

بررسی بایوآئروسول ها در دبیرستان های دخترانه شهرستان اسلامشهر در سال ۱۳۹۲-۱۳۹۳

گیتی کاشی^{۱*}، هما بیگلر^۲

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 دانش آموزان که احتمال ابتلا به بیماری های منتقله از هوا در آنان بیش تر است، حائز اهمیت است. تعداد آئروسول های بیولوژیکی هوابرد با انتشار بیماری ها در دانش آموزان که به طور متوسط ۶ ساعت در مدارس حضور دارند ارتباط دارد. اهداف این مطالعه تعیین نوع و تعداد آئروسول های بیولوژیکی در هوای داخل و آزاد مدارس، تعیین تأثیر موقعیت جغرافیایی مدارس و فصل روی تعداد آئروسول های بیولوژیکی است.

روش بررسی: این تحقیق از نوع توصیفی-تحلیلی در دبیرستان های دخترانه عدالت و پیام قرآن شهرستان اسلامشهر در بازه زمانی ۱۳۹۲/۹/۱ الی ۱۳۹۳/۲/۳۱ انجام گرفت. نمونه برداری از هوا برای ارزیابی تعداد آئروسول های بیولوژیکی در هوای داخل و آزاد توسط نمونه بردار مستقیم میکروبی هوا Quick Take-۳۰ با شدت جریان عبور هوا (۲۸/۳ لیتر در دقیقه) انجام گرفت. کلیه نتایج به دست آمده با استاندارد EU GMP مقایسه و سطح آلودگی هر ایستگاه مشخص گردید.

یافته ها: میانگین تعداد باکتری ها و قارچ های هوابرد داخل کلاس ها از هوای آزاد بیش تر است. همچنین میانگین تعداد باکتری ها قارچ های هوابرد در کلاس طبقه دوم تفاوت زیادی با بخش های دیگر مدرسه دارد. حضور میکروارگانیسم اسپریلوس و پنسیلیوم در هر دو محیط محسوس می باشد.

نتیجه گیری: یافته ها نشان دادند که تعداد بیش تر آئروسول های بیولوژیکی در کلاس با تعداد دانش آموزان بیش تر می تواند در طولانی مدت به عارضه های تنفسی و عوارض آلرژیک شدید در دانش آموزان منجر شود.

واژگان کلیدی: آلودگی هوا؛ آئروسول های بیولوژیکی؛ اسلامشهر؛ دبیرستان

مقدمه

و اسپور آن ها هستند. تماس با آن ها به اثرات نامطلوب از قبیل حساسیت، مسمومیت، عفونت و مشکلات تنفسی منجر می شود (۴). مننگوکوکوس (عامل مننژیت)، استریتوکوکوس (عامل ذات الریه) و لژیونلا از جمله مهم ترین عوامل آئروسول های باکتریایی محسوب می شوند. بیماری لژیونر نوعی پنومونی است که در اثر تنفس باکتری لژیونلا پنوموفیلیا دارای اندازه ۵-۱ میکرون توسط سیستم تهویه مطبوع بروز می کند. بیماری ایمونوتوکسیک موجب تورم آلئول ششی به علت مایکوتوکسین ها و اندوتوکسین های تولید شده به وسیله قارچ ها و باکتری ها می شود. آئروسول های بیولوژیکی می توانند ذرات جامد، مایع و ترکیبات آلی فرار باشند (۵). منابع طبیعی آئروسول های بیولوژیکی در مدارس شامل سرفه و عطسه می شوند. احتمال انتقال عفونت با کاربرد سیستم تهویه مطبوع و ارتباط بین دانش آموزان بیمار با دانش آموزان سالم از طریق استنشاق آئروسول های بیولوژیکی بیماری را افزایش می یابد (۶ و ۷). آلودگی هوا به آلاینده های میکروبی

کیفیت هوای داخل مدارس و تأثیر آن بر سلامت دانش آموز در مطالعات بهداشت عمومی از اهمیت زیادی برخوردار هستند. متوسط زمان حضور دانش آموزان در مدارس ۶ ساعت می باشد (۱). دانش آموز در مواجهه با عوامل فیزیکی، شیمیایی و میکروبی هوابرد در داخل کلاس قرار دارد. انتقال هوابرد یکی از مسیرهای سرایت بیماری های عفونی در دانش آموز محسوب می شود (۲). نوع و تعداد آئروسول های بیولوژیکی هوابرد در داخل کلاس با انتشار بیماری ها در دانش آموزان ارتباط دارد؛ بنابراین، کنترل غلظت و قابلیت زیست آئروسول های بیولوژیکی در هوای داخلی مدارس ضرورت دارد (۳). آئروسول های بیولوژیکی شامل باکتری ها (از قبیل پنومونیا ناشی از اکتینومیسست گرمادوست و سل)، قارچ ها (هیستوپلاسمازیس و کوکسیدیومیکوزیس)، ویروس ها (سرماخوردگی و آنفولانزا)

سایت کامپیوتر، آزمایشگاه، حیاط، سرویس بهداشتی و نمازخانه است که از نظر موقعیت جغرافیایی در شمال منطقه قرار دارد.

دبیرستان پیام قرآن دارای سه طبقه و ۱۲ کلاس، بخش عوامل اجرایی، سایت کامپیوتر، آزمایشگاه، حیاط و سرویس بهداشتی است که از نظر موقعیت جغرافیایی در جنوب منطقه واقع شده است.

۲۶ ایستگاه نمونه برداری مهم در منطقه تشخیص داده شد که ۱۰ ایستگاه (حدود ۴۰ درصد) به علت حساسیت بیش تر انتخاب گردید تا نشانگر کل محیط مدارس باشند. نقاط نمونه برداری کلاس درس، سرویس بهداشتی، سالن اجتماعات و هوای آزاد انتخاب شدند. کلاس های منتخب در دبیرستان عدالت دوم انسانی واقع در طبقه اول (مساحت 8×7 با ۲۴ دانش آموز) و کلاس A۳ واقع در طبقه دوم (مساحت 8×6 با ۳۵ دانش آموز) مناسب برای نمونه برداری تشخیص داده شد. کلاس های منتخب در دبیرستان پیام قرآن دوم تجربی واقع در طبقه دوم (مساحت 7×5 با ۳۷ دانش آموز) و کلاس سوم تجربی واقع در طبقه اول (مساحت 7×5 با ۳۰ دانش آموز) مناسب برای نمونه برداری تشخیص داده شد. تعداد نمونه ۳۶ عدد انتخاب گردید تا نشانگر و نماینده کل محیط دو مدرسه باشد. نمونه برداری از کلاس ها با دانش آموز و بدون دانش آموز 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. نمونه برداری در ساعت ۱۲-۱۰ صبح انجام گرفت. نمونه برداری از هوا برای ارزیابی تعداد آئروسل های بیولوژیکی در هوای داخل و آزاد در این پژوهش توسط روش نمونه برداری مستقیم فعال از هوای قسمت های مختلف دو مدرسه انجام شد که به وسیله دستگاه Quick take ۳۰ (مدل SKC، ساخت آمریکا) با پمپ نمونه برداری Protable ۳۰-۱۰ I با شدت جریان عبور هوای معین (۲۸/۳ لیتر در دقیقه تصحیح شده با دما، رطوبت و فشار محیط) به مدت ۲۰ دقیقه در ارتفاع ۱/۵ و ۰/۵ متری از سطح زمین به ترتیب برای نمونه برداری هوا از داخل کلاس و سرویس های بهداشتی انجام گرفت که ارتفاع تنفسی معمول افراد می باشند. فاصله دستگاه نمونه برداری از موانع و دیوارها ۱ متر می باشد. اندازه گیری رطوبت و دمای محیط با دماسنج چرخان (مدل کسلا، انگلستان) انجام گرفت. دستگاه نمونه بردار Quick Take-۳۰ با استفاده از کالیبراتور مناسب (استاندارد اولیه، انگلستان) برای حصول اطمینان از داشتن دبی مورد نظر، قبل از شروع نمونه برداری هوا کالیبره گردید. الکل اتانول ۷۰ درصد برای ضد عفونی دستگاه مورد استفاده قرار گرفت. نمونه برداری از هوا برای ارزیابی ذرات معلق در هوای داخل و آزاد در این پژوهش توسط نمونه بردار 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 نمونه بردار TSI-dust-track با استفاده از کالیبراتور مناسب نمونه بردار TSI-dust-track

به عنوان یک مشکل بهداشت عمومی مورد توجه است (۵). بر اساس آمار سازمان بهداشت جهانی سالیانه ۵۰۰۰۰ نفر پیش از رسیدن به سن بلوغ در اثر مواجهه با آئروسل های هوا برد می میرند. میکروارگانیسم ها به ویژه قارچ ها و باکتری ها نشان داده اند که از مخاطره بهداشتی برای دانش آموزان برخوردار هستند. تعداد اسپور قارچ ها در شرایط معمولی ۱۰۴-۱۰۳ عدد در مترمکعب هوا می باشد. سازمان محیط زیست تایوان استاندارد تعداد باکتری ها و قارچ ها را در هوای داخلی مدارس برحسب CFU/m^3 به ترتیب ۵۰۰ و ۱۰۰ تعیین کرده است. طبق مطالعات انجام شده در مورد آئروسل های بیولوژیکی در هوای داخلی برخی از صنایع قالببافی و مراکز بهداشتی و درمانی (بیمارستان ها) مناطقی از کشور ما نظیر اصفهان، شیراز و همدان نیز دارای آئروسل های بیولوژیکی با غلظتی بیش از استاندارد کشوری می باشد (۸-۱۰). بنابراین شناسایی میکروارگانیسم های هوا برد اهمیت دارند. آب و هوای گرم شهرستان اسلامشهر به ویژه برای تکثیر آئروسل های بیولوژیکی مرتبط با سلامت مناسب هستند. فقدان مطالعات انجام شده به خصوص در مورد مدارس ضرورت انجام تحقیق را نشان می دهند. اهداف این مطالعه، تعیین نوع و تعداد آئروسل های بیولوژیکی هوا برد در هوای داخل و آزاد مدارس، تعیین تأثیر موقعیت جغرافیایی مدارس، ابعاد کلاس و فصل کم بارش و پربارش بر روی تعداد آئروسل های بیولوژیکی است.

مواد و روش ها

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 می دهند. شکل ۱ محل نمونه برداری را نشان می دهد. مساحت شهرستان اسلامشهر و تعداد کل دانش آموزان به ترتیب حدود ۲۴۵ کیلومتر مربع و ۷۷۹۲۴ دانش آموز است که از نظر مختصات جغرافیایی در $51^{\circ} 10'$ تا $30^{\circ} 22'$ طول شمالی و $35^{\circ} 27'$ تا $34^{\circ} 42'$ عرض شرقی قرار گرفته است.



شکل ۱: محل ایستگاه های نمونه برداری

دبیرستان عدالت دارای سه طبقه و ۱۴ کلاس، بخش عوامل اجرایی،

یافته‌ها

بر اساس نتایج فرم ارزیابی وضعیت بهداشت محیط مدارس، میانگین قدمت ساختمان دبیرستان‌های بررسی‌شده 25 ± 7 سال به دست آمد. میانگین امتیاز وضعیت بهداشت محیط دبیرستان‌های بررسی‌شده ۴۶ خوب ارزیابی شد. پنجره کلاس‌ها دارای توری بوده ولی فاقد سیستم تهویه بودند. به عبارت دیگر تهویه کلاس‌ها به‌طور طبیعی و از طریق پنجره و در انجام می‌شود. جنس مواد مورد استفاده در ساخت دبیرستان‌های بررسی‌شده خشت و گل بود.

بر اساس نتایج فرم ارزیابی سندرم ساختمان بیمار، از کل ۱۲۶ دانش‌آموز بررسی‌شده در مجموع 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 (۱۶-۱۷) سال و 7 ± 1 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 PM_{10} ، $PM_{2.5}$ و PM_1 در هوای آزاد دبیرستان عدالت در فصل پاییز برحسب mg/m^3 به ترتیب ۱۵، ۱۰ و ۳ به دست آمد. میانگین غلظت ذرات PM_{10} ، $PM_{2.5}$ و PM_1 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 PM_{10} ، $PM_{2.5}$ و PM_1 در هوای آزاد دبیرستان عدالت در فصل بهار برحسب mg/m^3 به ترتیب ۱۲، ۹ و ۲ به دست آمد. میانگین غلظت ذرات PM_{10} ، $PM_{2.5}$ و PM_1 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

با استفاده از کالیبراتور مناسب (زیرو فیلتر، آمریکا) قبل از شروع نمونه‌برداری هوا کالیبره گردید. غلظت ذرات PM_{10} ، $PM_{2.5}$ و PM_1 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 37 ± 2 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 25 ± 2 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 به دست آمده 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 ($P \leq 0.05$) (SPSS) (نسخه ۱۸) برای تجزیه و تحلیل متغیرها استفاده گردید. تهیه نقشه کیفیت هوا از نظر آئروسول بیولوژیکی در شهرستان اسلامشهر با سامانه اطلاعات جغرافیایی (Arc GIS، ۲۰۰۱) تعیین گردید. حداقل سطح منابع مختلف در نشر ذرات معلق تعیین گردید (۱۴).

جدول ۱- 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	≥ 75	خیلی ضعیف

به این صورت بود: دوم انسانی طبقه اول <سرویس بهداشتی> کلاس A۳ طبقه دوم. میانگین غلظت ذرات در هوای داخل دبیرستان پیام قرآن به صورت زیر است: سوم تجربی طبقه اول <سرویس بهداشتی> کلاس دوم تجربی طبقه دوم. میانگین تعداد باکتری های گرم مثبت، گرم منفی و قارچ ها در هوای آزاد دبیرستان پیام قرآن در فصل پاییز برحسب CFU/m^۳ به ترتیب ۱۸۷، ۹۷ و ۱۳۷۶ به دست آمد. میانگین تعداد باکتری های گرم مثبت، گرم منفی و قارچ ها در هوای آزاد دبیرستان عدالت در فصل پاییز برحسب CFU/m^۳ به ترتیب ۲۵۲، ۸۳ و ۲۲۰۵ به دست آمد. میانگین تعداد باکتری های گرم مثبت، گرم منفی و قارچ ها در هوای آزاد دبیرستان پیام قرآن در فصل بهار برحسب CFU/m^۳ به ترتیب ۱۶۵، ۵۵ و ۱۱۰۰ به دست آمد. میانگین تعداد باکتری های گرم مثبت، گرم منفی و قارچ ها در هوای

آزاد دبیرستان عدالت در فصل بهار برحسب CFU/m^۳ به ترتیب ۲۰۸، ۶۹ و ۱۶۵۲ به دست آمد. میانگین تعداد باکتری های گرم مثبت، گرم منفی و قارچ ها در هوای داخل دبیرستان عدالت در فصل پاییز و بهار به صورت زیر است: دوم انسانی طبقه اول <سرویس بهداشتی> کلاس A۳ طبقه دوم. میانگین تعداد باکتری های گرم مثبت، گرم منفی و قارچ ها در هوای داخل دبیرستان پیام قرآن در فصل پاییز و بهار به صورت زیر است: سوم تجربی طبقه اول <سرویس بهداشتی> کلاس دوم تجربی طبقه دوم. همان طور که نتایج نشان می دهند تعداد کلنی باکتری گرم منفی در ایستگاه های نمونه برداری در سطح ضعیف استاندارد AMI (۵۷-۱۵) قرار دارند. تعداد کلنی باکتری گرم مثبت در ایستگاه های نمونه برداری ۷/۴۶٪ (۷) در سطح خیلی ضعیف استاندارد AMI (≥۷۵) قرار دارند.

جدول ۲. درصد شیوع نشانگان سندرم ساختمان بیمار در مدارس بررسی شده

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

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

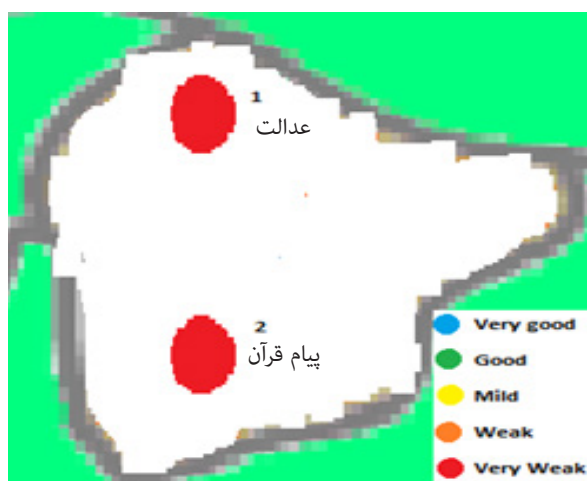
ایستگاه نمونه برداری	فصل	هوای آزاد		هوای داخل	
		متوسط دمای محیط (درجه سانتی گراد)	متوسط رطوبت محیط (%)	متوسط دمای محیط (درجه سانتی گراد)	متوسط رطوبت محیط (%)
دبیرستان عدالت	بهار	۲۶/۵	۲۶/۹	۳۳/۲	۳۳/۴
	پاییز	۱۶/۹	۳۲/۴	۲۳/۷	۳۵/۴
دبیرستان پیام قرآن	بهار	۲۸/۳	۲۶	۳۴/۷	۳۲/۹
	پاییز	۱۸/۶	۳۲/۱	۲۵/۲	۳۳/۶

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

غلظت (mg/m³)				گستره قطر ذرات	ایستگاه نمونه برداری
دبیرستان عدالت		دبیرستان پیام قرآن			
فصل بهار	فصل پاییز	فصل بهار	فصل پاییز		
۱۴	۱۸	۱۲	۱۵	PM۱۰	کلاس طبقه اول (خالی)
۱۰	۱۱	۸	۱۰	PM۲.۵	
۳	۴	۳	۴	PM۱	
۲۰	۲۶	۱۴	۱۹	PM۱۰	کلاس طبقه اول (پر)
۱۴	۱۵	۱۰	۱۱	PM۲.۵	
۵	۶	۴	۵	PM۱	
۱۶	۲۰	۱۳	۱۷	PM۱۰	کلاس طبقه دوم (خالی)
۱۲	۱۳	۹	۱۲	PM۲.۵	
۵	۶	۴	۵	PM۱	
۲۵	۳۴	۲۰	۲۸	PM۱۰	کلاس طبقه دوم (پر)
۱۸	۱۹	۱۴	۱۵	PM۲.۵	
۶	۷	۵	۶	PM۱	
۱۲	۱۵	۱۰	۱۳	PM۱۰	هوای آزاد
۹	۱۰	۷	۸	PM۲.۵	
۲	۳	۲	۳	PM۱	
۱۷	۲۲	۱۴	۱۸	PM۱۰	سرویس بهداشتی
۱۳	۱۴	۱۰	۱۳	PM۲.۵	
۶	۷	۵	۶	PM۱	

جدول ۵- نتایج نمونه برداری آئروسول های بیولوژیکی هوای داخل و آزاد منطقه نمونه برداری در فصل های مختلف سال ۱۳۹۲-۱۳۹۳

تعداد (CFU/m³)				گستره بایوآئروسول ها	ایستگاه نمونه برداری
دبیرستان عدالت		دبیرستان پیام قرآن			
فصل بهار	فصل پاییز	فصل بهار	فصل پاییز		
۲۱۰	۲۵۴	۱۶۷	۱۸۹	باکتری گرم مثبت	کلاس طبقه اول (خالی)
۷۱	۸۵	۵۷	۹۹	باکتری گرم منفی	
۱۶۵۴	۲۲۰۷	۱۱۱۲	۱۳۷۸	قارچ ها	
۲۳۸	۲۸۲	۱۹۵	۲۱۷	باکتری گرم مثبت	کلاس طبقه اول (پر)
۷۹	۹۳	۶۵	۷۲	باکتری گرم منفی	
۱۸۵۲	۲۴۰۵	۱۳۰۰	۱۵۷۶	قارچ ها	
۲۱۲	۲۵۶	۱۶۹	۱۹۱	باکتری گرم مثبت	کلاس طبقه دوم (خالی)
۷۳	۸۷	۵۹	۱۰۱	باکتری گرم منفی	
۱۶۵۶	۲۲۰۹	۱۱۱۴	۱۳۸۰	قارچ ها	
۲۶۸	۳۱۲	۲۲۵	۲۴۷	باکتری گرم مثبت	کلاس طبقه دوم (پر)
۸۹	۱۰۳	۷۵	۸۲	باکتری گرم منفی	
۲۰۵۲	۲۶۰۵	۱۵۰۰	۱۷۷۶	قارچ ها	
۲۰۸	۲۵۲	۱۶۵	۱۸۷	باکتری گرم مثبت	هوای آزاد
۶۹	۸۳	۵۵	۹۷	باکتری گرم منفی	
۱۶۵۲	۲۲۰۵	۱۱۰۰	۱۳۷۶	قارچ ها	
۲۶۱	۳۰۴	۲۱۸	۲۴۰	باکتری گرم مثبت	سرویس بهداشتی
۸۶	۱۰۱	۷۲	۷۹	باکتری گرم منفی	
۲۰۰۲	۲۵۵۵	۱۴۵۰	۱۷۲۶	قارچ ها	



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

بحث

کرمانی و همکاران نشان دادند که بیش تر مدارس مورد مطالعه از نظر وضعیت بهداشت محیط بر اساس آیین نامه بهداشت محیط مدارس، به جز 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 می توان نتیجه گیری نمود که طولانی تر بودن زمان حضور و تردد بیش تر دانش آموزان در دبیرستان عدالت از جمله عوامل مؤثر در افزایش تعداد بایوآئروسول 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 بایوآئروسول ها در هوای داخلی کلاس در مدارس ابتدایی در مقایسه با کافی نت منجر می شود (۱۶).

بر طبق نتایج حاصل از بررسی شیوع نشانگان سندرم ساختمان بیمار در دانش آموزان دو دبیرستان بررسی شده می توان نتیجه گیری نمود که تعداد بیش تر بایوآئروسول ها به ویژه قارچ ها در هوای داخلی کلاس دبیرستان عدالت از جمله عوامل مؤثر در افزایش شیوع نشانگان سندرم ساختمان بیمار در مقایسه با کلاس دبیرستان پیام قرآن است. زانگ و همکاران نشان دادند که شیوع نشانگان موکوزال و عمومی سندرم ساختمان بیمار در ۱۱۴۳ دانش آموزان بررسی شده برحسب درصد به ترتیب ۳۲ و ۲۸ می باشند (۱۷).

همچنین سایجو و همکاران نتیجه گیری نمودند که کپک و رطوبت می تواند در مورد نشانگان سندرم ساختمان بیمار در دانش آموزان مدارس از اثر بهداشتی برخوردار باشند (۱۸). بر طبق نتایج حاصل از بررسی اثر متغیرهای محیطی رطوبت نسبی و دما روی تعداد بایوآئروسول ها در هوای داخل کلاس دو دبیرستان بررسی شده می توان نتیجه گیری نمود که گستره دمای داخل کلاس، به عنوان عامل مهم رشد قارچ ها، در دبیرستان عدالت و پیام قرآن برچسب

مقایسه آماری متغیر تعداد آئروسول های بیولوژیکی هوای داخلی کلاس و متغیرهای مورد بررسی نظیر رطوبت نسبی، دما، موقعیت مدارس، فصل سال، موقعیت کلاس های درس، تراکم دانش آموز و حضور و عدم حضور دانش آموز در جدول ۶ نشان داده شده است. همان طوری که در جدول ۶ مشاهده می شود، مقدار همبستگی معنی داری بین تعداد آئروسول های بیولوژیکی هوای داخل کلاس با رطوبت نسبی، دما، موقعیت مدارس و تراکم دانش آموزان به دست آمد ($P > 0.05$). مقدار همبستگی نزدیک به معنی داری بین تعداد آئروسول های بیولوژیکی هوای داخل کلاس با فصل سال به دست آمد ($P < 0.05$). مقدار همبستگی معنی داری بین تعداد آئروسول های بیولوژیکی هوای داخل کلاس با موقعیت کلاس و حضور و عدم حضور دانش آموزان به دست نیامد ($P < 0.05$).

جدول ۶. مقایسه آماری متغیر تعداد آئروسول های بیولوژیکی هوای داخل کلاس و متغیرهای مورد بررسی

شماره	متغیر*	P value	R ^۲
۱	رطوبت نسبی	۰/۰۰۱ (S)	۰/۸۶۴
۲	موقعیت مدارس	۰/۰۰۱ (S)	۰/۸۶۱
۳	فصل های سال	۰/۰۰۶ (NS)	۰/۱۳۷
۴	موقعیت کلاس های درس	۰/۶۴۰ (NS)	۰/۰۰۱
۵	حضور و عدم حضور دانش آموز	۰/۱۸۴ (NS)	۰/۰۱۷
۶	تراکم دانش آموز	۰/۰۰۱ (S)	۰/۸۶۷
۷	دما	۰/۰۰۱ (S)	۰/۸۶۳

*متغیرهای کیفی به صورت کمی تبدیل شدند.

حداقل سطح منابع مختلف در نشر ذرات معلق در هوای آزاد در جدول ۷ نشان داده شده 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

قارچی شناسایی شده در هوای داخلی مدارس ابتدایی به ترتیب اهمیت شامل کلادوسپورییدیوم، پنی سیلیوم، آسپرژیلوس و آلترناریا است (۱۶). تعداد و تنوع جنس قارچ ها را می توان به متغیرهایی از قبیل فصل نمونه برداری، موقعیت مدارس، موقعیت کلاس درس، عملیات کاخ داری و اشغال نسبت داد. این یافته تحقیق با تحقیق انجام شده توسط سایتور و همکاران مطابقت دارد (۲۴).

در خصوص تعداد زیاد آسپرژیلوس در هوای داخلی کلاس می توان نتیجه گیری نمود که منابع بالقوه نشر این گونه از قبیل خاک و رطوبت در کلاس درس وجود دارند. بیشترین تعداد بایوآئروسول ها در هوای داخلی کلاس طبقه دوم دبیرستان عدالت در فصل پاییز هنگام پر بودن کلاس مشاهده شد. دبیرستان مذکور در شمال منطقه واقع شده است می توان زیاد بودن تعداد بایوآئروسول ها را به رطوبت نسبی بیش تر، فعالیت، عملیات کاخ داری و تراکم دانش آموز بیش تر نسبت داد. بنابراین می توان نتیجه گیری نمود که هوای داخل کلاس تابع هوای آزاد است. جو و سئو نشان دادند که تعداد بایوآئروسول ها در هوای داخلی مدارس ابتدایی تابع فصل سال است (۱۶).

روند نوسانات فصلی تعداد بایوآئروسول ها در هوای داخلی کلاس وابسته به دما و رطوبت نسبی می باشد. فعالیت دانش آموز هنگام پر بودن کلاس درس به تعلیق مجدد اسپورها در هوای داخلی کلاس منجر می شود. در خصوص میانگین تعداد باکتری ها در هوا می توان نتیجه گیری نمود که تعداد کلنی های باکتری گرم منفی در ایستگاه های نمونه برداری در سطح ضعیف استاندارد IMA (۷۵-۵۱) قرار دارند. تعداد کلنی های باکتری گرم مثبت در ایستگاه های نمونه برداری ۴۶/۷ (۷) در سطح خیلی ضعیف استاندارد IMA (۷۵) قرار دارند. پگاز و همکاران نشان دادند که میانگین تعداد باکتری ها و قارچ ها در هوای داخل و آزاد مدارس ابتدایی بررسی شده در مرکز شهر بیش از استاندارد (500 CFU/m^3) است (۲۵).

بنابراین می توان نتیجه گیری نمود که تراکم دانش آموز، ذرات کنده شده از پوست، دفع میکروب ها از دستگاه تنفسی و ترابری باکتری ها همراه با تعلیق ذرات کف کلاس از جمله منابع ذرات در هوای داخلی کلاس محسوب می شوند که به افزایش تعداد بایوآئروسول ها در هوای کلاس منجر می شوند. در خصوص میانگین غلظت گستره ذرات در هوا می توان نتیجه گیری نمود که ۱۰۰ میانگین غلظت گستره ذرات PM_{10} و $PM_{2.5}$ در هوای داخل و خارج دبیرستان های عدالت و پیام قرآن در فصل بهار و پاییز کم تر از استانداردهای سازمان بهداشت جهانی و سازمان محیط زیست تایوان می باشند. بیشترین غلظت گستره ذرات PM_{10} ، $PM_{2.5}$ و PM_1 در هوای داخلی کلاس طبقه دوم دبیرستان عدالت در فصل پاییز هنگام پر بودن کلاس مشاهده شد. دبیرستان مذکور در شمال منطقه واقع شده است می توان زیاد بودن غلظت گستره ذرات را به فعالیت و تراکم دانش آموز بیش تر نسبت داد. میانگین نسبت گستره

درجه سانتی گراد به ترتیب $23/7-33/2$ و $25/2-34/7$ می تواند شرایط را برای رشد قارچ ها فراهم کند. به عبارت دیگر کمینه دمای بهینه برای رشد قارچ ها در داخل ساختمان ۲۰ درجه سانتی گراد می باشد. واجر و همکاران نشان دادند که گستره دمای داخلی ساختمان ۲۵۰-۲۰ درجه سانتی گراد و pH ۵-۶/۵ داخل ساختمان بهترین رشد را برای اکثر قارچ ها امکان پذیر می کند (۱۹).

گستره دما و رطوبت نسبی هوای داخل کلاس به ترتیب $23/7-34/7$ درجه سانتی گراد و $32/9-35/4$ به دست آمد. زانگ و همکاران گستره دما و رطوبت نسبی هوای داخل کلاس را به ترتیب $12-18/4$ درجه سانتی گراد و $30/9-61/6$ اعلام نمودند (۱۷). نتایج نشان دادند که نوسانات دما و رطوبت نسبی در فصل پاییز به افزایش تعداد و تنوع بایوآئروسول ها منجر می شود. بنابراین می توان نتیجه گیری نمود که دما و رطوبت نسبی بر روی نوسانات فصلی تعداد و نوع میکروب ها هوای داخلی کلاس مؤثر است. لی و همکاران نشان دادند که تعداد بایوآئروسول ها در هوای داخل بیمارستان با شرایط محیطی از قبیل دما، رطوبت نسبی و فشار ارتباط دارد (۲۰).

کاربرد تجهیزات و شوینده ها برای شستشوی کلاس ها به افزایش رشد و ماندگاری ارگانیسم ها به علت افزایش رطوبت نسبی هوای داخلی کلاس منجر می شود. کنترل سرعت جریان هوا و فشار هوا در داخل کلاس به پیشگیری از ورود عوامل بیماری زای هوا برد به داخل کلاس منجر می شود. می توان نتیجه گیری نمود که سرعت ضعیف جریان هوای داخل کلاس به مکش و ورود عوامل بیماری زای هوا برد از بیرون به داخل کلاس به علت عدم فشار مثبت منجر می شود. این یافته تحقیق با تحقیق انجام شده توسط ایخاز و همکاران مطابقت دارد (۲۱).

روند کاهش دما در فصل پاییز به افزایش تعداد بایوآئروسول ها در هوای آزاد به علت کاهش تابش فرابنفش نور خورشید منجر می شود. این یافته تحقیق با تحقیق انجام شده توسط فانگ و همکاران مطابقت دارد (۲۲). مقایسه آماری نشان داد اختلاف معنی دار آماری بین تعداد بایوآئروسول ها هوای داخل کلاس دو دبیرستان بررسی شده و متغیرهای رطوبت و دما وجود دارد ($P > 0/001$).

بنابراین می توان نتیجه گیری نمود که بین تعداد بایوآئروسول ها هوای داخل کلاس و متغیرهای دما و رطوبت نسبی همبستگی مثبت وجود دارد. اوپارد و فانگ نشان دادند که بین تراکم جمعیت باکتری ها و رطوبت نسبی هوای داخل بیمارستان ها اختلاف معنی دار آماری وجود دارد (۲۳). ۴ گونه باکتریایی و ۴ جنس قارچ از هوای نمونه برداری شده به منظور بررسی تعداد بایوآئروسول ها، شناسایی شد. میانگین تعداد جنس های قارچی آسپرژیلوس فومیگاتوس و پنی سیلیوم شناسایی شده 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 جنس های

نتیجه گیری:

با توجه به نتایج به دست آمده تعداد آئروسول های بیولوژیکی در هوای داخل کلاس با افزایش تعداد دانش آموزان افزایش می یابد. با افزایش طبقات ساختمان دبیرستان تعداد بایوآئروسول های بیولوژیکی در نیز افزایش می یابد. نتایج نشان دادند که تعداد بیش تر آئروسول های بیولوژیکی در کلاس با تعداد دانش آموزان بیش تر می تواند در طولانی مدت عارضه های تنفسی و عوارض آلرژیک شدید را برای دانش آموزان به همراه داشته باشد.

تشکر و قدردانی:

این مقاله حاصل بخشی از پایان نامه با عنوان بررسی بایوآئروسول ها در هوای داخلی مدارس منتخب مقطع متوسطه شهرستان اسلامشهر در سال ۱۳۹۳-۱۳۹۲ است. نویسندگان مقاله از حمایت آزمایشگاهی گروه محیط زیست مهندسی منابع طبیعی گرایش آلودگی محیط زیست دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات دماوند تشکر و قدردانی می نمایند.

ذرات PM_{10} ، $PM_{2.5}$ و PM_1 در هوای داخلی به هوای آزاد (I/O) به ترتیب $1/5$ ، $1/4$ و $1/9$ به دست آمد. بنابراین می توان نتیجه گیری نمود که غلظت ذرات ریز هوای داخل کلاس تابع هوای آزاد است. پگاز و همکاران نشان دادند که میانگین نسبت I/O ذرات PM_{10} در مدارس ابتدایی بررسی شده در مرکز شهر $2/4 \pm 0/88$ است (۲۵). می توان نتیجه گیری نمود که فعالیت دانش آموز هنگام پر بودن کلاس درس به تعلیق مجدد ذرات درشت و افزایش غلظت ذرات PM_{10} در هوای داخلی کلاس منجر می شود. بنابراین می توان نتیجه گیری نمود که خاک ته کفش دانش آموز، ذرات لباس و فرسایش تجهیزات کلاس از جمله منابع ذرات در هوای داخلی کلاس محسوب می شوند که به افزایش غلظت ذرات PM_{10} در هوای کلاس منجر می شوند. شناسایی منابع نشر ذرات معلق در هوای آزاد دو دبیرستان از جمله نقاط قوت تحقیق محسوب می شوند. عدم اندازه گیری آلاینده های دیگر از قبیل ترکیبات آلی فرار از جمله محدودیت های این تحقیق محسوب می شود. بنابراین برای مطالعات آینده پیشنهاد می شود اثر آلاینده های دیگر در هوای داخلی کلاس بر دانش آموزان و در سایر محیط های بسته نیز بررسی گردد.

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* and *B. 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, Golbabaee 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

10. Hoseinzadee A, samarghandi MR, Gheiasian 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 Bakhteiervand 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, Sugioaka 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.

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

Kashi G^{1*}, Bigloo H²

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 *Penicillium* 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