

The Economic Effects of Dust Storm

Faridi S¹, Rahmani S², Hashemi N³, Ghobadian S⁴, Zokaei M.S*³

1. Centre for Air Pollution Research (CAPR), Institute for Environmental Research (IER), Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

2. Department of Agricultural Extension and Education, Khuzestan Agriculture Sciences and Natural Resources University, Mollasani, Ahvaz, Iran.

3. Faculty of Social Sciences, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran

4. Deptment of Civil Engineering, Malayer University, Malayer, Iran

* *Corresponding author.* Tel/Fax: +982122223007, E-mail: zokaei@atu.ac.ir

Received: Sep 1, 2020 Accepted: Sep 20, 2020

ABSTRACT

Background & objectives: Dust storm typically occurs in arid and semi-arid regions. This phenomenon is more visible across the western, southwestern and central regions of Iran in the summertime. Previously conducted studies have reported that this phenomenon affects human health, agriculture, industry, infrastructure and transportation. The aim of this study is to investigate the economic effects of dust storms.

Methods: The present study is a descriptive investigation. The available articles and reports in valid Persian databases (Civilica, Magiran and SID) as well as English databases such as Web of Science, Scopus, Embase, PubMed and Google scholar were reviewed separately.

Results: The dust storm phenomenon covers a wide range of geographical area. In fact, it occurs in all parts of the world and is considered as an international issue. During the occurrence of dust storm phenomenon, the concentration of various pollutants increases, which generally affects the atmosphere, biosphere, hydrosphere and throposphere. Dust storm have far-reaching environmental, health, and socio-economic effects that are linked in a chain, and ultimately each of these effects will have irreparable economic consequences. Therefore, the phenomenon of dust has wide economic effects such as the impact on the exports, delays in air travel, disruption of road transport, destructive effects on agriculture (agriculture and horticulture), road accidents, road damage, closure of schools, home appliances, electronic equipments, public billboards, irrigation canals, power plants and public health.

Conclusion: Dust storm phenomenon should not only be considered as an environmental issue, but due to the great economic consequences for the infrastructure of the affected areas and the country, it should be considered as a national and international concern. It is necessary to accompany many executive departments of the country to reduce its consequences. To reduce the man-made resources of the dust phenomenon, this study proposes integrated assessments and strategies that promote sustainable water and land management in farms, rangelands, deserts and urban areas, despite climate change.

Keywords: Dust Storm; Economic Effects

اثرات اقتصادی طوفان گرد و غبار

ساسان فریدی^۱، صادق رحمانی^۲، نیلوفرهاشمی^۳، ساسان قبادیان^۴، محمد سعید ذکایی^{۳*}

۱. مرکز تحقیقات آلودگی هوا، پژوهشکده محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران، تهران، ایران

۲. گروه ترویج و آموزش کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز، ایران

۳. دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

۴. دانشکده عمران و معماری، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران

* نویسنده مسئول. تلفن: ۰۲۱۲۲۲۳۰۰۷ فکس: ۰۲۱۲۲۲۳۰۰۷ ایمیل: zokaiei@atu.ac.ir

چکیده

زمینه و هدف: طوفان شن و گرد و غبار به طور معمول در مناطق خشک و نیمه‌خشک اتفاق می‌افتد. این پدیده در کشور ایران در مناطق غربی، جنوب غربی و مرکزی، بیشتر در فصل تابستان قابل مشاهده است. مطالعات انجام گرفته تاکنون نشان می‌دهند که این پدیده بر سلامتی انسان، زمین‌های کشاورزی، صنعت، زیرساخت‌ها و بخش حمل و نقل اثرگذار است. هدف مطالعه حاضر بررسی اثرات اقتصادی پدیده گرد و غبار می‌باشد.

روش کار: مطالعه حاضر یک پژوهش از نوع کتابخانه‌ای و توصیفی است. در ابتدا مقاله‌ها و گزارش‌های ارائه شده در پایگاه‌های داده معتبر فارسی (Magiran، Civilica، SID) و انگلیسی از قبیل Web of Science، Scopus، Embase، PubMed و Google scholar دریافت شده و بصورت مجزا بررسی شدند.

یافته‌ها: پدیده گرد و غبار محدوده جغرافیایی گسترده‌ای را در بر می‌گیرد، در واقع در تمامی نقاط جهان اتفاق می‌افتد و یک موضوع بین‌المللی به حساب می‌آید. در طی وقوع پدیده گرد و غبار، غلظت آلاینده‌های مختلف افزایش پیدا می‌کند که به طور کلی اتمسفر، بیوسفر، هیدروسفر و تروپوسفر را تحت تاثیر قرار داده و آثار بسیار زیادی به دنبال دارد. طوفان شن و گرد و غبار، اثرات محیط زیستی، بهداشتی و اقتصادی - اجتماعی گسترده‌ای را به دنبال خواهد داشت که بصورت حلقه‌های زنجیر، مرتبط بوده و در نهایت هر یک از این اثرات، به تبعات اقتصادی جبران ناپذیری، می‌انجامند. بنابراین، پدیده گرد و غبار، دارای اثرات اقتصادی گسترده‌ای از قبیل تاثیر بر صادرات نفت، تاخیر در سفرهای هوایی، اختلال در حمل و نقل جاده‌ای، اثرات مخرب بر کشاورزی (زراعت و باغبانی)، تصادفات جاده‌ای، خسارت به جاده، تعطیلی مدارس، لوازم منزل، تجهیزات الکترونیکی، تابلوهای تبلیغاتی عمومی، کانال‌های آبیاری، نیروگاه‌های برق و سلامتی مردم است.

نتیجه‌گیری: پدیده گرد و غبار را نباید و نمی‌توان فقط یک موضوع محیط زیستی در نظر گرفت، بلکه این پدیده به علت تبعات بسیار زیاد اقتصادی که برای زیرساخت‌های مناطق تحت تاثیر و کشور دارد بایستی به عنوان یک دغدغه ملی و بین‌المللی در نظر گرفته شود و برای کاهش تبعات آن نیاز به همراهی بسیاری از بخش‌های اجرایی کشور می‌باشد. برای کاهش منابع انسان‌ساخت پدیده گرد و غبار، پیشنهاد این پژوهش بر ارزیابی‌ها و استراتژی‌های یکپارچه‌ای است که مدیریت پایدار آب و زمین را در مزارع، مراتع، بیابان‌ها و مناطق شهری، با وجود تغییرات اقلیمی، ارتقا می‌بخشند.

واژه‌های کلیدی: گرد و غبار، اثرات اقتصادی

دریافت: ۹۹/۶/۱۱ پذیرش: ۹۹/۶/۳۰

مقدمه

یکی از چالش‌های محیط زیستی که امروزه بشر بیش از پیش با آن مواجه است پدیده طوفان شن و گرد و غبار^۱ (SDS) است که در هر نقطه‌ای که رسوبات خشک کنترل نشده‌ای وجود دارد، به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک، امکان وقوع دارد. در واقع زمانی که بر اثر پیدایش شیب فشار میان دو سرزمین باد می‌وزد، شرایط برای برخاستن غبار از سطح خاک و پیدایش SDS فراهم می‌شود. SDS به لحاظ توصیفی، تمرکز غبار سنگین در یک توده هوای آشفته تعریف شده است که با جبهه سرد همراه می‌شود. بر اساس تعریف سازمان هواشناسی، شدت SDS از نظر میزان دید افقی به چهار طبقه SDS ضعیف با دید افقی بیشتر از ۱۰ کیلومتر، SDS متوسط با دید بین ۱ تا ۱۰ کیلومتر، SDS شدید با دید افقی بین ۲۰۰ تا ۱۰۰۰ متر و SDS خیلی شدید با دید کمتر از ۲۰۰ متر تقسیم‌بندی می‌شود [۱]. در واقع، SDS نسبتاً در نزدیکی سطح زمین اتفاق می‌افتد، اما ذرات ریزتر ممکن است تا کیلومترها به سمت بالا در اتمسفر منتقل شوند. این پدیده ممکن است با عبور کردن از زمین‌ها و اقیانوس‌ها تا هزاران کیلومتر به دور از منابع خود جابجا شده و ذرات گرد و غبار ناشی از آن در دیگر مناطق ته‌نشین شود. این پدیده سالانه تقریباً ۲۰۰۰ میلیون تن گرد و غبار به درون اتمسفر منتشر می‌کند که محدوده جغرافیایی گسترده‌ای در جهان را در بر می‌گیرد و محدود به یک منطقه جغرافیایی خاص نمی‌شود. لازم به ذکر است، در نهایت ۷۵ و ۲۵ درصد از ذرات گرد و غبار منتشر شده بر روی زمین و اقیانوس یا منابع آبی ته‌نشست می‌کند. برخی از کلانشهرهای متاثر از این پدیده، فنیکس (آریزونا)، کانو (نیجریه)، آتن (یونان)، مادرید (اسپانیا)، دبی (امارات)، جدّه (عربستان)، تهران (ایران)، حیپور (هند)، پکن (چین)، شانگهای (چین)، سئول (کره جنوبی)، تایپه

^۱ Sand and Dust Storms

(تایوان)، توکیو (ژاپن)، سیدنی، بریزبن (استرالیا) و ملبورن (استرالیا) هستند [۲-۵]. پدیده SDS بر شرایط آب و هوایی، تغییر طوفان‌های گرمسیری و سیکلون‌ها تأثیرگذار است و تعادل تابش زمینی را تغییر می‌دهد که ممکن است منجر به تشدید خشکسالی گردد. از سوی دیگر، گرد و غبار می‌تواند به مثابه هسته قطرات عمل کرده و احتمال وقوع بارش را افزایش دهد [۶، ۷]. مطالعات انجام گرفته تاکنون نشان می‌دهند که این پدیده بر سلامتی انسان، زمین‌های کشاورزی، زیرساخت‌ها و بخش حمل و نقل اثرگذار است [۸]. همچنین گزارش‌های متعددی در کشورهای مختلف نشان می‌دهند که تأثیر این پدیده بر هریک از بخش‌های جامعه، تبعات اقتصادی متنوعی به دنبال خواهد داشت [۸، ۹]. این هزینه‌ها را می‌توان به دو گروه هزینه‌های ناشی از رخداد پدیده و هزینه‌های مورد نیاز به منظور جلوگیری از رخداد چنین پدیده‌ای، دسته‌بندی کرد. اگرچه مقدار بسیار زیادی از این پدیده، بخشی طبیعی از چرخه‌های بیوژئوشیمیایی زمین است، اما مقدار قابل توجهی از آن توسط فعالیت‌های انسانی، بالاخص مدیریت ناپایدار زمین و آب، ایجاد می‌شود. در همین راستا، افزایش نمایی در مستندات و نشریات علمی چاپ شده درباره SDS از دهه ۱۹۵۰، افزایش نگرانی جهانی و آگاهی در خصوص اهمیت این موضوع بین‌المللی را، به خوبی انعکاس می‌دهد [۶، ۱۰]. اما سوالات کلیدی که پاسخ به آن‌ها برای سیاستگذاری‌ها و یا تصمیم‌گیری‌های سیاستگذاران در عرصه‌های بهداشتی، محیط زیستی و اقتصادی اجتماعی، ضروری است شامل موارد زیر است [۶]: الف) آیا شدت و تواتر وقوع پدیده SDS در دهه‌های اخیر افزایش یافته است؟ ب) چه مقدار از SDS ناشی از فعالیت‌های انسانی است؟ ج) چه کارهایی برای جلوگیری از SDS و محافظت انسان در برابر اثرات ناشی از آن امکان‌پذیر است؟ د) وقوع پدیده SDS چه اثرات و ابعادی دارد؟

با توجه به نگرانی‌های فوق، این مطالعه به طور اجمالی به بررسی اثرات اقتصادی ناشی از وقوع پدیده گرد و غبار خواهد پرداخت.

روش کار

این مطالعه یک پژوهش از نوع کتابخانه‌ای و توصیفی است که در ابتدا مقاله‌ها و گزارش‌های ارائه‌شده در پایگاه‌های داده معتبر فارسی (سیولیکا^۱، مگیران^۲ و پایگاه مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی^۳) و انگلیسی از قبیل Web of Science، Scopus، Embase، PubMed و Google Scholar دریافت شده و بصورت مجزا مورد بررسی قرار گرفتند. کلید واژه‌های انتخابی جهت جستجو در پایگاه‌های داده فارسی شامل «توفان گرد و غبار^۴»، «توفان گرد و غبار^۵»، «اثرات»، «اقتصادی»، «اقتصادی- اجتماعی» بوده در حالی که برای پایگاه‌های داده معتبر بین‌المللی از کلیدواژه‌های معادل انگلیسی استفاده شده است. پس از بررسی اولیه عنوان و چکیده مقالات دریافت‌شده تمامی مواردی که با هدف مطالعه حاضر همخوانی نداشتند، حذف شدند و باقیمانده مقالات و اسناد علمی مورد بررسی دقیق‌تر قرار گرفتند. در نهایت نتایج بررسی انجام گرفته در این زمینه در بخش نتایج به صورت خلاصه ارائه شده است.

یافته‌ها و بحث

با تخریب اراضی در طی توسعه شهرنشینی و همچنین در طی جنگ‌های طولانی مدت در دنیا و همینطور با احداث بی‌رویه سدها و تغییر مسیر آب‌ها برای تامین آب مورد نیاز جوامع خصوصاً در بخش کشاورزی، کشت غیراصولی و کاهش پوشش گیاهی بشر به سرعت غیرقابل باوری در حال ایجاد اراضی خشک و

غیرقابل کشت در کل دنیا است که از جمله دلایل اصلی وقوع چنین پدیده‌ای است [۱۱]. منابع اصلی SDS در دنیا عبارتند از: صحرای شمال آفریقا^۶، مرکز و شرق آسیا، خاورمیانه و بخش‌های غربی آمریکا. میلر^۷ و همکاران (۲۰۰۴) (شکل ۱، چپ) و تاناکا^۸ و چیبا^۹ (۲۰۰۶) (شکل ۱، راست) سهم هر کدام از منابع را برآورد کرده‌اند. صحرای شمال آفریقا بیشترین سهم را به ترتیب با ۵۰/۷ و ۵۷/۹ درصد به خود اختصاص داده است [۳].

در طی وقوع پدیده SDS، غلظت آلاینده‌های مختلف، به خصوص PM₁₀ و PM_{2.5} (ذرات با قطر آئروپدینامیکی ۱۰ و ۲/۵ میکرومتر و کمتر)، افزایش پیدا می‌کند (جدول ۱ و ۲) که به طور کلی اتمسفر^{۱۰}، بیوسفر^{۱۱}، هیدروسفر^{۱۲} و آنتروپوسفر^{۱۳} را تحت تاثیر قرار می‌دهد و منجر به اثرات زیادی می‌شود. اثرات این پدیده را می‌توان به طور کلی به اثرات محیط زیستی، بهداشتی و اقتصادی اجتماعی دسته‌بندی کرد [۳].

مطالعه‌ای در ایران نشان می‌دهد که طی مدت ۵۴ سال از سال‌های ۱۳۳۰ تا ۱۳۸۴، الگوی تغییرات گرد و غبار در غرب ایران بصورت ناهمگن بوده و هرچه از شمال به سمت جنوب پیش می‌رویم تعداد روزهای گرد و غباری در این مناطق در حال افزایش است [۱۲]. کیفیت هوای کشور ایران توسط پنج کانون SDS در فصول گرم و خشک تحت تاثیر قرار می‌گیرد که مهمترین کانون، با ۷۰-۹۵ درصد، عراق و قسمت شرقی سوریه است. از دیگر منابع و کانون‌ها، می‌توان به حوضه رودخانه دجله و فرات، عمان و امارات متحده عربی، عربستان سعودی، بحرین، قطر و

⁶ Sahara

⁷ Miller

⁸ Tanaka

⁹ Chiba

¹⁰ Atmosphere

¹¹ Biosphere

¹² Hydrosphere

¹³ Anthroposphere

¹ Civilica

² Magiran

³ Scientific Information Database (SID)

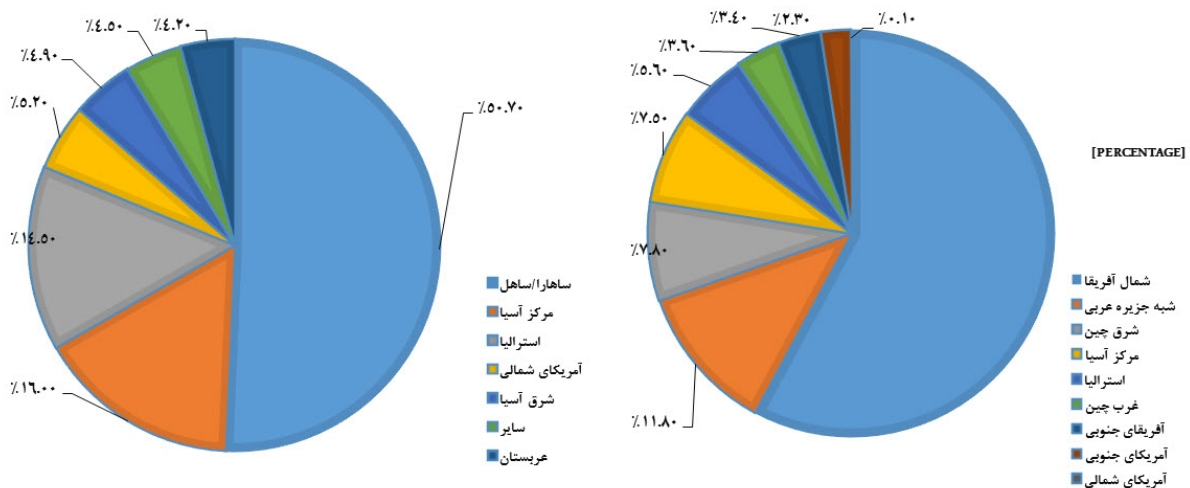
⁴ Sand and Dust Storm

⁵ Sand and Dust Storm

است، بیشترین تعداد روز ثبت شده (تقریباً ۱۸۰ روز) به زابل و پس از آن، به بخش‌های جنوب غربی کشور (امیدیه)، اختصاص دارد. شکل ۳ روند زمانی تعداد دفعات وقوع پدیده SDS در غرب و جنوب غربی ایران، طی سال‌های ۲۰۱۶-۱۹۸۷ (لازم به ذکر است برای سال‌های اخیر مطالعه‌ای شناسایی نشده است) را نشان می‌دهد. همانطور که در شکل ۳ نشان داده شده است، طی سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۶، تعداد وقوع این پدیده، بسیار بیشتر از سال‌های قبل بوده است.

کویت، یمن، بخش غربی سوریه، اردن و لبنان اشاره کرد [۱۳]. علاوه بر این، بسیاری از مناطق کشور ایران در دسته‌بندی‌های زیاد^۱ و خیلی زیاد^۲ منابع بالقوه پدیده SDS قرار گرفته است [۶]. شکل ۲ تعداد روزهای ثبت شده دارای SDS توسط ایستگاه‌های سینوپتیک در بخش‌های جنوبی، جنوب غربی، شرقی و جنوب شرقی ایران طی سال‌های ۲۰۱۶-۱۹۸۷ را، نشان می‌دهد. همانطور که در شکل نشان داده شده

^۱ High
^۲ Very High



شکل ۱. برآورد سهم منابع طوفان شن و گرد و غبار

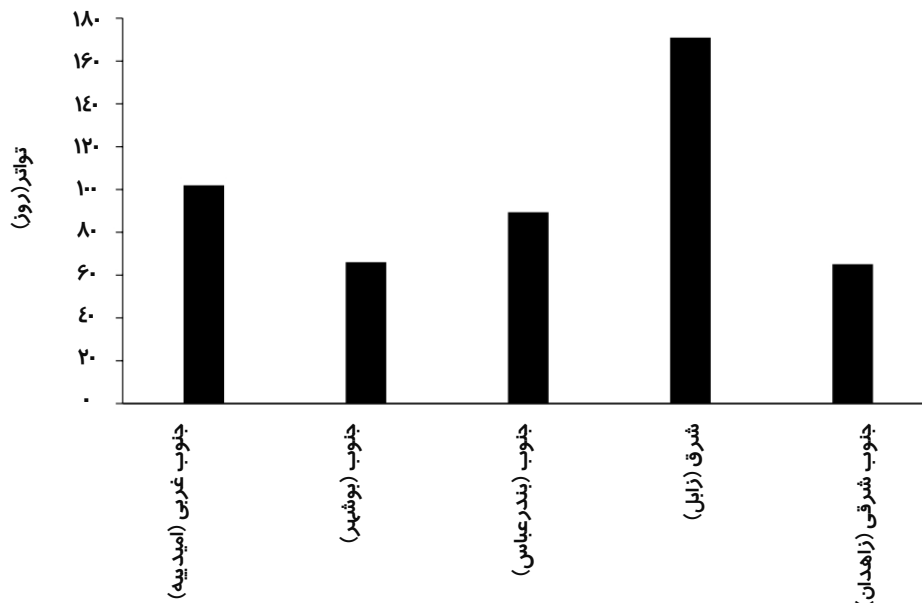
جدول ۱. حداکثر غلظت مشاهده شده PM₁₀ (میکروگرم بر متر مکعب) در شرایط وقوع پدیده SDS در نقاط مختلف دنیا [۳].

منابع	غلظت PM ₁₀	سال وقوع	محل وقوع
اروپا:			
Masson و همکاران (۲۰۱۰)	۱۵۰ - ۴۴۳	۲۰۰۴	جنوب فرانسه
Mallone و همکاران (۲۰۱۱)	۱۸۲	-	رم
Neophytou و همکاران (۲۰۱۳)	> ۲۵۰	-	قبرس
Cabello و همکاران (۲۰۱۲)	۳۷۸	۲۰۰۸	اسپانیا
Kaskaoutis و همکاران (۲۰۰۸)	۲۵۰۰	۲۰۰۵	کرت (یونان)
Kaskaoutis و همکاران (۲۰۰۸)	۲۵۰	۲۰۰۵	آتن
Polymenakou و همکاران (۲۰۰۸)	۲۸۰۰	۲۰۰۶	کرت
Birmili و همکاران (۲۰۰۸)	۲۰۰ - ۱۴۰۰	۲۰۰۷	اروپای مرکزی

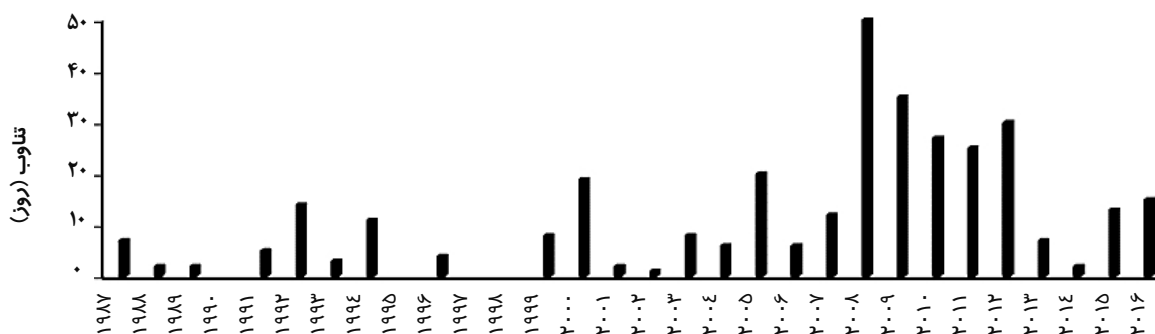
منابع	غلظت PM ₁₀	سال وقوع	محل وقوع
شرق آسیا:			
Chung و همکاران (۲۰۰۳)	۳۰۰۶	۲۰۰۲	کره جنوبی
Chung و همکاران (۲۰۰۳)	۲۹۴۲	۲۰۰۲	کره جنوبی
Lee و همکاران (۲۰۱۳)	۱۰۵۹	۲۰۰۸	کره جنوبی
Lee و همکاران (۲۰۱۳)	۱۰۴۱	۲۰۰۹	کره جنوبی
Yuan و همکاران (۲۰۰۴)	۱۳۴	-	تایوان (Pescadores)
Xie و همکاران (۲۰۰۵)	۷۹۸	۲۰۰۰	پکن
Xie و همکاران (۲۰۰۵)	۸۴۹	۲۰۰۰	پکن
Fu و همکاران (۲۰۱۰)	۶۴۸	۲۰۰۷	شانگهای
Wang و همکاران (۲۰۱۳)	۱۷۰۰	۲۰۱۰	شانگهای
Wang و همکاران (۲۰۱۳)	۲۳۶	۲۰۱۰	شانگهای
Dement'eva و همکاران (۲۰۱۳)	۱۹۳۰	-	مغولستان
استرالیا:			
Merrifield و همکاران (۲۰۱۳)	۱۱۷۰۵	۲۰۰۹	سیدنی
Leys و همکاران (۲۰۱۱)	۱۷۳۴	۲۰۰۹	Randwick
Leys و همکاران (۲۰۱۱)	۲۴۲۶	۲۰۰۹	Newcastle
Leys و همکاران (۲۰۱۱)	۱۵۳۶۶	۲۰۰۹	Bringelly
Barnett و همکاران (۲۰۱۲)	۸۴۹	۲۰۰۹	بریزبن
Chan و همکاران (۲۰۰۵)	۲۶۶	۲۰۰۲	سیدنی
Chan و همکاران (۲۰۰۵)	۸۴۱	۲۰۰۲	بریزبن
Chan و همکاران (۲۰۰۵)	۵۳۷	۲۰۰۲	گلدستون
Chan و همکاران (۲۰۰۵)	۸۹۹	۲۰۰۲	Mackay
غرب آفریقا:			
Alastuey و همکاران (۲۰۰۵)	۳۱۲	۲۰۰۲	Canary Islands
Ozer و همکاران (۲۰۰۶)	۲۹۹۸	۲۰۰۴	Mauritania
Marticorena و همکاران (۲۰۱۰)	۲۵۰۰	۲۰۰۶	M'Bour (سنگال)
Marticorena و همکاران (۲۰۱۰)	۳۵۰۰	۲۰۰۶	Cinzana (مالی)
Marticorena و همکاران (۲۰۱۰)	۵۰۰۰	۲۰۰۶	Banizoumbo (نیجریه)
آمریکای شمالی:			
Bennett و همکاران (۲۰۰۶)	۱۲۳	۱۹۹۸	ونکوور (کانادا)
Claiborn و همکاران (۲۰۰۰)	۱۲۰۰	۱۹۹۴	Spokane (ایالات متحده)
Wang و Lei (۲۰۱۳)	۳۵۴۳	-	غرب ایالات متحده
Cahill و همکاران (۱۹۹۶)	۴۰۶۲۰	-	Owens Lake (ایالات متحده)
Oho و همکاران (۲۰۱۱)	۶۵۱۱۲	۲۰۰۹	Mono Lake (ایالات متحده)
Nicoll و Hahnenberger (۲۰۱۲)	۴۲۴	۲۰۱۰	Lindon, Utah (ایالات متحده)
خاورمیانه:			
Rashki و همکاران (۲۰۱۲)	۳۰۹۴	-	ایران
Shahsavani و همکاران (۲۰۱۲)	۵۳۳۸	۲۰۱۰	اهواز
Grishkan و همکاران (۲۰۱۲)	۷۰۰	۲۰۰۴	هیفا (اسرائیل)
Amanollahi و همکاران (۲۰۱۱)	۵۶۱۹	۲۰۰۹	سنندج
Krasnov و همکاران (۲۰۱۳)	۵۱۹۷	۲۰۱۲	Beer-Sheva (اسرائیل)

جدول ۲. حداکثر غلظت مشاهده شده $PM_{2.5}$ (میکروگرم بر متر مکعب) در شرایط وقوع پدیده SDS در نقاط مختلف دنیا [۳].

منابع	درصد از PM_{10}	غلظت $PM_{2.5}$	سال وقوع	محل وقوع
اروپا:				
Mallone و همکاران (۲۰۱۱)	۴۷/۳	۸۶	-	رم
Jiménez و همکاران (۲۰۱۰)	۴۷/۳	۷۱	-	مادرید
Vanderstraten و همکاران (۲۰۰۸)	۴۲/۸	۴۳	۲۰۰۷	بلژیک
شرق آسیا:				
Dement'eva و همکاران (۲۰۱۳)	۳۶/۳	۷۰۰	-	مغولستان
Yuan و همکاران (۲۰۰۴)	۴۷	۶۳	-	Pescadores (تایوان)
Chung و همکاران (۲۰۰۳)	۱۱	۳۳۱	۲۰۰۰	کره جنوبی
Chung و همکاران (۲۰۰۳)	۱۰	۲۹۴	۲۰۰۲	کره جنوبی
Jugder و همکاران (۲۰۱۱)	۶۰/۹	۵۰۰	-	مغولستان
Wang و همکاران (۲۰۱۳)	۲۷/۶	۴۶۹	۲۰۱۰	شانگهای
Wang و همکاران (۲۰۱۳)	۲۸/۸	۹۴	۲۰۱۰	شانگهای
سایر مناطق:				
Shahsavani و همکاران (۲۰۱۲)	۱۷/۱	۹۱۱	۲۰۱۰	اهواز
Merrifield و همکاران (۲۰۱۳)	۱۴	۱۶۳۸	۲۰۰۹	سیدنی
Barnett و همکاران (۲۰۱۲)	۱۵/۴	۱۳۸	۲۰۰۹	بریزبن
Chan و همکاران (۲۰۰۵)	۲۶/۱	۴۲	۲۰۰۲	بریزبن
Claiborn و همکاران (۲۰۰۰)	۱۲/۵	۱۵۰	۱۹۹۴	Spokane (ایالات متحده)
Grishkan و همکاران (۲۰۱۲)	۴۰	۲۸۰	۲۰۰۴	Haifa (اسرائیل)
Nicoll و Hahnenberger (۲۰۱۲)	۱۳/۱	۵۶	۲۰۱۰	Lindon, Utah (ایالات متحده)



شکل ۲. تعداد روزهای ثبت شده دارای SDS توسط ایستگاه‌های سینوپتیک در بخش‌های جنوبی، جنوب غربی، شرقی و جنوب شرقی ایران طی سال‌های ۲۰۱۶-۱۹۸۷



شکل ۳. تعداد دفعات وقوع پدیده SDS در غرب و جنوب غرب ایران طی سال‌های ۱۹۸۷ - ۲۰۱۶

به دلیل مشکلات تنفسی، قلبی- عروقی و غیره، کاهش میدان دید و افزایش تصادفات جاده‌ای، مسدود شدن راه‌های ارتباطی، جاده‌ها و ریل‌ها، تخریب فضای سبز و درختان و تجمع و انباشته شدن ذرات گرد و غبار در سطح شهر و مناطق مسکونی و... منجر می‌گردد. مناطق روستایی نسبت به مناطق شهری، بیشتر در معرض خطر ناشی از گرد و غبار قرار می‌گیرند. فرسایش خاک و تحمیل کردن خسارت به محصولات دامی و کشاورزی، می‌تواند باعث از بین رفتن اقتصاد مناطق روستایی شود [۶، ۷، ۹، ۱۰، ۱۴]. یکی از بخش‌های اقتصادی متاثر از این پدیده، بخش کشاورزی است. آثار طوفان گرد و غبار در بخش کشاورزی استان‌های متاثر، به کاهش کمی و کیفی تولیدات زراعی، باغی، دامی و جنگلی انجامیده است [۱۵]. در همین راستا، یکی از آثار مشهود این پدیده در استان‌های جنوبی به ویژه استان خوزستان، خساراتی است که بر زندگی روستایی استان وارد کرده است. مناطق روستایی نسبت به مناطق شهری، بیشتر در معرض خطر ناشی از گرد و غبار قرار می‌گیرند زیرا طوفان‌های گرد و غبار خسارت فراوانی به بخش کشاورزی وارد می‌کنند و می‌توانند سبب از بین رفتن اقتصاد مناطق روستایی گردند. تاثیر گرد و غبار بر کشاورزی، به گونه مستقیم و غیرمستقیم است. تاثیر مستقیم گرد و غبار بر روی گیاهان در فرآیند فتوسنتز و تنفس سلولی، تبخیر و تعرق، پیری زودرس برگ‌ها، تاخیر در رشد گیاه و افزایش دمای برگ است و تاثیر غیرمستقیم این پدیده بر کشاورزی، به

همانطور که پیشتر اشاره شد، طوفان شن و گرد و غبار، اثرات محیط زیستی، بهداشتی و اقتصادی اجتماعی گسترده ای را به دنبال خواهد داشت که بصورت حلقه‌های زنجیر، مرتبط بوده و در نهایت هر یک از این اثرات، به تبعات اقتصادی جبران‌ناپذیری، می‌انجامند. بعنوان مثال طوفان‌های شدید و تداوم آنها در مناطق تحت تاثیر، به افزایش مهاجرت‌ها منجر گردیده که همین امر به کاهش منابع مختلف در مناطق مهاجرپذیر، انجامیده است. بطور خلاصه، این پدیده به کاهش درآمدها، افزایش نرخ بیکاری، کاهش محصولات کشاورزی، فشار بر سیستم بهداشتی و درمانی، رکود گردشگری و صنعت توریسم، اختلال در سیستم حمل و نقل (جاده‌های، ریلی و هوایی)، تخریب و اختلال در زیر ساخت‌ها و افزایش تعطیلی ادارات، مدارس و دانشگاه‌ها، منجر خواهد شد که موارد ذکر شده، تنها بخشی از اثرات ناشی از وقوع پدیده گرد و غبار است که هر یک از آنها، به صورت مستقیم و غیرمستقیم، بر اقتصاد جوامع تاثیر گذارند. طوفان گرد و غبار طی یک دهه گذشته تبعات مخربی برای استان‌های متاثر در ایران، به همراه داشته است. SDS اثرات اقتصادی گسترده‌ای هم در کوتاه مدت و هم در بلندمدت دارد (جدول ۳). SDS به تعطیلی مدارس، ادارات، سازمان‌ها و دانشگاه‌ها، لغو پرواز هواپیماها و مسافرت‌های جاده‌ای، اختلال در عملکرد نیروگاه‌های برق و صنایع، کاهش منابع آب (از بین رفتن منابع آب)، اختلال در سیگنال‌های تلویزیونی، افزایش تعداد مراجعات به کلینیک‌ها

شده است. همچنین این پدیده، آسیب‌های زیادی به صنایع زنبورداری وارد می‌سازد چرا که علاوه بر مرگ و میر و کاهش تعداد کندوهای عسل، نشست این ذرات بر گل‌ها، مانع شه‌گیری و تولید عسل خواهد شد [۱۶].

بازارپسندی، کیفیت محصولات، درآمد نهایی و کاهش حاصلخیزی خاک، مرتبط است. همچنین، گرد و غبار بر سلامت حیوانات و دام‌ها نیز اثرگذار است و سبب مرگ و میر دام‌ها می‌گردد، چنانچه شمار زیادی مرگ و میر دام، بر اثر استنشاق گرد و غبار، گزارش

جدول ۳. اثرات اقتصادی SDS.

اثرات بلند مدت	اثرات کوتاه مدت
مشکلات بهداشتی تجمعی و یا مزمن (از قبیل برونشیت، نارسایی‌های قلبی)	مشکلات بهداشتی حاد (از قبیل مشکلات تنفسی) و مرگ
فرسایش خاک و کاهش کیفیت خاک	آسیب سالانه و دائمی به محصولات (جدول ۶)
آلودگی خاک از طریق مواد بیولوژیک سمی (قارچ‌ها و باکتری‌ها)، فلزات سنگین، و یا نمک‌ها	مرگ چارپایان اهلی
تغییر اقلیم جهانی (گرمایش جهانی، باروری و یا بهره‌وری اقیانوس و تولید دی‌اکسید کربن، تغییرات بارش، تغییر حجم جهانی یخ، ارتفاع آب دریا، چرخه هیدرولوژیکی و پوشش گیاهی)	صدمه به زیرساخت‌ها (از قبیل ساختمان‌ها، نیروگاه‌ها، ساختارهای توزیع برق و مخازرات، مزارع خورشیدی، تاسیسات و تجهیزات، گلخانه‌ها و ...)
-	هزینه‌های پاک‌سازی و یا تمیزسازی شن و گرد و غبار از زیرساخت‌ها (از قبیل جاده‌ها، فرودگاه‌ها، کانال‌های آبیاری، سدها، ساختارهای کنترل سیل، نیروگاه‌ها، گودال‌ها) (جدول ۷)
-	تداخل و یا قطع حمل و نقل (هوایی، جاده‌ای و ریلی) و ارتباطات، تصادفات هوایی و جاده‌ای
-	تعطیلی مدارس، ادارجات، سازمان‌ها و دانشگاه‌ها

۱) طوفان گرد و غبار با شدت کم: زمانی که شرایط آب و هوا، گرد و غباری بوده و مقدار گرد و غبار بومی بیش از ۱۵۰ میکرو گرم در متر در ساعت است.

۲) طوفان گرد و غبار با شدت متوسط: زمانی که سرعت باد بیش از ۱۵ متر در ثانیه بوده و دید افقی در محدوده ۱۰۰۰-۲۰۰ متر است.

۳) طوفان گرد و غبار با شدت بالا: زمانی که سرعت باد بیش از ۱۵ متر در ثانیه بوده و دید افقی کمتر از ۲۰۰ متر است.

❖ **خسارت جاده‌ای:** میزان کلی خسارت جاده‌ای در طی وقوع پدیده گرد و غبار، به میزان ۵۶۳۶۰۰۰ دلار آمریکا بوده است این خسارت به دو دسته کاهش میدان دید و افزایش تصادفات، در کنار خسارت وارده به جاده‌ها، تقسیم‌بندی شده است:

در ادامه به شرح کامل چند مطالعه، در زمینه بررسی اثرات اقتصادی ناشی از وقوع پدیده SDS پرداخته شده است.

مطالعه شماره ۱: در مطالعه‌ای که میری و همکاران، در منطقه سیستان ایران، بر روی اثرات زیست محیطی و اقتصادی اجتماعی وقوع پدیده گرد و غبار در سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۴ انجام داده‌اند، ارزیابی اقتصادی موارد زیر به طور کامل مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفته است [۹]: ۱) خسارت جاده‌ای، ۲) اثرات بهداشتی، ۳) تعطیلی مدارس، ۴) تمیز کردن منازل مسکونی (حذف ذرات گرد و غبار از لباس‌ها، ظروف، لوازم درون منازل و غیره؛ و ۵) تخلیه تپه‌های شن تجمع‌یافته درون مناطق مسکونی. در این مطالعه، پدیده گرد و غبار به سه دسته کلی که در زیر آورده شده تقسیم‌بندی شده است:

❖ **تخلیه تپه‌های شن تجمع یافته درون مناطق مسکونی:** ذرات گرد و غبار آسیب قابل توجهی به مناطق مسکونی وارد می‌سازد. هنگامی که ذرات گرد و غبار پشت دیوارهای منازل مسکونی تجمع می‌یابد، به صورت تپه‌های شن و ماسه درآمده و رفته‌رفته منازل مسکونی (همانند روستاهای خوشداد و خالقداد) در زیر آن‌ها دفن می‌شوند. ۱۳ روستا با ۵۵۰ خانه به طور مستقیم در مسیر حرکت گرد و غبار قرار داشته و تمیزسازی آن‌ها بسیار ضروری بوده است. هزینه خارج کردن ماسه از مناطق مسکونی، ۱/۵-۱/۳ دلار به ازای هر مترمکعب برآورد شده است و کل خسارت وارد آمده، ۳۰۱۳۰۰۰ دلار برآورد شده است. تا زمان انجام پژوهش، ۳۶۰۰ خانه آسیب دیده‌اند که ۲۵۲۰ خانه به میزان ۳۰ تا ۴۰ درصد تخریب شده و نیازمند بازسازی هستند، همچنین ۱۰۸۰ خانه، نیاز به تعمیر و نوسازی دارند.

❖ **تمیز و تعمیر کردن منازل مسکونی (حذف ذرات گرد و غبار از لباس‌ها، ظروف، لوازم درون منازل و غیره):** حدود ۳۰ تا ۴۰ درصد از گرد و غبار که بر روی زمین نشسته است، وارد خانه‌ها شده و تمیزکاری منظم برای آن‌ها ضروری است. افراد (زن و مرد) حدود چهار ساعت از وقت خود را صرف تمیزسازی می‌کنند و هزینه تمیزسازی به میزان ۵۰ درصد افزایش داشته است. حدود ۷۴ درصد از افراد عنوان کرده‌اند که گرد و غبار منجر به کاهش عمر مفید تجهیزات خانگی و الکترونیکی می‌شود. خانواده‌ها گزارش داده‌اند که حدود ۱۰۰ دلار آمریکا برای تعمیر کالاهای درون منزل خود هزینه کرده‌اند. کرده‌اند. ۹۹ درصد افراد اشاره کرده‌اند که وقوع پدیده گرد و غبار میزان مصرف آب را افزایش داده است. خسارت وارد شده در این بخش، ۷۵۹۰۰۰۰۰ دلار برآورد شده است. هزینه‌های کلی و سهم ابعاد متفاوت خسارت‌های ناشی از وقوع پدیده گرد و غبار در شهر زابل، در جدول ۴ آورده شده است.

❖ **کاهش میدان دید و افزایش تصادفات:** وقوع پدیده گرد و غبار بر روی میدان دید افقی تاثیر گذاشته و منجر به افزایش تصادفات جاده‌ای شده است. در موارد وقوع گرد و غبار شدید، میدان دید به کمتر از یک متر کاهش یافته است.

❖ **خسارت وارده به جاده‌ها:** در این بخش، خسارت وارده به علائم راهنمایی و سطح جاده‌ها، در نظر گرفته شده است. تقریباً ۱۰۰ کیلومتر از جاده زابل درون منطقه خطر قرار دارد. برخورد ذرات درون گرد و غبار به علائم راهنمایی کنار جاده، منجر به ساییده شدن آن‌ها و از بین رفتن این علائم شده است. همچنین این ذرات، منجر به دفن شدن آسفالت جاده‌ها در زیر خود شده، به صورت تپه‌های ماسه بر روی سطح جاده‌ها قرار گرفته و به عنوان مانعی برای تردد وسایل نقلیه عمل می‌کنند که در نهایت باید این تپه‌ها از روی سطح جاده‌ها، جمع‌آوری گردند.

❖ **اثرات بهداشتی:** اثرات بهداشتی این پدیده در دو زیرگروه مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. میزان خسارت وارده در طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۴، ۳۱۲۰۰ دلار (بر حسب دلار آمریکا) بوده است. اثرات بهداشتی در دو زیرگروه هزینه‌های درمانی و پزشکی و هزینه‌های مرتبط با افراد دارای بیماری‌های دستگاه تنفسی (آسم و بیماری مزمن انسدادی ریوی) که به بیمارستان زابل مراجعه کرده‌اند عنوان شده است.

❖ **تعطیلی مدارس:** وقوع پدیده گرد و غبار منجر به تعطیلی مدارس شده و ۳۲۴۴۱۴ دلار آمریکا خسارت به بار آورده است. لازم به ذکر است علاوه بر هزینه‌های تعطیلی مدارس، هزینه‌ای گزاف برای پاکسازی مدارس از ذرات شن و ماسه توسط وسایل نقلیه سنگین در هر سال صرف شده است که در این مطالعه (۲۰۰۴-۲۰۰۰) در حدود یک میلیون دلار آمریکا هزینه شده است (بیش از ۲۰۰۰۰۰ هزار دلار آمریکا در هر سال).

جدول ۴. کل هزینه‌ها و سهم‌بندی خسارت‌های اقتصادی ناشی از وقوع پدیده گرد و غبار در شهر زابل

نوع خسارت	درصد خسارت مورد نظر	هزینه خسارت بر حسب دلار آمریکا (×۱۰۰۰)
خسارت جاده‌ای	۴/۵	۵۶۳۶
اثرات بهداشتی	۲۴/۹۹	۳۱۲۰۰
تعطیلی مدارس	۱/۰۶	۱۳۳۴
تجمع تپه‌های شن درون مناطق مسکونی	۸/۶۶	۱۰۷۸۹
تمیز و تعمیر کردن منازل مسکونی (حذف ذرات گرد و غبار از لباس‌ها، ظروف، لوازم درون منزل و غیره)	۶۰/۷۹	۷۵۹۰۰
کل	۱۰۰	۱۲۴۸۴۹

است (کل خسارت وارد آمده به این بخش $۱۰^۶$ است) $۴۸/۳ \times$ دلار برآورد شده است):

➤ تجمع ذرات گرد و غبار بر روی شاخ و برگ گیاهان منجر به اختلال در فتوسنتز شده که در نهایت محصول کاهش خواهد یافت.

➤ تجمع ذرات گرد و غبار بر روی زمین‌های کشاورزی منجر به زیر خاک رفتن زمین شده و حاصلخیزی خاک کاهش می‌یابد.

➤ فرسایش خاک

➤ تخریب و به زیر خاک رفتن چاه‌ها و جریانات آبی

➤ تخریب باغ‌ها و محصولات زراعی

• خسارت وارد آمده به منطقه مسکونی: میزان کل خسارت وارد آمده به منطقه مسکونی در طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۴ بیش از $۱۰/۷۸۹$ میلیون دلار بوده است.

مطالعه شماره ۳: خسارات طوفان گرد و غبار در ۵ می سال ۱۹۹۳ در شمال غرب چین که برای مدت زمان ۳۱ ساعت به طول انجامید به صورت زیر گزارش شده است [۱۸]:

• خسارات مستقیم این پدیده ۷۰ میلیون دلار برآورد شده است که این پدیده ۱۲ میلیون نفر را تحت تاثیر قرار داد.

• ۸۵ نفر کشته و ۳۱ نفر ناپدید و ۲۴۶ نفر زخمی شدند (اکثر کشته شدگان کودکان بودند).

• ۱۲۰ هزار راس دام کشته و بیش از ۷۳۰۰۰۰ هزار راس ناپدید شدند.

مطالعه شماره ۲: در مطالعه‌ای دیگر که توسط

پهلوانروی^۱ و همکاران در منطقه سیستان استان سیستان و بلوچستان و در شهر زابل بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۴ صورت گرفته است، ارزیابی اقتصادی تعدادی از خسارت‌های ناشی از این پدیده مورد بررسی قرار گرفته است. در این مطالعه خسارت‌های زیر بررسی شده است. لازم به ذکر است که کل خسارت وارده $۱۰^۶ \times ۹۹/۱۹$ دلار برآورد شده است [۱۷]:

• قطع شدن برق و خسارت وارد شده به تاسیسات برق (کل خسارت وارد شده به این بخش ۴۸۲۰۰۰۰۰ دلار برای قطع شدن برق و ۶۴۸۱۰۵۰۰۰ دلار برای خسارت وارد شده به تاسیسات برق، برآورد شده است).

• مسدود شدن کانال‌های آبیاری زمین‌های کشاورزی (کل خسارت وارد شده به این بخش ۳۸۸۹۲۵۰ دلار برآورد شده است).

• کنسل شدن پروازها (کل خسارت وارد شده به این بخش ۱۱۸۷۴۰ دلار برآورد شده است).

• خسارات مربوط به بخش تجاری و بازار (کل خسارت وارد شده به این بخش $۱۰^۳ \times ۳۳۱۵۰$ دلار بوده است).

• خسارات وارد شده به بخش کشاورزی: خسارات وارد آمده به محصولات کشاورزی به شرح زیر بوده

^۱ Pahlavanravi

• بیش از ۴۴۱۲ خانه تخریب شد و یا توسط خاک پوشانده شد.

مطالعه شماره ۴: در یک مطالعه موردی که به بررسی زیان‌های اقتصادی طوفان گرد و غبار بر استان‌های غربی ایران (ایلام، خوزستان و کرمانشاه) طی سال‌های ۹۰-۱۳۸۵ پرداخته است، مجموع خسارت اقتصادی بر کل بخش کشاورزی سه استان، بر اساس سناریوهای بررسی شده از ۲۲۲۷ تا ۱۳۳۶۱ میلیون دلار برآورد شده است. همچنین در سال ۱۳۸۸ به ترتیب بر مبنای متوسط ارزش افزوده استانی و کشوری به ازای هر یک روز تعطیلی در اثر وقوع این پدیده، ۱۴۲ و ۶۶ میلیون دلار بر اقتصاد هر سه استان زیان وارد شده است [۱۵].

مطالعه شماره ۵: در مطالعه‌ای که در کشور چین انجام شده، به بررسی خسارت اقتصادی ناشی از SDS بر زمین‌های کشاورزی پرداخته شده که نتایج آن در جدول ۵ ارائه شده است [۶].

جدول ۵. خسارت اقتصادی ناشی از SDS در شمال چین در طی دوره ۲۰۱۰-۲۰۱۳

استان	تعداد وقوع پدیده SDS	زمین زراعی تحت تاثیر قرار گرفته (۱۰۰۰ هکتار)	خسارت اقتصادی (میلیون دلار آمریکا)
Xinjiang	۷	۲۳	۶۶۶
inner Mongolia	۳	۶۰۰	۶۷
Gansu	۱۰	۲۹۶	۲۲۰
Ningxia	۱	۶	۲
Shaanxi	۱	۳	۹
کل	۲۲	۹۲۸	۹۶۴

و نگهداری از جاده‌ها و (۶) سیستم الکترونیکی گرفتن ویزا یا مجوز برای مسافرت. توزر^۱ و همکاران در مطالعه‌ای که در کشور استرالیا انجام داده‌اند، اثرات اقتصادی وقوع پدیده گرد و غبار ۲۳ سپتامبر ۲۰۰۹ را ۲۹۹ میلیون دلار استرالیا (۳۱۳-۲۹۳ میلیون دلار استرالیا) برآورد کرده‌اند. آنها موارد زیر را بررسی کرده و شکل ۲ را برای آن ارائه کرده‌اند [۱۹]:

• ۳۷۳ هزار هکتار زمین کشاورزی و ۱۶۳۰۰ هکتار باغات میوه و صدها گلخانه و پوشش پلاستیکی محصولات از بین رفتند. در بیشتر مناطق به طور میانگین ۱۰ سانتی‌متر خاک بر روی سطح زمین انباشته شده است و در برخی مناطق بیشتر از ۵۰ سانتی‌متر.

• تاسیسات زیربنایی، بزرگراه‌ها و ریل‌های راه آهن و تاسیسات انتقال برق (۱۰ میلیون دلار) دچار آسیب جدی شدند.

• ۳۷ پرواز لغو و به مدت ۴ روز راه آهن تعطیل شد و بیش از ۱۰۰۰ کیلومتر کانال‌های آبیاری توسط تجمع ماسه مسدود شد.

• برق بیش از ۸۳ میلیون نفر به علت افتادن پایه‌های برق و تخریب تاسیسات برق قطع شده بود که میزان خسارت آن بیش از ۱۰ میلیون دلار آمریکا برآورد شده است.

مطالعه شماره ۶: در مطالعه‌ای که در جنوب استرالیا بر روی طوفان گرد و غبار در ماه می ۱۹۹۴ انجام شده است، ارزیابی اقتصادی اثرات آن بر بخش‌های زیر برآورده شده است که کل خسارت وارده به طور میانگین، ۲۳۳۵۷۳۲۰ دلار برآورد شده است [۱۹]:

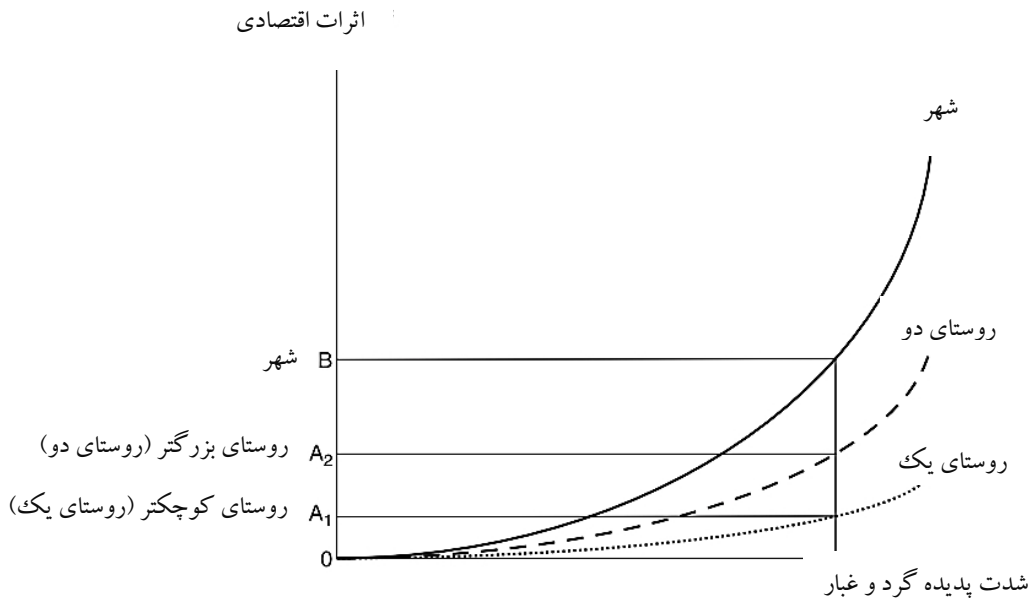
(۱) سلامت (در این بخش غیبت از مدرسه و محل کار، اختلالات جسمی و ذهنی، ناتوانی و مرگ در نظر گرفته شده است)، (۲) منازل مسکونی، (۳) مسافرت‌های هوایی، (۴) تصادفات جاده‌ای، (۵) تعمیر

¹ Tozer

۳) سطح زیرساخت‌ها و فعالیت‌های اقتصادی در منطقه که طبیعتاً این زیرساخت‌ها در مناطق روستایی بسیار کمتر از مناطق شهری خواهد بود.

۱) بررسی اثرات اقتصادی این پدیده با توجه به شدت طوفان گرد و غبار که توسط اندازه‌گیری غلظت گرد و غبار مشخص می‌شود.

۲) بررسی اثرات اقتصادی این پدیده با توجه به جمعیت (در این مطالعه، دو جمعیت روستایی و یک جمعیت شهری در نظر گرفته شده است).



شکل ۴. اثرات اقتصادی وقوع پدیده گرد و غبار در استرالیا

یک خطر برای درآمد ملی و جوامع بشری نسبتاً محدود است. جدول ۶ مقایسه اجمالی مطالعات صورت گرفته در خصوص بررسی اثرات اقتصادی وقوع پدیده SDS در دنیا را نشان می‌دهد. در این مطالعات محققان، تاثیر اقتصادی ناشی از وقوع SDS را در حوزه‌های حمل و نقل هوایی و جاده‌ای، بهداشت، تصادفات جاده‌ای، کشاورزی، صادرات نفت، تعطیلی مدارس، پاکسازی و تمیزسازی گرد و غبار جمع شده، تجارت و ساخت و ساز و... را مورد بررسی قرار داده‌اند [۲۰].

همانطور که در شکل ۴ مشخص شده است، با افزایش شدت پدیده گرد و غبار یا همان غلظت ذرات گرد و غبار، اثرات اقتصادی آن بر جوامع روستایی و شهری، افزایش می‌یابد. علاوه بر این، با افزایش جمعیت، سطح زیرساخت‌ها و فعالیت‌های اقتصادی که در مناطق شهری بسیار بیشتر از مناطق روستایی است، اثرات اقتصادی ناشی از وقوع پدیده گرد و غبار افزایش می‌یابد.

مطالعه شماره ۷: تحقیقات در مورد تأثیرات اقتصادی SDS با توجه به اهمیت گرد و غبار بیابانی به عنوان

جدول ۶. مقایسه اجمالی مطالعات صورت گرفته در خصوص بررسی اثرات اقتصادی وقوع پدیده SDS در دنیا

سال‌های وقوع SDS	اثرات	کشور	هزینه‌های SDS
۲۰۰۱-۲۰۱۴ (۱۱۵ پدیده)	صادرات نفت، تاخیر در سفرهای هوایی	کویت	۸۲۴.۳۱۱ دلار به ازای هر بشکه نفت ۲۸۱۸۰ دلار... هوایی روزانه
۲۰۱۳ (SDS نامشخص)	بهداشت، حمل و نقل (هوایی و جاده‌ای)، کشاورزی (زراعت و باغبانی)	ایران، عراق	$10^6 \times 1043/5$ دلار، ایران $10^6 \times 1404$ دلار، عراق
۲۰۰۹/۹/۲۳ (یک SDS، "Dawn Red")	پاکسازی، حمل و نقل هوایی، ساخت و ساز، تجاری، غیبت از کار، خدمات اضطراری، فعالیت‌های کشت و کشاورزی	New sought Wales استرالیا	۲۹۹ میلیون دلار استرالیا
۲۰۰۵-۲۰۰۰ (۳۳۵ پدیده SDS)	پاکسازی، تصادفات جاده‌ای، خسارت به جاده، تعطیلی مدارس، بهداشت، لوازم منزل	سیستان، ایران	۱۲۴/۸۵ میلیون دلار
سالانه (۲۰۰۲ - ۱۹۶۲)	پاکسازی، بهداشت، تجهیزات الکترونیکی، تصادفات جاده‌ای، تاخیر در سفرهای هوایی، تابلوهای تبلیغاتی عمومی، پست‌های سبک، کانال‌های آبیاری	یزد، ایران	۶/۸۲ میلیون دلار
۲۰۰۰	زیرساخت‌ها، کشاورزی، ساخت و ساز، بخش تجارت، تجهیزات خانگی	پکن، چین	۴۸۵/۸ میلیون دلار
۲۰۰۲	بهداشت، تمیز کردن، حمل و نقل هوایی، کاهش رفاه	کره جنوبی	۵۶۰۰ میلیون دلار
سالانه (۱۹۹۰ - ۱۹۶۲)	بهداشت، خانگی، نیروگاه‌های برق، حوادث رانندگی، تعمیر و نگهداری جاده، حمل و نقل هوایی	جنوب استرالیا	۲۳ میلیون دلار استرالیا
سالانه	نظافت داخلی و خارجی خانه‌ها، تعمیر و نگهداری جاده‌ها، تخریب زیبایی محوطه‌های تزئینی	New Mexico, امریکا	۴۶۶ میلیون دلار

نتیجه گیری

منزل، تجهیزات الکترونیکی، تابلوهای تبلیغاتی عمومی، کانال‌های آبیاری، نیروگاه‌های برق و... است. به نظر می‌رسد با شناسایی و گزارش آثار مخرب این پدیده، سیاستگذاری‌های مناسب، اجرای برنامه‌های دارای اولویت و در نهایت نظارت دوره‌ای بر اجرای هر یک از برنامه‌ها، راه مقابله با چنین معضلی هموارتر خواهد شد. همچنین همکاری‌ها بین جوامع مختلف متاثر از کانون‌های مشترک گرد و غبار نیز، اثرگذار است و این در حالی است که یک عزم بین‌المللی برای مقابله با آثار ثانویه ناشی از روند رو به رشد تغییرات انسان‌ساخت در سراسر این کره خاکی، ضرورتی جدی است.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از حمایت مالی بنیاد ملی نخبگان از این پژوهش در قالب طرح شماره ۴۲ شهید احمدی روشن سال ۱۳۹۹-۱۳۹۸ با عنوان «ارزیابی اقتصاد اجتماعی و فرهنگی بحران‌های زیست محیطی» تشکر و قدردانی می‌گردد.

طوفان گرد و غبار بدون شک نتیجه توسعه ناپایدار و مداخلات دیرینه بشر در اکوسیستم طبیعی زمین در سراسر دنیا است. اثرات مخرب و گسترده این پدیده، سبب تبدیل آن به یک چالش زیست‌محیطی جهانی، شده است. بطوری که توجه بسیاری از دولتمردان، سیاستگذاران، محققان و عموم مردم را به خود جلب کرده است. با گذشت زمان و مدیریت ناپایدار منابع در جهان، روز به روز نگرانی‌ها در این خصوص افزوده خواهد شد و اگرچه جوامع مختلف به دنبال حل این معضل اساسی در جهان هستند، اما به نظر می‌رسد آثار بلندمدت ناشی از تغییرات سریع در اکوسیستم و اقلیم، پایدارتر و ناشناخته‌تر باقی خواهند ماند. پدیده گرد و غبار، دارای اثرات اقتصادی گسترده‌ای از قبیل تاثیر بر صادرات نفت، تاخیر در سفرهای هوایی، اختلال در حمل و نقل جاده‌ای، اثرات مخرب بر کشاورزی (زراعت و باغبانی)، تصادفات جاده‌ای، خسارت به جاده، تعطیلی مدارس، لوازم

References

- 1- Jafari, M., G. Zehabian, and T. Mesbahzadeh, Statistical analysis the phenomenon of Dust Storm (case study: Isfahan). *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 2019. 25(4): p. 863-876.
- 2- Ginoux, P., et al., Global scale attribution of anthropogenic and natural dust sources and their emission rates based on MODIS Deep Blue aerosol products. *Reviews of Geophysics*, 2012. 50(3).
- 3- Goudie, A.S., Desert dust and human health disorders. *Environment international*, 2014. 63: p. 101-113.
- 4- Sparks, D.L., *Advances in agronomy*. Vol. 118. 2012: Academic Press.
- 5- Bolorani, A.D., et al., Identification of dust sources using long term satellite and climatic data: A case study of Tigris and Euphrates basin. *Atmospheric Environment*, 2020. 224: p. 117299.
- 6- Shepherd, G., et al., *Global assessment of sand and dust storms*. 2016.
- 7- Chan, Y.-C., et al., Influence of the 23 October 2002 dust storm on the air quality of four Australian cities. *Water, Air, and Soil Pollution*, 2005. 164(1-4): p. 329-348.
- 8- Neshat, A., Pricing and Consumption of Chemical Fertilizers with Emphasis on Environmental Quality (Case study, Varamin Plain). . Ph.D. Thesis. Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University of Tehran. (In Persian with English abstract). 2016.
- 9- Miri, A., et al., Environmental and socio-economic impacts of dust storms in Sistan Region, Iran. *International Journal of Environmental Studies*, 2009. 66(3): p. 343-355.
- 10- Knippertz, P. and J.-B.W. Stuut, Introduction, in *Mineral Dust*. 2014, Springer. p. 1-14.
- 11- Qanavati, H., A. Fatahi, and A. Neshat, Economic evaluation of environmental dust phenomenon damage (case of study: Ardakan city). *Environmental Sciences*, 2018. 16(1): p. 141-157.
- 12- Rasouli, A.A., B. Sari Sarraf, and G.H. Mohammadi, Trend analysis the number of dusty days in the past 55 years in the west of iran, using non-parametric statistics. *Journal of physical geography*, 2010. 3(9): p. -.
- 13- Sotoudeheian, S., R. Salim, and M. Arhami, Impact of Middle Eastern dust sources on PM10 in Iran: Highlighting the impact of Tigris-Euphrates basin sources and Lake Urmia desiccation. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 2016. 121(23): p. 14,018-14,034.
- 14- De Longueville, F., et al., Desert dust impacts on human health: an alarming worldwide reality and a need for studies in West Africa. *International journal of biometeorology*, 2013. 57(1): p. 1-19.
- 15- Khaledi, K., Estimating the economic losses of dust storms on agriculture sector in the western provinces of the iran. *Eqtesad-e keshavarzi va towse'e*, 2017. 24(96): p. -.
- 16- Taheri, F., et al., Farmers' Perceptions toward Dust Phenomenon: Case of Abadan County. *Iranian journal of agricultural economics and development research*, 2018. 48(4 #M00484): p. -.
- 17- Pahlavanravi, A., et al., The impacts of different kinds of dust storms in hot and dry climate, a case study in sistan region. *Desert*, 2012. 17(1): p. 15-25.
- 18- Yang, G., H. Xiao, and W. Tuo, Black windstorm in northwest China: a case study of the strong sand-dust storm on May 5th 1993. *Global Alarm: Dust and Sandstorms from the World's Drylands*, United Nations: Bangkok, Thailand, 2001: p. 49-73.
- 19- Tozer, P. and J. Leys. Dust Storms-What do they really cost? in *Proceedings of the North Australian Rangeland Society Biennial Conference*. Australian Rangeland Society: Australia. 2012.
- 20- Al-Hemoud, A., et al., Economic Impact and Risk Assessment of Sand and Dust Storms (SDS) on the Oil and Gas Industry in Kuwait. *Sustainability*, 2019. 11(1): p. 200.