ارزیابی وضعیت انتشار بیوآئروسُل‌ها در واحدهای مختلف یک تصفیه خانه فاضلاب بهداشتی

مهدی جهانگیری[۱] - مسعود نقاب[۲*] - رضا رستمی[۳] - ماندانا آقابیگی[۴] - وحید خادمیان[۵] - فروغ زارع دریسی[۵]

neghabm@sums.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۲/۶/۳ تاریخ پذیرش: ۹۲/۸/۲۰

چکیده

مقدمه: بیوآئروسُل‌های منتشر شده از فرایندهای تصفیه پساب می توانند حاوی عوامل بیماریزای موجود در فاضلاب باشند و سلامت کارکنان شاغل در تصفیه خانه های فاضلاب را در معرض خطر قرار دهند. هدف از انجام این مطالعه ارزیابی وضعیت انتشار بیوآئروسُل‌ها در واحدهای مختلف یک تصفیه خانه فاضلاب بهداشتی بود.

روش کار: این مطالعه به شکل مقطعی در بخش های مختلف یک تصفیه خانه فاضلاب بهداشتی انجام شد. برای این منظور از محیط های کشت آگار خونی و دکسترو آگار و نمونه بردار تک مرحله ای آندرسون با دبی ۲۸/۳ لیتر در دقیقه استفاده شد. مدت زمان نمونه برداری به طور متوسط ۱۰ دقیقه بود. نمونه های جمع آوری شده بلافاصله در آزمایشگاه به مدت ۴۸ ساعت در انکوباتور قرار گرفته و سپس مورد شمارش قرار گرفتند.

یافته ها: بر اساس نتایج این مطالعه میانگین تراکم بیوآئروسُلهای باکتریایی و قارچی در کل واحدهای تصفیه پساب به ترتیب CFU/m^3 ۲۳/۳۰± ۴۱۲/۸۶ و CFU/m^3 ۲۳/۹۹± ۵۳/۷۲ اندازه گیری شد. آلودگی میکروبی هوا در فاصله ی یک کیلومتری (نقطه مرجع) ۱۷ برابر کمتر از میانگین تراکم اندازه گیری شده در واحدهای تصفیه پساب بود.

نتیجه گیری: فرایندهای تصفیه پساب می توانند سبب آلودگی هوای اطراف تصفیه خانه به بیوآئروسُل‌ها به ویژه باکتری‌ها شوند که ضروری است اقدامات لازم جهت کنترل انتشار آلودگی و حفاظت از سلامت کارکنان در برابر مخاطرات ناشی از استنشاق آنها به عمل آید.

کلمات کلیدی: *بیوآئروسُل، تصفیه خانه فاضلاب بهداشتی، باکتری، قارچ*

۱- استادیار گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه علوم پزشکی شیراز
۲- استاد گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت و تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی شیراز
۳- کارشناس ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای،کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی شیراز
۴- کارشناس ارشد مهندسی بهداشت حرفه ای،مدیریت HSE شرکت ملی صنایع پتروشیمی، تهران
۵- کارشناس مهندسی بهداشت حرفه‌ای،کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی شیراز

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

مهم‌ترین عناصر آلودگی بیولوژیکی هوا شامل ویروس ها، باکتری ها و قارچ ها می‌باشند که می‌توانند از منابعی همچون فاضلاب، مدفوع انسانی و حیوانی، خاک، محصولات گیاهی و حیوانی و گردوغبار ناشی شوند (Michalkiewicz, 2011a). برخی از انواع میکروارگانیسم های موجود در هوا بیماری زا بوده و می توانند خطرات بهداشتی متعددی همچون عوارض ریوی، گوارشی، شیوع بیماری های واگیر و .. را در پی داشته باشند (Choo-bineh, 2009). تصفیه خانه های فاضلاب اگر چه برای حفاظت از محیط زیست و جمع آوری فاضلاب ایجاد شده اند، ولی عوارضی همچون انتشار بو و میکروارگانیسم ها در محیط اطراف را نیز به همراه دارند (Vítezova, 2012). بررسی ها نشان داده است که بیوآئروسل های منتشر شده از فرایندهای تصفیه پساب ممکن است حاوی عوامل بیماریزای موجود در فاضلاب باشند (Karra, 2007) که در نتیجه سبب مواجهه کارکنان شاغل در تصفیه خانه های فاضلاب با عوامل مختلف بیولوژیکی و شیمیایی و بروز اثرات بهداشتی مرتبط با کار در آنها می شود. (Doris Haas, 2010; Lidwien Smit, 2005). فاضلاب فرآوری شده در تصفیه خانه فاضلاب می تواند به عنوان یک خطر بهداشت شغلی به شمار آمده (Douwes, 2003; Sanchez - Monedero, 2008) و سبب بروز بیماری‌های همچون گوارشی (Lidwien Smit, 2005)، سردرد، خستگی و حالت تهوع (Gregova, 2008)، عوارض ریوی (Douwes, 2003) و ... در افراد در معرض مواجهه شود.

میزان انتشار بیوآئروسُل‌ها از فرایندهای مختلف تصفیه پساب به عواملی همچون موقعیت جغرافیایی، شرایط محیطی، نوع و ظرفیت تصفیه خانه فاضلاب (Douwes J, 2003)، زمان بررسی، فصل، سرعت و جهت وزش باد، رطوبت ، بارندگی و همچنین درجه اتوماسیون و عملیات فرایندی و تجهیزات مورد استفاده بستگی دارد (Uhrbrand, 2011).

تصفیه خانه‌های فاضلاب برحسب وسعت، نوع و تجهیزات مورد استفاده در آنها می توانند اثرات مختلفی بر محیط زیست داشته باشند. یکی از انواع آلودگی های ناشی از تصفیه خانه های فاضلاب بیوآئروسول ها هستند که حاوی انواع مختلف میکروارگانیسم ها می‌باشد (Fracchia, 2006).

بیوآئروسل ها در فرایند تصفیه پساب از شکستن حباب ها به وسیله سیستم‌های هوادهی ناشی می‌شوند که کار تامین اکسیژن برای فرایندهای تجزیه بیولوژیکی را به عهده دارند. بیوآئروسُل‌ها ممکن است حاوی عوامل مختلفی همچون باکتری‌ها، قارچ‌ها ، ویروس‌ها و ... باشند (Gerardi, 2004) و سبب عوارض بهداشتی بالقوه در کارگران شاغل در تصفیه خانه شوند. که در این میان عوامل باکتریایی آلرژی زا و آندوتوکسین ها از اهمیت بیشتری برخوردارند (Rylander, 1999). بیشترین انتشار بیوآئروسُل‌ها از واحدهای پیش تصفیه، کلاریفایر های مقدماتی و نیز مکان‌هایی رخ می دهد که از تجهیزات مکانیکی برای هوادهی آب استفاده می شود (Pascual *et al.*, 2003).

با وجود اینکه مخاطرات بهداشتی مواجهه با بیوآئروسُل‌ها مشخص شده، ولی به دلیل عدم تعیین ارتباط بین دوز-پاسخ در مورد اغلب آنها، هنوز حدود آستانه مجازی برای شان تدوین نشده است (Choobineh, 2009). با این حال مقادیری به عنوان راهنما از سوی برخی موسسات به عنوان حدود پیشنهادی ارایه گردیده است. به عنوان مثال در کشورهای اسکاندیناوی و همچنین

Archive of SID

www.SID.ir

کنفرانس دولتی متخصصین بهداشت صنعتی آمریکا (ACGIH) برای باکتری های کل مقدار ۱۰۰۰۰ و برای باکتری های گرم منفی CFU/m^3 ۱۰۰۰ در هشت ساعت به عنوان مقادیر راهنما برای مواجهه توصیه شده است (Lavoie, 2002). وزارت بهداشت و تامین اجتماعی فنلاند نیز مقدار CFU/m^3 ۴۵۰۰ را به عنوان حد مجاز برای باکتری ها و مقادیر CFU/m^3 ۵۰۰ و CFU/m^3 ۲۵۰۰ را برای کل میکروارگانیسم ها به ترتیب در زمستان و تابستان در اماکن مسکونی، مدارس و اداره ها ارایه نموده است (HSE, 2003). موسسه تحقیقات ایمنی و بهداشت روبرت (IRSST) برای باکتری ها مقدار CFU/m^3 ۱۰۰۰۰ و برای قارچ ها تراکم کمتر از نقطه مرجع را تعیین نموده است (Goyer, 2001). سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (EPA) برای آلودگی باکتریایی مقدار CFU/m^3 ۱۰۰۰ و برای آلودگی قارچی مقدار CFU/m^3 ۵۰۰ را پیشنهاد نموده است (Buyer, 2009).

مطالعات مختلفی در مورد بررسی انتشار بیوآئروسُل‌ها از فرایندهای مختلف تصفیه پساب انجام شده است که از جمله آنها می توان به مطالعه ی Vitzova و همکاران در سال ۲۰۱۲ اشاره نمود که در آن تراکم باکتری ها از CFU/m^3 ۲۰ تا CFU/m^3 ۱۸۵۰۰ و تراکم قارچ ها در هوا از CFU/m^3 ۲۵ تا CFU/m^3 ۳۲۰۰۰ اندازه گیری شد و بیشترین آلودگی هوا در اطراف حوضچه ی تغلیظ، محوطه‌ی آبگیری لجن و اطراف ساختمان تصفیه‌ی مکانیکی مشاهده گردید (Vítezova, 2012). تنها مطالعه انجام شده در زمینه بررسی میزان تراکم بیوآئروسُل‌ها در تصفیه خانه های فاضلاب، مربوط به مطالعه جهانگیری و همکاران (Jahangiri, 2013) در یک تصفیه خانه فاضلاب صنعتی بود که در آن میانگین تراکم بیوآئروسُل‌های باکتریایی و قارچی در کل واحدهای تصفیه خانه به ترتیب ۷۳۱/۷۰±۵۸/۲۳ و ۲۸/۴۳±۱۰/۵۱ CFU/m^3 اندازه گیری شد.

با توجه به موارد فوق و نظر به اینکه مطالعات بسیار محدودی در این زمینه در داخل کشور انجام شده است، این مطالعه با هدف بررسی وضعیت انتشار بیوآئروسُل‌ها از واحدهای مختلف یک واحد تصفیه پساب بهداشتی در شهرستان ماهشهر انجام گردید.

روش کار

در این مطالعه مقطعی میزان تراکم بیوآئروسل های باکتریایی و قارچی در واحدهای مختلف یک تصفیه خانه فاضلاب بهداشتی شامل ایستگاه پمپاژاولیه، آشغالگیر، حوضچه متعادل سازی، حوضچه های هوادهی بیولوژیک، کلاریفایر، تغلیظ لجن، کلرزنی، بسترهای لجن خشک کن، همچنین ساختمان اداری و محوطه ی آزاد مجتمع از نظر آلودگی میکروبی مورد بررسی قرار گرفت. از سویی تراکم بیوآئروسُل‌ها در یک منطقه مرجع (در فاصله یک کیلومتری و در خلاف جهت وزش باد که شکایتی در مورد آلودگی وجود نداشت) اندازه گیری شد تا تراکم بیوآئروسُل‌ها در واحدهای تصفیه پساب با آن مقایسه گردد.

برای نمونه برداری از پمپ نمونه بردار اندرسون تک مرحله ای (ساخت کشور انگلستان) با دبی ۲۸/۳ لیتر بر دقیقه استفاده شد. محیط کشت آگار خونی (برای باکتری ها) و محیط کشت سابرودکستروز آگار (برای قارچ ها) در

Archive of SID
www.SID.ir

پلیت های ۹۰ میلیمتری تهیه گردید. ابتدا قسمت های مختلف نمونه بردار، با پنبه ی آغشته به الکل۷۰% ضدعفونی شده و سپس خشک گردید. بعد از استریلیزاسیون کامل محفظه نمونه بردار، پلیت های حاوی محیط کشت در داخل نمونه بردار قرار گرفت و به مدت ۱۰ دقیقه نمونه برداری از هوا صورت گرفت. هنگام نمونه برداری پارامترهای جوی شامل دمای خشک و تر هوا و فشار بارومتریک اندازه گیری و ثبت گردید. جهت جلوگیری از آلودگی ثانویه در حین حمل و نقل، پلیت ها با نوار چسب درزگیری شدند. به نمونه ها (اصلی و شاهد) برچسبی که نشان دهنده محل نمونه برداری بود، الصاق شد و به‌صورت وارونه در داخل جعبه مخصوص حمل نقل (حاوی یخ خشک) قرار داده شدند. در نهایت نمونه ها جهت انکوباسیون، به آزمایشگاه منتقل گردیدند. از هر کدام از واحدهای تصفیه پساب سه نمونه اصلی و یک نمونه شاهد گرفته شد.

در آزمایشگاه نمونه ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۳۵- ۳۷ درجه انکوبه شده و سپس کلنی های رشد یافته بر روی محیط کشت به وسیله دستگاه شمارشگر کلنی شمارش شد. بر اساس میزان کلنی شمارش شده و مشخص بودن حجم هوای نمونه برداری شده، تراکم آلودگی بر حسب CFU/m^3 گزارش شد. تشخیص نوع باکتری ها از طریق تهیه گسترش از نمونه ها روی لام صورت گرفته و سپس رنگ‌امیزی گرم انجام شد. مورفولوژی باکتری ها نیز با استفاده از میکروسکوپ نوری مورد بررسی قرار گرفت. نمونه های قارچی نیز توسط آزمایشگاه میکروبیولوژی به صورت ماکروسکوپی تشخیص داده شدند.

یافته ها

در جدول شماره ۱، میزان تراکم کل بیوآئروسل های باکتریایی در بخش های مختلف تصفیه خانه بهداشتی مورد بررسی ارایه شده است. همان‌طور

جدول ۱: تراکم بیوآئروسُل‌های باکتریایی (محیط کشت بلاد آگار) و قارچی (محیط کشت سابرودکستروز آگار) در بخش های مختلف تصفیه خانه بهداشتی بر حسب CFU/m^3

نام واحد	تراکم بر حسب CFU/m^3 - (انحراف معیار) میانگین	
	تراکم باکتری	تراکم قارچ
ایستگاه پمپاژ اولیه	۱۴۴/۶۸ (۵/۳۸)	۲۶/۶۵ (۱۰/۷۷)
آشغالگیر	۴۲/۰۳ (۵/۴۰)	۲۶/۷۵ (۴/۴۱)
حوضچه متعادل سازی	۶۰۰/۸۳ (۴۳/۰۲)	۱۵/۲۱ (۱۰/۷۵)
حوضچه هوادهی بیولوژیک	۲۸۲۱/۵۳ (۸۱)	۳۸۹/۴۴ (۱۸۳/۵۸)
کلاریفایر	۳۲/۵۴ (۱۸/۹۵)	۳/۸۳ (۵/۳۷)
تغلیظ لجن	۱۱/۴۱ (۱۰/۷۶)	۱۱/۴۱ (۳/۸۱)
واحد کلرزنی	۳۶/۲۲ (۱۸/۸۷)	۷/۶۲ (۳/۱۱)
بسترهای لجن خشک کن	۱۴۴/۷۸ (۴۲/۵۵)	۳۷/۶۴ (۱۸/۶۳)
ساختمان اداری	۱۸۳/۵۴ (۵/۰۹)	۷/۱۹ (۴/۳۳)
محوطه ی آزاد	۱۱۱/۰۴ (۲)	۲۶/۶۵ (۱۱/۳۴)
فاصله یک کیلومتری (نقطه مرجع)	۲۳/۹۴ (۲۸/۶۵)	۶۸/۱۵ (۷/۸۱)
میانگین*	۴۱۲/۸۶ (۲۳/۳۰)	۵۳/۷۲ (۲۳/۹۹)

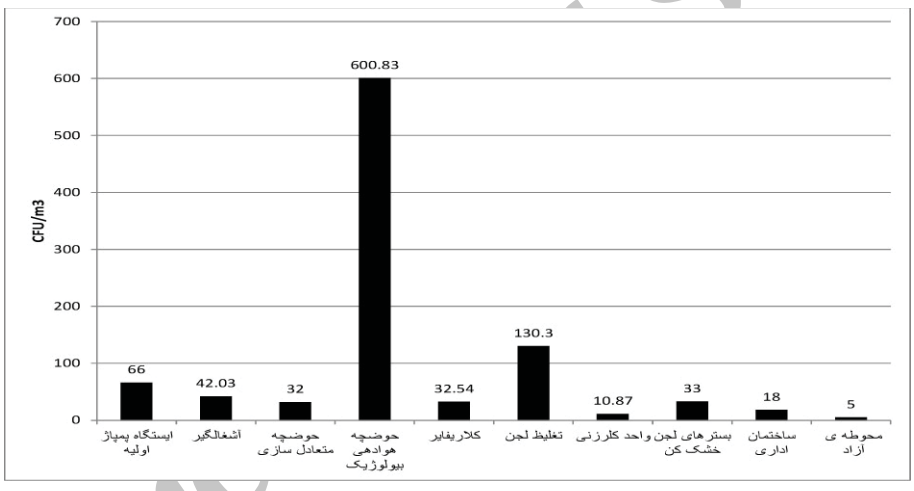
*میانگین تراکم بیوآئروسُل‌ها در واحدهای تصفیه پساب بدون احتساب تراکم نقطه مرجع، ساختمان اداری و محوطه ازاد مجتمع محاسبه شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲: فراوانی اشکال مختلف باکتری های نمونه برداری شده در بخش های مختلف تصفیه خانه بهداشتی برحسب CFU/m^3

نام محل	باکتری گرم مثبت			باکتری گرم منفی		
	کوکسی	باسیل	کوکوباسیل	کوکسی	باسیل	کوکوباسیل
ایستگاه پمپاژ اولیه	۰	۰	۰	۱۰۱/۲۷	۴۳/۴۰	۰
آشغالگیر	۰	۰	۰	۲۱/۰۱	۲۱/۰۱	۰
حوضچه متعادل سازی	۰	۰	۰	۰	۶۰۰/۸۳	۰
حوضچه هوادهی بیولوژیک	۰	۲۸/۲۱	۰	۰	۰	۰
کلاریفایر	۰		۰	۰	۳۲/۹۵	۰
تغلیظ لجن	۰	۵/۷۰	۰	۰	۵/۷۰	۰
واحد کلرزنی	۲۵/۳۵	۰	۰	۰	۱۰/۸۶	۰
بسترهای لجن خشک کن	۱۴/۴۷	۰	۰	۲/۱۷	۱۰۸/۵۸	۰
ساختمان اداری	۳۶/۷۰	۰	۰	۹۱/۷۷	۵۵/۰۶	۰
محوطه ی آزاد	۰	۱۱۱/۰۴	۰	۰	۰	۰
فاصله یک کیلومتری (نقطه مرجع)	۷/۱۸	۱۶/۷۵	۰	۰	۰	۰



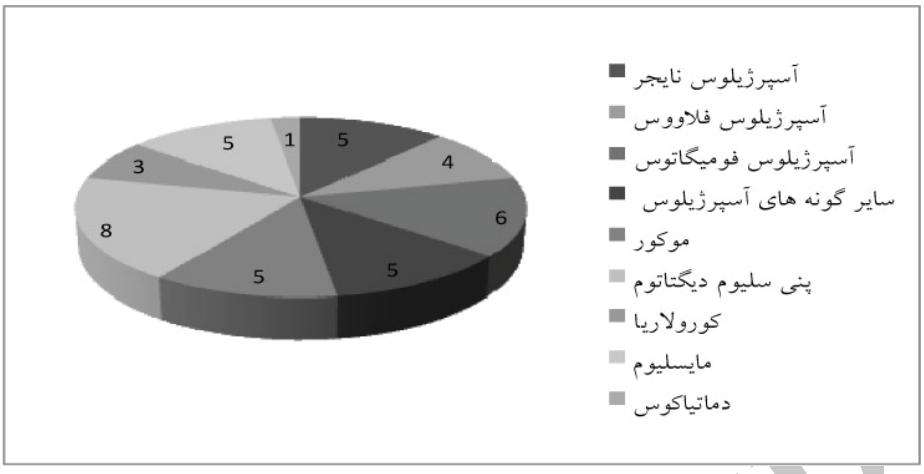
شکل ۱: تراکم باکتری‌های گرم منفی اندازه گیری شده در بخش های مختلف تصفیه خانه بهداشتی مورد بررسی

که مشاهده می‌شود، بیشترین تراکم باکتری‌ها در حوضچه های هوادهی بیولوژیک (با میزان تراکم CFU/m^3 ۲۸۲۱/۵۳) و کمترین تراکم مربوط به واحد تغلیظ لجن با تراکم CFU/m^3 ۱۱/ ۴۱ می باشد. تراکم آلودگی باکتریایی در فاصله ی یک کیلومتری تصفیه خانه (نقطه مرجع) برابر CFU/m^3 ۲۳/۹۴ بود.

در این جدول همچنین تراکم بیوآئروسُل‌های قارچی در بخش های مختلف تصفیه خانه بهداشتی نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می شود بیشترین و کمترین آلودگی قارچی به ترتیب مربوط به حوضچه های هوادهی بیولوژیک (با تراکم CFU/m^3 ۳۸۹/۴۴) و کلاریفایر با تراکم (CFU/m^3 ۳/۸۳) مشاهده شد، درحالی‌که تراکم آلودگی قارچی در فاصله ی یک کیلومتری تصفیه خانه برابر CFU/m^3 ۶۸/۱۵ بود.

جدول ۱ همچنین نشان می دهد که بیشترین تراکم آلودگی قارچی اندازه گیری شده

www.SID.ir



شکل ۲: فراوانی قارچ های مشاهده در تصفیه خانه بهداشتی مورد بررسی

از میزان تراکم نقطه مرجع، بالاتر است . با این حال میانگین تراکم بیوآئروسُل های قارچی از تراکم نقطه مرجع پایین تر است.

در شکل ۱ تراکم باکتری‌های گرم منفی اندازه گیری شده در بخش های مختلف تصفیه خانه بهداشتی مورد بررسی نشان داده شده است. بر اساس نمودار بیشترین تراکم باکتری‌های گرم منفی که عامل تولید اندوتوکسین ها می باشد به ترتیب مربوط به حوضچه هوادهی و سپس واحد تغلیظ لجن می باشد.

در جدول شماره ۲ فراوانی اشکال مختلف باکتری های نمونه برداری شده در بخش های مختلف تصفیه خانه بهداشتی نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می شود، بیشتر باکتری های شناسایی شده در واحدهای مختلف تصفیه خانه از نوع باسیل گرم منفی بودند.

فراوانی قارچ های مشاهده شده در تصفیه خانه مورد بررسی در شکل شماره ۲ نشان داده شده است. همان‌گونه که مشاهده می شود، بیشترین قارچ مشاهده شده از نوع پنی سلیوم دیگتاتوم، نزدیک به ۵۰ درصد (۴۷/۶۱ درصد) قارچ های شناسایی شده مربوط به انواع گونه های آسپرژیلوس و از بین گونه های آسپرژیلوس نیز بیشترین فراوانی مربوط به گونه فومیگاتوس بود.

بحث

هدف از این مطالعه بررسی وضعیت انتشار بیوآئروسل های باکتریایی و قارچی در واحدهای مختلف یک تصفیه خانه فاضلاب بهداشتی بود. همان‌طور که ذکر شد، نظر به اینکه هنوز حدود آستانه مجازی برای مواجهه با بیوآئروسُل‌ها تدوین نشده است، در این مطالعه از تراکم نقطه مرجع برای ارزیابی وضعیت انتشار بیوآئروسل‌ها استفاده گردید. نتایج این مطالعه نشان داد که میانگین تراکم بیوآئروسل های باکتریایی CFU/m^3 ۴۱۲/۸۶ ±۲۳/۳۰ بود که این تراکم حدودا ۱۷ برابر تراکم اندازه گیری شده در نقطه مرجع می باشد.

مقایسه تراکم بیوآئروسلها در نقاط اندازه گیری شده با تراکم نقطه مرجع نشان داد که تقریبا در کلیه واحد های تصفیه پساب انتشار بیوآئروسُل‌ها وجود دارد که این موضوع با مطالعه Michalkiewicz

Archive of SID
www.SID.ir

و همکاران (Michalkiewicz, 2011b) و نیز مطالعه جهانگیری و همکاران (Jahangiri, 2013) همخوانی دارد. برخی از آلاینده های بیولوژیکی به علت مقاومت در برابر شرایط نامساعد محیطی ماندگاری طولانی تری داشته و می توانند موجب مشکلات بهداشتی مختلفی نظیر بیماری های ریوی گردند (Naddafi *et al.*, 2011). در این مطالعه آلودگی میکروبی هوا در فاصله ی یک کیلومتری به‌طور قابل ملاحظه ای کمتر از تراکم میانگین آلودگی در داخل خود تصفیه خانه بود، که این موضوع با مطالعه Vitzova مبنی بر اینکه فرایند تصفیه خانه فاضلاب می تواند هوای اطراف را تحت تأثیر قرار دهد (Vítezova, 2012) همخوانی دارد. به‌عبارت دیگر می‌توان عملیات تصفیه فاضلاب و وجود جریان های فاضلاب را عامل بالا رفتن آلودگی در واحدهای تصفیه پساب قلمداد کرد.

در این مطالعه، میانگین تراکم بیوآئروسل های قارچی CFU/m^3 ۵۳/۷۲ ±۲۳/۹۹ بود. این میزان از تراکم اندازه گیری شده در نقطه مرجع (CFU/m^3 ۶۸/±۷/۸۱) کمی کمتر بود که دلیل آن احتمالا ناشی از یک منبع ناشناخته در نقطه مرجع می باشد. با این حال واحدهای تصفیه پساب از نظر تراکم بیوآئروسُل‌های قارچی در درجه با کمترین آلودگی طبقه بندی شدند. مطابق استانداردهای کشور لهستان محیط‌ها با تراکم قارچی کمتر از CFU/m^3 ۵۰۰ به عنوان محیط های با کمترین آلودگی شناخته می‌شوند و از نظر آلودگی باکتریایی نیز تقسیم‌بندی تراکم به‌صورت کمتر از ۱۰۰۰ (غیر آلوده)، ۱۰۰۰- ۳۰۰۰ (آلودگی متوسط) و بیشتر از ۳۰۰۰ (به عنوان آلودگی بالا) می‌باشد. (Michalkiewicz, 2011b). از آنجا که در این مطالعه میانگین تراکم بیوآئروسُل‌ها باکتریایی و قارچی به ترتیب CFU/ m^3 ۲۳/۳۰ ±۴۱۲/۸۶ و CFU/m^3 ۲۳/۹۹ ±۵۳/۷۲ اندازه گیری شدند، بنابراین بر اساس این تقسیم بندی در دسته کم آلودگی قرار می‌گیرند. این یافته با نتایج مطالعه Katrine و همکاران در یک تصفیه خانه فاضلاب در کشور دانمارک همخوانی دارد (Katrine Uhrbrand, 2011). بر خلاف این مطالعه ، در مطالعه Michalkiewicz در اکثر ایستگاه‌ها آلودگی بالا وجود داشت که احتمالا ناشی از تفاوت دبی ورودی به فاضلاب و وسعت تصفیه خانه می باشد (Michalkiewicz, 2011b)

در بسیاری از مطالعات مشخص شده است که در حین فرایندهای مختلف تصفیه فاضلاب مقادیر زیادی از بیوآئروسُل‌ها منتشر می‌شود (HSE,2013;LeonorPascual,2003;Ranalli,2000). میزان تراکم بیوآئروسُل‌ها در این مطالعات از CFU/m^3 ۱۰ تا ۱۰۰۰۰۰ متفاوت بوده است (Stelzenbach, 2002). در مقایسه با این مطالعات، تراکم اندازه گیری شده در این مطالعه به میزان چشمگیری کمتر بود که علت آن را می توان به شرایط بهتر تصفیه خانه مورد بررسی از نظر نوع فاضلاب و نیز وسعت آن و همچنین عواملی همچون سطح تکنولوژی تصفیه خانه و نیز شرایط محیطی اندازه گیری، زمان اندازه گیری و فاصله از منبع آلودگی نسبت داد (HSE, 2013).

بیشترین مقدار اندازه گیری شده بیوآئروسل های باکتریایی و قارچی در حوضچه ی هوادهی بیولوژیک به ترتیب با تراکم CFU/m^3 ۲۸۲۱/۵۳ و CFU/m^3 ۳۸۹/۴۴ مشاهده شد. این یافته با نتایج مطالعات Sanchez Brandi,) Brandi، (Sanchez-Monedero, 2008) Walzlo ، (Wlazło, 2002) و همکاران(2000) که

Archive of SID

www.SID.ir

اظهار داشتند مجاورت با منابع هوادهی و میزان هوادهی با میزان تولید بیوآئروسل ها ارتباط دارد، هم خوانی دارد. با این حال در مطالعه Fernando و همکاران (Fernando, 2005) مشخص گردید که مناطق مجاور مخازن لجن فعال بیشترین تراکم بیوآئروسُل‌ها را دارند. علت این تناقض احتمالا ناشی از تفاوت در نوع سیستم هوادهی در این دو مطالعه بوده است چرا که کاربرد سیستم های هوادهی عمقی در فرایندهای تصفیه پساب، خطرات بیولوژیکی بالقوه را که ممکن است کارگران تصفیه خانه فاضلاب با آنها مواجه شوند، بطور معنی داری کاهش می‌دهد و از سوی دیگر سیستم‌های هوادهی با همزن مکانیکی مقدار بسیار زیادی از بیوآئروسُل‌ها (بین ۴۵۰ CFU/m^3 تا ۴۵۸۰) را ایجاد می کنند (Sanchez-Monedero, 2008).

در این مطالعه تراکم بیوآئروسُل‌های باکتریایی از ۱۱/۴۱ تا ۲۸۲۱/۵۳ CFU/m^3 و تراکم قارچ ها از ۳/۸۳ تا ۳۸۹/۴۴ CFU/m^3 متغیر بود که این یافته از نتایج مطالعه Vitzova کمتر بود که در آن میزان تراکم باکتری ها بین ۲۰ تا ۱۸۵۰۰ CFU/m^3 و تراکم قارچ ها بین ۲۵ تا ۳۲۰۰۰ CFU/m^3 اندازه گیری شده بود. دلیل این اختلاف را می توان به تفاوت در نوع و درجه آلودگی فاضلاب، شرایط جوی، فصل (Wlazło, 2002)، میزان جریان، اندازه فاضلاب ورودی، رطوبت نسبی هوا، وسعت تصفیه خانه های مورد بررسی و حجم فاضلاب ورودی به تصفیه خانه دانست (Doris Haas, 2010). در این مطالعه تراکم باکتری های گرم منفی نیز به طور جداگانه اندازه گیری شد. این باکتری ها از جهت اینکه عامل ایجاد اندوتوکسین ها (Nielsen *et al.*, 1997) هستند و آندوتوکسین‌ها می‌توانند طیف وسیعی از بیماری ها را به‌وجود آورند، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند. میانگین و بالاترین تراکم اندازه گیری شده باکتری های گرم منفی به ترتیب ۹۷ و ۶۰۰/۸ CFU/m^3 (حوضچه هوادهی) بود که این میزان از حدود پیشنهادی کنفرانس دولتی متخصصین بهداشت صنعتی آمریکا (ACGIH) (۱۰۰۰CFU/m^3) کمتر است.

همان‌طور که مشاهده شد در این مطالعه نزدیک به ۵۰ درصد قارچ های شناسایی شده مربوط به گونه های مختلف آسپرژیلوس شامل نایجر، فلاووس، فومیگاتوس و ... بود که بر طبق توصیه های AIHA و نیز وزارت بهداشت کانادا در صورت وجود گونه های آسپرژیلوس لازم است بررسی‌های تفصیلی بیشتری در مورد آنها انجام شود. مهم‌ترین محدودیت این مطالعه عدم آنالیز میکروبی و عدم تعیین نوع باکتری ها و نیز عدم سنجش تراکم آندوتوکسین ها (که به سبب ایجاد عوارض بهداشتی از اهمیت ویژه ای برخوردار است) بود که پیشنهاد می شود در مطالعات آتی در نظر گرفته شود.

نتیجه گیری

در مجموع این مطالعه نشان داد، فرایندهای تصفیه پساب می توانند سبب آلودگی هوای اطراف تصفیه خانه به بیوآئروسُل‌های باکتریایی و قارچی شوند. در حالی که تراکم باکتری‌ها در همه واحدهای تصفیه پساب از تراکم نقطه مرجع بالاتر می باشد، میانگین تراکم بیوآئروسُل‌های قارچی از تراکم نقطه مرجع پایین تر می‌باشد. با توجه به موارد فوق ضروری است با اقداماتی نظیر استفاده از سیستم های هوادهی عمقی، محصور کردن کانال‌های انتقال فاضلاب و لجن و نیز

Archive of SID

www.SID.ir

کاهش زمان شیفت های کاری، اجتناب از مواجهه های غیر ضروری و استفاده از وسایل حفاظت دستگاه تنفسی نسبت به کاهش تراکم بیوآئروسل های باکتریایی و پیشگیری از به خطر افتادن سلامت کارکنان اقدام گردد.

تشکر و قدردانی

این مطالعه طی موافقتنامه پژوهشی شماره ۱۰۵۹۲۸ از سوی شرکت ملی صنایع پتروشیمی حمایت ملی شده است و بر اساس طرح تحقیقاتی شماره ۹۱-۶۰۱۳ در دانشگاه علوم پزشکی شیراز به ثبت رسیده است. بدینوسیله از همکاری کارشناسان بهداشت صنعتی شرکت مورد بررسی و نیز همکاری و مشاوره علمی آقایان دکتر علی کریمی، دکتر علیرضا رضایی و نیز سرکار خانم‌ها جملیه اخلاصی و صدیقه ابوالحرار در انجام این مطالعه تشکر و قدردانی می گردد.

منابع

Brandi, G., Sisti, M., Amagliani, G. (2000). Evaluation of the environmental impact of microbial aerosols generated by wastewater treatment plants utilizing different aeration systems. J. Appl. Microbiol, 88, 845–852.

Buyer, Monitoring bioaerosols(2009). a new way forward, Association for Organics Recycling. Organics Recycling 3, 52-56.

Choobineh, A.R., Tabatabaei S.H.R. (2009). Assessment of Bioaerosols Types and Concentration in Ambient Air of Shiraz University of Medical Sciences Educational Hospitals. Iran Occupational Health Journal, 6(2), 69-76.

Doris Haas, M. U., Juliana Habib, Herbert Galler, Egon Marth, Franz F. Reinthaler. (2010). Exposure to Bioaerosol from Sewage Systems. Water Air Soil Pollut, 207, 49-56.

Douwes J, T. P., Pearce, N., Heederik, D. (2003). Bioaerosol Health Effects and Exposure Assessment: Progress and Prospects. Ann Occup Hyg. , 47(3), 187-200.

Fernando, N. L. F., Phillip, M. (2005). Changes at an activated sludge sewage treatment plant alter the numbers of airborne aerobic microorganisms. Water Research, 39(19), 4597-4608. doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2005.08.010

Fracchia, L., P., S., Rinaldi M., Martinotti, M. G. (2006). Site-related airborne biological hazard and seasonal variations in two wastewater treatment plants. Water Research , 40, 1985-1994.

Gerardi, M. H., Zimmerman, M. C. (2004). Wastewater Pathogens Gainesville: Wiley-Interscience.

Goyer, N. L., Jacques; Lazure, Louis; Marchand, Geneviève. (2001). Bioaerosol in the Workplace: Evaluation Control and Prevention Guide, Technical Guide Vol. 2001. (pp. 3-12).

Gregova, G. V., J., Vargovam M. (2008). Bioaerosols Produced By Wastewater Treatment Plant. Folia Veterinaria, 52(2), 59-61.

HSE. (2003). Health and Safety Laboratory, Occupational and environmental exposure to bioaerosols from composts and potential health effects -A critical review of published data, available at: www.hse.gov.uk/research/rrhtm/rr130.htm.

HSE. (2013). Health and Safety Executive, Bioaerosol emissions from waste composting and the potential for workers' exposure, RR786, Available at; http://www.hse.gov.uk/research/rrhtm/rr786.htm

Jahangiri . M, N. M., Aghabeigi M, V. Kahdemain, R. Rostami, A. Kasayee Nasab. (2013). Investigation of Bioaerosols Type and Concentration in an Industrial Wastewater Treatment Plant. Submitted for Iranian Journal of Health and Environment.

Karra, S., K. E. (2007). Microorganisms in bioaerosol emissions from wastewater treatment plants

Archive of SID
www.SID.ir

A comparative study on the significance of collection equipment, type of waste and seasonal variation. The Annals of Occupational Hygiene, 41(3), 325-344. doi: http://dx.doi.org/10.1016/S0003-4878(96)00045-2

Pascual, L., Pérez-Luz, S., Yáñez, M. A., Santamaría, A., Gibert, K., Salgot, M., Catalán, V. (2003). Bioaerosol emission from wastewater treatment plants. Aerobiologia, 19(3-4), 261-270. doi: 10.1023/B:AERO.0000006598.45757.7f

Ranalli G., P. P., C. Sorlini. (2000). Bacterial aerosol emission from wastewater treatment plants: culture methods and bio-molecular tools. Aerobiologia, 16, 39-46.

Rylander, R. (1999). Health eff ects among workers in sewage treatment plants. Occup. Environ. Med., 56, 54–357.

Sanchez-Monedero M.A, A. M. I., FenollR., Roig A. (2008). Effect of the aeration system on the levels of airborne microorganisms generated at wastewater treatment plants. water research, 42, 3739– 3744.

Stelzenbach, L. D. (2002). Introduction to aerobiology, Manual of Environmental Microbiology (Vol. 801-801): ASM Press, Washington DC.

Uhrbrand, K. S., AnnaCharlotte Madsen, AnneMette. (2011). Exposure to Airborne Noroviruses and Other Bioaerosol Components at a Wastewater Treatment Plant in Denmark. Food and Environmental Virology, 3(3-4), 130-137. doi: 10.1007/s12560-011-9068-3

Vítezova M., V. T., Mlejnkova H., Losak T. (2012). Microbial contamination of the air at the wastewater treatment plant. Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun, LX(No.3), 233-240.

Wlazło A, P. J., Łudzeń-Izbińska B. (2002). Assessment of workers' exposure to airborne bacteria at a small wastewater treatment plant. Med Pr., 53(2), 109-114.

during summer at a Mediterranean site. Water Research, 41, 1355-1365.

Katrine Uhrbrand, A. C. S., Anne Mette Madsen. (2011). Exposure to Airborne Noroviruses and Other Bioaerosol Components at a Wastewater Treatment Plant in Denmark. Food Environ Virol(3), 130-137.

Lavoie J., D. C. J. (2002). Assessing waste collectors' exposure to bioaerosols. Aerobiologia, 18, 277–285.

Leonor Pascual, S. P. L., M. Adela Yáñez, Ana Santamaría, Karina Gibert, Miquel Salgot, David Apraiz, Vicente Catalán. (2003). Bioareosol emission from wastewater treatment plants. Aerobiologia, 19(261).

Lidwien A.M. Smit, S. S., and Dick Heederik. (2005). Endotoxin Exposure and Symptoms in Wastewater Treatment Workers. AMERICAN JOURNAL OF INDUSTRIAL MEDICINE, 48, 30–39.

Michalkiewicz, M. P., Alina; Dymaczewski, Zbyslaw; Jez-Walkowiak, Joanna; Kwasna, Sylwia. (2011a). Microbiological air monitoring around municipal wastewater treatment plant, Pol. J. Environ. Stud. Vol.20, No.5, 1243-1250. Polish Journal of Environmental Studies, 20(5).

Michalkiewicz, M. P., Alina; Dymaczewski, Zbyslaw; Jez-Walkowiak, Joanna; Kwasna, Sylwia. (2011). Microbiological Air Monitoring around Municipal Wastewater Treatment Plants. Polish Journal of Environmental Studies, 20(5), 1243.

Naddafi, K., Jabbari, H., Hoseini, M., Nabizadeh, R., Rahbar, M., & Younesian, M. (2011). Investigation of Indoor and Outdoor Air Bactrial Density in Tehran Subway System. Iranian Journal of Environmental Health Science & Engineering, 8(4), 383-388.

Nielsen, E. M., Breum, N. O., Nielsen, B. H., Würtz, H., Poulsen, O. M., & Midtgaard, U. (1997). Bioaerosol exposure in waste collection:

Archive of SID
www.SID.ir

Evaluating Bioaerosol Emissions form in different parts of a Sanitary Wastewater Treatment Plant

M. Jahangiri[1]; M. Neghab[2]*; R. Rostami[3]; Gh. Nasiri[4]; M. Aghabeigi[5]; V. Kahdemain[6]; F. Zare Derisi[6]

[1]Assistant Professor, Department of Occupational Health, School of Public Health, Shiraz University of Medical Sciences
[2]Professor, Department of Occupational Health, School of Public Health, Shiraz University of Medical Sciences
[3]MSc of Occupational Health, Student Research Committee, Shiraz University of Medical Sciences
[4]PhD Student of Environmental Engineering, School of Environment, University of Tehran
[5]MSc of Occupational Health, HSE Department, National Petrochemical Company, Iran
[6]BSc of Occupational Health, Student Research Committee, Shiraz University of Medical Sciences

Abstract

Introduction: Bioaeroslos released from wastewater treatment plants may contain pathogens existing in the sewage which could endanger the health of workers. The aim of this study was to evaluate the status of bioaerosol emissions form in a sanitary wastewater treatment plant.

Material and Method: This cross-sectional study was carried out in different units of a sanitary wastewater treatment plant. For this purpose, air samples were collected on blood agar and dextro agar in an Andersen single-stage sampler with flow of 28.3 lit/min for 10 minutes. Collected samples were shipped to the lab immediately and incubated for 48 hours. Then, incubated samples were counted for colonies concentration.

Result: Based on the result of this study, the mean density of bacterial and fungal bioaerosols in all wastewater treatment plants were 412.86±23.30 and 53.72±23.99 CFU/m3, respectively. Microbial contamination of the air within a kilometer away from the site (control areas) was 17 times less than its average density.

Conclusion: Wastewater treatment processes can contaminate the air surrounding the plant, particularly with bacteria bioaerosols. Therefore, it is necessary to control the emissions and protect the health of workers against risks arising from exposure to bioaerosols.

Keywords: *Bioaeroslos, Sanitary Wastewater Treatment Plant, Bacteria, Fungi*

* Corresponding Author Email: *Neghabm@sums.ac.ir*

Archive of SID

www.SID.ir