نشریه حفاظت و بهره‌برداری از منابع طبیعی
جلد چهارم، شماره دوم، ۱۳۹٤
http://ejang.gau.ac.ir

بررسی منشاء، اثرات و راهکارهای پدیده گرد و غبار در ایران

دیمن غفاری[۱] و *رئوف مصطفی‌زاده[۲]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه ملایر، ایران،
[۲]استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹٤/۰۳/۱۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹٤/۰۹/۰۱

چکیده

رویدادهای گرد و غبار یکی از پدیده‌های رایج مناطق خشک و نیمه‌خشک هستند. طوفان‌های گرد و غبار دارای آثار زیانبار گسترده‌ای بر جامعه از جمله سلامت انسان هستند. هدف این مقاله مروری بر مطالعات اخیر بر ماهیت طوفان‌های گرد و غبار شامل منشاء، فراوانی، علل، اثرات و پیامدهای آن‌ها در ایران است. در حال حاضر ۲۲ استان کشور با شدت و ضعف‌های متفاوت، تحت تأثیر این پدیده قرار دارند. مناطق واقع در بین‌النهرین از مناطق عمده تولید گرد و غبار هستند. در سال‌های اخیر گرد و غبار در تمام طول سال گسترش داشته است و در فصول گرم و به‌ویژه در تیر و مردادماه دارای بیش‌ترین فراوانی وقوع بوده است. عمده‌ترین علل وقوع پدیده گرد و غبار به‌ویژه در غرب ایران را می‌توان ناپایداری جوی در صحراهای عربستان، عراق، کویت و سوریه، وقوع خشکسالی‌های متوالی با شدت و وسعت بالا در فقدان پوشش گیاهی دانست. ترکیب پدیده اقلیم با فعالیت‌های انسانی و الگوهای سکونت آن‌ها موجب افزایش تخریب خاک، فرسایش بادی، بیابان‌زایی، تخریب مواد مغذی موردنیاز گیاهان موجب تشدید طوفان‌های گرد و غبار می‌گردد. شیوه‌های مدیریت زمین، عملیات خاکورزی، مکانیکی به‌ویژه ایجاد موانع گیاهی روش‌های کنترل گرد و غبار هستند. هم‌چنین، اجرای برخی سیاست‌ها و استراتژی‌های کوتاه و بلندمدت در جهت بهبود امکانات زیربنایی و روش‌های مدیریتی در مناطق حساس کشور ضروری است. در نتیجه پیامدهای ناشی از طوفان گرد و غبار یک

*مسئول مکاتبه: Raoofmostafazadeh@yaho.com

مشکل چند بعدی است که نیازمند راه حلی جامع و همه جانبه جهت کنترل و کاهش آثار نامطلوب ناشی از وقوع طوفان‌های گرد و غبار در مناطق در معرض خطر است.

واژگان کلیدی: طوفان‌های گرد و غبار، سلامت انسان، مواد معلق، راهکارهای مدیریتی کاهش اثرات

مقدمه

گرد و غبار یا ریزگرد[1] توده‌ای از ذرات جامد ریز غبار و گاه دود است که در جو پخش شده و دید افقی را محدود می‌کند (میلر و همکاران، ۲۰۰۸). پدیده‌های گرد و غباری رخدادهای طبیعی هستند که در مناطق خشک و نیمه‌خشک و به‌ویژه در عرض‌های جنب حاره‌ای رخ می‌دهند (گودی، ۲۰۰۹). از دیدگاه سینوپتیکی، طوفان یک پدیده مخرب منحصر به‌فرد و ترکیبی از پدیده‌های فشار، ابر، بارندگی و باد است. طوفان گرد و غبار و ماسه همراه با بادهای شدید هر ساله سبب خسارات زیادی در نواحی مختلف ایران می‌گردد. براساس تعریف سازمان هواشناسی جهانی، طوفان خاک عبارت است از بادی که مخصوص نواحی خشک و نیمه‌خشک بوده و بر اثر وزش آن ابر متراکمی از گرد و غبار در فضا ایجاد شود و جلوی دید را کاملاً می‌گیرد و ارتفاع آن تا ۳۰۰۰ متر می‌رسد، در چنین حالتی در هر کیلومتر هوا، حدود ٤۰۰۰ تن گرد و غبار وجود دارد. براساس تاثیر گرد و غبار بر قابلیت رویت و شدت گردوغبار، به ترتیب ۳ نوع طوفان گرد و غبار، گرد و غبار وزشی، گرد و غبار معلق تقسیم می‌شوند. براساس دستورالعمل سازمان جهانی هواشناسی هرگاه در ایستگاهی سرعت باد از ۱۵ متر در ثانیه تجاوز نماید و دید افقی به‌علت گرد و غبار به کم‌تر از ۱ کیلومتر برسد. طوفان گرد و غبار گزارش می‌شود. سرعت‌های بیش از ۷ متر بر ثانیه در ارتفاع ۱۰ متری در ایجاد شرایط طوفانی و شکل‌گیری گرد و غبار نقش مهمی دارند. بادهای شدید و گرد و غبار حفره‌ای، مقدار زیادی خاک را از روی زمین‌های خشک بدون پوشش گیاهی با خود بلند نموده و هوا را تاریک می‌نمایند. انتشار گرد و غبار به‌صورت وقایعی پراکنده که در اندازه، زمان و غلظت ذرات متفاوت است در جو زمین رخ می‌دهد. متوسط ارتفاع طوفان گرد و غبار بین ۹۰۰ تا ۱۸۰۰ متر می‌باشد (گودی، ۲۰۱٤؛ سونگ و همکاران، ۲۰۰۷؛ صمدی و همکاران، ۲۰۱٤ و تان و همکاران، ۲۰۱٤)

تقسیم‌بندی انواع گرد و غبار: گرد و غبار معمولاً بر حسب میزان اثرات آن‌ها بر روی افق دید دسته‌بندی می‌شوند: ۱) گرد و غبار وزشی: در شعاع دید ناظر مشاهده می‌شود اما قابلیت دید تا کم‌تر از ۱۰۰۰ متر نیست. ۲) طوفان گرد و غبار: کاهش دید به کم‌تر از ۱۰۰۰ متر می‌رسد. ۳) گرد و غبار

1- Dust

اتفاقی: کاهش دید به کم‌تر از ١١ کیلومتر می‌رسد. ٤) گرد و غبار زودگذر: گرد و غباری که از وسایل مکانیکی، عبور و مرور در جاده خاکی یا عملیات استخراج معادن به‌وجود می‌آیند. ٥) گرد و غبار شیطان: دوام زیادی ندارد و به‌صورت ستونی محلی است که فاصله زیادی طی نمی‌کند.

سازمان جهانی هواشناسی رویدادهای گرد و غباری را براساس قدرت دید[1] به چهار دسته اصلی طبقه‌بندی می‌کند. ١) گرد و غبار معلق (DIS) با گسترش وسیع و قدرت دید بیش‌تر از ١٠ کیلومتر. ٢) گرد و غبار وزشی (BD) شن و یا گرد و غبار بلند شده در زمان مشاهده رویداد و قدرت دید ١ تا ١٠کیلومتر. ٣) طوفان گرد و غبار (DS) وزش به همراه بادهای قوی و قدرت دید ١٠٠٠ متر. ٤) طوفان شدید گرد و غبار (SDS) صعود حجم بسیار بزرگی از ذرات گرد و غبار به هوا و قدرت دید کم‌تر از ٢٠٠ متر (شائو و دونگ، ٢٠٠٦).

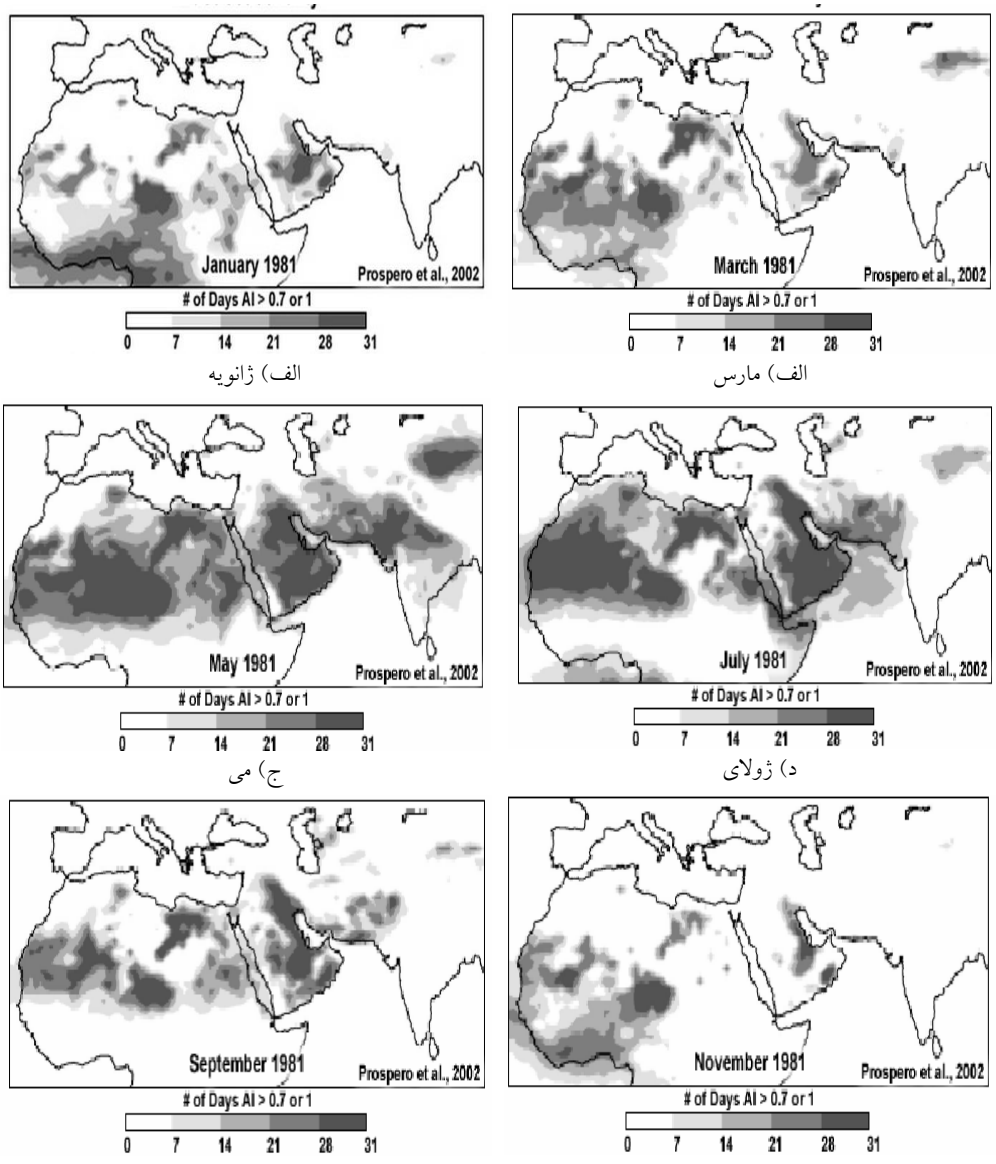
زمان، مدت و فراوانی روزهای وقوع طوفان گرد و غبار: مطالعات نشان داده است که بیش‌ترین فراوانی وقوع طوفان گرد و غبار در مناطق بسیار خشک با زمین لخت (٨٠-٦٠ روز در سال)، پس از آن مناطق با پوشش گیاهان بوته‌ای (٣٠-٢٠ روز در سال) و سپس چمن‌زارها (٤-٢ روز در سال) می‌باشد (آنتونی و نوبیلاو، ٢٠٠٦). طوفان‌های گرد و غبار اتفاق افتاده در چند سال اخیر در ایران از نظر ویژگی‌هایی مانند غلظت، اندازه ذرات معلق و تداوم دوره زمانی از موارد مشابه قبلی متمایز است. به‌طوری که در گذشته معمولاً متوسط سالانه رخداد حدود ١٥ روز یا کمتر بود، ولی در حال حاضر در حد ١٠٠ روز و یا بیش‌تر هم گزارش می‌شود. وسعت منطقه تحت تأثیر هم ابتدا محدود به مناطقی از خوزستان و بوشهر بود، ولی در سال‌های اخیر به مناطق جنوب غرب، غرب، و شمال‌غرب کشور و مناطق مرکزی گسترش پیدا کرده است در حال حاضر ٢٢ استان کشور با شدت و ضعف‌های متفاوت، تحت تأثیر این پدیده قرار دارند (عزیزی و همکاران، ٢٠١٢). هم‌چنین وقوع پدیده گرد و غبار به فصل گرم سال محدود می‌شد، ولی در چند سال اخیر در فصل زمستان هم وقوع این پدیده گزارش شده است. در دهه اخیر علاوه‌بر گسترش مناطق تحت تأثیر پدیده ریزگردها در کشور، تعداد و شدت آن‌ها هم به نحو قابل ملاحظه‌ای افزایش یافته است، به‌عنوان مثال بین سال‌های ٨١ الی ٨٧ تعداد رخدادهای طوفان گرد و غبار در خوزستان از ١٠ مورد به ٥٥ مورد افزایش یافته است (زلقی و همکاران، ٢٠١٢). هم‌چنین از سال ٨١ الی ٨٨ تعداد روزهای همراه گرد و غبار در شهرستان کرمانشاه از ٢٥ مورد به ١٠٨ مورد و در شهرستان سرپل ذهاب از ١٧ به ١٤٩ مورد افزایش یافته است (عزیزی و همکاران، ٢٠١٢ و گودرزی و همکاران، ٢٠١٤). بررسی گروه‌های گرد و غباری نشان می‌دهد که بیش‌تر از ٩٨ درصد پدیده گرد و غبار گزارش شده جز گروه‌های گرد و غبار وزشی با شدت

1- Visibility

متوسط (BD) و بیشتر از ٦٠ درصد دارای منشا خارج از ایستگاه که در تمام طول سال گسترش داشته است و در فصول گرم و به‌ویژه در تیرماه دارای بیش‌ترین فراوانی وقوع بوده است (غفاری، ٢٠١٤).

زمان‌بندی و تدام طوفان گرد و غباری: در مناطق مختلف، طوفان گرد و غبار در زمان خاصی از روز متمرکز می‌شود و بیش‌تر در صبح و بعدازظهر رخ می‌دهد. یک طوفان گرد و غباری زمانی توسعه می‌یابد که یک سیستم به سمت ناحیه بیابانی حرکت کند. مدت زمان پایداری طوفان با توجه به شرایط منطقه بین چند ساعت تا سه روز متغیر می‌باشد، تعداد روزهای توام با طوفان‌های گرد و غباری در استان خوزستان معمولاً بیش از ١٥ روز در سال است. نتایج حاصل از تحلیل آماری سال‌های ١٩٩٦-٢٠٠٥ بیانگر فراوانی بیش‌تر روزهای گرد و غباری در دوره گرم سال نسبت به دوره سرد می‌باشد و تعداد روزهای گرد و غباری از غرب منطقه به سمت شرق کاهش می‌یابد (لشگری و کیخسروی، ٢٠١٠ و صمدی و همکاران، ٢٠١٤). در سال ١٣٨٨، با میانگین و انحراف معیار ٣٤/٨٩ ±، ٤٢/٨ روز گرد و غبار در سال، بیش‌ترین گرد و غبار در کشور رخ داده است. بیش‌ترین تعداد روزهای گرد و غباری در سال ١٣٨٧ در استان کرمانشاه، به تعداد ١٠٧ روز و در سال ١٣٨٨ در استان خوزستان به تعداد ١٠٢ روز رخ داده است. میانگین غلظت حداکثر کل ذرات معلق در استان خوزستان در طی سال‌های ١٣٨٦ الی ١٣٨٨ برابر ١٦١٥±٧٥٧٦ میکروگرم در مترمکعب بوده است. طولانی‌ترین رخداد گرد و غبار در اهواز ١٤٤ ساعت و هر رخداد گرد و غبار ٢٢/٩٨ ±٣٢/٦ ساعت دوام داشته است (شاهسونی و همکاران، ٢٠١٢). در جنوب شرق ایران نیز مهم‌ترین منبع تغذیه مواد معلق طوفان‌ها، بستر خشک هامون می‌باشد. اقلیم در دشت سیستان با بالا بودن درجه حرارت طی دوره وزش بادهای ١٢٠ روزه و قطع منابع بارش و خشکی فیزیکی محیط همراه است. این عوامل باعث مهیا شدن شرایط جوی مناسب وزش بادها گردیده و با وجود کاهش رطوبت خاک امکان تغذیه طوفان‌های گرد و غباری را فراهم می‌سازد. اختلاف فشار بین افغانستان و دشت سیستان، وجود مراکز فشار قوی در سیبری از عوامل به وجود آورنده و تشدیدکننده بادها و طوفان‌های گردوغباری در دشت سیستان می‌باشند. این طوفان‌ها از ارتفاعات شمال شرق به طرف جنوب شرق ایران پس از عبور از بیابان‌ها در دشت سیستان به یک باد گرم و خشک تبدیل می‌شوند. زمان وزش این بادها معمولاً از نیمه خرداد تا نیمه مهرماه می‌باشد اما در بعضی منابع زمان وزش آن‌ها را از اول خرداد تا آخر شهریور نیز ذکر نموده‌اند. سرعت این بادها متغیر است و از ٣٠ کیلومتر در ساعت شروع و حداکثر به ١٢٠ کیلومتر در ساعت می‌رسند (اختصاصی و گوهری، ٢٠١٣).

توزیع مکانی طوفان‌های گرد و غباری: فصلی بودن تغییرات مکانی و زمانی وقوع طوفان‌های گرد و غبار از افریقای غربی تا آسیای مرکزی در شکل (١) نشان داده شده است.



الف) ژانویه — الف) مارس

ج) می — د) ژولای

ه) سپتامبر — و) نوامبر

شکل ١- فصلی بودن تغییرات وقوع طوفان‌های گرد و غبار از آفریقای غربی تا آسیای مرکزی (پروسپرو و همکاران، ٢٠٠٢).

بر اساس اطلاعات شکل ۱، وابستگی شدید فراوانی وقوع طوفان‌های گرد و غبار در نوار گرد و غباری آفریقای غربی تا آسیای مرکزی وجود دارد (پروسپرو و همکاران، ۲۰۰۲). فراوانی وقوع طوفان‌های گرد و غبار در ایران در چاله‌های مرکزی مانند دشت لوت و دشت کویر و چاله‌های شرقی به حداکثر خود می‌رسد. در منطقه بین زاهدان و کرمان تعداد روزهای طوفان‌های گرد و غباری به ۱۵۰ روز در سال می‌رسند. محل بیشینه این طوفان‌ها در نواحی خشک و بدون پوشش گیاهی و به لحاظ توزیع زمانی در مردادماه اتفاق می‌افتد (عزیزی و همکاران، ۲۰۱۲ و شاهسونی و همکاران، ۲۰۱۲). تحلیل مکانی وقوع پدیده گرد و غبار در ایران نشان داده است که ایستگاه زابل با میانگین فراوانی ۱۸۳ روز، بیش‌ترین تعداد روزهای گرد و غباری و پس از آن، ایستگاه‌های زاهدان، بوشهر، طبس، بندرعباس، جاسک، ایرانشهر، همدان و اهواز به‌ترتیب، بیش‌ترین فراوانی را دارند (فرج‌زاده اصل و علیزاده، ۲۰۱۱).

تعداد روزهای گرد و غباری در ایران: تعداد روزهای گرد و غبار رابطه مستقیم با دما و رابطه معکوس با روزهای بارانی دارد. این بدان معناست که پدیده گرد و غبار خاص مناطق گرم و خشک ایران است. به‌طوری که کاهش روزهای غباری در جنوب شرق ایران در خرداد به‌دلیل ریزش‌های پراکنده موسمی است. ارتباط مستقیمی بین تعداد روزهای غباری با باد دیده می‌شود. میانگین روزهای گرد و غبار ایران ۳۵ روز در سال می‌باشد در حالی‌که بیش‌ترین روزهای گرد و غباری کشور در مرکز و شرق ایران می‌باشند، هم‌چنین در مناطق جنوب غربی و غرب کشور نیز میانگین روزهای گرد و غباری قابل توجه است که فراوانی وقوع آن در مردادماه بیش از سایر ماه‌های سال است (لشگری و کیخسروی، ۲۰۱۰؛ عزیزی و همکاران، ۲۰۱۲ و شاهسونی و همکاران، ۲۰۱۲).

مکانیسم تشکیل پدیده گرد و غبار: شدت فرسایش خاک توسط باد به شدت باد، میزان آب جاری، شرایط اقلیمی، خواص خاک و طول و زاویه شیب سطح بستگی دارد. خاک فرسایش یافته به‌وسیله باد حرکت داده می‌شود که بر حسب اندازه ذرات، حرکت به یکی از سه طریق تعلیق، خریدن و جهش است (وانگ و همکاران، ۲۰۱۵). ذرات درشت معمولاً به‌صورت غلتیدن جابه‌جا می‌شوند. ذرات متوسط به‌صورت جهشی جابه‌جا می‌شوند. ذرات ریزدانه مانند ذرات رس به‌علت سبک بودن تا ارتفاع زیادی از سطح زمین بلند می‌شوند و مدت زیادی در هوا معلق باقی‌مانده و پس از طی مسافتی طولانی فرو می‌نشینند. غالباً قطر ذرات معلق کم‌تر از ۰/۱ است و در اثر تلاطم و جریان‌های دورانی مدت‌های

طولانی به حالت تعلیق باقی می‌مانند. در حرکت تعلیقی ذرات بسیار ریز خاک پس از برخاستن از زمین به سبب سبکی فوق‌العاده و سطح ویژه زیاد، به‌صورت معلق مدت‌ها در هوا باقی می‌مانند و در صورت وجود جریانات مساعد جوی، گاهی صدها یا هزاران کیلومتر مسافت را طی می‌کنند و تا ارتفاعی بیش از چند هزار متر از سطح زمین گسترش می‌یابند. آنچه که امروز به نام پدیده ریزگردها در کشور ما مصطلح شده، ناشی از جابه‌جایی و حرکت ذرات ریز و بسیار ریز تشکیل‌دهنده خاک‌ها به‌صورت معلق تحت تأثیر طوفان‌ها و جریانات هوایی است (عزیزی و همکاران، ٢٠١٢).

زمانی‌که طوفان گرد و غباری اتفاق می‌افتد، باد قوی شروع به وزش و گرد و غبار و شن شروع به بالا رفتن می‌کند و فشار هوا بلافاصله افزایش و دمای هوا به‌طور ناگهانی کاهش می‌یابد به‌دنبال آن رطوبت نسبی نیز به میزان ١٠ درصد افزایش می‌یابد. سرعت‌های بیش از ٧ متر بر ثانیه در ارتفاع ١٠ متری در ایجاد شرایط طوفانی و شکل‌گیری گرد و غبار نقش مهمی دارند. یک طوفان گردوغباری زمانی توسعه می‌یابد که یک سیستم کم‌فشار به سمت ناحیه بیابانی حرکت کند (اختصاصی و گوهری، ٢٠١٣).

عوامل مؤثر در ایجاد و تشدید پدیده گرد و غبار: از عواملی که در ایجاد گرد و غبار نقش دارند می‌توان تغییرات شدید فشار هوا، نیروی شتاب عرضی (کوریولیس) ناشی از حرکت وضعی زمین، تأثیر خط ناپایدار در صحاری کشورهای همسایه، فقر پوشش گیاهی منطقه، خشکسالی شدید، وقوع جنگ، بافت و ترکیب خاک، کانالیزه کردن جریانات هوا در اثر توپوگرافی، الگوهای سینوپتیکی وزش بادهای شدید و ناگهانی، فرسایش بادی شدید اشاره نمود. ترکیب پدیده تغییر اقلیم با فعالیت‌های انسانی و الگوهای سکونت آن‌ها موجب افزایش تخریب خاک، فرسایش بادی، بیابان‌زایی، تخریب خواص خاک و مواد مغذی موردنیاز گیاهان می‌گردد که ادامه این روند موجب از بین رفتن زیتوده و کربن آلی خاک شده و موجب تشدید طوفان‌های گرد و غبار می‌گردد (رضازاده و همکاران، ٢٠١٣). پدیده‌های گرد و غباری حاصل وزش بادهای و ناپایداری در الگوی سینوپتیکی می‌باشد. فراوانی ذرات گرد و غبار در جو علاوه‌بر شدت باد و خشکی ذرات خاک به اندازه قطر ذرات نیز بستگی دارد. بار بستری معلق کافی، وزش بادهای شدید و ناگهانی، خشک شدن بسترهای آبی و رودخانه‌ها با دخالت انسان و یا سیکل طبیعی اقلیم، فرسایش شدید نیز از دسته عوامل مؤثر در تشکیل پدیده گرد و غبار هستند. وزش بادهای شدید بر روی بیابان‌های با خاک نرم و خشک، حرکت صعودی هوا موجب انتقال عمودی ذرات گرد و خاک معلق به ترازهای بالاتر جو می‌شود، انتقال ذرات معلق توسط

جریانات سطوح فوقانی جو به نقاط دورتر از عوامل اصلی در ایجاد پدیده گرد و غبار هستند. از دیگر عوامل مؤثر در تکوین و ایجاد ناپایداری سرعت باد و جریان‌های شدید لایه زیرین تروپوسفر است (کاسکاوتیس و همکاران، ۲۰۰۷ و اختصاصی و گوهری، ۲۰۱۳). طوفان‌های گردوغباری که تحت تأثیر مستقیم و غیرمستقیم تغییرات آب و هوایی در حال گسترش می‌باشند به دلایلی اخیراً جوامع انسانی و سلامت آن‌ها را در معرض تهدید قرار داده‌اند. تغییر در الگوهای خشکسالی، گسترش بیابان‌زایی و تغییر در پوشش گیاهی زمین که به نوعی به تغییر اقلیم وابسته است از سویی و تغییرات انسان ساخت اراضی از عواملی هستند که در تشدید این معضل محیطی دخالت داشته‌اند. وقوع خشکسالی، وجود زمینه‌های مساعد، وزش بادهای شدید روی بیابان، حرکت صعودی هوا و وجود جریان‌های فوقانی نیز از عوامل جوی و اقلیمی تشدیدکننده وقوع گرد و غبار است.

منابع عمده گرد و غبار در دنیا: اکثریت گرد و غبارهای دنیا از نواحی محدودی مانند بیابان بزرگ افریقا، خاورمیانه، آسیای جنوب غربی، مرکز استرالیا، مغولستان و بخش‌هایی از قاره اروپا و آمریکا منشاء می‌گیرند که از این منطقه به‌عنوان کمربند غبار نام برده می‌شود که در نیمکره شمالی واقع شده است. در منطقه خاورمیانه از شمال آفریقا تا چین گسترده شده است. به‌طور کلی منابع عمده گرد و غبار عبارتند از سرزمین‌های کم‌ارتفاع و کم‌بارانی که از میانگین بارش سالیانه کم‌تر از ۲۵۰ میلی‌متر برخوردار هستند. بزرگترین منابع تولید غبار در کرهٔ زمین در نیم کرهٔ شمالی از سواحل شمال غربی آفریقا آغاز شده و ضمن عبور از خاورمیانه، آسیای مرکزی و جنوبی به چین می‌رسند. بیش از ۷۰ درصد از طوفان‌های گرد و غبار به طوفان‌هایی که از بیابان‌های افریقا نشات می‌گیرند نسبت داده می‌شود. (پروسپرو و همکاران، ۲۰۰۲ و گودی، ۲۰۱۳)

منشاء و منابع عمده گرد و غبار در ایران: منشأ ظهور پدیده ریزگردها در جهان به‌عنوان بخشی از آثار و عوارض فرسایش بادی، عموماً مختص مناطق خشک و نیمه‌خشک است، اگرچه دامنه اثرات آن ممکن است به بخش‌های وسیع‌تر و حتی مناطق مرطوب و نیمه‌مرطوب هم گسترش یابد.

حدود ۲۵ درصد از مساحت کشور ایران به‌دلیل قرار گرفتن بر روی کمربند خشک و بیابانی جهان، تحت سیطره طوفان‌های گرد و غباری می‌باشند. مهم‌ترین منبع گرد و غباری وارد شده به غرب کشور، صحرای سوریه، صحرای نفوذ در شمال شبه جزیره عربستان و بیابان‌های جنوب عراق می‌باشند و نقش صحرای بزرگ افریقا در این میان بسیار ناچیز می‌باشد. نتایج بررسی‌های انجام شده

حاکی از آن است که عمده‌ترین منشأ به وجود آورنده ریزگردهای سال‌های اخیر در جنوب غرب و غرب کشور، عموماً مبدأ خارجی داشته و قسمت‌هایی از سرزمین‌های کشور عراق، سوریه و عربستان است. اگرچه کشور ما با پدیده ریزگردها یا طوفان‌های گرد و غبار که اغلب منشأ داخلی دارد هم روبه‌رو است، ولی این پدیده بیشتر محلی بوده و از نظر زمانی هم نسبتاً کوتاه مدت است. چهار کانون پدیده گرد و غبار در عراق و دو کانون آن در شمال شرق سوریه و سمت شرقی عربستان است. کشورهای عراق و عربستان به خاطر رها کردن طرح توسعه پایدار و بیابان‌زدایی و همین‌طور جدی نگرفتن حفاظت از اکوسیستم‌ها و محیط‌زیست، صادر کننده آلودگی گرد و غبار به کشورهای دیگر منطقه از جمله ایران هستند (درویشی بلورانی و همکاران، ٢٠١٣ و حمیدی و همکاران، ٢٠١٤).

کانون اصلی بحران گرد و غبار در شش منطقه در کشورهای همسایه غربی ایران، شناسایی شده که چهار کانون آن در عراق، یکی در سوریه و دیگری در عربستان است. کشور عراق عامل اصلی بیش از ٧٠ درصد این پدیده زیست‌محیطی است. تصاویر ماهواره‌ای (ماهواره مودیس) منشا و مسیر حرکت طوفان‌های گرد و غبار از کشورهای حاشیه غربی و جنوبی ایران و گسترش آن در مناطق مختلف ایران را نشان می‌دهند. کانون‌های تولیدکننده‌ی گرد و غبار در عراق، سوریه، عربستان سعودی، اردن، کویت و مناطق کمی از ایران و جنوب ترکیه به‌ترتیب از کانون‌های مهم و تأثیرگذار بر طوفان‌هایی هستند که بر مناطق جنوبی، جنوب غربی ایران تأثیر می‌گذارند. مناطق واقع در بین‌النهرین از مناطق عمده مشارکت‌کننده در تولید گرد و غبار هستند. در واقع، بین‌النهرین به وسیله سرشاخه‌هایی تغذیه می‌شود که از کشور ترکیه، سوریه و ایران سرچشمه می‌گیرد که توسعه شتاب‌دار این کشور و ساخت سدهای متنوع از عواملی است که به ایجاد سامانه گرد و غبار کمک کرده است (صمدی و همکاران، ٢٠١٤ و عزیزی و همکاران، ٢٠١٢). باد شمال عراق اگرچه ذرات ریز را به حالت معلق در می‌آورد اما نمی‌تواند مسافت طولانی آن را حمل کند و این مهم توسط بادهای حاصل از تداخل توده هوای بزرگ شکل یافته در ارتفاعات ترکیه و ایران با توده هوای تشکیل شده در ارتفاعات عربستان، انجام می‌گیرد که به‌خاطر وقوع گرادیان یا اختلاف فشار موجود بین مناطق بیابانی شرق عراق با بخش‌های غربی و جنوب غربی ایران، جهت بادهای ایجاد شده به سمت مناطق غربی، جنوب غربی و حواشی خلیج فارس تغییر یافته است و می‌تواند در تابستان و زمستان توده عظیمی از گرد و غبار را به ایران منتقل کند (حمیدی و همکاران، ٢٠١٣). عمده‌ترین علل وقوع پدیده گرد و غبار به‌ویژه در غرب ایران را می‌توان ناپایداری جوی در صحراهای عربستان، عراق، کویت و سوریه وقوع خشکسالی‌های متوالی با

شدت و وسعت بالا در فقدان پوشش گیاهی دانست و علاوه بر آن کاهش بارندگی و میزان رطوبت هوا و خاک، تخریب مناطق جنگلی و مرتعی در کشورهای منطقه، تغییرات فشار هوا و وزش باد شدید از سمت بیابان‌های عراق و عربستان، تغییر کاربری اراضی، تغییر در مدیریت منابع آب سطحی و زیرزمینی (خصوصا در مناطق مرزی) و رخداد جنگ را هم باید به آن‌ها افزود. نوع عملکرد در مدیریت اراضی و منابع آب، احداث سد، انحراف مسیر رودخانه و برداشت بی‌رویه آب نیز می‌تواند در ایجاد این پدیده مؤثر باشد. هم‌چنین کاهش شدید رطوبت خاک بر اثر کاهش شدید بارش در دهه گذشته به‌ویژه در شمال خاورمیانه که منطقه تغذیه رودهای بزرگ بین‌النهرین می‌باشد و نیز افزایش فرکانس عبور امواج کوتاه و سریع با مؤلفه باد مداری قوی از دلایل اصلی وقوع طوفان‌های منطقه هستند. به‌نظر می‌رسد تقویت پرفشار جنب حاره‌ای روی عربستان باعث افزایش سرعت امواج کوتاه سطوح میانی و کاهش فرارفت رطوبتی از سطوح بالای عرض‌های جنوبی می‌گردد که سبب کاهش عمق فرود مدیترانه‌ای و نیز باعث تشدید شرایط باد مداری و تضعیف جریانات نصف‌النهاری شده است. هم‌چنین با ضعیف شدن فرود مدیترانه‌ای و جابه‌جایی آن به سمت عرض‌های بالاتر و بالا آمدن مرکز پرارتفاع جنب حاره می‌تواند دلیل دیگری بر جابه‌جایی منشا غبار به سمت شمال باشد (بحیرایی و همکاران، ۲۰۱۱ و ذوالفقاری و همکاران، ۲۰۱۱)

ابزار بررسی و مطالعه طوفان گرد و غبار: سنجش از دور یکی از ابزارهایی است که در سال‌های اخیر برای شناسایی، ردیابی و تجزیه و تحلیل طوفان گرد و غبار مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای این کار طیف وسیعی از سنجنده‌های مختلف به تنهایی یا به‌صورت ترکیبی استفاده می‌شود که در نهایت یک تصویر جهانی از فعالیت‌های طوفان گرد و غبار می‌دهد. این تکنیک از فعالیت‌های طوفان گرد و غبار که برای آن هیچ اطلاعات ایستگاه هواشناسی وجود ندارد، با ردیابی ذرات و منابع گرد و غبار یک تصویر جهانی ارائه می‌دهد و اطلاعات را بر روی پارامترهایی مانند ضخامت نور و ارتفاع ذرات گرد و غبار تجزیه و تحلیل می‌کند (پروسپرو و همکاران، ۲۰۰۲ و اسماعیلی و همکاران، ۲۰۰۶ و درویشی بلورانی و همکاران، ۲۰۱۳).

اثر گرد و غبار بر روی کیفیت هوا: آئروسل‌های جوی مؤلفه مهمی از هوای کره زمین و سیستم آب و هوا محسوب می‌شوند. در اتمسفر زمین، نقش گرد و غبار بستگی به عوامل متعددی از جمله غلظت، ترکیب کانی‌شناسی (ضریب انکسار)، توزیع اندازه، و توزیع عمودی ذرات دارد. در مقیاس

جهانی، گرد و غبار می‌تواند از طریق پراکندگی و جذب تابش خورشیدی و زمینی و با الگوهای آشفتگی گردش جوی، بیلان بودجه تابشی زمین را تحت تأثیر قرار دهد. براساس تصاویر ماهواره‌ای، در مقیاس منطقه‌ای، گرد و غبار یک اثر تابشی قوی در مناطق دریایی کمربند حاره و جنب حاره که در مسیر بادهای مناطق بیابانی واقع شده‌اند، ایجاد می‌کند. گرد و غبار جوی به‌عنوان هسته‌های تراکم عمل کرده و فرآیند تشکیل ابر را تسهیل می‌کنند. به‌عنوان یک نتیجه، گرد و غبار فعالیت انتقال عمودی هوا و تشکیل ابر و هم‌چنین تعدیل اندازه قطرات باران و مقدار بارش را تحت تأثیر قرار می‌دهد (ارهمی و همکاران، ٢٠٠٩).

اثرات زیست‌محیطی طوفان گرد و غبار: کاهش دید یکی از ویژگی‌های اصلی طوفان‌های گرد و غباری می‌باشد که علاوه‌بر اختلالاتی که در سیستم حمل و نقل زمینی و هوایی به‌وجود می‌آورد باعث بروز آثار ناخوشایند بهداشتی هم‌چون مشکلات تنفسی و ریوی، مشکلات بینایی و بیماری‌های عفونی برای انسان می‌شود ضمن این‌که باعث آلودگی محیط زندگی انسان‌ها می‌گردد (گودی، ٢٠١٤؛ رشکی و همکاران، ٢٠١٥). این پدیده بر میزان کوچ و زادآوری پرندگان، شرایط زیستگاهی حیات وحش و کاهش میزان رویش‌های علفی و تنوع گیاهی اثرگذار است. هم‌چنین گردو غبار باعث کاهش کیفیت آب و سلامت هوا شده، بر روند رشد گیاهان تأثیر منفی داشته و شرایط رویشگاهی را با تنگناهای متعددی روبرو می‌سازد. با توجه به وجود منابع مختلف در پدیده گرد و غبار، این ترکیبات اغلب مضر بوده و تهدیدی برای انسان محسوب می‌شوند (گودرزی و همکاران، ٢٠١٤). روز توام با گرد و غبار از کانون‌های اصلی آلودگی در کشور می‌باشد (الماسی و همکاران، ٢٠١٤).

اثرات گرد و غبار بر سلامت انسان: در نواحی با فرسایش خاک زیاد گرد و غبار به‌عنوان یک آلوده‌کننده عمده، کیفیت هوا را کاهش می‌دهد و سلامتی انسان‌ها را به خطر می‌اندازد. ذرات گرد و غبار ابعاد بسیار ریزی در حد ١٠ میکرون دارند بنابراین وارد بخش‌های انتهایی دستگاه تنفسی شده و سپس وارد جریان خون شده و به ارگان‌های مختلف بدن آسیب می‌رساند و موجب بیماری‌های قلبی و بیماری‌های تنفسی می‌شود. با این حال برخی از مردم که دارای مشکلات تنفسی از قبل، آسم هستند مشکلات بیش‌تری را ممکن است تجربه کنند. شایع‌ترین علائم بر روی سلامت در یک طوفان گردوغبار، سوزش چشم و مجرای تنفسی است و آسیب‌پذیرترین افراد نوزادان، کودکان و افراد مسن می‌باشند (بنیون و همکاران، ٢٠٠٧). هر فرد در متوسط ١٠ ساعت فعالیت روزانه و ١٧ بار تنفس در

هر دقیقه (متوسط ۰/۰۳٦۸ گرم در هر فوت مکعب هوای تنفسی) به‌طور متوسط در یک طوفان گرد و غبار با تداوم ۱۰ ساعت، مقدار ٦/٦۲٤ گرم گرد و غبار را وارد ریه‌های خود می‌نمایند. هم‌چنین به ازای افزایش ۱۰ میکرو گرم در هر مترمکعب در غلظت ذرات کوچکتر و مساوی ۱۰ میکرون[1] کل مرگ و میر ۱ درصد افزایش می‌یابد (شاهسونی و همکاران، ۲۰۱۱). گرد و غبار منجربه افزایش بیماری‌های مننژیت، تب دره، آسم، عفونت‌های چشمی، بیماری‌های ویروسی و صدمه به DNA سلول‌های پوست و ریه می‌شود.

کلسیم، آهن، آلومنیوم و منیزیم از جمله ترکیبات همراه با ذرات گرد و غبار می‌باشند. آهن ممکن است موجب ورم ملتحمه و آماس شبکیه شود؛ علاوه‌بر این، ورود آهن به بدن از طریق تنفس طولانی مدت، سیدرویس را موجب می‌شود. وجود بیش از ۲/۵ گرم کلسیم موجب بروز سنگ کلیه، گرفتگی مجاری کلیه و رگ‌های خونی بدن می‌شود. ورود ذرات حاوی منیزیم به بدن، باعث تضعیف بدن، افسردگی و گیجی فرد می‌شود. تنفس کوتاه مدت آلومینیوم منجربه سرفه و تحریک شش‌ها و تنفس طولانی مدت، موجب آسیب رساندن به شش‌ها می‌گردد. غلظت بالای ذرات در طوفان‌های گرد و غبار باعث سینوزیت، آسم و آلرژی، صدمه به عملکرد دفاعی ماکروفاژها که منجربه افزایش عفونت‌های بیمارستانی می‌گردد.

ارتباط گرد و غبار با مؤلفه‌های اقلیمی (ابر، بارندگی، دما و رطوبت): ذرات گرد و غبار به‌طور مستقیم و غیرمستقیم از طریق افزایش جذب و یا انعکاس تابش موج بلند یا کوتاه در آب و هوا تأثیر می‌گذارد. گرد و غبار منجربه تغییرات اقلیم در مقیاس جهانی و محلی و هم‌چنین تغییر در چرخه بیولوژیکی- زمین‌شناسی و شیمیایی و محیط‌زیست انسان می گردد. هم چنین اثبات شده است که آئروسل‌های معدنی گرد و غبار بر تشکیل ابر، خصوصیات ابر و میزان نزولات جوی تأثیر می‌گذارد هم‌چنین با افزایش خشکسالی‌ها، طوفان‌های گردوغباری افزایش می‌یابد. از مهم‌ترین شرایط ایجاد گرد و غبار در کنار هوای ناپایدار، وجود یا عدم وجود رطوبت است به طوری‌که اگر هوای ناپایدار رطوبت کافی داشته باشد بارش و طوفان رعد و برق و اگر فاقد رطوبت باشد طوفان گرد و غبار ایجاد می‌کند (علیجانی، ۱۹۹۷). در واقع تغییر در ویژگی عناصر دما، فشار، نم نسبی باعث ایجاد بارش و طوفان رعد و برق و یا سیستم‌های گرد و غباری می‌شود.

1- PM10

مشخص شده است که بارش باران در دوره‌های بهاره، زمستانه و پاییزه نقش به‌سزایی را در کنترل ذرات معلق در ایستگاه‌ها ایفا کند. نتایج تحلیل همبستگی وجود میانگین دمای ماهانه با شاخص غبار آلودگی نشان دادند که همبستگی مستقیمی بین این دو پارامتر وجود دارد ولی رابطه بین میانگین رطوبت نسبی ماهانه و شاخص غبار آلودگی همبستگی معکوس است (ساویدرا و همکاران، ٢٠١٢).

خسارات ناشی از پدیده گرد و غبار: طوفان گرد و غباری هر ساله خسارت زیادی به مزارع، تأسیسات و زندگی بشر وارد می‌نماید. طوفان‌های گرد و غبار می‌تواند باعث افزایش میزان تبخیر و خشک شدن قشر سطحی خاک باعث از بین رفتن پوشش گیاهی و در نهایت عریان شدن سطح زمین شود. از بین رفتن زمین‌های کشاورزی، گسترش نواحی بیابانی و آلودگی آب‌های سطحی از دیگر تاثیرات نامطلوب طوفان‌های گرد و غبار می‌باشد. مواردی هم‌چون تعطیلی عمومی شهرها و تعطیلی مدارس به دفعات مکرر، تعطیلی فرودگاه‌ها، کارخانجات، صنایع، افزایش بروز بیماری‌های متعدد تنفسی، ریوی، چشمی و پوستی از جمله اثرات منفی طوفان‌های گرد و غبار است. از طرفی تخریب اراضی کشاورزی، مراتع و جنگل‌ها به‌ویژه جنگل‌های ناحیه زاگرس، کاهش تولیدات محصولات کشاورزی، تشدید انگیزه مهاجرت از مناطق تحت تأثیر به نقاط دیگر از مواردی است که به شدت جوامع روستایی و کشاورزی را تحت تأثیر قرار خواهد داد.

کنترل گرد و غبار: برای مقابله با طوفان گرد و غبار به برنامه‌های کوتاه‌مدت و درازمدت نیاز می‌باشد. استفاده از مالچ نفتی برای تثبیت ماسه‌های روان از نوع برنامه‌های کوتاه‌مدت است. در حالی‌که از اهم برنامه‌های بلندمدت می‌توان بررسی علل وقوع طوفان‌ها با داده‌های هواشناسی در دوره‌های آماری چندین ساله، تأسیس مرکز تحقیقاتی ویژه برای جستجوی تکنیک‌ها و روش‌های علمی و عملی کنترل شن و پایش مداوم شرایط آب و هوایی و بررسی دقیق تغییرات زیست‌محیطی منطقه اشاره نمود.

پوشش گیاهی و الگوی تغییرات فصلی آن در کنترل توسعه گرد و غبار مهم است. تقویت پوشش گیاهی موجب پایداری سطح و در نتیجه کاهش فرسایش بادی و گرد و غبار می‌شود. گیاهان زبری سطح را افزایش داده و در نتیجه سرعت باد را کاهش می‌دهند؛ سیستم ریشه گیاهان ذرات خاک را به هم چسبیده نگه داشته و با ایجاد سایه، رطوبت خاک را به‌طور موقت افزایش می‌دهند و باعث تثبیت خاک می‌شوند.

تلاش‌های مختلفی برای کنترل طوفان‌های گرد و غباری صورت گرفته است که شامل شیوه‌های مدیریت زمین، عملیات خاکورزی، مکانیکی و ایجاد موانع گیاهی هستند. همه این روش‌ها به‌منظور کاهش سرعت باد در سطح خاک صورت می‌گیرد تا سرعت آستانه برای شروع حرکت ذرات توسط باد افزایش یابد. هنگامی که پوشش گیاهی به اندازه کافی بالا و متراکم باشد از فرسایش خاک توسط باد جلوگیری به عمل می‌آورد. روش‌های مکانیکی کنترل فرسایش باد ایجاد موانع بر سر راه جریان باد می‌باشد.

رهیافت‌های ترویجی

در راستای کاهش وقوع و اثرات پدیده گرد و غبار، دولت راهکارهایی برای مقابله با ریزگردها ارائه نموده است. بر این اساس، احیای تالاب‌ها و تأمین حق‌آبه آن‌ها، تعیین الگوهای جوی مؤثر بر تولید گرد و غبار و اولویت‌بندی کانون‌های مؤثر، توسعه و ارتقای سامانه مدل‌سازی پیش‌آگاهی، ارتقای زیرساخت‌های فناوری برای پیش‌بینی به موقع، اجرای عملیات بیابان‌زدایی و کنترل کانون‌های بحران، توسعه نهال‌کاری و ایجاد جنگل‌های دست کاشت بیابانی در دستور کار قرار داده شده است. هم‌چنین تجهیز مراکز خدمات تشخیصی و مراقبتی بیماری‌های ناشی از استنشاق گرد و غبار و پیش‌بینی اعتبارات موردنیاز اجرای این برنامه‌ها به تصویب هیأت وزیران رسیده است. البته تلاش‌هایی به‌صورت پراکنده در استان‌هایی از کشور، صورت گرفته است، همزمان با تصویب راهکارهای فوق، قائم‌مقام سازمان جنگل‌ها و مراتع، در سال ۱۳۹٤ اعتباری معادل ۵ هزار میلیارد تومان به هیأت دولت برای مقابله با ریزگردها در خوزستان پیشنهاد شده است. در مجموع دو دسته اقدامات آنی و راهبردی در سطح کان برای کنترل پدیده گرد و غبار توسط کارشناسان ارائه و پیشنهاد شده است.

اقدامات آنی شامل موارد زیر هستند:

- تشکیل ستاد ویژه و دائمی، تصمیم‌گیری در شرایط اضطرار و تقویت مراکز منطقه‌ای پژوهشی ریزگردها در در استان‌های درگیر
- اطلاع‌رسانی علمی، دقیق و شفاف در مورد آثار و عواقب این بحران برای ساکنان مناطق درگیر

- شناسایی سریع کانون‌های بالفعل و بالقوه شروع ریزگرد و مهار آن از طریق مالچ پاشی و جنگل کاری مصنوعی توسط نیروهای مردمی بومی، نیروی مقاومت بسیج و سپاه و ارتش به‌صورت ضربتی
- تثبیت کانون‌های داخلی با رهاسازی آب سدها، مهار سیلاب و حفاظت آب و خاک و استفاده از روش‌هایی هم‌چون تثبیت بیولوژیک، شیمیایی و مالچ‌پاشی
- تأمین بودجه لازم برای ایجاد کمربند سبز حاشیه شهرهای درگیر
- تجهیز هلال احمر استان‌های بحرانی با اقلام بهداشتی، توزیع ماسک‌های استاندارد و شیر رایگان در ایام بحرانی
- فراهم آوردن زیرساخت های مناسب دولت و شهر الکترونیک برای کاهش حضور مردم در مکان‌های عمومی- اداری و نیز مراکز آموزشی برای تقویت زیرساخت‌ها به واسطه تعطیلی‌های متعدد
- تقویت ایستگاه‌های پایش وضعیت جوی و نیز سیستم‌های پیش آگاهی هشداردهنده و سیستم‌های ناوبری فرودگاه‌های مناطق درگیر
- پرداخت خسارات ناشی از این پدیده به کشاورزان، صنعت‌گران و سایر مشاغل آزاد
- تقویت زیرساخت‌های بیمارستانی ویژه برای بیماران تنفسی و بیماران خاص و تخفیف تعرفه بیماران مبتلا به بیماری‌هایی با منشاء آلودگی هوا

اقدامات راهبردی نیز در موارد زیر خلاصه شده‌اند:

- ایجاد معاونت ریاست جمهوری در امور بیابان‌زدایی یا قائم مقام در بحرانی‌ترین کانون بیابان‌زایی کشور
- تجدیدنظر اساسی در همه پروژه‌های سدسازی، مدیریت منابع آب، جلوگیری از اجرای پروژه‌های انتقال آب بین‌حوزه‌ای و افزایش حقابه تالاب‌ها
- تجدیدنظر در راهبردهای توسعه بخش کشاورزی و تغییر الگوی کشت
- بازنگری مطالعات زیست‌محیطی در پروژه‌های کلان در حال اجرا توسط گروه‌های پژوهشی دانشگاهی
- تشکیل کمیته بحران بیابان‌زایی و خشکسالی در شورای امنیت ملی

- تعیین ردیف بودجه سنواتی برای مهار ریزگردها و بیابان‌زدایی و توجه ویژه به‌این مساله در تدوین برنامه ششم توسعه
- رایزنی فعالانه با کشورهای عراق، عربستان سعودی و سوریه برای تثبیت کانون های فعـال در ایـن کشورها

منابع

1. Alijani, B. 1997. Climate of Iran. Payam Noor University Press, 221p. (In Persian)
2. Almasi, A., Mousavi, A.R., Bakhshi, S., and Namdari F. 2014. Dust storms and environmental health impact. Journal of Middle East Applied Science and Technology, 3(8): 353-356.
3. Antoine, D., and Nobileau, D. 2006. Recent increase of Saharan dust transport over the Mediterranean Sea, as revealed from ocean color satellite (SeaWiFS) observations. Journal of Geophysical Research, 111, (12): 1-19.
4. Arhami, M., Sillanpaa M, Hu, S., Olson, M.R., Schauerb, J.J., and Sioutas, C. 2009. Size-segregated inorganic and organic components of PM in the communities of the Los Angeles harbor. Aerosol Science and Technology, 43(2): 145-60
5. Azizi, G., Shamsipur, A.A., Miri, M., and Safarrad, T. 2012. Statistical and synoptically analysis of dust in the western half of Iran. Environmental Studies, 38(63): 123-134. (In Persian)
6. Bennion, P., Hubbard, R., O'Hara, S., Wiggs, G., Wegerdt, J., and Lewis, S. 2007. The impact of airborne dust on respiratory health in children living in the Aral Sea region. International Journal of Epidemiology, 36: 1103-10.
7. Boheiraie, H., Ayazi, S.M., Rajaie, M.A., and Ahmadi, H. 2011. Synotpic statsical analyse dust phenomenon in Ilam. Quartevly Journal of Human Geogrolphy. 4(1): 47-67.
8. Darvishi-Boloorani, A., Nabavi, S., Azizi, R., and Bahrami, H. 2013. Characterization of dust storm sources in western Iran using a synthetic approach. Advances in Meteorology, Climatology and Atmospheric Physics Springer, Part of the series Springer Atmospheric Sciences. Pp: 415-420.
9. Ekhtesasi, M., and Gohari, Z. 2013. Determining area affected by dust storms in different wind speeds, using satellite images (case study: Sistan plain, Iran). Desert, 17: 193-202.
10. Esmaili, O., Tajrishy, M., and Arasteh, P.D. 2006. Evaluation of dust sources in Iran through remote sensing and synoptical analysis, AECRIS Proceedings, 136-143.

11. Farajzadeh-Asl, M., and Alizadeh, Kh. 2011. Spatial and temporal analysis of dust storm in Iran. Journal of Spatial Planning, 15(1): 65-85. (In Persian)
12. Ghaffari, D. 2014. Investigation on concentration of environmental pollutants of dust events in Hamadan (Iran), M.Sc. Thesis in Watershed Msanagement, Malayer University. 106p. (In Persian)
13. Goudarzi, G., Shirmardi, M., Khodarahmi, F., Hashemi-Shahraki, A., Alavi, N., Ankali, K., Babaei, A.A., Soleimani, Z., and Marzouni, M.B. 2014. Particulate matter and bacteria characteristics of the Middle East Dust (MED) storms over Ahvaz, Iran. Aerobiologia, 30(1): 333-7.
14. Goudie, A.S. 2009. Dust storms: recent developments. Journal of Environmental Management, 90: 89–94.
15. Goudie, A.S. 2014. Desert dust and human health disorders. Environment International, 63: 101-113.
16. Hamidi, M., Kavianpour, M.R., and Shao, Y. 2013. Synoptic analysis of dust storms in the Middle East. Asia-Pacific Journal of Atmospheric Sciences, 49: 279–86.
17. Hamidi, M., Kavianpour M.R., and Shao Y. 2014. Numerical simulation of dust events in the Middle East. Aeolian Research, 13: 59–70.
18. Kaskaoutis, D.G., Kosmopoulos, P., Kambezidis, H.D., and Nastos, P.T. 2007. Aerosol climatology and Discrimination of different types over Athens, Greece based on MODIS data. Atmospheric Environment, 41: 7315-7329.
19. Lashkari, H., and Keykhosravi, Gh. 2010. Statistical analysis of dust storms from 1990 to 2004. Geographical Information (Sepehr), 65: 17-33
20. Miller, S.D., Kuciauskas, A.P, Liu, M., Ji, Q., Reid, J.S., Breed W.D., Walker, A.L., and Mandoos, A.A. 2008. Haboob dust storms of the southern Arabian Peninsula. Journal of Geophysical Research, 113(116): 1-18.
21. Prospero, J.M., Ginoux, P., Torres, O., Nicholson, S.E., and Gill, T.E. 2002. Environmental characterization of global sources of atmospheric soil dust identified with the Nimbus 7 Total Ozone Spectrometer (TOMS) Absorbing Aerosol Product. Journal of Geophysical Research, 40(2): 2-31.
22. Rashki, A., Kaskaoutis, D.G., Francois, P., Kosmopoulos, P.G., and Legrand, M. 2015. Dust-storm dynamics over Sistan region, Iran: Seasonality, transport characteristics and affected areas. Aeolian Research, 16: 35-48.
23. Rezazadeh, M., Irannejad, P., and Shao, Y. 2013. Climatology of the Middle East dust events. Aeolian Research, 10: 103-109.
24. Saaedra, S., Rodriguez, A., Taboada, J.J., Souto, J.A., and Casares, J.J. 2012. Patterns and air mass transport during ozone esiodes in northvestern liberia. science of to tal enivironmental, 441:97-110
25. Samadi, M., Darvishi Boloorani, A., Alavipanah, S.K., Mohamadi, H., and Najafi, M.S. 2014. Global dust Detection Index (GDDI); a new remotely sensed

methodology for dust storms detection. Journal of Environmental Health Science and Engineering, 12(1): 20. Doi: 10.1186/2052-336X-12-20.
26. Shahsavani, A., Yarahmadi, M., Mesdaghinia, A., Younesian, M., Jaafarzadeh-Haghighifard, N., Naimabadi, A., Salesi, M., and Naddafi, K. 2012. Analysis of Dust Storms Entering Iran with Emphasis on Khuzestan Province. Hakim Research, 15(3): 192- 202. (In Persian)
27. Shao, Y., and Dong, C.H. 2006. A review on East Asian Dust storm Climate, Modeling and monitoring. Global and Planetary Change, 52: 1-22.
28. Song, Z., Wang, J., and Wang, S. 2007. Quantitative classification of northeast Asian Dust events. Journal of Geophysical Research, 112(D4). doi:1029/2006JD007048
29. Tan, M., Li, X., and Xin, L. 2014. Intensity of dust storms in China from 1980 to 2007: A new definition. Atmospheric Environment, 215-222.
30. Wang, H., Jia, X., Li, K., and Li, Y. 2015. Horizontal wind erosion flux and potential dust emission in arid and semiarid regions of China: A major source area for East Asia dust storms. Catena, 133: 373–384.
31. Zolghi, E., Goodarzy, G.R., and Saki, A. 2013. Quantification of health effects comparison of criteria air pollutants in Ahvaz, Bushehr and Kermanshah regions by using of AIR Q Model. 15th National Conference on Environmental Health. Ministry of Health and Medical Education. Gilan, Iran, 8p. (In Persian)
32. Zolfaghari, H., Masoumpour Samakosh, J., Shaygan Mehr, Sh., and Ahmdi, M. 2011. A synoptic investigation of dust storms in western regions of iran during 2005- 2010 (A Case Study of Widespread Wave in July 2009). Geography and Environmental Planning, 43(3): 5-8. (In Persian)

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Conservation and Utilization of Natural Resources, Vol. 4 (2), 2015
http://ejang.gau.ac.ir

An investigation on sources, consequences and solutions of dust storm phenomenon in Iran

D. Ghaffari[1] and *R. Mostafazadeh[2]
[1]M.Sc. Graduated of Watershed Management, Faculty of Natural Resources and Environmental, Malayer University, Malayer, Iran, [2]Assistant Professor, Department of Rangeland and Watershed Management, Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
Received: 2015/05/8 ; Accepted: 2015/11/22

Abstract

Dust events are common phenomena in arid and semi-arid areas. The dust storms have harmful impacts on human health. The purpose of this paper is to review recent studies on the nature of dust storms including their main sources areas, frequency, causes, effects and consequences in Iran. At present, 22 provinces of Iran are affected by dust storm phenomenon with different intensities. Some areas in Mesopotamia are the main regions in dust production. In recent years, dust storms occur all year round with the highest frequency at June and July. The main causes of the dust events especially over the western parts of Iran can be atmospheric instability in the deserts of Saudi Arabia, Iraq, Kuwait, and Syria, successive and intensive droughts along with the lack of vegetation cover. The combination of climate and human activities and their habitation patterns which increase soil degradation, aeolian erosion, desertification and degradation of nutrients required for plants, intensify dust storms. Dust control methods are land management practices, tillage and mechanical operations particularly creation of plant barriers. Also, some short- and long-term policies and strategies are needed to improve the infra-structure facilities and management actions in the vulnerable areas of the country. It can be concluded that the consequences of dust storm is a multi-dimensional issue and comprehensive solution is needed to control and mitigate the unwanted effects of dust storm events in vulnerable areas.

Keywords: Dust storms, Human health, Suspended particles, Mitigation management

*Corresponding author: raoofmostafazadeh@yahoo.com