

## تأثیر ذرات معلق بر ظرفیت تنفسی کوهنوردان

۲

### آلودگی هوا و اختلالات متابولیک در کوهنوردان



جبران کمبود اکسیژن، بیشتر از منابع ذخیره انرژی استفاده کند و روند خستگی و تحلیل عضلانی تسریع گردد. علاوه بر این، افزایش التهاب سیستمیک می‌تواند مقاومت به انسولین را افزایش داده و در نتیجه فرآیندهای کنترل قند خون و متابولیسم چربی را دچار اختلال سازد. آگاهی کوهنوردان نسبت به کیفیت هوا در مسیرهای صعود و استفاده از تجهیزات محافظ مانند ماسک‌های فیلتر دار می‌تواند بخشی از راهکارهای مقابله با این مشکل باشد. همچنین توجه به تغذیه مناسب سرشار از آنتی‌اکسیدان‌ها و ضد التهاب‌ها نقش مهمی در کاهش اثرات منفی آلودگی هوا ایفا می‌کند. در نهایت، شناخت تأثیرات آلودگی هوا بر متابولیسم و آمادگی برای مواجهه با این چالش، بخشی از حرفه‌ای‌گری و حفظ سلامت در دنیای کوهنوردی است که باید جدی گرفته شود.

آلودگی هوا یکی از چالش‌های جدی در مسیرهای کوهنوردی است که کمتر مورد توجه قرار می‌گیرد، اما تأثیرات آن بر سلامت کوهنوردان و به ویژه روی فرآیندهای متابولیک بدن غیرقابل انکار است. وقتی هوای آلوده شامل ذرات معلق، گازهای سمی و ترکیبات شیمیایی وارد ریه‌ها می‌شود، نه تنها ظرفیت تنفسی کاهش می‌یابد، بلکه واکنش‌های التهابی در بدن آغاز می‌شود که می‌تواند به اختلالات متابولیک منجر شود. این اختلالات در کوهنوردان باعث کاهش کارایی سوخت‌وساز، افزایش استرس اکسیداتیو و اختلال در تعادل انرژی می‌گردد و نتیجه آن کاهش توانایی بدن برای تامین انرژی مورد نیاز در شرایط سخت ارتفاع است. در شرایط کوهنوردی، که بدن با فشار اکسیژن پایین و نیاز بالای انرژی مواجه است، مواجهه با آلودگی هوا می‌تواند عملکرد ریه‌ها و انتقال اکسیژن به بافت‌ها را به شدت مختل کند. این امر باعث می‌شود بدن برای

### مخاطرات ترکیبی فعالیت هوازی

#### در ارتفاع و آلودگی هوا

۲

### تنفس هوای آلوده؛

#### کاهش بهره‌وری انرژی در صعود

۳

### اثرات کوتاه مدت آلودگی بر عملکرد

#### ورزشی کوهنوردی

آلودگی هوا به‌عنوان یکی از مهم‌ترین چالش‌های محیطی در مناطق شهری و صنعتی، تأثیرات کوتاه مدتی بر عملکرد ورزشی کوهنوردان دارد که کمتر به آن توجه شده است.

تنفس هوای آلوده هنگام فعالیت‌های فیزیکی شدید، موجب کاهش میزان اکسیژن قابل استفاده در ریه‌ها می‌شود و توانایی بدن در تامین انرژی را محدود می‌کند. علاوه بر این، مواجهه با ذرات معلق و گازهای سمی مانند دی‌اکسید نیتروژن و اوزون باعث تحریک بافت‌های تنفسی و افزایش التهاب می‌شود که می‌تواند به خستگی زودرس، کاهش ظرفیت تنفسی و حتی اختلال در تعادل اسید-باز منجر گردد.

در نتیجه، کوهنوردان ممکن است در مسیرهای صعود با کاهش استقامت، اختلال در تمرکز و افزایش خطر بروز عوارض قلبی-عروقی روبرو شوند.

بنابراین، آگاهی و مدیریت مواجهه با آلودگی هوا، به ویژه در تمرینات هوازی و صعودهای طولانی مدت، اهمیت حیاتی دارد تا سلامت و کارایی ورزشکاران حفظ شود.

## تأثیر ذرات معلق بر ظرفیت تنفسی کوهنوردان

با هوای پاک و سالم شناخته می‌شوند، اما آلودگی‌های ناشی از فعالیت‌های انسانی مانند تردد خودروها، آتش‌سوزی‌های جنگلی، و همچنین انتقال ذرات معلق از مناطق صنعتی مجاور، این تصور را به چالش کشیده است.

بنابراین، برنامه‌ریزی دقیق برای زمان و مسیر صعود، انتخاب مسیرهای دور از منابع آلودگی و استفاده از ماسک‌های مناسب در مواقع لازم می‌تواند به کاهش تأثیر این ذرات کمک کند.

در نهایت، شناخت و درک اثرات ذرات معلق بر ظرفیت تنفسی، یکی از بخش‌های مهم آمادگی جسمانی و ایمنی کوهنوردان است. رعایت نکات بهداشتی، توجه به کیفیت هوای منطقه صعود و حفظ سلامت ریه‌ها می‌تواند نقش بسزایی در موفقیت و سلامت طولانی مدت کوهنوردان داشته باشد.

هوای پاک، سرمایه‌ای است که کوهنوردان باید برای حفظ آن تلاش کنند، چرا که توان تنفسی سالم، کلید فتح هر قله‌ای است.

ترشح موکوس افزایش می‌یابد که سبب انسداد جزئی راه‌های هوایی می‌شود. این وضعیت نه تنها باعث کاهش حجم اکسیژن جذب شده می‌گردد، بلکه تنفس را دشوارتر و کارآمدی آن را کاهش می‌دهد.

در نتیجه، کوهنوردان ممکن است زودتر احساس خستگی کنند و توانایی تحمل فشار فیزیکی در ارتفاع را از دست بدهند.

همچنین، قرارگیری مکرر در معرض ذرات معلق می‌تواند سیستم ایمنی ریه را تضعیف کرده و زمینه‌ساز ابتلا به عفونت‌های تنفسی شود. این مسئله به ویژه در برنامه‌های طولانی مدت کوهنوردی که استراحت و بازیابی کافی فراهم نیست، اهمیت دوچندان پیدا می‌کند.

تحقیقات نشان داده‌اند که ذرات معلق به ویژه ذرات بسیار ریز که می‌توانند به عمق ریه‌ها نفوذ کنند، موجب افزایش التهاب مزمن و حتی آسیب‌های ساختاری در بافت‌های ریه می‌شوند که ممکن است عواقب بلندمدتی برای سلامتی کوهنوردان داشته باشد.

محیط‌های کوهستانی همواره به عنوان مناطقی

ذرات معلق در هوا، که شامل گردوغبار، دود، آلاینده‌های صنعتی و ذرات ریز معلق طبیعی می‌شوند، یکی از عوامل پنهان و کمتر مورد توجه در سلامت کوهنوردان به شمار می‌آیند.

هنگام صعود به ارتفاعات، ظرفیت تنفسی و توان هوایی کوهنوردان به طور طبیعی کاهش می‌یابد، اما وجود ذرات معلق در هوا می‌تواند این روند را تسریع کرده و اثرات منفی شدیدی بر عملکرد جسمانی داشته باشد.

این ذرات، با ورود به مجاری تنفسی، موجب التهاب، کاهش تبادل گازها در ریه‌ها و حتی تشدید بیماری‌های تنفسی می‌شوند که همه این عوامل به شکل مستقیم بر توان بدنی و ایمنی کوهنورد تأثیرگذار است.

در شرایط ارتفاع، که سطح اکسیژن کاهش یافته و بدن در حال سازگاری است، ورود ذرات معلق به ریه‌ها، فشار مضاعفی را به سیستم تنفسی وارد می‌کند.

مخاط ریه‌ها تحریک شده و در مواردی

## مخاطرات ترکیبی فعالیت هوایی در ارتفاع و آلودگی هوا

مستلزم تنفس عمیق و سریع است، میزان جذب آلاینده‌ها را نیز چند برابر می‌کند.

از منظر پیشگیری، ضروری است کوهنوردان و راهنمایان کوه با استفاده از اپلیکیشن‌های پیش‌بینی کیفیت هوا و اطلاع از شاخص‌های AQI، زمان و مکان مناسب صعود را انتخاب کنند.

همچنین آموزش‌های پایه‌ای درباره علائم اولیه مسمومیت تنفسی یا افت اکسیژن باید به‌طور گسترده در بین علاقه‌مندان به کوهنوردی ترویج یابد. بی‌توجهی به این عوامل می‌تواند هزینه‌های سنگینی برای سلامتی ورزشکاران به همراه داشته باشد.

ترکیب فعالیت شدید بدنی، کمبود اکسیژن و آلودگی هوا، معادله‌ای پرریسک و نیازمند آگاهی عمیق است. در عصر تغییرات اقلیمی و رشد شهرنشینی، دیگر نمی‌توان کوه را تنها پناهگاه سلامت تلقی کرد. کوه‌نوردی هوشمندانه، نیازمند تحلیل شرایط محیطی، سنجش علمی و آمادگی جسمی دقیق است.

تنفسی و قلب می‌شود. از سوی دیگر، در حضور آلاینده‌هایی مانند ازن، دی‌اکسید نیتروژن، ذرات معلق  $PM_{2.5}$  و  $PM_{10}$ ، تنفس نه تنها دشوارتر بلکه خطرناک‌تر نیز می‌شود. مطالعات نشان داده‌اند که تماس با این آلاینده‌ها در ارتفاع می‌تواند باعث التهاب بافت ریه، اختلال در انتقال اکسیژن، و افزایش احتمال بروز آریتمی قلبی شود؛ شرایطی که در ارتفاع بالا، به دلیل استرس فیزیولوژیکی موجود، تشدید می‌گردد.

نکته قابل توجه این است که برخی از مناطق کوهستانی، به‌خصوص اطراف کلانشهرهایی مانند تهران، کرج یا تبریز، در زمان‌هایی از سال با پدیده وارونگی دما و انتقال ذرات آلاینده به ارتفاعات مواجه‌اند. این یعنی کوهنوردانی که برای پستی هوا و اثرات مثبت ارتفاع به کوه‌ها پناه می‌برند، ممکن است ناخواسته در معرض مقادیر قابل توجهی از آلودگی هوا قرار گیرند. مخاطرات این شرایط زمانی مضاعف می‌شود که فعالیت هوایی، که

فعالیت‌های هوایی در ارتفاعات، به‌ویژه در رشته‌کوه‌های مرتفعی مانند زاگرس و البرز، همواره مورد توجه کوهنوردان حرفه‌ای و ورزشکاران استقامتی بوده است. این مناطق به دلیل کاهش غلظت اکسیژن، امکان افزایش توان هوایی و تحریک سیستم‌های فیزیولوژیکی بدن را فراهم می‌کنند. اما در دهه‌های اخیر، چالشی نوظهور به این معادله افزوده شده است: آلودگی هوا. در حالی که تمرین در ارتفاع به‌تنهایی اثرات مثبت و کنترل‌شده‌ای بر عملکرد ورزشی دارد، ترکیب آن با آلاینده‌های جوی می‌تواند تهدیدی جدی برای سلامت تنفسی و قلبی عروقی ورزشکاران باشد.

در شرایط ارتفاع، فشار جزئی اکسیژن کاهش یافته و بدن با مکانیسم‌هایی مانند افزایش تعداد گلبول‌های قرمز یا افزایش عمق تنفس سعی در جبران این کاهش دارد. این وضعیت به‌خودی‌خود باعث افزایش بار فیزیولوژیکی بر سیستم

## تشدید التهاب ریوی در تمرینات هوای آلوده

خستگی مزمن، کاهش توان بازیابی، و حتی افزایش حساسیت به عفونت‌های تنفسی همراه شود. نکته مهم‌تر آن است که بسیاری از علائم اولیه التهاب ریوی، خاموش و تدریجی‌اند و ورزشکار تا زمان بروز افت محسوس عملکرد یا بروز عارضه حاد، متوجه مشکل نمی‌شود.

از این رو، ضرورت دارد کوهنوردان به‌ویژه در فصول سرد سال یا در کلانشهرها، پیش از تمرین از شاخص کیفیت هوا (AQI) اطلاع حاصل کرده و در صورت بالا بودن سطح آلودگی، تمرین را به فضای بسته یا زمان کم‌ترافیک موکول کنند.

همچنین استفاده از ماسک‌های استاندارد ورزشی، کاهش مدت‌زمان تمرین در هوای آزاد و توجه به علائم تنفسی، می‌تواند از بروز یا تشدید التهاب‌های خطرناک پیشگیری کند. در نهایت، صیانت از سلامت ریه‌ها، یکی از مؤلفه‌های اساسی موفقیت در کوهنوردی پایدار است.

تهویه ریوی به‌شدت افزایش یافته و عملاً فیلتراسیون طبیعی مسیرهای تنفسی دچار اختلال می‌شود.

این وضعیت موجب نفوذ عمیق‌تر ذرات معلق ( $PM_{2.5}$  و  $PM_{10}$ ) به آئول‌ها شده و ریسک بروز التهاب مزمن یا حاد را افزایش می‌دهد. حضور مداوم در چنین شرایطی، حتی در افراد ورزیده، می‌تواند منجر به آسیب بافتی، تحریک مداوم سلول‌های ایمنی، و در مواردی پیش‌زمینه‌ای برای بیماری‌های مزمن تنفسی نظیر آسم ناشی از ورزش ایجاد کند.

این التهاب تنها به ریه محدود نمی‌ماند؛ ترکیب آن با استرس ناشی از صعود یا فعالیت فیزیکی، سطح سیتوکین‌های التهابی را در سراسر بدن افزایش داده و فشار بر سیستم قلبی‌عروقی را نیز بیشتر می‌کند. در کوهنوردانی که تمرینات مکرر در هوای آلوده دارند، این وضعیت ممکن است با

در سال‌های اخیر با گسترش تمرینات شهری و صعودهای تمرینی در نواحی کم‌ارتفاع، بسیاری از کوهنوردان ناخواسته در معرض هوای آلوده قرار گرفته‌اند؛ هوایی که نه تنها با افزایش ذرات معلق و گازهای آلاینده سلامت عمومی را تهدید می‌کند، بلکه در جریان فعالیت‌های هوایی شدید، همچون کوهنوردی، موجب بروز واکنش‌های فیزیولوژیکی پیچیده و در مواردی خطرناک می‌شود. یکی از این واکنش‌ها، تشدید التهاب ریوی است؛ وضعیتی که در آن مسیرهای تنفسی به‌واسطه تماس مداوم با آلاینده‌ها، دچار تحریک، تورم و پاسخ‌های ایمنی غیرطبیعی می‌شوند.

در شرایط عادی، ریه با بهره‌گیری از سیستم دفاعی طبیعی خود قادر است بسیاری از عوامل بیماری‌زا یا ذرات مضر را به دام انداخته و دفع کند.

اما در جریان تمرینات سنگین، نرخ

## تنفس هوای آلوده؛ کاهش بهره‌وری انرژی در صعود

ضامن استمرار حرکت در فعالیت‌های سنگین است.

این اختلال متابولیکی، در بلندمدت نه تنها کیفیت صعود را کاهش می‌دهد بلکه احتمال بروز ارتفاع‌زدگی، ضعف عضلانی، سردرد و حالت تهوع را نیز افزایش می‌دهد.

پیشگیری از این آسیب پنهان، نیازمند هوشیاری پیش از صعود است.

بررسی شاخص کیفیت هوا، انتخاب مسیرهای دور از مناطق صنعتی و پرتردد، استفاده از ماسک‌های استاندارد در شرایط آلوده، و تقویت سیستم ایمنی و تنفسی با تغذیه مناسب، از جمله اقداماتی هستند که می‌توانند این چالش را تعدیل کنند.

در دنیای امروز که آلودگی هوا بخشی جدایی‌ناپذیر از محیط‌زیست شده، نادیده گرفتن آن در کوهنوردی، نادیده‌گرفتن یکی از عناصر اصلی سلامت و ایمنی صعود است.

عضلات درگیر است، کیفیت هوای تنفسی نقشی کلیدی ایفا می‌کند.

ذرات آلاینده، نه تنها سطح تبادل گاز در آئول‌های ریوی را کاهش می‌دهند، بلکه باعث بروز التهابات مزمن، افزایش استرس اکسیداتیو و کاهش کارایی سیستم قلبی-عروقی می‌شوند.

این روند در نهایت بهره‌وری متابولیکی بدن را به‌طور محسوس کاهش داده و موجب می‌شود تا کوهنوردان با انرژی بیشتری نسبت به حالت عادی، همان میزان فعالیت را انجام دهند؛ یعنی خستگی زودرس، افت تمرکز، افزایش نیاز به استراحت و حتی اختلال در تنظیم دمای بدن، همگی نتایج مستقیم این اختلال اکسیژنی هستند.

از سوی دیگر، کاهش انتقال اکسیژن به بافت‌ها و افت عملکرد میتوکندریایی سلول‌ها به‌ویژه در شرایط کم‌اکسیژن ارتفاع، منجر به کاهش تولید ATP می‌شود؛ همان سوخت حیاتی سلول که

در مسیرهای کوهنوردی، آنچه اغلب به‌عنوان مانع اصلی شناخته می‌شود، شیب تند، سرمای گزنده یا کمبود اکسیژن در ارتفاعات است؛ اما واقعیت این است که یکی از تهدیدهای پنهان و نادیده‌انگاشته‌شده، تنفس هوای آلوده در مسیر صعود است.

آلودگی هوا، به‌ویژه در مناطق نزدیک به شهرها یا در فصل‌هایی که وارونگی دما و پایداری جوی حاکم است، می‌تواند پیامدهای جدی بر عملکرد فیزیولوژیکی کوهنوردان داشته باشد.

این آلودگی شامل ذرات معلق، اکسیدهای نیتروژن، دی‌اکسید گوگرد و ترکیبات آلی فرار است که هنگام ورود به بدن، ابتدا عملکرد سیستم تنفسی و سپس ظرفیت اکسیژن‌رسانی خون را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

زمانی که بدن در ارتفاع به‌دنبال جذب حداکثری اکسیژن برای تأمین انرژی

## تعادل میان تمرینات هوازی و مواجهه با آلودگی

ریه‌ها وارد نشود. از سوی دیگر، بهره‌گیری از اپلیکیشن‌های پایش کیفیت هوا و آگاهی از شاخص آلودگی، به کوهنوردان کمک می‌کند تا برنامه‌های تمرینی خود را با دقت بیشتری تنظیم کنند. در شرایط حاد، استفاده از ماسک‌های تخصصی ورزشی می‌تواند تا حدی از ورود آلاینده‌ها جلوگیری کند، هرچند این راه‌حل هم محدودیت‌هایی دارد. در نهایت، تمرین بدون توجه به کیفیت هوا نه تنها موجب آمادگی نمی‌شود، بلکه پایه‌های عملکرد در ارتفاع را نیز متزلزل می‌کند. سلامت سیستم تنفسی سرمایه‌ای است که نباید برای آن، حتی در مسیر آمادگی صعود، مصالحه کرد. کوهنورد هوشمند کسی است که میان تلاش برای قوی‌تر شدن و حفاظت از تنفس خود، توازن ایجاد می‌کند؛ توازنی که کلید پایداری در مسیرهای بلند و پرچالش کوهستان است.

برخلاف تصور رایج، حتی افراد سالم نیز در برابر این آلاینده‌ها آسیب‌پذیرند و قرارگیری مداوم در چنین شرایطی می‌تواند منجر به التهاب مزمن ریه، تضعیف عملکرد تنفسی و در بلندمدت کاهش ظرفیت اکسیژن‌رسانی بدن شود؛ عاملی که در ارتفاع، می‌تواند به بحرانی جدی بدل شود. برای رسیدن به تعادل، ابتدا باید زمان‌بندی تمرین را هوشمندانه مدیریت کرد. ساعات اولیه صبح یا پس از بارندگی، معمولا زمان‌هایی با کمترین سطح آلودگی هستند. انتخاب فضاهای سبز شهری، بوستان‌ها یا حاشیه کوه‌ها که گردش هوا در آن‌ها بهتر است، گزینه‌ای معقول برای انجام تمرینات هوازی خواهد بود. در روزهایی که شاخص کیفیت هوا در وضعیت هشدار است، تمرینات باید به فضای سرپوشیده و دارای تهویه مناسب منتقل شود؛ یا با تمرین‌های غیرهوازی جایگزین گردد تا فشار اضافی به

در مسیر آمادگی برای صعودهای بلند و کوهنوردی‌های فنی، تمرینات هوازی جایگاهی کلیدی دارند. قلب و ریه، دو ستون اصلی عملکرد در ارتفاع‌اند و تمرین‌های استقامتی همچون دویدن، دوچرخه‌سواری یا شنا، بهترین راه‌های تقویت این پایه‌های حیاتی هستند. اما در کلان‌شهرهایی که آلودگی هوا بخش اجتناب‌ناپذیر زندگی روزمره شده، کوهنوردان با چالشی جدی مواجه‌اند: چگونه می‌توان تمرینات هوازی مؤثر داشت، بی‌آنکه تنفس در هوای آلوده به بدن آسیب برساند؟ پاسخ در یافتن تعادلی هوشمندانه و علمی میان تمرین و محافظت از سلامت تنفسی است. ذرات معلق، گازهای سمی مانند اوزون، دی‌اکسید نیتروژن و مونواکسید کربن، در هوای آلوده شهری حضور دارند و هنگام ورزش‌های هوازی، با افزایش نرخ تنفس، این آلاینده‌ها عمیق‌تر به ریه‌ها نفوذ می‌کنند.

## سنجش شاخص کیفیت هوا و مدیریت ریسک کوهنوردان

جوی، تجهیزات فنی و آمادگی جسمی. کوهنوردی در هوای آلوده، به‌ویژه برای افرادی با سابقه آسم، بیماری‌های قلبی یا تنفسی، می‌تواند خطر بروز حملات شدید یا حتی حوادث مرگبار را افزایش دهد. علاوه بر جنبه ایمنی فردی، سنجش کیفیت هوا از بعد اخلاقی و زیست‌محیطی نیز حائز اهمیت است. کوهنوردی که نسبت به شرایط محیطی بی‌تفاوت است، نه تنها سلامت خود، بلکه وجهه عمومی این ورزش و تعامل پایدار با طبیعت را به خطر می‌اندازد. مدیریت ریسک در کوه، دیگر صرفا به مسائل فنی محدود نیست؛ بلکه پیوندی مستقیم با آگاهی محیطی و تصمیم‌گیری مسئولانه دارد. در این میان، آموزش و ترویج فرهنگ استفاده از شاخص‌های زیست‌محیطی در محافل کوهنوردی، می‌تواند گامی مهم در ارتقاء ایمنی و حرفه‌ای‌گری این رشته ورزشی محسوب شود.

کربن است که بر مبنای تأثیر بر سلامت انسان رتبه‌بندی می‌شود. در محدوده‌های ناسالم برای گروه‌های حساس (AQI بین ۱۰۱ تا ۱۵۰)، ورزشکاران، به‌ویژه کوهنوردان، در معرض خطرات جدی تنفسی قرار می‌گیرند؛ خطراتی که در ارتفاع، به دلیل کاهش فشار اکسیژن و تهویه سریع‌تر، تشدید می‌شود. به‌همین دلیل، مدیریت صعود بر پایه داده‌های به‌روز محیطی، به بخشی از مسئولیت حرفه‌ای راهنمایان کوه و گروه‌های کوهنوردی تبدیل شده است. امروزه ابزارهای متعددی برای پایش کیفیت هوا در دسترس قرار گرفته‌اند؛ از اپلیکیشن‌های موبایل گرفته تا ایستگاه‌های اندازه‌گیری محلی و نقشه‌های آنلاین، که همگی امکان برنامه‌ریزی هوشمندانه‌تری را فراهم می‌کنند. این ابزارها باید بخشی جدایی‌ناپذیر از چک‌لیست‌های پیش از صعود باشند، در کنار بررسی وضعیت

در دهه‌های اخیر، مفهوم کیفیت هوا از یک دغدغه شهری به عنصری کلیدی در مدیریت فعالیت‌های ورزشی در طبیعت تبدیل شده است. کوهنوردی، به عنوان ورزشی مبتنی بر فعالیت هوازی شدید، بیش از بسیاری دیگر از فعالیت‌ها در معرض آثار منفی آلاینده‌های جوی قرار دارد. این واقعیت زمانی اهمیت بیشتری می‌یابد که بدانیم بسیاری از صعودها، به‌ویژه در اطراف کلان‌شهرها، در مناطقی انجام می‌شود که خود تحت تأثیر انتقال و انباشت آلاینده‌های شهری هستند. در چنین شرایطی، شناخت و پایش شاخص کیفیت هوا (AQI) برای کوهنوردان، نه یک توصیه فرعی، بلکه ضرورتی اجتناب‌ناپذیر برای حفظ ایمنی و سلامت آنان است. شاخص کیفیت هوا، داده‌ای ترکیبی از مقادیر آلاینده‌هایی نظیر ذرات معلق (PM<sub>۲.۵</sub> و PM<sub>۱۰</sub>)، ازن، دی‌اکسید نیتروژن، دی‌اکسید گوگرد و منوکسید