

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ



مرکز تحقیقات آلودگی هوا، پژوهشکده محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی تهران

گزارش بانک جهانی در سال ۲۰۱۶: اثرات بهداشتی و اقتصادی آلودگی هوا

مترجمین:

دکتر کاظم زندانی، دکتر محمد صادق حسوند

گزارش حاضر ترجمه سند منتشر شده توسط سازمان جهانی بهداشت در سال ۲۰۱۶ تحت عنوان زیر بوده است و استفاده غیرتجاری از آن با ذکر دقیق منبع بصورت زیر بلامانع است:

World Bank and Institute for Health Metrics and Evaluation. 2016. The Cost of Air Pollution: Strengthening the Economic Case for Action. Washington, DC: World Bank. License: Creative Commons Attribution CC BY 3.0 IGO.

لازم به ذکر است که این ترجمه توسط بانک جهانی انجام نشده است. بنابراین بانک جهانی هیچگونه مسئولیتی در قبال محتوا یا صحت مطالب ترجمه نشده ندارد.

ترجمه این سند توسط مرکز تحقیقات آلودگی هوا پژوهشکده محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی تهران انجام شده است.

مرکز تحقیقات پژوهشکده محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران:

تهران - خیابان کارگر شمالی - نرسیده به بلوار کشاورز - پلاک ۱۵۴۷ - طبقه هشتم

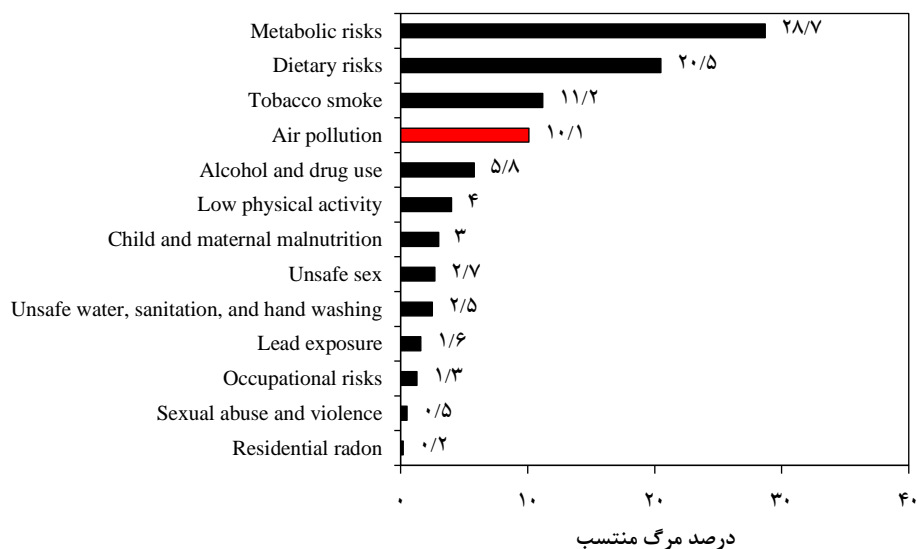
تلفن: ۸۸۹۷۸۳۹۵ - ۰۲۱ ، دورنگار: ۸۸۹۷۸۳۹۸ - ۰۲۱

جهت دسترسی به این کتابچه به تارگه اینترنتی پژوهشکده محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران به آدرس <http://ier.tums.ac.ir> مراجعه نمایید.

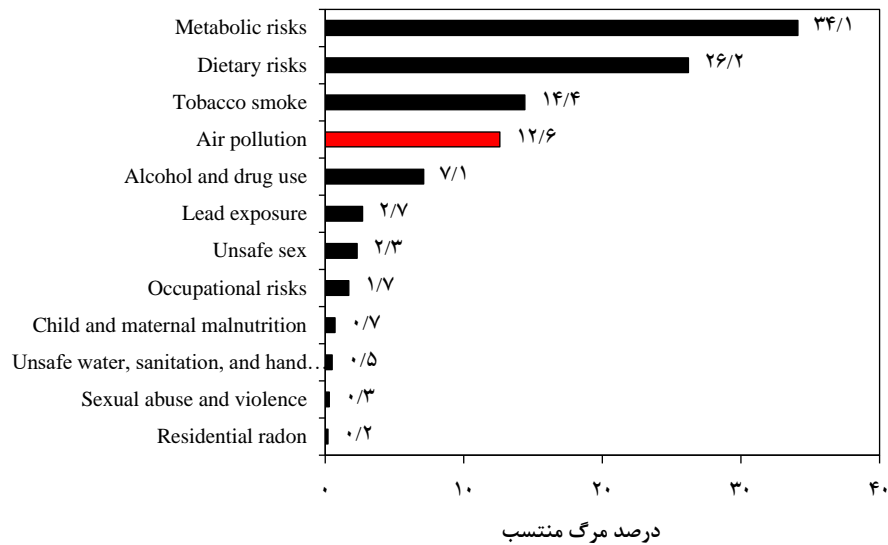
۱. مقدمه‌ای بر اهمیت آلودگی هوا

بانک جهانی به همکاری Institute for Health Metrics and Evaluation وابسته به دانشگاه واشنگتن ایالات متحده آمریکا در سال ۲۰۱۶ گزارشی در مورد اثرات بهداشتی و اقتصادی آلودگی هوا در سراسر دنیا براساس داده‌های سال ۲۰۱۳ برآورد کرده است که در ادامه بخش‌های از این گزارش ارائه شده است. لازم به ذکر است برخی از اعداد موجود در گزارش بانک جهانی ممکن است با گزارش WHO متفاوت باشد که به علت استفاده از روش‌های متفاوت توسط این دو سازمان برای برآورد میزان مواجهه و اثرات بهداشتی بوده است.

آلودگی هوا یکی از مهمترین عوامل خطر برای سلامت در دنیا می‌باشد. هر ساله بیش از ۵/۵ میلیون مورد مرگ زودس در دنیا بواسطه بیماری‌های ناشی از استنشاق هوای آلوده اتفاق می‌افتد. این بیماری‌های شامل سرطان ریه، بیماری‌های قلبی، سکته مغزی، عفونت‌های حاد تنفسی و بیماری‌های انسداد مزمن ریوی (برونشیت و آمفیزم) می‌باشند. در واقع مواجهه با آلودگی هوا چهارمین عامل خطر در دنیا بعد از عوامل خطر متابولیک، تغذیه‌ای و دودتباکو است که سبب مرگ می‌شود (شکل ۱-۱). لازم به ذکر است که تعداد مرگ‌های منتسب به آلودگی هوا بیش از ۶ برابر تعداد مرگ‌های ناشی از مالاریا و بیش از ۴ برابر تعداد مرگ‌های ناشی از ایدز (HIV/AIDS) است.



شکل ۱-۱. سهم مرگ‌های منتسب به عوامل خطر در دنیا در سال ۲۰۱۳



شکل ۱-۲. سهم مرگ‌های منتسب به عوامل خطر در کشورهای با درآمد متوسط به بالا در سال ۲۰۱۳

آلاینده‌های هوا دارای انواع مختلفی هستند که یکی از خطرناک‌ترین آنها $PM_{2.5}$ است که شامل ذرات معلق ریز هوا با قطر آئرودینامیکی کمتر از 2.5 میکرومتر است که حدود یک سیزدهم قطر موی انسان می‌باشد. بعلاوه اندازه بسیار کوچک آنها، این ذرات به قسمت‌های تحتانی ریه نفوذ می‌کنند. همچنین مشخصات شیمیایی آنها با توجه به منبع انتشار آنها متفاوت خواهد بود. این ذرات اغلب حاوی ترکیبات کربن، سولفات، نیترات و همچنین ترکیبات سمی نظیر فلزات سنگین می‌باشند. ذرات معلق ریز هوا ممکن است بطور مستقیم از منابع احتراق نظیر وسایط نقلیه یا نیرگاه‌ها و یا حاصل واکنش گازهایی نظیر آمونیاک با دیگر آلاینده‌ها در اتمسفر منتشر شوند. همچنین این ذرات ممکن است از منابع طبیعی مثل ریزگردها (Dust Storm) هم منتشر شوند. در کشورهای با درآمد متوسط رو به بالا مثل کشور ایران، آلودگی هوا چهارمین عامل مرگ محسوب می‌شود (شکل ۱-۲). در حالیکه در کشورهای با درآمد کم و متوسط، آلودگی هوا سومین عامل مرگ می‌باشد.

آلودگی هوا در برخی از مناطق دنیا که سرعت شهرنشینی بالایی دارند و دارای ترکیبی از جمعیت بالا، وسایط نقلیه بیشتر، سوخت‌های با کیفیت پایین‌تر، ساخت و ساز و مدیریت ناصحیح پسماندها بوده اند به شدت افزایش یافته است. مطالعات مختلف نشان داده‌اند که اثرات بهداشتی منتسب به آلودگی هوا در کشورهای در حال توسعه بیشتر بوده است. کشورهای با درآمد کم و متوسط حدود ۸۰ درصد جمعیت جهان و ۹۳ درصد از مرگ‌ها و بیماری‌های منتسب به آلودگی هوا را به خود اختصاص داده‌اند. کودکان زیر پنج سال در کشورهای با درآمد پایین‌تر تقریباً ۶۰ برابر بیشتر از کودکان کشورهای با درآمد بالاتر مستعد مرگ منتسب به آلودگی هوا هستند.

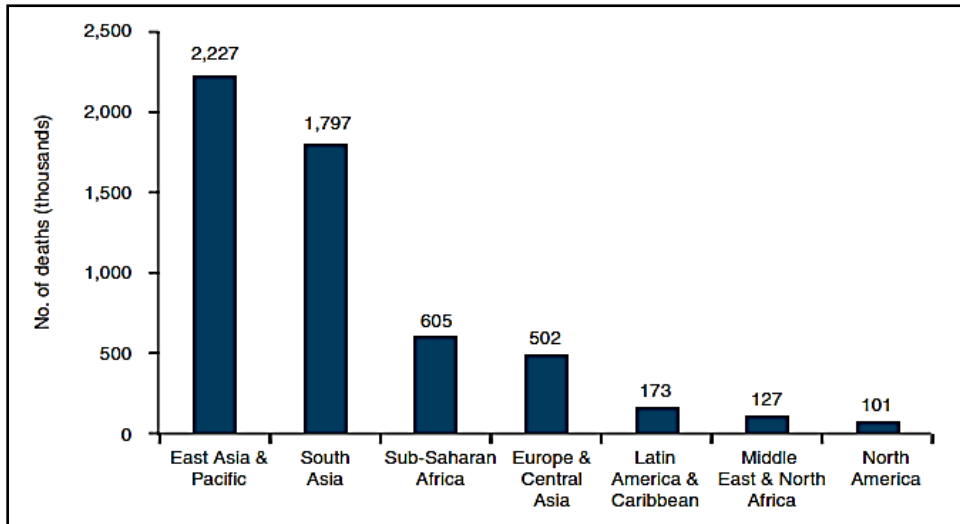
آلودگی هوا تنها یک عامل خطر برای سلامت نیست بلکه دارای بار اقتصادی برای جوامع است. آلودگی هوا بعلاوه ایجاد بیماری و مرگ زودرس سبب کاهش کیفیت زندگی می‌گردد. آلودگی هوا از طریق آسیب به سلامت مردم

ممکن است اثرات چشمگیری بر بهره‌وری اقتصادی و تداوم نابرابری‌های موجود گردد. مواجهه در دوران جنینی و یا اوایل کودکی با فلزات سنگین و دیگر مواد سمی محیط بسیار خطرناک خواهد بود. کودکان به اثرات سموم بسیار کم حساس می‌باشند؛ حتی وجود مقادیر بسیار کم ترکیباتی نظیر سرب یا ترکیبات هیدروکربن آروماتیک چند حلقه‌ای (PAHs) در خون کودکان که می‌تواند ناشی از مواجهه آنها با آب یا هوای آلوده باشد سبب اثراتی نظیر تاخیر در رشد شناختی شود.

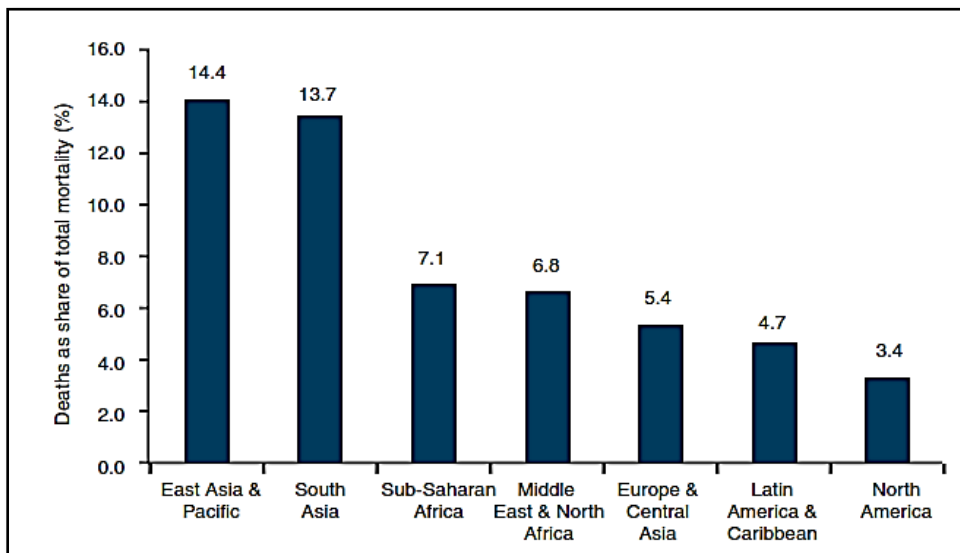
۲. روند مواجهه و اثرات بهداشتی متناسب به آلودگی هوا

همانطوریکه قبلاً اشاره شد آلودگی هوا (شامل آلودگی هوای داخل، $PM_{2.5}$ و ازن هوای آزاد) چهارمین عامل مرگ در دنیا در سال ۲۰۱۳ بوه است که تعداد مرگ‌های متناسب به آن ۵/۵ میلیون نفر بوده است (از هر ۱۰ مرگ یک مرگ متناسب به مواجهه به آلودگی هوا). در رابطه با اثرات آلودگی هوا ذکر این نکته ضروری است که تعداد سال‌های از دست رفته بواسطه مرگ (YLLs) متناسب به آلودگی هوا نسبت به تعداد سال‌های از دست رفته بواسطه ناتوانی (YLDs) بیشتر است. به عبارت دیگر در سال ۲۰۱۳ تنها حدود یک درصد از کل YLDs در دنیا متناسب به آلودگی هوا بوده است.

در شکل‌های زیر تعداد کل موارد مرگ متناسب به آلودگی هوا و درصد موارد مرگ متناسب به آلودگی هوا نسبت به کل موارد مرگ در مناطق مختلف دنیا در سال ۲۰۱۳ نمایش داده شده است. لازم به ذکر است که کشور ایران در گروه Middel East & North Africa قرار دارد که براساس شکل‌های ۱-۳ و ۱-۴ تعداد کل مرگ‌های متناسب به آلودگی هوا در این منطقه ۱۲۷ هزار مورد بوده است؛ به عبارت دیگر در این منطقه ۶/۸ درصد از کل مرگ‌ها، متناسب به آلودگی هوای آزاد و داخل بوده است.



شکل ۱-۳. تعداد کل مرگ‌های منتسب به آلودگی هوا (آزاد و داخل) در مناطق مختلف دنیا در سال ۲۰۱۳

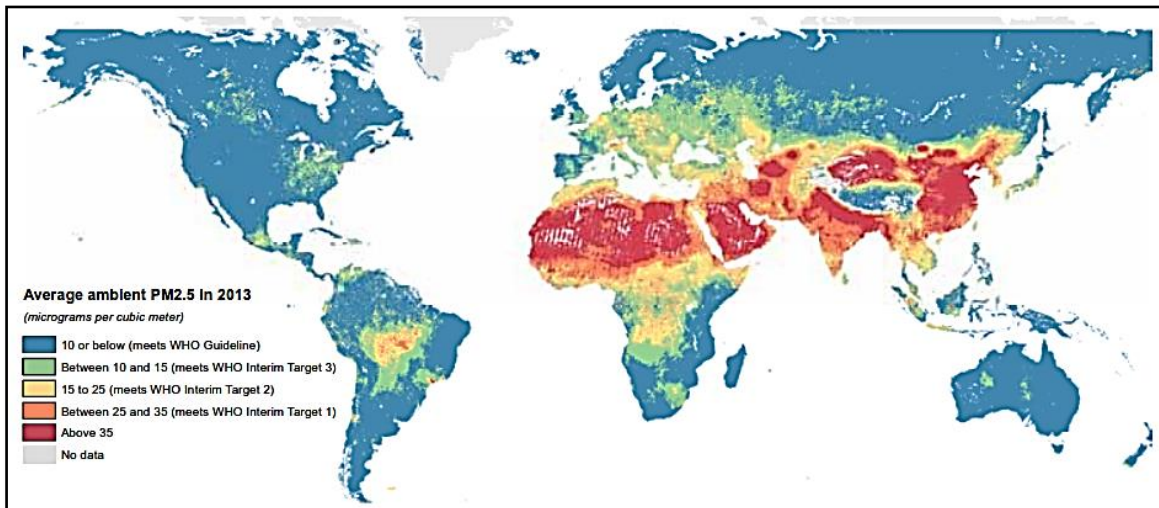


شکل ۱-۴. درصد موارد مرگ‌های منتسب به آلودگی هوا نسبت به کل مرگ‌ها در مناطق مختلف دنیا در سال ۲۰۱۳

۱-۲. برآورد مواجهه با ذرات معلق ریز هوای آزاد

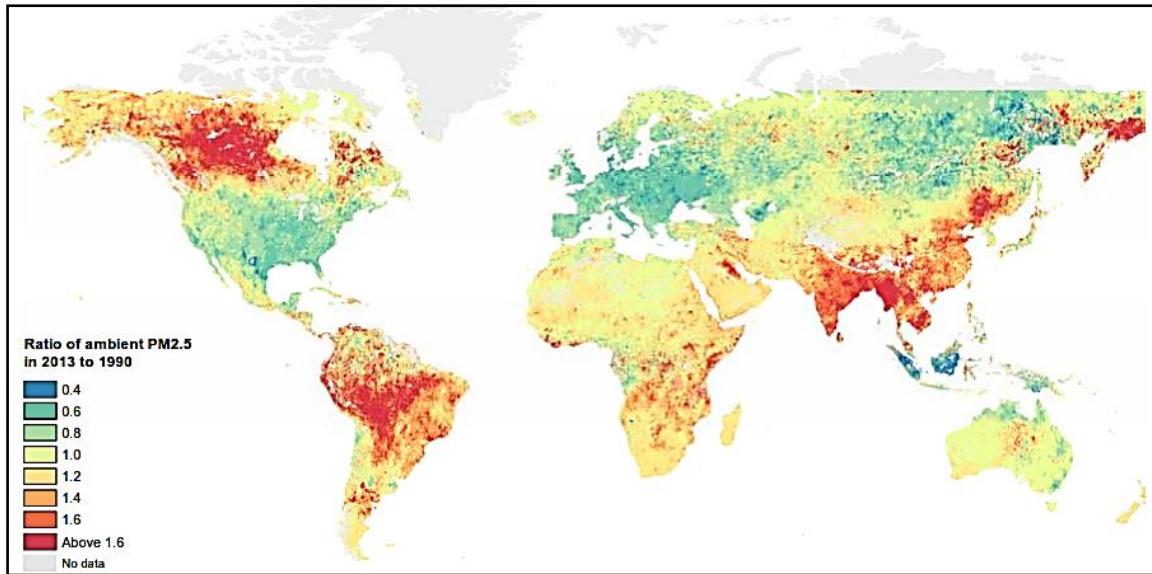
براساس برآوردهای انجام شده در سال ۲۰۱۳، حدود ۸۷ درصد از کل جمعیت دنیا در مناطقی که غلظت متوسط سالانه $PM_{2.5}$ آنها از مقادیر رهنمودی سازمان جهانی بهداشت ($10 \mu g/m^3$) بالاتر بوده است زندگی می‌کرده‌اند. همچنین ۳۵ درصد از جمعیت دنیا در سال ۲۰۱۳ در مناطقی که متوسط غلظت سالانه $PM_{2.5}$ آنها بالاتر از حدود رهنمودی سطح یک سازمان جهانی بهداشت (WHO Interim Target I) که معادل $35 \mu g/m^3$ اعلام شده است زندگی کرده‌اند.

بیشترین غلظت‌های $PM_{2.5}$ در دنیا در سال ۲۰۱۳ در شمال آفریقا و خاورمیانه بعلت پدیده ریزگرد (dust storm) و در جنوب و شرق آسیا بعلت انتشارات حاصل احتراق مشاهده شده است (شکل ۱-۵). در مقایسه مقادیر غلظت کشورهای مختلف، نتایج آن مطالعه نشان داد که بالاترین متوسط غلظت سالانه $PM_{2.5}$ در سال ۲۰۱۳ به ترتیب مربوط موریتانی ($70 \mu g/m^3$)، چین ($55 \mu g/m^3$) و عربستان ($54 \mu g/m^3$) و کمترین مقادیر غلظت در استرالیا و نروژ به میزان $6 \mu g/m^3$ یا کمتر از آن مشاهده شد.



شکل ۱-۵. متوسط غلظت سالانه $PM_{2.5}$ در مناطق مختلف دنیا در سال ۲۰۱۳

بین سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۳ کاهش متوسط غلظت $PM_{2.5}$ تعدیل شده با جمعیت در اکثر کشورهای با درآمد بالا مشاهده گردید در حالیکه این شاخص در جنوب و جنوب شرق آسیا افزایش یافت. نتایج مطالعات بیانگر این است که کاهش چشمگیری در غلظت‌ها در شرق ایالات متحده آمریکا، اروپا و روسیه طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۳ رخ داده است. در حالیکه افزایش قابل ملاحظه‌ای در غلظت‌ها در غرب کانادا، بخش‌های از آمریکای جنوبی، خاورمیانه، هند و چین اتفاق افتاده است (شکل ۱-۶).

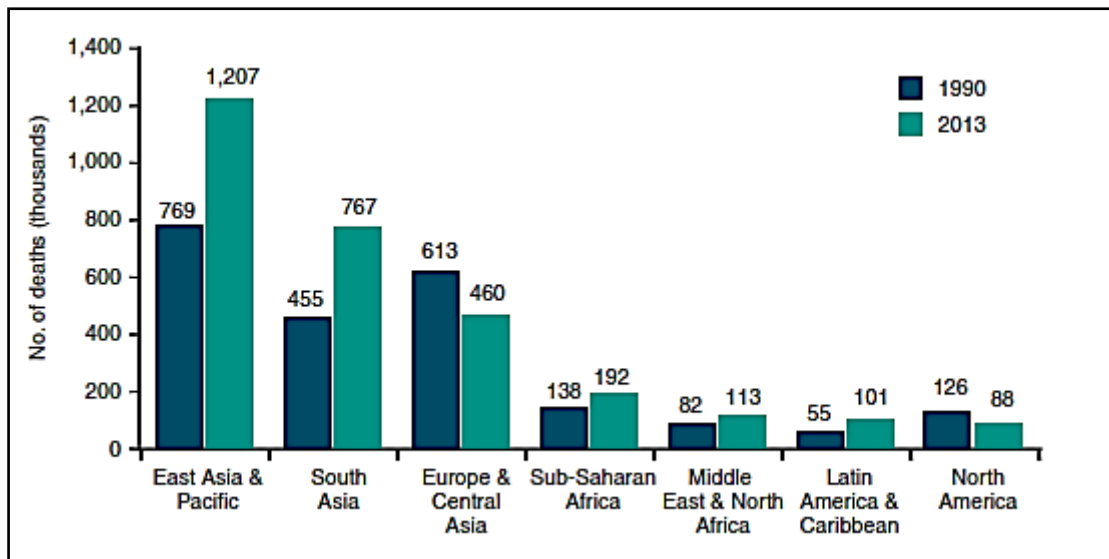


شکل ۱-۶. نسبت غلظت سالانه برآورد شده PM_{2.5} در سال ۱۹۹۰ به ۲۰۱۳

۳. برآورد اثرات بهداشتی متناسب به ذرات معلق ریز هوای آزاد

براساس گزارش بانک جهانی در سال ۲۰۱۶، تعداد موارد مرگ زودرس متناسب به PM_{2.5} هوای آزاد در سال ۱۹۹۰ حدود ۲/۲ میلیون مورد و در سال ۲۰۱۳ به حدود ۲/۹ میلیون مورد مرگ رسیده است؛ به عبارت دیگر تعداد موارد مرگ زودرس متناسب به PM_{2.5} هوای آزاد از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۳ حدود ۳۰ درصد افزایش یافته است. نتایج مطالعات نشان می‌دهد که افراد خیلی جوان و خیلی مسن جزء افراد حساس در مواجهه با آلودگی هوا هستند. در سال ۲۰۱۳ حدود ۵ درصد از مرگ‌های کودکان زیر ۵ سال و ۱۰ درصد از مرگ‌های افراد بالغ بالای ۵۰ سال متناسب به آلودگی هوا بوده است در صورتی که این میزان برای افراد جوان معادل یک درصد بوده است. از کل موارد مرگ متناسب به PM_{2.5} حدود ۱/۷ میلیون مرگ در مردها و ۱/۲ میلیون مرگ مختص زنان بوده است.

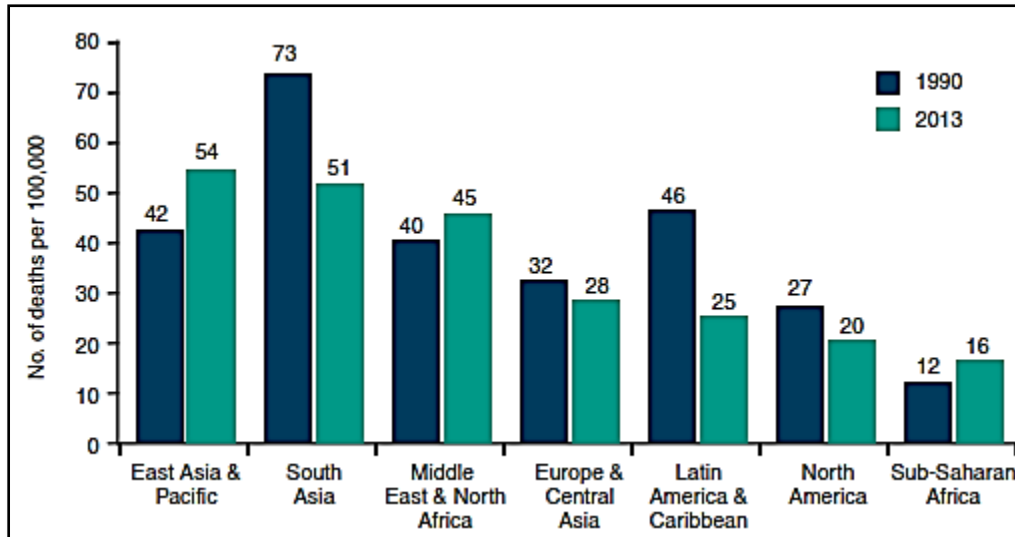
روند افزایشی در تعداد کل موارد مرگ متناسب به PM_{2.5}، بعد از سال ۲۰۰۰ شدت یافته است که عمدتاً متأثر از شرایط کشور چین بوده است. در سال ۱۹۹۰ تعداد موارد مرگ متناسب به PM_{2.5} حدود ۲/۲ میلیون مورد بوده است که در سال ۲۰۰۰ تقریباً ۸ درصد افزایش داشته است و به میزان ۲/۴ میلیون مورد مرگ رسید؛ سپس در سال ۲۰۱۳ این میزان ۲۱ درصد افزایش یافت و تعداد موارد مرگ متناسب به این آلاینده ۲/۹ میلیون مورد برآورد شد (شکل ۱-۷). چهار عامل موثر در افزایش تعداد موارد مرگ متناسب به PM_{2.5} عبارتند از: (۱) افزایش غلظت PM_{2.5} در برخی از کشورهای با جمعیت بالا نظیر چین، هند، بنگلادش و پاکستان، (۲) رشد جمعیت، (۳) پیر شدن جمعیت و (۴) تغییرات در شیوع بیماری‌های متناسب به آلودگی هوا.



شکل ۱-۷. تعداد کل موارد مرگ‌ها منتسب به PM_{2.5} در سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۱۳ در مناطق مختلف دنیا

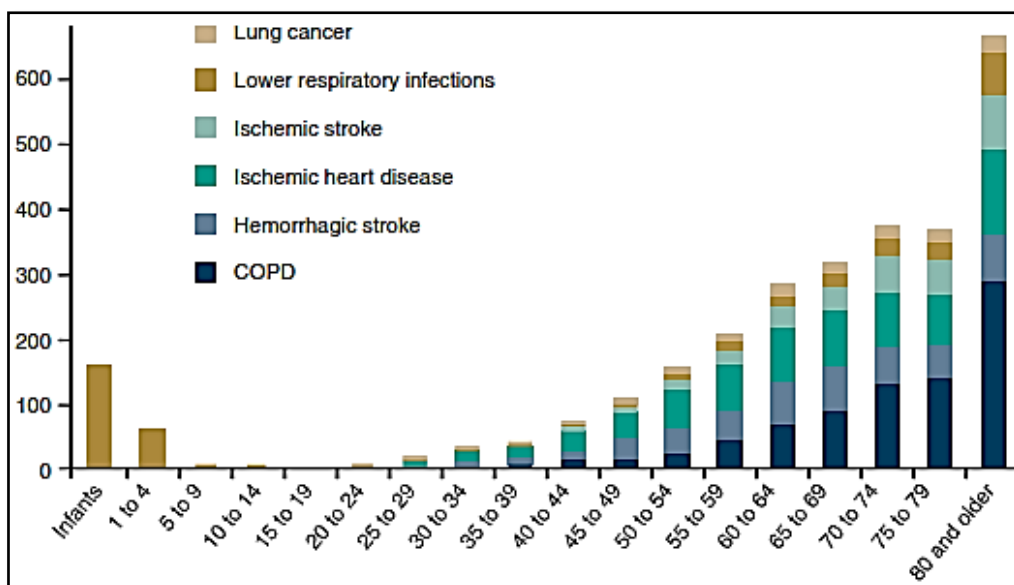
براساس مطالعات انجام شده توسط بانک جهانی، در سال ۲۰۱۳ مواجهه با ذرات معلق ریز هوای آزاد بعنوان هفتمین عامل مرگ در دنیا می‌باشد و بیش از ۵/۳ درصد از کل مرگ‌ها در دنیا منتسب به مواجهه با این آلاینده است. لازم به ذکر است که این عامل خطر در سال ۱۹۹۰ دهمین عامل خطر مرگ بوده و ۴/۷ درصد از کل مرگ‌های سال ۱۹۹۰ منتسب به PM_{2.5} بوده است. پیامدهای اصلی مواجهه با PM_{2.5} بیماری‌های قلبی - عروقی نظیر ایسکمیک قلبی (IHD) و سکته مغزی (Stroke) و همچنین سرطان‌ها می‌باشند. برآورده شده است که در سال ۲۰۱۳ حدود دو میلیون از مرگ‌های بیماری قلبی - عروقی و ۳۸۷۰۰۰ مرگ از سرطان‌ها منتسب به مواجهه با PM_{2.5} بوده است. همچنین بطور کلی در دنیا در سال ۲۰۱۳ مواجهه با PM_{2.5} عامل ۱۳/۵ درصد از مرگ‌های ایسکمیک قلبی، ۱۴/۵ درصد از مرگ‌های سکته مغزی، ۲۳/۶ درصد از مرگ‌های سرطان ریه، ۵/۷ درصد از مرگ‌های بیماری انسداد مزمن ریوی (COPD) و ۱۲/۴ درصد از مرگ‌های پنومونی شناخته شده است.

براساس مطالعات انجام شده توسط بانک جهانی، بطور کلی در دنیا تعداد موارد مرگ منتسب به PM_{2.5} به ازای ۱۰۰۰۰۰ نفر جمعیت برای همه گروه‌های سنی طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۰ از ۴۲ مورد مرگ در ۱۰۰۰۰۰ نفر به ۴۰ مورد در ۱۰۰۰۰۰ نفر کاهش یافته است اما در سال ۲۰۱۳ این میزان دارای افزایش بوده است و به ۴۱ مورد در هر ۱۰۰۰۰۰ نفر جمعیت رسیده است. در شکل زیر تعداد موارد مرگ منتسب به PM_{2.5} به ازای ۱۰۰۰۰۰ نفر جمعیت در مناطق مختلف دنیا نشان داده شده است. همانطوریکه در شکل آورده شده است بین سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۱۳، بجز در مناطق خاورمیانه و شمال آفریقا و جنوب صحرای آفریقا، تعداد موارد مرگ منتسب به PM_{2.5} به ازای ۱۰۰۰۰۰ نفر جمعیت کاهش یافته است (شکل ۱-۸).

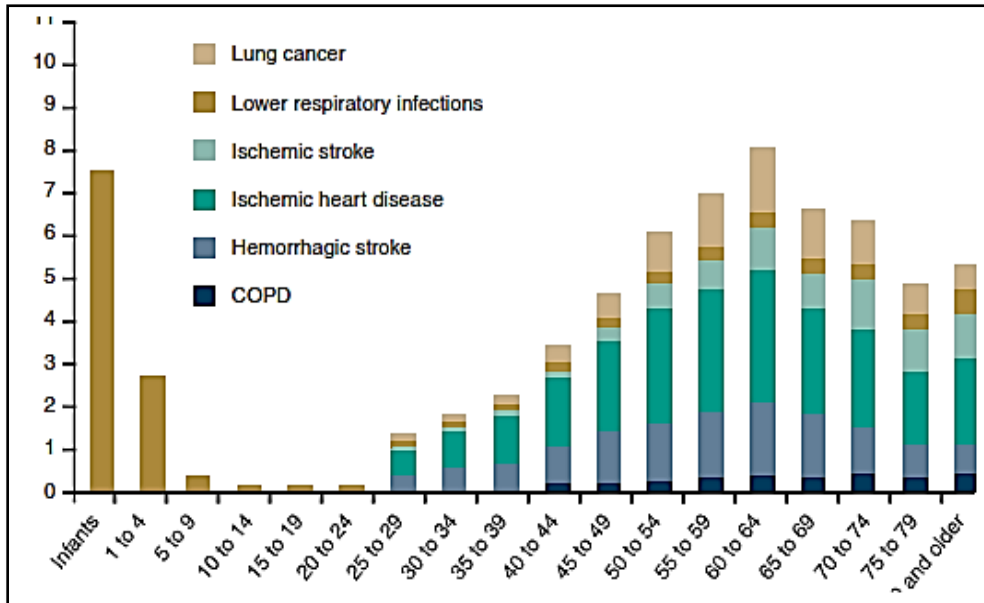


شکل ۱-۸. تعداد موارد مرگ متناسب به $PM_{2.5}$ به ازای ۱۰۰۰۰۰ نفر جمعیت در سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۱۳ در مناطق مختلف دنیا

در شکل‌های زیر (۱-۹ و ۱-۱۰) تعداد کل مرگ‌ها و سال‌های از دست رفته بواسطه مرگ یا ناتوانی (DALYs) متناسب به $PM_{2.5}$ هوای آزاد برای گروه‌های سنی مختلف در کل دنیا نمایش داده شده است. همانطوریکه در شکل مربوط به موارد مرگ نشان داده شده است، بیشترین موارد مرگ متناسب به ذرات معلق ریز هوای آزاد در گروه سنی ۸۰ سال و بالاتر و همچنین کمترین موارد مرگ در گروه‌های سنی ۵ تا ۲۵ سال برآورد شده است.



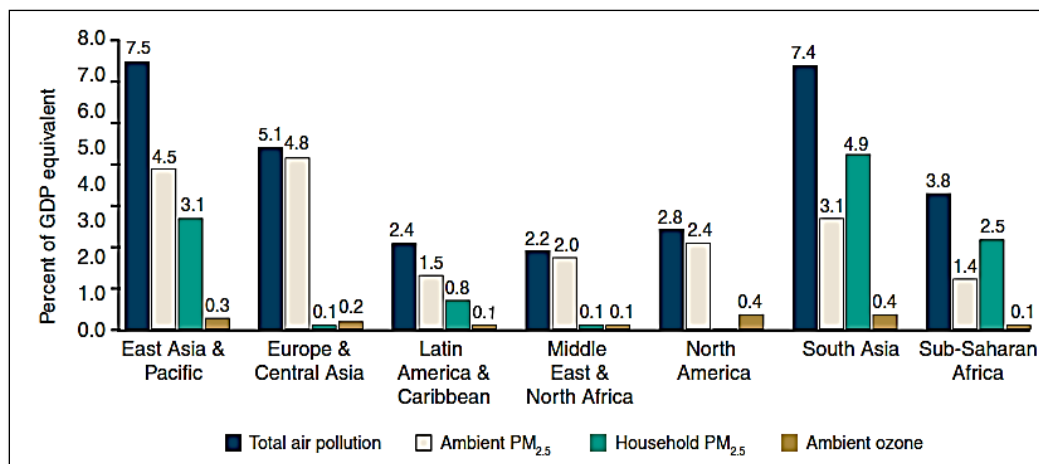
شکل ۱-۹. تعداد کل موارد مرگ متناسب به $PM_{2.5}$ برای گروه‌های سنی مختلف در سال ۲۰۱۳ در سراسر جهان



شکل ۱-۱۰. DALYs منتسب به PM_{2.5} برای گروه‌های سنی مختلف در سال ۲۰۱۳ در سراسر جهان

۴. اثرات اقتصادی منتسب به آلودگی هوا در کل دنیا

در سال ۲۰۱۳ خسارات اقتصادی منتسب به مواجهه با آلودگی هوا آزاد و داخل در سراسر دنیا معادل ۵/۱۱ تریلیون دلار برآورد شده است. خسارات اقتصادی منتسب به مواجهه با آلودگی هوا در جنوب و شرق آسیا به ترتیب معادل ۷/۴ و ۷/۵ درصد تولید ناخالص داخلی (GDP: Gross Domestic Product) در آن مناطق بوده است. همچنین کمترین میزان خسارات اقتصادی منتسب به مواجهه با آلودگی هوا معادل ۲/۲ درصد GDP در منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا که ایران هم جزء آن می باشد بوده است (شکل ۱-۱۱).



شکل ۱-۱۱. خسارات اقتصادی منتسب به مواجهه با آلودگی هوا در مناطق مختلف دنیا (World Bank and IHME)

همانطوریکه در شکل فوق نشان داده شده است خسارات اقتصادی منتسب به آلودگی هوای داخل در جنوب آسیا و جنوب صحرای آفریقا بالاتر از خسارات ناشی از آلودگی هوای آزاد بوده است؛ اما در دیگر مناطق دنیا خسارات اقتصادی منتسب به ذرات معلق ریز ($PM_{2.5}$) هوای آزاد سهم بیشتری داشته است. خسارات اقتصادی منتسب به مواجهه با $PM_{2.5}$ هوای آزاد از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۳ حدود ۶۳ درصد افزایش یافته است و به رقم ۳/۵۵ تریلیون دلار در دنیا رسیده است.

۵. اثرات بهداشتی و اقتصادی منتسب به آلودگی هوا در ایران براساس گزارش بانک جهانی

براساس گزارش بانک جهانی که در سال ۲۰۱۶ منتشر شد، متوسط غلظت سالانه $PM_{2.5}$ ، تعداد کل موارد مرگ و اثرات اقتصادی منتسب به این آلودگی هوا (آلودگی هوای آزاد و داخل) در ایران طی سالهای ۱۹۹۰ و ۲۰۱۳ به صورت جدول ذیل برآورد شده است.

جدول ۱-۱. نتایج گزارش بانک جهانی در رابطه با غلظت $PM_{2.5}$ و اثرات بهداشتی و اقتصادی آن در ایران

کشور	متوسط غلظت سالانه $PM_{2.5}$ هوای آزاد		تعداد موارد مرگ منتسب به آلودگی هوا		کل خسارات اقتصادی بر حسب میلیون دلار (درصد تولید ناخالص داخلی)	
	۱۹۹۰	۲۰۱۳	۱۹۹۰	۲۰۱۳	۱۹۹۰	۲۰۱۳
ایران	۲۸/۶۴	۳۱/۸۹	۱۷۰۳۵	۲۱۶۸۰	(۲/۴۴)۱۳۹۴۰	(۲/۴۸)۳۰۵۹۹

نتایج این مطالعه بیانگر این است که متوسط غلظت سالانه ذرات معلق ریز هوای آزاد در ایران در سال ۲۰۱۳ نسبت به سال ۱۹۹۰ حدود ۱۰ درصد افزایش یافته است. همچنین متوسط غلظت سالانه این آلاینده در ایران در سال ۲۰۱۳ بیش از سه برابر مقادیر رهنمودی سازمان جهانی بهداشت بوده است. نکته قابل توجه دیگر در مورد تعداد موارد مرگ منتسب به آلودگی هوا است که این میزان از حدود ۱۷ هزار مورد به بیش از ۲۱ هزار مورد مرگ رسیده است. لازم به ذکر است همانطوریکه قبلاً اشاره شد، ایران جزء منطقه خاورمیانه محسوب می شود و در این منطقه براساس مطالعه بانک جهانی تعداد موارد مرگ منتسب به آلودگی هوا به ازای هر ۱۰۰۰۰۰ نفر جمعیت در سال ۲۰۱۳ نسبت به سال ۱۹۹۰ افزایش یافته است در حالیکه این شاخص در برخی از مناطق دنیا کاهش یافته است.

برآوردهای صورت گرفته در مورد خسارات اقتصادی منتسب به آلودگی هوا نشان می دهد که در سال ۲۰۱۳ آلودگی هوا در ایران حدود ۳۰ میلیارد دلار خسارات داشته است که این میزان معادل ۲/۴۸ درصد کل تولید ناخالص داخلی کشور بوده است.