مجله سلامت و محیط زیست، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره شانزدهم ، شماره دوم، تابستان ۱۴۰۲، صفحات ۳۶۷ تا ۳۸۲

Available online: https://ijhe.tums.ac.ir
مقاله پژوهشی

چالش‌های مرتبط با پخش کمپوست در فضای سبز شهری: ارزیابی خطر میکروبی ناشی از بلع تصادفی در کودکان

سپیده صادقی[۱]، فرزانه محمدی[۲]، امیرحسین نافذ[۲]، سحر قلی پور[۳]، مهناز نیک آئین[۲*]

۱- گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهیدبهشتی، تهران، ایران
۲- گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
۳- گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کاشان، کاشان، ایران

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۱۷
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۲/۰۵/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۳۱
تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۶/۲۶

واژگان کلیدی: کمپوست، پسماند جامد شهری، ارزیابی خطر، بلع تصادفی، خصوصیات میکروبی

پست الکترونیکی نویسنده مسئول:
nikaeen@hlth.mui.ac.ir

چکیده

زمینه و هدف: حضور میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا در کمپوست تهدیدکننده سلامت عمومی است. لذا ارزیابی کیفیت بهداشتی کمپوست‌های تولیدی قبل از کاربرد آنها به عنوان تقویت‌کننده خاک امری ضروری است. این مطالعه جهت بررسی حضور میکروارگانیسم‌های پاتوژن در کمپوست تولید شده از مواد زائد جامد شهری (MSW) و خطرات میکروبی مرتبط با بلع تصادفی کمپوست توسط کودکان انجام گرفت.

روش بررسی: در این مطالعه، نمونه‌برداری از پارک‌های عمومی مختلف شهر اصفهان در طول دوره پخش کمپوست صورت گرفت. حضور و غلظت میکروارگانیسم‌های پاتوژن *سالمونلا*، *کمپیلوباکتر*، *کریپتوسپوریدیوم* و آدنوویروس به وسیله روش‌های کشت یا real-time PCR مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج مطالعه نشان داد که تمام میکروارگانیسم‌های پاتوژن با فراوانی ۱۱ تا ۶۲ درصد در نمونه‌های کمپوست یافت شدند و بالاترین فراوانی مربوط به آدنوویروس بود. ارزیابی ریسک سلامت نشان داد بالاترین میزان خطر عفونت روزانه برای کریپتوسپوریدیوم ($۷/۶۷\times۱۰^{-۴}$ pppy) و کمترین خطر مربوط به آدنوویروس ($۸/۲۷\times۱۰^{-۱۰}$ pppy) به دست آمد. همچنین خطرات عفونت یکبار تماس و سالیانه مجموع میکروارگانیسم‌ها برای کودکان بالاتر از حد استاندارد ($۱۰^{-۳}$ pppy) محاسبه شد.

نتیجه‌گیری: نتایج به دست آمده آلودگی کمپوست تولیدی به میکروارگانیسم‌های پاتوژن و اثرات بالقوه سلامتی در هنگام کاربرد کمپوست در فضای سبز شهری را نشان داد. بنابراین سازمان‌های مربوطه بایستی توجه بیشتری به فرآیند کمپوست سازی، کیفیت میکروبی و کاربرد کمپوست در مکان‌هایی با دسترس عموم داشته باشند.

Please cite this article as: Sadeghi S, Mohammadi F, Nafez AH, Gholipour S, Nikaeen M. Challenges related to compost spreading in urban green space: microbial risk assessment of accidental ingestion by children. Iranian Journal of Health and Environment. 2023;16(2):367-82.

Copyright © 2023 Iranian Association of Environmental Health, and Tehran University of Medical Sciences. Published by Tehran University of Medical Sciences. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Noncommercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-11-21]

مقدمه

روند رو به رشد جمعیت، تولید مواد زائد جامد شهری را افزایش داده و از سوی دیگر اهمیت حفظ محیط زیست و سلامت انسان منجر به ارائه راهکارهای مختلف برای مدیریت مواد زائد شده است (۱، ۲). در بین گزینه‌های مختلف مدیریت مواد زائد، کمپوست‌سازی موجب بازیافت مواد آلی، حمل و نقل ایمن و افزایش ارزش محصول نهایی می‌گردد (۳). کمپوست یک محصول متجانس و تغلیظ شده نسبت به مواد زائد جامد است که پخش و توزیع آن در خاک آسان بوده و فاقد پاتوژن‌ها و بذر علف‌های هرز است. همچنین از کمپوست می‌توان برای بهبود بافت خاک و بارورکننده در خاک‌های ضعیف استفاده نمود (۱). امروزه کمپوست حاصله از مواد آلی به عنوان جایگزین کودهای شیمیایی به کار می رود. علی رغم تاثیرات منفی کودهای شیمیایی بر پارامترهای خاک مانند افزایش pH، تغییر بافت خاک و ... که اثرات جدی بر خاک وارد می کنند (۴) کود زیستی می‌تواند جمعیت میکروبی خاک را تحریک کند، رشد محصول را بهبود ببخشد و به عنوان مکمل مواد آلی عمل نماید (۵).

با این حال، کیفیت کمپوست و ویژگی‌های نهایی آن به نوع ماده اولیه، و نحوه تولید کمپوست بستگی دارد (۶، ۷). میکروارگانیسم‌های پاتوژن زیادی ممکن است در موادزائد جامد یافت شوند که در فرایند کمپوست‌سازی به علت کامل طی نشدن فرآیند (از جمله عدم گذراندن دوره بلوغ، تثبیت یا نرسیدن به دمای ترموفیلیک) (۲) از بین نرفته و حضور آنها در محصول کمپوست می‌تواند منجر به اثرات بهداشتی برای افراد در معرض گردد.

در واقع ممکن است میکروارگانیسم‌ها در کمپوست تولیدشده به حد غیر قابل تشخیص برسند اما نگرانی مهم امکان تغییر در جمعیت میکروبی و رشد مجدد پاتوژن‌ها در هنگام ذخیره‌سازی یا بعد از استفاده کمپوست بر روی زمین است. از جمله این میکروارگانیسم‌های پاتوژن می‌توان به *سالمونلا*، آدنوویروس (در گروه ویروس‌های روده‌ای) و *کریپتوسپوریدیوم* و *ژیاردیا* (در گروه تک یاخته‌های انگلی) اشاره کرد. در طول سال‌های گذشته، استفاده از کمپوست تولیدی از مواد زائد جامد شهری((Municipal Solid Waste (MSW) برای اهداف کشاورزی توسط شهرداری‌ها مورد توجه بوده با این حال، برخی از شهرداری‌ها از کمپوست MSW ناپایدار و نابالغ که با بوی نامطلوب آن شناخته می‌شود و می‌تواند مشکلات جدی بهداشتی ایجاد کند، در فضاهای سبز شهری استفاده می‌کنند (۸).

بنابراین بررسی کیفیت میکروبی کمپوست MSW به منظور مشخص نمودن مشکلات بهداشتی بالقوه ناشی از میکروارگانیسم‌های پاتوژن در کمپوست و خطر حاصله برای افراد در معرض (کودکان در هنگام بازی) اهمیت ویژه‌ای دارد. بیشتر مطالعات خطرات بهداشتی مرتبط با فلزات سنگین موجود در کمپوست MSW را بررسی کردند و به طور کلی مطالعات کمی در ارتباط با کیفیت میکروبی کمپوست حاصل از مواد زائد شهری و خطرات مرتبط با آن وجود دارد. وجود مطالعات کم در این زمینه بدان جهت است که در کشورهای پیشرفته کمپوست مراحل رسیدگی و بلوغ را به خوبی طی می‌کند و شرایط لازم کمپوست‌سازی فراهم می‌گردد. بنابراین کمپوست تولیدی مشکل بهداشتی ندارد. اما در حال حاضر تعدادی از مطالعات که حضور پاتوژن‌ها در لجن و خطرات بهداشتی مرتبط با استفاده از آن را به وسیله روش ارزیابی کمی خطر میکروبی (QMRA) مورد بررسی قرار دادند، نیز وجود دارد.

در مطالعه‌ای که تحت عنوان "ارزیابی کمی خطر میکروبی برای استفاده از لجن فاضلاب و کود حیوانی در زمین‌های کشاورزی "در سال ۲۰۱۲ توسط Brooks و همکاران انجام شد نتایج نشان داد وجود باکتری‌های *لیستریا* و *کریپتوسپوریدیوم* در کود حیوانی و وجود ویروس‌های عفونت زا در لجن موجب خطر میکروبی می‌باشند (۹). در مطالعه Roccaro و همکاران در سال ۲۰۱۴ در رابطه با "ارزیابی خطر استفاده ازلجن حاوی مواد آلی نوظهور در کشاورزی" خطر سلامتی استفاده از لجن حاوی

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-11-21]

این نوع مواد پایین گزارش شد (۱۰). در مطالعه Gholipour و همکاران که به بررسی حضور *لیستریا مونوسیتوژنز* در نمونه‌های محیطی و ارزیابی خطرات مرتبط با سلامتی آن در سال ۲۰۲۰ پرداخت، ارزیابی کمی خطر میکروبی (QMRA) بر پایه مدل نمایی عفونت *لیستریا* حاصل از بلع مستقیم لجن فاضلاب را بسیار پایین اما در مدل دوز پاسخ بتاپوآسون خطر سالیانه عفونت *لیستریا* بیشتر از استاندارد EPA گزارش کردند (۱۱).

لذا هدف از مطالعه حاضر بررسی حضور برخی از میکروارگانیسم‌های شاخص و بیماری‌زا در کمپوست MSW کارخانه کمپوست شهر اصفهان و ارزیابی خطرات میکروبی محتمل ناشی از استفاده کمپوست بر روی خاک محل های عمومی (مثل پارک‌ها و فضای سبز) انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

_ منطقه مورد مطالعه

شهر اصفهان شهری در مرکز ایران با آب و هوایی گرم و نیمه‌خشک و با مساحت km^2 ۱۰۷۰۲۷ بوده و متوسط دمای ۱۶/۷ °C و میزان بارندگی mL ۱۳۰ در سال (۱۲) را دارا است. این شهر از نظر موقعیت جغرافیایی در ۳۰ درجه و۴۳ دقیقه تا ۳۴ درجه و۲۷ دقیقه عرض شمالی و ۴۹ درجه و ۳۶ دقیقه تا ۵۵ درجه و۳۱ دقیقه طول شرقی گسترده شده است. به منظور انجام این مطالعه کمپوست حاصل از مواد زائد جامد شهری، از نقاط مختلف شهر اصفهان جمع‌آوری گردید.

_ نمونه‌برداری و آماده‌سازی نمونه‌ها

شهرداری‌ها از جمله شهرداری اصفهان از کمپوست حاصل از کارخانه کمپوست به منظور حاصل‌خیزی خاک و بهبود رشد گیاهان در سطح پارک‌ها و فضاهای سبز شهری بهره می‌جویند که در این مطالعه کیفیت میکروبی آن مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌برداری به صورت تصادفی ساده در طول زمان استفاده از کمپوست MSW (از پاییز ۱۳۹۸ تا بهار ۱۳۹۹) در پارک‌های عمومی شهر اصفهان انجام گرفت و تعداد کل ۳۷ نمونه به صورت مرکب جمع‌آوری گردید. به طور کلی، هر نمونه از مخلوط کردن سه زیر نمونه (هر کدام حدود g ۱۰۰) به دست آمد. تمامی نمونه‌ها در کیسه‌های استریل جمع‌آوری و برای آنالیز میکروبی به آزمایشگاه میکروبیولوژی دانشکده بهداشت منتقل گردید. در این مطالعه، تعداد نمونه با توجه به فرمول آماری و بر اساس معادله ۱ محاسبه گشت (۱۳):

$$n = (Z^2\ S^2)/d^2 \quad (1)$$

$Z^2 = ۱/۹۶$

$S = ۲۲/۱۲$ (SD تشخیص سالمونلا در کمپوست مواد زائد جامد شهری)

$d = ۰/۳۳\ S$

زمان محدود کاربرد کمپوست MSW در زمین‌های عمومی و تعداد زیاد آنالیز میکروبی نیز در انتخاب اندازه نمونه در نظر گرفته شد.

_ آنالیز میکروبی

به منظور انجام آزمایشات میکروبی، از مخلوط کردن g ۲۵ کمپوست MSW در mL ۲۲۵ آب پپتونه یک نمونه همگن با رقت 10^{-1} تهیه شد. تشخیص و تعیین مقدار *کمپیلوباکتر و کریپتوسپوریدیوم* با استفاده از آزمایش real-time PCR انجام گردید (۱۲، ۱۴). برای این منظور mL ۵۰ از نمونه همگن شده با سانتریفوژ با سرعت rpm ۶۰۰۰ برای min ۲۰ تغلیظ شده و مایع رویی بیرون کشیده شد و مواد باقیمانده در µL ۱۰۰ آب مقطر برای استخراج DNA حل شد. سپس به منظور استخراج DNA، از روش ذوب-انجماد (Freeze-Thaw) استفاده شد و DNA با استفاده از کیت استخراج و خالص‌سازی ژنوم Promega بر طبق دستورالعمل سازنده، استخراج و خالص‌سازی گردید. در نهایت آزمایش real-time PCR با استفاده از پرایمرهای اختصاصی انجام گرفت که یک قطعه 287-bp از ژن 16S rRNA از *کمپیلوباکتر ژژونی* و 151bp

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-11-21]

از *کریپتوسپوریدوم پاروم* را تقویت می‌کنند (۱۵). تشخیص آدنوویروس‌های انسانی (نوع ۴۰ و ۴۱) (۱۶) با استفاده از روش real-time PCR و طبق دستورالعمل ISO/TS 15,216–2:2019 (E) انجام گردید (۱۷). جهت تشخیص و تعیین مقدار باکتری *سالمونلا*، پس از انکوباسیون نمونه‌ها بر روی محیط کشت‌های انتخابی آگار، کلنی‌های مشکوک با استفاده از پرایمرهای اختصاصی در روش واکنش زنجیره‌ای پلیمراز ((Polymerase chain reaction (PCR) تایید شدند (۱۸) و در نهایت برای نمونه‌های مثبت، نتایج بر اساس بیشترین تعداد محتمل (MPN) میکروارگانیسم‌های شناسایی شده در هر گرم وزن خشک نمونه گزارش شد.

ـ برآورد خطر سلامتی

تخمین احتمال خطر با استفاده از مدل‌های ریاضی به منظور عفونت ناشی از تماس انسان با میکروارگانیسم‌های پاتوژن، ارزیابی خطر میکروبی نام دارد. مدل ارزیابی خطر دارای چهار مرحله شناسایی خطر، ارزیابی مواجهه، مدل دوز-پاسخ و خصوصیات خطر است (۱۹). در این مطالعه ارزیابی خطر مرتبط با سلامت ناشی از عفونت میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا بر اساس دستورالعمل‌های USEPA انجام گرفت (۲۰). کودکان در هنگام بازی در پارک‌ها، ذرات کمپوست MSW را به طور غیر عمدی می‌خورند و با توجه به اینکه بر اساس مطالعات، بیشترین خطرات مرتبط با کاربرد لجن در زمین‌های کشاورزی ناشی از بلع ناگهانی و سپس از طریق تنفس گزارش شده است (۲۱)، لذا در این مطالعه ارزیابی خطر در بیشترین حالت ممکنه یعنی بلع تصادفی محاسبه شد. پاتوژن‌های مورد بررسی دراین مطالعه بر اساس رایج بودن و پایداری در محیط و توانایی ایجاد بیماری‌های گوارشی و در دسترس بودن روابط دوز-پاسخ برای آنها انتخاب شدند (۹، ۲۲).

مقدار پاتوژن وارد شده به بدن ناشی از بلع تصادفی کمپوست مواد زائد جامدشهری MSW (تعداد در روز)، به وسیله معادلات زیر (معادله ۲ تا ۴) برای میکروارگانیسم‌های پاتوژن تعیین گشت:

$$DI_{sal\ or\ camp} = \frac{C}{R_f} \times I_r \times 10^{-(K \times t)} \quad (۲)$$

$$DI_{adeno} = \frac{C}{R_f} \times I_r \times e^{-(K \times t)} \times C_f \quad (۳)$$

$$DI_{crypto} = \frac{C}{R_f} \times I_r \times 10^{-(K \times t)} \times I \quad (۴)$$

پارامترها شامل DI یا مقدارمیکروارگانیسم بلع شده در روز، R_F فاکتور بازیابی میکروارگانیسم (درصد)، C غلظت پاتوژن‌ها در کمپوست MSW (تعداد میکروارگانیسم در هر گرم وزن کمپوست)، I_r مقدار بلع تصادفی کمپوست (g/day) و K کاهش غلظت پاتوژن (واحد لگاریتم در روز) در کمپوست MSW و t فاصله زمان پخش تا بلع اتفاقی کمپوست می‌باشند. همچنین، I_r یا مقدار بلع تصادفی کمپوست (۱۴، ۲۳) برای کودکان ۰/۰۵ تا ۰/۲۵ گرم در روز در نظر گرفته شد (۲۴، ۲۵). در این مطالعه دو مدل دوز- پاسخ متفاوت برای تبدیل مواجهه روزانه به ریسک عفونت در روز ((Pi (d) استفاده شد. مدل نمایی برای *کریپتوسپوریدیوم* (معادله ۵) (۲۶) و مدل بتا-پواسون برای *سالمونلا*، *کمپیلوباکتر* و آدنوویروس (معادله ۶ و ۷) مورد استفاده قرار گرفت (۲۷).

$$Pi\ (d) = 1 - e^{-r \times D} \quad (۵)$$

$$Pi\ (d) = 1 - \left[1 + \left(\frac{D}{N_{50}}\right)\left(2^{\frac{1}{\alpha}} - 1\right)\right]^{-\alpha} \quad (۶)$$

$$Pi\ (d) = 1 - \left[1 + \frac{DI}{\beta}\right]^{-\alpha} \quad (۷)$$

همچنین خطر سالانه عفونت برای باکتری‌های پاتوژن توسط معادله ۸ محاسبه شد (۲۷).

$$Pi\ (ann) = 1 - [1 - Pi(d)]^{n} \quad (۸)$$

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-11-21]

n تناوب مواجهه در سال است. مواجهه کودکان در هنگام بازی در فضاهای سبز عمومی مانند پارک‌ها صورت می‌گیرد (۲۳). تناوب مواجهه برای کودکان در هنگام به کارگیری کمپوست از اواسط آذرماه تا اواسط اردیبهشت (دوره ۵ ماهه، پارک رفتن برای یک روز در هفته) ۲۰ روز در نظر گرفته شد. حد مجاز خطر سالانه عفونت توسط سازمان EPA و WHO به ترتیب pppy $۱۰^{-۴}$ و pppy $۱۰^{-۳}$ (به ازای هر نفر در سال) تعیین شده است (۲۸، ۲۹)، لذا خطر سالانه عفونت محاسبه شده در این مطالعه با مقادیر مجاز EPA و WHO مقایسه شد.

با توجه به اینکه تمام میکروارگانیسم‌های فوق عامل ایجاد بیماری گاستروآنتریت هستند با فرض اینکه خطر عفونت ناشی از میکروارگانیسم‌های پاتوژن مختلف مستقل باشد، خطر ترکیبی روزانه یا سالانه ($P_{Combination}$) ایجاد بیماری گاستروآنتریت را با استفاده از معادله ۹ می‌توان تعیین نمود.

$$Pi(A)_{Combination} = 1 - [(1 - P_{Campylo}) \times (1 - P_{Adeno}) \times (1 - P_{Sal}) \times (1 - P_{Crypto})] \quad (۹)$$

در این مطالعه مدل‌سازی و آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم افزار R نسخه R.3.3.1 و همچنین رسم نمودارها توسط نرم‌افزار Microsoft Excel2016 اجرا شدند. پارامترهای مربوطه در مدل ارزیابی خطر کمی میکروبی (جدول ۱) از طریق شبیه سازی مونت کارلو (Monte Carlo simulation) با ۱۰۰۰۰ نمونه‌برداری تصادفی بر روی توزیع به دست آمده در این مطالعه، یا با بررسی متون مقالات علمی به دست آمد. تاثیر عدم قطعیت (Uncertainity/U) و تغییرپذیری (Variability/V) داده‌های ورودی بر روی احتمال ایجاد عفونت با استفاده از تغییرات یک پارامتر در مدل، در حالیکه دیگر پارامترهای مدل ثابت بودند، محاسبه شد (۳۰).

جدول ۱- پارامترهای ورودی مدل ارزیابی کمی خطر میکروبی (QMRA)

پارامتر	واحد	توزیع	رفرنس
کمپیلوباکتر	No./g	Exponential (۰/۰۲۹۰٤)	مطالعه حاضر
سالمونلا	MPN/g	Weibull (۰/۸۹۵٦۱, ۰/۳۷)	مطالعه حاضر
کریپتوسپوریدیوم	No./g	Exponential (۰/۰٦۳۳٦)	مطالعه حاضر
آدنوویروس	GC/g	Weibull (۰/٤٥۷۳۲, ۳۱/۳۳)	مطالعه حاضر
(K) میزان واپاشی	log_{10}/d	-	-
کمپیلوباکتر	log_{10}/d	Uniform (۰/۱۵–۰/۸۲) *	(۳۱)
سالمونلا	Log_{10}/d	Uniform (۰/۰٥٤–۰/۲٥)	(۳۱ ،۹)
کریپتوسپوریدیوم	log_{10}/d	Uniform (۰/۰٥–۰/٤۹)	(۳۲)
آدنوویروس	1/d	Normal (۱/۰۷–۰/۰۷)	(۳۳)
فاصله زمانی بین پخش و مواجهه (t)	day	Uniform (۰–۳۰)	مطالعه حاضر

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-11-21]

ادامه جدول ۱- پارامترهای ورودی مدل ارزیابی کمی خطر میکروبی (QMRA) (۹)

پارامتر	واحد	توزیع	رفرنس
(R_F) فاکتور بازیابی	%	-	-
سالمونلا، *کمپیلوباکتر* و *کریپتوسپوریدیوم*	%	Uniform (۰/۳–۰/٤۷)	مطالعه حاضر
آدنوویروس	%	Point (۰/۵)	مطالعه حاضر
ضریب تبدیل*آدنوویروس* (CF)	TCID/ GC	uniform (۰/۰۰۱–۰/۰۰۱٤۲۹)*	(۳٤)
درصد عفونت زایی ااسیت(I)	%	Point (۲۵)	(۳۵)
پارامترهای مدل دوز–پاسخ	–	-	-
α و N50 *کمپیلوباکتر*	–	Point ($\alpha = ۱/٤٤ \times ۱۰^{-۱}$, $N_{50} = ۸۹۰$)	(۱۲)
α و N50 *سالمونلا*	–	Point ($\alpha = ۳/۱ \times ۱۰^{-۱}$, $N_{50} = ۲/٤ \times ۱۰^{٤}$)	(۲۷)
α و β*آدنوویروس*	–	Point ($\alpha = ۵/۱۱$, $\beta = ۲/۸$)	(۳٦)
r_{Crypto}	–	Point ($۵/۷ \times ۱۰^{-۲}$)	(۳۷)

* توزیع در این مطالعه به دست آمده است.

یافته‌ها

_ کیفیت میکروبی کمپوست *MSW*

نتایج آمار توصیفی پارامترهای میکروبی در نمونه‌های کمپوست MSW و همچنین درصد فراوانی هر یک از میکروارگانیسم‌های پاتوژن به ترتیب در جدول ۲ و نمودار ۱ ارائه شده است. مقدار بیشینه *سالمونلا* در نمونه‌های کمپوست برابر ۸ MPN/۴ g به دست آمد که در مقایسه با استاندارد *سالمونلا* (۳ MPN/۴ g) (۳۷) دارای مقدار بالاتری بوده و ممکن است موجب بروز خطرات سلامتی برای افراد مواجهه یافته بخصوص کودکان به علت سیستم ایمنی ضعیف گردد. به طور کلی فراوانی حضور پارامترهای میکروبی در نمونه های کمپوست به ترتیب به صورت آدنوویروس> *کریپتوسپوریدیوم* و *سالمونلا* > *کمپیلوباکتر* به دست آمد.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-11-21]

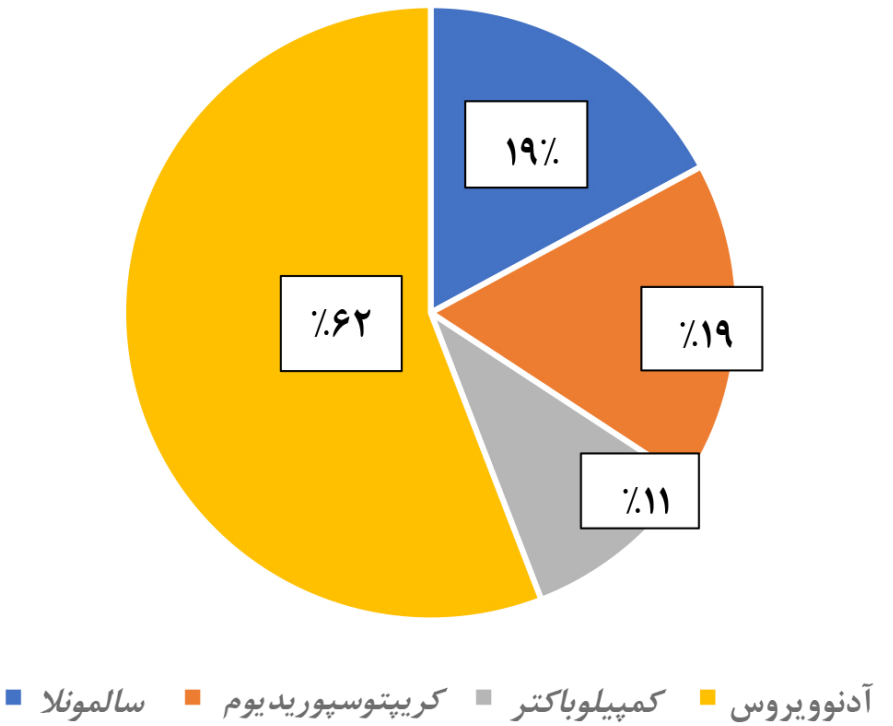
جدول۲- نتایج پارامترهای میکروبی در نمونه‌های کمپوست MSW

پارامتر	واحد	کمینه	بیشینه	انحراف معیار± میانگین
سالمونلا	MPN/4g	ND*	۸	۳/٦±۳
کریپتوسپوریدیوم	ااسیست در گرم	ND	٦٥۲	۱۳۸±٤
کمپیلوباکتر	**No. g^{-1}	ND	۱٤۰	۳۱۹±۲٦٤
آدنوویروس	***GC g^{-1}	ND	۱۲۹۸	۱۷۹±۳۰۲

*Not detected

**Number per gram

***Genomic copy per gram



نمودار ۱- درصد فراوانی میکرورگانیسم‌های پاتوژن در کمپوست حاصل از مواد زائد جامد شهری

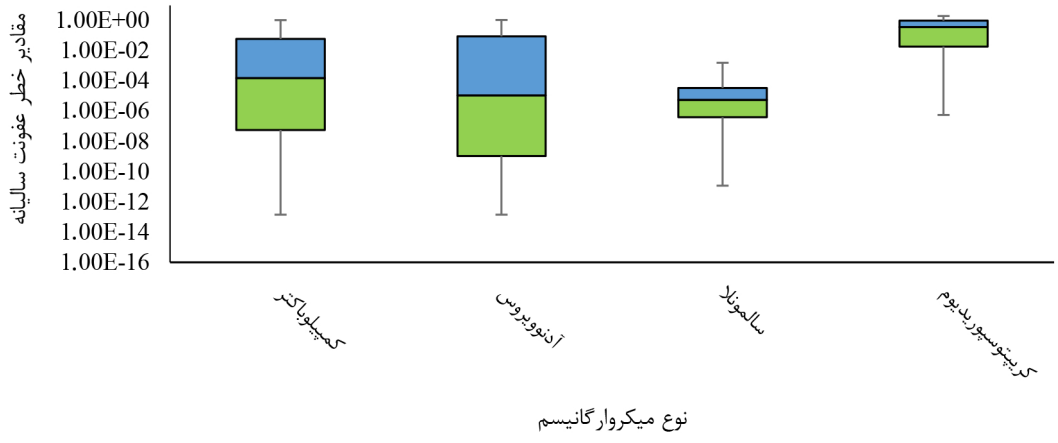
[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-11-21]

ـ *ارزیابی کمی خطر میکروبی (QMRA)*

با توجه به غلظت بالای میکروارگانیسم‌ها در نمونه‌های کمپوست و امکان ایجاد اثر بهداشتی ناشی از مواجهه، خطر عفونت بلع ناگهانی برای یک بار تماس و سالیانه کمپوست MSW توسط کودکان محاسبه شد. جدول ۳ میانگین خطر ناشی از بلع تصادفی کمپوست برای یک بار تماس کودکان در اثر بلع ناگهانی را نشان می‌دهد. همچنین نمودار جعبه‌ای ۲ و ۳ به ترتیب میانه خطر عفونت سالیانه برای هر میکروارگانیسم و مجموع میکروارگانیسم‌ها (در طی ۲۰ روز برای کودکان) را نشان می‌دهد. ریسک‌های میانه و حد بالا (صدک ۹۵) به عنوان سناریوهای احتمالی خطر در نظر گرفته شدند.

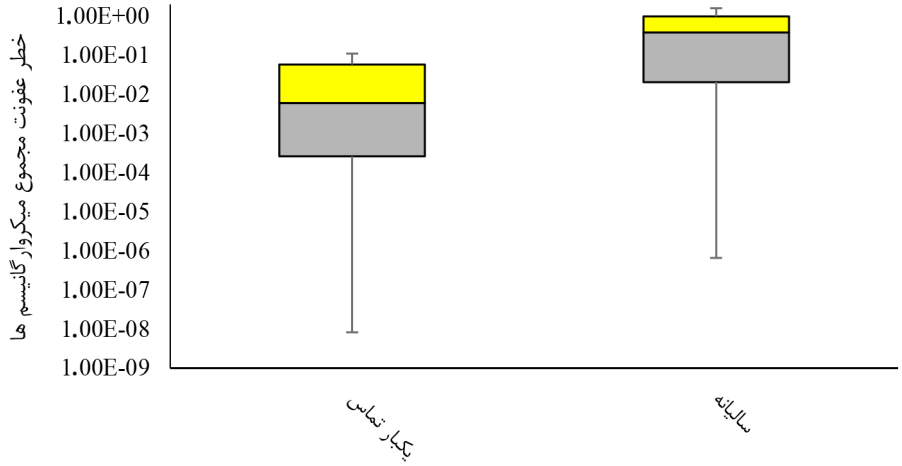
جدول ۳- ارزیابی کمی خطر میکروبی: میانه خطر عفونت یکبار تماس کودکان در اثر بلع ناگهانی کمپوست

نام میکروارگانیسم / پارامتر	*کریپتوسپوریدیوم*	*سالمونلا*	آدنوویروس	*کمپیلوباکتر*
میانه خطر عفونت یک بار تماس	$۷/۶۷\times۱۰^{-۴}$	$۸/۹۰\times۱۰^{-۸}$	$۸/۲۷\times۱۰^{-۱۰}$	$۱/۱۴\times۱۰^{-۷}$
حد پایین	$۴/۶۸\times۱۰^{-۶}$	$۱/۱۰\times۱۰^{-۹}$	$۵/۴۴\times۱۰^{-۱۴}$	$۱/۳۹\times۱۰^{-۱۳}$
حد بالا	$۴/۲۰\times۱۰^{-۲}$	$۲/۱۳\times۱۰^{-۶}$	$۲/۹۸\times۱۰^{-۴}$	$۸/۵۴\times۱۰^{-۳}$



نمودار ۲- پلات جعبه‌ای میزان خطر عفونت سالیانه (Pi(A)) ناشی از میکروارگانیسم‌های پاتوژن در کودکان

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-11-21]



نمودار ۳- پلات جعبه‌ای میزان خطر عفونت ((Pi(A)) مجموع میکروارگانیسم‌ها در کودکان

همانطور که در جدول ۳ ملاحظه می شود میانه خطر عفونت یکبار تماس برای تمام میکروارگانیسم‌ها کمتر از استاندارد WHO (pppy 10^{-3}) به دست آمد و تنها *کریپتوسپوریدیوم* با میانه خطر عفونت یکبار تماس ناشی از بلع مستقیم کمپوست pppy $7/67\times10^{-4}$ بالاتر از حد توصیه شده سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (EPA) و دارای ریسک بالاتری بود.

با این حال همان گونه که در نمودار ۳ مشاهده می‌شود مقادیر احتمال خطر عفونت مجموع میکروارگانیسم‌ها به صورت یکبار تماس و سالیانه بالاتر از حد پیشنهادی pppy 10^{-4} (EPA) و pppy 10^{-3} (WHO) به دست آمد.

بحث

در میان میکروارگانیسم‌های پاتوژن *کمپیلوباکتر* به عنوان باکتری گرم منفی میله‌ای از عوامل مهم ورم روده‌ای (۳۸) و همچنین *کریپتوسپوریدیوم* یک پاتوژن تک یاخته روده‌ای بوده که بیش از ۵۰ سال است به عنوان عامل بیماری‌زا در انسان و حیوانات اهلی هستند (۳۸) و هر دو از عوامل تهدید کننده سلامت انسان شناخته می‌شوند. بنابراین بررسی حضور این میکروگانیسم‌های پاتوژن از نقطه نظر بهداشت و سلامت عمومی دارای اهمیت است. در این مطالعه *کریپتوسپوریدیوم* و *کمپیلوباکتر* به ترتیب در ۱۹و ۱۱ درصد نمونه‌ها به ترتیب با میانگین غلظت ۱۳۸و ۳۱۹ تعداد در گرم یافت شدند. در مطالعه Rimhanen-Finne و همکاران در سال ۲۰۰۳ میلادی ااسیست های *کریپتوسپوریدیم* در ۳۷/۵ درصد نمونه‌های کمپوست ۱۰ هفته‌ای (با روش‌های مختلف تولید کمپوست) پیدا شدند (۳۹). در مطالعه‌ای دیگر *Campylobacter jeiuni* و *Campylobacter coli* در دوره مارس-سپتامبر بیشتر بودند و فقط در لجن اولیه (۲۲/۷ درصد) با میانگین شمارش ۲۷۸ MPN/g وزن خشک و ۱۴۰۳ MPN/g وزن خشک مشاهده شدند (۴۰).

از دیگر پاتوژن های حائز اهمیت در بهداشت عمومی گونه‌های *سالمونلا* هستند که به عنوان مشکل کیفیت بهداشتی کمپوست به دلیل رشد سریع و فراوانی بالای آن در نظر گرفته می‌شوند (۲۷). منشا حضور این باکتری در کمپوست اساساً مواد غذایی و گوشت است. در این مطالعه *سالمونلا* در ۸ درصد نمونه‌ها با غلظت بالاتر نسبت به استاندارد (MPN ۳ در ۴ گرم وزن

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-11-21]

خشک کمپوست) وجود داشت. با توجه به اینکه دوره تثبیت بیشترین تاثیر را بر روی باکتری‌های گروه *سالمونلا* دارد، وجود این باکتری در کمپوست می‌تواند به علت عدم گذراندن دوره تثبیت مناسب نسبت داده شود. آدنوویروس‌ها به عنوان ویروس‌های کوچک روده‌ای، از طریق مدفوعی- دهانی انتقال می‌یابند و می‌توانند عوارضی فراتر از گاستروآنتریت داشته باشند زیرا توانایی انتقال بین اندام‌های مختلف بدن را دارند (۴۱). نتایج این مطالعه نشان داد آدنوویروس در ۶۲ درصد نمونه‌ها با میانگین غلظت ۱۷۹ کپی بر گرم، وجود داشت. در مطالعه‌ای که در سال ۲۰۱۹ میلادی با عنوان "نرخ مرگ و میر *اشرشیاکلی*، گونه‌های *استرپتوکوکوس*، باکتریوفاژ MS2، کولیفاژ سوماتیک و آدنوویروس انسانی در لجن حوضچه اختیاری" توسط Schwarz و همکاران انجام شد؛ غلظت آدنوویروس انسانی در گستره ۱۰ تا ۱۰۰ کپی ژن بر میلی لیتر به دست آمد (۴۲). اگر چه ردیابی ژنوم این ویروس دلیل بر وجود ویروس عفونت‌زا نبوده اما ردیابی آن در تعداد زیادی از نمونه‌ها و با غلظت نسبتا بالا می‌تواند زنگ خطری برای کاربرد این کمپوست‌ها محسوب گردد. حضور میکروارگانیسم‌های پاتوژن در کمپوست موجب تهدید برای سلامت انسان و محیط زیست است لذا تشخیص خطرات مرتبط با سلامت دارای اهمیت و توجه ویژه‌ای است. اگرچه *سالمونلا* به عنوان یک شاخص برای کیفیت میکروبی کمپوست در نظر گرفته می‌شود اما نتایج این مطالعه نشان داد که در تعدادی از نمونه‌ها علیرغم عدم حضور *سالمونلا*، *کریپتوسپوریدیوم* و آدنوویروس در نمونه‌ها شناسایی شدند. به عبارت دیگر، رابطه‌ای بین حضور *سالمونلا* و سایر پاتوژن‌ها در نمونه‌های کمپوست مشاهده نگردید. این مسئله می‌تواند بیانگر اهمیت بررسی حضور و غلظت سایر میکروارگانیسم‌ها علاوه بر *سالمونلا* در کمپوست در نظر گرفته شود (۲۱).

همانگونه که در نمودار ۲ نشان داده شده است؛ بالاترین میزان خطر عفونت ناشی از بلع تصادفی کودکان مربوط به *کریپتوسپوریدیوم* است که این مسئله می‌تواند ناشی از غلظت بالای این پاتوژن در نمونه‌ها، دوز عفونی پایین و همچنین بقای طولانی مدت آن در خاک در نظر گرفته شود (۴۳، ۴۴). در مطالعه Flemming و همکاران (۲۰۰۹)، میزان خطر ناشی از یکبار مواجهه کودکان با *سالمونلا* در اثر بلع خاک تیمار شده با لجن فاضلاب ۱۳-۱۰ گزارش شد (۴۵).

در مطالعه‌ای که بر روی لجن فاضلاب و اثرات آن بر سلامتی انجام شد میزان خطر عفونت ناشی از *میکروارگانیسم‌های* پاتوژن *کریپتوسپوریدیوم*، آدنوویروس و *سالمونلا* به ترتیب pppy ۲×۱۰^{-۴}، pppy ۲×۱۰^{-۱}، pppy ۳×۱۰^{-۵} به دست آمد (۴۶). در مطالعه حاضر میزان خطر عفونت ناشی از بلع تصادفی کودکان در مجموع میکروارگانیسم‌ها pppy $۹/۱۳\times۱۰^{-۴}$ به دست آمد که برای کودکان خطر عفونتی کمتر از خطر عفونت یکبار تماس در مطالعه brooks ایجاد نمود. این امر می‌تواند به علت پایین‌تر و ایمن‌تر بودن کمپوست MSW نسبت به لجن از لحاظ حضور میکروارگانیسم‌ها در نظر گرفته شود.

از جمله محدودیت‌های این مطالعه می‌توان به عدم قطعیت در خصوص ارزیابی خطر اشاره کرد. همانگونه که اشاره شد اندازه‌گیری پاتوژن‌ها در نمونه‌ها با روش مولکولی (PCR) انجام شده است که در این روش تمایزی بین قطعات تقویت شده مربوط به میکروارگانیسم‌های زنده (دارای قابلیت ایجاد عفونت) و غیر زنده داده نمی‌شود. بنابراین خطر محاسبه شده ممکن است بیش از مقدار واقعی در نظر گرفته شود. همچنین در این مطالعه فرض شده که کمپوست در سطح خاک پخش شده است بنابراین در محاسبات ارزیابی خطر، کاهش غلظت میکروارگانیسم‌ها در اثر مخلوط شدن با خاک در نظر گرفته نشده است. اگرچه در این مطالعه تعدادی از میکروارگانیسم‌های حائز اهمیت بهداشتی (ازمیان باکتری‌ها، ویروس‌ها و تک‌یاخته‌ها) مورد بررسی قرار گرفتند؛ اما در مطالعات بعدی جهت ارزیابی دقیق‌تر، میکروارگانیسم‌های دیگری نظیر سایر ویروس‌های روده‌ای نیز می‌توانند مورد بررسی قرار گیرند. همچنین لازم است که تاثیر شرایط آب و هوایی و زمان ماند بر نرخ واپاشی میکروارگانیسم‌های موجود در خاک تیمار شده با کمپوست مطالعه گردد.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-11-21]

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش گویای این مساله است که کمپوست حاصل از مواد زائد جامد شهری دارای میکروارگانیسم‌های پاتوژن بوده که نشان دهنده عملکرد نامناسب کارخانه کمپوست‌سازی در فرآیند تولید کمپوست است. عدم گذراندن مرحله بلوغ و تثبیت کمپوست یا نرسیدن دما به حد تعیین شده در فاز ترموفیلیک در این فرآیند می‌تواند دلیل حضور این میکروارگانیسم‌ها یا رشد مجدد آنها در کمپوست در نظر گرفته شود. مواجهه کودکان با کمپوست مواد زائد جامد شهری در پارک‌های عمومی در اثر بلع تصادفی امکان ایجاد خطر عفونت سالیانه *کریپتوسپوریدیوم* و همچنین عفونت ناشی از بلع اتفاقی مجموع میکروارگانیسم‌ها را بالاتر از حد پیشنهادی سازمان حفاظت از محیط زیست آمریکا و سازمان جهانی بهداشت دارد که می‌تواند منجر به بروز گاستروآنتریت گردد (۲۸، ۲۹). بنابراین لازم است ارگان‌های مسئول با انجام روش‌های کنترلی در کاهش خطر، مانند ارتقاء فرآیند کمپوست سازی مواد زائد شهری (ایجاد دوره بلوغ و تثبیت کامل برای کمپوست) و محدودیت در استفاده از آن برای فضای سبز شهری، خطرات سلامتی مربوط به استفاده کمپوست را برای افراد در معرض به خصوص کودکان به عنوان گروه حساس کاهش دهند.

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان کلیه نکات اخلاقی شامل عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده‌ها و داده‌سازی را در این مقاله رعایت کرده‌اند. کد اخلاق این طرح با شماره IR.NIMAD.REC.1397.505 توسط موسسه ملی توسعه تحقیقات پزشکی (نیماد) صادر شده است.

تشکر و قدردانی

این مقاله بخشی از پایان‌نامه با عنوان "ارزیابی خطر میکروبی استفاده از کمپوست مواد زائد جامد شهری در پارک‌های عمومی" در مقطع کارشناسی ارشد در سال ۱۳۹۹-۱۳۹۸ با گرنت شماره ۳۹۸۷۶۷ بوده که با حمایت موسسه ملی توسعه تحقیقات پزشکی (نیماد)، گرنت شماره ۹۷۲۹۵۴ اجرا شده است. بدینوسیله از دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی اصفهان نیز در انجام این مطالعه، تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-11-21]

References

1. Bernal MP, Alburquerque JA, Moral R. Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment. A review. Bioresource Technology. 2009;100(22):5444-53.
2. Turner C. The thermal inactivation of E. coli in straw and pig manure. Bioresource Technology. 2002;84(1):57-61.
3. Daryabeigi Zand A, Rabiee Abyaneh M. Environmental assessment of alternative strategies for municipal solid waste management by means of life cycle assessment modelling (a case study: Chalus, Iran). Iranian Journal of Health and Environment. 2021;14(1):19-34.(in Persian)
4. Muñoz MR, Knapp A, Peintner U, Insam H. Response of bacterial community composition to long-term applications of different composts in agricultural soils. Spanish Journal of Agricultural Research. 2011(1):338-43.
5. Prakash P, Mitra A, Nag R, Sunkar S. Effect of seaweed liquid fertilizer and humic acid formulation on the growth and nutritional quality of Abelmoschus esculentus. Asian Journal of Crop Science. 2018;10(1):48-52.
6. Mandal P, Chaturvedi M, Bassin J, Vaidya A, Gupta R. Qualitative assessment of municipal solid waste compost by indexing method. International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture. 2014;3:133-9.
7. Cesaro A, Belgiorno V, Guida M. Compost from organic solid waste: Quality assessment and European regulations for its sustainable use. Resources, Conservation and Recycling. 2015;94:72-9.
8. Farrell M, Jones D. Critical evaluation of municipal solid waste composting and potential compost markets. Bioresource Technology. 2009;100(19):4301-10.
9. Brooks JP, McLaughlin MR, Gerba CP, Pepper IL. Land application of manure and class B biosolids: an occupational and public quantitative microbial risk assessment. Journal of Environmental Quality. 2012;41(6):2009-23.
10. Roccaro P, Vagliasindi F. Risk assessment of the use of biosolids containing emerging organic contaminants in agriculture. Chemical Engineering. 2014;37.
11. Gholipour S, Nikaeen M, Farhadkhani M, Nikmanesh B. Survey of Listeria monocytogenes contamination of various environmental samples and associated health risks. Food Control. 2020;108:106843.
12. Farhadkhani M, Nikaeen M, Yadegarfar G, Hatamzadeh M, Pourmohammadbagher H, Sahbaei Z, et al. Effects of irrigation with secondary treated wastewater on physicochemical and microbial properties of soil and produce safety in a semi-arid area. Water Research. 2018;144:356-64.
13. Kadkhodaei S, Nikaeen M, Hatamzadeh M, Nafez AH, Hassanzadeh A. Monitoring of indicator and pathogenic bacteria during sewage sludge composting process. Journal of Health System Research. 2016;12(2):160-5.(in Persian)
14. USEPA. Exposure Factors Handbook 2011 Edition (Final Report). Washington, DC; 2011.
15. Farhadkhani M, Nikaeen M, Hadi M, Gholipour S, Yadegarfar G. Campylobacter risk for the consumers of wastewater-irrigated vegetables based on field experiments. Chemosphere. 2020;251:126408.
16. Atabakhsh P, Kargar M, Doosti A. Molecular

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-11-21]

monitoring effectiveness of human adenovirus removal in Isfahan water treatment plant. Iranian Journal of Health and Environment. 2019;12(2):235-46.(in Persian)

17. Gholipour S, Hosseini M, Nikaeen M, Hadi M, Sarmadi M, Saderi H, et al. Quantification of human adenovirus in irrigation water-soil-crop continuum: are consumers of wastewater-irrigated vegetables at risk? Environmental Science and Pollution Research. 2022;29(36):54561-70.
18. Rahn K, De Grandis S, Clarke R, McEwen S, Galan J, Ginocchio C, et al. Amplification of an invA gene sequence of Salmonella typhimurium by polymerase chain reaction as a specific method of detection of Salmonella. Molecular and Cellular Probes. 1992;6(4):271-9.
19. Aghayani E, Shekoohiyan S, Behnami A, Abdolahnejad A, Pourakbar M, Haghnazar H, et al. Health risk assessment due to the presence of heavy metals in drinking water resources of Maragheh city. Iranian Journal of Health and Environment. 2023;16(1):31-52.(in Persian)
20. Butte G, Niwagaba C, Nordin A. Assessing the microbial risk of faecal sludge use in Ugandan agriculture by comparing field and theoretical model output. Water Research. 2021;197:117068.
21. Viau E, Bibby K, Paez-Rubio T, Peccia J. Toward a consensus view on the infectious risks associated with land application of sewage sludge. Environmental Science & Technology. 2011;45(13):5459-69.
22. Jahne MA, Rogers SW, Holsen TM, Grimberg SJ, Ramler IP. Emission and dispersion of bioaerosols from dairy manure application sites: human health risk assessment. Environmental Science & Technology. 2015;49(16):9842-9.
23. Gerba C, Pepper I, Whitehead Iii L. A risk assessment of emerging pathogens of concern in the land application of biosolids. Water Science and Technology. 2002;46(10):225-30.
24. Hawley JK. Assessment of health risk from exposure to contaminated soil. Risk Analysis. 1985;5(4):289-302.
25. Mara D, Hamilton A, Sleigh A, Karavarsamis N. Discussion paper: options for updating the 2006 WHO guidelines. WHO, FAO, IDRC, IWMI. 2010.
26. WHO. Guidelines for the safe use of wasterwater excreta and greywater. Vol. 1. World Health Organization; 2006.
27. Haas CN, Rose JB, Gerba CP. Quantitative microbial risk assessment: John Wiley & Sons; 2014.
28. Management USEPAOoW. A guide to the biosolids risk assessments for the EPA Part 503 rule: US Environmental Protection Agency, Office of Wastewater Management; 1995.
29. Mara D, Sleigh P, Blumenthal U, Carr R. Health risks in wastewater irrigation: comparing estimates from quantitative microbial risk analyses and epidemiological studies. Journal of Water and Health. 2007;5(1):39-50.
30. Pouillot R, Delignette-Muller ML. Evaluating variability and uncertainty separately in microbial quantitative risk assessment using two R packages. International Journal of Food Microbiology. 2010;142(3):330-40.
31. Roberts B, Bailey R, McLaughlin M, Brooks J. Decay rates of zoonotic pathogens and viral surrogates in soils amended with biosolids and manures and comparison of qPCR and culture derived rates. Science of The Total Environment. 2016;573:671-9.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-11-21]

bacteria during sewage sludge hygienization in various composting processes. Letters in Applied Microbiology. 2004;38(4):301-5.

40. Stampi S, De Luca G, Varoli O, Zanetti F. Occurrence, removal and seasonal variation of thermophilic campylobacters and Arcobacter in sewage sludge. Zentralblatt für Hygiene und Umweltmedizin. 1999;202(1):19-27.

41. Wong K, Voice TC, Xagoraraki I. Effect of organic carbon on sorption of human adenovirus to soil particles and laboratory containers. Water Research. 2013;47(10):3339-46.

42. Schwarz K, Sidhu J, Toze S, Li Y, Lee E, Gruchlik Y, et al. Decay rates of Escherichia coli, Enterococcus spp., F-specific bacteriophage MS2, somatic coliphage and human adenovirus in facultative pond sludge. Water Research. 2019;154:62-71.

43. Sidhu JP, Toze SG. Human pathogens and their indicators in biosolids: a literature review. Environment International. 2009;35(1):187-201.

44. McCarthy L L-RJ, Raby M, Payne M, Huber A, Lavery J, et al. Risks associated with application of municipal biosolids to agricultural lands in a Canadian context. Canadian Water Network (CWN), Canadian Municipal Water Consortium (CMWC), Waterloo, Ontario, March [online]: Available from cwn-rce ca/assets/resources/pdf/McCarthy-Risks-Biosolids-2015 pdf. 2015.

45. Flemming C, Soller J, Simhon A, Seto E. Pathogen characterization of fresh and stored biosolids and implications of a screening level microbial risk assessment. In: Residuals and Biosolids Conference 2009. Water Environment Federation; 2009. p. 131–60.

46. Rajput VD, Yadav AN, Jatav HS, Singh SK,

32. Nasser A, Tweto E, Nitzan Y. Die-off of Cryptosporidium parvum in soil and wastewater effluents. Journal of Applied Microbiology. 2007;102(1):169-76.

33. Moazeni M, Nikaeen M, Hadi M, Moghim S, Mouhebat L, Hatamzadeh M, et al. Estimation of health risks caused by exposure to enteroviruses from agricultural application of wastewater effluents. Water Research. 2017;125:104-13.

34. McBride GB, Stott R, Miller W, Bambic D, Wuertz S. Discharge-based QMRA for estimation of public health risks from exposure to stormwater-borne pathogens in recreational waters in the United States. Water Research. 2013;47(14):5282-97.

35. Ryu H, Alum A, Mena K, Abbaszadegan M. Assessment of the risk of infection by Cryptosporidium and Giardia in non-potable reclaimed water. Water Science and Technology. 2007;55(1-2):283-90.

36. Teunis P, Schijven J, Rutjes S. A generalized dose-response relationship for adenovirus infection and illness by exposure pathway. Epidemiology & Infection. 2016;144(16):3461-73.

37. Messner MJ, Chappell CL, Okhuysen PC. Risk assessment for Cryptosporidium: a hierarchical Bayesian analysis of human dose response data. Water Research. 2001;35(16):3934-40.

38. Schets FM, Jacobs-Reitsma WF, van der Plaats RQ, Heer LK-D, van Hoek AH, Hamidjaja RA, et al. Prevalence and types of Campylobacter on poultry farms and in their direct environment. Journal of Water and Health. 2017;15(6):849-62.

39. Rimhanen-Finne R, Vuorinen A, Marmo S, Malmberg S, Hänninen ML. Comparative analysis of Cryptosporidium, Giardia and indicator

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-11-21]

Minkina T. Sustainable Management and Utilization of Sewage Sludge.1st edition. Springer; 2022.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-11-21]

Available online: https://ijhe.tums.ac.ir

Original Article

Challenges related to compost spreading in urban green space: microbial risk assessment of accidental ingestion by children

Sepideh Sadeghi[1], Farzaneh Mohammadi[2], Amir Hossein Nafez[2], Sahar Gholipour[3], Mahnaz Nikaeen[2,*]

1- Department of Environmental Health Engineering, School of Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
2- Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
3- Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Kashan University of Medical Sciences, Kashan, Iran

ARTICLE INFORMATION:

Received: 07 June 2023
Revised: 16 August 2023
Accepted: 22 August 2023
Published: 17 September 2023

Keywords: Compost, Municipal solid waste, Risk assessment, Accidental ingestion, Microbial characteristics

***Corresponding Author:**
nikaeen@hlth.mui.ac.ir

ABSTRACT

Background and Objective: The presence of pathogenic microorganisms in compost of solid waste can threat public health. Therefore, it is necessary to evaluate the safety of produced composts before its land application as a soil conditioner. This study was conducted to investigate the presence of pathogenic microorganisms in municipal solid waste (MSW) compost and health risks associated with accidental ingestion of compost by children.

Materials and Methods: In this study, sampling was done from compost piles at different public parks of Isfahan city during the period of compost spreading. Presence and concentration of pathogenic microorganisms including *salmonella*, *campylobacter*, *cryptosporidium* and adenovirus were investigated by culture or real-time PCR methods.

Results: All pathogenic microorganisms were detected in MSW compost in a frequency from 11%-62% with the highest frequency for detection of adenovirus. The health risk assessment showed that the highest risk of daily infection was for *Cryptosporidium* (7.67×10^{-4} pppy) and the lowest risk was related to adenovirus (8.27×10^{-10} pppy). The annual infection risk from gastrointestinal disease was calculated above guideline infection risk (10^{-3} pppy).

Conclusion: The results showed contamination of produced compost to pathogenic microorganisms and potential health risks from applying MSW compost in urban green spaces. Therefore, the relevant organizations should pay more attention to the composting process and its microbial quality and application in public access areas.

Please cite this article as: Sadeghi S, Mohammadi F, Nafez AH, Gholipour S, Nikaeen M. Challenges related to compost spreading in urban green space: microbial risk assessment of accidental ingestion by children. Iranian Journal of Health and Environment. 2023;16(2):367-82.

Copyright © 2023 Iranian Association of Environmental Health, and Tehran University of Medical Sciences. Published by Tehran University of Medical Sciences. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Noncommercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-11-21]