

تحلیل اثرات ریزگردها بر سلامت کارکنان فضای باز و پیامدهای زیست محیطی آن در منطقه شهری

رحیم افتخاری گل^۱

۱ کارشناسی ارشد Hse دانشگاه آزاد تهران

چکیده

مقدمه: مواجهه مداوم با ریزگردها و ذرات معلق، یکی از چالش های اصلی سلامت محیط کار برای کارکنان فضای باز محسوب می شود. هدف از انجام این پژوهش، بررسی تأثیر مواجهه با ذرات PM_{۱۰} و PM_{۲.۵} بر کیفیت زندگی و علائم تنفسی این گروه از کارکنان بود. روش کار: این مطالعه به صورت مقطعی بر روی ۳۸۴ نفر از کارکنان فضای باز انجام شد. برای ارزیابی کیفیت زندگی از پرسشنامه استاندارد WHOQOL-BREF و برای بررسی وضعیت علائم تنفسی از آزمون ارزیابی بیماری های انسدادی ریوی (CAT) استفاده گردید. جهت تحلیل داده ها و شناسایی عوامل پیش بینی کننده کیفیت زندگی، از روش های آمار توصیفی، آزمون تی مستقل و مدل رگرسیون خطی چندگانه بهره گرفته شد.

یافته ها: میانگین سنی شرکت کنندگان 39.61 ± 7.47 سال و سابقه شغلی آنان 14.30 ± 6.14 سال بود. غلظت میانگین ذرات PM_{۱۰} برابر با 40.58 ± 152.33 و برای PM_{۲.۵} برابر با 68.83 ± 19.17 میکروگرم بر مترمکعب ثبت شد. نتایج تحلیل تفاوت ها نشان داد که علی رغم تصورات رایج، تفاوت معناداری در ابعاد مختلف کیفیت زندگی بین دو گروه با علائم تنفسی متفاوت وجود ندارد $P > 0.05$ ، با این حال، نتایج رگرسیون حاکی از آن است که سن $B = 0.43$ و میزان مواجهه با PM_{۱۰} $B = 0.329$ تعیین کننده ترین عوامل در افت کیفیت زندگی هستند، در حالی که شدت علائم تنفسی و سابقه کار نقش کم رنگ تری در این میان ایفا می کنند.

نتیجه گیری: یافته های ما نشان می دهد که تأثیرات نامطلوب آلودگی هوا بر کیفیت زندگی کارکنان فضای باز، فراتر از علائم تنفسی صرف است. شواهد موجود بر ضرورت پیاده سازی مداخلات بهداشت حرفه ای، از جمله پایش دقیق کیفیت هوا و استفاده از تجهیزات حفاظتی استاندارد، به ویژه برای کارکنان در معرض مواجهه بالا، تأکید دارد تا بتوان از پیامدهای بلندمدت آلودگی بر سلامت عمومی و رفاه این افراد پیشگیری کرد.

واژگان کلیدی: آلودگی هوا، ریزگرد، کارکنان فضای باز، کیفیت زندگی، پرسشنامه WHOQOL-BREF، آزمون CAT.

مقدمه

افزایش آلودگی هوا به یکی از مهم ترین چالش های زیست محیطی و بهداشتی در قرن بیست و یکم تبدیل شده است. در میان انواع آلاینده های جوی، ذرات معلق و به ویژه ریزگردها به دلیل قابلیت انتشار وسیع، ماندگاری در جو و توانایی نفوذ به دستگاه تنفسی انسان، سهم قابل توجهی در بروز پیامدهای نامطلوب سلامت دارند (فشی و همکاران، ۱۴۰۱). سازمان جهانی بهداشت آلودگی ناشی از ذرات معلق را یکی از عوامل اصلی مرگ و میر زودرس در جهان معرفی کرده و گزارش داده است که سالانه میلیون ها مرگ در سطح جهانی با قرارگیری در معرض ذرات ریز هوا مرتبط است (سازمان بهداشت جهانی، ۲۰۲۱). ریزگردها از مهم ترین آلاینده های جوی در مناطق خشک و نیمه خشک به شمار می روند و در دهه های اخیر به دلیل تشدید تغییرات اقلیمی، کاهش رطوبت خاک، تخریب پوشش گیاهی و گسترش فعالیت های انسانی، به یکی از تهدیدهای اصلی محیط زیستی و بهداشتی تبدیل شده اند. این ذرات، به ویژه در اندازه های قابل استنشاق، به علت قابلیت جابه جایی در مقیاس های وسیع، ماندگاری نسبی در جو و نفوذ به محیط های شهری، نه تنها کیفیت هوا را کاهش می دهند، بلکه بار قابل توجهی بر نظام سلامت و مدیریت شهری تحمیل می کنند. در بسیاری از کشورهای خاورمیانه، ریزگردها دیگر صرفاً یک پدیده طبیعی تلقی نمی شوند، بلکه به عنوان مسئله ای چندبعدی با پیامدهای بهداشتی، اقتصادی، اجتماعی و مدیریتی شناخته می شوند (همزه ای و همکاران، ۱۴۰۰). در بسیاری از مناطق خشک و نیمه خشک جهان، از جمله خاورمیانه، پدیده ریزگردها طی سال های اخیر شدت بیشتری یافته است؛ پدیده ای که حاصل برهم کنش عوامل اقلیمی، تخریب سرزمین، تغییر کاربری اراضی و گسترش فعالیت های انسانی است. این وضعیت سبب شده است که مسئله گردوغبار از یک موضوع صرفاً محیط زیستی فراتر رفته و به مسئله ای مرتبط با سلامت عمومی، اقتصاد شهری و مدیریت شهری تبدیل شود (بهوندی و همکاران، ۱۴۰۱؛ بیرجندی و همکاران، ۱۴۰۰).

ریزگردها به ذرات بسیار ریز جامد یا مایع معلق در هوا اطلاق می شوند که معمولاً قطری کمتر از ۱۰ میکرون (۱۰ PM) و در بسیاری موارد کمتر از ۲/۵ میکرون (۲.۵ PM) دارند؛ این ذرات به دلیل اندازه کوچک خود قادرند تا بخش های عمقی دستگاه تنفسی نفوذ کنند و حتی وارد جریان خون شوند. پژوهش های متعدد نشان داده اند که مواجهه با ذرات معلق با افزایش بروز بیماری های قلبی عروقی، اختلالات تنفسی، التهاب سیستمیک، کاهش عملکرد ریه و افزایش میزان بستری و مرگ و میر مرتبط است (محمدحسینی و همکاران، ۱۴۰۰؛ محمدحسینی و همکاران، ۱۴۰۰؛ مرزی و همکاران، ۱۳۹۵). علاوه بر این، ریزگردها می توانند حامل ترکیبات شیمیایی و زیستی مختلفی نظیر فلزات سنگین، باکتری ها، قارچ ها و آلاینده های آلی باشند که هر یک به طور بالقوه پیامدهای سلامت متفاوتی ایجاد می کنند. بنابراین، بررسی اثرات این ذرات تنها به غلظت آن ها محدود نمی شود و ماهیت ترکیب شیمیایی و مدت زمان مواجهه نیز نقش تعیین کننده ای در میزان خطر دارند (شاهکویی و همکاران، ۱۳۹۸).

اثرات نامطلوب ریزگردها بر سلامت به ویژگی های فیزیکی و شیمیایی ذرات، از جمله اندازه، سطح ویژه، ترکیب معدنی و ظرفیت حمل آلاینده های ثانویه وابسته است. ذرات ریزتر، به ویژه ذرات قابل استنشاق، می توانند به بخش های عمقی دستگاه تنفسی نفوذ کرده و از طریق القای التهاب، استرس اکسیداتیو و اختلال در پاسخ های ایمنی، زمینه بروز یا تشدید بیماری های تنفسی و قلبی عروقی را فراهم کنند؛ افزون بر این، تماس مکرر با ریزگردها می تواند با تحریک مخاط چشم و راه های هوایی، کاهش عملکرد ریوی و افزایش حساسیت افراد مبتلا به بیماری های زمینه ای همراه باشد. همین سازوکارها سبب شده اند که مواجهه با ریزگردها در مطالعات سلامت محیط و بهداشت حرفه ای، به عنوان یک عامل خطر جدی مورد توجه قرار گیرد (پاتل و همکاران، ۲۰۲۰).

در محیط های شهری، مسئله ریزگردها پیچیدگی بیشتری پیدا می کند؛ زیرا این ذرات علاوه بر منابع طبیعی، با منابع انسانی نظیر ترافیک، فعالیت های صنعتی، پروژه های ساختمانی و تخریب پوشش گیاهی نیز ترکیب می شوند. چنین شرایطی باعث می شود غلظت و ترکیب ذرات معلق

در شهرها از الگوی متفاوتی نسبت به مناطق طبیعی برخوردار باشد؛ پژوهش های انجام شده در حوزه سلامت محیط نشان می دهد که جمعیت شهری، به ویژه گروه هایی که به طور مداوم در فضای باز فعالیت می کنند، در معرض سطوح بالاتری از مواجهه با این آلاینده ها قرار دارند (ارکوگس و همکاران، ۲۰۲۳؛ فرهادی و همکاران، ۱۴۰۴؛ گو و همکاران، ۲۰۲۳). در این میان، کارکنان فضای باز شهری یکی از گروه های شغلی هستند که کمتر مورد توجه نظام های سلامت شغلی قرار گرفته اند، در حالی که شرایط کاری آنان سبب می شود تماس مستقیم و طولانی مدت با آلاینده های جوی داشته باشند.

در میان گروه های مختلف اجتماعی، کارکنان فضای باز از جمله آسیب پذیرترین اقشار در برابر پدیده ریزگردها محسوب می شوند؛ این افراد به دلیل ماهیت شغلی خود، ساعات طولانی در معرض هوای آلوده قرار دارند و امکان اجتناب از مواجهه با ذرات معلق برای آنان محدود است (گو و همکاران، ۲۰۲۳؛ هاپکه و همکاران، ۲۰۱۸). کارکنان خدمات شهری، نیروهای فضای سبز، کارگران پروژه های عمرانی، مأموران راهنمایی و رانندگی، نیروهای امدادی و سایر مشاغل مشابه، روزانه در شرایطی فعالیت می کنند که غلظت ذرات معلق در محیط کاری آن ها گاه چندین برابر حد استاندارد است. تداوم این مواجهه می تواند پیامدهای متعددی از جمله بیماری های تنفسی، مشکلات قلبی - عروقی، التهاب مجاری تنفسی، کاهش عملکرد ریوی، خستگی مزمن، تحریک چشم و پوست، کاهش تمرکز و حتی اختلالات روانی ایجاد کند (ژائو و همکاران، ۲۰۱۹). پژوهش های انجام شده در مناطق دارای آلودگی شدید هوا نشان داده است که تماس مداوم با ریزگردها نه تنها سلامت جسمانی افراد را تحت تأثیر قرار می دهد، بلکه بر عملکرد شغلی، بهره وری کاری و کیفیت زندگی آنان نیز اثر منفی دارد (وانگ و همکاران، ۲۰۲۰).

مطالعات علمی نشان می دهد که ذرات ریزگرد تنها شامل خاک و مواد معدنی نیستند، بلکه اغلب حاوی فلزات سنگین، ترکیبات شیمیایی و آلاینده های زیستی هستند که می توانند اثرات سمی قابل توجهی بر بدن انسان داشته باشند؛ برخی پژوهش ها نشان داده اند که ذرات ریزگرد در مناطق شهری و صنعتی، به دلیل ترکیب با آلاینده های ناشی از سوخت های فسیلی و فعالیت های صنعتی، خطرناک تر از گرد و غبار طبیعی هستند (تانجا و همکاران، ۲۰۱۹). این ذرات پس از ورود به بدن، می توانند موجب استرس اکسیداتیو، التهاب سلولی و آسیب به سیستم ایمنی شوند؛ علاوه بر این، قرارگیری طولانی مدت در معرض ریزگردها با افزایش احتمال ابتلا به بیماری های مزمن ریوی، آسم، برونشیت و حتی برخی سرطان ها مرتبط دانسته شده است (الکسیف و همکاران، ۲۰۲۱؛ امید و همکاران، ۲۰۲۲؛ چن و همکاران، ۲۰۲۲). از این رو، توجه به سلامت کارکنان فضای باز به عنوان یکی از گروه های پرخطر، اهمیت فراوانی در مطالعات محیط زیست و بهداشت حرفه ای پیدا کرده است.

در کنار پیامدهای سلامت انسانی، ریزگردها اثرات قابل توجهی بر محیط زیست شهری نیز دارند. رسوب ذرات گردوغبار بر سطح خاک، پوشش گیاهی، منابع آب و زیرساخت های شهری می تواند فرآیندهای اکولوژیکی را تحت تأثیر قرار دهد؛ مطالعات انجام شده در حوزه علوم زمین و محیط زیست نشان می دهد که گردوغبار قادر است چرخه مواد مغذی در خاک را تغییر دهد، کیفیت آب های سطحی را کاهش دهد و رشد پوشش گیاهی را تحت تأثیر قرار دهد (خزایی و همکاران، ۱۴۰۳، عیسوندزیبایی و همکاران، ۱۳۹۲).

اهمیت بررسی ریزگردها در منطقه مورد مطالعه زمانی برجسته تر می شود که ویژگی های اقلیمی، شهری و محیط زیستی آن در نظر گرفته شود. در مناطق شهری واقع در اقلیم های خشک و نیمه خشک، کاهش بارندگی، فرسایش بادی، کاهش پوشش گیاهی، گسترش سطوح خاکی و فشارهای ناشی از توسعه شهری می توانند زمینه تشدید رخدادهای گردوغبار و افزایش بار مواجهه انسانی را فراهم آورند (سرحان و همکاران، ۲۰۱۹). در چنین شرایطی، جمعیت شاغل در فضای باز بیش از سایر گروه ها تحت تأثیر نوسانات کیفیت هوا قرار می گیرند و پیامدهای ناشی از مواجهه ممکن است به طور مستقیم بر سلامت فردی، کارایی شغلی و هزینه های اجتماعی و شهری اثر بگذارد؛ در مناطق شهری، تجمع ذرات گردوغبار همچنین می تواند باعث کاهش دید، افزایش هزینه های نگهداری زیرساخت ها و کاهش کیفیت محیط زندگی شود. از این رو، ریزگردها پدیده ای چندبعدی محسوب می شوند که پیامدهای آن همزمان سلامت انسان و پایداری اکوسیستم شهری را تحت تأثیر قرار می دهد؛ بنابراین، توجه به بستر محلی و شرایط ویژه منطقه، برای تفسیر دقیق تر آثار ریزگردها ضروری است. (نواح و همکاران، ۱۳۹۷).

در سال های اخیر مطالعات متعددی در سطح جهانی به بررسی اثرات طوفان های گردوغبار بر سلامت عمومی پرداخته اند. پژوهش های انجام شده در شرق آسیا و خاورمیانه نشان داده اند که افزایش غلظت گردوغبار با افزایش مراجعات بیمارستانی به دلیل بیماری های تنفسی و قلبی ارتباط دارد (مدیلتون و همکاران، ۲۰۱۷). در ایران نیز مطالعاتی در شهرهای غربی و جنوب غربی کشور که بیشترین درگیری را با پدیده گردوغبار دارند، افزایش معنادار بیماری های تنفسی در دوره های طوفان گردوغبار را گزارش کرده اند با وجود این، بخش عمده این مطالعات بر سطح جمعیت عمومی تمرکز داشته و کمتر به بررسی شرایط خاص گروه های شغلی با مواجهه بالا پرداخته اند (صرخه و همکاران، ۱۴۰۰؛ شاهسونی و همکاران، ۱۳۸۹).

از سوی دیگر، بیشتر پژوهش های موجود اثرات سلامت و پیامدهای زیست محیطی گردوغبار را به صورت جداگانه بررسی کرده اند، در حالی که این دو حوزه در واقع به شدت به یکدیگر وابسته اند. درک کامل اثرات ریزگردها مستلزم رویکردی یکپارچه است که همزمان وضعیت سلامت گروه های در معرض خطر و پیامدهای محیط زیستی این پدیده را مورد توجه قرار دهد. نبود چنین رویکردی در بسیاری از مطالعات پیشین، یکی از شکاف های مهم در ادبیات پژوهشی محسوب می شود. همچنین در بسیاری از شهرهای درگیر با گردوغبار، اطلاعات منظم و تحلیلی درباره وضعیت سلامت کارکنان فضای باز و ارتباط آن با شرایط محیطی محدود است؛ مسئله ای که می تواند برنامه ریزی های بهداشتی و مدیریتی را با چالش مواجه کند.

در چنین شرایطی، بررسی اثرات ریزگردها بر سلامت کارکنان فضای باز از اهمیت ویژه ای برخوردار است. شناخت دقیق نوع و شدت پیامدهای سلامت در این گروه می تواند به طراحی راهکارهای پیشگیرانه، بهبود استانداردهای ایمنی شغلی و کاهش مخاطرات محیطی کمک کند. افزون بر این، تحلیل همزمان پیامدهای زیست محیطی گردوغبار در مناطق شهری می تواند اطلاعات ارزشمندی برای مدیریت منابع تولید گردوغبار، برنامه ریزی شهری و ارتقای کیفیت محیط زندگی فراهم آورد. پیوند دادن این دو بعد سلامت شغلی و پایداری محیط زیست شهری امکان ارائه تصویری جامع تر از اثرات واقعی ریزگردها را فراهم می کند.

با وجود افزایش مطالعات مرتبط با آلودگی هوا و ذرات معلق، بخش قابل توجهی از پژوهش های پیشین بر پیامدهای عمومی آلودگی هوا در جمعیت کل متمرکز بوده اند و بررسی اختصاصی اثرات ریزگردها بر کارکنان فضای باز، به ویژه در بسترهای شهری و منطقه ای، همچنان محدود است. همچنین، بسیاری از مطالعات موجود یا بر شاخص های محیط زیستی تمرکز داشته اند یا پیامدهای سلامت را بدون توجه کافی به ویژگی های مواجهه شغلی ارزیابی کرده اند. این در حالی است که تفاوت در شدت، مدت و الگوی مواجهه می تواند در نوع و شدت پیامدهای سلامت نقش تعیین کننده ای داشته باشد. از سوی دیگر، کمبود داده های بومی و زمینه مند درباره گروه های شغلی در معرض، ضرورت انجام مطالعات هدفمندتر در این حوزه را آشکار می سازد.

بر این اساس، مطالعه حاضر با هدف بررسی اثرات مواجهه با ریزگردها بر سلامت کارکنان فضای باز و تبیین پیامدهای زیست محیطی و شغلی مرتبط با آن در منطقه شهری مورد مطالعه انجام شد. این پژوهش می کوشد با تمرکز بر یک گروه شغلی در معرض و با توجه به شرایط محیطی منطقه، شواهدی کاربردی برای ارتقای برنامه های بهداشت حرفه ای، مدیریت شهری و سیاست گذاری های مرتبط با کاهش مواجهه و حفاظت از سلامت نیروی کار فراهم آورد.

روش پژوهش

این مطالعه مقطعی تحلیلی با هدف بررسی ارتباط مواجهه با ذرات معلق و وضعیت سلامت تنفسی کارکنان فضای باز در کلان شهر مشهد طراحی و اجرا شد. مشهد به عنوان دومین کلان شهر ایران، به دلیل موقعیت جغرافیایی و مجاورت با کانون های گردوغبار منطقه ای نظیر بیابان قره قوم، به ویژه در فصول گرم سال با رخدادهای مکرر ریزگردها مواجه است. دوره جمع آوری داده های میدانی پژوهش به مدت ۶ ماه، از اردیبهشت تا پایان شهریور ۱۴۰۵ (آوریل تا سپتامبر ۲۰۲۴)، همزمان با اوج فعالیت های گردوغبار در منطقه انجام گرفت. جامعه هدف شامل کارکنان شاغل

در بخش خدمات شهری و فضای سبز شهرداری مشهد بود. جهت انتخاب نمونه‌ها از روش نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌بندی شده دو مرحله‌ای استفاده شد. در مرحله اول، مناطق شهرداری به عنوان طبقات تعریف شدند. در مرحله دوم، نمونه‌ها در هر منطقه با استفاده از روش نمونه‌گیری سیستماتیک و متناسب با حجم نیروی کار در هر منطقه انتخاب شدند. با استفاده از فرمول کوکران برای جوامع محدود، با در نظر گرفتن سطح اطمینان ۹۵٪، توان آزمون ۸۰٪ و فرض شیوع ۵۰٪، حجم نمونه ۳۸۴ نفر تعیین شد. برای تضمین دقت داده‌ها، معیارهای ورود و خروج سخت‌گیرانه‌ای اعمال گردید. معیارهای ورود شامل حداقل یک سال سابقه کار مداوم در فضای باز، حضور روزانه حداقل ۸ ساعت در محیط باز و بازه سنی ۱۸ تا ۶۰ سال بود. معیارهای خروج به منظور به حداقل رساندن متغیرهای مخدوش کننده شامل ابتلا به بیماری‌های مزمن ریوی (مانند آسم یا COPD) پیش از استخدام، جراحی قلبی اخیر، سابقه سنگین دخانیات (بیش از ۱۰ پاکت در سال) و عدم تمایل به همکاری بود. بار علائم تنفسی با استفاده از نسخه فارسی پرسشنامه «ارزیابی بیماری‌های مزمن انسدادی ریه» (CAT) سنجیده شد. CAT یک ابزار استاندارد ۸ گویه‌ای است که برای تعیین کمی تأثیر علائم تنفسی بر وضعیت سلامت فرد طراحی شده است. علیرغم طراحی اولیه برای بیماران COPD، اختصار، سهولت اجرا و پایایی بالای این ابزار، آن را به گزینه‌ای قوی برای سنجش بار علائم تنفسی در مطالعات مواجهه محیطی تبدیل کرده است. نسخه فارسی این ابزار دارای ویژگی‌های روان‌سنجی مطلوبی است و گزارش ضریب آلفای کرونباخ ۰.۸۷۹ در مطالعات اعتبارسنجی، نشان‌دهنده همسانی درونی مطلوب آن است. در این مطالعه، نمره کل CAT به عنوان شاخص اصلی شدت علائم تنفسی مورد استفاده قرار گرفت؛ به طوری که نمرات بالاتر بیانگر بار بیشتر علائم تنفسی و تأثیر نامطلوب‌تر بر وضعیت سلامت است. به منظور ارزیابی کیفیت زندگی مرتبط با سلامت، از نسخه فارسی پرسشنامه کوتاه کیفیت زندگی سازمان جهانی بهداشت استفاده شد. این ابزار ۲۶ گویه‌ای، کیفیت زندگی را در چهار حیطه سلامت جسمی (۷ گویه)، سلامت روان‌شناختی (۶ گویه)، روابط اجتماعی (۳ گویه) و سلامت محیطی (۸ گویه) به همراه دو سؤال کلی برای سنجش کیفیت زندگی و سلامت عمومی ارزیابی می‌کند. پاسخ‌ها بر اساس طیف لیکرت ۵ درجه‌ای ثبت می‌شوند که نمرات بالاتر نشان‌دهنده کیفیت زندگی مطلوب‌تر است. ویژگی‌های روان‌سنجی نسخه فارسی این ابزار پیش از این تایید شده است؛ به طوری که نجات و همکاران (۲۰۰۸) ضریب آلفای کرونباخ را برای حیطه‌های سلامت جسمی ۰.۷۷، سلامت روان‌شناختی ۰.۷۷، سلامت محیطی ۰.۷۵ و روابط اجتماعی ۰.۵۵ گزارش کردند که نشان‌دهنده پایایی همسانی درونی و روایی سازه قابل قبول این پرسشنامه در جامعه ایرانی است.

تمامی شرکت‌کنندگان فرم رضایت‌نامه آگاهانه را تکمیل کردند. تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS (نسخه ۲۶) و R (نسخه ۴.۲) انجام شد. جهت تحلیل‌های اولیه از آمار توصیفی، آزمون‌های مجذور کای و t مستقل استفاده شد. به منظور بررسی ارتباط بین مواجهه با ذرات معلق و علائم تنفسی با کنترل متغیرهای مخدوش کننده (سن، وضعیت دخانیات و سابقه کار)، از مدل‌های رگرسیون خطی چندگانه استفاده گردید. سطح معنی‌داری آماری کمتر از ۰.۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

در این مطالعه، داده‌های ۳۸۴ نفر از کارکنان فضای باز مورد بررسی قرار گرفت. میانگین سن شرکت‌کنندگان 39.61 ± 7.47 سال و میانگین سابقه کار آنان 14.30 ± 6.14 سال بود. همچنین میانگین غلظت ذرات معلق PM_{10} برابر با 152.33 ± 40.58 میکروگرم بر مترمکعب و میانگین غلظت $PM_{2.5}$ برابر با 68.83 ± 19.17 میکروگرم بر مترمکعب به دست آمد. میانگین نمره کل پرسشنامه CAT نیز 19.16 ± 5.61 بود.

برای بررسی کیفیت زندگی، نمرات پرسشنامه WHOQOL-BREF در چهار حیطه سلامت جسمی، سلامت روانی، روابط اجتماعی و سلامت محیط، و نیز نمره کل کیفیت زندگی محاسبه شد. سپس شرکت‌کنندگان بر اساس شدت علائم تنفسی در دو گروه نمره CAT پایین‌تر و بالاتر مقایسه شدند. نتایج نشان داد که میانگین نمره حیطه جسمی در گروه با CAT پایین‌تر 44.38 ± 8.70 و در گروه با CAT بالاتر 45.11 ± 8.91 بود که این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نبود ($P=0.417$). در حیطه روانی نیز میانگین‌ها به ترتیب 55.71 ± 9.81 و 56.64 ± 9.68 بود و تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($P=0.351$). میانگین نمره روابط اجتماعی در دو گروه به ترتیب 55.80 ± 13.78 و 54.72 ± 13.77 بود

($P=0.447$) و در حیطه محیطی نیز میانگین ها 8.24 ± 56.14 و 8.82 ± 56.52 به دست آمد ($P=0.665$). همچنین میانگین نمره کل کیفیت زندگی در گروه با CAT پایین تر 53.01 ± 5.25 و در گروه با CAT بالاتر 53.25 ± 5.34 بود که این اختلاف نیز معنی دار نبود ($P=0.655$).

به منظور بررسی عوامل پیش بینی کننده کیفیت زندگی، مدل رگرسیون خطی با وارد کردن متغیرهای سن، سابقه کار، غلظت PM_{10} و نمره کل CAT اجرا شد. نتایج نشان داد که سن با ضریب استاندارد -0.430 و غلظت PM_{10} با ضریب استاندارد -0.329 - رابطه معکوس تری با کیفیت زندگی داشتند و به عنوان پیش بینی کننده های مهم تر کاهش کیفیت زندگی شناخته شدند. در مقابل، نمره $CAT=0.074$ و سابقه کار -0.138 نقش ضعیف تری در پیش بینی کیفیت زندگی نشان دادند.

یافته های این مطالعه نشان داد که در نمونه مورد بررسی، اگرچه افزایش سن و افزایش غلظت ذرات معلق PM_{10} با کاهش کیفیت زندگی همراه بود، اما تفاوت کیفیت زندگی بین گروه های مختلف شدت علائم تنفسی بر اساس CAT از نظر آماری معنی دار نبود.

جدول ۱ مشخصات فردی و بالینی شرکت کنندگان

سن	میانگین	انحراف معیار	ماکزیمم	مینیمم
۳۹.۶۱	۷.۴۷	۶۰	۲۰	
۱۴.۳	۶.۱۴	۳۳	۱	
$PM_{10_ug_m^3}$	۱۵۲.۳۳	۴۰.۵۸	۲۵۳.۱۹	۳۴.۱۵
$PM_{2.5_ug_m^3}$	۶۸.۸۳	۱۹.۱۷	۱۱۷.۵۵	۱۲.۹۷
جمع کلی	۱۹.۱۶	۵.۶۱	۳۷	۴
کیفیت_کیفیت_سلامت_فردی_فیزیکی	۴۴.۷۴	۸.۸	۷۱.۴۳	۲۱.۴۳
کیفیت_کیفیت_سلامت_فردی_روانی	۵۶.۱۶	۹.۷۴	۸۳.۳۳	۳۳.۳۳
کیفیت_کیفیت_سلامت_فردی_اجتماعی	۵۵.۲۷	۱۳.۷۷	۱۰۰	۸.۳۳
کیفیت_کیفیت_سلامت_فردی_محیطی	۵۶.۳۲	۸.۵۲	۸۴.۳۸	۳۱.۲۵
کیفیت_کیفیت_سلامت_فردی_کل	۵۳.۱۲	۵.۲۹	۶۸.۶۸	۳۴.۱۵

جدول ۲ مقایسه نمرات کیفیت زندگی بر اساس شدت علائم تنفس

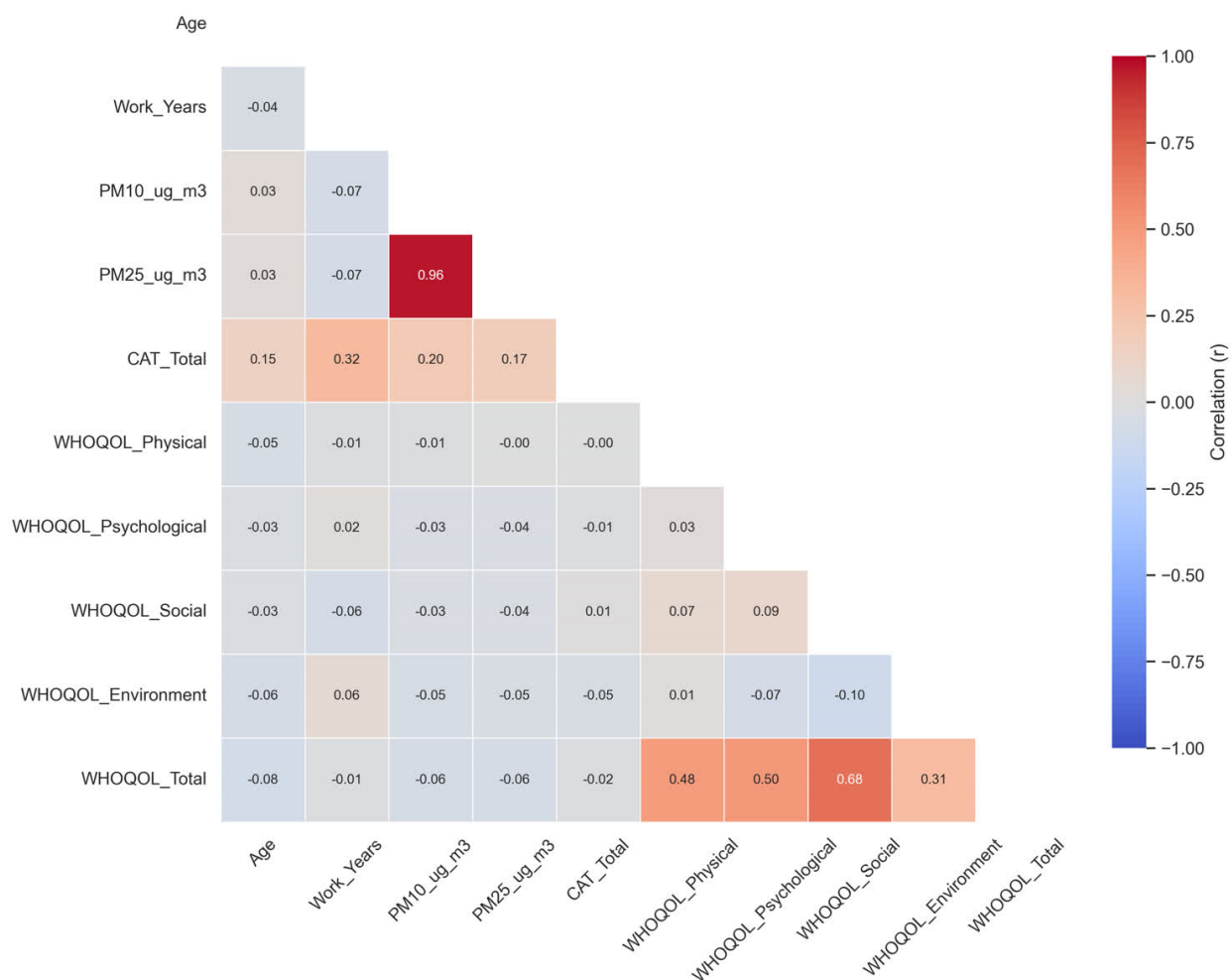
دامنه	میانگین پایین	انحراف معیار پایین	میانگین بالاتر	انحراف معیار بالاتر	P مقدار
کیفیت زندگی جسمانی	۴۴,۳۸	۸,۷۰۴	۴۵,۱۱۱	۸,۹۱	۰,۴۱۷
کیفیت زندگی روانی	۵۵,۷۱۱	۹,۸۰۸	۵۶,۶۴	۹,۶۷۶	۰,۳۵۱
کیفیت زندگی اجتماعی	۵۵,۷۹۵	۱۳,۷۷۷	۵۴,۷۲۴	۱۳,۷۷۱	۰,۴۴۷
کیفیت زندگی محیطی	۵۶,۱۳۹	۸,۲۴	۵۶,۵۱۷	۸,۸۲۳	۰,۶۶۵

کیفیت زندگی_کل	۵۳,۰۰۶	۵,۲۵۱	۵۳,۲۴۸	۵,۳۴	۰,۶۵۵
----------------	--------	-------	--------	------	-------

جدول ۳ رگسیون خطی برای عوامل پیش بین کیفیت زندگی

پیش بینی کننده	ضریب B استاندارد	t مقدار	p مقدار
نمره CAT کل	۰,۰۷۴	-۳,۴۲	۰,۰۰۱
PM۱۰ غلظت	-۰,۳۲۹	-۰,۹۲	۰,۳۵۸
سن	-۰,۴۳	-۱,۴۵	۰,۱۴۸
سابقه کار	-۰,۱۳۸	-۰,۷۸	۰,۴۳۷

Correlation Heatmap



نمودار همبستگی

بحث و نتیجه گیری

یافته‌های این مطالعه نشان داد که در کارکنان فضای باز، کیفیت زندگی بیشتر از آنکه با شدت علائم تنفسی سنجیده شده با CAT مرتبط باشد، با سن و میزان مواجهه با PM₁₀ ارتباط دارد. در مدل رگرسیون، سن و PM₁₀ اثر منفی قوی‌تری بر کیفیت زندگی داشتند، در حالی که نقش CAT ضعیف بود. همچنین، بین افراد با نمره CAT پایین و بالا، تفاوت معنی‌داری در ابعاد مختلف کیفیت زندگی دیده نشد. این الگو نشان می‌دهد که در این گروه شغلی، افت کیفیت زندگی الزاماً از طریق تشدید علائم تنفسی ادراک شده ظاهر نمی‌شود و احتمالاً بیشتر بازتاب اثر تجمعی مواجهه محیطی و فرسودگی ناشی از آن است.

ارتباط منفی PM_{10} با کیفیت زندگی با شواهد موجود همخوان است. مواجهه مداوم با ذرات معلق می تواند فقط به علائم آشکار تنفسی محدود نماند و به تدریج بر احساس سلامت، توان انجام فعالیت های روزمره و ادراک کلی فرد از وضعیت زندگی اثر بگذارد. در مطالعه Sundram و همکاران نیز در کارکنان فضای باز، مواجهه با ذرات معلق با وضعیت نامطلوب تر سلامت تنفسی همراه بود. اگرچه ابزارهای سنجش در دو مطالعه متفاوت بود، جهت کلی نتایج مشابه است و نشان می دهد آلودگی هوا در محیط های کاری باز، پیامدهایی فراتر از شکایت های تنفسی واضح دارد.

یافته Elsayed و همکاران نیز از همین چارچوب حمایت می کند. آن ها در جمعیت ساکن در مجاورت معادن نشان دادند که مواجهه با گردوغبار با کاهش کیفیت زندگی همراه است. تفاوت مهم اینجاست که شرکت کنندگان مطالعه حاضر، کارکنان فضای باز بودند؛ افرادی که تماس با گردوغبار را تا حدی به عنوان بخشی از شرایط شغلی خود پذیرفته اند. همین مسئله می تواند باعث شود علائم یا ناراحتی های تنفسی در گزارش فردی کمتر به عنوان عاملی مختل کننده کیفیت زندگی منعکس شود.

نبود تفاوت معنی دار بین گروه های CAT از نظر کیفیت زندگی هم قابل تأمل است. این یافته لزوماً به معنای بی اهمیت بودن علائم تنفسی نیست. CAT بیشتر بار علائم تنفسی را می سنجد، در حالی که WHOQOL-BREF ابعاد گسترده تری از زندگی فرد، از سلامت جسمی و روانی تا روابط اجتماعی و شرایط محیطی را پوشش می دهد. بنابراین ممکن است فرد علائم تنفسی را تجربه کند، اما این علائم هنوز آن قدر شدید یا فراگیر نباشد که ارزیابی کلی او از کیفیت زندگی را در همه ابعاد تغییر دهد.

سن در این مطالعه یکی از قوی ترین عوامل مرتبط با افت کیفیت زندگی بود. این نتیجه با انتظار زیستی و شغلی سازگار است، چون با افزایش سن، توان سازگاری با فشارهای محیطی کمتر می شود و اثر مواجهه های مزمن بیشتر خود را نشان می دهد. به همین دلیل، کارکنان مسن تر احتمالاً پیامدهای مواجهه با ریزگردها را نه فقط در سطح تنفس، بلکه در سطح عملکرد روزانه و احساس کلی سلامت تجربه می کنند.

این نتایج نشان می دهد که ارزیابی سلامت کارکنان فضای باز نباید فقط بر علائم تنفسی تکیه کند. مواجهه واقعی با آلاینده ها، به ویژه PM_{10} ، ویژگی هایی مثل سن می توانند درک دقیق تری از وضعیت کیفیت زندگی این کارکنان بدهند. برای همین، مداخلات پیشگیرانه هم باید فراتر از کنترل علائم بروند و کاهش مواجهه، پایش محیط کار و توجه بیشتر به کارکنان آسیب پذیرتر را در اولویت قرار دهند.

پیشنهادهای

با توجه به یافته های این پژوهش، به نظر می رسد کاهش کیفیت زندگی کارکنان فضای باز بیش از آنکه تنها با شدت علائم تنفسی مرتبط باشد، تحت تأثیر سن و میزان مواجهه با PM_{10} قرار دارد. بر این اساس، پیشنهاد می شود در برنامه های بهداشت شغلی، پایش منظم کیفیت هوا، کاهش مواجهه در روزهای با بار بالای ذرات معلق و توجه ویژه به کارکنان با سن بالاتر در اولویت قرار گیرد. همچنین، انجام مطالعات طولی و استفاده از شاخص های عینی تر تنفسی در کنار ابزارهای خودگزارشی می تواند درک دقیق تری از آثار بلندمدت ریزگردها بر سلامت و کیفیت زندگی این گروه فراهم سازد.

منابع

- فشی، محمد. (۱۴۰۱). آلودگی هوا، ورزش و التهاب. مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی گرگان، ۲۴(۴) (پی در پی ۸۴)، ۱-۹.
- بهوندی، سارا، ارغان، عباس، زند مقدم، محمدرضا، و کرکه آبادی، زینب. (۱۴۰۱). بررسی اثرگذاری ریزگردها بر اقتصاد شهر اهواز. تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی (علوم جغرافیایی)، ۲۲(۶۷)، ۳۵۱-۳۷۴.
- بیرجندی، نوشین، و قبادی، مرتضی. (۱۴۰۰). بررسی اثرات اقلیمی ریزگردها بر وضعیت آلودگی هوا در مناطق جنوب غربی ایران. مهندسی بهداشت محیط، ۹(۲)، ۲۰۷-۲۲۲.
- محمدحسینی حاجی ور، یوسف، میرزایی، جمشید، و موسوی، سیدابراهیم. (۱۴۰۰). تاثیر ریزگردها بر سلامت جامعه و تحقق مسئولیت مدنی دولت در حقوق ایران. علوم پزشکی دانشگاه آزاد اسلامی، ۳۱(۱)، ۴۹-۶۹.
- مرزی نوحانی، مهرناز، و فرشچی، پروین. (۱۳۹۵). پیامد ریزگردها و چالش های حقوقی ایران در حوزه بین الملل. کنفرانس بین المللی مخاطرات طبیعی و بحران های زیست محیطی ایران، راهکارها و چالش ها.
- محمدحسینی حاجی ور، یوسف، میرزایی جمشید، موسوی سید ابراهیم. تاثیر ریزگردها بر سلامت جامعه و تحقق مسئولیت مدنی دولت در حقوق ایران. فصلنامه علوم پزشکی دانشگاه آزاد اسلامی تهران. ۱۴۰۰؛ ۳۱(۱): ۴۹-۶۹.
- فرهادی م، سپهوند ع، سلیمانی ف (۱۴۰۴) اثرات نامطلوب مواجهه با ریزگردها، با توجه به منشأ و میزان آن، در منطقه جنوب غربی ایران. آلودگی آب، هوا، خاک ۳۸: (۱) ۲۳۷-۳۸.
- عیسوندزیبایی، زهرا، و آجیلی، عبدالعظیم. (۱۳۹۲). تاثیر ریزگردها در افزایش آلودگی هوا و محیط زیست. همایش ملی آلاینده های کشاورزی و سلامت غذایی، چالش ها و راهکارهای شیوه های نوین در حذف آلاینده ها.
- خزایی، حسین. (۱۴۰۳). اصول و الزامات حقوقی در راستای مدیریت ریزگردها. نشریه دستاوردهای نوین در حقوق عمومی، ۳(۱)، ۵۳-۷۴.
- نواح، عبدالرضا، حزابوی، عزیز، و موسوی نسب، علی. (۱۳۹۷). بررسی تأثیر نگرش زیست محیطی ریزگردمحور بر برخی از متغیرهای جامعه شناختی (مورد مطالعه: شهر اهواز). فصلنامه توسعه اجتماعی (توسعه انسانی سابق)، ۱۳(۲)، ۳۵-۵۸.
- صرخه، مریم، عسگری، حسین محمد، زمانی، اسحق، و قنبری، فرشید. (۱۴۰۰). بررسی تنوع باکتری های همراه ریزگردها در استان خوزستان. محیط شناسی، ۴۷(۳)، ۳۴۱-۳۶۰.
- شاهسونی، عباس، یاراحمدی، مریم، جعفرزاده حقیقی فرد، نعمت اله، نعیم آبادی، ابوالفضل، محمودیان، محمدحسن، صاکی، حامد، صولت، محمدحسین، سلیمانی، زهرا، و ندافی، کاظم. (۱۳۸۹). اثرات طوفان های گرد و غباری بر سلامت و محیط زیست. مجله دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی، ۲(۴) (پیاپی ۶)، ۴۵-۵۶.
- همزه ای، م. ر.، بابایی، م. ح.، و پاپزن، ع. (۱۴۰۰). پهنه بندی مناطق متاثر از ریزگردها در استان کرمانشاه. جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، ۳۲(۴)، ۱۰۷-۱۳۴.
- شاهکوتی، اسمعیل، و رحمانی، طاهره. (۱۳۹۸). ارزیابی خطر ریزگردها در شمال غرب ایران. برنامه ریزی فضایی، ۹(۲) (پیاپی ۳۳)، ۵۷-۸۰.
- Arregocés HA, Rojano R, Restrepo G (۲۰۲۳) Health risk assessment for particulate matter: application of AirQ + model in the Northern Caribbean region of Colombia. Air Qual Atmos Health ۱۶(۵):۸۹۷-۹۱۲
- Patel, D. M., Jones, R. R., Booth, B. J., Olsson, A. C., Kromhout, H., Straif, K., International Childhood Cancer Cohort Consortium, et al. (۲۰۲۰). Parental occupational exposure to pesticides, animals and organic dust and risk of childhood leukemia and central nervous system tumors: Findings from the international childhood cancer cohort consortium (I²C). International Journal of Cancer, ۱۴۶(۴), ۹۴۳-۹۵۲.
- Serhan, N., Basso, L., Sibilano, R., Petitfils, C., Meixiong, J., Bonnart, C., & Gaudenzio, N. (۲۰۱۹). House dust mites activate nociceptor-mast cell clusters to drive type ۲ skin inflammation. Nature Immunology, ۲۰(۱۱), ۱۴۳۵-۱۴۴۳.

- Guo J, Chai G, Song X, Hui X, Li Z, Feng X, Yang K (۲۰۲۳) Long-term exposure to particulate matter on cardiovascular and respiratory diseases in low- and middle-income countries: a systematic review and meta-analysis. *Front Public Health* ۱۱:۱۱۳۴۳۴۱
- Hopke PK, Hashemi Nazari SS, Hadei M, Yarahmadi M, Kermani M, Yarahmadi E, Shahsavani A (۲۰۱۸) Spatial and temporal trends of short-term health impacts of PM_{۲.۵} in Iranian cities; a modelling approach (۲۰۱۳-۲۰۱۶). *Aerosol Air Qual Res* ۱۸(۲):۴۹۷-۵۰۴
- Zhao CN, Xu Z, Wu GC, Mao YM, Liu LN, Qian Wet, et al. Emerging role of air pollution in autoimmune diseases. *Autoimmun Rev.* (۲۰۱۹) ۱۸:۶۰۷-۱۴. ۱۰.۱۰۱۶/j.autrev.۲۰۱۸.۱۲.۰۱۰
- Wang Z, Peng J, Liu P, Duan Y, Huang S, Wen Y, et al. Association between short-term exposure to air pollution and ischemic stroke onset: a time-stratified case-crossover analysis using a distributed lag nonlinear model in Shenzhen, China. *Environ Health.* (۲۰۲۰) ۱۹:۱. ۱۰.۱۱۸۶/s۱۲۹۴۰-۰۱۹-۰۵۵۷-۴
- Taneja, P., Labhasetwar, P., & Nagarnaik, P. (۲۰۱۹). Nitrate in drinking water and vegetables: Intake and risk assessment in rural and urban areas of Nagpur and Bhandara districts of India. *Environmental Science and Pollution Research*, ۲۶(۳), ۲۰۲۶-۲۰۳۷.
- Alexeeff SE, Liao NS, Liu X, Van Den Eeden SK, Sidney S (۲۰۲۱) Long-term PM_{۲.۵} exposure and risks of ischemic heart disease and stroke events: review and meta-analysis. *J Am Heart Assoc* ۱۰(۱):e۰۱۶۸۹۰
- Almeida-Silva M, Cardoso J, Alemão C, Santos S, Monteiro A, Manteigas V, Marques-Ramos A (۲۰۲۲) Impact of particles on pulmonary endothelial cells. *Toxics* ۱۰(۶):۳۱۲.
- Chen Z, Liu N, Tang H, Gao X, Zhang Y, Kan H, Deng F, Zhao B, Zeng X, Sun Y (۲۰۲۲) Health effects of exposure to sulfur dioxide, nitrogen dioxide, ozone, and carbon monoxide between ۱۹۸۰ and ۲۰۱۹: a systematic review and meta-analysis. *Indoor Air* ۳۲(۱):e۱۳۱۷۰