مقاله اصلی
Original Article

مجله ارتقای ایمنی و پیشگیری از مصدومیت ها
e-ISSN: ۲۳۸۳-۱۹۰۱ p-ISSN: ۲۳۴۵-۲۴۵۵
دوره۳. شماره ۱. بهار ۱۳۹۴، صفحات ۵۷ تا ۶۶

بررسی بایوآئروسل ها در دبیرستان های دخترانه شهرستان اسلامشهر در سال۱۳۹۳-۱۳۹۲

گیتی کاشی[1*]، هما بیگلو[2]

۱. گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
۲. گروه مهندسی منابع طبیعی، آلودگی محیط زیست، گروه محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد پردیس علوم و تحقیقات دماوند، دماوند، ایران

چکیده:

سابقه و هدف: پایش کیفیت هوای داخلی و آزاد در مدارس به دلیل جمعیت حساس دانش‌آموزان که احتمال ابتلا به بیماری‌های منتقله از هوا در آنان بیش‌تر است، حائز اهمیت است. تعداد آئروسل‌های بیولوژیکی هوابرد با انتشار بیماری‌ها در دانش‌آموزان که به‌طور متوسط ۶ ساعت در مدارس حضور دارند ارتباط دارد. اهداف این مطالعه تعیین نوع و تعداد آئروسل‌های بیولوژیکی در هوای داخل و آزاد مدارس، تعیین تأثیر موقعیت جغرافیایی مدارس و فصل روی تعداد آئروسل‌های بیولوژیکی است.

روش بررسی: این تحقیق از نوع توصیفی-تحلیلی در دبیرستان‌های دخترانه عدالت و پیام قرآن شهرستان اسلامشهر در بازه زمانی ۱۳۹۲/۹/۱ الی ۱۳۹۳/۲/۳۱ انجام گرفت. نمونه‌برداری از هوا برای ارزیابی تعداد آئروسل‌های بیولوژیکی در هوای داخل و آزاد توسط نمونه‌بردار مستقیم میکروبی هوا Quick Take-۳۰ با شدت‌جریان عبور هوا (۲۸/۳ لیتر در دقیقه) انجام گرفت. کلیه نتایج به‌دست‌آمده با استاندارد EU GMP مقایسه و سطح آلودگی هر ایستگاه مشخص گردید.

یافته‌ها: میانگین تعداد باکتری‌ها و قارچ‌های هوابرد داخل کلاس‌ها از هوای آزاد بیش‌تر است. همچنین میانگین تعداد باکتری‌ها قارچ‌های هوابرد در کلاس طبقه دوم تفاوت زیادی با بخش‌های دیگر مدرسه دارد. حضور میکروارگانیسم آسپرژیلوس و پنیسلیوم در هر دو محیط محسوس می‌باشد.

نتیجه‌گیری: یافته‌ها نشان دادند که تعداد بیش‌تر آئروسل‌های بیولوژیکی در کلاس با تعداد دانش‌آموزان بیش‌تر می‌تواند در طولانی‌مدت به عارضه‌های تنفسی و عوارض آلرژیک شدید در دانش‌آموزان منجر شود.

واژگان کلیدی: *آلودگی هوا؛ آئروسل‌های بیولوژیکی؛ اسلامشهر؛ دبیرستان*

مقدمه

کیفیت هوای داخل مدارس و تأثیر آن بر سلامت دانش‌آموز در مطالعات بهداشت عمومی از اهمیت زیادی برخوردار هستند. متوسط زمان حضور دانش‌آموزان در مدارس ۶ ساعت می‌باشد (۱). دانش‌آموز در مواجهه با عوامل فیزیکی، شیمیایی و میکروبی هوابرد در داخل کلاس قرار دارد. انتقال هوابرد یکی از مسیرهای سرایت بیماری‌های عفونی در دانش‌آموز محسوب می‌شود (۲). نوع و تعداد آئروسل‌های بیولوژیکی هوابرد در داخل کلاس با انتشار بیماری‌ها در دانش‌آموزان ارتباط دارد؛ بنابراین، کنترل غلظت و قابلیت زیست آئروسل‌های بیولوژیکی در هوای داخلی مدارس ضرورت دارد (۳). آئروسل‌های بیولوژیکی شامل باکتری‌ها (از قبیل پنومونیا ناشی از اکتینومیست گرمادوست و سل)، قارچ‌ها (هیستوپلاسموزیس و کوکسیدیومیکوزیس)، ویروس‌ها (سرماخوردگی و آنفولانزا) و اسپور آن‌ها هستند. تماس با آن‌ها به اثرات نامطلوب از قبیل حساسیت، مسمومیت، عفونت و مشکلات تنفسی منجر می‌شود (۴). مننگوکوکوس (عامل مننژیت)، استریتوکوکوس (عامل ذات الریه) و لژیونلا ازجمله مهم‌ترین عوامل آئروسل‌های باکتریایی محسوب می‌شوند. بیماری لژیونر نوعی پنومونی است که در اثر تنفس باکتری لژیونلا ینوموفیلیا دارای اندازه ۵-۱ میکرون توسط سیستم تهویه مطبوع بروز می‌کند. بیماری ایمونوتوکسیک موجب تورم آلوئول ششی به علت مایکوتوکسین ها و اندوتوکسین های تولیدشده به‌وسیله قارچ‌ها و باکتری‌ها می‌شود. آئروسل‌های بیولوژیکی می‌توانند ذرات جامد، مایع و ترکیبات آلی فرار باشند (۵). منابع طبیعی آئروسل‌های بیولوژیکی در مدارس شامل سرفه و عطسه می‌شوند. احتمال انتقال عفونت با کاربرد سیستم تهویه مطبوع و ارتباط بین دانش آموران بیمار با دانش‌آموزان سالم از طریق استنشاق آئروسل‌های بیولوژیکی بیماری‌زا افزایش می‌یابد (۶ و ۷). آلودگی هوا به آلاینده‌های میکروبی

* نویسنده مسئول مکاتبات: g.kashi@yahoo.com

www.SID.ir

به‌عنوان یک مشکل بهداشت عمومی موردتوجه است (۵). بر اساس آمار سازمان بهداشت جهانی سالیانه ۵۰۰۰۰۰ نفر پیش از رسیدن به سن بلوغ در اثر مواجهه با آئروسل‌های هوابرد می‌میرند. میکروارگانیسم‌ها به‌ویژه قارچ‌ها و باکتری‌ها نشان داده‌اند که از مخاطره بهداشتی برای دانش‌آموزان برخوردار هستند. تعداد اسپور قارچ‌ها در شرایط معمولی ۱۰۴-۱۰۳ عدد در مترمکعب هوا می‌باشد. سازمان محیط‌زیست تایوان استاندارد تعداد باکتری‌ها و قارچ‌ها را در هوای داخلی مدارس برحسب CFU/m۳ به ترتیب ۵۰۰ و ۱۰۰ تعیین کرده است. طبق مطالعات انجام‌شده در مورد آئروسل‌های بیولوژیکی در هوای داخلی برخی از صنایع قالیبافی و مراکز بهداشتی و درمانی (بیمارستان‌ها) مناطقی از کشور ما نظیر اصفهان، شیراز و همدان نیز دارای آئروسل‌های بیولوژیکی با غلظتی بیش از استاندارد کشوری می‌باشند (۱۰-۸). بنابراین شناسایی میکروارگانیسم‌های هوابرد اهمیت دارند. آب‌وهوای گرم شهرستان اسلامشهر به‌ویژه برای تکثیر آئروسل‌های بیولوژیکی مرتبط با سلامت مناسب هستند. فقدان مطالعات انجام‌شده به‌خصوص در مورد مدارس ضرورت انجام تحقیق را نشان می‌دهند. اهداف این مطالعه، تعیین نوع و تعداد آئروسل‌های بیولوژیکی هوابرد در هوای داخل و آزاد مدارس، تعیین تأثیر موقعیت جغرافیایی مدارس، ابعاد کلاس و فصل کم بارش و پربارش بر روی تعداد آئروسل‌های بیولوژیکی است.

مواد و روش‌ها

روش تحقیق در این پژوهش توصیفی- تحلیلی سرشماری است. جامعه آماری این پژوهش را دو دبیرستان دخترانه عدالت و پیام قرآن در شهرستان اسلامشهر در سال ۱۳۹۳-۱۳۹۲ تشکیل می‌دهند. شکل ۱ محل نمونه‌برداری را نشان می‌دهد. مساحت شهرستان اسلامشهر و تعداد کل دانش‌آموزان به ترتیب حدود ۲۴۵ کیلومترمربع و ۷۷۹۲۴ دانش‌آموز است که ازنظر مختصات جغرافیایی در ′ ۱۰ °۵۱ تا ″ ۳۰ ′ ۲۲ °۵۱ طول شمالی و ″۳۵ ′ ۲۷ °۳۰ تا ″۴۲ ′ ۳۴ °۳۰ عرض شرقی قرارگرفته است.

شکل ۱: محل ایستگاه‌های نمونه‌برداری

دبیرستان عدالت دارای سه‌طبقه و ۱۴ کلاس، بخش عوامل اجرایی، سایت کامپیوتر، آزمایشگاه، حیاط، سرویس بهداشتی و نمازخانه است که ازنظر موقعیت جغرافیایی در شمال منطقه قرار دارد.

دبیرستان پیام قرآن دارای سه‌طبقه و ۱۲ کلاس، بخش عوامل اجرایی، سایت کامپیوتر، آزمایشگاه، حیاط و سرویس بهداشتی است که ازنظر موقعیت جغرافیایی در جنوب منطقه واقع‌شده است.

۲۶ ایستگاه نمونه‌برداری مهم در منطقه تشخیص داده شد که ۱۰ ایستگاه (حدود ۴۰ درصد) به علت حساسیت بیش‌تر انتخاب گردید تا نشانگر کل محیط مدارس باشند. نقاط نمونه‌برداری کلاس درس، سرویس بهداشتی، سالن اجتماعات و هوای آزاد انتخاب شدند. کلاس‌های منتخب در دبیرستان عدالت دوم انسانی واقع در طبقه اول (مساحت ۸ × ۷ با ۲۴ دانش‌آموز) و کلاس A۳ واقع در طبقه دوم (مساحت ۸ × ۶ با ۳۵ دانش‌آموز) مناسب برای نمونه‌برداری تشخیص داده شد. کلاس‌های منتخب در دبیرستان پیام قرآن دوم تجربی واقع در طبقه دوم (مساحت ۷ × ۵ با ۳۷ دانش‌آموز) و کلاس سوم تجربی واقع در طبقه اول (مساحت ۷ × ۵ با ۳۰ دانش‌آموز) مناسب برای نمونه‌برداری تشخیص داده شد. تعداد نمونه ۳۶ عدد انتخاب گردید تا نشانگر و نماینده کل محیط دو مدرسه باشد. نمونه‌برداری از کلاس‌ها با دانش‌آموز و بدون دانش‌آموز با نوع تهویه طبیعی پنجره باز در بازه زمانی ۱۳۹۲/۹/۱ الی ۱۳۹۳/۲/۳۱ در دو فصل کم بارش پاییز و پربارش بهار انجام گرفت. نمونه‌برداری در ساعت ۱۲-۱۰ صبح انجام گرفت. نمونه‌برداری از هوا برای ارزیابی تعداد آئروسل‌های بیولوژیکی در هوای داخل و آزاد در این پژوهش توسط روش نمونه‌برداری مستقیم فعال از هوای قسمت‌های مختلف دو مدرسه انجام شد که به‌وسیله دستگاه Quick take ۳۰ (مدل SKC، ساخت آمریکا) با پمپ نمونه‌برداری Protable ۳۰-۱۰ l با شدت‌جریان عبور هوای معین (۲۸/۳ لیتر در دقیقه تصحیح‌شده با دما، رطوبت و فشار محیط) به مدت ۲۰ دقیقه در ارتفاع ۱/۵ و ۰/۵ متری از سطح زمین به ترتیب برای نمونه‌برداری هوا از داخل کلاس و سرویس‌های بهداشتی انجام گرفت که ارتفاع تنفسی معمول افراد می‌باشند. فاصله دستگاه نمونه‌برداری از موانع و دیوارها ۱ متر می‌باشد. اندازه‌گیری رطوبت و دمای محیط با دماسنج چرخان (مدل کسلا، انگلستان) انجام گرفت. دستگاه نمونه‌بردار Quick Take-۳۰ با استفاده از کالیبراتور مناسب (استاندارد اولیه، انگلستان) برای حصول اطمینان از داشتن دبی موردنظر، قبل از شروع نمونه‌برداری هوا کالیبره گردید. الکل اتانول ۷۰ درصد برای ضدعفونی دستگاه مورداستفاده قرار گرفت. نمونه‌برداری از هوا برای ارزیابی ذرات معلق در هوای داخل و آزاد در این پژوهش توسط نمونه‌بردار مستقیم ذرات هوا TSI-dust-track (مدل ۸۵۲۳، ساخت آمریکا) با سرعت مکش هوای معین (۱/۷ متر در ثانیه) به مدت ۴ دقیقه در ارتفاع ۱/۵ متری از سطح زمین انجام گرفت. دستگاه نمونه‌بردار TSI-dust-track با استفاده از کالیبراتور مناسب نمونه‌بردار TSI-dust-

Archive of SID
www.SID.ir

با استفاده از کالیبراتور مناسب (زیرو فیلتر، آمریکا) قبل از شروع نمونه‌برداری هوا کالیبره گردید. غلظت ذرات PM۱۰، PM۲,۵ و PM۱ برحسب mg/m^3 گزارش گردید. جهت تعیین نوع و تعداد باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی به ترتیب از محیط کشت‌های نوترینت آگار، بلاد آگار و ائوزین متیلن بلو استفاده شد. محیط کشت‌های باکتریایی در انکوباتور با دمای ۲ ± ۳۷ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شدند. جهت تعیین تعداد قارچ‌ها از محیط کشت سابرو دکستروز آگار استفاده شد. محیط کشت‌های قارچی در انکوباتور با دمای ۲ ± ۲۵ درجه سانتی گراد به مدت ۱۲۰ ساعت قرار داده شدند (۱۱). با استفاده از فرمول تعداد کلنی در مترمکعب هوا محاسبه گردید (۱۲):

فرمول ۱.

$$CFU \div m^3 = A \div B$$

که: A و B به ترتیب تعداد کلنی باکتریایی و قارچی در پلیت پس از کشت و حجم هوای نمونه‌برداری شده برحسب مترمکعب است. نتایج به‌دست‌آمده با استاندارد مقایسه و سطح آلودگی ایستگاه در گروه‌های خیلی خوب (A)، خوب (B)، متوسط (C)، ضعیف (D) و خیلی ضعیف (E) مشخص گردید. جدول ۱ گستره توصیه‌شده میکروبی بر اساس استاندارد و شاخص آلودگی میکروبی هوابرد کلاس را نشان می‌دهد (۱۳). آزمایش‌ها ۳ بار تکرار و مقدار متوسط تعداد کلنی جمع‌آوری‌شده گزارش گردید. آزمون آماری TANOVA در اختلاف سطح معنی‌دار (SPSS ≤ ۰/۰۵) (P. value نسخه ۱۸) برای تجزیه‌وتحلیل متغیرها استفاده گردید. تهیه نقشه کیفیت هوا ازنظر آئروسل بیولوژیکی در شهرستان اسلامشهر با سامانه اطلاعات جغرافیایی (Arc GIS ,۱۰,۱) تعیین گردید. حداقل سطح منابع مختلف در نشر ذرات معلق تعیین گردید (۱۴).

جدول۱- شاخص آلودگی میکروبی (IMA) هوای کلاس و کاربرد آن

شماره	ارزش IMA	درجه
۱	۰-۵	خیلی خوب
۲	۶-۲۵	خوب
۳	۲۶-۵۰	متوسط
۴	۵۱-۷۵	ضعیف
۵	≥ ۷۵	خیلی ضعیف

یافته‌ها

بر اساس نتایج فرم ارزیابی وضعیت بهداشت محیط مدارس، میانگین قدمت ساختمان دبیرستان‌های بررسی‌شده ۷±۲۵سال به دست آمد. میانگین امتیاز وضعیت بهداشت محیط دبیرستان‌های بررسی‌شده ۴۶ خوب ارزیابی شد. پنجره کلاس‌ها دارای توری بوده ولی فاقد سیستم تهویه بودند. به‌عبارت‌دیگر تهویه کلاس‌ها به‌طور طبیعی و از طریق پنجره و در انجام می‌شود. جنس مواد مورداستفاده در ساخت دبیرستان‌های بررسی‌شده خشت و گل بود.

بر اساس نتایج فرم ارزیابی سندرم ساختمان بیمار، از کل ۱۲۶ دانش‌آموز بررسی‌شده درمجموع کلاس‌های دو دبیرستان، ۵۳٪ و ۴۷٪ پاسخگویان به ترتیب در دبیرستان پیام قرآن و عدالت مشغول تحصیل بودند. میانگین سنی و مدت حضور در کلاس درس به ترتیب ۱۶/۷ (۱۷-۱۶) سال و ۱±۷ ساعت بود.

جدول ۲، اثر متغیر موقعیت جغرافیایی دبیرستان در رابطه با نشانگان شیوع سندرم ساختمان بیمار در دانش‌آموزان شهرستان اسلامشهر در سال ۱۳۹۳-۱۳۹۲ را نشان می‌دهد. نشانگان شیوع سندرم ساختمان بیمار در دبیرستان عدالت بیش از پیام قرآن به دست آمد. نشانگان چشم، تنفس، روان‌شناختی، پوست و معده برحسب درصد به ترتیب ۴۳/۷، ۲۹/۶، ۱۸/۶، ۶/۷ و ۱/۴ در دبیرستان عدالت به دست آمد. نشانگان سختی تنفس و تنفس منقطع در دانش‌آموزان دبیرستان عدالت مشاهده نشد. نشانگان خشکی گلو، عطسه، تنش عصبی و افسردگی در دانش‌آموزان دبیرستان پیام قرآن مشاهده نشد.

جدول ۳ الی ۵، ارزیابی کیفیت هوا را نشان می‌دهد. نتایج اندازه‌گیری میانگین غلظت ذرات نشان دادند که غلظت ذرات در هوای داخل و خارج دبیرستان‌های عدالت و پیام قرآن در فصل بهار و پاییز با استانداردهای سازمان بهداشت جهانی و سازمان محیط زیست تایوان مطابقت دارد. میانگین غلظت ذرات PM۱۰، PM۲,۵ و PM۱ در هوای آزاد دبیرستان عدالت در فصل پاییز برحسب mg/m^3 به ترتیب ۱۵، ۱۰ و ۳ به دست آمد. میانگین غلظت ذرات PM۱۰، PM۲,۵ و PM۱ در هوای آزاد دبیرستان پیام قرآن در فصل پاییز برحسب mg/m^3 به ترتیب ۱۳، ۸ و ۳ به دست آمد. میانگین غلظت ذرات PM۱۰، PM۲,۵ و PM۱ در هوای آزاد دبیرستان عدالت در فصل بهار برحسب$mg/m3$ به ترتیب ۱۲، ۹ و ۲ به دست آمد. میانگین غلظت ذرات PM۱۰، PM۲,۵ و PM۱ در هوای آزاد دبیرستان پیام قرآن در فصل بهار برحسب mg/m^3 به ترتیب ۱۰، ۷ و ۲ به دست آمد. میانگین غلظت ذرات در هوای داخل دبیرستان عدالت

Archive of SID

www.SID.ir

به این صورت بود: دوم انسانی طبقه اول >سرویس بهداشتی>کلاس A۳ طبقه دوم. میانگین غلظت ذرات در هوای داخل دبیرستان پیام قرآن به‌صورت زیر است: سوم تجربی طبقه اول >سرویس بهداشتی >کلاس دوم تجربی طبقه دوم. میانگین تعداد باکتری‌های گرم مثبت، گرم منفی و قارچ‌ها در هوای آزاد دبیرستان پیام قرآن در فصل پاییز برحسب CFU/m^3 به ترتیب ۱۸۷، ۹۷ و ۱۳۷۶ به دست آمد. میانگین تعداد باکتری‌های گرم مثبت، گرم منفی و قارچ‌ها در هوای آزاد دبیرستان عدالت در فصل پاییز برحسب CFU/m^3 به ترتیب ۲۵۲، ۸۳ و ۲۲۰۵ به دست آمد. میانگین تعداد باکتری‌های گرم مثبت، گرم منفی و قارچ‌ها در هوای آزاد دبیرستان پیام قرآن در فصل بهار برحسب CFU/m^3 به ترتیب ۱۶۵، ۵۵ و ۱۱۰۰ به دست آمد. میانگین تعداد باکتری‌های گرم مثبت، گرم منفی و قارچ‌ها در هوای آزاد دبیرستان عدالت در فصل بهار برحسب CFU/m^3 به ترتیب ۲۰۸، ۶۹ و ۱۶۵۲ به دست آمد. میانگین تعداد باکتری‌های گرم مثبت، گرم منفی و قارچ‌ها در هوای داخل دبیرستان عدالت در فصل پاییز و بهار به‌صورت زیر است: دوم انسانی طبقه اول>سرویس بهداشتی >کلاس A۳ طبقه دوم. میانگین تعداد باکتری‌های گرم مثبت، گرم منفی و قارچ‌ها هوای داخل دبیرستان پیام قرآن در فصل پاییز و بهار به‌صورت زیر است: سوم تجربی طبقه اول >سرویس بهداشتی >کلاس دوم تجربی طبقه دوم. همان‌طور که نتایج نشان می‌دهند تعداد کلنی باکتری گرم منفی در ایستگاه‌های نمونه‌برداری در سطح ضعیف استاندارد AMI (۵۷-۱۵) قرار دارند. تعداد کلنی باکتری گرم مثبت در ایستگاه‌های نمونه‌برداری ۷/۴۶ ٪ (۷) در سطح خیلی ضعیف استاندارد AMI(≥۷۵) قرار دارند.

جدول ۲. درصد شیوع نشانگان سندرم ساختمان بیمار در مدارس بررسی‌شده

نشانگان		دبیرستان عدالت فراوانی (تعداد، ٪)	دبیرستان پیام قرآن فراوانی (تعداد، ٪)
چشم	خارش، خشکی و سوزش چشم	۱۶ (۷/۷)	۱۰ (۱۶/۷)
	سردرد	۱۶ (۷/۷)	۸ (۱۳/۳)
	خستگی چشم	۶ (۳)	۵ (۸/۳)
	سردرد خفیف	۲۵ (۱۲)	۳ (۵)
	سرگیجه و سردرد خفیف	۲۸ (۱۳/۳)	۶ (۱۰)
تنفسی	آسم(خس‌خس)	۶ (۲/۹)	۳ (۵)
	خشکی و درد گلو	۱۱ (۵/۲)	۰ (۰)
	سختی تنفس	۰ (۰)	۱ (۱/۸)
	گرفتگی بینی، سینوس، آبریزش و گرفتگی بینی	۱۶ (۷/۷)	۸ (۱۳/۳)
	سرفه	۸ (۳/۸)	۲ (۳/۳)
	عطسه	۲۱ (۱۰)	۰ (۰)
	تنفس منقطع	۰ (۰)	۲ (۳/۳)
روان‌شناختی	عصبی بودن	۱۶ (۷/۷)	۰ (۰)
	عدم تمرکز و یادآوری	۱۳ (۶/۲)	۳ (۵)
	افسردگی	۱۰ (۴/۷)	۰ (۰)
پوستی	خشکی و خراش پوست	۱۴ (۶/۷)	۶ (۱۰)
سایر نشانگان	تهوع، اختلال معده	۳ (۱/۴)	۳ (۵)

جدول ۳. وضعیت هواشناسی هوای داخل و آزاد منطقه نمونه برداری در فصل های مختلف سال ۱۳۹۳-۱۳۹۲

ایستگاه نمونه برداری	فصل	هوای آزاد		هوای داخل	
		متوسط دمای محیط (درجه سانتی گراد)	متوسط رطوبت محیط (٪)	متوسط دمای محیط (درجه سانتی گراد)	متوسط رطوبت محیط (٪)
دبیرستان عدالت	بهار	۲۶/۵	۲۶/۹	۳۳/۲	۳۳/۴
	پاییز	۱۶/۹	۳۲/۴	۲۳/۷	۳۵/۴
دبیرستان پیام قرآن	بهار	۲۸/۳	۲۶	۳۴/۷	۳۲/۹
	پاییز	۱۸/۶	۳۲/۱	۲۵/۲	۳۳/۶

www.SID.ir

جدول ۴. نتایج نمونه برداری ذرات معلق هوای داخل و آزاد منطقه نمونه برداری در فصل های مختلف سال ۱۳۹۳-۱۳۹۲

ایستگاه نمونه برداری	گستره قطر ذرات	غلظت (mg/m۳)			
		دبیرستان عدالت		دبیرستان پیام قرآن	
		فصل بهار	فصل پاییز	فصل بهار	فصل پاییز
کلاس طبقه اول (خالی)	PM۱۰	۱۴	۱۸	۱۲	۱۵
	PM۲.۵	۱۰	۱۱	۸	۱۰
	PM۱	۳	۴	۳	۴
کلاس طبقه اول (پر)	PM۱۰	۲۰	۲۶	۱۴	۱۹
	PM۲.۵	۱۴	۱۵	۱۰	۱۱
	PM۱	۵	۶	۴	۵
کلاس طبقه دوم (خالی)	PM۱۰	۱۶	۲۰	۱۳	۱۷
	PM۲.۵	۱۲	۱۳	۹	۱۲
	PM۱	۵	۶	۴	۵
کلاس طبقه دوم (پر)	PM۱۰	۲۵	۳۴	۲۰	۲۸
	PM۲.۵	۱۸	۱۹	۱۴	۱۵
	PM۱	۶	۷	۵	۶
هوای آزاد	PM۱۰	۱۲	۱۵	۱۰	۱۳
	PM۲.۵	۹	۱۰	۷	۸
	PM۱	۲	۳	۲	۳
سرویس بهداشتی	PM۱۰	۱۷	۲۲	۱۴	۱۸
	PM۲.۵	۱۳	۱۴	۱۰	۱۳
	PM۱	۶	۷	۵	۶

جدول -۵ نتایج نمونه‌برداری آئروسل‌های بیولوژیکی هوای داخل و آزاد منطقه نمونه‌برداری در فصل‌های مختلف سال ۱۳۹۳-۱۳۹۲

ایستگاه نمونه برداری	گستره بایوآئروسل ها	تعداد (CFU/m۳)			
		دبیرستان عدالت		دبیرستان پیام قرآن	
		فصل بهار	فصل پاییز	فصل بهار	فصل پاییز
کلاس طبقه اول (خالی)	باکتری گرم مثبت	۲۱۰	۲۵۴	۱۶۷	۱۸۹
	باکتری گرم منفی	۷۱	۸۵	۵۷	۹۹
	قارچ ها	۱۶۵۴	۲۲۰۷	۱۱۱۲	۱۳۷۸
کلاس طبقه اول (پر)	باکتری گرم مثبت	۲۳۸	۲۸۲	۱۹۵	۲۱۷
	باکتری گرم منفی	۷۹	۹۳	۶۵	۷۲
	قارچ ها	۱۸۵۲	۲۴۰۵	۱۳۰۰	۱۵۷۶
کلاس طبقه دوم (خالی)	باکتری گرم مثبت	۲۱۲	۲۵۶	۱۶۹	۱۹۱
	باکتری گرم منفی	۷۳	۸۷	۵۹	۱۰۱
	قارچ ها	۱۶۵۶	۲۲۰۹	۱۱۱۴	۱۳۸۰
کلاس طبقه دوم (پر)	باکتری گرم مثبت	۲۶۸	۳۱۲	۲۲۵	۲۴۷
	باکتری گرم منفی	۸۹	۱۰۳	۷۵	۸۲
	قارچ ها	۲۰۵۲	۲۶۰۵	۱۵۰۰	۱۷۷۶
هوای آزاد	باکتری گرم مثبت	۲۰۸	۲۵۲	۱۶۵	۱۸۷
	باکتری گرم منفی	۶۹	۸۳	۵۵	۹۷
	قارچ ها	۱۶۵۲	۲۲۰۵	۱۱۰۰	۱۳۷۶
سرویس بهداشتی	باکتری گرم مثبت	۲۶۱	۳۰۴	۲۱۸	۲۴۰
	باکتری گرم منفی	۸۶	۱۰۱	۷۲	۷۹
	قارچ ها	۲۰۰۲	۲۵۵۵	۱۴۵۰	۱۷۲۶

Archive of SID

www.SID.ir

مقایسه آماری متغیر تعداد آئروسل‌های بیولوژیکی هوای داخلی کلاس و متغیرهای موردبررسی نظیر رطوبت نسبی، دما، موقعیت مدارس، فصل سال، موقعیت کلاس‌های درس، تراکم دانش‌آموز و حضور و عدم حضور دانش‌آموز در جدول ۶ نشان داده‌شده است. همان‌طوری که در جدول ۶ مشاهده می‌شود، مقدار همبستگی معنی‌داری بین تعداد آئروسل‌های بیولوژیکی هوای داخل کلاس با رطوبت نسبی، دما، موقعیت مدارس و تراکم دانش‌آموزان به دست آمد ($P > ۰/۰۵$). مقدار همبستگی نزدیک به معنی‌داری بین تعداد آئروسل‌های بیولوژیکی هوای داخل کلاس با فصل سال به دست آمد ($P < ۰/۰۵$). مقدار همبستگی معنی‌داری بین تعداد آئروسل‌های بیولوژیکی هوای داخل کلاس با موقعیت کلاس و حضور و عدم حضور دانش‌آموزان به دست نیامد ($P < ۰/۰۵$).

جدول ۶ . مقایسه آماری متغیر تعداد آئروسل‌های بیولوژیکی هوای داخل کلاس و متغیرهای موردبررسی

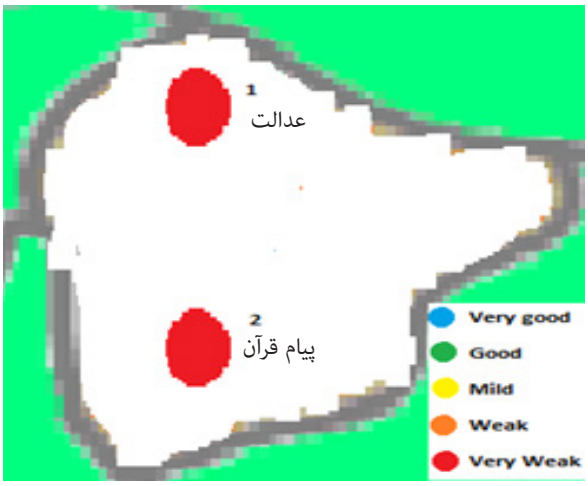
شماره	متغیر*	P value	R۲
۱	رطوبت نسبی	(S) ۰/۰۰۱	۰/۸۶۴
۲	موقعیت مدارس	(S) ۰/۰۰۱	۰/۸۶۱
۳	فصل‌های سال	(NS) ۰/۰۶	۰/۱۳۷
۴	موقعیت کلاس‌های درس	(NS) ۰/۶۴۰	۰/۰۰۱
۵	حضور و عدم حضور دانش‌آموز	(NS) ۰/۱۸۴	۰/۰۱۷
۶	تراکم دانش‌آموز	(S) ۰/۰۰۱	۰/۸۶۷
۷	دما	(S) ۰/۰۰۱	۰/۸۶۳

*متغیرهای کیفی به‌صورت کمی تبدیل شدند.

حداقل سطح منابع مختلف در نشر ذرات معلق در هوای آزاد در جدول ۷ نشان داده‌شده است.

جدول -۷ مقدار نشر ذرات معلق در هوای آزاد شهرستان اسلامشهر

شماره	نام منبع	دبیرستان عدالت	دبیرستان پیام قرآن
۱	خودروها	۴۲/۵	۴۵/۶
۲	مسکونی	۳۶/۷	۳۸/۶
۳	اماکن عمومی	۴/۵	۵/۶
۴	کشاورزی	۷/۱	۶/۰
۵	صنایع کوچک	۹/۱	۳/۹
۶	فرودگاه	۰/۱	۰/۳



شکل ۲: نقشه پراکنش بایوآئروسل ها در ایستگاه های نمونه برداری

بحث

کرمانی و همکاران نشان دادند که بیش‌تر مدارس موردمطالعه ازنظر وضعیت بهداشت محیط بر اساس آیین‌نامه بهداشت محیط مدارس، به‌جز تسهیلات بهداشتی که در وضعیت ضعیفی قرار داشتند، دارای وضعیتی در حد متوسط بودند (۱۵).

بر طبق نتایج حاصل از بررسی فرم سندرم ساختمان بیمار میانگین مدت حضور در دبیرستان عدالت بیش از پیام قرآن است. بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری نمود که طولانی‌تر بودن زمان حضور و تردد بیش‌تر دانش‌آموزان در دبیرستان عدالت ازجمله عوامل مؤثر در افزایش تعداد بایوآئروسل ها در هوای داخلی کلاس در مقایسه با دبیرستان پیام قرآن است. جو و سئو نشان دادند که افزایش متغیرهای اشغال، فعالیت و مدت استفاده از کلاس به افزایش تعداد بایوآئروسل ها در هوای داخلی کلاس در مدارس ابتدایی در مقایسه با کافی‌نت منجر می‌شود (۱۶).

بر طبق نتایج حاصل از بررسی شیوع نشانگان سندرم ساختمان بیمار در دانش‌آموزان دو دبیرستان بررسی‌شده می‌توان نتیجه‌گیری نمود که تعداد بیش‌تر بایوآئروسل ها به‌ویژه قارچها در هوای داخلی کلاس دبیرستان عدالت ازجمله عوامل مؤثر در افزایش شیوع نشانگان سندرم ساختمان بیمار در مقایسه باکلاس دبیرستان پیام قرآن است. زانگ و همکاران نشان دادند که شیوع نشانگان موکوزال و عمومی سندرم ساختمان بیمار در ۱۱۴۳ دانش‌آموزان بررسی‌شده برحسب درصد به ترتیب ۳۲ و ۲۸ می‌باشند (۱۷).

همچنین سایجو و همکاران نتیجه‌گیری نمودند که کپک و رطوبت می‌تواند در مورد نشانگان سندرم ساختمان بیمار در دانش‌آموزان مدارس از اثر بهداشتی برخوردار باشند (۱۸). بر طبق نتایج حاصل از بررسی اثر متغیرهای محیطی رطوبت نسبی و دما روی تعداد بایوآئروسل ها در هوای داخل کلاس دو دبیرستان بررسی‌شده می‌توان نتیجه‌گیری نمود که گستره دمای داخل کلاس، به‌عنوان عامل مهم رشد قارچها، در دبیرستان عدالت و پیام قرآن برچسب

Archive of SID
www.SID.ir

درجه سانتی گراد به ترتیب ۳۳/۲-۲۳/۷ و ۲۵/۲-۳۴/۷ می‌تواند شرایط را برای رشد قارچ‌ها فراهم کند. به‌عبارت‌دیگر کمینه دمای بهینه برای رشد قارچ‌ها در داخل ساختمان ۲۰ درجه سانتی گراد می‌باشد. واچر و همکاران نشان دادند که گستره دمای داخلی ساختمان ۲۵۰-۲۰ درجه سانتی گراد و pH ۶/۵-۵ داخل ساختمان بهترین رشد را برای اکثر قارچ‌ها امکان‌پذیر می‌کند (۱۹).

گستره دما و رطوبت نسبی هوای داخل کلاس به ترتیب ۳۴/۷-۲۳/۷ درجه سانتی گراد و ۳۵/۴-۳۲/۹ به دست آمد. زانگ و همکاران گستره دما و رطوبت نسبی هوای داخل کلاس را به ترتیب ۱۸/۴-۱۲ درجه سانتی گراد و ۶۱/۶-۳۰/۹ اعلام نمودند (۱۷). نتایج نشان دادند که نوسانات دما و رطوبت نسبی در فصل پاییز به افزایش تعداد و تنوع بایوآئروسل ها منجر می‌شود. بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری نمود که دما و رطوبت نسبی بر روی نوسانات فصلی تعداد و نوع میکروب‌ها هوای داخلی کلاس مؤثر است. لی و همکاران نشان دادند که تعداد بایوآئروسل ها در هوای داخل بیمارستان با شرایط محیطی از قبیل دما، رطوبت نسبی و فشار ارتباط دارد (۲۰).

کاربرد تجهیزات و شوینده‌ها برای شستشوی کلاس‌ها به افزایش رشد و ماندگاری ارگانیسم‌ها به علت افزایش رطوبت نسبی هوای داخلی کلاس منجر می‌شود. کنترل سرعت جریان هوا و فشار هوا در داخل کلاس به پیشگیری از ورود عوامل بیماری‌زای هوابرد به داخل کلاس منجر می‌شود. می‌توان نتیجه‌گیری نمود که سرعت ضعیف جریان هوای داخل کلاس به مکش و ورود عوامل بیماری‌زای هوابرد از بیرون به داخل کلاس به علت عدم فشار مثبت منجر می‌شود. این یافته تحقیق با تحقیق انجام‌شده توسط ایخاز و همکاران مطابقت دارد (۲۱).

روند کاهش دما در فصل پاییز به افزایش تعداد بایوآئروسل ها در هوای آزاد به علت کاهش تابش فرابنفش نور خورشید منجر می‌شود. این یافته تحقیق با تحقیق انجام‌شده توسط فانگ و همکاران مطابقت دارد (۲۲).

مقایسه آماری نشان داد اختلاف معنی‌دار آماری بین تعداد بایوآئروسل ها هوای داخل کلاس دو دبیرستان بررسی‌شده و متغیرهای رطوبت و دما وجود دارد ($P > ۰/۰۰۱$).

بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری نمود که بین تعداد بایوآئروسل ها هوای داخل کلاس و متغیرهای دما و رطوبت نسبی همبستگی مثبت وجود دارد. اوبارد و فانگ نشان دادند که بین تراکم جمعیت باکتری‌ها و رطوبت نسبی هوای داخل بیمارستان‌ها اختلاف معنی‌دار آماری وجود دارد (۲۳). ۴ گونه باکتریایی و ۴ جنس قارچ از هوای نمونه‌برداری شده به‌منظور بررسی تعداد بایوآئروسل ها، شناسایی شد. میانگین تعداد جنس‌های قارچی آسپرژیلوس فومیگاتوس و پنی سیلیوم شناسایی‌شده در هوای داخلی کلاس طبقه دوم دبیرستان عدالت در حالت پر بودن در فصل پاییز برحسب CFU/m^3 به ترتیب ۸۵۵ و ۶۴۵ به دست آمد. جو و سئو نشان دادند که جنس‌های قارچی شناسایی‌شده در هوای داخلی مدارس ابتدایی به ترتیب اهمیت شامل کلادوسپوریدیوم، پنی سیلیوم، آسپرژیلوس و آلترناریا است (۱۶). تعداد و تنوع جنس قارچ‌ها را می‌توان به متغیرهایی از قبیل فصل نمونه‌برداری، موقعیت مدارس، موقعیت کلاس درس، عملیات کاخ داری و اشغال نسبت داد. این یافته تحقیق با تحقیق انجام‌شده توسط سایتور و همکاران مطابقت دارد (۲۴).

در خصوص تعداد زیاد آسپرژیلوس در هوای داخلی کلاس می‌توان نتیجه‌گیری نمود که منابع بالقوه نشر این‌گونه از قبیل خاک و رطوبت در کلاس درس وجود دارند. بیش‌ترین تعداد بایوآئروسل ها در هوای داخلی کلاس طبقه دوم دبیرستان عدالت در فصل پاییز هنگام پر بودن کلاس مشاهده شد. دبیرستان مذکور در شمال منطقه واقع‌شده است می‌توان زیاد بودن تعداد بایوآئروسل ها را به رطوبت نسبی بیش‌تر، فعالیت، عملیات کاخ داری و تراکم دانش‌آموز بیش‌تر نسبت داد. بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری نمود که هوای داخل کلاس تابع هوای آزاد است. جو و سئو نشان دادند که تعداد بایوآئروسل ها در هوای داخلی مدارس ابتدایی تابع فصل سال است (۱۶).

روند نوسانات فصلی تعداد بایوآئروسل ها در هوای داخلی کلاس وابسته به دما و رطوبت نسبی می‌باشد. فعالیت دانش‌آموز هنگام پر بودن کلاس درس به تعلیق مجدد اسپورها در هوای داخلی کلاس منجر می‌شود. در خصوص میانگین تعداد باکتری‌ها در هوا می‌توان نتیجه‌گیری نمود که تعداد کلنی‌های باکتری گرم منفی در ایستگاه‌های نمونه‌برداری در سطح ضعیف استاندارد IMA (۷۵-۵۱) قرار دارند. تعداد کلنی‌های باکتری گرم مثبت در ایستگاه‌های نمونه‌برداری ۴۶/۷ (۷) در سطح خیلی ضعیف استاندارد IMA (۷۵ ≤) قرار دارند. پگاز و همکاران نشان دادند که میانگین تعداد باکتری‌ها و قارچ‌ها در هوای داخل و آزاد مدارس ابتدایی بررسی‌شده در مرکز شهر بیش از استاندارد (CFU/m^3 ۵۰۰) است (۲۵).

بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری نمود که تراکم دانش‌آموز، ذرات کنده‌شده از پوست، دفع میکروب‌ها از دستگاه تنفسی و ترابری باکتری‌ها همراه با تعلیق ذرات کف کلاس ازجمله منابع ذرات در هوای داخلی کلاس محسوب می‌شوند که به افزایش تعداد بایوآئروسل ها در هوای کلاس منجر می‌شوند. در خصوص میانگین غلظت گستره ذرات در هوا می‌توان نتیجه‌گیری نمود که ۱۰۰ میانگین غلظت گستره ذرات PM۱۰ و PM۲٫۵ در هوای داخل و خارج دبیرستان‌های عدالت و پیام قرآن در فصل بهار و پاییز کم‌تر از استانداردهای سازمان بهداشت جهانی و سازمان محیط زیست تایوان می‌باشند. بیش‌ترین غلظت گستره ذرات PM۱۰، PM۲٫۵ و PM۱ در هوای داخلی کلاس طبقه دوم دبیرستان عدالت در فصل پاییز هنگام پر بودن کلاس مشاهده شد. دبیرستان مذکور در شمال منطقه واقع‌شده است می‌توان زیاد بودن غلظت گستره ذرات را به فعالیت و تراکم دانش‌آموز بیش‌تر نسبت داد. میانگین نسبت گستره

Archive of SID

www.SID.ir

ذرات PM۱۰، PM۲,۵ و PM۱ در هوای داخلی به هوای آزاد (I/O) به ترتیب ۱/۵، ۱/۴ و ۱/۹ به دست آمد. بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری نمود که غلظت ذرات ریز هوای داخل کلاس تابع هوای آزاد است. پگاز و همکاران نشان دادند که میانگین نسبت I/O ذرات PM۱۰ در مدارس ابتدایی بررسی‌شده در مرکز شهر ۰/۸۸±۲/۴ است (۲۵). می‌توان نتیجه‌گیری نمود که فعالیت دانش‌آموز هنگام پر بودن کلاس درس به تعلیق مجدد ذرات درشت و افزایش غلظت ذرات PM۱۰ در هوای داخلی کلاس منجر می‌شود. بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری نمود که خاک ته کفش دانش‌آموز، ذرات لباس و فرسایش تجهیزات کلاس ازجمله منابع ذرات در هوای داخلی کلاس محسوب می‌شوند که به افزایش غلظت ذرات PM۱۰ در هوای کلاس منجر می‌شوند. شناسایی منابع نشر ذرات معلق در هوای آزاد دو دبیرستان ازجمله نقاط قوت تحقیق محسوب می‌شوند. عدم اندازه‌گیری آلاینده‌های دیگر از قبیل ترکیبات آلی فرار ازجمله محدودیت‌های این تحقیق محسوب می‌شود. بنابراین برای مطالعات آینده پیشنهاد می‌شود اثر آلاینده‌های دیگر در هوای داخلی کلاس بر دانش‌آموزان و در سایر محیط‌های بسته نیز بررسی گردد.

نتیجه‌گیری:

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده تعداد آئروسل‌های بیولوژیکی در هوای داخل کلاس با افزایش تعداد دانش‌آموزان افزایش می‌یابد. با افزایش طبقات ساختمان دبیرستان تعداد بایوآئروسل‌های بیولوژیکی در نیز افزایش می‌یابد. نتایج نشان دادند که تعداد بیش‌تر آئروسل‌های بیولوژیکی در کلاس با تعداد دانش‌آموزان بیش‌تر می‌تواند در طولانی‌مدت عارضه‌های تنفسی و عوارض آلرژیک شدید را برای دانش‌آموزان به همراه داشته باشد.

تشکر و قدردانی:

این مقاله حاصل بخشی از پایان‌نامه با عنوان بررسی بایوآئروسل ها در هوای داخلی مدارس منتخب مقطع متوسطه شهرستان اسلامشهر در سال۱۳۹۳-۱۳۹۲ است. نویسندگان مقاله از حمایت آزمایشگاهی گروه محیط‌زیست مهندسی منابع طبیعی گرایش آلودگی محیط‌زیست دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات دماوند تشکر و قدردانی می‌نمایند.

REFERENCES:

1. Chan P, Yu P, Cheng Y, Chan C, Wong P. Comprehensive characterization of indoor airborne bacterial profile. Journal of Environmental Sciences. 2009;21(8):1148-52.

2. Paula CR, Krebs VL, Auler ME, Ruiz LS, Matsumoto FE, Silva EH, et al. Nosocomial infection in newborns by Pichia anomala in a Brazilian intensive care unit. Medical mycology. 2006;44(5):479-84.

3. Hwang GB, Jung JH, Jeong TG, Lee BU. Effect of hybrid UV-thermal energy stimuli on inactivation of S. epidermidis andB. subtilis bacterial bioaerosols. Science of the total environment. 2010;408(23):5903-9.

4. Khan AAH, Karuppayil SM. Potential natural disinfectants for indoor environments. International Journal of Clinical Aromatherapy. 2010; 7(1): 1-5.

5. Chen F, Yang X, Mak HK, Chan DW. Photocatalytic oxidation for antimicrobial control in built environment: A brief literature overview. Building and Environment. 2010;45(8):1747-54.

6. Lee SJ, Park JS, Im HT, Jung H-I. A microfluidic ATP-bioluminescence sensor for the detection of airborne microbes. Sensors and Actuators B: Chemical. 2008;132(2):443-8.

7. Griffiths W, Bennett A, Speight S, Parks S. Determining the performance of a commercial air purification system for reducing airborne contamination using model micro-organisms: a new test methodology. Journal of hospital infection. 2005;61(3):242-7.

8. Taheri S, Golbabaei F. The study of aerosol and bioaerosol in home carpet weaving workshops rural Isfahan. Journal of Health Researching. 2011; 6 (2): 351-56.

9. Dehghani M, Saeedi Aboueshaghi A, Zamanian Z. A study of the relationship between indoor and outdoor particle concentrations in Hafez Hospital in Shiraz, Iran. Journal of Health Ressearching. 2013;8(7):1348-55

Archive of SID
www.SID.ir

10. Hoseinzadee A, samarghandi MR, Gheiaseian Seed A, Alikhanee MY, Roshanae Gh, Moghadam Shakeeb M. Investigation of bioaerosols quantity and qualitative in wards inside air in state hospitals in Hamedan in 2011. Quaternary Research Journal of Lorestan of Medical Sciences. 2012;14(4): 29-39.

11. Kim K-Y, Kim H-T, Kim D, Nakajima J, Higuchi T. Distribution characteristics of airborne bacteria and fungi in the feedstuff-manufacturing factories. Journal of hazardous materials. 2009;169(1):1054-60.

12. Gangneux J-P, Robert-Gangneux F, Gicquel G, Tanquerel J-J, Chevrier S, Poisson M, et al. Bacterial and fungal counts in hospital air: comparative yields for 4 sieve impactor air samplers with 2 culture media. Infection Control. 2006;27(12):1405-8.

13. Yanawar VB, Mushtaq A, Bhosle AB, Turukmane KL, Gaikwad MN, Kharat VV, Narwade KB. Determination of culturable indoor airborne fungi in campus areas of SRTM university Nanded, India. Journal of Applied Science in Environmental Sanitation. 2014; 9 (1): 73-8.

14. Khodarahmee F, Godarzee Gh, Hashemee Shahrakee A, Alavi Bakhteiarvand NA, Ahmadi Angali K, Dehghanee M. Investigation of environmental parameters effects on suspended particles and bacteria concentration in air in different seasons in Ahvaz. New Cellular-Molecular Biotechnology Journal. 1913; 3(11): 83-90.

15. Kermani M, Farzadkia M, Yousefi Z, Ghandali R. Investigating the Environmental Health and Safety Status among Primary Schools. Journal of Mazndaran University of Medical Sciences. 2012;22(95):93-7.

16. Jo W-K, Seo Y-J. Indoor and outdoor bioaerosol levels at recreation facilities, elementary schools, and homes. Chemosphere. 2005;61(11):1570-9.

17. Zhang X, Zhao Z, Nordquist T, Larsson L, Sebastian A, Norback D. A longitudinal study of sick building syndrome among pupils in relation to microbial components in dust in schools in China. Science of the total environment. 2011;409(24):5253-9.

18. Saijo Y, Nakagi Y, Ito T, Sugioka Y, Endo H, Yoshida T. Dampness, food habits, and sick building syndrome symptoms in elementary school pupils. Environmental Health Preview Medicine. 2010; 15: 276-84.

19. Vacher S, Hernandez C, Bärtschi C, Poussereau N. Impact of paint and wall-paper on mould growth on plasterboards and aluminum. Building and Environment. 2010;45(4):916-21.

20. Lee LD, Berkheiser M, Jiang Y, Hackett B, Hachem RY, Chemaly RF, et al. Risk of bioaerosol contamination with Aspergillus species before and after cleaning in rooms filtered with high-efficiency particulate air filters that house patients with hematologic malignancy. Infection Control. 2007;28(09):1066-70.

21. Ekhaise F, Ighosewe O, Ajakpovi O. Hospital indoor airborne microflora in private and government owned hospitals in Benin City, Nigeria. World Journal of Medical Sciences. 2008;3(1):19-23.

22. Fang Z, Ouyang Z, Zheng H, Wang X, Hu L. Culturable airborne bacteria in outdoor environments in Beijing, China. Microbial Ecology. 2007;54(3):487-96.

23. Obbard JP, Fang LS. Airborne concentrations of bacteria in a hospital environment in Singapore. Water, Air, and Soil Pollution. 2003;144(1-4):333-41.

24. Sautour M, Sixt N, Dalle F, L'Ollivier C, Fourquenet V, Calinon C, et al. Profiles and seasonal distribution of airborne fungi in indoor and outdoor environments at a French hospital. Science of the total environment. 2009;407(12):3766-71.

25. Pegas P, Nunes T, Alves C, Silva J, Vieira S, Caseiro A, et al. Indoor and outdoor characterisation of organic and inorganic compounds in city centre and suburban elementary schools of Aveiro, Portugal. Atmospheric Environment. 2012;55:80-9.

Archive of SID

www.SID.ir

Investigation of the Bio-aerosols Concentration from High Schools Indoor Air in Islamshahr County in 1392-1393

Kashi G[1*], Bigloo H[2]

Abstract

Background and Objective: Due to susceptible pupil population to airborne diseases, it is important that monitoring of indoor and ambient air quality in schools. The number of bioaerosols is related to spreading diseases in pupils that spend 6 hours in schools. The aim of this research is to determine type and number of bioaerosols in indoor and ambient air in schools, geographical situation and season effects on number of bioaerosols.

Materials and Methods: This descriptive-analytical study is carried out in Adalat and Payam ghoran girl high schools in Slamshahr in a period of 22/10/2013 to 21/5/2014. The air sampling for assessing of bioaerosols number in indoor and ambient air is carried out by microbial air direct sampler (Quick Take-30) at 28.3 L/min flow rate. The results are compared with European Guide to Good Manufacturing Practice (EU GMP) standard and specified pollution level of station.

Results: The mean bacterial and fungal number of indoor air is higher than ambient air in classes. Also, the mean airborne bacterial and fungal number in the second floor is the most. The presence of *Aspergillus* and *Penicillum* is tangible both of environments.

Conclusion: The findings indicate that higher bioaerosols number in class with higher pupils number may be resulted in respiratory disorders and aeroallergen acute symptoms in long term.

Keywords: *Air pollution, Bioaerosols, High school, Islamshahr.*

1. Department of Environmental Health Engineering, Islamic Azad University, Tehran Medical Sciences Branch, Tehran, Iran
2. Department of Natural Sources Engineering, Environmental Pollution, Department of Environmental, Islamic Azad University, Damavand Pardice Science and Research Branch, Damavand, Iran
***Corresponding Author:** g.kashi@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir