تحلیل روند گرد و غبار ورودی به ایران با تاکید بر استان خوزستان

عباس شاهسونی[۱و۲]، مریم یاراحمدی[۳]، علیرضا مصداقی‌نیا[۴]، مسعود یونسیان[۲و۴]، نعمت‌ا... جعفرزاده[۲و۵]، ابوالفضل نعیم‌آبادی[۶]، محمود ثالثی[۷]، کاظم ندافی[۲و۴*]

۱- گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت و تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی شیراز ۲- مرکز تحقیقات آلودگی هوا، پژوهشکده محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران ۳- مرکز سلامت محیط و کار، معاونت بهداشت، وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی ۴- گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران ۵- گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز ۶- گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی ۷- پژوهشکده دانشگاه علوم پزشکی بقیه ا...

* نویسنده مسئول: تهران، دانشگاه علوم پزشکی تهران، دانشکده بهداشت، گروه مهندسی بهداشت محیط. تلفن: ۰۲۱۸۸۹۵۴۹۱۴ نمابر: ۰۲۱۸۸۹۷۸۳۹۸

پست الکترونیک: knadafi@tums.ac.ir

دریافت: ۹۰/۶/۲۸ پذیرش: ۹۱/۵/۱

چکیده

مقدمه: *طوفان‌های گرد و غباری اثرات مضری بر سلامت و اقتصاد جامعه و تغییر اقلیم دارند. گرد و غبار، منجر به افزایش بیماری‌های مننژیت و تب دره و آسم و بیماری‌های ویروسی، و صدمه به DNA سلول‌های پوست و ریه می‌گردد. هدف از انجام این پژوهش بررسی غلظت، ماندگاری، تعداد روزهای گرد و غبار و روند ایجاد آن در سال‌های اخیر و همچنین اعتبارسنجی داده‌های ارایه شده سازمان محیط زیست ایران می‌باشد.*

روش کار: *آمار تعداد روزهای گرد و غباری در ۵۰ سال گذشته (۱۳۸۷ -۱۳۴۰) از سازمان هواشناسی، و غلظت ذرات و ماندگاری گرد و غبار در سال‌های (۱۳۸۹ -۱۳۸۰) از سازمان محیط زیست تهیه شد. جهت اعتبارسنجی داده‌ها، در شش ماه نخست سال ۱۳۸۹، از طریق نصب دستگاه‌های High Volume Air Sampler مدل PM_{10} و Envirocheck مدل ۱/۰۷، در محل ایستگاه مؤسسه ملی تحقیقات سلامت در اهواز، در هر شش روز و همچنین روزهای گرد و غباری اهواز نمونه‌برداری شد و با داده‌های سازمان محیط زیست مقایسه گردید. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای Excell و SPSS16 پردازش گردید.*

یافته‌ها: *در سال ۱۳۸۸، با میانگین و انحراف معیار ۳۴/۸۹ ±۴۲/۸ روز گرد و غبار در سال، بیشترین گرد و غبار در کشور رخ داده است. بیشترین تعداد روزهای گرد و غباری در سال ۱۳۸۷ در استان کرمانشاه، به تعداد ۱۰۷ روز ودر سال ۱۳۸۸در استان خوزستان به تعداد ۱۰۲ روز رخ داده است. میانگین غلظت حداکثر کل ذرات معلق در استان خوزستان در طی سال‌های ۱۳۸۶ الی ۱۳۸۸ برابر ۱۶۱۵ ± ۷۵۷۶ میکروگرم در متر مکعب بوده است. ماندگارترین رخداد گرد و غبار در اهواز ۱۴۴ ساعت و هر رخداد گرد و غبار ۲۲/۹۸ ±۳۲/۶ ساعت دوام داشته است.*

نتیجه‌گیری: *غلظت ذرات در روزهای گرد و غباری نسبت به روزهای عادی در کلیه استان‌های درگیر به طور قابل توجهی افزایش یافته است. میانگین و انحراف معیار غلظت ذرات در روزهای گرد و غباری در اهواز نسبت به استاندارد غلظت ذرات در ایران ۱۱ ±۱۶/۵ برابر می‌باشد با توجه به شدت پدیده گرد و غبار و تأثیرات مضر آن بر سلامت ساکنین مناطق غرب و جنوب غرب کشور، مسؤولان باید هر چه سریع‌تر اقدامات لازم را انجام دهند.*

گل‌واژگان: *طوفان گرد و غبار، ایران، دوام، تعداد روز گرد و غباری، خوزستان*

مقدمه

تحقیقات دانشمندان بر روی رسوبات کف اقیانوس‌ها نشان می‌دهد که طوفان‌های گرد و غبار از ۷۰ میلیون سال (قبل از دوره کرتاسه) در کره زمین اتفاق می‌افتاده است (۲-۱). زمانی که سرعت باد در بیابان‌ها از حد آستانه بیشتر (۸ متر بر ثانیه) می شود، بسته به زبری عناصر سطوح، رطوبت خاک، اندازه دانه، پوشش گیاهی، بافت خاک، باندهای انرژی (نشان دهنده

[Downloaded from hakim.tums.ac.ir on 2025-08-23]

چسبندگی ذرات خاک) و پستی و بلندی‌های زمین[1]، ذرات ریز وارد جریان اتمسفری می‌شوند و گرد و غبار اتمسفری تولید می‌کنند (۴ –۳). این ذرات ممکن است تا ارتفاع شش کیلومتر صعود کنند و تا مسافت ۲۰۰۰۰ کیلومتر انتقال یابند و در نتیجه باعث کاهش میدان دید گردند (۳). بر اساس تأثیر گرد و غبار بر قابلیت رویت و شدت آن، سه دسته طوفان گرد و غبار[2]،گرد و غبار وزشی[3] و گرد و غبار معلق[4] داریم (۵).

گرد و غبار در جهان: سالانه بین ۵ –۰/۵ میلیارد تن ذرات، در اندازه منتقله از طریق هوا[5]، توسط طوفان‌های گرد و غباری به نقاط دیگر جهان منتقل می‌شوند. بیش از ۷۰٪ از طوفان‌های گرد و غباری به طوفان‌هایی که از بیابان‌های آفریقا نشات می‌گیرد نسبت داده می‌شود (۷ –۶). بیابان صحرایی ساهارا[6] در آفریقا بزرگ‌ترین منبع تولید کننده گرد و غبار خاکی در جهان است که سالانه بیش از ۷۰۰ میلیون تن گرد و غبار را وارد اتمسفر می‌نماید (۸). منابع اصلی گرد و غبار در صحرا شامل چاله بودله[7]، مناطق غربی مالی، جنوب الجزایر و شرق موریتانی می‌باشند (۹). در زمان ایجاد پدیده گرد وغبار در منبع، ۳۰٪ در نزدیکی منبع رسوب، ۲۰٪ در مقیاس محلی منتشر، و بیش از نیمی از آن به فواصل دور منتقل می‌گردد (۱۰). طوفان‌های گرد و غباری بیابان‌های ساهارا در مناطق ایالت‌های جنوب غربی آمریکا، تگزاس و آریزونا به نام هابوب[8] خوانده می‌شود. در شمال شرق آسیا گرد و غبار و طوفان‌های شنی به عنوان گرد و غبار آسیایی[9] و در ژاپن به عنوان طوفان زرد شناخته می‌شوند (۱۱). گرد و غبار از ساهارا به سمت جنوب، کارائیب، برمودا و آمریکا انتقال می‌یابد. گرد و غبار ساهارا همچنین به سمت شمال (اروپا)، شرق (خاورمیانه) و حتی فواصل بسیار دور مانند چین انتقال می‌یابد (۱۲). بیشترین مسافتی که ذرات گرد و غبار بیابان، دورتر از منبع شان یافت شده‌اند، بیش از ۲۰۰۰۰ هزار کیلومتر است (۱۳). هر فرد با متوسط ۱۰ ساعت فعالیت و ۱۷ بار تنفس در هر دقیقه و متوسط ۰/۰۳۶۸ گرم گرد و غبار در هر فوت مکعب هوای تنفسی، به طور متوسط در زمان پدیده گرد و غبار (دوام ۱۰ ساعت)، ۶/۶۲۴۰ گرم گرد و غبار را وارد ریه‌های خود می‌نماید (۱۴). همچنین به ازای افزایش۱۰ میکروگرم در مترمکعب در غلظت ذرات کوچک‌تر یا مساوی ۱۰ میکرون (PM_{10})، کل مرگ و میر ۱٪ افزایش می‌یابد (۱۵). همزمان با افزایش طوفان‌های گرد و غباری، بیماری آسم به میزان ۱۷٪ افزایش یافته و باعث صدمه به سلول‌های پوست و تغییر در ژن‌های این سلول‌ها می‌گردد (۱۶). عصاره نمونه‌های جمع‌آوری شده از ذرات گرد و غبار باعث تخریب DNA سلول‌های ماکروفاژ و ریه موش گردیده است (۱۷). گرد و غبار باعث آلودگی آب آشامیدنی و در نتیجه بیماری‌های گوارشی از این طریق می‌گردد (۱۸). گرد و غبار آسیایی باعث افزایش سزیوم۱۳۷ (^{137}Cs) در هوای ژاپن گردیده است (۱۹).

گرد و غبار در خاورمیانه: عربستان به عنوان یکی از پنج منطقه تولید کننده گرد و غبار شدید در جهان شناخته شده است. شن‌های منطقه وابی کشور عمان یکی از مناطق تولید کننده گرد و غبار منطقه می‌باشد (۲۰). در این منطقه شدیدترین گرد و غبارها در ماه‌های آوریل، می، ژوئن و جولای رخ می‌دهد (۲۲ –۲۱). تشدید گرد و غبار در این ماه‌ها همزمان با افزایش فعالیت گرد و غبار در بخش‌های شمالی ساهارا می‌باشد (۲۳). شدیدترین ناحیه ایجاد گرد و غبار در خاورمیانه منطقه‌ای بسیار خشک و با پوشش بسیار کم بین مرز عربستان و عمان می‌باشد. از دیگر نقاط ایجاد گرد و غبار در این ناحیه مناطق بزرگی مانند ام[10]، سمیم[11]، سبخط ابا راس[12] می‌باشد. منطقه دیگری که از نظر وسعت بزرگ‌تر اما شدت گرد و غبار در آن کمتر است منطقه رب الخالی[13] می‌باشد (۲۴). اگرچه بیشتر گرد و غبار در خاورمیانه در مقیاس محلی اتفاق می‌افتد، مقداری از این گرد و غبار از ساهارا به این منطقه انتقال می‌یابد (۲۵). کشور عراق به عنوان یکی از مناطق اصلی تولید کننده گرد و غبار در خاورمیانه شناخته شده است که عوارض گرد و غبار این کشور به میزان زیادی ایران را تحت تأثیر قرار داده است (شکل ۱).

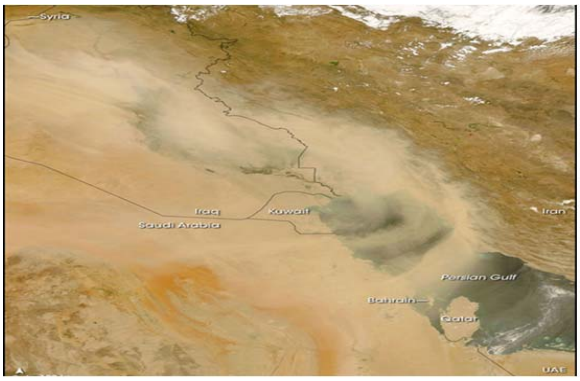
بیابان‌های مناطق غربی و جنوبی بیش از ۴۰٪ از مساحت کشور عراق را تشکیل می‌دهد (۲۵). زمین‌های باتلاقی[14] موجود بین دجله[15] و فرات[16] که به دلایل طبیعی و انسان ساز در حال خشک شدن هستند، به عنوان یکی از مناطق بالقوه ایجاد کننده

[1] Topography
[2] Dust Storm
[3] Blowing dust
[4] Floating dust
[5] Air borne transmitted
[6] Sahara
[7] Bodélé Depression
[8] Haboobs
[9] Asian Dust

[10] Umm
[11] Samim
[12] Sabkhat Aba ar rus
[13] Rub Al Khali
[14] Marshland
[15] Tigris
[16] Euphrates

[Downloaded from hakim.tums.ac.ir on 2025-08-23]

گرد و غبار مـی‌باشـند (۲۶). در سـال‌هـای ۲۰۱۰ -۲۰۰۳ رونـد ایجاد گرد و غبار در عراق رو بـه افـزایش بـوده اسـت و میـزان بارش روند نزولی داشته است. در سـال ۲۰۱۰، کمتـرین میـزان بارش و بیشترین تعداد روزهای گرد غباری گزارش شـده اسـت. بیشترین روزهای گرد و غباری در عراق در ماه‌های اوریل، ژوئن و جولای و سپتامبر و اواخر مارس اتفاق می‌افتد (۲۴).



شکل ۱- انتقال گرد و غبار از عراق به غرب و جنوب غربی ایران

گرد و غبار در ایران: کشور ایران در یک منطقه با آب و هوای خشک قرار گرفته است و بیش از ۳۰٪ از مساحت این کشـور را مناطق خشک و نیمه خشک در بر می‌گیرد (۲۷). ایـن کشـور از سالیان گذشته با پدیده طوفان‌های گرد و غبار روبرو بوده اسـت. در بسیار از منابع علمی به روزهای گرد و غباری در ایـران و بـه خصوص وقوع بادهای ۱۲۰ روزه سیستان اشاره شـده اسـت. در بسیاری از منابع علمی، جنوب شـرق ایـران بـه عنـوان یکـی از منـاطق اصـلی گـرد و غبـار در جهـان شـناخته شـده اسـت (۲، ۴، ۱۲، ۲۰، ۲۵ و ۳۱ -۲۸). بررسی‌های مربوط بـه فراوانـی روزهای گرد و غباری کشور نشان می‌دهد که چاله‌های مرکـزی ایران، بیشترین روزهای گرد و غباری را دارند. بـه عنـوان مثـال بادهای ۱۲۰ روزه در استان سیستان و بلوچستان به بیش از ۱۵۰ روز در سال افزایش یافته است (۳۲). شاخص اندکس آئروسل در این منطقه بین ۱۴ الـی ۲۱ مـی‌باشـد (۳۳). میـدلتون در سـال ۱۹۸۶ تعداد روزهـای گـرد و غبـاری در زابـل، آبـادان، دزفـول، بندرعباس و یزد را به ترتیـب ۸۱، ۴۳، ۴۰، ۲۳، ۲۴ روز در سـال گزارش کرده است (۳۴). در مناطق مرکزی ایران از جملـه یـزد، ۲۵ روز و بیشتر در سال پدیده گرد و غبار اتفاق می‌افتد (۱۱). به دلیل مجاورت مناطق غرب و جنوب غربی کشور با بیابـان‌هـای بزرگ کشورهای همجوار، روزهای غبار آلود در این مناطق قابل توجه است، و در سال‌هـای اخیـر افـزایش یافتـه اسـت. بیشـتر طوفان‌های گرد و غباری در این منطقـه در تابسـتان و بهـار رخ می‌دهد (۳۵). آمارهای سازمان هواشناسی کشور نشان مـی‌دهـد که میـانگین روزهـای غبـار آلـود در طـی ۵۰ سـاله گذشـته در شهرهای اهواز، آبادان، بوشهر و کرمانشاه به طـور میـانگین بـه ترتیب ۶۸، ۷۶، ۷۵ و ۲۷ روز در طـول سـال بـوده اسـت (۲۴). در زمان پدیده گرد و غبار، مراجعـات بیمـاران ریـوی بـه مراکـز درمانی اهواز با رشد ۷۰ درصدی روبرو بوده است. علاوه بر ایـن میزان خسارت گرد و غبار بر محصولات جـالیزی، ذرت و گنـدم بین ۱۵ تا ۲۰ درصد پیش‌بینی گردیـده اسـت. همچنـین میـزان خسارت ناشی از شرایط نامناسـب بهداشـتی، تعطیلـی مـدارس، فرودگاه‌ها و ادارات و... بیش از ۴ هـزار میلیـارد تومـان در سـال برآورد گردیده است (۵ و ۲۴). تاکنون هیچ گونه تحقیقی بر روی گرد و غبار ورودی به ایران انجام نشـده اسـت و آمـار رسـمی و دقیقی در این ارتبـاط ارایـه نشـده اسـت. هـدف از انجـام ایـن پژوهش، شناسایی استان‌های درگیر این پدیده در ایران و بررسی غلظت، ماندگاری و تعداد روزهای گرد و غبار، روند ایجـاد آن در سال‌های اخیـر و همچنـین اعتبارسـنجی داده‌هـای ارایـه شـده سازمان محیط زیست می‌باشد.

روش کار

با توجه به وسعت استان‌های درگیـر پدیـده گـرد و غبـار، آمـار روزهای گرد و غباری و غلظت ذرات و مانـدگاری آن از طریـق سازمان‌های محیط زیسـت و هواشناسـی گـردآوری گردیـد. در استان‌های مذکور، غلظت گرد و غبار از طریق وزن‌سـنجی و بـا استفاده از دستگاه نمونه‌بردار با دبی بالا[17] و فیلتر از جنس فـایبر گلاس تعیین می‌گردد. در بعضی از استان‌هـا از سیسـتم لیـزری Envirocheck مدل ۱/۰۷ استفاده می‌گردد. نمونـه‌بـرداری بـه مدت ۲۴ ساعت انجام می‌شود و نتایج کل ذرات معلق بر حسـب میکروگرم در مترمکعـب ارایـه مـی‌گـردد. جهـت اعتبارسـنجی داده‌های ارایـه شـده سـازمان محـیط زیسـت، از طریـق نصـب دستگاه‌هـای فـوق در محـل مؤسسـه ملـی تحقیقـات سـلامت (ایستگاه اهواز)، در طی شش مـاه نخسـت سـال ۱۳۸۹، فاصـله زمانی هر شش روز (استاندارد EPA[18]) و همچنین روزهای گـرد و غباری اهواز نمونه‌برداری انجام گردید (۳۶). غلظـت میـانگین کـل ذرات معلـق بـر حسـب میکروگـرم در مترمکعـب پـس از نمونه‌برداری به مدت ۲۴ ساعت (نمونه‌برداری از سـاعت هشـت صبح تا هشت صبح فردا) از طریق وزن‌سنجی مشخص گردیـد. نمونه‌برداری در ارتفاع ۱۰ متری از سـطح زمـین انجـام گردیـد. همچنین با استفاده از سیستم لیزری Envirocheck مدل ۱/۰۷

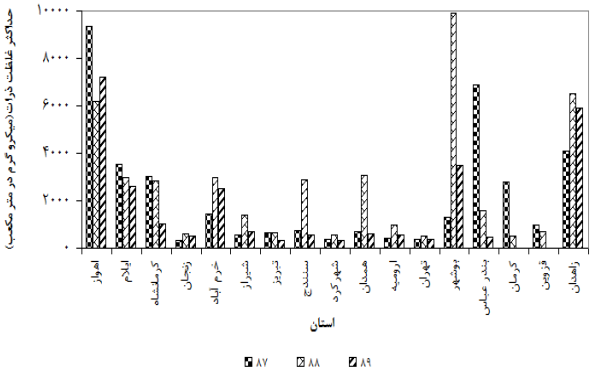
[17] High Volume Air Sampler
[18] Environmental Protection Agency (EPA)

[Downloaded from hakim.tums.ac.ir on 2025-08-23]

ساخت آلمان در هر ۳۰ دقیقه و به مدت ۲۴ ساعت حداکثر غلظت گرد و غبار بر حسب میکروگرم در مترمکعب در طی این مدت مشخص گردید. قواعد اندازه‌گیری در این دستگاه با قواعد و استانداردهای سازمان محیط زیست آمریکا و اتحادیه اروپا منطبق بود که برای اندازه‌گیری مداوم ذرات در هوا از آن استفاده می‌شود. این دستگاه از تکنولوژی تفرق نور[19] جهت شمارش ذرات استفاده می‌کند (۳۷). پس از جمع‌آوری داده‌ها در شش ماه نخست سال ۱۳۸۹، داده‌های حاصله با داده‌های سازمان محیط زیست مقایسه شد و میزان اعتبار داده‌ها از طریق نرم‌افزارهای Excell و SPSS.16 و آنالیزهای آماری مورد بررسی قرار گرفت. دستگاه‌های مورد استفاده در این تحقیق پیش از شروع نمونه‌برداری از طریق نمایندگی شرکت‌های مزبور در ایران کالیبره شدند و گواهی کالیبراسیون دریافت کردند.

نتایج

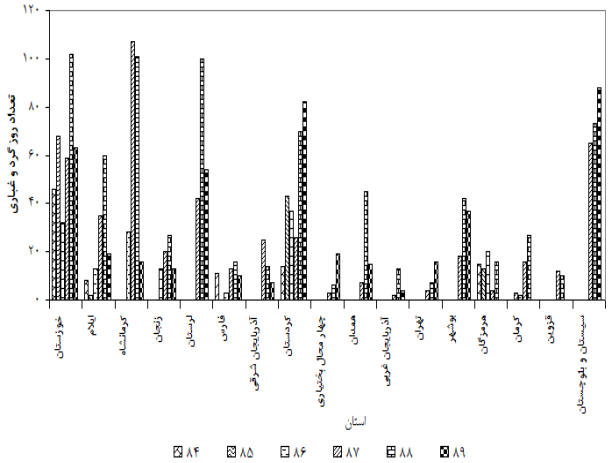
آمار تعداد روزهای گرد و غباری در طی سال‌های ۱۳۸۴ الی ۱۳۸۹ در ۱۷ استان کشور در شکل ۲ آورده شده است.



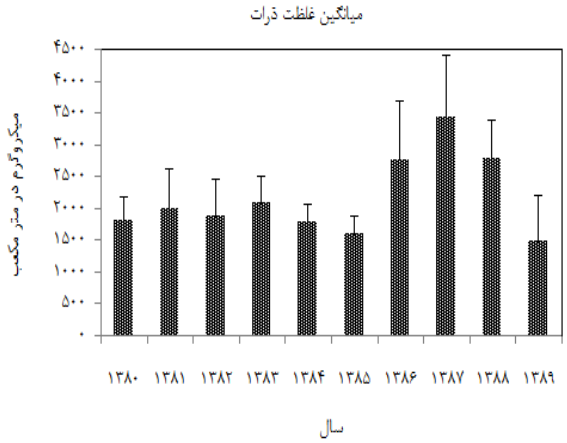
شکل ۲- تعداد روزهای گرد و غباری در استان‌های درگیر پدیده گرد و غبار (۱۳۸۹ -۱۳۸۴)

حداکثر غلظت کل ذرات معلق[20] در ۱۷ استان کشور در طی سال‌های ۱۳۸۷ الی ۱۳۸۹ در شکل ۳ آورده شده است. بیشترین غلظت گرد و غبار در استان بوشهر، در سال ۱۳۸۸ با غلظت ۹۹۰۰ میکروگرم در مترمکعب ثبت گردیده است. البته در طی این سال‌ها بیشترین غلظت‌ها در اهواز ثبت گردیده است. میانگین غلظت حداکثر ذرات معلق در استان خوزستان در طی این سه سال برابر با ۷۵۷۶ میکروگرم در مترمکعب می‌باشد.

طبق شکل ۲، شهر اهواز در طی دهه ۸۰ شاهد گسترش تعداد روزهای گرد و غباری و غلظت گرد و غبار بوده است. طبق شکل ۴، غلظت گرد و غبار در سال ۱۳۸۰ برابر با ۲۰۱۰ میکروگرم در مترمکعب و از سال ۱۳۸۶ به بعد افزایش چشمگیری داشته است.



شکل ۳- حداکثر غلظت ذرات گرد و غبار در مراکز استان‌های درگیر گرد و غبار (۱۳۸۹ -۱۳۸۷)



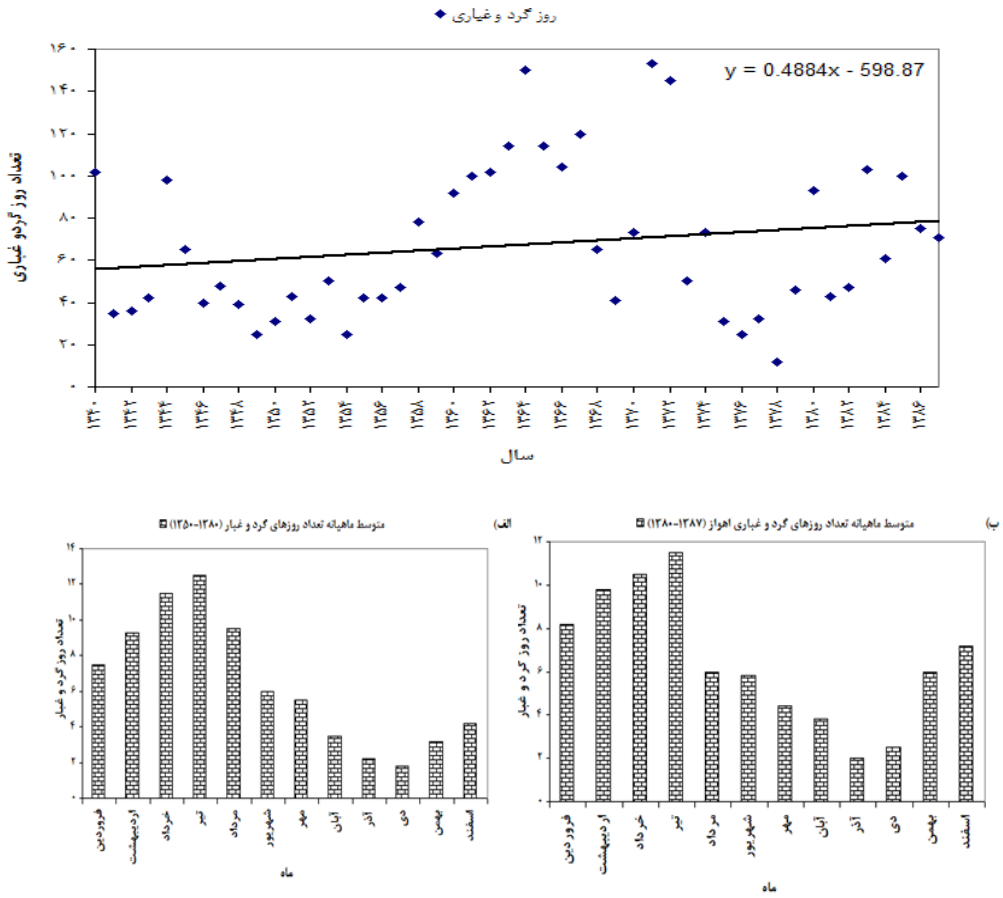
شکل ۴- روند افزایش غلظت ذرات گرد و غبار در اهواز (۱۳۸۹-۱۳۸۰)

طبق شکل ۵ که تعداد روزهای گرد و غباری را در طی تقریباً ۵۰ سال اخیر در اهواز نشان داده است، پدیده گرد و غبار در طی این ۵۰ سال به طور میانگین ۶۷ روز در سال اتفاق می‌افتاده است. بیشترین تعداد روزهای گرد و غبار در سال ۱۳۷۱ با فراوانی ۱۵۳ روز در سال می‌باشد و کمترین تعداد روز گرد و غباری در سال ۱۳۷۸ با ۱۲ روز گرد و غبار در سال ثبت گردیده است. شکل ۶ (الف) فراوانی تعداد روزهای گرد و غباری را در ماه‌های مختلف سال در طی سال‌های ۱۳۵۰ الی ۱۳۸۰ در شهر اهواز نشان می‌دهد. طبق این شکل، اهواز بیشترین تعداد روز گرد و غباری را به ترتیب در ماه‌های تیر، خرداد و مرداد داشته است؛

[19] Light Scattering
[20] Total Suspended Particles (TSP)

[Downloaded from hakim.tums.ac.ir on 2025-08-23]

همچنین در طی سال های ۱۳۸۱ الی ۱۳۸۷ بیشترین تعداد روز گرد و غباری در ماه‌های تیر، خرداد و اردیبهشت رخ داده است. به طور کلی ماه‌های بیشتری در طی این سال‌ها درگیر پدیده گرد و غبار بوده‌اند. میانگین و انحراف معیار غلظت کل ذرات معلق(TSP) و دوام آن در طی پدیده گرد و غبار در اهواز در سال‌های ۱۳۸۸ –۱۳۸۰ در جدول ۱ آورده شده است. بالاترین غلظت در مرداد ماه ۱۳۸۲ و برابر با ۳۶۰۰ میکروگرم در متر مکعب اتفاق افتاده است، و حداکثر دوام این پدیده برابر با ۴۸ ساعت و در غلظت ۲۱۰۸ میکروگرم در متر مکعب اتفاق افتاده است. میانگین و انحراف‌معیار غلظت کل ذرات معلق (TSP) و دوام پدیده گرد و غبار در اهواز در ماه‌های مختلف سال در فواصل زمانی ۱۳۸۸ –۱۳۸۰ در جدول ۲ آورده شده است.



شکل ۶- فراوانی متوسط ماهیانه تعداد روزهای گرد و غباری در ماه‌های سال. الف) ۱۳۸۰ –۱۳۵۰ ب) ۱۳۸۷ –۱۳۸۰

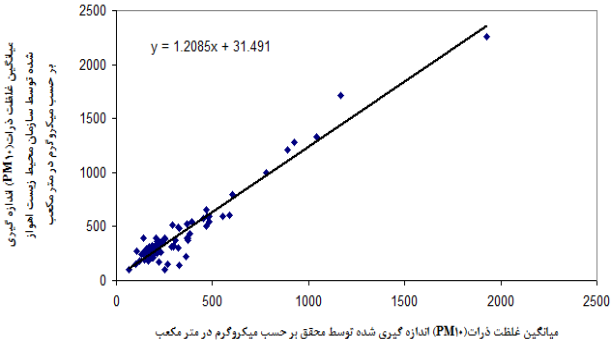
جدول ۱- میانگین و انحراف معیار غلظت کل ذرات معلق (TSP) و دوام آن در طی پدیده گرد و غبار در اهواز در سال‌های ۱۳۸۸–۱۳۸۰

سال	تعداد روز گرد و غباری	غلظت ذرات	ماندگاری گرد و غبار
		میانگین ± انحراف معیار	میانگین ± انحراف معیار
۱۳۸۰	۹۷	۱۸۰۱±۴۲۱/۶	۳۰/۸±۱۲/۱۹
۱۳۸۱	۴۵	۲۰۰۵±۷۸۳/۵	۳۳±۸/۸۹
۱۳۸۲	۵۲	۱۸۷۴/۸±۹۵۳	۲۶/۷±۸/۳
۱۳۸۳	۱۰۶	۲۰۸۷±۶۴۳	۲۴/۸۸±۷/۶
۱۳۸۴	۶۳	۱۷۸۰±۵۲۳	۲۸/۳±۱۲/۴
۱۳۸۵	۱۰۰	۱۶۱۲±۵۱۸	۲۷/۸±۸/۸
۱۳۸۶	۵۷	۲۷۵۶/۶±۱۹۰۶	۲۷/۰۶±۱۰/۷
۱۳۸۷	۸۱	۳۴۳۵±۲۴۶۷	۳۴/۶±۲۳/۶
۱۳۸۸	۱۵۰	۲۷۸۹±۱۵۱۱/۷	۴۴/۲±۳۸/۳

[Downloaded from hakim.tums.ac.ir on 2025-08-23]

جدول -۲- میانگین و انحراف معیار غلظت کل ذرات معلق (TSP) و دوام پدیده گرد و غبار در اهواز در ماه‌های مختلف سال در فواصل زمانی ۱۳۸۸ -۱۳۸۰

ماه	غلظت ذرات (میکروگرم در مترمکعب)	ماندگاری به ازای هر رخداد گرد و غبار (ساعت)	کل ساعات گرد و غباری
فروردین	۲۳۰۱±۱۲۵۰	۴۲/۱۴±۲۳/۴۴	۲۹۵
اردیبهشت	۲۹۱۰±۲۶۴۶	۲۸/۵±۱۷	۲۵۷
خرداد	۲۴۴۹±۱۵۸۰	۴۱/۳±۳۱/۷	۶۲۰
تیر	۳۰۱۷±۱۸۷۰	۵۷/۲±۳۵/۴	۷۴۴
مرداد	۲۲۸۴±۱۴۸۶	۳۴/۳±۳۰	۳۴۳
شهریور	۳۴۴۳±۲۳۴۱	۲۷/۳±۱۴/۲	۳۸۳
مهر	۲۲۹۳±۱۰۱۶	۲۶±۷/۸	۳۹۰
آبان	۱۹۲۰±۶۱۹	۱۴/۴±۹/۰۹	۷۲
آذر	۲۳۶۲±۱۴۹۹	۲۲±۸/۵	۴۴
دی	-	-	-
بهمن	۲۱۹۱±۱۵۰۶	۲۶/۴±۱۱/۹	۳۴۳
اسفند	۱۸۴۱±۱۰۹۲	۲۶±۸/۵	۴۶۸



شکل ۷- تعیین میزان همبستگی بین دو سنجش صورت گرفته توسط محقق و سازمان محیط زیست در سال ۱۳۸۹

اعتبارسنجی داده‌های سازمان محیط زیست: یکی از اهداف این تحقیق تعیین اعتبار داده‌های ارایه شده از طرف سازمان محیط زیست کشور می‌باشد، جهت آنالیز آماری این دو دسته داده می‌توان از دو روش مقایسه میانگین‌ها و میزان توافق استفاده نمود. به علت متفاوت بودن واریانس، این دو دسته داده ممکن است برخی مواقع میانگین یکسان داشته باشند ولی توافق بالایی نداشته باشد. منظور از میانگین یکسان این است که میانگین چند قرائت انجام شده در هر ایستگاه توسط دستگاه قابل حمل لیزری گریم[21] با میانگین چندین قرائت انجام شده توسط شرکت کنترل کیفیت هوا یکسان باشد؛ ولی توافق آن متفاوت باشد. با توجه به شکل ۷، مقایسه این دو دسته داده با استفاده از آنالیز رگرسیون نشان می‌دهد که همبستگی قابل قبولی میان این دو دسته داده وجود دارد (R^2= ۰/۷۵).

[21] Grimm

بحث

با توجه به شکل ۲، در طی سال ۸۷ الی ۸۹ به طور میانگین در استان سیستان و بلوچستان ۷۵/۳ روز در سال پدیده گرد و غبار اتفاق افتاده است. مطالعات نشان می‌دهد که بیشترین گرد و غبار در نزدیکی مرزهای ایران، پاکستان و افغانستان رخ می‌دهد. منابع گرد و غبار، یک گودی محصور بزرگ را تشکیل می‌دهند که حدوداً ۴۵۰ کیلومتر مربع وسعت دارد، و از این نظر مشابه مناطقی مانند چاله بودله در شمال آفریقا می‌باشد. بستر دریاچه هامون و دلتای رودخانه هلمند، منبع گرد و غبار در منطقه هستند. توده غلیظ گرد و غبار منشأ یافته از بستر دریاچه و دلتای خشک هلمند به وسیله بادهایی که از سمت شمال می‌وزند و معروف به بادهای ۱۲۰ روزه هستند ایجاد می‌گردد. این بادها از اواخر اردیبهشت و یا اواسط خرداد شروع می‌شود و تا اواخر شهریور ادامه می‌یابد. سرعت این بادها به ۱۲۰ کیلومتر در ساعت می‌رسد (۲۸). طبق شکل ۲، در طی سه سال اخیر در استان‌های لرستان، خوزستان، کرمانشاه و کردستان به ترتیب به طور میانگین ۶۵/۳، ۶۴، ۶۳ و ۵۳/۷ روز پدیده گرد و غبار اتفاق افتاده است. استان‌های ذکر شده در غرب و جنوب غرب کشور قرار دارند؛ لذا با توجه به اینکه منشأ این پدیده کشورهای عراق و سوریه و عربستان سعودی می‌باشد، بیشترین تعداد گرد و غبار در این استان‌ها اتفاق می‌افتد. مطالعات وانگ در سال ۲۰۰۵ و نتسادگروج[22] و همکاران در سال ۲۰۰۳ نشان دهنده ۶۱ تا ۱۷۰ روز گرد و غباری در مناطقی از چین می‌باشد. مطالعات نوردستورم[23] و همکاران در سال ۲۰۰۴ در ایالت تگزاس آمریکا نشان می‌دهد که در بخش‌هایی از این ایالت ۴۷ روز در طول سال گرد و غبار اتفاق می‌افتد (۳۹-۳۸).

طبق شکل ۳، بیشترین غلظت گرد و غبار در استان بوشهر، در سال ۱۳۸۸ با غلظت ۹۹۰۰ میکروگرم در مترمکعب ثبت گردیده است. البته در طی این سال‌ها (۱۳۸۹-۱۳۸۷) بیشترین غلظت‌ها در اهواز ثبت گردیده است. میانگین غلظت حداکثر کل ذرات معلق در استان خوزستان در این طی این سه سال برابر با ۷۵۷۶ میکروگرم در مترمکعب می‌باشد و میانگین حداکثر کل ذرات معلق در استان بوشهر ۴۸۹۶ میکروگرم در مترمکعب می‌باشد. میانگین حداکثر کل ذرات معلق در استان سیستان و بلوچستان در طی این سه سال ۵۵۰۵ میکروگرم در مترمکعب می‌باشد. غلظت میانگین حداکثر کل ذرات معلق در استان‌های ایلام، هرمزگان، لرستان و کرمانشاه به ترتیب در طی سال‌های ۸۷ الی

[22] Natsagdorj
[23] Nordstrom

[Downloaded from hakim.tums.ac.ir on 2025-08-23]

۸۹ برابر با ۳۰۳۴، ۲۹۶۳، ۲۳۱۹ و ۲۳۰۱ میکروگرم در مترمکعب می‌باشد. در بین استان‌های درگیر با پدیده گرد و غبار، کمترین غلظت مربوط به استان‌های چهار محال و بختیاری و زنجان (به ترتیب ۴۰۹ و ۴۷۲ میکروگرم در مترمکعب) می‌باشد. در طی سال‌های ۸۷ الی ۸۹، سال ۱۳۸۸ با میانگین ۲۶۳۴ میکروگرم در مترمکعب شدیدترین گرد و غبارها را از لحاظ غلظت در استان‌های درگیر کشور ایران داشته است. این نتایج مشابه با یافته‌های دراکسلر[24] در سال ۲۰۰۱ می‌باشد، در این مطالعه که در کشورهای کویت، عراق و عربستان سعودی انجام گرفت، حداکثر غلظت (PM_{10}) برابر با ۳۰۰۰ میکروگرم در مترمکعب می‌باشد. البته این نکته شایان ذکر است که در مقایسه غلظت کل ذرات معلق در طی پدیده گرد و غبار ایران، با مقادیر اندازه‌گیری شده در سایر نقاط جهان، مقادیر ثبت شده در ایران بالاتر است (۴۰).

شکل ۴، روند افزایش غلظت گرد و غبار در شهر اهواز از سال ۱۳۸۰ الی ۱۳۸۸ را نشان می‌دهد. ۵۲/۵٪ از پدیده‌های گرد و غبار رخ داده در استان خوزستان در طی سال‌های ۱۳۸۴ الی ۱۳۸۸ دارای غلظت بین ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ میکروگرم در مترمکعب، ۳۵/۲٪ دارای غلظت بین ۲۰۰۰ تا ۴۰۰۰ میکروگرم در مترمکعب بوده و ۸/۲٪ از پدیده‌های گرد و غبار رخ داده دارای غلظت بین ۴۰۰۰ تا ۶۰۰۰ میکروگرم در مترمکعب بوده و ۴٪ از پدیده‌های گرد و غبار رخ داده دارای غلظت بالاتر از ۶۰۰۰ میکروگرم در مترمکعب بوده‌اند. مقایسه میانگین حداکثر کل ذرات معلق گرد و غبار از سال ۱۳۸۰ الی ۱۳۸۸ نشان می‌دهد که سال ۱۳۸۷ در بین این سال‌ها بالاترین غلظت میانگین (۳۴۳۴ میکروگرم در مترمکعب) را داشته است، بنابراین در سال ۱۳۸۷ شدیدترین گرد و غبارها اتفاق افتاده است، سال ۱۳۸۸ با میانگین ۲۷۸۹ میکروگرم در مترمکعب در رده بعدی قرار دارد. سال ۱۳۸۵ با میانگین ۱۶۱۱ میکروگرم در مترمکعب پدیده‌های گرد و غبار رخ داده دارای غلظت کمتری می‌باشند. مقایسه میانگین حداکثر کل ذرات معلق گرد و غبار از سال ۱۳۸۰ الی ۱۳۸۸ از لحاظ شدت نشان می‌دهد که در شهریورماه با میانگین (۳۴۴۴ میکروگرم در مترمکعب) شدیدترین گرد و غبارها رخ داده است، تیرماه (۳۰۱۷ میکروگرم در مترمکعب) و اردیبهشت ماه (۲۹۱۰ میکروگرم در مترمکعب) از لحاظ شدت در رده‌های بعدی قرار دارند. پدیده‌های گرد و غباری رخ داده در اسفندماه با میانگین (۱۸۴۱ میکروگرم در مترمکعب) شدت کمتری را نسبت به سایر ماه‌ها داشته است. غلظت گرد و غبار در اهواز از سال‌های ۱۳۸۶ الی ۱۳۸۹ به طور میانگین (۷۷۸۰) ۲/۸ برابر میانگین غلظت کل ذرات معلق گرد و غبار از سال ۱۳۸۰ الی ۱۳۸۵ می‌باشد. این افزایش مطابق با افزایش تعداد روزهای گرد و غباری و کاهش میزان بارش‌ها در کشور عراق می‌باشد. ترکیه از سال ۱۹۷۷ شروع به احداث سد بر روی رودخانه‌های دجله و فرات نمود، و در سال‌های اخیر بیش از ۳۲ میلیارد دلار بر روی پروژه‌های سد سازی سرمایه‌گذاری کرده است. از جمله این پروژه‌ها پروژه جنوب شرقی آناتولی به اختصار (GAP[25]) می‌باشدکه طی این پروژه مقرر گردید ۱۴ سد بر روی رودخانه فرات و هشت سد بر روی رودخانه دجله احداث گردد. که هدف آن احداث ۶۰ نیروگاه آبی بر روی این دو رودخانه و تولید ۲۷ میلیارد کیلو وات ساعت برق و آبیاری ۱/۷ میلیون هکتار از زمین‌های کشاورزی می‌باشد (۲۴). بر طبق مطالعات با بهره‌برداری از پروژه جنوب شرقی آناتولی، حجم آب ورودی سالیانه به عراق از ۱۶/۷۲ میلیارد مترمکعب به ۵/۵۸ میلیارد مترمکعب کاهش می‌یابد. مطالعات نشان می‌دهد که هفت میلیون هکتار از زمین‌های پایین دست در عراق و سوریه در معرض فرسایش هستند (۲۴). تا سال ۱۹۹۷، ۳۲ سد بزرگ بر روی رودخانه‌های دجله و فرات احداث گردید، بیش از هشت سد در حال احداث و حداقل بیش از ۱۳ سد در مرحله طراحی بودند. کل ظرفیت ذخیره سدهای احداث شده بر روی رودخانه فرات در ترکیه بیش از ۹۱ میلیارد مترمکعب است، و با توجه به سدهای در حال احداث، به میزان۹۴/۷۸ میلیارد مترمکعب افزایش می‌یابد. ظرفیت ذخیره‌سازی سدهای سوریه و عراق با یکدیگر ۲۲/۸۸ میلیارد مترمکعب است. بر روی هم ظرفیت خالص ذخیره‌سازی تمام پروژه‌های آبی موجود بر روی رودخانه فرات ۱۴۳/۱۹ میلیارد مترمکعب است، که بیش از پنج برابر متوسط جریان سالانه این رودخانه است. کشور عراق بزرگ‌ترین مخزن انحرافی بنام تارتار[26] را به ظرفیت ۷۳ میلیارد مترمکعب بر رودخانه دجله احداث نمود، سدهای طراحی شده ترکیه به تنهایی قادر به نگهداری حجم معادل با ۱۳۷٪ متوسط سالیانه فرات و ۹۲٪ از کل جریان رودخانه دجله می‌باشد (۲۴). در فروردین سال ۱۳۸۰، کشور ایران یک سد بزرگ بر روی رودخانه کرخه (قلمرو حوضه دجله) احداث نمود، که هدف آن آبیاری ۳۲۰ هزار هکتار از زمین‌های کشاورزی بود؛ به علاوه هدف دیگر این پروژه انتقال آب این سد به سواحل جنوبی کویت از طریق ۵۴۰ کیلومتر لوله می‌باشد، که از طریق آن روزانه ۷۶۰ هزار مترمکعب آب انتقال داده می‌شود (۲۴).

[24] Draxler

[25] Guneydoga Anadolu Projesi

[26] Tharthar

[Downloaded from hakim.tums.ac.ir on 2025-08-23]

تعداد روزهای گرد و غباری دوره آماری تقریباً ۵۰ ساله در ایستگاه سینوپتیک اهواز در شکل ۵ آورده شده است. میانگین این دوره آماری ۳۸/۸ ±۶۸ روز گرد و غباری در سال می‌باشد. باید به این نکته توجه داشت که در روزهایی که میدان دید به کمتر از ۱۶۰۰ متر در اهواز کاهش می‌یابد، به عنوان روز گرد و غباری در آمار سازمان هواشناسی ثبت می‌گردد. ولی غلظت گرد و غبار و دوام آن طوری بوده که باعث ایجاد مشکلات حادی مانند سال‌های اخیر نمی گردیده است. شهر اهواز با گرد و غبار محلی که عمدتاً در اوایل ظهر و اواخر شب رخ می‌دهد روبرو بوده است. اما این گرد و غبار محلی غلظت بسیار پایین و همچنین دوام کمی داشته است. در روزهای عادی در اهواز هنوز این گرد و غبار محلی اتفاق می‌افتد.

فراوانی تعداد روزهای گرد و غباری در ماه‌های سال در شکل ۶ آورده شده است. با مقایسه ماه‌هایی که بیشترین تعداد روز گرد و غباری را در سال‌های (۱۳۸۰ –۱۳۵۰) داشته اند با ماه‌های سال‌های (۱۳۸۷ –۱۳۸۰)، مشاهده می‌گردد که تعداد ماه‌هایی که گرد و غبار بیشتری در آن‌ها رخ می‌دهد در سال‌های اخیر (۱۳۸۷ –۱۳۸۰) نسبت به سال‌های گذشته، بیشتر بوده است. این موضوع نشان دهنده این است که خشکسالی عامل اصلی این پدیده نمی‌باشد. به گونه‌ایی که در سال‌های اخیر (۱۳۸۷ –۱۳۸۰) در ماه‌های بهمن و اسفند (زمستان) و فروردین و اردیبهشت (بهار)، روزهای گرد و غباری در مقایسه با سال‌های (۱۳۸۰ –۱۳۵۰) افزایش زیادی داشته است. بنابراین گرد و غبار محدود به فقط اواخر فصل بهار و تابستان نمی‌باشد و بیشتر سال این پدیده در اهواز اتفاق می‌افتد. پس عامل اصلی این پدیده افزایش زمین‌های در معرض فرسایش بادی و کاهش پوشش گیاهی می‌باشد به گونه‌ایی که با کمترین سرعت باد این پدیده در این شهر رخ می‌دهد. نتایج این مطالعه با مطالعات دیگر مشابه می‌باشد، به عنوان مثال مطالعات لئون[27] در سال ۲۰۰۳ در مناطق اطراف اقیانوس هند نشان داد که بیشترین پدیده گرد و غبار در این مناطق در ماه‌های تیر، مرداد و شهریور رخ می‌دهد (۲۰). مطالعات اورلوسکای[28] در سال ۲۰۰۵ در ترکمنستان نشان می‌دهد که بیشترین پدیده گرد و غبار در ماه‌های اردیبهشت، خرداد و مرداد رخ می‌دهد (۳۱). بر اساس آنالیزهای اولیه توسط میدلتون در سال ۱۹۸۶، جنوب عراق و کویت بیشترین تعداد گرد و غبار را دارند. در کویت و عراق بیشترین فعالیت گرد و غبار در ماه‌های فروردین تا اردیبهشت اتفاق می‌افتد. البته نقش باد شمال که عمدتاً در تابستان و در کشورهای عراق و عربستان رخ می‌دهد بسیار مهم می‌باشد(۲۸). جدول ۱، میانگین و انحراف معیار غلظت کل ذرات معلق (TSP) و دوام آن در طی پدیده گرد و غبار در اهواز را در سال‌های ۱۳۸۸ –۱۳۸۰ نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که غلظت کل ذرات معلق و ماندگاری آن در طی روزهای گرد و غباری در طی سال‌های ۱۳۸۵ الی ۱۳۸۸ نسبت به سال‌های ۱۳۸۰ الی ۱۳۸۴ افزایش چشمگیری داشته است. حداکثر غلظت ذرات گرد و غبار در اردیبهشت ماه سال ۱۳۸۷ برابر با ۹۳۶۰ میکروگرم در مترمکعب بوده است. ماندگارترین رخداد گرد و غبار به مدت ۱۴۴ ساعت دوام و دارای غلظت ۵۲۵۰ میکروگرم در مترمکعب بوده است. طبق جدول ۲ در شهر اهواز از ابتدای سال۱۳۸۰ الی ۱۳۸۸، ۳۹۷۶ ساعت گرد و غبار رخ داده است که به طور میانگین هر پدیده گرد و غبار ۳۲/۶ ساعت دوام داشته است. از لحاظ زمانی ۳۲/۲٪ از پدیده‌های گرد و غبار رخ داده بین یک الی ۲۴ ساعت (یک شبانه‌روز) و ۳۹/۸٪ بین ۲۴ الی ۴۸ ساعت و ۲۸٪ بیشتر از ۴۸ ساعت دوام داشته‌اند. اما از لحاظ فراوانی ۵۱/۶٪ از پدیده‌های گرد و غبار رخ داده بین یک الی ۲۴ ساعت (یک شبانه‌روز) و ۳۶/۸٪ بین ۲۴ الی ۴۸ ساعت و ۱۱/۶٪ بیشتر از ۴۸ ساعت دوام داشته‌اند.

میانگین و انحراف معیار غلظت ذرات در روزهای گرد و غباری در اهواز نسبت به استاندارد غلظت ذرات در ایران ۱۱ ±۱۶/۵، حداقل و حداکثر افزایش غلظت ذرات در روزهای گرد و غباری در اهواز ۶/۷، ۶۲/۴ برابر استاندارد ایران می‌باشد. طبق جدول ۲ در طی سال‌های ۱۳۸۰ الی ۱۳۸۸ فراوانی با دوام‌ترین گرد و غبارها بیشتر در تیرماه (۷۴۴ ساعت) و خرداد ماه (۶۲۰ ساعت) و کمترین دوام مربوط به ماه آذر (۴۴ ساعت) می‌باشد. در دی ماه هیچ گونه گرد و غباری وجود نداشته است. دوام گرد و غبار در این ماه‌ها توجیه کننده بیشترین تعداد روز گرد و غباری در ماه‌های تیر و خرداد می‌باشد. نکته قابل توجه، ماندگارترین رخداد گرد و غبار در تیرماه و به مدت شش شبانه روز بود که منجر به تعطیلی ادارات، مدارس و لغو تعداد زیادی از پروازهای فرودگاه اهواز گردید.

با استفاده از ضریب همبستگی اسپیرمن بین حداکثر غلظت گرد و غبار و دوام گرد و غبار مشخص گردید که بین این دو متغیر رابطه مستقیم وجود دارد (p=۰/۰۰)، و ضریب همبستگی برابر با ۰/۳۵ می‌باشد. آزمون رگرسیون نشان می‌دهد که به ازای هر واحد افزایش غلظت کل ذرات معلق گرد و غبار میزان لگاریتم ماندگاری گرد و غبار به میزان $۳/۸\times۱۰^{-۵}$ افزوده می‌شود. نتایج این مطالعه در مورد دوام گرد و غبار با مطالعات وانگ در سال ۲۰۰۵ که بر روی گرد و غبار چین انجام شده

[27] Leon
[28] Orlovsky

[Downloaded from hakim.tums.ac.ir on 2025-08-23]

است مشابهت دارد و نشان دهنده این است که الگوی دوام گرد و غبار در گرد و غبار جنوب شرقی آسیا با گرد و غبار اهواز مشابه است (۳۹).

اعتبارسنجی داده‌ها: علت تفاوت ضریب همبستگی در نرم‌افزار Excell و Spss16، نرمال نبودن توزیع داده‌های محقق و سازمان محیط زیست می‌باشد. آزمون زوجی ویلکوکسون (p=۰/۰۵)، نشان می‌دهد که بین میانگین داده‌های نتایج اندازه‌گیری شده محقق با دستگاه‌های کالیبره شده با نتایج ارایه شده سازمان محیط زیست تفاوت معنادار وجود داشت. بدیهی است آلفای کرونباخ[۳۰] بیشتر از ۰/۷ و ICC[۳۱] بالای ۰/۷۵ قابل قبول بوده و به مفهوم توافق است. بر اساس داده‌های موجود مقادیر آلفای کرونباخ و ICC به ترتیب ۰/۹۷ و ۰/۹۴ –۰/۹۷ بود که این به معنی اعتماد و اطمینان در خصوص داده‌های سازمان محیط زیست می‌باشد. از جمله محدودیت‌های این مطالعه وسعت استان‌های درگیر و کمبود امکانات لازم برای اندازه‌گیری دقیق در همه استان‌های مذکور توسط محقق می‌باشد.

نتیجه‌گیری

در طی سال‌های ۸۶ الی ۸۹، به طور میانگین در ۱۷ استان درگیر این پدیده، سال ۱۳۸۸ با متوسط ۴۲/۸ روز بیشترین و ۱۳۸۶ با متوسط ۱۸/۵ روز گرد و غبار، کمترین پدیده گرد و غبار در کشور ایران رخ داده است. بیشترین تعداد روز گرد و غباری در اهواز در ماه‌های تیر و خرداد اتفاق می‌افتد. غلظت ذرات در روزهای گرد و غباری نسبت به روزهای عادی در کلیه استان‌های درگیر به طور قابل توجهی افزایش می‌یابد. دلایل تشدید پدیده گرد و غبار در اهواز افزایش تعداد روزهای گرد و غباری در کشور عراق و خشک شدن زمین های باتلاقی موجود بین دجله و فرات می‌باشد؛ که از جمله دلایل اصلی آن بهره‌برداری کشور سوریه و به خصوص ترکیه از سدهای احداث شده بر روی رودخانه‌های دجله و فرات می‌باشد. با توجه به غلظت بسیار بالای گرد و غبار در استان‌های غربی و به خصوص خوزستان، همچنین اثرات مضر گرد و غبار بر سلامت ساکنین این مناطق لزوم تحقیق بیشتر و پیگیری مسؤولان در رفع این معضل زیست محیطی آشکارتر می‌گردد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند که از اعضای پژوهشکده محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی تهران و مسئولان مؤسسه ملی تحقیقات سلامت به خصوص کارکنان ایستگاه اهواز جهت همکاری در اجرای این تحقیق قدردانی نمایند. این تحقیق با حمایت مالی دانشگاه علوم پزشکی تهران طی طرح تحقیقاتی شماره ۹۷۴۲ انجام گردیده است.

[30] Cronbach's alpha
[31] Intraclass Correlation Coefficient (ICC)

References

1- Goudie AS. Dust storms: Recent developments. Journal of Environmental Management 2009; 90:89-94.
2- Yaping S, Karl-Heinz W, Adrian C, Huang J, Lin Z, McTainsh G, et al. Dust cycle: An emerging core theme in Earth system science. Aeolian Research 2011;2:181-204.
3- Xuan j, Sokolik IN, Hao J, Guo F, Mao H, Yang G, et al. Identification and characterization of sources of atmospheric mineral dust in East Asia. Atmospheric Environment 2004;38:6239-52.
4- Engelstaedter S, Tegen I, Washington R. North African dust emissions and transport. Earth-Science Reviews 2006; 79:73-100.
5- Shahsavani A, Yarahmadi M, Naddafi K, Jaafarzadeh N, Saki H, Soliemani Z, et al. Dust Storm: Environmental and Health impacts. Journal of North Khorasan University of Medical Sciences 2011;2(4):45-56. (in Persian)
6- Prospero JM, Lamb PJ. African droughts and dust transport to the Caribbean: climate change implications. Science 2003; 302:1024-7.
7- Escudero M, Querol X, Pey J, Alastuey A, Perez N, Ferreira F, et al. A methodology for the quantification of the net African dust load in air quality monitoring networks. Atmospheric Environment 2007;41:5516-24.
8- Schlesinger P, Mamane Y, Grishkan I. Transport of microorganisms to Israel during Saharan dust events. Aerobiologia 2006; 22:259-73.
9- Viana M, Kuhlbusch TAJ, Querol X, Alastuey A, Harrison RM, Hopke PK, et al. Source apportionment of particulate matter in Europe: A review of methods and results. J Aerosol Sci 2008;39:827-49.
10- Kim KH, Choi GH, Kang CH, Lee JH, Kim JY, Youn YH, et al. The chemical composition of fine and coarse particles in relation with the Asian Dust events. Atmospheric Environment 2003;37:753-65.
11- Washington R, Todd M, Middelton NG, Goudie A. Dust storm source areas determined by the total ozone monitoring spectrometer and surface observations. Ann Assoc Am Geogr 2003;93(2):297-313.
12- Tanaka TY. Possible transcontinental dust transport from North Africa and the Middle East to East Asia. Atmospheric Environment 2005; 39:3901-10.
13- Grousset FE, Ginoux P, Bory A, Biscaye PE. Case study of a Chinese dust plume reaching the French Alps. Geophys Res Lett 2003;30.

[Downloaded from hakim.tums.ac.ir on 2025-08-23]

14- Griffin DW. Atmospheric Movement of Microorganisms in Clouds of Desert Dust and Implications for Human Health. Clinical Microbilogy Reviews 2007; 20(3):459-77.
15- Cao J, Shen Z, Chow JC, Qi G, Watson JG. Seasonal variations and sources of mass and chemical composition for PM10 aerosol in Hangzhou, China. Particuology 2009;7:161-8.
16- Hyun C, Dong WS, Wonnyon K, Doh SJ, Lee SH, Noh M. Asian dust storm particles induce a broad toxicological transcriptional program in human epidermal keratinocytes. Toxicol Lett 2011;200(1-2):92-9.
17- Ziqiang M, Quanxi Z. Damage effects of dust storm PM2.5 on DNA in alveolar macrophages and lung cells of rats. Food Chem Toxicol 2007; 45(8):1368-74.
18- Kellogg CA, Griffin DW. Characterization of aerosolized bacteria and fungi from desert dust events, in Mali, West Africa. Aerobiologia 2004; 20(2):305-22.
19- Akata N, Hasegawa H, Kawabata H, Chikuchi Y, Sato T, Ohtsuka Y, et al. Deposition of 137Cs in Rokkasho, Japan and its relation to Asian dust. Journal of Environmental Radioactivity 2007;95:1-9.
20- Leon J-F, Legrand M. Mineral dust sources in the surroundings of the north Indian Ocean. Geophys Res Lett 2003; 30:1309-12.
21- Goudie AS, Parker AG, Bull PA, White K, Al-Farraj A. Desert loess in Ras Al Khaimah, United Arab Emirates. Journal of Arid Environments 2000;46:123-35.
22- Kubilay N, Nickovic S, Moulin C. An illustration of the transport and deposition of mineral dust onto the eastern Mediterranean. Atmospheric Environment 2000; 34(8):1293-303.
23- Goudie AS, Middleton NJ. Saharan dust storms: nature and consequences. Earth-Science Reviews 2001; 56:179-204.
24- Shahsavani A. Chemical & physical characterization, size distribution of air particles in Khuzestan dust storm and identification of affection Petroleum mulching method in its control. Tehran: Tehran University of Medical Science, School of Public Health, Environmental Health Engineering; 2012: 21-45. (in Persian)
25- Jacquelyn C. Climate analysis and long long range forcasting of dust storm in IRAQ. California: Naval postgraduate school Monterey; 2009: 88-92.
26- Miri A, Ahmadi H, Ghanbari A, Moghaddamnia A. Dust Storms Impacts on Air Pollution and Public Health under Hot and Dry Climate. International Journal of Energy and Environment 2007;1(2):101-5.
27- Modarres R. Regional maximum wind speed frequency analysis for the arid and semi-arid regions of Iran. Journal of Arid Environments 2008; 72:1329-42.
28- Goudie AS, Middleton NJ. Desert Dust in the Global System. 1st ed. Berlin: Springer; 2006: 153-278.
29- Tazakia K, Wakimotoa R, Minami Y. Transport of carbon-bearing dusts from Iraq to Japan during Iraq's War. Atmospheric Environment 2004; 38:2091-109.
30- Kambezidis HD, Kaskaoutis DG. Aerosol climatology over four AERONET sites: An overview. Atmospheric Environment 2008; 42:1892-906.
31- Orlovsky L, Orlovsky N, Durdyev A. Dust storms in Turkmenistan. Journal of Arid Environments 2005;60:83-97.
32- Iranmanesh F. Investigation of dust origins and characteristics of their spreading in Sistan's storms, Iran region, using image processing. Pajouhesh & Sazandegi 2005;67:25-33. (in Persian)
33- Prospero JM, Ginoux P, Torres O, Nicholson SE, Gill TE. Environmental characterization of global sources of atmospheric soil dust identified with the NIMBUS 7 Total Ozone Mapping Spectrometer (TOMS) absorbing aerosol product. Rev Geophys 2002;40:2-31. 34- Middleton NJ. Dust storms in the Middle East. Journal of Arid Environments 1986;10(2):83-96.
35- Kutiel H, Furman H. Dust Storms in the Middle East: Sources of Origin and their Temporal Characteristics. Indoor Built Environ 2003;12:419-26.
36- Guo J, Rahn AK, Zhuang G. A mechanism for the increase of pollution elements in dust storms in Beijing. Atmospheric Environment 2004;38:855-62.
37- Liu M, Westphal DL, Walker AL, Holt TR, Richardson KA, Miller SD.
COAMPS Real-Time Dust Storm Forecasting during Operation Iraqi Freedom. Weather and Forecasting 2007;22:192-206.
38- Natsagdorj L, Jugder D, Chung YS. Analysis of dust storms observed in Mongolia during 1937-1999. Atmos Environ 2003;37:1401-11.
39- Wang S, Wang J, Zhou Z, Shang K. Regional characteristics of three kinds of dust storm events in China. Atmospheric Environment 2005;39:509-20.
40- Draxler RR, Gillette DA, Kirkpatrick JS, Heller J. Estimating PM10 air concentrations from dust storms in Iraq, Kuwait and Saudi Arabia. Atmospheric Environment 2001;35:4315-30.

[Downloaded from hakim.tums.ac.ir on 2025-08-23]

Analysis of Dust Storms Entering Iran with Emphasis on Khuzestan Province

Shahsavani A(PhD)[1,2], Yarahmadi M(MSc)[3], Mesdaghinia A(PhD)[4], Younesian M(PhD)[2,4], Jaafarzadeh Haghighifard N(PhD)[2,5], Naimabadi A(MSc)[6], Salesi M(PhD)[7], Naddafi K(PhD)[2,4*]

[1] *Department of Environmental Health Engineering, School of Health & Nutrition, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran*

[2] *Center for Air Pollution Research (CAPR), Institute for Environmental Research (IER), Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran*

[3] *Environmental & Occupational Health Center, Iranian Ministry of Health and Medical Education, Tehran, Iran*

[4] *Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran*

[5] *Department of Environmental Health Engineering, Ahvaz Jondishapour University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran*

[6] *Department of Environmental Health Engineering, North Khorasan university of Medical Sciences, Bojnord, Iran*

[7] *Department of Biostatistics and Epidemiology, Baqiatollah University of Medical Sciences, Tehran, Iran*

Received: 19 Sep 2011, Accepted: 23 Jul 2012

Abstract

Introduction: Dust storms which changes climate have harmful effects on health and economy. Dust can increase rate of meningitis, asthma, and virus-caused diseases. It also damages DNA of skin and lung cells. The purpose of this study was to depict the situation of the dust storms entering Iran.

Methods: Data on dust phenomenon during past 50 years (1961-2007) were obtained from the Iran Meteorological Organization. Data on the concentration of suspended particles and dust during 2001-2009 were obtained from the Environmental Protection Agency, Iran. To validate the data gathering instruments, the High Volume Air Sampler model PM_{10} and the Envirocheck model 1.07 were set up in the National Institute of Health Research, Ahvaz station. Data were gathered in six days and in dusty days of the first six months of 2010. Data obtained from the two organizations were compared with each other using the Excel and SPSS-16.

Results: The year 2009 was the dustiest year with an average of 42.8 dusty days in the last three years. The dustiest days with 107 and 102 dusty days were seen in Kermanshah in 2008 and Khuzestan in 2009, respectively. The highest concentration of dust was recorded in Bushehr in 2009 with a concentration of 9900 $\mu g/m^3$. The average concentration of all floating particles in Khuzestan equaled 7576 $\mu g/m^3$ during the three years. The longest dusty hours happening in Khuzestan lasted for 144 hours. The average hours for each dust event were 32 hours in this province.

Conclusion: Concentration of dust particles in dusty days have significantly increased in all provinces. The mean and standard deviation of particle concentration in Ahvaz is 16.5±11 times more than the standard concentration rates in the country. Considering the severity of these phenomena and its harmful effects on health of dwellers in the region, policy-makers should take necessary measurements.

Key words: dust Storm, Iran, duration, frequency, Khuzestan

Please cite this article as follows:

Shahsavani A, Yarahmadi M, Mesdaghinia A, Younesian M, Jaafarzadeh N, Naimabadi M, et al. Analysis of Dust Storms Entering Iran with Emphasis on Khuzestan Province. Hakim Research Journal 2012; 15(3): 192- 202.

*Corresponding Author: School of Public Health, Tehran university of Medical Sciences, Enghelab St., 16 Azar street, Tums, Tehran, Iran. Tel: +98- 912- 2022363, Fax: +98- 21- 66707315, E-mail: knadafi@tums.ac.ir

[Downloaded from hakim.tums.ac.ir on 2025-08-23]