش هر۱۰ میکروگرم در متر مکعب در غلظت آن می‌شود. به ازای همین میزان افزایش، بیماریهای قلبی- عروقی به میزان ۱۲٪ و سرطان ریه نیز به میزان ۱۴٪ افزایش می‌یابد. همچنین مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که طوفانهای گرد و غباری باعث افزایش ۱/۷٪ مرگ و میر می‌گردند. موثرترین روش در منشاء یابی گرد وغبار استفاده از خط سیر گرد و غبار می‌باشد، که در مناطق پایین دست جهت باد انجام می‌شود، و با استفاده از اطلاعات هواشناسی در منطقه و نمونه برداری از ذرات و همچنین آنالیز شیمیایی و در بعضی موارد آنالیز میکروبی منشا واقعی ذرات مشخص می‌گردد. آنالیزهای عنصری و شیمیایی از ذرات گرد و غبار اطلاعاتی درباره منشاء یا منابع گرد و غبار و مسیرهای انتقال فراهم می‌نماید. اقدامات بیولوژیکی راحلهای کلیدی جهت غلبه بر طوفانهای گرد و غباری هستند. یک نمونه

[ Downloaded from journal.nkums.ac.ir on 2025-12-08 ]

از چنین اقداماتی شامل ایجاد پوشش گیاهی در مناطق بیابانی است. در کشور ایران از مالچ نفتی در کنترل گرد و غبار مناطق بیابانی استفاده می‌گردد، که از نظر زیست محیطی تاثیرات نامطلوبی بر روی خاک، آب‌های زیر زمینی و هوای این مناطق و مناطق مجاور دارد. بی شک کنترل این پدیده که بیش از ۸ استان کشور را در بر می‌گیرد، نیاز به تلاش بیشتر و هماهنگی بین منطقه ایی با کشورهای همسایه را دارد. و همچنین با توجه به تاثیرات بسیار مضری که برسلامت ساکنین غرب و جنوب غربی کشور دارد، تلاش جدی کلیه دستگاههای اجرایی را می‌طلبد.

**تشکر و قدردانی**

بر خود لازم می‌دانیم که از کلیه اساتید که با رهنمودهای ارزشمند خود، ما را در هر چه بهتر شدن مطالب این مقاله یاری نموده اند، کمال تشکر و قدردانی را داشته باشیم.

## References

1. Nadafi K, Air pollution (its origin and control), Nas Scientific Institute, Inc, Tehran, Iran 2010 [Persian].
2. Xuan J, Sokolik IN, Hao J, Guo F, Mao H, Yang G. Identification and characterization of sources of atmospheric mineral dust in East Asia, Atmospheric Environment 2004; 38(36): 6239-6252.
3. Engelstaedter S, Tegen I, Washington R, North African dust emissions and transport, Earth-Science Reviews 2006; 79(1-2): 73-100.
4. Wark K, Warner W, Air pollution (its origin and control). Wesley Longman, Inc, England 1998.
5. Wang S, Yuan Y, Shang K, The impacts of different kinds of dust events on $PM_{10}$ pollution in northern China, Atmospheric Environment 2006; 40(40):75-79.
6. United Nations Environment Programm, Environmental News Emergencies, Available from: URL: http//:www unep org/depi/programmes/emergencies html, (Accessed: 2005).
7. You-zhi F, Kun-xun L, Rong D, The Causative Factors and Forecasting of the Black Storm in Hexi Corridor, Journal of Meteorology 1994; 20(12): 50-53.
8. Schlesinger P, Mamane Y, Grishkan I, Transport of microorganisms to Israel during Saharan dust events, Aerobiologia 2006; 22(4):259-273.
9. Viana M, Kuhlbusch TAJ, Querol X, " et al", Source apportionment of particulate matter in Europe: A review of methods and results, Aerosol Science 2008; 39: 827–849.
10. Kim KH, Choi GH, Kang CH, Lee JH, Kim GY, The chemical composition of fine and coarse particles in relation with the Asian Dust events, Atmospheric Environment 2003; 37(6):753-765.
11. Prospero JM, Lamb PJ, African droughts and dust transport to the Caribbean: climate change implications, Science 2003; 302(5647): 1024-1027.
12. Escudero M, Querol X, Pey J, Alastuey A, Perez N. A methodology for the quantification of the net African dust load in air quality monitoring networks, Atmospheric Environment 2007; 41(26): 5516-5524.
13. Griffin DW, Atmospheric Movement of Microorganisms in Clouds of Desert Dust and Implications for Human Health, Clinical Microbiology Reviews 2007; 20(3): 459-577.
14. Hong Y, A Nation wide Meeting Summary of Discussing Sand-dust Storm Weathers Occurred in China, Journal of Gansu Meteorology 1993; 11(3): 6-11.
5. Available from:URL: http://www indexiran ir/directory/linkpreview aspx/linkid=8821. (Accessed:2009) [Persian].
16. Dust in Iran. Available from:URL: http://www taryana ir/fa,(Accessed: 2009) [Persian].
17. Dust in Iran. Available from: URL: http://banki.ir/akhbar/1-news/2811, (Accessed:2009)[Persian].
18. Dust in Iraq. Available from:URL: http://www: BBC. Co.uk/Persian/Iran /090712, (Accessed:2009) [Persian].
19. Naddafi K, Ehramposh M, Jafari V, NabizadehR,Yonesiyan M, Survey Of total suspended particles and the composition of its constituent materials Central city of Yazd, Journal of Medical Sciences - Shahid Sadoughi 2008; 16(4): 20-25[Persian].
20. Leli M, Naddafi K, Nabizadeh R, Yonesiyan M, Mesdaghinia A, Concentration of suspended particles and the air quality index (AQI) Central area of Tehran. J School of Public Health and Institute of Health Research 2009; 7(1):57-67.
21. Krueger BJ, Grassian VH, Cowin JP, Laskin A, Heterogeneous chemistry of individual mineral dust particles from different dust source regions: the importance of particle mineralogy, Atmospheric Environment 2004; 38(36): 6253-61.
22. Wang YQ, Zhang XY, Arimoto R, Cao JJ, Shen ZX, Characteristics of carbonate content and carbon and oxygen isotopic composition of northern China soil and dust aerosol and its application to tracing dust sources, Atmospheric Environment 2005; 39(14): 2631-42.

[ Downloaded from journal.nkums.ac.ir on 2025-12-08 ]

23. Ye B, Ji X, Yang H, " et al", Concentration and chemical composition of $PM_{2.5}$ in Shanghai for a 1-year period, Atmospheric Environment 2003; 37(4): 449-510.

24. Holms CW, Miller R, Atmospherically transported metals and deposition in the southeastern United States: local or transoceanic, Applied Geochemistry 2004; 19(7): 1189-200.

25. Kellogg CA, Griffin DW, Garrison VH, Peak KK, Royall N, Smith RR, Characterization of aerosolized bacteria and fungi from desert dust events, in Mali, West Africa, Aerobiologia 2004; 20(2): 305-322.

26. Akata N, Hasegawa H, Kawabata H, "et al", Deposition of $^{137}Cs$ in Rokkasho, Japan and its relation to Asian dust, Journal of Environmental Radioactivity 2007; 95(1): 1-9.

27. Shi-gong W, De-bao Y, Jiong J, Study on the Formative Causes and Countermeasures of the Catastrophic Sandstorm Occurred in Northwest China, Journal of Desert Research 1995; 15(1):19-30.

28. Griffin D W, Christina A K, Dust Storms and Their Impact on Ocean and Human Health: Dust in Earths Atmosphere, EcoHealth Journal 2004; 1(3): 284-295.

29. Miri A, Ahmadi H, Ghanbari A, Moghaddamnia A, Dust Storms Impacts on Air Pollution and Public Health under Hot and Dry Climate, International Journal of Energy and Environment 2007; 1(2): 101-105.

30. Al-Hurban AE, Al-Ostad AN, Textural characteristics of dust fallout and potential effect on public health in Kuwait City and suburbs, Environmental geology 2010; 60(1): 169-181

31. Colles J, Air Pollution, Taylor , Francis, Inc, Lamdon and New York 2003.

32. Houthuijs D, Breugelmans O, Hoek G, $PM_{10}$ and $PM_{2.5}$ concentrations in central and Estern Europe: Results from the Cesa study, Atmospheric Environment, Part A 2001; 35(15): 2757-71.

33. Hua NP, Kobayashi F, Iwasaka Y, Shi GY, Naganuma T, Detailed identification of desert-originated bacteria carried by Asian dust storms to Japan, Aerobiologia 2007; 23(4): 291-8.

34. Cao J, Shen Z, Chow JC, Qi G, Watson JG, Seasonal variations and sources of mass and chemical composition for $PM_{10}$ aerosol in Hangzhou, China, Particuology 2009; 7(3): 161-8.

35. Kermani M, Naddafi K, Shariat M, Mesbah A, TSP and $PM_{10}$ mesurment and description of quality according to air quality index(AQI) in the ambiant air in Shariati hospital district, Journal School of Public Health and Institute of Health Research 2003; 2(1):37-46[Persian].

36. Maier RM, Drees KP, Neilson JW, Microbial life in the Atacama Desert, Science 2004; 306(5700): 1289-90

37. Griffin DW, Kellogg CA, Garrison VH, Lisle JT, Borden TC, Shinn EA, Atmospheric microbiology in the northern Caribbean during African dust events, Aerobiologia 2003; 19(3-4): 143-157.

38. Peters A, Paticulate matter and heart disease: Evidence from epidemiological studies, Toxicol Appl Pharmacol 2005; 1(207): 477-80.

39. Wellenius GA, Schwartz J, Mittleman MA, Particulate air pollution and hospital admissions for congestive heart failure in seven United States cities, Am J Cardiol 2006; 1(97): 388-404.

40. Bener A, Abdulrazzaq YM, Al-Mutawwa J, Debuse P, Genetic and environmental factors associated with asthma, Human Biology 1996; 68(3): 405-414.

41. Hyun C, Dong W S, Wonnyon K, Seong J D, Soo H L, Minsoo N, Asian dust storm particles induce a broad toxicological transcriptional program in human epidermal keratinocytes, Toxicology Letters 2011; 200(1-2): 92–99.

42. Ziqiang M, Quanxi Z, Damage effects of dust storm PM2.5 on DNA in alveolar macrophages and lung cells of rats, Food and Chemical Toxicology (2007); 45(8): 1368–1374

43. Griffin DW, Garrison VH, Herman JR, Shinn EA, African desert dust in the Caribbean atmosphere: microbiology and public health, Aerobiologia 2001; 17(3): 203-213.

44. Christina A, Kellogg CA, Griffin DW, Aerobiology and the global transport of desert dust, Trends in Ecology and Evolution 2006; 21(11): 638-644.

45. Guieu C, Loye-Pilot MD, Ridame C, Thomas C, Chemical characterization of the Saharan dust end-member: some biogeochemical implications for the western Mediterranean Sea, Journal of Geophysical Research (Atmospheres) 2002; 107(D15): 4258-4565.

46. Morbidity, Mortality Weekly Report (MMWR), Increase in coccidioidomycosis - Arizona, 1998–2001. Centers for Disease Control and Prevention(CDC) 2003; 52(06):109–112.

47. Laura P, Aurelio T, Xavier Q, "et al", Coarse Particles From Saharan Dust and Daily Mortality, Epidemiology 2008; 19(6): 800-807.

48. Khorasani M, Cheraghi K, Nadafi M, Karami N, Survey and comparison of Tehran and Isfahan air quality in 2000 and representation of Improvement Methods, J Natural Resources 2002; 55 (4):559-568 [Persian].

49. Wang X, Dong Z, Yan P, Yang Z, Hu Z, Surface sample collection and dust source analysis in northwestern China, Catena 2005; 59(1): 35-53.

50. Ashbaugh LL, Carvacho OF, Brown MS, Chow JS. Soil sample collection and analysis for the Fugitive Dust Characterization Study, Atmospheric Environment 2003; 37(9-10): 1163-73.

51. Washington R, Todd M, Middelton NG, Goudie AS, Dust storm source areas determined by the total ozone

[ Downloaded from journal.nkums.ac.ir on 2025-12-08 ]

monitoring spectrometer and surface observations, Ann Assoc Am Geogr 2003; 93(2): 297-313.

52. Alastuey A, Querol X, RodrIguez S, Plana F, Monitoring of atmospheric particulate matter around sources of secondary inorganic aerosol, Atmospheric Environment 2004; 38(30): 4979-92.
53. Legrand M, Plana-Fattori A, N'Doume C, Satellite detection of dust using the IR imagery of Meteosat 1. Infrared difference dust index, Journal of Aerosol and Climate 2001;8(9):35-46.
54. Vardoulakis S, Kassomenos P, Sources and factors affecting $PM_{10}$ levels in two European cities: Implications for local air quality management, Atmospheric Environment 2008; 42(17): 3949-63.
55. Xuan J, Emission inventory of eight elements, Fe, Al, K, Mg, Mn, Na, Ca and Ti, in dust source region of East Asia, Atmospheric Environment 2005; 39(5): 813-21.
56. Vanderstraeten P, Lenelle Y, Meurrens A, Carati D, Brenig L, Delcloo A, Dust storm originate from Sahara covering Western Europe: A case study, Atmospheric Environment 2008; 42(21): 5489-93.
57. Wang X, Dong Z, Zhang C, Qian G, Luo W, Characterization of the composition of dust fallout and identification of dust sources in arid and semiarid North China, Geomorphology 2009; 112(1-2):144-157.
58. Zhang XY, Cao JJ, Li LM, " et al", Characterization of atmospheric aerosol over Xi'an in the South Margin of the Loess Plateau, China, Atmospheric Environment 2002; 36(26): 4189–4199.
59. Jacquelyn C, Climate analysis and long range forecasting of dust storms in Iraq, (Dissertation for the degree of Master of Science), Graduate college of Naval postgraduate academy, Monterey California, June 2009.

[ Downloaded from journal.nkums.ac.ir on 2025-12-08 ]