Downloaded from ijhe.tums.ac.ir at 9:14 IRST on Tuesday October 23rd 2018

مجله سلامت و محیط، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره ششم، شماره سوم، پاییز ۱۳۹۲، صفحات ۲۹۵ تا ۳۰۶

بررسی ذرات معلق و بیوآیروسل‌های باکتریایی در هوای تنفسی زندانیان

محمدصادق سخاوت جو[۱]، رویا ذکاوتی[۲]، محسن پیمانی فروشانی[۳]

دریافت: ۹۲/۰۶/۲۵ پذیرش: ۹۲/۰۹/۲۱

چکیده

زمینه و هدف: *بسیاری از اختلالات تنفسی و غیرتنفسی در ارتباط با حضور بیوآیروسل‌ها در هوای داخل و محیط خارج است. بهترین شرایط برای حیات بیوآیروسل‌ها رطوبت بالا و دمای متوسط است که معمولا در فضاهای بسته و با جمعیت بالا و متمرکز مانند زندان وجود دارد و با ایجاد کانون‌های نشر عوامل بیماری‌زا در غالب ذرات هوابرد از طریق تنفس، عطسه و سرفه سلامت زندانیان را در معرض خطر شیوع بیماری‌ها قرار می‌دهد. از این‌رو تعیین غلظت ذرات معلق هوا و همچنین شناسایی و تعیین مقدار انواع باکتری‌های موجود در هوای تنفسی زندانیان در نقاط پرتراکم محیط‌های داخلی یکی از زندان‌ها و ارتباط این دو با یکدیگر هدف تحقیق است.*

روش بررسی: *این تحقیق در دو فصل تابستان و زمستان سال ۱۳۹۱ انجام گرفت. در این مطالعه از دستگاه TSI برای جمع‌آوری ذرات معلق $PM_{2.5}$ و PM_{10} و از محیط‌های کشت بلاد آگار، EMB آگار و لون اشتاین برای شناسایی باکتری‌ها در ۶ نقطه بسته و پرجمعیت زندان در دو بخش خوابگاهی و درمانی استفاده شد که طبق روش استاندارد NIOSH 0800 در دو فصل تابستان و زمستان متوالی با استفاده از پمپ دبی بالای ۲۸/۳ L/min و ایمپکتور تک مرحله‌ای اندرسون با مدت زمان نمونه‌برداری ۲/۵ min برای هر پلیت (ظرف دردار پهن حاوی محیط کشت) و طی مراحل آزمایشگاهی صورت پذیرفت و درنهایت پس از شمارش و تشخیص کلونی‌های رشد یافته و تعیین تراکم بر حسب CFU/m^3، داده‌ها توسط نرم‌افزار SPSS مورد تحلیل آزمون‌های آماری Anova و Post Hoc و Correlation و آزمون همبستگی پیرسون قرار گرفتند.*

یافته‌ها: *مقادیر ذرات معلق در نقاط نمونه‌برداری خوابگاهی بیش از حد مجاز ۲۴ h و در مکان‌های درمانی کمتر از حد مجاز بودند. از این ۶ ایستگاه، در ۳ ایستگاه از هر دو گروه باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی و در سه ایستگاه فقط باکتری‌های گرم مثبت کشت داده شدند. بیشترین بارآلودگی میکروبی در کریدور اصلی زندان و خوابگاه ۲ و کمترین مقدار آلودگی در خوابگاه بیماران بستری و خوابگاه سل مشاهده شدند. نتایج نشان داد که بین ذرات معلق و بار میکروبی موجود در هیچ یک از فصول تابستان و زمستان ارتباط معنی‌داری وجود نداشت لیکن بین میزان تراکم جمعیت، تعداد تهویه و تراکم باکتری در هوای تنفسی زندانیان ارتباط قوی و از نوع مستقیم برقرار بود.*

نتیجه‌گیری: *باتوجه به اینکه طبق یافته‌ها بیشتر بار آلودگی میکروبی و غلظت غیرمجاز ذرات در بخش‌های خوابگاهی و عمومی بوده است می‌توان ورود روزانه زندانیان جدید، تراکم بالای جمعیت، وجود زندانیان بیمار و نیز زندانیانی که دارای بیماری‌های تنفسی پنهان هستند و هنوز علایم بالینی را نشان نداده‌اند، شرایط آب و هوایی و هجوم ریزگردها را در آلوده بودن نقاط پر تردد و پر تراکم زندان مورد بررسی دخیل دانست که نیازمند کاهش جمعیت و اقدامات مهندسی و بهداشتی تکمیلی است.*

واژگان کلیدی: بیوآیروسل، زندان، ذرات معلق، باکتری، بیماری تنفسی

۱- PHD، استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحدعلوم و تحقیقات خوزستان،گروه محیط زیست ، اهواز، ایران
۲- PHD، استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، گروه پرستاری و مامایی، ایران
۳- **(نویسنده مسئول)**: دانشجوی کارشناسی ارشد محیط زیست گرایش آلودگی هوا، دانشگاه آزاد اسلامی واحدعلوم و تحقیقات خوزستان، ایران
peymani.froshani@gmail.com

Downloaded from ijhe.tums.ac.ir at 9:14 IRST on Tuesday October 23rd 2018

مقدمه

انسان در طول ۲۴ h حدود ۲۰ m^3 هوا و میکروارگانیسم‌های موجود در آن را استنشاق می‌کند. میکروب‌های غیربیماری‌زا مشکل خاصی ایجاد نمی‌کنند اما برخی از انواع میکروارگانیسم‌ها بیماری‌زا بوده و سلامتی انسان را به خطر می‌اندازد (۱). میکروارگانیسم‌ها در همه جای محیط اطراف ما وجود دارند: آب، خاک، هوا، حیوانات و انسان‌ها. به میکروارگانیسم‌های موجود در هوا، میکروارگانیسم‌های هوابرد یا بیوآیروسل گفته می‌شود (۲و۳).

بیوآیروسل‌ها شامل باکتری‌های مرده یا زنده بیماری‌زا یا غیربیماری‌زا، ویروس‌ها، قارچ‌ها، کپک‌ها، آلرژن‌ها با وزن ملکولی بالا، سموم اندوتوکسین باکتریایی، سموم قارچی، پپتیدوگلیکان‌ها، گرده و فیبرهای گیاهی هستند (۴).

تاکنون تحقیقات گسترده‌ای در زمینه ارتباط ذرات هوابرد با بیماری‌ها و نیز نقش بیوآیروسل‌ها در نشر و انتقال بیماری‌های فصلی، محلی و حتی پاندمیک (نظیر آنفلوآنزای خوکی) بویژه از طریق هوای تنفسی و ابتلا جمعیت زیادی از انسان‌ها صورت گرفته است لیکن کانون توجهات بر مراکز درمانی و بیمارستان‌ها و گاهی بر ساختمان‌ها (با هدف بررسی تهویه مطبوع) بوده است و تاکنون برای نقش و جایگاه بیوآیروسل‌ها در گسترش بیماری‌ها در جمعیت‌های متمرکزی نظیر زندان بررسی خاصی انجام نشده است (۵).

بر اساس گزارشات سازمان بهداشت جهانی درحال حاضر بیماری‌های تنفسی در مقایسه با سایر بیماری‌ها از افزایش بیشتری برخوردار هستند طبق گزارش این سازمان تقریبا یک سوم جهان به میکروب سل به عنوان یک بیماری خطرناک با عامل انتقال از راه تنفس، آلوده بوده و در خطر ابتلا به آن قرار دارند و هر ساله حدود ۱/۵ میلیون نفر در اثر این بیماری جان می‌سپارند (۶). با توجه به نحوه اصلی انتقال که بصورت آیروسل است، وجود این میزان مرگ و میر می‌تواند حکایت از نقش هوا در انتشار عفونت‌ها باشد. بیوآیروسل‌ها می‌توانند سبب عفونت و حساسیت در انسان و حیوان شوند. طاعون، تولارمی، سیاه زخم، آسم، بیماری‌های فصلی نظیر آنفلوآنزا، برخی از پاندمی‌ها نظیر آنفلوآنزای خوکی و بویژه بیماری سل از جمله بیماری‌هایی هستند که عامل ایجادکننده آنها بصورت بیوآیروسل بوده و از طریق هوا منتقل می‌شود. بیوآیروسل‌ها می‌توانند بصورت زنده یا غیرزنده در هوا وجود داشته باشند. بهترین شرایط برای حیات آنها رطوبت بالا و دمای متوسط است. شرایطی که اکثرا در فضاهای بسته و با جمعیت بالا نظیر زندان وجود داشته و وضعیت جوی و اقلیمی استان نیز بر آن اثر افزاینده دارد. اقدامات پیشگیرانه جهت کاهش میزان انتقال بیماری‌ها با وجود توصیه‌های فراوان از پیشرفت رضایت‌بخشی برخوردار نبوده است. از این‌رو درصورت وقوع یک حمله میکروبی، طبیعی خواهد بود که جمعیت زیادی تاثیرپذیرند (۷).

در این بین زندان با توجه به شرایط خاص حاکم بر آن از نظر محدودیت و ثابت بودن فضا و خوابگاه‌ها و از سویی ورود روزانه افراد جدید از سطوح گوناگون اجتماعی و با وضعیت سلامت جسمی و شرایط سنی متفاوت می‌تواند در کنار شرایط زمینه‌ای گفته شده به همراه عوامل مستعدکننده فردی و گروهی نظیر استعمال دخانیات، ایجاد کانون‌های نشر عوامل بیماری‌زا در غالب ذرات هوابرد (ذرات معلق) از طریق تنفس و عطسه و سرفه نماید و روشن است که افراد موجود همگی در معرض ابتلا به بیماری‌های ناشی از این میکروب‌های منتشره در هوا قرار دارند (۸). این مطالعه با هدف بررسی نوع و تراکم بیوآیروسل‌های باکتریایی و نیز ذرات معلق $PM_{2.5}$ و PM_{10} در هوای تنفسی خوابگاه‌ها و نقاط پرتراکم یکی از زندان‌های کشور انجام شده است. با استفاده از نتایج این مطالعه می‌توان نوع باکتری‌ها و نقاط آلوده و نیز میزان مواجه ۲۴ h با این عوامل را برآورد و سپس جهت کنترل آنها در محیط‌های آلوده برنامه‌ریزی نمود .

مواد و روش‌ها

ابتدا براساس شاخص‌های مهم تراکم جمعیت (حاصل تقسیم کل جمعیت موجود در هر ایستگاه نمونه‌برداری بر سطح آن بصورت نفر بر متر مربع)، میزان بالای تردد، نرخ زندانیان بیمار، ورود زندانیان جدید و بسته بودن فضا، جامعه آماری مورد نظر از زندان مرکزی استان با بیشترین جمعیت انتخاب شد و پس از بررسی فنی مهندسی پلان خوابگاه‌ها و شکل‌بندی آنها تعیین نقاط پرتراکم و پرخطر (بر اساس بیماریابی‌های روزانه بهداری

Downloaded from ijhe.tums.ac.ir at 9:14 IRST on Tuesday October 23rd 2018

زنـدان در کلیه بندها) زندان به ۶ نقطه پرخطر با فضای بسـته که بیشـترین تراکم و تـردد را در طول روز به خود اختصاص داده‌اند از نظر تولید و نشـر بیوآیروسل شامل سه نقطه درمانی و سه نقطه غیردرمانی و خوابگاهی تقسیم‌بندی شد که فهرست آنها در جدول زیر آمده است.

جدول ۱: مشخصات ایستگاه‌ها در محدوده مورد مطالعه

کد ایستگاه	نام ایستگاه	نوع کاربری
۱	خوابگاه ۲	اقامتی - خوابگاهی (غیر درمانی)
۲	خوابگاه ۴	اقامتی - خوابگاهی (غیر درمانی)
۳	خوابگاه سل	اقامتی – درمانی
۴	خوابگاه بیماران بستری	اقامتی – درمانی
۵	کریدور اصلی زندان	تردد عمومی
۶	اورژانس بهداری	درمانی

این مطالعه که طی دو فصل تابسـتان و زمستان سال ۱۳۹۱ در یکی از زندان‌های کشور مورد بررسی قرار گرفت از سه مرحله تشکیل شده است:

۱ – نمونه‌برداری از ذرات معلق $PM_{2.5}$ و PM_{10}

در ایـن مطالعه ایسـتگاه‌های مشـخص شـده درون زندان از نظـر تعیین مقدار ذرات معلق $PM_{2.5}$ و PM_{10} مورد بررسـی قـرار گرفتند. برای نمونه‌برداری از دسـتگاه اندازه‌گیری وزنی ذرات (دسـتگاه غبارسـنج محیط یا Trust. Science: TSI Innovation) اسـتفاده شـد زیـرا ایـن دسـتگاه توانایـی اندازه‌گیـری ذرات معلق در اندازه‌های موردنظر با دبی از پیش تعریف شـده و زمان min ۲ برای هر نمونه‌بـرداری را دارد. برای یکسـان بودن شـرایط جوی و محیطـی و تحلیل آماری مورد نیاز، نمونه‌برداری سـنجش ذرات طی سـه روز متوالی و در هر روز برای همه ایستگاه‌ها، سه نمونه با فاصله زمانی کمتر از min ۵ اندازه‌گیـری و ثبت گردید (۳و۹). دما و رطوبت نیز با استفاده از دسـتگاه رطوبت‌سنج و دماسنج مورد اندازه‌گیری قرار داده شدند.

۲ – نمونه‌برداری از بیوآیروسل‌های باکتریایی

در این تحقیق براساس روش استاندارد NIOSH0800 از روش برخورد ذرات به درون پلیت‌های حاوی محیط کشت با اسـتفاده از ایمپکتور (جداکننـده ذرات از روش برخورد) یک مرحله‌ای اندرسـون و پمـپ High Volume با دبی L/min ۲۸/۳ و زمـان نمونه‌بـرداری min ۲/۵ بـرای هر پلیت برای ایستگاه‌های مشخص شده استفاده گردید. در این روش حجـم نمونه بایـد به گونه‌ای انتخاب شـود که برای هر ایسـتگاه حداقل ۱۰ پلیت حاوی میکروارگانیسـم رشد یافته وجود داشـته باشـد. نمونه‌برداری در دو ارتفاع سطح زمین (خوابیده) و ایسـتاده به عنوان سطوح تنفسی افراد در تخت‌هـا پاییـن و بالا انجام گرفـت (۳و۱۰) که در مجموع نمونه‌های شـاهد و اصلـی و حذف خطـای احتمالی عدم رشـد کلونی، برای شش ایسـتگاه درون زندان به تعداد ۹۰ نمونه برای هر محیط کشـت نیاز بود. برای کشت باکتری‌ها از محیط کشـت بـلاد آگار و EMB آگار اسـتفاده گردید بنابراین تعداد نمونه‌ها به ۱۸۰ پلیت حاوی محیط‌های کشت رسـید. محیط‌های کشت با حفظ شرایط اسـتریل کامل در آزمایشـگاه ساخته شـده و پس از قرار دادن درپوش و بسته شـدن بوسـیله پارافیلم، به صورت وارونـه در محل خنک نگهداری گردیدند سپس برای نمونه‌برداری بیوآیروسل‌های باکتریایی طبق روش استاندارد، هوا را از روی پلیت‌ها عبور داده و درب پلیت‌ها بسـته شـده و با اسـتفاده از پارافیلم و بـا هدف پیشـگیری از آلودگی‌های ثانویـه محکم گردید و کـد ایسـتگاه نمونه‌برداری و تاریخ بر روی پلیت‌ها نوشـته شـد. کدهای نوشته شـده در روی نمونه‌ها در جدولی ثبت شـدند که حاوی اطلاعات محل نمونه‌برداری، مدت زمان و دبی نمونه‌برداری، تاریخ و سـاعت نمونه‌برداری، فشار هوا، دما و رطوبت نسـبی بـود. در هر بار نمونه‌برداری شـرایط اسـتریل ایمپکتور و اتصالات پمپ با اسـتفاده از الکل ۷۰٪ مجـددا مهیا گردید. پلیت‌های حاوی محیط کشـت، پس از نمونه‌بـرداری مجـددا بصورت وارونـه در داخل COLD BOX قرار گرفته و به آزمایشـگاه منتقل شده و در کمترین زمان ممکن به انکوباتور با دمای تنظیم شده بر روی ^0C ۳۷ انتقال یافتند و پس از مدت h ۴۸ محیط‌های کشـت بررسی و کلونی‌های تشـکیل شـده بر روی آنها زیر میکروسکوپ شمارش شدند. در مقاله Lavoie و همکاران به این موضوع اشاره شده است (۹). برای شمارش کلونی‌ها از دستگاه کانتر و برای محاسـبه تراکم کلونی‌های شمارش شده، ابتدا حجم

Downloaded from ijhe.tums.ac.ir at 9:14 IRST on Tuesday October 23rd 2018

هـــوای نمونه‌برداری با توجه به دما و فشـــار محیط تصحیح شده و ســـرانجام تراکم برحسب CFU/m^3 محاسبه گردید در کتاب Bahrami به این موضوع اشاره شده است (۱۱).

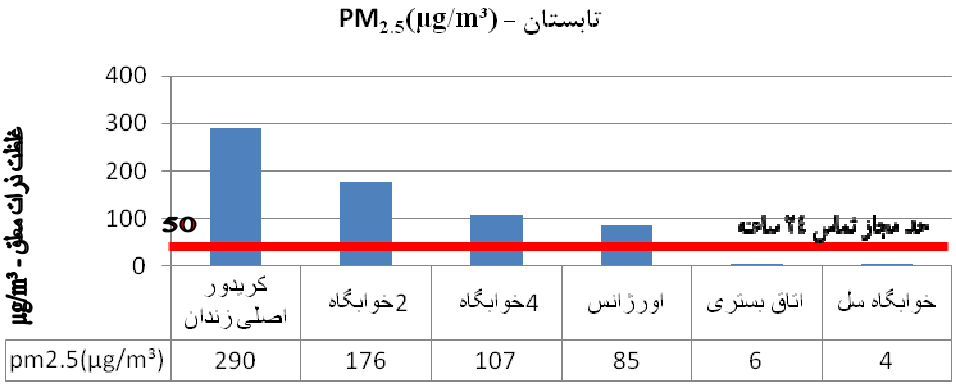
۳ – شناســـایی و تشـــخیص کلونی‌های رشد یافته در محیط کشت:

از آنجایی‌که تشـــخیص میکروارگانیســـم‌های باکتریایی از نظر گونه، هزینه زیادی داشـــتند و هدف نیز بررسی حضور یا عدم حضـــور ایـــن عوامل در هوای تنفســـی و ارتباط آنهـــا با دیگر پارامترهـــا مانند ذرات معلق، تراکم جمعیت و میزان تهویه بوده اســـت از این‌رو در این مطالعه فقط به شناســـایی شکلی و گرم باکتری‌های کشت یافته پرداخته شد.

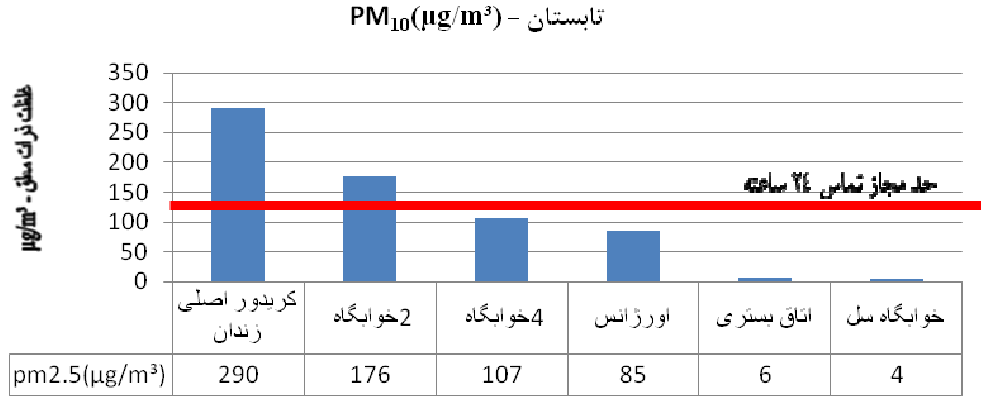
یافته‌ها

الف – ذرات معلق – فصل تابستان

براســـاس نمونه‌برداری‌های انجام شـــده در ایستگاه‌های تعیین شده زندان مشخص شد که در تابستان محدوده تغییرات ذرات معلـــق $PM_{2.5}$: ۲۹۰ $\mu g/m^3$ – ۴ (نمـــودار ۱) و محـــدوده تغییـــرات ذرات معلق PM_{10} : ۳۱۴ $\mu g/m^3$ – ۲۱ (نمودار ۲) بوده است. در نمودارهای ۱ و ۲ مقادیر اندازه‌گیری شده با مقدار مجاز تماس ۲۴ h EPA (Environmental Protection Agency) (۱۲)، در فضاهای بسته مقایسه گردیده‌اند. میانگین غلظـــت ذرات و انحـــراف معیار و واریانـــس مقادیر $PM_{2.5}$و PM_{10} این فصل در جدول ۲ آورده شده‌اند.



نمودار ۱: مقایسه میانگین $PM_{2.5}$ اندازه‌گیری شده در مکان‌های نمونه‌برداری و مقدار مجاز $PM_{2.5}$ ۲۴ h در تابستان



نمودار ۲: مقایسه میانگین PM_{10} اندازه‌گیری شده در مکان‌های نمونه‌برداری و مقدار مجاز PM_{10} ۲۴ h در تابستان

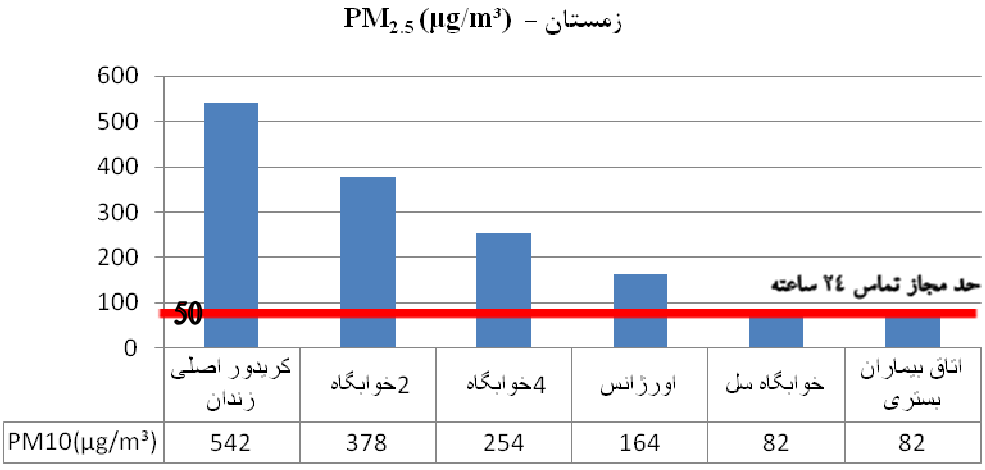
Downloaded from ijhe.tums.ac.ir at 9:14 IRST on Tuesday October 23rd 2018

جدول۲: محاسبه واریانس و انحراف معیار ذرات PM_{10} و $PM_{2.5}$ در فصل تابستان $\mu g/m^3$ -

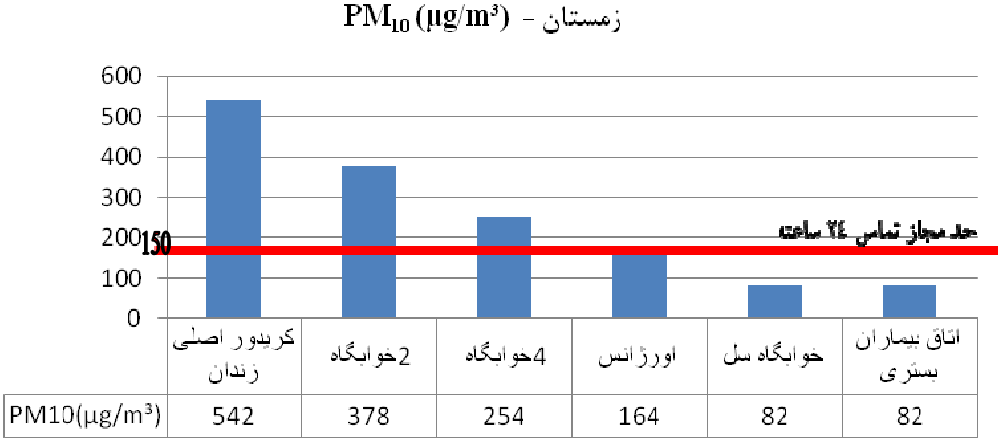
	$PM_{2.5}$	PM_{10}
کریدور	۲۹۰	۳۱۴
خوابگاه ۲	۱۷۶	۱۸۵
خوابگاه ۴	۱۰۷	۱۵۸
اورژانس	۸۵	۱۱۶
اتاق بیماران بستری	۶	۵۳
خوابگاه سل	۴	۲۱
واریانس	۱۱۸۸۶	۱۰۹۸۵
انحراف معیار	۱۰۹	۱۰۵

ب – ذرات معلق – فصل زمستان

براســاس نمونه‌برداری‌های انجام شــده در ایستگاه‌های تعیین شده زندان مشخص شد که در زمستان محدوده تغییرات ذرات معلــق $PM_{2.5}$: ۳۷ –۵۰۲ $\mu g/m^3$ و محــدوده تغییرات ذرات معلق PM_{10}: ۸۲–۵۴۲ $\mu g/m^3$ بوده است. طبق نمودارهای ۳ و ۴ مقادیر اندازه‌گیری شــده با مقدار مجاز تماس EPA ۲۴ h در فضاهای بسته مقایســه گردیده‌اند. میانگین غلظت ذرات و انحراف معیار و واریانس مقادیر $PM_{2.5}$ و PM_{10} این فصل در جدول ۳ آورده شده‌اند.



نمودار۳: مقایسه میانگین $PM_{2.5}$ اندازه‌گیری شده در مکان‌های نمونه‌برداری و مقدار مجاز $PM_{2.5}$ h ۲۴ در زمستان



نمودار۴: مقایسه میانگین PM_{10} اندازه‌گیری شده در مکان‌های نمونه‌برداری و مقدار مجاز PM_{10} h ۲۴ در زمستان

Downloaded from ijhe.tums.ac.ir at 9:14 IRST on Tuesday October 23rd 2018

جدول۳: محاسبه واریانس و انحراف معیار ذرات PM_{10} و $PM_{2.5}$ در فصل زمستان - $\mu g/m^3$

	$PM_{2.5}$	PM_{10}
کریدور	۵۰۲	۵۴۲
خوابگاه ۲	۲۳۴	۳۷۸
خوابگاه ۴	۱۹۱	۲۵۴
اورژانس	۱۲۷	۱۶۴
اتاق بیماران بستری	۳۷	۸۲
خوابگاه سل	۱۹	۸۲
واریانس	۳۱۱۵۰	۳۲۸۳۵
انحراف معیار	۱۷۶	۱۸۱

ج – بیوآیروسل‌های باکتریایی

جدول۴: مقایسه مقادیر تراکم اندازه‌گیری شده باکتری در دو فصل سرد و گرم

نام ایستگاه	تابستان	زمستان
	CFU/m^3	
خوابگاه ۲	۲/۸	۴/۷
خوابگاه ۴	۲/۲۴	۳/۴
کریدور	۲/۳	۴/۹
سل	۲/۴	۲/۱۴
اتاق بستری	۱/۷	۲/۶
اورژانس بهداری	۲/۱۲	۴/۲۲

۱-ج - فصل تابستان

گونه‌های باکتریایی و تعداد کلونی آنها برحسب CFU/m^3 در نقاط شش گانه نمونه‌برداری در زندان محاسبه و مورد بررسی قرار گرفتند براساس نمونه‌برداری‌های انجام شده و طبق جدول ۴ در این فصل مشخص شد که تراکم بیوآیروسل‌های باکتریایی در بین ایستگاه‌های اندازه‌گیری CFU/m^3 ۲/۸-۱/۷ بود. در خوابگاه‌های ۲، ۴ و سل فقط باکتری‌های گرم مثبت و در نقاط کریدور، اتاق بستری و اورژانس هر دو گروه باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی شناسایی شدند.

بیشترین آلودگی در خوابگاه ۲ و کمترین آلودگی در خوابگاه بیماران بستری مشاهده شد. برای اثبات یا رد این فرضیه برای داده‌های مورد نظر از آزمون (one way anova) استفاده شد. در آزمون anova در صورت معنادار بودن آزمون برای اینکه تشخیص داده شود این اختلاف در بین کدام گروه‌ها بوده است از آزمون مکملی به نام آزمون post hoc استفاده می‌شود. در این داده‌ها نیز این آزمون برای تعیین گروه‌های متجانس به کار برده شد.

با استفاده از آزمون آماری one way anova و میزان بدست آمده (جدول شماره ۵: $Pv = sig = 0, \alpha=0.05$) مشخص گردید که در این فصل میانگین میزان باکتری‌ها در مکان‌های نمونه‌گیری با هم تفاوت معنی‌داری داشتند در آزمون anova در صورت معنادار بودن آزمون برای اینکه تشخیص داده شود این اختلاف در بین کدام گروه‌ها بوده است از آزمون مکملی به نام آزمون post hoc استفاده می‌شود. در این داده‌ها نیز این آزمون برای تعیین گروه‌های متجانس به کاربرده شد. سپس دو روش (tukey & dunken) در آزمون post hoc نشان داد که اتاق بیماران بستری و اورژانس بهداری از نظر میزان رشد باکتری تفاوت معناداری با بقیه مکان‌ها داشتند و در واقع می‌توان گفت که علت معناداری این آزمون در مکان‌ها به دو خوابگاه بیماران بستری و اورژانس بهداری بستگی دارد.

جدول ۵: جدول آزمون anova مقایسه گونه‌های باکتری مکان‌های نمونه‌برداری- تابستان

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Pv = Sig .
Between Groups	۰/۳۲۵	۵	۰/۰۶۵	۷/۲۹۱	۰/۰۰۰
Within Groups	۰/۵۸۹	۶۶	۰/۰۰۹		
Total	۰/۹۱۵	۷۱			

Downloaded from ijhe.tums.ac.ir at 9:14 IRST on Tuesday October 23rd 2018

به منظور تعیین میـزان رابطه، نوع و جهت رابطه بین دو متغیر از ضریب همبسـتگی پیرسـون استفاده شـد. در تابستان بین تراکـم باکتری و میزان PM_{10} همبسـتگی بسـیار کمی از نوع پیرسـون برقرار گردید (جـدول ۶) و میـزان (r=0.181) و مقدار (sig=0.732) حاکی از این است که در واقع بین تعداد کلونی باکتری و میزان PM_{10} ارتباط معنی‌داری برقرار نیست.

جدول ۶: همبستگی باکتری و میزان pm_{10} - تابستان

		باکتری	pm_{10}
باکتری	Pearson Correlation	۱	۰/۱۸۱
	Sig. (2-tailed)		۰/۷۳۲
	N	۶	۶
pm_{10}	Pearson Correlation	۰/۱۸۱	۱
	Sig. (2-tailed)	۰/۷۳۲	
	N	۶	۶

همچنیـن بین تراکـم باکتری و میزان $PM_{2.5}$ نیز همبسـتگی بسـیار کمی از نوع پیرسـون برقرار گردید (جدول ۷) و میزان (r=0.192) و مقـدار (sig=0.715) نشـان می‌دهد که بین تعـداد کلونی باکتـری و میزان $PM_{2.5}$ نیـز ارتباط معنی‌داری برقرار نیست.

جدول ۷: همبستگی باکتری و میزان $PM_{2.5}$ - تابستان

Correlations

		باکتری	pm2.5
باکتری	Pearson Correlation	۱	۰/۱۹۲
	Sig. (2-tailed)		۰/۷۱۵
	N	۶	۶
$PM_{2.5}$	Pearson Correlation	۰/۱۹۲	۱
	Sig. (2-tailed)	۰/۷۱۵	
	N	۶	۶

در تابسـتان بین تعداد کلونی باکتری و میـزان تراکم جمعیت همبسـتگی از نوع پیرسـون برقرار گردید (جـدول ۸). میزان (r=0.842) و مقـدار (sig=0.035) حاکی از این اسـت که در واقع بین میزان تراکم جمعیت و تعداد کلونی‌ها ارتباط قوی و از نوع مستقیم برقرار است.

جدول ۸: همبستگی باکتری و میزان تراکم- تایستان

Correlations

		باکتری	tarakom
باکتری	Pearson Correlation	۱	۰/۸۴۲
	Sig. (2-tailed)		۰/۰۳۵
	N	۶	۶
تراکم جمعیت	Pearson Correlation	۰/۸۴۲ .	۱
	Sig. (2-tailed)	۰/۰۳۵	
	N	۶	۶

بین تعداد کلونی‌های باکتری و تعداد تهویه در این فصل همبستگی از نوع پیرسـون برقـرار گردید (جـدول ۹). با توجـه به میزان (r=0.861) و مقـدار (sig=0.028) در واقـع بین تعداد تهویه و تعداد کلونی باکتری ارتباط قوی و از نوع مستقیم برقرار است.

جدول ۹: همبستگی تعداد کلونی باکتری وتعداد تهویه- تایستان

Correlations

		باکتری	تعداد تهویه
باکتری	Pearson Correlation	1	*۰/۸۶۱
	Sig. (2-tailed)		۰/۰۲۸
	N	۶	۶
تعداد تهویه	Pearson Correlation	*۰/۸۶۱	1
	Sig. (2-tailed)	۰/۰۲۸	
	N	۶	۶

***. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).**

۲- ج - فصل زمستان

براساس نمونه‌برداری‌های انجام شده و طبق جدول ۴ مشخص شـد که تراکـم بیوآیروسـل‌های باکتریایی در ایـن فصل بین CFU/m^3 ۴/۹ – ۲/۶ متغیر بود. در خوابگاه‌های ۲، ۴ و سل فقـط باکتری‌های گرم مثبت و در نقاط کریدور، اتاق بسـتری و اورژانـس هر دو گروه باکتری‌های گـرم مثبت و گرم منفی شناسایی شدند. بیشترین آلودگی در خوابگاه ۲ و کریدور اصلی زندان و کمترین آلودگی در خوابگاه بیماران سلی مشاهده شد. با استفاده از آزمون آماری one way anova و میزان بدست آمـده (sig=0.003, α=0.05) و سـپس دو روش (tukey & dunken) در آزمون post hoc مشـخص گردید در این فصل میانگین میـزان باکتری‌ها در کل مکان‌های نمونه‌گیری با هم تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ۱۰).

Downloaded from ijhe.tums.ac.ir at 9:14 IRST on Tuesday October 23rd 2018

جدول ۱۰: آزمون **anova** گونه‌های باکتری مکان‌های نمونه‌برداری- زمستان

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	۰/۲۱۹	۵	۰/۰۴۴	۳/۹۰۷	۰/۰۰۳
Within Groups	۱/۰۷۹	۹۶	۰/۰۱۱		
Total	۱/۲۹۸	۱۰۱			

در زمستان بین تراکم باکتری و میزان PM_{10} و $PM_{2.5}$ همبستگی بسیار کمی از نوع پیرسون برقرار گردید (جداول ۱۱ و ۱۲) و میزان (r=0.450) و مقدار (sig=0.370) حاکی از این است که در واقع بین تعداد کلونی باکتری و میزان PM_{10} ارتباط معنی‌داری برقرار نشده است همچنین میزان (r=0.259) و مقدار (sig=0.621) نشان می‌دهد که بین تعداد کلونی باکتری و میزان $PM_{2.5}$ نیز همبستگی از نوع خطی برقرار نیست.

جدول ۱۱: همبستگی باکتری و میزان $PM_{2.5}$ - زمستان

Correlations

		باکتری	$PM_{2.5}$
$PM_{2.5}$	Pearson Correlation	۱	۰/۲۵۹
	Sig. (2-tailed)		۰/۶۲۱
	N	۶	۶
باکتری	Pearson Correlation	۰/۲۵۹	۱
	Sig. (2-tailed)	۰/۶۲۱	
	N	۶	۶

جدول ۱۲: همبستگی باکتری و میزان PM_{10} - زمستان

Correlations

		باکتری	PM_{10}
باکتری	Pearson Correlation	۱	۰/۴۵۰
	Sig. (2-tailed)		۰/۳۷۰
	N	۶	۶
PM_{10}	Pearson Correlation	۰/۴۵۰	۱
	Sig. (2-tailed)	۰/۳۷۰	
	N	۶	۶

در زمستان بین تعداد کلونی باکتری و میزان تراکم جمعیت همبستگی از نوع پیرسون برقرار گردید (جدول ۱۳). میزان (r = -0.079) و مقدار (sig=0.882) حاکی از این است که در واقع بین میزان تراکم جمعیت و تراکم باکتری همبستگی از نوع خطی برقرار نیست.

جدول۱۳ : همبستگی باکتری و میزان تراکم جمعیت - زمستان

Correlations

		باکتری	تراکم
باکتری	Pearson Correlation	۱	-۰/۰۷۹
	Sig. (2-tailed)		۰/۸۸۲
	N	۶	۶
تراکم	Pearson Correlation	-۰/۰۷۹	۱
	Sig. (2-tailed)	۰/۸۸۲	
	N	۶	۶

بین تعداد کلونی‌های باکتری و تعداد تهویه در این فصل همبستگی از نوع پیرسون برقرار گردید (جدول ۱۴). با توجه به میزان (r = -0.522) و مقدار (sig=0.288) مشاهده می‌شود که در فصل زمستان بین تعداد تهویه و تراکم باکتری همبستگی از نوع خطی برقرار نیست.

۱۴: همبستگی تعداد کلونی باکتری و تعداد تهویه-

Correlations

		باکتری	تعداد تهویه
باکتری	Pearson Correlation	۱	-۰/۵۲۲
	Sig. (2-tailed)		۰/۲۸۸
	N	۶	۶
تعداد تهویه	Pearson Correlation	-۰/۵۲۲	۱
	Sig. (2-tailed)	۰/۲۸۸	
	N	۶	۶

Downloaded from ijhe.tums.ac.ir at 9:14 IRST on Tuesday October 23rd 2018

بحث

خوابگاه ۲ نسبت به خوابگاه ۴ وسیع‌تر بوده و به دلیل جمعیت موجـود در آن از تراکـم (نفر بر متر مربع سـطح) بالاتری نیز برخـوردار بود همچنین شـرایط تهویه در زمـان انجام تحقیق تقریبا در هر دو مناسب و یکسان بودند. بیشترین تراکم جمعیت و کمتریـن میزان تهویه در کریدور بـرآورد گردیدند. میانگین غلظت ذرات معلق PM۲,۵ اندازه‌گیری شـده در هر دو فصل تابستان و زمسـتان در دو خوابگاه سل و بیماران بستری کمتر از حـد مجاز تماس h ۲۴ مورد اشـاره و در مابقی نقاط بیش از حـد مجاز بوده اسـت. همچنین غلظـت ذرات PM۱۰ در فصل تابسـتان در خوابگاه‌هـای ۴ و ۲ و کریدور اصلی زندان بالاتر از حـد مجاز بود که می‌توان دلیل آن را تراکم و تردد به نسـبت کمتر افراد در خوابگاه‌های بسـتری و سل و اورژانس بهـداری بویژه در بخش سـل در قیاس با سـایر نقاط زندان، ممنوعیت مصـرف دخانیات در این بخش‌هـا، تعداد تهویه و همچنین الزامات قانونی در رعایت بهداشت و پاکیزگی عمومی محیط نقاط درمانگاهی و نیز اجرای برنامه‌های پروژه ملی سل که زیر نظر سـازمان ملل و در قالـب گلوبال فوند فعالیت‌های زیادی در کنترل این بیماری بخصوص در زندان‌ها داشته است دانسـت و فقط در فصل زمسـتان غلظـت ذرات PM۱۰ در اورژانس بهداری نیز از حد مجاز فراتر رفته اسـت که می‌تواند بـه دلیل افزایش مراجعـات به بهـداری و بیماری‌های فصلی باشـد. محدوده میانگین غلظـت ذرات PM۲,۵ و PM۱۰ در فصل زمستان بیشتر از دامنه آن در فصل تابستان بوده است که می‌تواند به علت جریانات هوای فصلی، شـرایط موسمی و نیز بارش باران و افزایش رطوبت نسبی و همچنین بالا رفتن میزان عطسه و سرفه به دلیل شیوع بیماری‌ها و حساسیت‌ها باشد.

اسـتانداردهای (American Industrial Hygiene Association)AIHA و (American Conference of Government Industrial Hygienists)ACGIH حداکثر بار میکروبی پیشـنهاد شـده برای هوای آزاد و بسـته درخصوص باکتری‌های غیر پاتوژنیک را ۰ – ۵۰۰ CFU/m^3 و برای باکتری‌های پاتوژنیک، صفر اعلام کرده‌اند (۱۳).

علی‌رغم اینکـه خطرات بهداشـتی مواجهه با بیوآیروسـل‌ها شناسـایی شـده و به قطعیت رسیده اسـت برای این دسته از آلاینده‌های هوابرد حدود مجاز خاصی توصیه نشـده و مقادیر ارایه شـده هنوز در قالب پیشنهاد است که این ارقام پیشنهادی نیز دارای طیف گسـترده هسـتند که پیشتر گفته شد. مهم‌ترین علت این موضوع را می‌توان به تنوع بیوآیروسـل‌ها و پتانسیل متفاوت آنهـا در بیماری‌زایی نسـبت داد در مقاله Lavoie و همکاران به این موضوع اشـاره شده اسـت (۹). مقایسه نتایج حاصل از اندازه‌گیری تراکم بیوآیروسل‌های باکتریایی در نقاط شـش گانه زندان با حدود پیشنهادی نشان می‌دهد که در تمام ایستگاه‌ها بار آلودگی در محدوده پیشنهادی است.

میانگین مقدار کلونی باکتری شناسایی شده در کلیه ایستگاه‌های زندان به جز خوابگاه سل در فصل زمستان نسبت به تابستان از رشد قابل ملاحظه‌ای برخوردار بوده است که می‌تواند به علت افزایش بیماری‌های فصلی و آلرژی در زمستان باشد. گونه‌های باکتری شناسـایی شـده در دو فصل از هر دو گروه گرم مثبت و گـرم منفی غیربیماری‌زا بودند. میانگیـن تراکم باکتری‌ها در مکان‌های نمونه‌برداری با هم تفاوت معنی‌داری داشته است که علت معناداری این آزمون در هر دو فصل تابسـتان و زمسـتان به دو مکان خوابگاه بیماران بستری و اورژانس بهداری (دارای کمترین مقادیر) بستگی دارد و علت آن را می‌توان در حساسیت و دقت بالاتر اجرای دستورالعمل‌های بهداشتی و نیز تجهیزات بـه کار رفته در این نقـاط مانند سیسـتم‌های جدید تصفیه و پاک‌سازی هوا (Air Cleaner Systems) و لامپ‌های تولید اشعه فرابنفش دانست (۹و۱۳).

نتیجه‌گیری

در فصل تابسـتان بین میزان تراکم جمعیـت و تعداد کلونی‌ها ارتباط قوی و از نوع مستقیم برقرار بوده (Pv < ۰,۰۵) ولی در زمسـتان بین میزان تراکم جمعیت و باکتری همبستگی از نوع خطی برقرار نگردید (Pv > ۰,۰۵).

در فصل تابستان همبستگی بالایی بین تعداد کلونی‌های باکتری و تعداد تهویه مشـاهده شد و در واقع بین تعداد تهویه و تعداد کلونی باکتری ارتباط قوی و از نوع مستقیم برقرار است ولی در زمسـتان هیچ‌گونه همبستگی در سطح اطمینان ۹۵٪ بین تعداد کلونی‌های باکتری و تعداد تهویه مشاهده نشده و همبستگی از نوع خطی برقرار نگردید.

Downloaded from ijhe.tums.ac.ir at 9:14 IRST on Tuesday October 23rd 2018

همچنین در هیچ‌یک از دو فصل تابستان و زمستان بین تعداد کلونی باکتری و میزان PM۱۰ و PM۲,۵ ارتباط معنی‌داری برقرار نگردید.

نتایج بدست آمده در این مطالعه بیانگر آن است که تراکم بیوآیروسل‌ها در بخش‌های مختلف زندان متفاوت بوده و بطور متوسط بیشترین میزان آلودگی در کریدور اصلی زندان و خوابگاه ۲ و کمترین مقدار در اتاق‌های بستری و خوابگاه بیماران سلی وجود داشته است. این نتیجه با نتیجه مطالعه Jonidi و همکاران (۷) که در فضای بسته انجام گرفته است در توافق است همچنین مقایسه کلی باکتری‌های اندازه‌گیری شده در فضاهای بسته زندان‌های مورد مطالعه Baussano و همکاران (۸) و این تحقیق نشان داد که میانگین تراکم آلودگی در حدود مجاز پیشنهادی AIHA بوده است (۱۳و۱۴).

با توجه به نتایج بدست آمده، اجرای برنامه‌ای جامع در مبارزه و کنترل بیوآیروسل‌ها در فضاهای بسته زندان مورد مطالعه ضروریست و در همین راستا با توجه به تراکم و قدمت ساختمانی، استانداردسازی بیشتر فضای زندان از یک‌سو و طراحی و نصب بهینه سیستم‌های تهویه مطبوع و کنترل دما و رطوبت، کاهش بیشتر جمعیت کیفری با اقداماتی مانند جایگزینی مجازات حبس، انتقال زندان‌هایی که در درون شهر قرار دارند به بیرون از شهر و بیماریابی هرچه دقیق‌تر و فعال‌سازی بهینه واحدهای مراقبت سلامت بدو ورود زندانیان از سوی دیگر پیشنهاد و توصیه می‌گردد.

تقدیر و تشکر

این مقاله حاصل بخشی از پایان‌نامه با عنوان ((بررسی ذرات معلق و بیوآیروسل‌های باکتریایی و قارچی در هوای تنفسی زندانیان)) در مقطع کارشناسی ارشد در سال ۱۳۹۱ است که با حمایت دانشگاه علوم و تحقیقات خوزستان اجرا شده است.

Downloaded from ijhe.tums.ac.ir at 9:14 IRST on Tuesday October 23rd 2018

منابع

1. Nor Husna M, Lye M, Mariana N, Zailina H .Characterization of Bacteria and Fungi Bioaerosol in the Indoor Air of selected Primary Schools in Malaysia. Journal of Indoor and Built Environment. 2011;20:607-17.
2. Eduard W, Heederik D, Duchaine C, James GB. Bioaerosol exposure assessment in the workplace: the past, present and recent advances. Journal of Environmental Monitoring. 2012;14:334-39.
3. NIOSH. The NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM). USA: National Institue for Ocuupational Safety and Health; 2009.
4. Mandal J, Brandl H. Bioaerosols in Indoor Environment - A Review with Special Reference to Residential and Occupational Locations. The Open Environmental & Biological Monitoring Journal. 2011;4:83-96
5. WHO. WHO Guidelines for Indoor Air Quality. Copenhagen: World Health Organisation Regonal Office for Europe; 2010.
6. WHO. Treatment of Tuberculosis: Guidelines for National Programmes, 4th ed. Geneva: World Health Organization; 2009.
7. Hajia M, Jonidi Jafari A, Hosaynidost R. A review of bioaerosol emission and viability in air. Journal of Military Medicine. 2002;4(3):181–88 (in Persian).
8. Baussano I, Williams BG, Nunn P, Beggiato M, Fedeli U, Scano F. Tuberculosis in prisons: A systematic review. Journal of Plos Medicine. 2010;7(12):1-10.
9. Lavoie J, Cloutier Y, Lara J, Marchand G. Guide on respiratory protection against bioaerosols. IRSST; Montreal: 2007.
10. Scott J .Bioaerosol Sampling and Theory. Toronto: DALLA LANA School of Health; 2010.
11. Bahrami A. Methods of Sampling and Analysis of Air Pollutants. Tehran: Fanavaran Publication; 2006 (in Persian).
12. EPA. National ambient air quality standards (NAAQS). Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency; 2012 [cited 2013 Jul 9]. Available from: http:/www.epa.gov/air/criteria.html.
13. Kowalski WJ. 1998. Airborne Respiratory Disease and Mechanical Systems for Control of Microbes. New York: HPAC; 2007.
14. Nasehi M, Mirhaghani L. TB National Guide Book. 2nd ed. Tehran: Andisheh Publication; 2010 (in Persian).

Investigation on particle matter concentration and bacterial bioaerosols in indoor air of prisons

Mohammad sadegh sekhavatjou[1], Roya zekavati[2], *Mohsen Peymani Froshani[3]

[1] PHD, Assistant Professor, Islamic Azad University, Khouzestan Science and Research Branch, Ahwaz , Iran

[2] PHD, Assistant Professor, Islamic Azad University, Ahwaz branch, Iran

*[3] Master of Environment, Khuzestan province prisons administration

Received: 16 September 2013 ; Accepted: 9 December 2013

Downloaded from ijhe.tums.ac.ir at 9:14 IRST on Tuesday October 23rd 2018

ABSTRACT

Background and objectives: Many of non-respiratory and respiratory disorders are associated with bioaerosols in indoor and outdoor air. The best conditions for bioaerosols life are high humidity and moderate temperatures, which exist usually in indoor spaces such as the prisons, where density of individual is high. Pathogen spreading centers cause the prisoners health at risk of disease outbreaks through airborne and breathing, sneezing, and coughing. Therefore, the aim of this research work was to measure concentration of particulate matters and also to identify and determine bacteria existing in the prisoners breathing air at high-density areas in one of the prisons and their relationship with each other.

Materials & Method: we conducted this research during summer and winter of 2012. We used TSI apparatus for collecting particles (PM2.5 and PM10). Blood agar and EMB agar media were applied to measure bacteria in indoor air (bedchambers and clinical admission wards) of the prison. According to NIOSH 0800 method, High volume pump with 28.3 L/min flow and a Single-stage Anderson Impactor were used for sampling. The time of measuring for each plate was 2.5 min. Finally, the data achieved were analyzed using SPSS after counting and detecting bacterial colonies grown and determining its density (CFU/m³) for two consecutive seasons of summer and winter. The tests analyzed by SPSS were ANOVA, Post hoc, correlation, and Pearson correlation tests.

Results: Amounts of particulate matter in bedchambers were exceeded than 24-hour EPA limits, while it was less than the limits in clinical admission wards. Gram-positive and gram-negative bacteria were found in three bedchambers (50% of the bedchambers); however, gram-positive bacteria were cultivated only in three bedchambers. The maximum bacterial contamination was measured at the main Lobby of the prison and bedchamber II and the minimum value was observed in admitted patient and TB patient wards. Results showed that there is no significant relationship between the particulate matters and the bacterial density during neither summer nor winter, but there is a strong and direct relationship between the prisoners population density, ventilation systems, and bacterial density n indoor air of the studied prison.

Conclusion: Based on the results, the maximum contamination load and exceeded concentration was observed in public sections and bedchambers. This findings were attributed to the daily entry of new prisoners, high population density in prison, presence of ill prisoners, prisoners with hidden respiratory disease showing no symptoms yet, old building, climatic conditions of the region, low efficiency of ventilation systems, and influx of particulates. To filter and purify prison indoor air, it is crucial to take serious action plans such as reducing criminal population density, sanitary and engineering measures

Keywords: Bioaerosol, Prison, particulate matter, Bacteria, Respiratory disease

***Corresponding Author:** *peymani.froshani@gmail.com*
***Mob:** *+98 916 6139676*