فصلنامه علمی تخصصی طب کار
دوره ۱۱ ، شماره۳، پاییز ۱۳۹۸
صفحه: ۵۷-۵۲

Occupational Medicine Quarterly Journal
Vol. 11 , No.3 , Autumn 2019
Pages: 52-57

اثر فن‌کویل‌ها در پراکنش ذرات معلق و اثر آن بر آلودگی هوا در فضاهای آموزشی دانشگاه علوم پزشکی بجنورد

فائزه سپاهی زوارم[۱]، حمیدرضا مهری[۲]، میثم فرامرزی کوهسار[۳]، مرتضی اسماعیل زاده کواکی*[۴]

چکیده

مقدمه: ذرات معلق به‌عنوان یکی از آلاینده‌های اصلی هوای شهرها تلقی می‌شوند و ازآنجاکه جلوگیری از آلودگی بیشتر از حد استاندارد و سلامت افراد درگیر محیط‌های سربسته خیلی اهمیت دارد، این مطالعه با هدف بررسی اثر فن‌کویل‌ها در پراکنش ذرات معلق در فضاهای آموزشی صورت گرفت.

روش بررسی: ذرات معلق با استفاده از دستگاه Haz Dust و NIOSH500 در دو فصل بهار و تابستان در ۱۲۸ نقطه از کلاس-های دانشکده‌های پرستاری و بهداشت دانشگاه علوم پزشکی بجنورد اندازه‌گیری شد. وسایل نمونه‌برداری در مرکز اتاق در ارتفاع یک و نیم متری قرار داده شد و با ایمپکتور ۱۰ و ۲/۵ و فیلتر تفلونی مقادیر آلاینده از روی دستگاه قبل و بعد از روشن بودن فن‌کویل قرائت گردید و با نرم‌افزار SPSS 19 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و با حد استاندارد مقایسه شد.

نتایج: با توجه به نتایج آماری غلظت ذرات PM_{10} در دو دانشکده بهداشت و دانشکده پرستاری فقط قبل از روشن بودن فن-کویل معنی‌دار شد، همچنین مقایسه غلظت ذرات $PM_{2.5}$ و TSP در دو دانشکده اختلاف معنی‌داری در دو حالت قبل و بعد از روشن شدن فن‌کویل مشاهده نگردید.

نتیجه‌گیری: نتایج حاکی از آن است که فن‌کویل‌ها در پراکندگی ذرات معلق PM_{10} تأثیر داشته ولی در کل تأثیر محسوسی در پراکندگی ذرات در فضاهای آموزشی نداشته است، همچنین غلظت ذرات اندازه‌گیری شده در حداکثر موارد کمتر از حد استاندارد بود.

واژه‌های کلیدی: آلودگی هوا، PM_{10}، فضای آموزشی، فن‌کویل

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، ایران
[۲] کارشناسی ارشد بهداشت حرفه ای، گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی، بجنورد، ایران
[۳] کارشناسی مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی، ایران
[۴] کارشناسی ارشد بهداشت حرفه ای، گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی، بجنورد، ایران
* نویسنده مسئول: تلفن تماس: ۰۵۸۳۱۵۱، پست الکترونیک: m.esmailzadehkavaki@nkums.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۱/۰۶

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-05-26]

[DOI: 10.18502/tkj.v11i3.2589]

مقدمه

آلودگی هوا امروزه یکی از بغرنج‌ترین مشکلاتی است که بشر با آن روبرو است که متأسفانه روز به‌روز با تراکم جمعیت و توسعه صنعتی شهرها شدیدتر شده است (۱). از جمله مهم‌ترین این آلاینده‌ها ذرات معلق ($PM_{2.5}$, PM_{10}, PM_1) می‌باشد. ذرات معلق (Particulate Matter) مخلوطی از ذرات مایع و جامد با اندازه‌ها و ترکیب شیمیایی مختلف می‌باشد (۲). اثرات بهداشتی PM بیشتر به ترکیب شیمیایی بستگی دارد (۳،۴).

متأسفانه قرار گرفتن در محیط بسته به معنای تماس بیشتر با آلاینده‌هاست. طی سالیان متمادی با توجه به تغییرات نحوه ساخت و ساز که برای جلوگیری از اتلاف انرژی در اکثر ساختمان‌ها هوا محبوس می‌شود و به‌منظور جلوگیری از خروج هوای گرم و سرد از روش‌های متعددی نظیر نصب پنجره‌های دوجداره، استفاده از مواد درزگیر، پر کردن منافذ و شکاف‌ها استفاده می‌شود (۵). بر اساس گزارش برنامه محیط‌زیست سازمان ملل متحد ذرات معلق مهم‌ترین آلاینده هوا در شهرهای بزرگ و مکان‌های شلوغ می‌باشد (۳،۵،۶). مطالعات انجام شده در دنیا نشان می‌دهد که افزایش غلظت ذرات معلق قابل استنشاق (PM) با قطر آیرو دینامیکی کمتر از ۱۰ میکرون در هوا باعث افزایش تعداد مرگ‌ومیر در افراد جامعه می‌شود (۲،۷). مطالعات نشان داده‌اند که مواجهه با آلودگی هوا با طیف وسیعی از اثرات حاد و مزمن از اختلالات جزیی فیزیولوژیکی گرفته تا مرگ ناشی از بیماری‌های تنفسی و قلبی عروقی مرتبط می‌باشد (۲،۷). به‌طورکلی در مناطق شهری بزرگ مردم بیش از ۹۰ درصد وقت خود را در فضاها و محیط‌های بسته سپری کرده و ۶ درصد از بقیه وقت خود را در فضاهای باز می‌گذرانند. این موضوع بیانگر اهمیت توجه به مبحث آلودگی هوا در داخل محیط‌های بسته و نقش تأثیرگذار آن در سلامت انسان است.

تاکنون علی‌رغم پیچیدگی‌های مبحث آلودگی هوای داخل، مطالعات کمتری در این ارتباط نسبت به آلودگی هوی آزاد انجام پذیرفته است (۶). در آمریکا هزینه‌های بهداشتی ناشی از غلظت بالای ذرات معلق، سالیانه حدود ۲۳ میلیارد پوند برآورد شده است (۸). اقدامات مهم و مؤثر در این زمینه شامل تعیین میزان واقعی آلاینده ذرات معلق، توصیف کیفیت هوا در مقایسه با شرایط استاندارد، اطلاع‌رسانی ساده و صحیح به مردم و اقدامات احتیاطی و پیشگیرانه جهت کیفیت هوای نامطلوب و آلودگی بیش از حد استاندارد، می‌باشد. در این مطالعه، گروه تحقیق بر آن شده است تا با اندازه‌گیری میزان ذرات معلق حاصل از پراکنش سیستم‌های سرمایشی و مقایسه میزان آلودگی هوا در فضاهای بسته با استانداردهای جهانی و ارائه‌ی راهکارهای مناسب جهت حفظ و کنترل این آلودگی در فضاهای آموزشی، گامی مؤثر در جهت حفظ سلامت و ارتقاء سلامت کارکنان بردارد.

روش بررسی

این تحقیق به‌صورت مطالعه توصیفی – مقطعی در دانشگاه علوم پزشکی شهر بجنورد در سال ۱۳۹۲ انجام شده است. جامعه‌ی پژوهشی شامل فضاهای آموزشی دانشگاه علوم پزشکی بجنورد بود. نمونه شامل ۱۶ کلاس آموزشی از هر یک از دانشکده‌های الف- دانشکده پزشکی، پرستاری، مامایی و ب- دانشکده بهداشت بود. بدین‌صورت که سه گروه پزشکی، مامایی و پرستاری در یک ساختمان واقع‌شده‌اند. جهت اندازه‌گیری ذرات معلق از دستگاه EPAM-5000 Environmental Particulate Air Monitor مربوط به کشور ایالات‌متحده امریکا به روش NIOSH500 (۹) استفاده گردید. ذرات معلق در دو فصل بهار و تابستان و در ۱۲۸ نقطه مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. تعداد نقاط نمونه‌برداری بر اساس تعداد فضاهای آموزشی در هر دانشکده، ماه‌ها و فصل‌های مختلف سال تعیین گردید و سعی شد با توجه به هزینه و وقت‌گیر بودن فرایند نمونه‌برداری، تعداد نمونه‌ها نه آن‌قدر زیاد تعیین شود که نمونه‌برداری عملی نباشد و نه آن‌قدر کم که به‌دقت مطالعه لطمه‌ای وارد گردد. وسایل نمونه‌برداری در مرکز اتاق در ارتفاع یک و نیم متری جهت نمونه‌برداری قرار داده شد و با ایمپکتور ۱۰ و ۲/۵ و فیلتر تفلونی بنابراین با توجه به جهت نمونه مشخص شده و تعداد تکرار اندازه‌گیری مقادیر آلاینده‌ها از روی دستگاه قرائت گردید. اساس کار بدین‌صورت بود که ذرات توسط حجم معینی از هوا توسط یک پمپ خلأ مکش و بر روی فیلتر رسوب می‌کند و وزن فیلتر محاسبه می‌شود. در نهایت داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS19 میانگین، انحراف معیار و حداقل و حداکثر کل داده‌ها محاسبه شد و

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-05-26]

[DOI: 10.18502/tkj.v11i3.2589]

سپس در آخرین مرحله این داده‌ها با استفاده از استانداردهای کشوری مورد مقایسه قرار گرفت.

ملاحظات اخلاقی

این مطالعه ماحصل طرح تحقیقاتی با کد اخلاق ۶۳۶/پ/۹۲ مصوب دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی است

نتایج

در این تحقیق پس انجام آزمایش‌های لازم طبق روش کار ارائه‌شده و بر اساس مقایسه و استانداردها و مراجع معتبر، نتایج حاصل از سنجش غلظت ذرات PM_{10}، $PM_{2.5}$ و ذرات معلق کل Total Suspended Particle (TSP) که در فصل بهار و تابستان انجام گرفت در قالب جداول به‌صورت زیر دسته‌بندی‌شده است.

در اندازه‌گیری ذرات با ایمپکتور ۲/۵ قبل و بعد از روشن شدن فن‌کویل‌ها، کلاس ۱۰۸ مینیمم و ماکزیمم مقدار بالایی داشت. ولی در این میان کلاس ۱۰۵ بیشترین مقدار غلظت ذرات (۰/۴۰۷ mg/m^3) دارا بود. قبل از روشن شدن فن‌کویل‌ها با ایمپکتور ۱۰، کلاس ۲۴ دارای بیشترین مقدار ذرات (۰/۱۶۸ mg/m^3) و بعد از روشن شدن فن‌کویل‌ها با ایمپکتور ۱۰ کلاس ۱۰۸ دارای بیشترین غلظت ذرات (۰/۳۲۵ mg/m^3) بود. بیشترین غلظت آلاینده مربوط به کلاس شماره ۳۵ قبل از روشن شدن فن‌کویل با (۰/۳۱۲ mg/m^3) و بعد از روشن شدن فن‌کویل کلاس شماره ۳۴ دارای بیشترین غلظت با (۰/۰۸۹ mg/m^3) اندازه‌گیری شد.

با توجه به جدول شماره ۱ در مقایسه با استاندارد Environmental Protection Agency (EPA) سال ۲۰۱۲ و ۱۹۷۱ غلظت ذرات کمتر از ۲/۵ میکرون در دانشکده پزشکی، پرستاری و مامایی در هر دو حالت قبل و بعد معنی‌دار نشد و بیشتر از حد استاندارد (mg/m^3 ۰/۰۳۵) می‌باشد و در سایر موارد غلظت ذرات کمتر از ۱۰ میکرون و ذرات معلق کل کمتر از حد استاندارد و۰/۰۰۱>P-Value معنی‌دار شد.

جدول شماره ۱، مقایسه ذرات قبل و بعد از روشن شدن فن‌کویل در هر یک از دانشکده‌ها با مقدار استاندارد را نشان می‌دهد و همان‌طور که نشان داده شده است همه مقادیر کمتر از حد استاندارد است و اختلاف‌های آن‌ها معنادار می‌باشد و فقط در مورد ذرات $PM_{2.5}$ در دانشکده پرستاری و مامایی این اختلاف معنی‌دار گزارش نشد (p-value=0.07).

جدول ۱. مقایسه ذرات قبل و بعد از روشن شدن فن‌کویل در هر یک از دانشکده‌ها با مقدار استاندارد

متغیر	دانشکده بهداشت n=۶		*استاندارد mg/m^3	P-Value	دانشکده پرستاری، مامایی و پزشکی n=۱۰		P- Value
	قبل (M±SD)	بعد (M±SD)			قبل (M±SD)	بعد (M±SD)	
$PM_{2.5}$	۰/۰۱۱۸ ± ۰/۰۱۶	۰/۰۱۱۳ ± ۰/۱۱	۰/۰۳۵	۰/۰۰۱	۰/۰۵۵ ± ۰/۰۹۷	۰/۰۳ ± ۰/۰۲۶	۰/۰۷
PM_{10}	۰/۰۰۹ ± ۰/۰۰۵	۰/۰۲۷ ± ۰/۰۱۸	۰/۱۵	۰/۰۰۱	۰/۰۳۹ ± ۰/۰۲۵	۰/۰۶ ± ۰/۱	۰/۰۰۱
TSP	۰/۰۸۹ ± ۰/۰۰۳	۰/۰۹ ± ۰/۰۲۳	۰/۱۵	۰/۰۰۱	۰/۰۹۱ ± ۰/۰۰۳	۰/۰۹۲ ± ۰/۰۰۱	۰/۰۰۱

$PM_{2.5}$ به ذرات اتمسفری اشاره دارد که قطر آن‌ها کمتر از ۲,۵ میکرومتر است.

PM_{10} ذراتی با قطر ۱۰ میکرومتر یا کمتر هستند و به آن‌ها نیز ذرات ریز گفته می‌شود.

TSP (Total Suspended Particulate Matter) ذراتی با اندازه بین ۰,۱ میکرومتر تا حدود ۳۰ میکرومتر به‌عنوان ذرات معلق کل گفته می‌شوند.

جدول ۲. مقایسه ذرات در دو دانشکده بهداشت و دانشکده پزشکی، پرستاری و مامایی

متغیر	قبل		P- Value	بعد		P- Value
	دانشکده بهداشت M±SD	دانشکده پرستاری M±SD		بهداشت M±SD	پرستاری M±SD	
$PM_{2.5}$	۰/۰۱۱۸ ± ۰/۰۱۶	۰/۰۵۵ ± ۰/۰۹۷	۰/۵۱	۰/۰۱۱۳ ± ۰/۱۱	۰/۰۳ ± ۰/۰۲۶	۰/۵۵
PM_{10}	۰/۰۰۹ ± ۰/۰۰۵	۰/۰۳۹ ± ۰/۰۲۵	۰/۰۳	۰/۰۲۷ ± ۰/۰۱۸	۰/۰۶ ± ۰/۰۱	۰/۶
TSP	۰/۰۸۹ ± ۰/۰۰۳	۰/۰۹۱ ± ۰/۰۰۳	۰/۰۹	۰/۰۹ ± ۰/۰۲۳	۰/۰۹۲ ± ۰/۰۰۱	۰/۱۲

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-05-26]

[DOI: 10.18502/tkj.v11i3.2589]

در مقایسه دو گروه قبل و بعد از اندازه‌گیری فقط در دانشکده بهداشت روشن شدن فن‌کویل باعث افزایش غلظت ذرات کمتر از ۱۰میکرون معنی‌دار شد و در سایر موارد روشن بودن فن‌کویل تغییری در غلظت ذرات ایجاد نمی‌کند (جدول ۲).

در مقایسه غلظت ذرات $PM_{2.5}$ و TSP در دو دانشکده اختلاف معنی‌داری در دو حالت قبل و بعد مشاهده نگردید و فقط غلظت ذرات PM_{10} در دو دانشکده بهداشت و دانشکده پزشکی، پرستاری و مامایی قبل از روشن بودن فن‌کویل معنی‌دار شد ولی با روشن شدن فن‌کویل اختلافی مشاهده نگردید (جدول ۲).

بحث

این مطالعه با هدف تعیین اثر سیستم‌های گرمایشی در میزان پراکندگی ذرات معلق در فضاهای آموزشی دانشگاه علوم پزشکی بجنورد انجام شد. نتایج این مطالعه نشان داد که به‌طورکلی میزان آلودگی در فضاهای آموزشی دانشگاه پایین‌تر از حد استاندارد (مطلوب) است ولی در دانشکده پزشکی، پرستاری و مامایی غلظت ذرات $PM_{2.5}$ بیشتر از حد استاندارد مشاهده شد. در مطالعه مجید کرمانی و همکاران نتایج بدین‌صورت بود که در سه ماه زمستان نسبت به بهار میزان آلودگی بیشتر بود و علت اصلی آن وارونگی دما نسبت داده شده است (۱). در مطالعه‌ای که توسط ارسلان جمشیدی و همکاران تحت عنوان بررسی میزان آلودگی ذرات معلق در هوای شهر گچساران در سال ۱۳۸۴ انجام گرفت نتایج حاکی از این بود که خشکی هوای منطقه، کمبود رطوبت هوا و بارندگی و درجه حرارت بالا و وجود تأسیسات عظیم صنعتی از عوامل بالقوه بالا بودن آلودگی هوا است (۳). در مطالعه منصور غیاث‌الدین و همکاران ارتباط معناداری بین ذرات PM وجود داشت (۶). در مطالعه محمد عزیزی فر و همکاران تحت عنوان بررسی شاخص کیفیت هوا و غلظت ذرات معلق با قطر آیرودینامیکی در هوای شهر قم غلظت ذرات معلق در اکثر مواقع کمتر از حد استاندارد بود و با مطالعه حاضر مشابه است (۸). در مطالعه دکتر کاظم ندافی و همکاران تحت عنوان بررسی مقادیر TSP و PM_{10} و توصیف کیفیت هوا با تکیه بر شاخص AQI که در هوای شهر تهران انجام گرفت نتایج بدین‌صورت بود: در ۹۸ درصد موارد PM_{10} کمتر از حد استاندارد و ۲ درصد بالاتر از استاندارد به دست آمد و شاخص AQI در ۹۶ درصد موارد مطلوب گزارش شد، آلاینده TSP در همه موارد کمتر از حد استاندارد و فقط در ۴ درصد موارد بالاتر از حد استاندارد بود که با نتایج مطالعه ما همخوانی دارد (۱۰). در مطالعه ای که توسط N.C JONES و همکاران انجام گرفت نتایج حاکی از آن بود که پخت و پز، سیگار کشیدن، تمیز کردن منزل از منابع اصلی تولید PM_1، $PM_{2.5}$ و PM_{10} می‌باشد (۱۱). همچنین مطالعات صورت گرفته توسط محمدیان و همکاران که غلظت ذرات قابل استنشاق را در کلاس‌های مدارس ابتدایی مرکز شهر ساری انجام دادند نشان داد که میانگین غلظت در داخل کلاس‌ها به دلیل فعالیت افراد و عوامل محیطی مثل استفاده از گچ روی تخته‌سیاه و یا پاک کردن آن در تمام فصول بیشتر می‌باشد و مطالعات موازی دیگر نیز چنین نتیجه‌گیری کرده‌اند که فعالیت افراد عامل مؤثر در افزایش غلظت ذرات می‌باشد که در مطالعه ما نیز نظافت کردن یکی از عوامل تولید ذرات معلق است (۱۲-۱۵). اگرچه نتایج آنالیز بعضی از کلاس‌ها حاکی از آن است که فن‌کویل ها در پراکندگی ذرات معلق PM_{10} تأثیر داشته ولی در کل فن‌کویل ها تأثیر محسوسی در پراکندگی ذرات در فضاهای آموزشی ندارند و همچنین به غیر از ذرات PM_{10} هنگام خاموش بودن فن‌کویل که در دانشکده پرستاری بیشتر از دانشکده بهداشت است غلظت سایر ذرات $PM_{2.5}$ و TSP در هر دو دانشکده در هر دو حالت روشن و خاموش بودن فن‌کویل یکسان می‌باشند.

محدودیت‌ها

با توجه به اینکه اندازه‌گیری‌ها در کلاس‌های آموزشی باید انجام می‌گرفت، هماهنگی‌های لازم جهت دریافت مجوز و از طرفی دیگر انجام اندازه‌گیری‌ها باید بعد از اتمام کلاس‌های آموزشی صورت می‌گرفت، این‌چنین مشکلات روند انجام مطالعه را کند می‌نمود.

نتیجه‌گیری

بر اساس این تحقیق غلظت ذرات در حداکثر مواقع کمتر از حد استاندارد (مطلوب) بود که بیانگر این موضوع است که سیستم‌های سرمایشی در تابستان تأثیر چندانی بر غلظت ذرات معلق در فضاهای آموزشی ندارد؛ و با توجه به اینکه بررسی در دو فصل بهار و تابستان انجام شده است پیشنهاد می‌شود در فصول دیگر سال نیز این‌گونه بررسی صورت گیرد و همچنین سرویس

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-05-26]

[DOI: 10.18502/tkj.v11i3.2589]

به‌موقع و بازرسی فن‌کویل‌ها و تدارک اجزای قابل تعویض به‌منظور پیشگیری از ایجاد هرگونه آلاینده انجام پذیرد. همچنین پیشنهاد می‌گردد در مواقعی که نیاز به نظافت محیط و جارو زدن است برای مدت کوتاهی سیستم‌های دمنده خاموش شوند تا از پخش ذرات در محیط جلوگیری به عمل آید.

سپاس گزاری

این مطالعه ماحصل طرح تحقیقاتی با کد اخلاق ۶۳۶/پ/۹۲ مصوب دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی است. نویسندگان این مطالعه از پشتیبانی‌های کمیته تحقیقات دانشجویی و همکاری صمیمانه مسئولین دانشکده‌های بهداشت، پرستاری و مامایی و پزشکی کمال تشکر را دارند.

Refrences:

1. Kermani M, Nadafi K, Shariat M, Mesbah A. ***Evaluation of TSP and PM10 values and description of air quality based on AQI index in the Shariati Hospital of Tehran.*** Journal of School of Public Health and Institute of Public Health Research, 2003; 2(1): 37-46. [Persian]
2. Joneidi Jafari A, Zohoor A, Rezaei R, Malek Afzali SH, Seyf A. ***Estimation of the number of respiratory and cardiac deaths attributed to air pollution in Tehran according to particles in 2006.*** Mob and Tazkieh 2009; 74(75): 43-47. [Persian]
3. Jamshidi A, Karimzade K, Raigan Shirazi A. ***Determination of amount Particles Pollution in Gachsaran City in 2005.*** Armaghan Danesh. 2008; 12 (2): 89-97. [Persian]
4. Towlaby A, Zare M, Mahvy A, Shahriari A, Sarkhosh and colleagues. ***Air quality survey in the air around the refinery of Bandar Abbas.*** Hormozgan University of Medical Sciences. 2012; 16(2): 123-133. [Persian]
5. Lily M, Nadafi K, Nabi Zadeh R, Younesyan M, Nazm Ara SH. ***Investigating the concentration of suspended particles and air quality index AQI in the central region of Tehran.*** School of Public Health and Institute of Public Health Research. 2009; 7(1): 57-67. [Persian]
6. Ghiasuddin M, Hesami Z, Eetabi F, Mahmoudi M. ***Investigation of the air quality in the residential areas of the 1st and 5th district of Tehran in terms of suspended air (PM10).*** Ecology. 2008;32(40): 1-8. [Persian]
7. Mahmoudian M, Alizadeh A, Ali Mohammad Pourr R. ***Investigation of exposure of urban bus drivers with inhalable particles PM10.*** Mazandaran University of Medical Sciences. 2009; 17(60): 39-47. [Persian]
8. Azizi Far M, Nadafi K, Mohammadian M, Safdari M, Khazaei M. ***Investigation of air quality index and aerodynamic diameter of suspended particles in air of Qom city.*** Qom University of Medical Sciences. 5(2): 1390: 59-63. [Persian]
9. NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM), Fourth Edition, 8/15/94.
10. Nadafi K, Nabizadeh R., Nam Ara SH, Nourmoradi H, Mohammadi Moghaddam F, ***TSP and PM10 values and air quality descriptions based on the AQI index in the air of central regions of Tehran.*** 89 Health system researches. 2010; 6(4): 89. [Persian]
11. N.C Jones,C.A Thornton, D Mark, R.M Harrison. ***Indoor/Outdoor Relationships Of Particulate Matter In Domestic Homes With Roadside, Urban And Rural Locations.*** Atmospheric Environment. 34(16): 2603-612
12. Mohammadyan M, Alizadeh Larimi A, Etemadinejad S, Yosefinejad R. ***Respirable Particle Concentrations in Primary Schools' Classrooms in Sari.*** J Mazandaran Univ Med Sci. 2013; 23 (103) :67-75. [Persian]
13. Halek F, Kavousi A, Hassani F. ***Evaluation of Indoor-Outdoor Particle Size Distribution in Tehran's Elementary Schools.*** World Academy Sci Eng Tech 2009; 57: 463-466.
14. Fromme H, Twardella D, Dietrich S, Heitmann D, Schierl R, Liebl B, et al. ***Particulate matter in the indoor air of classrooms-exploratory results from Munich and surrounding area.*** Atmos Environ 2007; 41(4): 854-866.
15. Guo H, Morawska L, He C, Zhang YL, Ayoko G, Cao M. ***Characterization of particle number concentrations and PM2.5 in a school: influence of outdoor air pollution on indoor air.*** Environ Sci Pollut Res Int 2010; 17(6): 1268-1278.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-05-26]

[DOI: 10.18502/tkj.v11i3.2589]

Effect of fan coils on particulate matter and its effect on air pollution in educational spaces of bojnourd University of Medical Sciences

Sepahi Zoeram F[1], Mehri H[2], Faramarzi Kohsar M[3], Esmailzadeh Kavaki M[4*]

[1] Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

[2,3,4] Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, North Khorasan University of Medical Sciences, Bojnord, Iran

Abstract

Introduction: Particulate matter are among the main pollutants in cities so as well as preventing of contamination beyond the standard level and health issues of employees and individuals involved in the enclosed environment is very important, this study was conducted to determine the effect of fan coils at the dispersion of particulate matter and its effect on air pollution in educational spaces.

Materials and Methods: In this study, using the device Haz Dust and NIOSH500, particulate matter were measured in two seasons (Spring and Summer) at 128 points. The sampling device was fixed at the center of the room at a height of one and a half meters, and with an impactor of 10 and 2.5 and a teflon filter, the amount of contaminants was read on the device before and after the fan coil was turned on. Data were analyzed by SPSS 19 software.

Results: The level of pollution in educational spaces was lower than standard, and fan coils had an effect on the dispersion of PM_{10} particles, but in general, fan coils did not have a significant effect on the dispersion of particles in educational spaces.

Conclusion: The results of this study showed that the concentration of particles in the maximum time is less than standard, and the fan coil has no effect on the amount of contamination of educational spaces.

Keywords: Air Pollution, Educational Space, Fan Coil, PM_{10}

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-05-26]

This paper should be cited as:
Sepahi Zoeram F, Mehri H, Faramarzi Kohsar M, Esmailzadeh Kavaki M. ***Investigating the effect of fan coils on suspended particles and it's Effect on Air Pollution in Educational Spaces of Bojnourd University of Medical Sciences*** Occupational Medicine Quarterly Journal 2019:11(2): 52-57.

**** Corresponding Author***
Email: Email: m.esmailzadehkavaki@nkums.ac.ir
Tel: +98583151
Received: 18.02.2019 ***Accepted: 26.01.2020***

[DOI: 10.18502/tkj.v11i3.2589]