

بررسی غلظت ذرات معلق ناشی از طوفان‌های گرد و غباری و ارتباط آن با

اینترلوکین ۶ در افراد سالم شهر زاهدان

عبدالعلی خمری^۱، محسن دهقانی قنا تقسستانی^۲، ابراهیم علیجانی^۳، حسین کمانی^{۴*}

۱. گروه دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرعباس، بندر عباس، ایران
۲. گروه منابع طبیعی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرعباس، بندر عباس، ایران
۳. گروه ایمونولوژی، مرکز تحقیقات ایمونولوژی بالینی، دانشگاه علوم پزشکی زاهدان، زاهدان، ایران
۴. مرکز تحقیقات ارتقاء سلامت، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی زاهدان، زاهدان، ایران

چکیده

زمینه و هدف: طوفان‌های گرد و غباری اثرات زیانباری بر سلامتی انسان، محیط زیست و اقتصاد می‌گذارد. تحقیقات اپیدمیولوژیکی، ارتباط بین آلودگی هوا با افزایش مرگ و میر ناشی از عوارض قلبی عروقی را نشان می‌دهد. اینترلوکین‌ها نقش کلیدی در تولید پاسخ التهابی ایفاء می‌کنند. مطالعه حاضر با هدف تعیین ارتباط بین غلظت ذرات معلق (PM₁₀) و اینترلوکین ۶ در افراد سالم شهر زاهدان انجام گردید.

روش‌ها: این مطالعه طولی در فاصله زمانی اسفند ۱۳۹۷ تا مهر ۱۳۹۸ انجام شد. با توجه به خصوصیات اقلیمی و جغرافیایی شهر زاهدان تعداد ۴ ایستگاه تعیین و نمونه برداری به وسیله نمونه بردار محیطی هر ۶ روز یکبار و همچنین در روزهای گرد و غباری انجام و غلظت ذرات معلق اندازه گیری شد. همچنین در شرایط متفاوت (شرایط هوای پاک و هوای آلوده) میزان تغییرات اینترلوکین ۶ در نمونه‌های خونی ۴۰ نفر افراد داوطلب در سنین ۱۸ تا ۳۰ سال، به روش الیزا مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج: میانگین، حداقل و حداکثر غلظت ذرات معلق PM₁₀ هوا در طول مدت ۷ ماه مطالعه به ترتیب ۶/۰۵ ± ۰/۵۶ میکروگرم بر مترمکعب بود. لذا ذرات معلق PM₁₀ به عنوان یکی از آلاینده‌های اصلی هوا بالاتر از حد استاندارد بود. همچنین سطوح اینترلوکین ۶ (IL-6) پلاسمما در شرایط آلودگی هوا به طور معناداری بیشتر از شرایط عادی (بدون آلودگی هوا) بود ($p\text{-value} < 0/05$).

كليد واژه‌ها:
ذرات معلق، آلودگی هوا،
اینترلوکین ۶

تمامی حقوق نشر برای
دانشگاه علوم پزشکی
تربت حیدریه محفوظ
است.

نتیجه‌گیری: غلظت ذرات معلق PM₁₀ در بیشتر روزهای مورد مطالعه بالاتر از حد مجاز بود. بین میزان غلظت گرد و غبار و غلظت IL-6 رابطه مستقیمی وجود داشت. با توجه به تشیدی بیماری‌های قلبی عروقی و تنفسی در موقعی که غلظت ذرات معلق بیش از حد استاندارد است، توجه به برنامه‌های بهداشتی و مراقبت‌های فردی ضروری است.

مقدمه

هوا وجود پدیده ریزگردها است که در چند سال اخیر از سیر طبیعی خود خارج شده و شاهد تعداد و قوع آن در منطقه خاورمیانه می‌باشیم. ایران به دلیل قرار گرفتن در کمرنگ

انسان بطور دائم در معرض گستره بسیار وسیعی از آلاینده‌های محیطی است (۱). آلودگی هوا از راههای مختلف می‌تواند آثار زیانبار درازمدت و کوتاه مدتی بر سلامت انسان‌ها بجا بگذارد (۲، ۳). یکی از مشکلات مربوط به آلودگی

سلول‌ها را بازی می‌کنند. سایتوکاین‌های ترشح شده بوسیله یک جمعیت کوچک از لنفوцит‌های متعددی گردد که در پاسخ می‌تواند موجب فعالیت سلول‌های متعددی گردد که در پاسخ اینمی درگیر می‌باشند. این سایتوکاین‌ها، که توسط گلبول‌های سفید یا دیگر سلول‌ها در پاسخ به محرك‌ها ترشح می‌شوند تحت عنوان اینترلوکین شناخته می‌شوند (۱۱).

اینترلوکین‌ها نقش کلیدی را در تولید پاسخ التهابی ایفاء می‌کنند و سنجش غلظت آن در خون می‌تواند گویای اثرات محیطی بر افراد در معرض مواجهه باشد (۱۰). استنشاق ذرات ریز سبب تحریک التهاب در ریه می‌شود و این امر سبب آزاد شدن واسطه‌های التهابی به جریان خون می‌گردد (۱۲). نشانه‌های یک پاسخ التهابی شامل تورم، قرمزی، گرما، درد و فقدان عملکرد می‌باشد. دقایقی پس از آسیب، قطر رگ‌ها افزایش می‌یابد که سبب افزایش حجم خون و کاهش جریان خون در آن ناحیه می‌شود. چند ساعت پس از شروع تغییرات عروقی، نوتروفیل‌ها به سلول‌های اندوتیال چسبیده و از جریان خون به سمت بافت‌ها مهاجرت می‌کنند این نوتروفیل‌ها، پاتوژن‌های مهاجم را بلعیده و واسطه‌های دخیل در پاسخ‌های التهابی را رها می‌کنند. در بین این واسطه‌ها، پروتئین‌های التهابی ماکروفاژ و کموکاین‌ها که ماکروفاژها را به محل التهاب جذب می‌کنند، وجود دارند. ماکروفاژها حدوداً ۵ تا ۶ ساعت پس از شروع پاسخ التهابی به محل التهاب می‌رسند. این ماکروفاژها، فعال شده و قدرت فاگوستیوز بالایی دارند و مقادیر فراوانی از واسطه‌ها و سایتوکاین‌های دخیل در پاسخ‌های التهابی را رها می‌کنند. ماکروفاژهای بافتی فعال، سایتوکاین‌های IL-1، IL-6 و TNF- α را ترشح می‌کنند که عامل بسیاری از تغییرات موضعی و سیستمیک می‌باشند.

در بیشتر موارد، سایتوکاین‌های رها شده در محل التهاب سبب تسهیل چسبندگی سلول‌های اینمی به سلول‌های اندوتیال و مهاجرت آن‌ها از خلال دیواره عروق به فضاهای بافتی می‌شوند دوره و شدت پاسخ التهابی حاد موضعی به منظور جلوگیری از تخریب بافتی و تسهیل مکانیسم‌های ضروری در

خشک و نیمه خشک جهان، مکرراً در معرض سیستم‌های گرد و غبار محلی و منطقه‌ای قرار دارد (۴).

وجود چنین ذرات معلق موجود در هوا با منشأ طبیعی و انسانی، تأثیرات قابل توجهی بر آب و هوا، محیط زیست و سلامت انسان دارند (۵، ۶). مهاجرت انسان‌ها و پیامدهای بهداشتی مربوطه از آثار زیانبار تغییرات آب و هوایی می‌تواند باشد. این موضوع دارای اهمیت بالای ژئوپلیتیکی، اقتصادی و بهداشتی است (۷). مطالعات اپیدمیولوژیک متعددی نشان داده‌اند که ارتباط مستقیمی بین غلظت ذرات معلق با نتایج نامطلوب بهداشتی وجود دارد. این ذرات اثرات مستقیم و غیر مستقیم بر سلامتی افراد مورد مواجهه دارد، که می‌تواند برای افراد با بیماری زمینه‌ای نظیر افراد مبتلا به آسم، بیماری انسداد مژمن ریوی، بیماری‌های قلبی ریوی و گروههای حساسی چون کودکان و سالخوردهای از اهمیت و جایگاه خاصی برخوردار باشد (۵، ۶). علاوه بر این، ارتباط بین ذرات معلق با افزایش حوادث قلبی عروقی مانند مرگ و میر ناشی از عوارض قلبی عروقی گزارش شده است (۸).

امروزه برنامه‌های پایش زیستی انسانی به منظور به دست آوردن اطلاعاتی در رابطه با حضور آلانینه‌های محیطی و اثرات آن‌ها بر انسان به اجرا در می‌آیند. داده‌های حاصل از این برنامه‌ها می‌تواند در تعیین ارتباط بین میزان مواجهه با آلانینه و موقعیت اثرات بهداشتی سودمند باشد (۹). التهاب یک پاسخ فیزیولوژیک به محرك‌های متنوعی مثل عفونت‌ها و آسیب‌های بافتی می‌باشد. به طور معمول، یک پاسخ التهابی حاد، یک مرحله سریع و شدید با دوره کوتاه می‌باشد. التهاب حاد معمولاً با یک واکنش سیستمیک تحت عنوان پاسخ فاز حاد همراه است که تغییر سریع در میزان چندین پروتئین پلاسمایی از مشخصات آن می‌باشد (۱۰).

در شکل گیری یک پاسخ اینمی مؤثر به عوامل محیط، سلول‌های لنفاوی، سلول‌های التهابی و سلول‌های خون‌ساز دخالت دارند. واکنش‌های پیچیده اینمی به گروهی از پروتئین‌ها به نام سایتوکاین وابسته است که این پروتئین‌ها نقش ارتباط میان

اپیدمیولوژیکی در مورد اثرات انسانی مربوط به مواجهه با ذرات معلق (PM₁₀) ناشی از باد‌های ۱۲۰ روزه در زاهدان انجام نشده است. از این‌رو، این پژوهش با هدف تعیین ارتباط بین غلظت ذرات معلق (PM₁₀) ناشی از بادهای صد و بیست روزه سیستان و تاثیر آن بر اینترلوکین ۶ موجود در پلاسمای خون افراد سالم شهر زاهدان صورت پذیرفت.

روش‌ها

شهر زاهدان در ناحیه شمالی استان سیستان و بلوچستان بین ۵۹ درجه و ۵۰ دقیقه تا ۶۱ درجه و ۳۰ دقیقه طول شرقی و ۲۸ درجه و ۳۵ دقیقه تا ۳۰ درجه و ۲۵ دقیقه عرض شمالی واقع گردیده است (۲۲). از نظر اقلیمی در منطقه کاملاً خشک قرار گرفته و میانگین درجه حرارت سالیانه آن ۱۸/۳ درجه سانتیگراد می‌باشد. رطوبت نسبی سالانه در شهر زاهدان ۳۱ درصد و میانگین بارندگی سالانه زاهدان حدود ۷۷ میلی متر می‌باشد (۲۳).

بادهای ۱۲۰ روزه سیستان با سرعتی بیش از ۱۰۰ کیلومتر در ساعت از مهمترین نمودهای آب و هوایی شرق ایران است که از اوخر اردیبهشت تا پایان شهریور تقریباً به مدت ۱۲۰ تا ۱۳۰ روز می‌وزد و گاهی حتی تا ۱۷۰ روز هم طول می‌کشد (۱۹). این باد‌ها یکی از منابع اصلی ایجاد ذرات معلق و عامل ایجاد آلودگی هوا در شهر زاهدان می‌باشد که سبب اثراتی بر سلامت افراد ساکن شهر زاهدان می‌باشد. بجز آلودگی هوا بعلت ذرات معلق ناشی از بادهای ۱۲۰ روزه سیستان می‌توان به منابع آلوده کننده ثابت شامل شهرک‌های صنعتی، کارخانجات درون شهر و وسایل حمل و نقل شهری اشاره نمود (۲۴).

در این مطالعه طولی تعداد ۴۰ نفر از افراد جوان سالم (۱۸ تا ۳۰ سال)، دانشجو و ساکن شهر زاهدان از طریق فراخوان، جهت مصاحبه و تکمیل پرسشنامه انتخاب شدند. سپس از افراد داوطلب رضایت‌نامه آگاهانه کتبی اخذ گردید. علیرغم استقبال داوطلبین جهت همکاری، در این قسمت تعدادی از افراد در طول مطالعه به دلایل مختلف از مطالعه حذف شدند. لذا طبق پیش‌بینی‌های اولیه تعداد افراد داوطلب ۴۸ نفر در نظر گرفته شد.

ترمیم بافتی، بایستی به دقت تنظیم شوند مراحل چسبندگی لکوسیت‌ها یکی از مهمترین مراحل در پاسخ التهابی می‌باشد. نقص در چسبندگی مناسب لکوسیت‌ها می‌تواند منجر به بروز بیماری شود (۱۱). مطالعات متعدد اپیدمیولوژیکی و تجربی نشان داده‌اند که قرار گرفتن در معرض PM باعث افزایش سطح نشانگرهای التهابی CRP، IL-6 و STNF-RII در خون می‌شود (۱۳، ۸).

مطالعه حسنوند و همکاران بر روی ۴ جوان سالم در تهران، ارتباط معنی‌داری بین غلظت ذرات PM_{2.5} و PM₁₀ با نشانگر IL-6 نشان داد (۱۷). Delfino و همکاران در مطالعه‌ای بر روی ۶۰ فرد سالم‌مند مبتلا به بیماری‌های قلبی، ارتباط غلظت اجزای آلی (PAHs) و PM_{0.25} بر سطح نشانگرهای التهابی TNF-RII و IL-6 را مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که بین TPAHs و سطح سرمی TNF-RII و IL-6 ارتباط مثبت معنی‌داری وجود دارد (۱۸).

یکی از مشکلات مربوط به آلودگی هوا در جنوب شرقی ایران، وزش بادهای طولانی مدت است که این بادها از اوایل اردیبهشت تا اوخر شهریور ادامه دارد و به بادهای ۱۲۰ روزه سیستان معروف است. در تابستان، این باد از شمال به جنوب می‌وزد و از تمام قسمت‌های شرق ایران عبور می‌کند. وزش چنین بادهایی با سرعت بیش از ۱۰۰ کیلومتر در ساعت موجب ایجاد گرد و غبار در منطقه جنوب شرق بخصوص شهر زاهدان با جمعیتی بیش از یک میلیون نفر می‌شود (۱۹). منطقه سیستان با میانگین ۸۰/۷ روز در طی یک دوره پنج ساله (۱۹۹۰ تا ۱۹۹۵) رتبه دوم وقوع طوفان‌های گرد و غبار در آسیا را داراست (۲۰). بر اساس رتبه بندی جهانی انجام شده در سال ۲۰۱۶ PM_{2.5} منطقه سیستان دارای بالاترین سطح غلظت ذرات معلق در جهان بود و سومین شهر آلوده جهان از نظر غلظت ذرات معلق PM₁₀ می‌باشد (۲۱).

حضور این ذرات گرد و غبار در منطقه می‌تواند اثرات سویی بر سلامتی افراد داشته باشد که متأسفانه طبق جستجوی بعمل آمده در پایگاه‌های اطلاعاتی مختلف، هیچ گونه مطالعه

نداشت (با توجه به عدم سابقه وقوع گرد و غبار) و یک مرحله Dust در فصل وقوع باد‌های ۱۲۰ روزه سیستان یعنی زمان storm و آلدگی هوا، انجام شد. ریزش افراد داوطلب در مرحله دوم از جمله محدودیت‌های طرح بود که با در نظر گرفتن جمعیت اضافه داوطلب همکاری، تعداد نمونه پیش‌بینی شده محقق شد.

در ابتدا از طریق مصاحبه خصوصی و با کمک یک پزشک برخی از مشخصات دموگرافیک و سلامتی افراد نظریه سن، میزان فعالیت بدنی، وضعیت کشیدن سیگار، فشار خون سیستولی و دیاستولی، وزن، قد، نمایه توده بدن، دور کمر، سابقه بیماری‌های قلبی، تنفسی و دیابت و داروهای مصرفی (استاتین و غیره) و با استفاده از یک پرسشنامه طراحی شده و براساس دستورالعمل‌های استاندارد جمع‌آوری شد در هر بار خون گیری مقدار ۵ میلی لیتر خون از آزمودنی‌ها جمع‌آوری شد که مقدار ۱/۵ میلی لیتر از این خون جهت تهیه سرم برای اندازه گیری IL-6 در لوله‌های آزمایش قرار گرفت. این نمونه‌ها به مدت ۱۵ دقیقه در هوای اتاق نگهداری شده و سپس با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه و به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفوژ گردیده و سرم آن‌ها جدا شد. تا زمان آزمایش، متغیر‌های خونی در دمای ۸۰-۸۰ درجه سانتی گراد نگهداری شدند. غلظت اینترلوکین ۶ با استفاده از کیت‌های مخصوص الایزا از نوع انسانی (تایی ۹۶) مورد سنجش و اندازه گیری قرار گرفت. برای استخراج و قرائت نتایج، کیت‌های الایزا به روش جذب نوری در طول موج ۴۰۵-۴۲۰ نانومتر از دستگاه الایزا ریدر استفاده گردید. لازم به ذکر است شرایط تحریم یکی از موانع جدی انجام این پژوهش در ارتباط با تهیه کیت الایزا برای تعیین غلظت اینترلوکین ۶ در نمونه‌ها بود که زمان انجام تحقیق را به تاخیر انداخت.

داده‌های این مطالعه بصورت کمینه، بیشینه، میانگین و انحراف معیار توصیف شده‌اند. به منظور ارائه هر چه بهتر نتایج، بخشی از یافته‌های این مطالعه توسط نمودار جعبه‌ای با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۴ رسم گردید. در

جهت کاهش عوامل مخدوش کننده، هر فرد بعنوان گروه کنترل خود در طول زمان در نظر گرفته شد. پس از انجام مطالعات جامع در خصوص وضعیت اقلیمی و جغرافیایی و تهیه نقشه‌های رقومی ۱:۱۰۰۰۰ شهر زاهدان، ایستگاه‌های اندازه گیری در سطح شهر با در نظر گرفتن مناطق مسکونی، تجاری، درمانی، صنعتی، ترافیکی، ورودی شهر و فضای سبز تعیین گردید. استاندارد پیشنهادی جهت انتخاب ایستگاه‌های سنجش آلاینده‌های هوا، تلفیقی از استانداردهای کشورهای فرانسه و آمریکا می‌باشد. در این استاندارد معیارهای عمومی برای انواع ایستگاه‌های سنجش کیفیت هوای محیط از جمله: رعایت حداقل ۲۰ متر فاصله از فضای سبز، حداقل فاصله از موانع دو برابر ارتفاع مانع، عدم محدودیت جریان هوا در محدوده ۲۷۰ درجه اطراف ایستگاه، دور بودن از هرگونه منبع آلدگی نظیر دودکش و نظایر آن بطوریکه تا حد امکان مقادیر اندازه گیری شده در هر ایستگاه، نشانگر مقادیر آلاینده‌ها در مناطق اطراف خود باشد، لحاظ گردیده است. امنیت و اینمنی تجهیزات، اینمنی پرسنل، دسترسی به تأسیسات برق و سایر تجهیزات مورد نیاز نیز از جمله مواردی هستند که در این استاندارد در نظر گرفته شده‌اند (۱۷). غلظت ذرات ۱۰ PM با استفاده از یک دستگاه نمونه بردار محیطی OMNI Air Sampler) شرکت BGI از کشور امریکا با جریان ۵ لیتر در دقیقه بر روی فیلتر پلی تترافلورورو اتیلن اندازه گیری گردید. نمونه‌ها با توجه به رهنمود سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا و امکانات در دسترس هر ۶ روز یک بار در طول یک دوره ۲۴ ساعته از اسفند ۱۳۹۷ تا شهریور ۱۳۹۸ به تعداد ۱۴۴ نمونه در چهار ایستگاه شامل خیابان دانشگاه، بلوار بهداشت، خیابان آزادی و خیابان کوثر جمع‌آوری شد (۲۵-۲۷).

در این مطالعه جهت بررسی تأثیر آلاینده‌های ذره‌ای (PM10) هوا بر افراد مورد مطالعه، به موازات سنجش آلاینده‌های هوا در محیط آزاد، نمونه خون از افراد مورد مطالعه گرفته شد. تعداد نمونه برداری از خون افراد مورد مطالعه به ازای هر نفر دو مرحله انجام شد که یک مرحله در فصلی که آلدگی هوا وجود

میکروگرم در متر مکعب می‌باشد) در نمودار ۱ نشان داده شده است. همچنین نمودار ۲ مقادیر غلظت متوسط ۲۴ ساعته PM در ماه‌های نمونه برداری در شهر زاهدان را نشان می‌دهد. نمونه گیری از خون افراد در دو نوبت، در شرایط بدون آلودگی هوا (شرایط عادی و نرمال) و شرایط آلودگی هوا انجام گرفت. جدول ۲ نتایج اندازه گیری غلظت IL-6 در شرایط کنترل (شرایط بدون آلودگی هوا) و شرایط وقوع پدیده گرد و غبار (شرایط آلودگی هوا) را نشان می‌دهد.

بر اساس نتایج جدول ۲، میانگین غلظت IL-6 در شرایط عادی و نرمال (زمان بدون آلودگی هوا) برابر $9/34 \mu\text{g}/\text{m}^3$ پیکوگرم بر میلی لیتر بود. با وقوع پدیده گرد و غبار و افزایش غلظت ذرات PM10، غلظت IL-6 به $22/78 \mu\text{g}/\text{m}^3$ پیکوگرم در میلی لیتر رسید. نتایج مربوط به آزمون T-test نشان داد که غلظت IL-6 در زمان عادی و هوای پاک تفاوت معنی داری با غلظت آن در شرایط گردوغباری دارد ($P\text{-value}<0.05$).

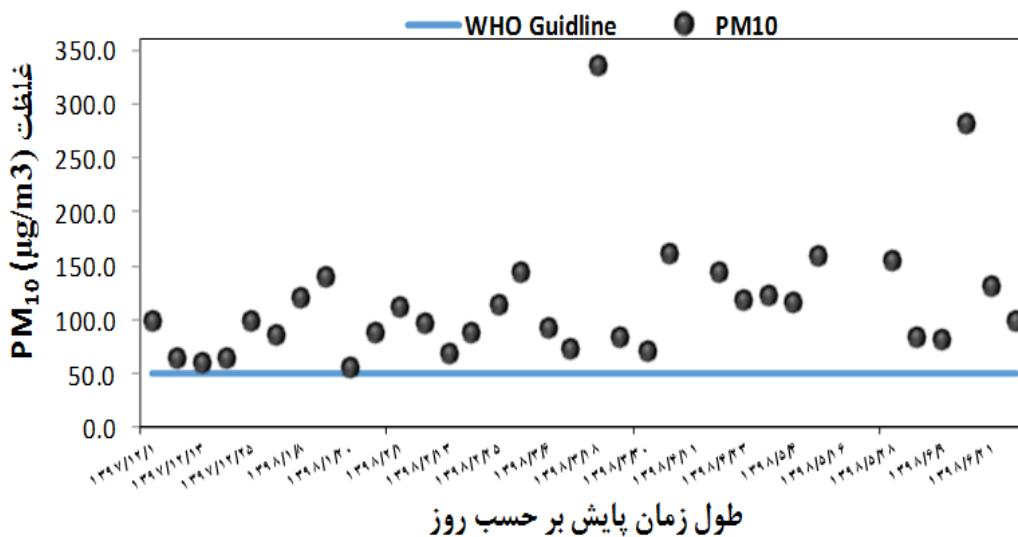
نمودارهای جعبه‌ای مقادیر کمینه، صدک ۲۵، میانه (صدک ۵۰)، صدک ۷۵، و بیشینه مدنظر بوده است. همچنین ارتباط بین نشانگر زیستی IL-6 در شرایط فصل بدون آلودگی هوا و فصل وقوع طوفان‌های گرد و غباری (Dust storm و آلودگی هوا) در منطقه با استفاده از آزمون آماری T-test بررسی شد. در تمام مراحل تحقیق، سطح معناداری برابر با ۵ درصد در نظر گرفته شد.

نتایج

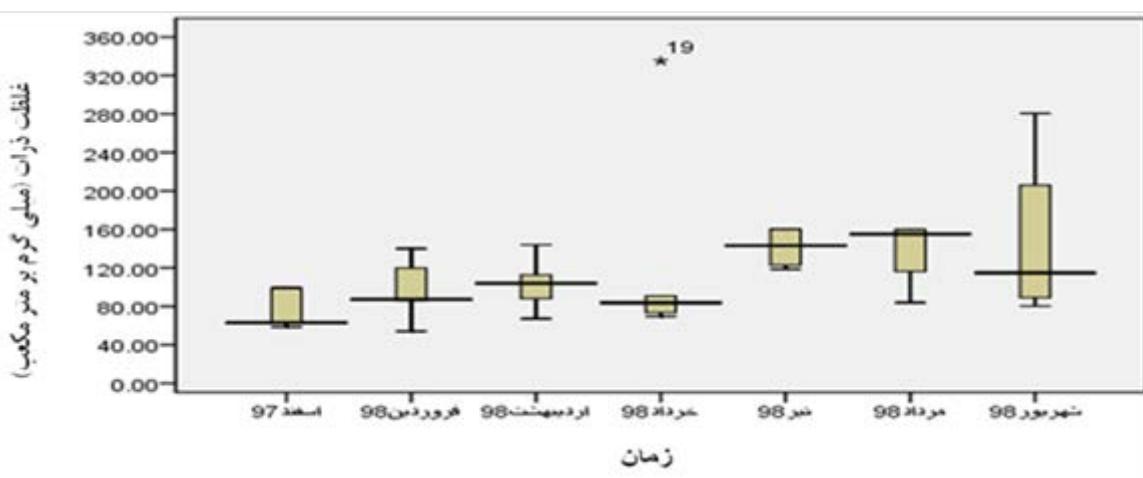
جدول ۱، نتایج مربوط به غلظت ذرات PM ۱۰ که در بازه زمانی اسفند ۱۳۹۷ لغايت شهریور ۱۳۹۸ اندازه گیری شده است را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج بدست آمده میانگین غلظت ذرات PM ۱۰ در هوای شهر زاهدان $20.5/56 \mu\text{g}/\text{m}^3$ میکروگرم در مترمکعب اندازه گیری شده است. پراکندگی غلظت ذرات PM ۱۰ در روزهای مختلف و مقایسه با مقادیر رهنمود WHO حدود رهنمودی سازمان جهانی بهداشت برای متوسط غلظت روزانه PM₁₀ معادل ۵۰

جدول ۱. غلظت ذرات معلق PM10، میزان دما و درصد رطوبت نسبی در شهر زاهدان

متغیر	حداقل	حداکثر	انحراف معیار \pm میانگین
PM ۱۰ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	۵۴/۲۵	۲۳۶۶/۷۵	$20.5/56 \pm 29.2/6$
دما (درجه سانتی گراد)	۱۱	۳۰	$22/4 \pm 6/6$
رطوبت نسبی (%)	۱۹	۵۷	$31 \pm 1/4$



نمودار ۱. روند تغییرات متوسط ۲۴ ساعته PM10 و مقایسه با رهنمود ۲۴ ساعته (خطوط افقی)



* نمایش میزان ذرات معلق PM ۱۰ با غلظت بیشتر از ۳۶۰ میکروگرم در متر مکعب بدلیل فاصله زیاد انحراف معیار از میانگین در نمودار امکان پذیر نبود.

نمودار ۲. غلظت ذرات معلق PM ۱۰ در ماه‌های نمونه برداری در شهر زاهدان

جدول ۲. نتایج نشانگر زیستی (pg/mL) IL-6 در شرایط عادی و نرمال (بدون آلودگی هوا) و شرایط گرد و غبار (وقوع پدیده گرد و غبار) در افراد سالم شهر زاهدان

نیازمند	حداقل	حداکثر	میانگین ± انحراف معیار	نشانگر زیستی
۲/۲۴	۱۵		۹/۳۴ ± ۲/۳۳	شرایط بدون گرد و غبار (کنترل)
۶/۱۱	۳۸/۸		۲۲/۷۸ ± ۹/۶۸	شرایط وقوع گرد و غبار

روزه در ماه‌های خرداد تا شهریور است (۲۸، ۲۴). طبق نتایج نمودار ۱ میانگین غلظت ذرات معلق PM ۱۰ در فصل سرد سال نیز اندکی بیشتر از رهنمود ۲۴ ساعته برای این ذرات بوده است. به نظر می‌رسد منابع مصنوعی تغییر ترافیک شهری، فعالیت شهرک‌های صنعتی و سایر منابع مصرف سوخت‌های فسیلی در آلودگی هوا فصول سرد سال نقش داشته باشد. همچنین در فصل زمستان که توام با شروع بارش در منطقه و سایر نواحی اطراف می‌باشد با وجود ناپایداری ناشی از بادهای غربی، بادهای جنوب غربی عمدت ترین عامل ایجاد گرد و غبار در منطقه هستند (۲۴).

نتایج مطالعه خسروی و همکاران در خصوص بررسی اثر تغییرات آب و هوایی بر افزایش شدت آلودگی گرد و غبار محیطی در زاهدان با نتایج حاصل از این مطالعه همخوانی دارد. بر این اساس میزان گرد و غبار سالانه شهرستان زاهدان طی ۵۰ سال اخیر روندی رو به افزایش داشته است که حداقل ۲۲ روز در

بحث

طی این مطالعه غلظت ذرات معلق در فصل بدون آلودگی هوا (شرایط قبل از شروع بادهای موسمی ۱۲۰ روزه) و همچنین زمان و زش بادهای ۱۲۰ روزه در منطقه اندازه گیری شد. برای اولین بار غلظت فاکتور التهابی اینترلوکین ۶ در پلاسمای خون افراد جوان و سالم ساکن در شهر زاهدان اندازه گیری شد. نتایج مطالعه نشان داد که غلظت اینترلوکین ۶ در زمان ظهور پدیده گرد و غبار نسبت به شرایط بدون آلودگی هوا (شرایط عادی و نرمال) افزایش یافته است.

نمودار ۱ تغییرات ۲۴ ساعته غلظت جرمی PM ۱۰ در طول دوره نمونه برداری را نشان می‌دهد. طبق نتایج حاصله، ذرات معلق PM ۱۰ در اوایل زمان شروع مطالعه (ماه اسفند) بدلیل عدم شروع دوره و زش بادهای ۱۲۰ روزه در منطقه، غلظت کمتری نسبت به دیگر ماههای فصل بهار و تابستان داشت. براساس مطالعه علیزاده چوباری و همکاران شدت وزش بادهای ۱۲۰

متراکعب میتواند افزایش یابد. در حالی که میانگین تغییرات ماهانه 10 PM در شهر زابل تا 500 پیکوگرم در متراکعب از خرداد ماه تا مهرماه متغیر است(30). بر این اساس، ارتباط مقابله بین آلودگی هوای شهر زاهدان با پدیده طوفان گرد و غبار ناشی از بادهای 120 روزه سیستان وجود دارد.

نتایج اندازه گیری غلظت 6-IL در شرایط مختلف آلودگی هوای طبق جدول (۲) آورده شده است. میانگین غلظت نشانگر زیستی 6-IL در شرایط عادی و نرمال (شرایط بدون آلودگی هوای) برابر $9/34$ (پیکوگرم بر میلی لیتر) بود که با توجه به میزان حداقل $5/25$ غلظت ذرات معلق اندازه گیری شده در شهر زاهدان (میکرگرم بر متر مکعب)، قابل توجیه می باشد. همچنین میانگین غلظت نشانگر زیستی 6-IL در شرایط آلودگی هوای $22/78$ (پیکوگرم بر میلی لیتر) بدست آمد. مقایسه نتایج آماری غلظت 6-IL در شرایط بدون آلودگی هوای (شرایط عادی و نرمال) و شرایط ظهور پدیده گرد و غبار نشان می دهد که تفاوت غلظت های 6-IL اختلاف معنی داری داشته است ($p-value < 0.05$).

نتایج مطالعه جعفری و همکاران که به بررسی تاثیر ذرات معلق 10 PM بر فاکتورهای التهابی در افراد ساکن شهر تهران پرداخته است نشان داد که میزان غلظت اینتر لوکین 6 در افراد سالم شهر تهران در شرایط بدون آلودگی هوای (گروه کنترل آلودگی هوای در فصل گرم) $13/41$ پیکوگرم بر میلی لیتر می باشد و میزان اینتر لوکین 6 در شرایط آلودگی هوای در فصل گرم $29/97$ پیکوگرم بر میلی لیتر بود که همسو با نتایج این تحقیق می باشد (۳۱).

با توجه به اینکه در شهر زاهدان آلودگی هوای ناشی از منابع انسان ساخت کمتر از آلودگی هوای بدلیل ذرات معلق مرتبط با طوفان های ناشی از بادهای 120 روزه می باشد. بطور خلاصه می توان نتیجه گرفت در شهر زاهدان اثر آلودگی هوای بر غلظت 6-IL نسبت به شرایط بدون آلودگی هوای بیشتر بود. نتایج مطالعه تساوی و همکاران نشان داد که به نسبت افزایش هر 10 میکروگرم بر متر مکعب در غلظت ذرات $PM10$ غلظت 6-IL خون به میزان $0/36$ پیکوگرم بر میلی لیتر افزایش یافته است

سال ۱۹۵۴ و حداکثر 160 روز در سال ۱۹۶۳ نشان دهنده تغییرات شدید سالانه این پدیده طی دوره مورد مطالعه است. با وجود نوسانات شدید سری زمانی، روند افزایشی بخصوص از سال 2000 تاکنون قابل توجه است (۲۹).

به منظور قضاوت در خصوص غلظت ذرات معلق، غلظت های اندازه گیری شده 24 ساعته و رهنمود WHO مورد مقایسه قرار گرفت (نمودار ۱). همانطور که در شکل مشاهده می شود غلظت متوسط 24 ساعته 10 PM طبق نتایج این مطالعه در زمان نمونه برداری بیشتر از $50\text{ }\mu\text{g/m}^3$ بوده است. ملاحظه می شود در این مدت، همواره غلظت ذرات 10 PM بیشتر از استاندارد می باشد. مطالعه مشابهی از عتابی و همکاران در شهر زاهدان نشان داد میزان غلظت 10 PM در اردیبهشت ماه 298 میکرو گرم بر متر مکعب، تیر ماه با غلظت 227 میکرو گرم بر متر مکعب، دی ماه با غلظت 211 میکرو گرم بر متر مکعب و در بهمن ماه با غلظت 306 میکرو گرم بر متر مکعب بوده است و کمترین آن در آذر ماه با غلظت 72 میکرو گرم بر متر مکعب اندازه گیری شد. همچنین میزان غلظت $PM2.5$ در طول سال 1388 بیشتر از حد استاندارد بوده است لذا آلینده مسئول در طول سال 1388 در شهر زاهدان $PM2.5$ بود (۲۴).

مقایسه تغییرات ماهانه غلظت ذرات معلق در نمودار ۲ نشان داده شده است. این مطالعه که در ماههای اسفند، فروردین، اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد و شهریور انجام گرفت، بیشترین غلظت ذرات معلق 10 PM در مرداد ماه اتفاق افتاد و علت آن میتواند بروز پدیده طوفان های گرد و غبار ناشی از بادهای 120 روزه سیستان باشد که باعث افزایش غلظت ذرات درشت و معلق شدن دوباره ذرات در سطح زمین میشود. در این ماه (مرداد ماه) بیشترین غلظت 10 PM برابر $2366/75$ میکروگرم بر متر مکعب اندازه گیری شد. این نتایج با نتایج مطالعه ای که توسط راشکی و همکاران در شهر زابل انجام گرفت همخوانی دارد. بررسی مقادیر ذرات 10 PM در سالهای 2011 تا 2010 در شهر زابل نشان داد که غلظت های روزانه 10 PM در طوفان های شدید گرد و غبار تا سطح 3094 میکروگرم در

بر متر مکعب اندازه گیری شد. همچنین غلظت اینترلوکین ۶ در خون افراد جوان مورد مطالعه که مواجهه با گرد و غبار داشتند بیشتر از حد نرمال بوده است. تجزیه و تحلیل نتایج حاصل نشان داد که بین میزان غلظت IL-6 و غلظت گرد و غبار رابطه مستقیم وجود دارد. این یافته‌ها می‌تواند راهنمای دست اندکاران تیم بهداشتی جهت برنامه ریزی در پیشگیری از بیماری‌های غیر واگیر ناشی از گرد و غبار باشد.

■ تشکر و قدردانی

این مقاله مستخرج از پایان نامه دکتری تخصصی عبدالعلی خمری با عنوان " ارزیابی اثرات ذرات معلق طوفان‌های گرد و غباری از طریق نشانگرهای التهابی در افراد سالم شهر زاهدان" مصوب معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندر عباس با شماره ۱۱۴۲۱۲۱۴۹۷۲۰۱۱ می‌باشد که با حمایت مالی صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور (INSF) با شماره ۹۸۰۰۹۲۲۲ اجرا شده است. همچنین در مراحل اجرایی، سازمان حفاظت محیط زیست و اداره کل هواشناسی استان سیستان و بلوچستان نیز همکاری داشته‌اند. لذا نویسندهای این مقاله مراتب تشکر و قدردانی خود را از حامیان مالی و مسئولین اجرایی اعلام می‌نمایند.

■ تضاد منافع

در این پژوهش هیچ گونه تعارض منافعی توسط نویسندها گزارش نشده است.

مشارکت نویسندها:

(۱) مفهوم پردازی و طراحی مطالعه، جمع آوری داده‌ها، تجزیه تحلیل و تفسیر داده‌ها : عبدالعلی خمری، محسن دهقانی، حسین کمانی، ابراهیم علیجانی

(۲) تهیه پیش نویس مقاله یا بازبینی آن جهت تدوین محتوای اندیشمندانه: حسین کمانی، عبدالعلی خمری

(۳) تایید نهایی دست نوشته پیش از ارسال به مجله : محسن دهقانی، حسین کمانی

(۳۲). نتایج پژوهش مشابهی از فریدی و همکاران که روی جوانان با رنج سنی $16/2 \pm 0/5$ انجام شد نشان داد بیوآئرسل ها می‌تواند میانگین غلظت IL-6 خون در افراد جوان را تا میزان $26/32 \pm 15/61$ پیکوگرم بر میلی لیتر افزایش دهد (۸). مطالعه مانزانو ارتباط مستقیم بین مواجهه با ذرات بعلت آلدگی هوا و افزایش غلظت IL-6 را نشان داد و نتایج این مطالعه را تایید می‌کند (۳۳).

H_0 و همکاران در تحقیق خود تاثیر ذرات دارای قطر $2/5$ تا 10 میکرون (PM2.5 - 10) در ایجاد ضایعات عروق ریوی موش را تایید کردند (۳۴). Amsalu و همکاران که تاثیر ذرات معلق روی افراد سالم‌مند را مورد بررسی قرار دادند پیشنهاد کردند با توجه به افزایش خطر بستری شدن سالم‌مندان با نشانه بیماری‌های قلبی مرتبط با ذرات معلق می‌باشد اقدامات احتیاطی و حفاظتی برای کاهش قرار گرفتن در معرض ذرات معلق ناشی از آلدگی هوا، مخصوصاً برای افراد مسن تقویت شود (۳۵). در مطالعه مشابهی که Lee در کره جنوبی بر روی افراد سالم و افراد آسیب پذیر جامعه انجام داد به ارتباط واضح بین تماس کوتاه مدت یا بلند مدت با آلدگی هوا و افزایش نشانگرهای التهابی در افراد، به ویژه در زیر گروه‌های آسیب پذیر پی برد. وی طبق یافته‌ها این فرضیه را ارائه داد که آلدگی هوا باعث افزایش التهاب سیستمیک، به ویژه در زیر گروه‌های مستعد می‌شود (۳۶). Liu وی و همکاران که تاثیر PM بر التهاب ریه را بررسی کردند به افزایش سطح IL-6 و ICAM-1 در پلاسمای بیماران مبتلا به COPD پی برندند که با یافته‌های مطالعه حاضر مطابقت دارد (۳۷).

■ نتیجه‌گیری

در این پژوهش، میزان غلظت ذرات معلق PM10 و غلظت نشانگر زیستی اینترلوکین ۶ (در خون افراد جوان سالم، ساکن شهر زاهدان) در شرایط عادی و شرایط وقوع پدیده گرد و غبار مورد بررسی قرار داد. بر اساس نتایج حاصله، غلظت ذرات معلق PM10 در ماه‌های مورد مطالعه بیشتر از استاندارد بود. که بالاترین میزان در مرداد ماه با غلظت $2366/75$ میکرو گرم

References

1. Smolders R, Schramm K-W, Stenius U, Grellier J, Kahn A, Trnovec T, et al. A review on the practical application of human biomonitoring in integrated environmental health impact assessment. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B*. 2009;12: 23-107:(2).
2. Hampel R, Lepeule J, Schneider A, Bottagisi S, Charles M-A, Ducimetière P, et al. Short-term impact of ambient air pollution and air temperature on blood pressure among pregnant women. *Epidemiology*. 2011;671-9.
3. Goodarzi AA, Kambiz, Salimi, Zadeh Gh, Kadkhodai, et al. Study of air health quality in Zabol city based on AQI index and calculation of mortality rate due to fine dust. *Sabzevar University of Medical Sciences*. 2015;22(5):832-41. [Persian]
4. Jafari J, Naddafi K, Yunesian M, Nabizadeh R, Hassanvand MS, Ghozikali MG, et al. Study of PM10, PM2. 5, and PM1 levels in during dust storms and local air pollution events in urban and rural sites in Tehran. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*. 2018;24(2):482-93.
5. Guxens M, Sunyer J. A review of epidemiological studies on neuropsychological effects of air pollution. *Swiss Medical Weekly*. 2012;141(0102).
6. Oudin A, Forsberg B, Adolfsson AN, Lind N, Modig L, Nordin M, et al. Traffic-related air pollution and dementia incidence in Northern Sweden: a longitudinal study. *Environmental health perspectives*. 2016;124(3):306-12.
7. Mazhin SA, Khankeh H, Farrokhi M, Aminizadeh M, Poursadegiyan M. Migration health crisis associated with climate change: A systematic review. *Journal of Education and Health Promotion*. 2020;9.
8. Faridi S, Naddafi K, Kashani H, Nabizadeh R, Alimohammadi M, Momeniha F, et al. Bioaerosol exposure and circulating biomarkers in a panel of elderly subjects and healthy young adults. *Science of the Total Environment*. 2017;593:380-9.
9. Briggs DJ. A framework for integrated environmental health impact assessment of systemic risks. *Environmental Health*. 2008;7(1):61.
10. Blanco P, Palucka AK, Pascual V, Banchereau J. Dendritic cells and cytokines in human inflammatory and autoimmune diseases. *Cytokine & growth factor reviews*. 2008;19(1):41-52.
11. Abbas AK, Lichtman AH, Pillai S. *Cellular and molecular immunology E-book*: Elsevier Health Sciences; 2014.
12. Kettunen J, Lanki T, Tiittanen P, Aalto PP, Koskentalo T, Kulmala M, et al. Associations of fine and ultrafine particulate air pollution with stroke mortality in an area of low air pollution levels. *Stroke*. 2007;38(3):918-22.
13. Delfino RJ, Staimer N, Tjoa T, Gillen DL, Polidori A, Arhami M, et al. Air pollution exposures and circulating biomarkers of effect in a susceptible population: clues to potential causal component mixtures and mechanisms. *Environmental health perspectives*. 2009;117(8):1232-8.
14. Delfino RJ, Staimer N, Tjoa T, Arhami M, Polidori A, Gillen DL, et al. Association of biomarkers of systemic inflammation with organic components and source tracers in quasi-

- ultrafine particles. Environmental health perspectives. 2010;118(6):756-62.
15. Hampel R, Peters A, Beelen R, Brunekreef B, Cyrys J, de Faire U, et al. Long-term effects of elemental composition of particulate matter on inflammatory blood markers in European cohorts. Environment international. 2015;82:76-84.
16. Rückerl R, Hampel R, Breitner S, Cyrys J, Kraus U, Carter J, et al. Associations between ambient air pollution and blood markers of inflammation and coagulation/fibrinolysis in susceptible populations. Environment international. 2014;70:32-49.
17. Hassanvand MS. Study of the relationship between PM10 and its components and O₃ with markers (markers, CRP, IL-6, vWF, TNF-RII and WBCs) in elderly people living in nursing homes and healthy adults in Tehran: Tehran University of Medical Sciences; 2013:109-34. [Persian]
18. Delfino RJ, Staimer N, Tjoa T, Arhami M, Polidori A, Gillen DL, et al. Associations of primary and secondary organic aerosols with airway and systemic inflammation in an elderly panel cohort. Epidemiology (Cambridge, Mass). 2010;21(6).
19. Ebrahimzadeh A. Regional Geography of Southeastern Iran with Emphasis on Sistan and Baluchestan .Tehran: Samat Publications; 2012 [Persian].
20. Negarest H, Latifi L. Geomorphological Analysis of Dunes Drifting Process in the East of Sistan Plain During Recent Draughts. 2008;8:43-90. [Persian]
21. WHO Global Urban Ambient Air Pollution Database: 2017; [Available from: WWW.WHO.INT
22. Negarest H KM, Shah Hosseini , Mahmoodi P. Study of short-term droughts in Zahedan city. Journal of Geography and Development. 2010;8:109-34. [Persian]
23. Deputy Planning Deputy of Sistan and Baluchestan Governorate SaIO. Statistical Yearbook of Sistan and Baluchestan Province. Office SaBI, editor2017;43-52. [Persian]
24. Etabi F, Erfani M, E BA. Assessment of air pollutants and determination of air quality index in Zahedan. Journal of Environmental Sciences and Technology. 2016;18(Special Issue 2):485-500. [Persian]
25. Hassanvand MS, Naddafi K, Kashani H, Faridi S, Kunzli N, Nabizadeh R, et al. Short-term effects of particle size fractions on circulating biomarkers of inflammation in a panel of elderly subjects and healthy young adults. Environmental pollution. 2017;2.705-23:695.
26. Hosseini G, Teymouri P, Giahi O, Maleki A. Health Risk assessment of heavy metals in atmospheric pm10 in Kurdistan university of medical sciences campus. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences. 2016;25(132):136-46. [Persian]
27. Kamani H, Ashrafi SD, Isazadeh S, Jaafari J, Hoseini M, Mostafapour FK, et al. Heavy metal contamination in street dusts with various land uses in Zahedan, Iran. Bulletin of environmental contamination and toxicology. 2015;94(3):382-6.
28. Alizadeh-Choobari O ,Zawar-Reza P, Sturman A. The “wind of 120 days” and dust storm activity over the Sistan Basin. Atmospheric research. 2014;143:328-41. [Persian]

29. Khosravi M SH, Sargolzaei Moghadam F. Investigation of the effect of climate change on increasing intensity, environmental dust pollution in Zahedan. 11th National Conference on Environmental Health; Zahedan 2008;28-30. [Persian]
30. Rashki A, Kaskaoutis DG, Rautenbach Cd, Eriksson PG, Qiang M, Gupta P. Dust storms and their horizontal dust loading in the Sistan region, Iran. Aeolian Research. 2012;5:51-62.
31. Jaafari J. Comparative study of the exposure of suspended particles with natural origin and artificial origin through oxidative stress markers and inflammatory mediators in 16 to 22 year olds in Tehran [dissertation]. Tehran: Tehran University of Medical Sciences; 2018.
32. Tsai D-H, Amyai N, Marques-Vidal P, Wang J-L, Riediker M, Mooser V, et al. Effects of particulate matter on inflammatory markers in the general adult population. Particle and fibre toxicology. 2012;9(1)24.
33. Manzano-León N, Serrano-Lomelin J, Sánchez BN, Quintana-Belmares R, Vega E, Vázquez-López I, et al. TNF α and IL-6 responses to particulate matter in vitro: variation according to PM size, season, and polycyclic aromatic hydrocarbon and soil content. Environmental health perspectives. 2016;124(4):406-12.
34. Ho C-C, Wu W-T, Chen Y-C, Liou S-H, Yet S-F, Lee C-H, et al. Identification of osteopontin as a biomarker of human exposure to fine particulate matter. Environmental pollution. 2019;245:975-85.
35. Amsalu E, Wang T, Li H, Liu Y, Wang A, Liu X, et al. Acute effects of fine particulate matter (PM 2.5) on hospital admissions for cardiovascular disease in Beijing, China: a time-series study. Environmental International. 2019;18(1):70.
36. Lee H, Myung W, Jeong B-H, Choi H, Jhun BW, Kim H. Short-and long-term exposure to ambient air pollution and circulating biomarkers of inflammation in non-smokers: A hospital-based cohort study in South Korea. Environment international. 2018;119:264-73.
37. Liu C, Wu Z, Ho Y. Large-Eddy Simulation of Reactive Plume Dispersion Over Hypothetical Urban Areas. Direct and Large-Eddy Simulation XI: Springer; 2019. p. 563-9.

Measurement of particulate matter concentration from dust storms and its relationship with interleukin 6 in healthy individuals in Zahedan

Abdolali khammari¹, Mohsen Dahghani Ghnataghestani², Ebrahim Aljani³, Hossein Kamani*⁴

1. Faculty of Natural Resources, Islamic Azad University, Bandar Abbas Branch, Bandar Abbas, Iran

2. Department of Natural Resources, Faculty of Natural Resources, Islamic Azad University, Bandar Abbas Branch, Bandar Abbas, Iran

3. Department of Immunology, Clinical Immunology Research Center, Zahedan University of Medical Sciences, Zahedan, Iran

4. Department of Environmental Health Engineering, Health Promotion Research Center, Faculty of Health, Zahedan University of Medical Sciences, Zahedan, Iran

Corresponding author: hossein_kamani@yahoo.com

Abstract

Background & Aim: Dust storms have detrimental effects on human health, the environment and the economy. Epidemiological research shows an association between air pollution and increased mortality from cardiovascular complications. Interleukins play key roles in production of inflammatory responses. The aim of this study was to determine the relationship between PM10 and interleukin 6 in healthy individuals in Zahedan.

Methods: This study was conducted from March 2017 to October 2018. According to the climatic and geographical characteristics of Zahedan city, 4 stations were determined and sampled by environmental sampling once every 6 days, as well as on dusty days and the concentration of PM10 was measured. Also, in different conditions (clean air and polluted air conditions), the rate of interleukin 6 changes in the blood samples of 40 volunteers aged 18 to 30 years was evaluated by ELISA method.

Results: The mean concentration of PM10 air during 7 months of study was 205.65 µg/m³. Therefore, PM10 as one of the main air pollutants in most days of this study were higher than the standard. Also, interleukin 6 plasma levels in air pollution conditions were significantly higher than the control group ($P < 0.05$).

Conclusion: Due to the exacerbation of cardiovascular and respiratory diseases at a time when the concentration of Particulate matter exceeds the standard, it is important to pay attention to health and personal care programs.

How to Cite this Article: khammari A, Dahghani Ghnataghestani M, Aljani E, Kamani H. Measurement of particulate matter concentration from dust storms and its relationship with interleukin 6 in healthy individuals in Zahedan. Journal of Torbat Heydariyeh University of Medical Sciences. 2020;8(1):70-81.