|  |
| --- |
| هشدار جهانی برای جلوگیری از وقوع طوفان های گرد و غبار  |
| سیده مریم طاهرزاده موسویان/کارشناس ارشد جنگلداری  |
|

|  |
| --- |
|  |

 |
| http://www.boomesa.com**یکی از مشکلاتی که در چند سال اخیر در اثر دخالت های بشری و استفاده غیر منطقی از منابع طبیعی و تخریب آن در حال گسترش است پدیده گرد و غبار است. طوفان های گرد و غبار رویدادهای طبیعی هستند که به طور گسترده در سرتاسر جهان در مناطق خشک و نیمه خشک به خصوص در عرض های ساب تروپیکال و تحت خشکسالی شدید اتفاق می افتند. مناطق خشک که بیش از 40 درصد سطح زمین را می پوشانند منبع مهمی از طوان های گرد و غبار در جهان هستند (2). از آنجا که ایران با مساحتی حدود 1/65 میلیون کیلومتر مربع در جنوب غرب آسیا و در نوار خشک جهان واقع شده است فلات مرکزی آن به عنوان یکی از معروفترین مناطق خشک جهان با این مسئله مواجه است .**اولین واقعه **طوفان گرد و غبار** در منطقه جنوب غرب **ایران** و کشور **عراق** در بین سال های 1363 تا 1367 گزارش شده است(50). با نگاهی به روند شکل گیری این **پدیده** مخرب در می یابیم که تا سال 1380 این **پدیده** گذرا بوده است اما در سال های بعد، این **پدیده** به تدریج در شهرهای جنوبی گسترش یافت به طوریکه در سال 1387 ، 18 استان کشور را فرا گرفته و اثرات منفی زیادی را به سلامت انسان و **محیط زیست** و حتی بر اقتصاد کشور وارد ساخت (4). با توجه به خسارت زیاد این **پدیده** و احتمال **افزایش وقوع** آن در سال های آتی لزوم التفات به آن از سوی دولت و اجرای راهکارهای مناسب، از تشدید **وقوع** این **پدیده** جلوگیری خواهد کرد. بدیهی است می توان قبل از اجرای طرح های عملیاتی با داشتن اطلاعات و شناخت کافی از این **پدیده** و نحوه و علل **وقوع** آن، راه های مناسب را برای مقابله با آن پیدا نمود. بدین منظور لازم است همراه با شناخت، از تجربیات و یافته های سایر کشورها نیز در این زمینه استفاده کرد تا با به کار بردن روش های صحیح و اصولی، گامی اساسی در این راه برداشته شود در این جا ابتدا به تعریف این **پدیده** و تقسیم بندی آن در **جهان** پرداخته و سپس دلایل **وقوع** و اثرات این **پدیده** در **ایران** و سایر کشورها و راهکارهای ممکن برای پیشگیری و مقابله با آن بررسی می شود. امید است که این مطالعه گامی هر چند کوتاه برای شناخت بیشتر و زنگ خطری برای محققین و مسئولان کشور باشد تا با توجه بیشتر به این **پدیده** و بررسی اثرات زیان بار آن با اجرای طرح های عملیاتی، هرچه سریعتر با **طوفان های گرد و غبار** مقابله شده و از تشدید **وقوع** آن در آینده کاسته شود .1. **مراکز تولید گرد و غبار در ایران و جهان**

**١-١- مراکز تولید گرد و غبار در جهان**بارندگی و دما اولین فاکتورهای مهم ارزیابی آب و هوا در **جهان** محسوب می شوند که نقش زیادی در توسعه و گسترش پوشش گیاهی یک منطقه دارند. کاهش میزان رطوبت و **افزایش** دما باعث **افزایش** تبخیر و تعرق و ایجاد **خشکی** ، کاهش پوشش گیاهی و کاهش چسبندگی ذرات **خاک** می شود. در نتیجه **خاک** در اثر وزش بادهای شدید به حرکت در آمده و همراه با آن جابجا می شود بنابراین **وقوع خشکسالی** که در سال های اخیر به دلیل تغییرات اقلیمی و [**پدیده بیابان زایی**](http://www.boomesa.com/fa/article/124) شدت گرفته، می تواند نقش زیادی در **افزایش** این **پدیده** داشته باشد. اثبات علت **وقوع** این **پدیده** به سهولت امکان پذیر نیست و نیازمند بررسی های آماری جامع و طولانی مدت پارامترهای جوی می باشد، هر چند روند **افزایش** دمای سطح زمین و **افزایش** غلظت گازهای گلخانه ای و نیز روند رو به رشد تولید ذرات معلق و غبارها تقریباً قطعی می باشد.**وقوع بیابان زایی** و تخریب پوشش های گیاهی و استفاده بیش از اندازه و نامناسب از زمین های کشاورزی و در نتیجه تضعیف حاصلخیزی و دوام **خاک** که در نتیجه **افزایش** رشد جمعیت بشر شدت یافته است باعث شکل گیری و گسترش **بیابان** ها و **افزایش فرسایش بادی** و در نتیجه باعث از دست رفتن **خاک** های سطح الارضی و **افزایش وقوع طوفان های گرد و غبار** می شود .در حقیقت می توان **بیابان** ها و دریاچه های **خشک** شده را که به علت تغییرات اقلیمی به **بیابان** های کوچک تبدیل شده اند از **مراکز تولید** **گرد و غبار** دانست بنابراین **مراکز تولید گرد و غبار** معمولاً در **مناطق خشک جهان** قرار دارند (تصویر 1) . این **مناطق** دارای بارندگی سالانه کمتر از 200 تا 250 میلیمتر بوده که به لحاظ توپوگرافی در **مناطق** پست **جهان** واقع می باشند (3) . این **پدیده** در دشت ها نسبت به کوهستان ها و در **بیابان** ها یا حاشیه ی آنها نسبت به سایر **مناطق** بیشتر اتفاق می افتد . بزرگترین و فعالترین **مراکز تولید گرد و غبار** در **جهان** مناطقی هستند که فعالیت های بشری در این **مناطق** محدود است این مراکز همچون کمربندی از **غبار** از سواحل شمال غربی آفریقا آغاز شده و ضمن عبور از خاور میانه، آسیای مرکزی و جنوبی به چین می رسند. به عبارت دیگر نیمکره جنوبی را می توان عاری از هرگونه **غبار** دانست (تصویر 2و3) (4) . مطالعات اخیر نشان داده که **بیابان** صحرا(در شمال غرب افریقا) نقش زیادی در تولید **گرد و غبار** **جهانی** نسبت به سایر **مناطق** مثل خاورمیانه ، جنوب غرب آسیا ، مرکز استرالیا و افریقای جنوبی دارد (17) . ارزیابی می شود که انتشار **گرد و غبار** **جهانی** نزدیک 1000 تا 3000 تن در سال است و این میزان در **بیابان** صحرا حدود 500 تا 1000 تن در سال می باشد یعنی حدود نصف **گرد و غبار** تولید شده در **جهان**. بزرگترین منبع **گرد و غبار** بعد از **بیابان** صحرا در کشور چین است اگرچه Tanaka و Chiba در سال 2006 فقط میزان 214 تن و Laurent و همکارانش در سال 2006 مقدار بین 100 تا 460 را برای این کار محاسبه کردند . و سومین منطقه فرورفتگی Bodele از اهمیت زیادی برخوردار است که به تنهایی عامل تولید 6 تا 18 درصد از انتشار **گرد و غبار** **جهانی** است. در حالیکه مساحت چندان زیادی ندارد و دلیل آن مقاومت بسیار کم **خاک** این منطقه است .ریزگردها 1ریزگردها 3تصویر(1)- توزیع و گسترش **مناطق خشک** در **جهان** تصویر(2)- خطوط هم تراز **مراکز تولید گرد و غبار** را نشان می دهد    ریزگردها 4                  تصویر(3)-**مراکز** فعال **تولید گرد و غبار** در **جهان** را نشان می دهند. این **طوفان ها** در 4 ناحیه ی مهم در **جهان** اتفاق می افتد مرکز آسیا ، شمال امریکا، مرکز افریقا ، ساحل و استرالیا (5) **١-٢ – مراکز تولید گرد و غبار در ایران**کشور ما با مساحتی بیش از 164 میلیون هکتار، در عرض جغرافیایی 25 تا 40 درجه شمالی واقع شده است که در نوار **خشک** یا **بیابانی** کره زمین قرار دارد . مهمترین عامل موثر در **خشکی** آب و هوای کشور ما، فشار زیاد مجاور حاره ای است . بعد از آن بادهای آلیزه که نواحی پایین تر از عرض های جغرافیایی 30 تا 35 درجه شمالی کشور را تحت تاثیر قرار می دهند و در **خشکی** نواحی مرکزی و جنوبی کشور موثرند(3) وضعیت توپوگرافی خاص چین خوردگی ها و محصورشدن اراضی پست درحد فاصل آنها منجر به شکل گیری مناطقی با آب و هوا ، بارندگی و توان بیولوژیکی متفاوت در سراسر **ایران** شده است . بر اساس نقشه ی **مناطق خشک جهان** ه در اطلس **جهانی بیابان زایی** توسط یونپ در سال 1997 به چاپ رسیده است در **ایران** به جز **مناطق** محدودی از شمال و غرب کشور که دارای اقلیمی مرطوب و نیمه رطوب می باشد بقیه سطح کشور در رده سرزمین های **خشک** قرار دارد. بر اساس آمار سال 1377 که توسط سازمان جنگلها و مراتع کشور منتشر شده است بیش از 80% از وسعت کشور در قلمرو اقلیم **خشک** و نیمه **خشک** قرار دارد . 25/7 درصد از وسعت کشور یعنی معادل 34 میلیون هکتار در قلمرو اراضی **بیابانی** و شن زار و کویری است که به شرح جدول (1) می باشد . **بیابان** های **ایران** وسعتی نزدیک به 47 میلیون هکتار از اراضی مرکز ، جنوب و شرق کشور را به خود اختصاص داده است . از مجموع 90 میلیون هکتار از اراضی مرتعی در کشور، 16 میلیون هکتار آن را مراتع **بیابانی** تشکیل می دهند که سخت در معرض **فرسایش بادی** قرار دارند و به عنوان کانون های بحرانی محسوب می شوند . از مجموع مساحت **مناطق** کویری **ایران** 19/8 میلیون هکتار آن تحت تاثیر **فرسایش بادی** قرار دارد که در حدود 6/5 میلیون هکتار آن همه ساله به تأسیسات انسانی خسارت وارد می کنند (7) .                                                جدول1- پراکندگی اراضی **بیابانی** در **ایران**(8)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| نام اراضی | اراضی بیابانی و کویری | اراضی شنزار فعال و غیر فعال | تپه های شنی فعال | جمع |
| مساحت به میلیون هکتار | 21/1 | 7/9 | 5 | 34 |
| مساحت به درصد | 61% | 24% | 15% | 100% |

علاوه بر **خشک** بودن شرایط آب و هوایی در قسمت اعظم این کشور ، **خشکسالی** های زیادی نیز اتفاق می افتد . به طورکلی پراکندگی جغرافیایی میزان **خشکسالی** محاسبه شده درنواحی جنوبی کشور، از گستردگی بیشتری برخوردار است و هرچه از بخش های جنوبی و مرکزی کشور فاصله گرفته می شود از شدت و فراوانی **خشکسالی** ها نیز کاسته می شود . ویژگی های **خشکسالی ایران** نشان می دهد که به طورکلی قسمت اعظمی از کشورمان ، ازاین **پدیده** در امان نبوده و به نسبت موقعیت طبیعی خود اثرهای این **پدیده** مخرب را تجربه می نماید و به خصوص بخش های جنوبی، شرقی و مرکزی کشور به علت نوسانات زیاد در مقادیر بارندگی، از آسیب پذیری بیشتری برخوردار هستند(4) .البته کانون **گرد و غبار**های اخیر در غرب و شمال غرب بغداد بوده است. این **پدیده** که ناشی از **خشکسالی** های اخیر در **مناطق** جنوبی و مرکزی **عراق** و همچنین **مناطق** غربی و شمال **عربستان** به وجود آمده باعث شده تا **مناطق** مرتعی و هورهای منطقه خشکیده و به **بیابان** های تحت **فرسایش بادی** تبدیل گردند(27) .**٢- تعریف گرد و غبار و تقسیم بندی آن در جهان**این **پدیده** در کشورهای مختلف نام های مختلفی به خود گرفته است مثلاً در شمال شرق هند Haboob یا بادهای موسمی ( 8)، در افریقا و کشور های عربی به نام Phantom یا شبح و در بعضی **مناطق** Devil به معنای دیو نامیده می شوند(5) .**طوفان های** ناشی از **فرسایش بادی** را به شیوه های مختلفی دسته بندی می کنند؛ یکی ازاین روش ها تقسیم بندی بر اساس نوع ذرات **گرد و غبار** است که بر این اساس **طوفان** ها به دو دسته تقسیم بندی می شوند (1):١) **طوفان های ماسه ای**٢) **طوفان های گرد و غبار**ماسه، ذرات خاکی با اندازه قطر 0/6 تا 1 میلی متر است در حالی که **گرد و غبار** یا Dust به ذرات کوچکتر از 0/6 میلیمتر گفته می شود. ولی عملاً فقط ذرات **گرد و غبار**ی که زیر 0/1 میلیمتر قطر دارند می توانند به مدت طولانی معلق در هوا قرار گرفته و **طوفان های گرد و غبار** را ایجاد کنند . گرچه شکل گیری **طوفان های ماسه ای** باعث کاهش دید مي شوند ولی چون از ذرات درشت تری تشکیل یافته اند فقط در مجاورت سطح زمین حرکت کرده و وارد طبقات بالاتر اتمسفر نمی شوند. ولی **طوفان های گرد و غبار** می توانند تا ارتفاعات بالا رفته و مسافت های طولانی را نیز در سطح زمین طی کنند (1) به طوری که حتی می توانند چندین قاره را تحت تأثیر خود قرار دهند. مثلاً شمال افریقا منبع **گرد و غبار** برای رسوب در جنوب اروپاست یا **گرد و غبار** چین در اقیانوس آرام رسوب می کند(2) در حلی که تپه های ربع الخالی در **عربستان طوفان های ماسه ای** تولید می کنند درنتیجه پوشش این تپه ها **ماسه ای** است و ایجاد **گرد و غبار** نمی کند .اما شیوه ی دیری که برای تقسیم بندی **طوفان های گرد و غبار** به کار برده می شود استفاده از شاخص هایی چون سرعت باد و قابلیت دید در هنگام **وقوع طوفان** است . مثلا Joseph در سال 1980 **طوفان های** اتفاق افتاده در شمال شرقی هند را به سه دسته تقسیم بندی کرد(8):١- **طوفان های گرد و غبار** ضعیف : وقتی که سرعت باد برابر 6 درجه ی Beafort و قابلیت دید بین 500 تا 1000متر باشد ٢- **طوفان های گرد و غبار** متوسط : وقتی که سرعت باد برابر 8 درجه ی Beafort و قابلیت دید 200 تا 500 متر باشد .٣- **طوفان های گرد و غبار** قوی : وقتی که سرعت باد برابر 9 درجه ی Beafort و قابلیت دید کمتر از 200 متر باشد .در چین نیز همین تقسیم بندی در نظر گرفته می شود تنها تفاوت آن این است که **طوفان های** قوی نیز خود به دو درجه دیگر تقسیم بندی می شوند (8) :١- **طوفان های** قوی : وقتی سرعت باد 50 متر بر ثانیه و قدرت دید کمتر از 200 متر باشد .٢- **طوفا های** خطرناک : وقتی سرعت باد 25 متر بر ثانیه و قدرت دید صفر تا 50 متر باشد که به آن شیطان سیاه هم گفته می شود .**٣- روند پیشرفت پدیده گرد و غبار در ایران**اولین واقعه **طوفان های گرد و غبار** در منطقه جنوب غرب **ایران** و کشور **عراق** در بین سال های 1363 تا 1367 گزارش گردید.اما در سال 1380 **گرد و غبار** ایستایی رخ داد به این معنا که در شهرهای خرمشهر ، آبادان و شادگان 6 بار **گرد و غبار** با ماندگاری یک روز و میزان **گرد و غبار** 2010 میکروگرم بر مترمکعب یعنی حدود 7 برابر حدمجاز همه جا را فرا گرفت . روند این نمودار در سال های بعد ثابت بود و مسئولان به سادگی از کنار آن گذشتند . در سال 1385 برخی از شهرهای خوزستان به مدت 19 بار با ماندگاری 48 ساعت با **گرد و غبار** غلیظ 2700 میکروگرم بر مترمکعب ( بیش از 10 برابر حد مجاز ) مواجه شدند و 3 روز پرواز فرودگاه اهواز لغو شد . در سال 1386 تمام شهرستان های استان خوزستان وارد این بحران شدند به طوریکه در این سال **پدیده** **گرد و غبار** با ماندگاری 72 ساعت و میزان غلظت 8360 میکروگرم بر مترمکعب یعنی 32 برابر حدمجاز در استان به **وقوع** پیوست که منجر به تعطیلی 3 روزه مدارس و یک روزه دستگاه های اجرایی شد(4)در سال 1387 **ایران** وارد یک **خشکسالی** شدید شد و از طرفی کشور **عراق** نیز به نوعی **خشکسالی** را تجربه کرد و موجب پیچیده تر شدن وضعیت گردید به طوری که برنامه **محیط زیست** سازمان ملل UNEP رسماً به سازمان **محیط زیست** **ایران** درخصوص شکل گیری فاجعه زیست محیطی در غرب **عراق** هشدار داد. ولی متأسفانه هیچ یک از سازمان های مرتبط با این بحران گامی اساسی برای حل این مشکل برنداشتند و به این ترتیب شرایط به گونه ای پیش رفت که ذرات **گرد و غبار** بیش از 18 استان کشور از جمله تهران ، قزوین ، سمنان ، کردستان ، مرکزی حتی مازندران و گیلان را هم در بر گرفت(4) .**۴- شدت وقوع پدیده گرد و غبار درفصول مختلف سال**طبق تحقیقات انجام شده، این **پدیده** وقتی که بارندگی کم و شدت **خشکی** زیاد شود ،**افزایش** می یابد . نمودار شماره 1 تعداد روزهای **وقوع** این **پدیده** در ماه های مختلف سال 1387 در شهر اهواز را نشان می دهد .در اواخر فصل بهار و اوایل تابستان (4،50) بیشترین تعداد **وقوع گرد و غبار** دیده می شود به طوریکه طبق آمار سال 1386 در فصول پاییز و زمستان سال 1386 ،31 مورد **وقوع گرد و غبار** مشاهده شد اما فقط در 4 ماه اول سال 1387 ، 22 مورد بروز **پدیده** **گرد و غبار** با میانگین ماندگاری 60 ساعت رخ داد (4).Wang shigong و همکارانش در سال، 1995 **خشکی** طولانی مدت ، بی ثباتی درطبقات اتمسفری و جریان سریع باد از طبقات پایین به طبقات بالایی جو را از علل افزایش **وقوع** این **پدیده** در فصل بهار می داند(34) .ریزگردها 6نمودار شماره(1) : تعداد روزهای همراه با **پدیده گرد و غبار** را درسال 1387 در شهر اهواز رانشان می دهد (4) **۵- منشأ پدیده گرد و غبارهای اخیر در ایران**شواهد حاکی از آن است که 80 درصد **گرد و غبار**ها و آلودگی های ناشی از آنها منشأ خارجی دارد و به وضعیت صحراهای واقع در شرق مدیترانه تا کشور **ایران** از جمله صحراهای بین النهرین در **عراق** ، صحراهای **عربستان** و غرب سوریه باز می گردد(51) . منبع تولید **گرد و غبار** در کشورهای **عربستان** ، **عراق** ، سوریه در رتبه بندی نخست و امارات متحده ی عربی ، قطر ، کویت ،ترکمنستان و برخی از کشورهای شمال افریقا در رتبه بندی دوم قرار دارند .منشأ ورود **گرد و غبار** قبلاً **عربستان** و شمال افریقا بود . جنس **گرد و غبار** انتقال یافته از این **مناطق** به گونه ای بود که تا 24 ساعت برطرف می شد . علت درشتی ذرات و ته نشین شدن سریع آنها بود. اما جنس **خاک** در کشور **عراق** ، شرق اردن و بخشی از کویت ریز بوده و تا یک هفته طول می کشید تا ته نشین شود (51)تصویر شماره 9(الف) نقشه پراکنش مکانی چشمه های تولید **گرد و غبار** را در منطقه ی بین النهرین در سال 1368 و در تصویر 9(ب) این چشمه ها را در سال 1387 نشان می دهد. اگرچه توزیع مکانی این نقاط از یک توزیع تصادفی تبعیت می کند ولی می توان آنها را دسته بندی نمود و محدوده  این دسته ها را به عنوان نواحی و کانون های **طوفان** معرفی نمودکه تصویر 9ج این دسته ها را نشان می دهد . همانطور که در تصاویر مشخص است تعداد این چشمه ها در طی تقریباً 20 سال **افزایش** بسیار زیادی داشته است . بیشتر چشمه های تولید **غبار** در کشور **عراق** قرار دارند ولی این چشمه ها در استان های جنوبی از جمله خوزستان ، ایلام و کردستان نیز به چشم می خورند. ولی طبق تصویر مؤثرترین نواحی در **وقوع** این **پدیده** در کشور **عراق** قرار دارند .ریزگردها 5تصویر شماره 9- (الف): پراکنش مکانی چشمه های تولید **گرد و غبار** را در منطقه ی بین النهرین در سال 1368 که توسط Wilkerson معرفی شد (ب) نقشه این پراکنش در سال 1387 و (ج) دسته بندی این مراکز در این سال را نشان می دهد(50 ) ریزگردها 2نمایی از **طوفان گرد و غبار** در آوریل 2003 شهر Beijing در کشور چین (45) |

**۶- منشأ پدیده گرد و غبارهای اخیر در ایران**

شواهد حاکی ازآن است که 80 درصد **گرد و غبارها** و آلودگی های ناشی از آن از این گرد و غبارها منشا خارجی دارد و به وضعییت صحراهای واقع در شرق مدیترانه تا کشور ایران از جمله صحراهای بین النهرین در عراق ، صحراهای واقع در شرق مدیترانه تا کشور ایران از جمله صحراهای بین النهرین در عراق ، صحراهای عربستان و غرب سوریه باز می گردد(51) .

چشمه های تولید گرد و غبار در کشورهای عربستان ، عراق ، سوریه در رتبه بندی نخست و امارات متحده ی عربی ، قطر ، کویت، ترکمنستان و برخی از کشورهای شمال افریقا در رتبه بندی دوم قرار دارند .منشا ورود گرد و غبار قبلا عربستان و شمال افریقا بود . جنس **گرد و غبار** انتقال یافته از این مناطق طوری بود که تا 24 ساعت برطرف می شد . علت این بود که این ذرات دانه درشت تر بودند و خیلی سریع ته نشین می شدند . اما در کشور عراق ، شرق اردن و بخشی از کویت جنس خاک ریزتر بود و تا یک هفته طول می کشید تا ته نشین شود (51(

تصویر شماره 9 (الف) نقشه پراکنش مکانی چشمه های تولید گرد و غبار را در منطقه ی بین النهرین در سال 1368 و در تصویر 9، (ب) این چشمه ها را در سال 1387 نشان می دهد که اگرچه توزیع مکانی این نقاط از یک توزیع تصادفی تبعیت می کند ولی می توان آن را دسته بندی نمود و محدوده ی این دسته ها را به عنوان نواحی و کانون های طوفان معرفی نمودکه تصویر 7،ج این دسته ها را نشان می دهد . همانطور که در تصاویر مشخص است تعداد این چشمه ها در طی تقریبا 20 سال افزایش بسیار زیادی داشته است . بیشتر چشمه های تولید غبار در کشور عراق قرار دارند ولی این چشمه ها در استان های جنوبی از جمله خوزستان ، ایلام . کردستان نیز به چشم می خورند اما برطبق تصویر شماره 8 موثرترین نواحی در وقوع این پدیده در کشور عراق قرار دارند .


تصویر شماره 9- (الف): پراکنش مکانی چشمه های تولید گرد و خاک را در منطقه ی بین النهرین در سال 1368 که توسط Wilkerson معرفی شد (ب) نقشه این پراکنش در سال 1387 و (ج) دسته بندی این مراکز در این سال را نشان می دهد(50 ) .


تصویر شماره 10 : مهمترین نواحی موثر بر توفان های گرد و غبار اتفاق افتاده در ایران(50)

**۷- اثرات پدیده**

**۷-١- انتقال به سایر مناطق**

همانطور که عنوان شد ذرات گرد و غبار به دلیل کوچک بودن ذراتشان می توانند تا ارتفاعات بالای جو انتقال و مسافت زیادی را در سطح زمین طی کنند بنابراین اثراتشان فقط محدود به محل وقوع طوفان ها نمی شود بلکه می توان اثرات آنها را کیلومترها دورتر از محل وقوعشان جستجو کرد و همین امر منجر به اهمیت جهانی این گونه حوادث و رویداد ها شده است . تحقیقات گسترده ای در زمینه ی منشایابی این گونه پدیده ها در جهان انجام شده که این امر را اثبات می کند . Mattson و Nilsen در سال 1996 نشان داد که صحرای بزرگ افریقا منبع اصلی گرد و غبار در جهان است (23).
به طوریکه این منطقه یک منبع گرد و غبار برای رسوب در جنوب اروپاست . Wu و همکارانش در سال 2007 و Wong و همکارانش در سال 2008 یک رابطه ی قوی بین طوفان های اتفاق افتاده در افریقا با شدت پیک های اتفاق افتاده در ناحیه ی شمالی آتلانتیک مشاهده کرد . همچنین گرد و غبارهای این بیابان گاهی اوقات به فلوریدا در امریکا رسیده و منجر به تیرگی هوا در این منطقه می شود (2) . گرد وغبار شمال امریکا به کانال کالیفرنیای ایسلند و شرق اقیانوس آرام منتقل می شود . اوکراین هم گرد و غبار رسیده از اسلوواکی را دریافت می کند . گرد و غبار از دریاچه حوزه EYRE در استرالیا در شرق Antactica تجمع می یابد (29(

Pease و همکارانش در سال 1998 نشان دادند که مناطق خشک و نیمه خشک اطراف خلیج فارس و دریای عمان یکی از منابع اصلی گرد و غبار جهانی اند . هند ، پاکستان ، ایران و شبه جزیره عربستان منجر به رسوب در اقیانوس آرام می شوند (20(


تصویر شماره 11: شمایی از انتقال ذرات گرد غبار آسیا توسط بد به قینوس آام

به طوری که اندازه گیری های به عمل آمده در ماه April سال 1988 نشان داد که این گرد و غبار ها حاوی مقدار زیادی آهن و گوگود هستند . (5).تحقیقات Swap و همکارانش در سال 1992 نشان داد که هر طوفان گرد و غبار در بیابان های صحرا می تواند 480000 تن از شن و ماسه را در قسمت های شمال شرقی دره آمازون حمل کند . انتقال سالیانه ماسه نزدیک 13 میلیون تن به این معنی است که طوفان های گرد و خاک حدود 190 کیلوگرم ذرات ماسه و گرد و غبار را در هر هکتار سالیانه در این ناحیه انتقال می دهد . و تخمین زده شده که همراه با این انباشته شدن حدود 1 تا 4 کیلوگرم فسفات نیز منتقل می شوند (27(

**۷-٢- تأثیر بر آب و هوا**

ذرات گرد و غباراز طریق انعکاس و جذب نور خورشید به طور مستقیم در تغییرات آب وهوایی موثر است(30، 43) به طوری که Legrand و همکارانش در سال 1988 همین امر را در بیابان های صحرا به اثبات رسانید (26) . Wang و همکارانش در سال 1995 نشان دادند که ذرات معلق روی تابش های ورودی و خروجی سطح زمین موثرند تحقیقات آنها نشان داد که ذرات گرد و غبار تاثیراتی روی جذب نور خورشید در لایه های زیر 3000 متری اتمسفر دارد (26). Ackerman و Hyosange chung در سال 1992 ، تاثیر تجمع گرد و غبار را روی انرژی ورودی و خروجی نور خورشید بررسی کردند . تحقیقات آنها نشان داد که وقتی هوای بالای اقیانوس ها گرد و خاکی است طول موج کوتاه بالای لایه های اتمسفر تا 90 - 40 w/m2 افزایش می یابد در حالی که در شرایط بدون گرد و غبار این طول موج 20- 5 w/m2 است (26(

این ذرات از طریق تغییراتی که در وضعیت ظاهری ابرها و فعالیت های همرفتی (14، 31) ایجاد می کند می تواند به طور غیرمستقیم بر آب و هوا موثر باشد (2). بدین صورت که زمینه را برای تشکیل هسته های ابری فراهم آورده در نتیجه باعث ایجاد قطرات زیادتر و ریزتر شده که همین امر منجر به اعکاس بیشتر نور خورشید شده به طوری که بیش از 90% نور رسیده به سطح زمین را منعکس کرده که این امرخود بر کاهش دمای هوا موثر است (تصویر شماره 13) (44،4) . از طرف دیگر خود این ذرات وقتی به صورت توده ای در اتمسفر تجمع یابند ایجاد ابرهای بزرگی از گرد وغبار کرده که مثل یک روکش امواج بلند رادیویی صادر شده از زمین را به دام می اندازند بنابراین این طوفان ها می توانند در گرمایش زمین نیز موثر باشند

همچنین طوفان های گرد و غبار باعث تمرکز بیشتر سولفات ها و نیترات ها می شوند که افزایش این دو ماده ی شیمیایی باعث ایجاد واکنش های سطحی شده و باعث کاهش میزان ازون جو می شود . مطالعات انجام شده در ایتالیا هم نشان داد که کمترین تمرکز ازون در زمان گرد و غبار ساحارا ایجاد شده است

.

ذرات گرد و غبار از طریق تاثیر بر میزان تولید دریاها بر میزان دی اکسیدکربن جو موثر است تحقیقات دیگری از تاثیر این پدیده بر دی اکسیدسولفور جو خبر می دهد (17 و 16 ) همچنین ارتباط بین نوسانات آب و هوای در آتلانیک شمالی(45(و اقیانوس آرام با پدیده گرد و غبار مشاهد شده است

ذرات گرد و غبار به دلیل وجود کربنات های سدیم و کلسیم موجود در بیابان ها قلیایی اند بنابراین در کاهش اثرات باران های اسیدی موثر است که محققان ژاپنی هم همین موضوع را اثبات کردند.

.هنوز رابطه ی بین میزان مواد معدنی ذرات گرد و غبار و با تغییرات آب و هوایی اثبات نشده است هرچند شواهد نشان از این دارند که طوفان های اتفاق افتاده در سال 2007 نسبت به طوفان های اتفاق افتاده در سال 2001 سرمای بیشتری را ایجاد کرده اند که احتمال می رود که به مواد مهدنی همراه با این گرد و غبارها ارتباط پیدا می کند (16) .


تصویر شماره 12: تاثیر گرد و غبار بر تشکیل قطرات ابر. تصویر الف - هوای بدون گرد و غبار و تصویر ب - هوای با گرد و غبار رانشان می دهد (1(

**۷-٣- تأثیر بر دریاها**

تحقیقات نشان داده که در مواردی ذرات گرد وغبار حاوی موادی هستند که می توانند برحیات موجودات دریا ها و اقیانوس ها موثر باشد. مثلا نمک موجود در گرد وغبار بیابان های چین در تولید اولیه ی پلانکتون های آبهای اطراف هاوایی نقش دارند(25) .همچنین بررسی های انجام شده از وجود عناصری چون آهن ، فسفر ، نیترات و آهن را در این ذرات ثایت کرده که می تواند بر حیات فیتوپلانکتون های دریایی موثر باشد (14،40) مثلا گردوغبار منسوب به Aeolus یا خدای بادها حاوی مقدار زیادی آهن بود.این تحقیقات نشان می دهد که فرایند انتقال گرد و غبار یک جزء لاینفکی از اکوسیستم های جهانی است چرا که حیات بسیاری از موجودات دریایی به این گرد و غبارها وابسته است(27 (

اما این پدیده اثرات منفی هم دارد بدین صورت که تعداد زیادی از رودخانه ها و دریاچه ها بر اثر رسوب گرد و غبار خشک شده از بین می روند (14) .همچنین رسوب این ذرات بر سطوح یخ ، مانع بازتابش نور و در نتیجه ذوب یخ ها شده که این امر اثرات اکولوژیکی زیادی را به بار خواهد داشت (33،27(به خصوص اینکه افزایش دمای جهانی نیز به خصوص در سال های اخیر مطرح است و وقوع این گرد وغبارها در بدتر شدن این وضعیت نقش دارد در این زمینه تحقیقات گسترده ای انجام شده مثلا Kernner و همکارانش در سال 2006 در استفاده از یک شبیه سازی نشان داد که وقوع این طوفان ها در مرکز آسیا نقش تعین کننده ای در دوام و بزرگی و استقرار برف در شمال آسیا دارد (32) همچنین Bar-or در سال 2008 تاثیر گرد و غبار بر عقب نشینی صفحات یخی را نشان داده است (34) برخی از محققین دیگر از تاثیر گرد و غبار روی عدم تقارن و تعادل چرخه های یخبندان سخن گفتند

علاوه بر این ذرات گرد و غبار می توانند باعث ایجاد بیماری در نقاط دیگر شود مثلا گرد و غبار رسیده از طرف بیابان صحرای افریقا وقتی که به صخره های مرجانی کارائیب می رسند باعث ایجاد بیماری های همه گیر در این مناطق شده و آسیب های زیادی را به این صخره ها وارد می سازد. به طوریکه رابطه ی مثبتی بین اوج گرد و غبار و افزایش وقوع ان طوفان ها در صخره های مرجانی کارائیپ مشاهده شده است(نمودار2 ) (15) .


نمودار شماره 2 : رابطه ی بین وقوع طوفان ها و ظهور بیماری در صخره های مرجانی . همانطور که مشاهده می شود در سال های 1983 و 1987 وقوع این طوفان ها شدت یافته و همزمان با آن بیماری های هایی مثل بیماری سفید شدگی مرجان ها و بیماری ایجاد باند سیاه و سفید در مرجان ها و علف های دریایی در فلوریدا نیز افزایش یافته است(15(

**۷- ۴- تأثیر بر رشد گیاهان**

گیاهان برای انجام فرآیندهای پیچیده ی فتوسنتزی نیازمند تبادل گازهایی چون بخار آب ، اکسیژن ، دی اکسیدکربن هستند که این تبادلات از طریق روزنه ها صورت می گیرد و هرگونه اختلال در مسیر روزنه ها موجب بروز مشکلاتی در فتوسنتز می شود . وجود گرد و غبار سبب می شود در روند طبیعی تبادلات گازی و دریافت نور اختلال ایجاد شده که در نهایت روی کاهش عملکرد گیاهان موثر خواهد بود

البته تشخیص علت خسارات وارده به درختان در اثر یک عامل خاص مشکل است و چرا که عوامل زیادی می تواند در کاهش رشد درختان موثر باشد و این کاهش رشد می تواند از مجموعه ای از عوامل مثل خشکی ، بیماری و آلاینده ها ی انسانی و مقاومت درختان به آنها ناشی شود

برخی از این گرد و غبارهای ته نشین شده بسته به منشا ای که دارند حاوی مقدار زیادی مواد غذایی هستند که در بهبود وضعیت رشدی گیاهان کمک می کنند مثلا تحقیقات نشان داده که انبوه پوشش های گیاهی موجود در جنگل های جنوب و مرکز امریکا ، نتیجه ی دریافت مواد غذایی از گرد و غبارهای رسیده از بیابان ها ی صحرای افریقا است همچنین تحقیقات دیگری تاثیر مواد غذایی حاصل از این گرد و غبار ها را در میزان تولید جنگل های آمازون نشان می دهند . (5) اما متقابلا اگر این گرد و غبار ها حاوی مواد سمی و خطرناک باشند ایجاد اثرات منفی بر رشد گیاهان دور از انتظار نخواهد بود حتی ممکن است گرد و غبارها حاوی مفدار زیادی نمک باشند که علاوه بر اختلال در فتوسنتز با شور کردن خاک بر روند رشد گیاهان موثر باشد البته تحقیقات انجام شده در مورد مکانیزم های بیوشیمیایی و تاثیر اینگونه مواد شیمیایی در گیاهان بسیار کم و محدود است و فقط اطلاعات کمی در مورد تاثیر آلودگی هوا روی کربوهیدرات ها وجود دارد و نیاز است که تحقیقات بشتری در این باره اجام شود . (39(

**۷ -۵- تأثیر بر بیابانها**

طوفان های گرد و غبار به پدیده های ژئومرفولوژیکی در بیابان ها از طریق تخلیه مواد سطح بیابان ها و انتقال آنها به جای دیگر کمک می کنند(11،16) مثلا طبق تحقیقات دانشگاه آکسفورد آمریکا بالای 10 میلیون تن ذرات گرد و غبار از بیابان صحرا انتقال داده می شود ( 37).تحقیقات Swap و همکارانش در سال 1992 نشان داد که هر طوفان گرد و غبار در بیابان های صحرا می تواند 480000 تن از شن و ماسه را در قسمت های شمال شرقی دره آمازون حمل کند . انتقال سالیانه ماسه نزدیک 13 میلیون تن به این معنی است که طوفان های گرد و خاک حدود 190 کیلوگرم ذرات ماسه و گرد و غبار را در هر هکتار سالیانه در این ناحیه انتقال می دهد و تخمین زده شده که همراه با این انباشته شدن حدود 1 تا 4 کیلوگرم فسفات نیز منتقل می شوند (27). طبق تحقیقات صورت گرفته حدود 61 تا 366 میلیون تن خاک در کل جهان به وسیله پدیده گرد و غبار به طور سالیانه جابه جا می شود (38). همچنین این پدیده در رشد گیاهان و حیات وحش بیابان ها موثر بوده که اثرات منفی بر اکولوژی طبیعی این مناطق دارد (37) .

**۷- ۶- تأثیر بر سلامت انسان**

یافته های جدید پژهشگران نشان می دهد که ذرات گرد وغبار بیش از آنچه تصور می شد برای سلامت عمومی خطرناک است به طوری که نتیجه تحقیقات دانشگاه نیویورک نشان داد که تماس طولانی با ذرات گرد وغبار عامل مهمی در ایجاد بیماری هایی چون سرطان ریه و بیماری های قلبی محسوب می شود . تنفس این هوای آلوده باعث نفوذ این هوا به داخل کیسه های هوایی شده که بی نظمی در ضربان قلب و حملات شدید قلبی و مشکلات تنفسی و سردردهای شدید و ضعف در بینایی و بیماری های پوستی را منجر می شود (6) چرا که این ذرات فقط حاوی ذرات شن وماسه نیستند و بلکه عناصر فلزات قلیایی نیز در آنهادر حین عبور از مناطق صنعتی دیده می شود مخصوصا گرد وغبارهای اتفاق افتاده درایران که احتمال رادیواکتیویته بودنشان نیز به دلیل عبور از مناطق جنگی آلوده به مواد شیمیایی وجود دارند اما هنوز در این زمینه گزارشی رسمی داده نشده است که بهتر است تحقیقات بیشتری در این زمینه انجام شود(4) .

**۷-۷- تأثیر در کشاورزی**

طوفان های گرد وغبار می توانند خسارات زیادی را به کشاورزان منطقه وارد سازند (21) . حجم عظیم گرد وغبار با رسوب برسطح گیاهان باعث کاهش رشد و ایجاد آسیب وبیماری درآنها می شوند (2) به طوریکه از زمان تشدید این طوفان ها در جنوب و جنوب غرب کشور آفات زیادی بر محصولات کشاورزی مثل گندم و نخیلات کشور وارد آمده به طوری که طبق نظر رئیس سازمان جهاد کشاورزی تولید گندم از یک میلیون و 700 هزار تن تنها به 454 هزار تن رسیده است (38) به علاوه اثرات زیادی بر کاهش کیفیت محصول خرمای این مناطق داشته است(43، 49) . همچنین این پدیده آسیب های زیاد به صنایع زنبورداری وارد می سازد چرا که علاوه بر مرگ و کاهش تعداد کندوهای عسل نشست این ذرات بر گلها مانع شهدگیری و تولید عسل می شود به طوری که طبق نظر معاون سازمان جهاد کشاورزی کشور خسارت وارده به زنبورداران استان لرستان را 24920 میلیون ریال برآورد کرد. (41) . به علاوه این طوفان ها باعث دفن شدن زمین های کشاورزی در زیر حجم زیادی از ماسه می شوند که قابلیت کشاورزی آنها را از بین برده و باعث ترک این زمین ها توسط بسیاری از کشاورزان شده است . وقوع این گونه فرسایش ها در منطقه باعث خارج ساختن مواد غذایی ومواد آلی و خاک های حاصلخیز از یک منطقه به منطقه ی دیگر می شود(26) که خود این عامل هم در کاهش تولید کشاورزی بی تاثیر نخواهد بود .البته رسوب گردوغبار در کانال های آب کشاورزی نقش مهمی درکاهش کیفیت این آب ها دارد . این پدیده باعث مرگ و میر دام ها می شوند به طوری که فقط در طوفان گرد و غبار در پنجم ماه می سال 1993در چین که 1/1 میلیون کیلومتر مربع و 5/11% از کل سطح کشور این کشور را در برگرفت 12 هزار راس دام (48) و در طوفان گرد و غبار در ماه نوامبر همان سال 29 هزار راس دام از 30 هزار راس دام منطقه کشته شدند (17) همچنین تخریب مراتع و در نتیجه کاهش ظرفیت چرا باعث شد که دام های زیادی در اثر کمبود غذا در زمستان از بین بروند. (49) و صدها هزار هکتار از زمین های زراعی ، باغات میوه و نهال از بین رفتند صدها گلخانه و آلونک پلاستیکی تخریب و استپ و مراتع زیادی که محل چرای دام بود تخریب شدو امکانات زیربنایی ، بزرگراه ها و خطوط راه آهن و تامین برق به طور جدی تخریب یافتند.(5) و که همه ی این عوامل باعث فقر روستایی وافزایش مهاجرت به شهر ها درنتیجه کاهش کشاورزی و ایجاد مشکلات فراوان در اقتصاد کشور می شود.

**۷- ۸- تأثیر در حمل و نقل**

این گرد و غبار ها اغلب تاثیر فراوانی در کاهش دید دارند البته این به شدت طوفان نیز بستگی دارد که می تواند به شکل یک غبار ساده تا یک ابر گرد و غبار باشد در بدترین مورد دید به کمتر از یک متر می رسد که می تواند خطرات زیادی برای حرکت هواپیماها و اتومبیل ها ایجاد کند( بنابراین معمولا هنگام وقوع همچین وقایعی بسیاری از پروازها لغو شده که باعث ایجاد مشکلات فراوان می شود (18،14)

**۸- راه های مقابله**

این گونه طوفان ها در اثر تعامل بین فرآیندهای آب وهوایی و فرآیندهای زمینی اتفاق می افتند که همانطور که عنوان شد خسارات زیست محیطی و اقتصادی- اجتماعی زیادی را به بار می آورد بنابراین لازم است که با اتخاذ شیوه های صحیح و اصولی به مقابله با این پدیده بپردازیم . به دلیل اینکه توانایی بشر در کنترل آب وهوا محدود است بیشتر روش ها ی اساسی و کلیدی برای کاهش طوفان ها بر حمایت و بهبهود وضعیت اکولوژیکی منطقه تمرکز دارد . اگرچه طوفان های گردوغبار نمی توانند به طور کامل در منطقه توسط فعالیت های بشری کنترل شود ولی با استفاده از روش های منظم واصولی واستفاده از تکنولوژی های مدرن و تجربیات گذشته می توان راهکارهای مقابله و جلوگیری از پیشرفت این پدیده را یافت تا از ادامه ی این آسیب ها در آینده جلوگیری کرد (5) .
روش های اساسی برای مقابله با این طوفان ها بر حفاظت وضعیت اکولوژیکی منطقه تمرکز دارد بعد از آن اصلاح و بهبود توان اکولوژی مطرح می باشد که باید درنظر گرفته شود . البته توجه به مسائل قانونی وسیاسی هم بسیار مهم است چرا که اقدامات دولت نباید منجر به ایجاد آسیب های جدی به محیط زیست شود ، شیوه های مضر باید متوقف شده و اقدامات اصولی جهت بهبود وضعیت معیشت مردم محلی و استفاده از این افراد برای مقابله با این پدیده باید صورت گیرد. (28).
در قسمت زیر برخی اقدامات انجام شده در جهان را برای مقابله با این پدیده عنوان می کنیم .

**۸-١- مالچ پاشی**

اولین اقدامی که معمولا برای استقرار عرصه های در حال فرسایش توسط باد انجام می دهند مالچ پاشی است. مالچ ماده ای سیاه رنگ است که از فرآوردهای نفتی بدست آمده و سطح زمین را پوشانده و از حرکت شن های روان و فرسایش آن ها توسط باد جلوگیری می کند . اما تحقیقات اخیر ثابت کرده که این گونه اقدامات آسیب های جبران ناپذیری را به طبیعت وارد می سازد که استفاده از مالچ های نفتی را دچار تردید می کند . چرا که مالچ ماده ای بدبو و گرم است که ضریب حرارتی را بالا برده و موجب خشک شدن گیاهان موجود در منطقه می شود به دلیل اینکه مالچ ماده ای شکننده است نباید بعد از مالچ پاشی بر روی آن رفت وآمد کرد چون موجب شکستگی آنها می شود و در کشورهایی چون عراق و اردن به دلیل شرایط منطقه وشرایط مردمان ساکن این امر میسر نیست به علاوه مالج بسیار گران بوده و استفاده از آن نیاز به تکنولوژی بالا و دستگاه های مخصوص مالچ پاشی دارد به علاوه این مالچ ها بعد از 3 تا 4 سال اثر تثبیت کنندگی خود را از دست می دهند اما اثرات آلوده کنندگی آنها تا سال ها باقی می ماند . مالچ باعث می شود که آب در خاک نفوذ نکرده و آب باران در چاله ها به صورت دریاچه ای جمع شده و سپس تبخیر شوند که این مسئله برای سفره های زیرزمینی منطقه ضربه ی بزرگی خواهد بود. پروفسور پرویز کردوانی برای اولین بار در جهان شیوه ی ریگ پاشی را مطرح کرد چرا که نیاز به ابزارآلات خاص و پیچیده ای مثل مالچ پاشی ندارد و مواد اولیه ی آن هم به وفور در کشور وجود دارد و بعد از استقرار هیچ گونه آسیبی به گیاهان اطراف وارد نمی کند و در مقابل بادهای شدید مقاوم و تا سال ها باقی مانده و برای سفره های آب زیرزمینی تهدیدی محسوب نمی شود(52 ) . البته مسئله بیومالچ هم مطرح است . بیومالچ مالچی است که منشا گیاهی دارد و به محیط زیست صدمه نمی زند اما به دلیل هزینه ی زیاد و تکنولوژی بالا در عمل قابلیت اجرا در بیابان ها در سطح وسیع را ندارد

**۸-٢- جنگل کاری**

درختان می توانند نقش مهمی در کاهش آلودگی هوا داشته باشند. توده ی گرد وغباری که به وسیله ی باد حمل می شوند در اثر برخورد با گیاهان رسوب و از غلظت آن کم می شود به علاوه گیاهان با ایجاد مانع از سرعت باد کاسته و با نفوذ ریشه ها در خاک باعث حفظ خاک شده و از فرسایش و حرکت ذرات خاک می کاهند به طوری که مطالعات برناتزکی در سال 1982 تفاوت بین مقدار ذرات معلق را در یک منطقه ی بدون درخت و با درخت مقایسه کرد و تاثیر درختان ا در کاهش میزان ذرات معلق نشان داد(41)

بنابراین استقرار محافظان طبیعی در بیابان ها ، دریاچه ها و تالاب های خشک شده و در پاین دست رودخنه های مرز اقدام فوری برای توقف نابودی پوشش گیاهی و احیاء سریعتر منطقه و جلوگیری از گسترش بیابان ها محسوب می شود . برای مثال محافظت از گونه های پده در Badaoqia در استان Ejinna در غرب Mongolia در چین نشان داد که استقرار این جنگلکاری ها نقش زیادی در احیاء سطوح تخریب یافته داشته است . همچنین در یک محافظت طبیعی از گونه ی Tamarix و Reaumuria بیش از 30 % از تپه های ماسه ای متحرک پایدار شدند در ایران نیز جنگلکاری های وسیعی انجام شده است ولی برای مقابله و جلوگیری از گسترش هرچه بیشتر این پدیده لازم است اقدامات جدی تری انجام شود (13).
البته در این جنگلکاری ها نکاتی وجود دارد که نباید از نظر دور داشته شود مثلا نوع گونه های استفاده شده و توجه به سازگاری این گونه ها با شرایط منطقه ، نحوه ی این جنگلکاری ها و شکل ، آرایش و فواصل بن درختان نیز در بازدهی این جنگلکاری ها نقش بسیار موثری دارند (28)

کشور چین برای جلوگیری از تشدید وقوع این پدیده از سال 2000 دست به اجرای بیش از 10 پروژه در منطه ی Western زد به این صورت که با انجام نظارت دقیق از انجام کشاورزی دیم در منطقه جلوگیری کرده و با انجام جنگلکاری با گونه های مناسب سعی در احیاء منطقه کرد که با انجام این اقدامات موجب جلوگیری اجرای کشاورزی دیم در سطح 343 هزار هکتار از زمین های منطقه شد چرا که انجام کشاورزی دیم موجب تضعیف خاک منطقه شده که افزایش فرسایش بادی را تشدید می کند . البته عملیات حفاظتی مثل جلوگیری از چرای بیش از حد دام و قطع غیر قانونی درختان جهت تهیه ی هیزم و استفاده از دیواره های حفاظتی از اقدامات مهمی است که باید در نظر گرفته شود (5)

اقدامات دیگری مثل باقی گذاتن محصولات کشاورزی در سطح خاک به منظور کاهش فرسایش خاکی و قرار دادن پوشال های محصولا ت کشاورزی مثل گندم در جهت عمود بر جهت غالب باد (29) ، باردار کردن ابر ها در نتیجه ایجاد باران به طور مصنوعی(7) در منطقه و از جمله اقداماتی هستند که می توان جهت مقابله با این پدیده انجام داد ولی این روش ها روش های جدیدی هستند که هنوز در سطح وسیع اقدام به اجرای آن ها به دلیل هزینه بر بودنشان انجام نشدع است ولی طبق آزمایشات روش هایی هستند که می تواند برای مقابله با این پدیده ها استفاده شوند (7) .



تصویر13-  حرکت ذرات خاک هنگام وزش باد


تصویر14- آلوده شدن ذرات گرد و غبار بیابان ها در هنگام عبور از مناطق صنعتی


تصویر15-استقرار های پوشالهای گندم و ایجاد موانع شنی در جهت باد جهت جلوگیری از فرسایش بادی



تصویر16- سیستم کنترل پیشروی شن های روان در حاشیه بیابانها برای حفاظت واحه ها درکشور چین

**منابع:**

**منابع فارسی**

1. اسماعیلی ، امید ، پهنه بندی مقدماتی مراکز اصلی تولید غبار کشور با استفاده از فناوری سنجش از دور ، پایان نامه ی کارشناسی ارشد گرایش محیط زیست ، دانشگاه صنعتی شریف
2. چوپانی ، محمد حسین ،1388، آلاینده های زیست محیطی و حفاظت از محیط زیست ، آموزش و تجهیز نیروی انسانی شرکت ملی گاز ایران
3. ذوالفقاری ، فرهاد ، شهریاری ، علیرضا ، فخیره ، اکبر، نوری ، سهیلا ، راشکی ، علیرضا ، خسروی ، حسن ،1388، بررسی میزان تأثیر معیارهای خاک و فرسایش بادی در بیابانزایی منطقه سیستان به کمک GIS
4. رشنو ، علیرضا ، 1388 ، پدیده ی گرد و غبار در استان خوزستان ، فصلنامه ی تخصصی بارش ، نشریه داخلی ادراه کل هواشناسی استان خوزستان
5. کردوانی ، پرویز ،1380، خشکسالی و راه های مقابله با آن در ایران ، انتشارات دانشگاه تهران .
6. کریمی ، محسن .، هاشمی، محمدناصر . ، کریمی ، علی . ، بررسی اثرات زیست محیطی ذرات معلق و گرد و غبار (ایروسلها ) موجود در هوا .1389 . چهاردهمین کنفرانس ژئوفیزیک ایران ،موسسه ی ژئوفیزیک ، مقالات پوستری ، فیزیک فضا ، صفحه ی 221- 224
7. موسوی ، بی بی زهرا ، 1389، بررسی پدیده گد و بار در استان خوزستان ، پروژه دوره کارشناس ، دانشگاه گیلان
 نگارش ، حسین ، نگارش ، 1389 ، بررسی اثرات منفی فعالیتهای مورفودینامیکی باد در منطقه ی خضرآباد یزد، چهارمین کنگره بین المللی جغرافیدانان جهان اسلام

**منابع خارجی**

10 - Ackerman, Steven A. and Hyosang Chung. 1992, Radiative Effects of Airborne Dust on Regional Energy Budgets at the Top of the Atmosphere. J. Appl. Meteor., 223-233.
11- Alles, D.L., 2008. Geomorpholoy and Dust storm in china .Western Washington university.
12 – Gengsheng, Y ., Honglang, X., Wanquan , T., 2002 . Black windstorm in northwest China : A Case study of the strong Sand-dust storm on may 5 th 1993. Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute Chinese Academy of Sciences.

13- Gengsheng ,Y., Honglang , X. and Wanquan , T .2001, Mitigating the effects of disastrous sand – dust storms : A Chinese perspective . Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute . Chinese Academy of Sciences

14- Goudie, A.S., 2008, Dust storms: Recent developments. St Cross College, Oxford University, Oxford OX1 3LZ, UK.

15- Goudie, A.S., Middleton, N.J., 2006.the nature and Importance of dust storm .x, 287p.114illus.,Hardover ISBN:g78-37-54
16- Goudie, A.S., 2008, Dust storms: Recent developments. St Cross College, Oxford University, Oxford OX1 3LZ, UK.

17- Gu, Z ., 2006 . Simulation of dust devils. CCFD Forum , Tokyo University

18- Heng,Y,G., Honglang , X and Wanquan , T .2001 , Mitigating the effects of disastrous sand-dust storms: A Chinese perspective, Global Alarm: Dust and Sandstorms from the World's Drylands, (pp. 15-73). New York: United Nations.

19- Iqbal, M.Z., and M. Shafig, 2001. Periodical effect of cement dust pollution on the growth of some plant species. Turkish Journal of Botany, 25(1): 19-24.

20- Jan O. Mattsson ., Tomas Nihlén.1996. The transport of Saharan dust to southern Europe: a scenario . Journal of Arid Environments Volume 32, Issue 2, February 1996, Pages 111-119 .
21-Joseph, P.V., Raipal, D.K. and Deka, S.N. 1980, “Andhi,” the convective dust storms of Northwest India. Mausam, 31, 431-442.

22- Krinner,G.,Boucher,O and Balkanski,Y,. 2006. Ice-free glacial northern Asia due to dust deposition on snow, Clim. Dynam. 27 (2006), pp. 613–625.

23- Laurent, B., Marticorena, B and Bergametti, G and Mei, F., 2006. Modeling mineral dust
emissions from Chinese and Mongolian deserts. Global Planet. Change 52, 121–141.

24- Legrand, M. et al. 1988, Satellite Detection of Saharan Dust: Optimized Imaging during Nighttime. Journal of Climate, 1(3): 256-264.

25- Pease et al., 1998 P.P. Pease, V.P. Tchakerian and N.W. Tindale, Aerosols over the Arabian Sea: geochemistry and source areas for aeolian desert dust, J Arid Environ 39 (1998), pp. 477–496
26- Pease P.P.,Tchakerian V.P., Tindale N.W., 1998. Aerosols over the Arabian Sea:geochemistry and source areas for aeolian desert dust. Journal of Arid Environments, Volume 39, Number 3 , pp. 477-496(20)

. 27- Shigong , W., Guangrong, D. and Kezheng,S. and Huizhong, C.,(2002). Dust and sandstorms: an early warning of impending disaster. In Yang Youlin, Victor Squires & Lu Qi (Eds.), Global Alarm: Dust and Sandstorms from the World's Drylands, (pp. 15-73). New York: United Nations.

28- Squires , V.R .,2001. Dust and sand storms from the world s drylands. International dryland consultant Adelida university , Australia.
29-Squires, V. R. (2002). Dust and sandstorms: an early warning of impending disaster. In Yang Youlin, Victor Squires & Lu Qi (Eds.), Global Alarm: Dust and Sandstorms from the World's Drylands, (pp. 15-73). New York: United Nations.

30- Tanaka, T.Y., Chiba, M., 2006. A numerical study of the contributions of dust source regions to the global dust budget. Global Planet Change 52, 88–104.

31- Toon, O.B , 2003 , African dust in Florida clouds, Nature 424. (2003), pp. 623–624 .
32- Tzvetkova, N. and D. Kolarov, 1996. Effect of air pollution on carbohydrate and nutrient concentrations in some deciduous tree spicies. Bulg. J. Plant Physiol., 22: 53-63.
33- Wang , N.2005 . Decrease trend of dust event frequency over the past 200 years recorded in the Malan ice core from the northern Tibetan Plateau, Chinese Sci. Bull. 50 (2005), pp. 2866–2871.
34- Wang Shi-gong, Yang De-bao, Jin Jiong et al. 1995, Study on the Formative Causes and Countermeasures of the Catastrophic Sandstorm Occurred in Northwest China. Journal of Desert Research, 15 (1): 19-30.
35-. Wu , L ., Impact of Saharan air layer on hurricane peak intensity, Geophys. Res. Lett. 34 (2007), p. L09802.
36-Yang, X ., Zhu, B and Wang, X and Zhou, li.Z and Chen, J and Yin , J and Lu, Y ., 2008 . Late Quaternary environmental changes and organic carbon density in the Hunshandake Sandy land, eastern Inner Mongolia, China, Global Planet. Change 61, pp. 70–78.
37- Yang,Y.Q., Q. Hou, Q and Zhou,C.H anf Liu,J.L and Niu,T., 2008 . Sand/dust storm processes in Northeast Asia and associated large-scale circulations, Atmos. Chem. Phys. 8 (2008), pp. 25–33.
38- Zender , C ., 2010. Natural Aerosols in the Climate System . Department of Earth System Science University of California . Irvine, CA 92697-3100.
39- Zhu, T.X., Luk, S.H and Cai , Q.G.2002 . Tunnel erosion and sediment production in the hilly loes region North china . Journal of hydrology 257, 78-90 .

**منابع اینترنتی**

40- http://www.farmna.ir/Pages/News-4972.html

41- http://khosromk.blogfa.com/cat-9.aspx

42- http://worldfood.ir/related/12959/R\_7658

43- http://www.qgpop.net/2003fukuoka/presentations/NR1-2.ppt

44- http://mrhermansonenglish.com/intro\_and\_overview\_of\_depression.ppt

45-http://www.slidefinder.net/M/MEIDEX/15293946

46- http://www.slidefinder.net/1/151\_wind\_aeolian\_activity\_oded/7229881

47- http://mcity.parsiblog.com/-157271.htm

48- NOAA; As reported on the web-site on 09-12-99 (http://www.noaa.gov/); 1999

49- http://www.nasa.gov/multimedia/imagallery/image-feature-22.html

50- http://mohammad.darvish.info/archives/2513

51-http://mohammad.darvish.info/archives/2519

52- http://www.greenworldnews.net/upload/file/10722590.pdf