

مقاله پژوهشی

بررسی انتشار آئروسول‌های بیولوژیکی در تسهیلات کمپوست کهریزک تهران و ارائه راهکارهای مناسب

احمدرضا یزدانبخش^۱، ابوالفضل نعیم آبادی^۲، عبدالعظیم علی نژاد^{۳*}، منصور برافراشته^۴، قاسم حسینی^۵، احسان آقایی^۶، سجاد فاضلی فارسانی^۷

^۱ عضو هیئت علمی گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
^۲ عضو هیئت علمی گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی، بجنورد، ایران
^۳ دانشجوی دکتری مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
^۴ دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
^۵ دانشجوی دکتری مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران
^۶ دانش آموخته کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
^۷ دانش آموخته کارشناسی مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کاشان، کاشان، ایران

* نویسنده مسئول: دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

پست الکترونیک: azimalinejad@gmail.com

وصول: ۹۱/۶/۸ اصلاح: ۹۱/۸/۲ پذیرش: ۹۱/۹/۷

چکیده

زمینه و هدف: واژه بیوآئروسول به ذرات هوابردی اطلاق می‌گردد که منشأ بیولوژیکی داشته و شامل گستره‌ی متنوعی از میکروارگانیسم‌ها و ارگانیسم‌های زنده می‌باشد. یکی از نگرانی‌های مرتبط با تسهیلات تولید کمپوست تکثیر و انتشار بیوآئروسول‌ها در مقادیر قابل توجه است. هدف از این بررسی تعیین غلظت بیوآئروسول‌ها در واحدهای مختلف کارخانه کمپوست کهریزک تهران و مقایسه با غلظت‌های استاندارد بود.

مواد و روش کار: در این مطالعه تعداد کل باکتری‌ها، باکتری‌های گرم منفی و قارچ اسپرژیلوس فومیگاتوس در واحدهای مختلف کارخانه با استفاده از روش نمونه برداری برخورد مستقیم مورد بررسی قرار گرفت. نمونه برداری در طول یک ماه در چهار مرحله از نقاط زمینه، واحد جداسازی، واحد سرد، توده ی ویندرو، ۱۰ متر بالاتر (خلاف جهت باد) و پایین‌تر از توده‌ی ویندرو (در جهت باد) انجام و نمونه‌ها با روشهای استاندارد در آزمایشگاه میکروبیولوژی مورد آزمایش قرار گرفتند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که تعداد میکروارگانیسم‌ها در نقاط زمینه برای کل باکتری‌ها و باکتری‌های گرم منفی به ترتیب ۲۵۴۱ تا ۳۰۸۹ و ۵۰ تا ۷۴ CFU/m^3 و برای قارچ اسپرژیلوس فومیگاتوس ۵۰۰ تا ۷۶۵ CFU/m^3 می‌باشد. در نمونه‌های گرفته شده از فرآیندهای تولید کمپوست تعداد کل باکتری‌ها و باکتری‌های گرم منفی به ترتیب ۲۷۰۰ تا ۴۸۷۰ و ۵۸ تا ۳۴۲ CFU/m^3 و تعداد قارچ ۶۵۰ تا ۴۰۰۰ CFU/m^3 گزارش شد.

نتیجه گیری: نتایج حاصل از این بررسی نشان می‌دهد که تعداد آئروسول‌های بیولوژیکی در واحدهای تسهیلات کمپوست بیشتر از استاندارد های *ASTM* می‌باشد، این موضوع در واحدهای سرد و جداسازی قابل تامل است.

واژه‌های کلیدی: آئروسول‌های بیولوژیکی، انتشار، کمپوست

مقدمه

قابل کشت و یا مرده (مانند باکتری‌ها، قارچ‌ها، ویروس‌ها و همچنین اجزا و ذرات متابولیکی ارگانیسم‌های زنده (مانند اندوتوکسین‌ها که اجزاء دیواره‌های سلولی باکتری‌ها هستند) و یا میکوتوکسین‌ها (که فرآورده متابولیکی قارچ

واژه بیوآئروسول به ذرات هوابردی اطلاق می‌گردد که دارای منشأ بیولوژیکی هستند. بیوآئروسول‌ها می‌توانند شامل گستره‌ی وسیعی از میکروارگانیسم‌ها (قابل کشت، غیر

اطراف و آنالیز کمی و کیفی میکرو ارگانیسم‌های هوا برد تسهیلات کمپوست در ایتالیا اشاره کرد، که نتایج به دست آمده نشان داد که آلودگی بیشتر در نزدیکی تسهیلات و مربوط به باکتری‌های مزوفیلیک، سرما دوست و قارچ‌ها است. در این مطالعه همچنین معلوم شد که غلظت باکتری و قارچ در تابستان نسبت به زمستان بیشتر است [۶]. همچنین بررسی پانکراست^۱ و همکاران (۲۰۱۰)، نشان داد که بیوآئروسول‌ها در غلظت‌های خیلی بالاتر از مکانهای زمینه پخش نشدند [۱۶]. درحالیکه در بررسی Le Goff و همکاران (۲۰۱۲) پراکندگی زیادی بین حداکثر و حداقل مشاهده شد و بیشترین غلظت‌ها برای سلولهای شمارش شده بوسیله میکروسکوپ اپی فلورسنت مشاهده شد [۱۷].

در مطالعه‌ی دیگر که توسط نیک آئین و همکارانش (۲۰۰۸) در کارخانه کمپوست اصفهان صورت گرفته، غلظت‌های بیوآئروسول‌های منتشر شده در طول فرآیندهای تولید کمپوست (compost application) و نقاط زمینه مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج به دست آمده نشان داد که آلودگی در فرآیندهای تولید کمپوست (compost application) بسیار بیشتر از نقاط زمینه است [۷].

نتایج مطالعه‌ی دیگری که در تسهیلات تولید کمپوست انگلستان (سال ۲۰۰۵) انجام شد نشان داد که انتشار بیوآئروسول‌ها از فعالیت‌های تولید کمپوست با افزایش فاصله از منبع خیلی سریع کاهش می‌یابد. نتایج تایید کردند که در منبع نزدیک به تسهیلات، غلظت‌های زیادی از باکتری‌ها و قارچ‌ها یافت می‌شود [۹].

بررسی‌های کمی و کیفی میکروبی هوای تسهیلات کمپوست لهستان در فواصل سالهای ۲۰۰۲ و ۲۰۰۳ غلظت‌های بالایی از میکروارگانیسم‌ها را گزارش کرد. ۵۰ درصد از میکروارگانیسم‌های هوا برد گزارش شده قارچ بودند [۱۰، ۱۱].

مطالعات اولیه و بررسی‌های فنی برای احداث کارخانه کمپوست کهریزک تهران با ظرفیت ۲۰۰۰ تن در روز در اواخر سال ۱۳۷۲ شروع شد. فاز اول کارخانه با ظرفیت دریافت ۱۰۰۰ تن زباله در حاشیه مرکز دفن زباله

ها هستند) باشند. وجود بیوآئروسول‌ها در هوا ممکن است واکنش‌های آلرژیک، سمی و یا بیماری‌های عفونی در افراد در معرض مواجهه ایجاد نماید [۲، ۱]. یکی از منابع تولید آئروسول‌های بیولوژیکی تسهیلات تولید کمپوست است. بیوآئروسول‌های ناشی از تسهیلات کمپوست شامل طیف وسیعی از آلرژن، قارچ، باکتری، ویروس، اکتینومیست‌ها، آرتروپود، پروتوزا و همچنین محصولات میکروبی همانند اندوتوکسین و مایکوتوکسین است [۱۳، ۱۴]. اندازه بیوآئروسول‌ها عموماً کمتر از ۱۰ میکرومتر بوده و به وسیله سلول‌های ویژه خطی و موهای بینی فیلتر نمی‌شوند و با نفوذ به قسمت‌های تحتانی ریه سبب مشکلات تنفسی و بیماری‌های عفونی و روده‌ای و افزایش حساسیت می‌شوند [۳]. اگرچه تسهیلات تولید کمپوست می‌تواند برای پردازش و کاهش حجم مواد زائد شهری مفید باشد اما به هر حال نگرانی‌هایی نیز در مورد محدوده اثرات نامطلوب آن وجود دارد [۱۵]. انتشار بیوآئروسول‌ها یکی از نگرانی‌های مرتبط با فرآیند تولید کمپوست است که منجر به مشکلات بهداشتی برای کارگران کارخانه و همچنین ساکنان مجاور کارخانه می‌شود [۵، ۴]. فرآیند تولید کمپوست در جریان تجزیه مواد آلی قابل تجزیه محیط مناسبی را برای تولید و تکثیر بیوآئروسول‌ها در مقادیر قابل توجه فراهم می‌کند. از فرآیندهای متداول تولید کمپوست که باعث انتشار بیش از حد بیوآئروسول‌ها در هوا می‌شود می‌توان به جداسازی و پردازش (Separating)، سرنده کردن (Screening)، خرد کردن (Shredding) و بهم‌زدن (Turning) اشاره کرد. میزان انتشار بیوآئروسول‌ها تحت تاثیر چندین عامل قرار می‌گیرد. این عوامل شامل: نوع مواد کمپوست شونده، فرآیندهای درون کارخانه‌ای، رفت و آمد وسایل نقلیه در کارخانه، نوع تجهیزاتی استفاده شده، ویژگی‌های منحصر به فرد مختص به هر بیوآئروسول، فاکتورهای جغرافیایی و شرایط آب و هوایی می‌باشد [۱۲، ۳].

مطالعات زیادی جهت ارزیابی انتشار آئروسول‌های بیولوژیکی کارخانه‌های کمپوست مناطق مختلف جهان صورت گرفته است که از جمله این مطالعات می‌توان به مطالعه‌ای که توسط Pietro و همکاران (۲۰۰۸) جهت ارزیابی خطرات بالقوه مواجهه کارگران و ساکنین مناطق

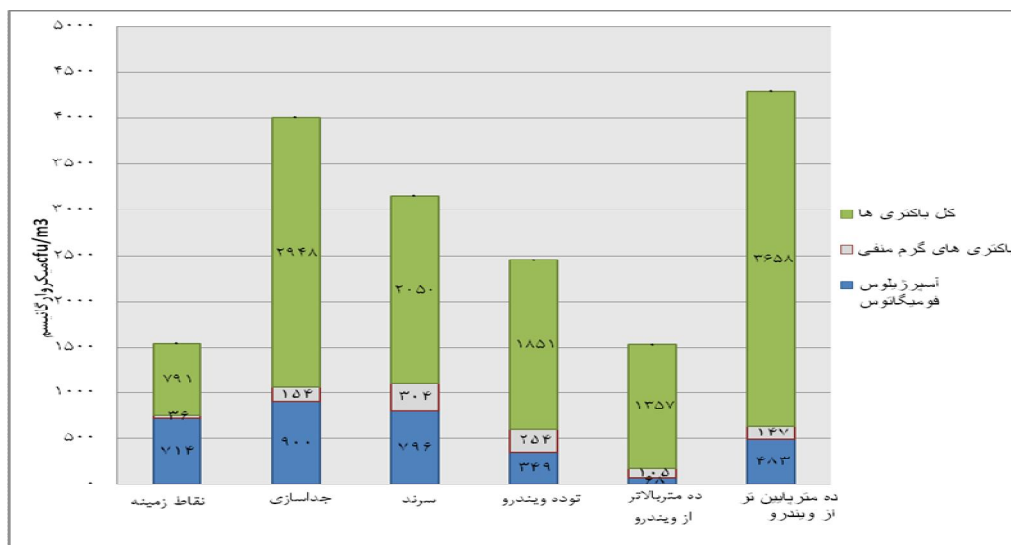
از قرارگیری پلیت‌های حاوی محیط کشت در داخل پمپ، نمونه برداری با دبی ۲۸ لیتر در دقیقه به مدت بیست دقیقه در ارتفاع ۱/۵ متری بالای سطح زمین در منطقه تنفسی انجام گرفت. پس از نمونه برداری محیط کشت‌ها تحت شرایط استریل به آزمایشگاه منتقل شد و پلیت‌های حاوی PC در دمای ۳۵ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت و پلیت‌های MEA در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت و Endo به مدت ۲۴ ساعت در ۳۷ درجه سانتیگراد در انکوباتور قرار داده شد. پس از زمان انکوباسیون تعداد کلنی‌ها شمارش و بر حسب CFU/m^3 گزارش شد. در ضمن در طی هر نمونه برداری شرایط دما و رطوبت در محل نمونه برداری ثبت شد. روش نمونه برداری و شمارش نمونه‌ها همچنین تعیین نقاط نمونه برداری و تعداد آن با استفاده از استاندارد جهانی ASTM بخش E884-82 قسمت نمونه برداری از میکروارگانیسم‌های هوابرد در تاسیسات بازیافت مواد زائد انجام شده است.

نمونه برداری در نقاط زمینه، محل جداسازی، سرد، ویندرو، ۱۰ متر بالاتر (خلاف جهت باد) و پایین‌تر از توده‌ی ویندرو (در جهت باد) در چهار هفته انجام شد و در هر بار نمونه برداری ۳ نمونه (کل باکتری‌ها، باکتری‌های گرم منفی و قارچ اسپریلوس فومیگاتوس) از هر محل نمونه برداری گرفته شد. در نهایت نتایج با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۷ و آزمون آماری one-way Anova مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. همچنین رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel صورت گرفت.

کهریزک احداث شد. این کارخانه در حال حاضر با ظرفیت اسمی ۵۰۰ تن در روز درحال فعالیت است [۶]. هدف از این مطالعه ارزیابی انتشار آئروسول‌های بیولوژیکی در واحدهای عملیاتی و نقاط زمینه تسهیلات کمپوست کهریزک تهران می باشد.

روش کار

این مطالعه از نوع تجربی در کارخانه کمپوست کهریزک تهران در تیر ماه تابستان ۱۳۸۹ انجام گرفت. در این کارخانه واحدهای مختلفی مورد بهره برداری است که از جمله آنها می‌توان به واحد تولید کمپوست، واحدهای پردازش (شامل ۴ خط بازیافت و پردازش پسماند)، واحد پردازش بیومکانیکال (در این روش پسماند ریزدانه پس از جداسازی و خرد شدن، وارد فرآیند کمپوست‌سازی شده و پس از پشته‌سازی با هوادهی فعال یا غیرفعال در طی زمان به کمپوست تبدیل می‌شود)، واحد تخمیر یا فرآوری کمپوست اشاره کرد. در این مطالعه از روش نمونه برداری برخورد مستقیم استفاده شد که وسایل و موادی همچون پمپ نمونه برداری محیطی هوا (CASELLA)، پلیت، محیط کشت P.C.Agar برای شمارش کل باکتری‌ها (Total bacteria)، Malt.Extract.Agar (MEA) برای قارچ اسپریلوس فومیگاتوس و Endo.Agar برای باکتری گرم منفی به کار گرفته شد. در هنگام نمونه برداری دما و رطوبت نیز توسط دما سنج و رطوبت‌سنج اندازه‌گیری شد. محیط کشت‌های مورد استفاده در محیط آزمایشگاه تهیه و تحت شرایط استریل به محل نمونه برداری منتقل و پس

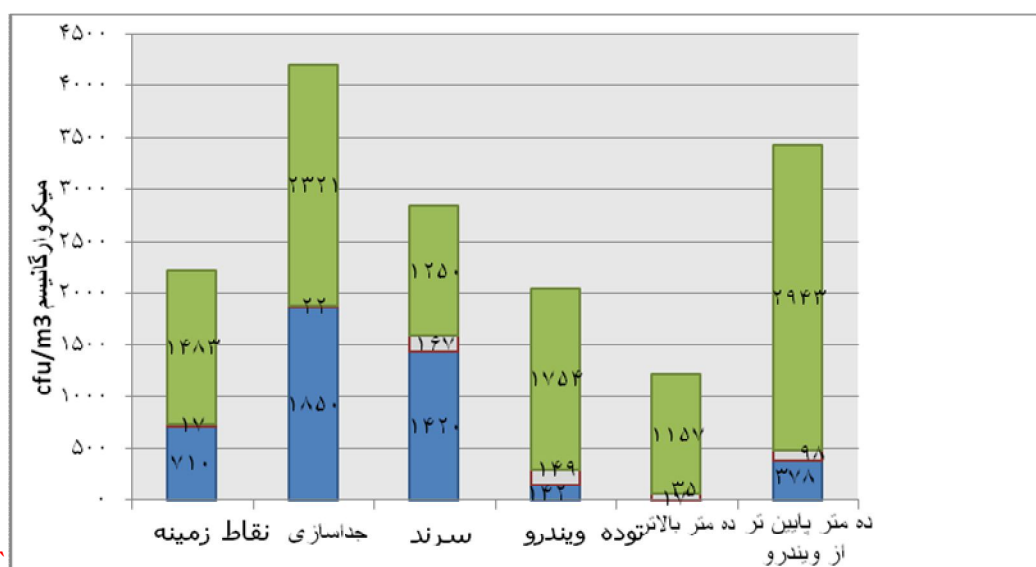


نمودار ۱: نتایج آزمایش میکروبی در مرحله اول نمونه برداری

یافته‌ها

نتایج حاصل از این بررسی در نمودارهای ۱ تا ۵ و جدول ۱ قابل مشاهده می‌باشد. نمودار ۱ و ۲ نمودارهای مربوط به نتایج آزمایش میکروبی در هر چهار مرحله نمونه برداری برای مکان‌های مختلف را نشان می‌دهد. همچنین

روند تغییرات آئروسل‌ها در طول نمونه برداری در محل-های مختلف در نمودارهای ۳ تا ۵ نشان داده شده است. در این مطالعه تغییرات دما و رطوبت در محل‌های مختلف در کارخانه کمپوست ثبت شد که نتایج آن در جدول ۱ آورده شده است.

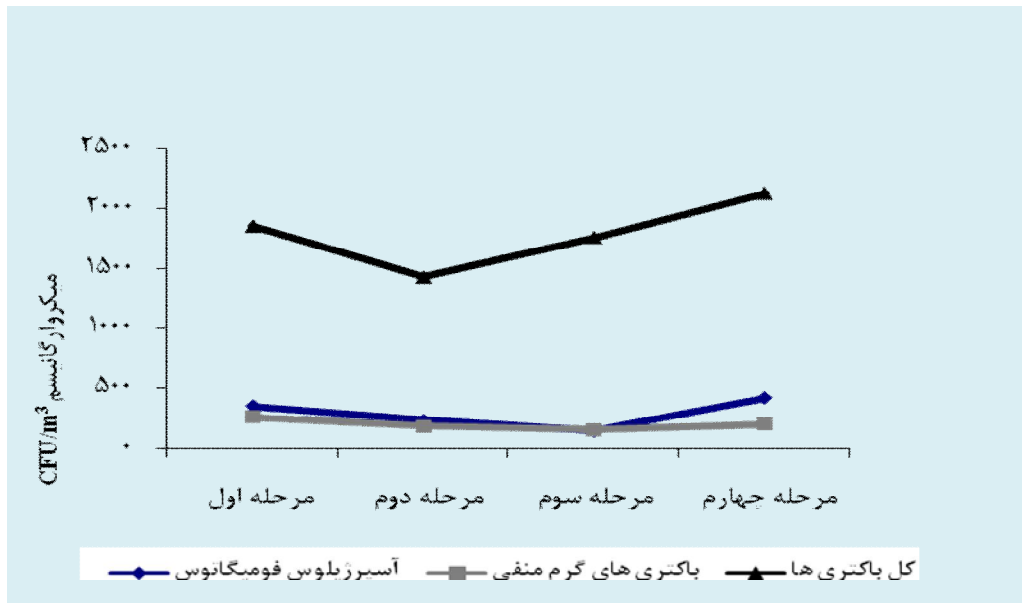


نمودار ۲: نتایج آزمایش میکروبی در مرحله سوم نمونه برداری

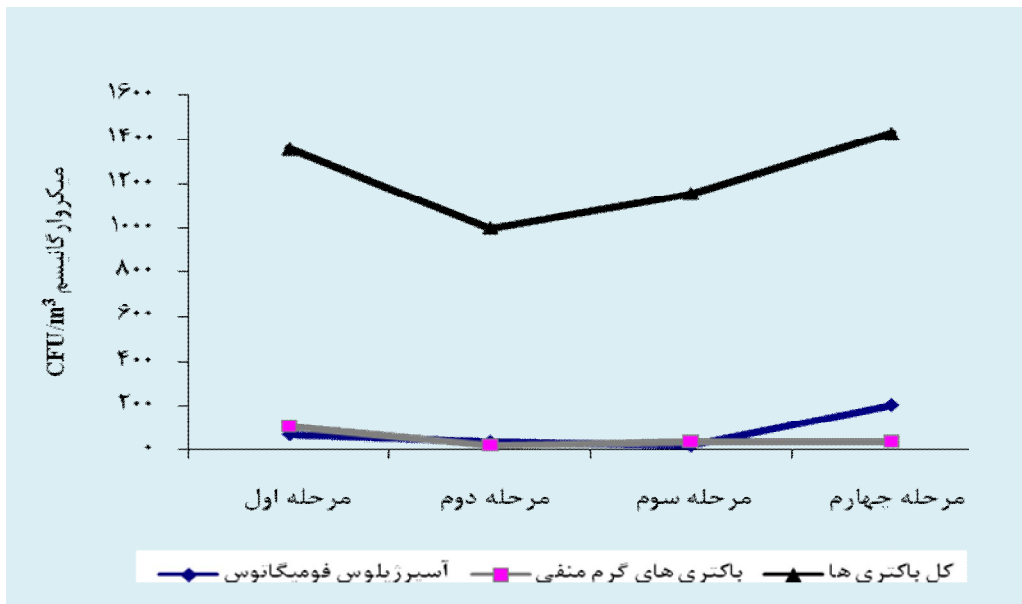
جدول ۱: نتایج اندازه گیری دما و رطوبت در مکان‌های مختلف کارخانه ی تولید کمپوست در طول نمونه برداری

روند تغییرات دما (C^0) نقاط زمينه جداسازی سرد ویندرو ۱۰ متر بالاتر از ویندرو ۱۰ متر پایین تر از ویندرو

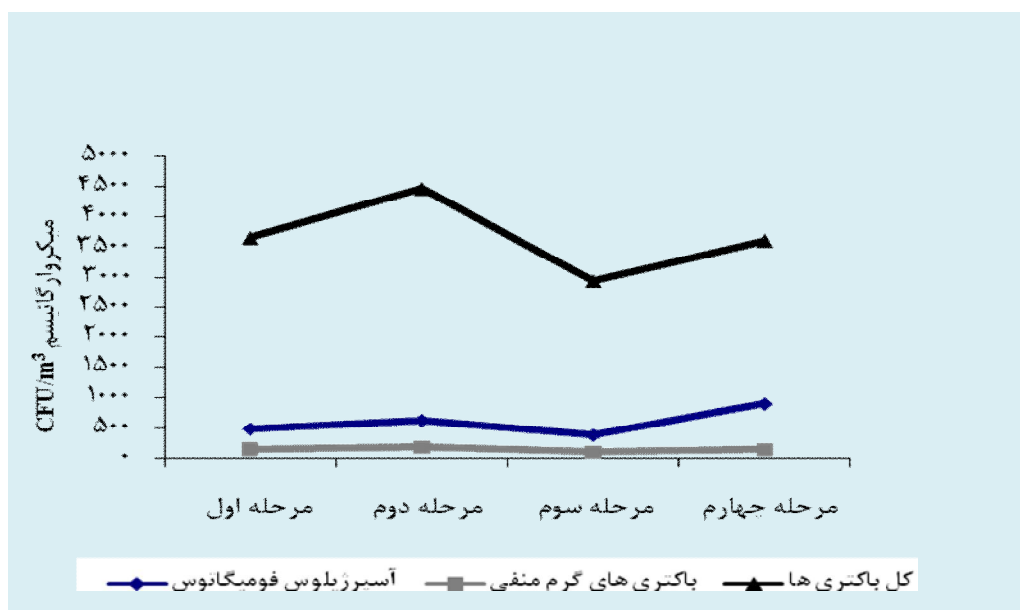
مرحله	نقاط زمينه	جداسازی	سرد	ویندرو	ده متر بالاتر از ویندرو	ده متر پایین تر از ویندرو
مرحله اول	۳۱	۲۷	۲۷	۳۴	۳۴	۳۴
مرحله دوم	۳۳	۲۶	۲۶	۳۵	۳۵	۳۵
مرحله سوم	۳۰	۲۷	۲۷	۳۳	۳۳	۳۳
مرحله چهارم	۲۹	۲۷	۲۷	۳۵	۳۵	۳۵
روند تغییرات رطوبت	نقاط زمينه	جداسازی	سرد	ویندرو	ده متر بالاتر از ویندرو	ده متر پایین تر از ویندرو
مرحله اول	۳۵	۶۵	۶۵	۴۰	۴۰	۴۰
مرحله دوم	۳۷	۶۵	۶۵	۴۰	۴۰	۴۰
مرحله سوم	۳۵	۷۰	۷۰	۴۰	۴۰	۴۰
مرحله چهارم	۳۸	۶۵	۶۵	۴۰	۴۰	۴۰



نمودار ۳: روند تغییرات آئروسول ها در طول نمونه برداری از توده ویندرو



نمودار ۴: روند تغییرات آئروسول ها در طول نمونه برداری ده متر بالاتر از توده ویندرو



نمودار ۵: روند تغییرات آئروسول‌ها در طول نمونه برداری ده متر پایین تر از توده ویندرو

بحث

در این مطالعه محدوده‌ی گسترده‌ای از غلظت میکروارگانیسم‌ها مشاهده گردید. تعداد کلونی‌ها از ۲۵۴۱ تا ۳۰۸۹ و ۵۰ تا ۷۴ CFU/m³ برای کل باکتری و باکتری‌های گرم منفی و ۵۰۰ تا ۷۶۵ CFU/m³ برای قارچ آسپرژیلوس فومیگاتوس در نمونه‌های نقاط زمینه ثبت شد. این غلظت‌ها تا حدودی با نتایج بدست آمده از مطالعه نیک آئین و همکاران در نمونه‌های نقاط زمینه برابری می‌کند. همچنین غلظت‌های ۲۷۰۰ تا ۴۸۷۰ و ۵۸ تا ۳۴۲ CFU/m³ برای کل باکتری و باکتری‌های گرم منفی و ۶۵۰ تا ۴۰۰۰ CFU/m³ برای قارچ آسپرژیلوس فومیگاتوس برای نمونه‌های گرفته شده از فرآیندهای مختلف آماده سازی مواد و تولید کمپوست بدست آمد. بیشترین غلظت کل باکتری در محل جداسازی دستی و کمترین در ده متری بالاتر از توده ویندرو در خلاف جهت باد اندازه گیری شد. در محل جداسازی چون با ظرفیت بالای مواد خام ورودی مواجه بودیم اندازه‌گیری بیشترین

غلظت‌ها منطقی به نظر می‌رسد. نتایج حاصل از آزمون آماری (one-way Anova) انجام گرفته نشان می‌دهد که این غلظت‌ها از لحاظ آماری نیز نسبت به غلظت‌های نقاط زمینه و سرند (P-Value $\leq 0/001$) معنی دار است. باکتری‌های گرم منفی بیشترین غلظت را در نمونه‌های گرفته شده در محل سرند داشتند و کمترین غلظت‌ها در ده متری بالاتر از ویندرو بدست آمد. بالاترین شمارش قارچ مربوط به نمونه‌های گرفته شده از واحد جدا سازی بود.

نتایج آنالیز یک تفاوت عمده بین غلظت‌های نقاط زمینه و نمونه‌های فرآیند را برای باکتری‌های گرم منفی و قارچ نشان داد و برای کل باکتری‌ها غلظت در هر دو مکان بالاتر از حد استاندارد بود. نتایج نشان داد که از لحاظ آماری بین مقدار غلظت کل باکتری و رطوبت اندازه‌گیری شده در مکان‌های مختلف نمونه برداری (P-Value $\leq 0/001$) رابطه معنی دار وجود داشت. محدوده دما در طول فرآیند نمونه برداری از ۲۶ تا ۳۵ و با میانگین ۳۲

بیوآئروسول ها از منابع غیرفعال بیشتر از منابع فعال می باشد مطابقت دارد [۱۲]. تغییرات رطوبت تاثیر چندانی در غلظت های بدست آمده از قارچ در هر چهار مرحله نمونه برداری نشان نداد. پایداری میکروارگانیسم ها در هوا بستگی به عوامل محیطی متعددی دارد که مهمترین آن رطوبت نسبی، خشکی، تشعشع خورشید و حرارت است. رطوبت نسبی مهمترین عامل کنترل کننده پایداری آئروسول ها است. لازم به ذکر است که رطوبت کمتر از ۵۰ درصد اثر منفی بر فعالیت اغلب باکتری های هوا برد دارد. میانگین غلظت قارچ اسپرژیلوس فومیگاتوس 2250 CFU/m^3 بدست آمد که از غلظت استاندارد گزارش شده توسط انجمن علمی آنالیز مواد آمریکا (ASTM) در تسهیلات کمپوست که محدوده مجاز را برای قارچ 1000 CFU/m^3 تعیین کرده بیشتر می باشد. همچنین ASTM محدوده مجاز را برای کل باکتری و باکتری های گرم منفی به ترتیب 1000 و 300 CFU/m^3 تعیین کرده است. در این مطالعه میانگین برای کل باکتری 3400 CFU/m^3 ثبت شد که بیش از سه برابر استاندارد اختصاصی ارائه شده توسط (ASTM) برای تسهیلات کمپوست می باشد، در حالیکه میانگین بدست آمده برای باکتری های گرم منفی در مکان های مختلف 180 CFU/m^3 که کمتر از میزان استاندارد بود. با توجه به مشکلات گفته شده در مورد انتشار بیوآئروسولها در تسهیلات کمپوست، استفاده از برخی راهکارهای پیشگیرانه و کنترلی ساده می تواند کمک شایانی در تقلیل اثرات این میکروارگانیسم ها بر روی کارگران و ساکنین اطراف تسهیلات داشته باشد. برخی از این راهکارها و پیشنهادها عبارتند از:

- تهیه ماسک های تنفسی برای کارگران جهت حفاظت در برابر غلظت های بالای بیوآئروسول
- برنامه های پایش آئروسول، چون غلظت های بیوآئروسول ها در فصول مختلف سال تغییر می کند.
- بهداشت و طراحی بهتر با ایجاد تسهیلاتی که خطر در معرض قرارگیری دریافت کننده را به حداقل برساند. ترکیب روشهای پیشگیری و کنترل روش جامع تر و موثرتری را برای کاهش انتشار و پراکندگی بیوآئروسول ها در غلظت های بالا ارائه می دهد.

درجه سانتیگراد و رطوبت از ۳۵ تا ۷۰ درصد با میانگین ۵۲ درصد برای محل های نمونه برداری ثبت شد. در مجموع چهار هفته نمونه برداری بیشترین غلظت کل باکتری در رطوبت ۶۵ درصد و دمای ۲۷ درجه ی سانتیگراد در هفته اول اندازه گیری شد. همچنین آنالیز آماری برای باکتری های گرم منفی نشان داد که بین میزان تغییرات دما و غلظت باکتری های گرم منفی رابطه معنی داری مشخص نشد ($P\text{-Value} = 0/09$) ولی بین غلظت این میکروارگانیسم ها و رطوبت ($P = 0/005$) رابطه معنی داری یافت شد، یعنی با افزایش رطوبت مقدار باکتری های گرم منفی نیز افزایش یافته است. با توجه به اینکه رطوبت نسبی به ادامه حیات باکتری ها کمک می کند و فرآیندهای جداسازی و سرنده در یک فضای بسته قرار داشت و بالاترین مقادیر رطوبت در این مکان ها ثبت شد، بیشترین غلظت های کل باکتری و باکتری های گرم منفی نیز در این محل ها ثبت شد.

میانگین غلظت های ثبت شده در محل های مختلف با اطلاعات حاصل از مطالعه نیک آئین و همکاران در اصفهان مقایسه شد [۷] و در این مطالعه غلظت های بیشتری از قارچ اسپرژیلوس و همچنین غلظت های کمتری برای کل باکتری ها نسبت به نتایج بدست آمده از مطالعه نیک آئین و همکاران ثبت شد. غلظت باکتری های گرم منفی به دلیل دوره ماندگاری کوتاه در هر ۶ محل نمونه برداری کمتر از حد استاندارد بود. غلظت های بدست آمده در ده متری بالای توده ی کمپوست در خلاف جهت باد برای همه میکروارگانیسم ها کمتر و با افزایش فاصله کاهش زیادی را نشان داد که با نتایج بدست آمده از مطالعات صورت گرفته در تسهیلات تولید کمپوست انگلستان (۲۰۰۵) مشابهت دارد [۹]. در محل های نمونه برداری سرنده و جداسازی که رطوبت بالاتری ثبت شده است میانگین غلظت کل باکتری ها نیز بالاتر بوده است. به عبارت دیگر با توجه به افزایش رطوبت در محل سرنده و جداسازی و مهیا بودن شرایط زیستی و پایداری برای باکتری ها غلظت این میکروارگانیسم ها در این مکان ها نسبت به بقیه محل های نمونه برداری بالاتر بود که با مطالعه تاها^۱ و همکاران که نشان می دهد انتشار

یک منبع عمده برای انتشار میکروارگانیسم‌های هوابرد و یک خطر بالقوه برای افراد مورد مواجهه برای کارگران و افراد همسایه باشد. نتایج نشان داد تعداد آئروسول‌های بیولوژیکی در واحدهای تسهیلات کمپوست بیشتر از استانداردهای ASTM می‌باشد، این موضوع در واحدهای سرنده و جداسازی قابل تامل است.

تشکر و قدردانی

در پایان از همکاری‌های صمیمانه مسئولین و پرسنل کارخانه کمپوست کهریزک تهران و کارشناسان محترم آزمایشگاه گروه بهداشت محیط، مدیران محترم گروه‌های بهداشت محیط و بهداشت حرفه‌ای و معاونت پشتیبانی دانشکده بهداشت شهید بهشتی تشکر و قدردانی می‌گردد.

References

1. Bakandeh Sh, Air sampling methods atmospheric contaminants, Andisheh Rafei, Tehran, 1378[Persian]
2. Takdastan A, Jafarzade N, poramini N, Bagvand A, Evaluation of hazards and provide a model to estimate biological aerosols from wastewater plant and irrigation with wastewater effluent in the air direction, Proceeding of the first air pollution and its effects on health 2005 february; 1-2 [Persian]
3. Crook B, Stagg S, Uwagboe UC, Bioaerosols in waste composting deriving source terms and characterising profiles, Environment Agency Rio House Waterside Drive December 2008; 21(1): 23-34.
4. Drew G, Deacon L, J Pankhurst, L Pollard, S, Guidance on the evaluation of bioaerosol risk assessments for composting facilities, Environment Agency, Rio House, Waterside Drive 2009.
5. Tchobanoglous G, Theisen H, Integrated Solid Waste Management. Mc Graw-Hill, 1993.
6. Pietro G, Marinella R, Simona V, Elena G, Danilo C, Assessment of airborne microorganism contamination in an industrial area characterized by an open composting facility and a wastewater treatment plant, Environmental Research 2009; 109: 135-142.
7. Nikaien M, Hatamzade M, Hasanzade A, Sahami, E, Bioaerosol emissions arising during

• ارزیابی خطر برای آئروسول‌های قابل استنشاق بخصوص برای گروه‌های حساس در این واحدها.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که تعداد میکروارگانیسم‌ها در نقاط زمینه برای کل باکتری‌ها و باکتری‌های گرم منفی به ترتیب ۲۵۴۱ تا ۳۰۸۹ و ۵۰ تا ۷۴ CFU/m³ و برای قارچ آسپرژیلوس فومیگاتوس ۵۰۰ تا ۷۶۵ CFU/m³ می‌باشد. در نمونه‌های گرفته شده از فرآیندهای مختلف تولید کمپوست تعداد کل باکتری‌ها و باکتری‌های گرم منفی به ترتیب ۲۷۰۰ تا ۴۸۷۰ و ۵۸ تا ۳۴۲ CFU/m³ و تعداد قارچ آسپرژیلوس فومیگاتوس ۶۵۰ تا ۴۰۰۰ CFU/m³ گزارش شد. همچنین بررسی‌ها نشان داد که تسهیلات کمپوست مواد زائد شهری می‌تواند

- application of municipal solid-waste compost, *Aerobiologia* 2009; 55:1-6[Persian]
8. Stephen s, Alison B, Adrian k, Brian c, Bioaerosol emissions from waste composting and the potential for workers exposure, Health and Safety Laboratory for the Health and Safety Executive 2010; 64: 5-7.
 9. Bugajny A, Knopkiewicz M, Piotraszewsk A, Sekulska M, Stach A, Filip M, On the microbiological quality of the outdoor air in Proza, Poland *Polish Journal of Environmental Studies* 2005;14 (3):287-293
 10. Welling B, the State of Composting and Biological Waste Treatment in the UK, The Association for Organics Recycling 2005; 107:123-127.
 11. Albrecht A, Witzemberger R, Bernzen U, Jäckel U, Detection of airborne microbes in a composting facility by cultivation based and cultivation-independent methods, *Ann Agric Environ Med* 2007; 14:81-85.
 12. Taha M, Drew G, Longhurst P, R Smith, Pollard s, Bioaerosol releases from compost facilities and evaluating passive and active source terms at a green waste facility for improved risk assessments, *American Industrial Hygiene Association Journal* 2005; 203:97-104.
 13. Drew GH, Longhurst P, Pollard j, Smith s, Tyrrel SF, Development of Amenity Risk Assessments at Organic Waste Treatment Facilities, Environment Agency, Rio

House; Waterside Drive Aztec West Almondsbury, Bristol, 2008.

14. Munoo Prasad B, Kildare C, Bioaerosols and Composting, Environment & Resource Management 2004; 107:4-14.

15. Jager E, Eckrich C, Hygienic aspects of biowaste composting, Annals of Agricultura and Environmental Medicine 1997; 4: 99-105.

16. Pankhurst L.J, Akeel U, Hewson C, Maduka I, Understanding and mitigating the

challenge of bioaerosol emissions from urban community composting, Atmospheric Environment 45: 85-93.

17. Le Goff O, Godon J.J, Milferstedt K, Bacheley H and ,“et al”, A new combination of microbial indicators for monitoring composting bioaerosols, Atmospheric Environment 2008; 61: 428-433.

Original Article

Determination of the biological aerosol emission in kahrizak compost facility and provide suitable strategies

Yazdanbakhsh AR¹, Naimabadi A², Alinejad AA^{3*}, Barafrashteh M⁴, Hasani Gh⁵, AghayaniE⁶, Fazeli Farsani S⁷

¹Department of Environmental Health Engineering, Shahid beheshti University of Medical Sciences.

²Department of Environmental Health Engineering, North Khorasan University of Medical Sciences.

³Student of PhD in Environmental Health Engineering, Shahid beheshti University of Medical Sciences.

⁴Student Master of Science in Environmental Health Engineering, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran.

⁵Student of PhD in Environmental Health Engineering, Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran

⁶Master of Science in Environmental Health Engineering, Shahid beheshti University of Medical Sciences.

⁷Department of Environmental Health Engineering, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran.

***Corresponding Author:**
Health School, Shahid beheshti
University of Medical
Sciences.
Email:
Azimalinejad@gmail.com

Abstract

Background & Objectives: Biological aerosol term refers to airborne particles of biological origin, and includes a diverse range of microorganisms and living organisms. One of the major concerns associated with composting facilities is reproduction and distribution of biological aerosols in considerable quantities. The aim of this study was to determine the bioaerosols concentrations of the various units of the Tehran's Kahrizak compost plant and compare with standard concentrations.

Materials & Methods: In this study, the total bacteria, Gram-negative bacteria and the fungus *Aspergillus fumigatus* in different parts of the plant using the direct method of sampling was tested. Sampling was performed during one month in four week of the field, separation unit, screening unit, mass windrow, 10 meters high (upwind) and lower mass windrow (wind direction).

Results: The results of this study showed that the number of microorganisms in the field for total bacteria and gram-negative bacteria was respectively 791 to 1785 and from 12 to 135 CFU / m³ and for the fungus *Aspergillus fumigatus* 710 to 1000 CFU / m³. In samples taken from different processes to produce compost was reported the total bacteria and gram-negative bacteria was respectively, from 1250 to 2948 and 22 to 304 CFU / m³ and fungus *Aspergillus fumigatus* 796 to 1850 CFU / m³.

Conclusion: The results of this study show that the biological aerosols from composting facilities units are further than the ASTM standards. This subject is remarkable in screening and separation units.

Keywords: Biological aerosols, Emission, composting

Submitted:29 Aug 2012

Revised:23 Oct 2012

Accepted:27 Nov 2012