Archive of SID

بررسی میزان سالمونلا در لجن هضم شده خروجی از هاضم‌های بیهوازی تصفیه خانه فاضلاب شهری

نعمت‌اله جعفرزاده*[1]، افشین تکدستان**، حبیب واحدی***

چکیده

هدف: هدف از این تحقیق اندازه‌گیری میزان سالمونلا در لجن خروجی از هاضم های بی‌هوازی تصفیه فاضلاب شهری به عنوان یک شاخص بهداشتی در کاربرد لجن فاضلاب و مقایسه آن با استانداردهای ایران وجهان بود.

روش بررسی: در این مطالعه مقطعی تحلیلی از لجن هضم شده تصفیه خانه‌های فاضلاب شماره یک و شاهین شهر اصفهان به صورت ادواری نمونه برداری شد و شمارش سالمونلا طبق روش ارائه شده از سوی انجمن بهداشت عمومی امریکا و سازمان حفاظت محیط زیست امریکا سال ١٩٩٢ روی هر نمونه انجام شد.

یافته‌ها: میانگین تعداد سالمونلا در لجن هضم شده تصفیه خانه شماره یک و شاهین شهر بر حسب روش بیشترین تعداد احتمالی به ترتیب ٢٤ و ١١ عدد در هر ٤ گرم از جامدات خشک لجن بود.نتایج حاصل از آزمون همبستگی پیرسون نشان داد که بین درصد کاهش جامدات فرار (مواد آلی) و سالمونلا در لجن هضم شده تصفیه‌خانه شماره یک($p< ٠/٠٠٩$ و $r=/٩٢٠٧$) و در لجن هضم شده تصفیه خانه شاهین شهر ($p< ٠/٠٠١$ و $r= ٠/٩٨٨٥$)همبستگی آماری معناداری وجود دارد.

نتیجه‌گیری: از یافته‌های این مطالعه می‌توان نتیجه گرفت که با کاهش جامدات فرار، احتمالاً میزان سالمونلای بیشتری کاهش می‌یابد. هیچ کدام از دو تصفیه خانه، استاندارد پیشنهاد شده توسط سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا برای لجن مصرفی در کشاورزی را تأمین نکرده بودند.

کلید واژگان: لجن هضم شده، سالمونلا، جامدات فرار

مقدمه

فاضلاب خانگی به عنوان یکی از مخازن عمده انواع مختلف میکروارگانیسم‌ها محسوب می‌گردد که از طریق مدفوع و ادرار وارد آن می‌شوند. انواع ارگانیسم‌های بیماری زا ممکن است در فاضلاب و لجن یافت شوند(١). جمعیت کل باکتری‌های مدفوع انسان به میزان $١٠^{١٢}$ ارگانیسم در هر گرم برآورده شده است که حدود $١٠^{٦}$ تا $١٠^{٩}$ ارگانیسم آن مربوط به کلیفرم مدفوعی می‌باشد؛ به عبارت دیگر تقریباً ٩درصد وزن مرطوب مدفوع را باکتری‌ها تشکیل می‌دهند. از مهمترین باکتری‌های بیماری زا که از طریق دفع مدفوع منتقل می‌شود می‌توان سالمونلا، شیگلا، ویبریوکلرا و اشرشیا را نام برد (٢).

فرایندهای تصفیه بیولوژیکی فاضلاب به طور کامل ارگانیسم‌های بیماری زا و پارازیت‌ها را حذف یا غیر فعال نمی‌کنند. بسیاری از این ارگانیسم‌ها در حین تصفیه به جامدات معلق موجود در فاضلاب می چسبند و به لجن فاضلاب انتقال می‌یابند. بنابراین تصفیه دیگری به

* استادیار گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز

** مربی گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز

*** مربی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی مازندران

١ـ نویسنده مسؤول

دریافت مقاله: ١٣٧٩/١٠/١٢ دریافت مقاله اصلاح شده: ١٣٨٤/٤/١٨ اعلام قبولی: ١٣٨٤/٤/٢٢

www.SID.ir

Archive of SID

منظور حذف یا حداقل کاهش تعداد این ارگانیسم‌ها ضروری می‌باشد. با وجود کاهش قابل ملاحظه‌ای که در میزان عوامل بیماری زا و ارگانیسم‌های شاخص در طول فرایندهای مختلف تصفیه لجن رخ می‌دهد، اما عوامل ویژه‌ای درلجن‌های تصفیه شده باعث رشد مجدد میکروارگانیسم‌ها شوند. همچنین عوامل بیماری‌زا ممکن است درلجن تصفیه شده ایجاد کلنی کنند (۲ و ۳).

خوشبختانه تنها تعداد کمی از عوامل میکروبی وجود دارند که هم دارای خطر بهداشتی هستند و هم قادرند در لجن تصفیه شده رشد مجدد کنند که مهمترین آنها شامل گونه‌های سالمونلا، کلیفرم‌های کپسول‌دار مقاوم و بیماری‌زا و قارچ‌هایی همچون آسپرژیلوس فومینگاتوس می‌باشند. ویروس‌ها، پروتوزئرها و کرم‌ها در خارج از بافت موجودات میزبان قادر به رشد مجدد یا ایجاد کلنی نیستند (۳).

باکتری‌های بیماری‌زای دیگر نیز در لجن تصفیه شده نمی‌توانند رشد کنند؛ زیرا غذای مورد نیاز برای آنها در لجن تثبیت شده وجود ندارد (٤).

از سوی دیگر در فرایند تصفیه ممکن است لجن تصفیه شده با لجن تصفیه نشده مخلوط شده و باعث رشد مجدد میکروارگانیسم‌ها گردد. باکتری سالمونلا هنگامی که درصد رطوبت لجن بیش از ۲۰ درصد ، pH بین ۵/۵ تا ۹ و دما بین ۱۰ تا ٤۵ درجه سانتی گراد باشد، قادر است مجدداً رشد نماید. محدودیت مواد مغذی درلجن تصفیه شده احتمالاً از رشد مجدد انتروباکتریاسه‌هایی همچون سالمونلا جلوگیری می‌کند (٤). حداقل تعداد سالمونلای موجود در لجن برای ایجاد بیماری در انسان در محدوده 10^5 تا 10^{10} ارگانیسم می‌باشد (۵). هضم بی هوازی تصفیه لجن قادر است سالمونلا و پسودوموناس آنروژنوزا را بیش از ۱۰ برابر کاهش دهد (٦). اگر فرایندتثبیت لجن، تراکم کلیفرم مدفوعی را ۱۰۰ برابر (۲ log) کاهش دهد می‌توان انتظار داشت که سالمونلا تقریباً ۳۲ برابر (۱/۵ log) کاهش پیدا نماید (۳).

ویرد[1] درباره رشد مجدد گونه‌های سالمونلا و کلیفرم مدفوعی در لجن هضم شده به روش بی‌هوازی در تصفیه خانه‌های فاضلاب سوئیس مطالعه کرد. او دریافت که این باکتری‌ها تحت شرایط خاصی قادر به رشد مجدد و ایجاد کلنی هستند (۷).

نظر به این که لجن حاصل از تصفیه خانه فاضلاب اصفهان و شاهین شهر پس از تصفیه و هضم جهت مصرف کشاورزی و افزایش حاصلخیزی خاک مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ لذا پایش و کنترل لجن فاضلاب مورد استفاده درکشاورزی از نظر میزان پاتوژن‌ها و مقایسه آن با استانداردهای زیست محیطی الزامی است. هدف از این تحقیق اندازه‌گیری میزان سالمونلا به عنوان یکی ازشاخص‌های بهداشتی لجن فاضلاب ومقایسه آن با استانداردهای محیط زیست بود.

روش بررسی

در این تحقیق مقطعی تحلیلی از لجن هضم شده خروجی از هاضم‌های بی‌هوازی تصفیه خانه فاضلاب شماره ۱ اصفهان و شاهین شهر به ترتیب ٦ نمونه مرکب برداشته شد و به آزمایشگاه ارسال گردید. شایان ذکر است که فرایند تصفیه فاضلاب در هر دو تصفیه خانه از نوع سیستم لجن فعال می‌باشد که مخلوط لجن اولیه و ثانویه بعد از تغلیظ وارد هاضم‌های بی‌هوازی شده و بعد از هضم لجن جهت مصارف کشاورزی استفاده می‌گردد.

برای تعیین و شمارش سالمونلا در لجن فاضلاب از روش استاندارد معرفی شده از سوی انجمن بهداشت عمومی امریکا سال ۱۹۹۲ در بخش D ۹۲٦۰ و سازمان حفاظت محیط زیست امریکا[2] سال ۱۹۹۲ استفاده شد.

جهت تعیین و شمارش سالمونلا از محیط کشت غنی کننده، سلنیت F و محیط رشد انتخابی گزیلوزلیزین

1- Warde

2- EPA

www.SID.ir

Archive of SID

دزوکسی کلات آگار (XLD)[1] استفاده شد. تنها از سه سری لوله‌های پنج تایی برای تعیین سالمونلا به روش بیشترین تعداد احتمالی (MPN)[2] استفاده شد. به هر یک از لوله‌ها طبق دستورالعمل محیط کشت سلنیت F اضافه گردید. بعد از غنی سازی، نمونه‌ها به مدت ۲٤ ساعت دردمای ۲٤ درجه سانتی‌گراد به محیط کشت انتخابی XLD منتقل شدند.سپس جهت شناسایی از محیط کشت آگار آهن‌دار و اوره آز (TSI)[3] استفاده گردید. در نهایت با مراجعه به جدول IV ۹۲۲۱ در کتاب روش‌های استاندارد، شاخص MPN در ۱۰۰ میلی‌لیتر تعیین گشت و طبق معادله زیر میزان سالمونلا بر حسب تعداد احتمالی سالمونلا در ٤ گرم از لجن برحسب وزن خشک محاسبه گردید. همچنین درصد جامدات نمونه طبق روش G ۲٤٥۰ محاسبه شد (۸).

میزان سالمونلا = MPN/٤g = MPNIndex/۱۰۰ml ×٤

یافته‌ها

جدول ۱ نتایج اندازه‌گیری سالمونلا و درصد جامدات کل و فرار را در لجن هضم شده دو تصفیه‌خانه را نشان می‌دهد.

همان طور که در جدول مشاهده می‌شود، میانگین میزان جامدات کل، جامدات فرار و سالمونلا درلجن هضم شده تصفیه خانه شماره یک اصفهان به ترتیب ۲/۱٤درصد، ٦۸/۱۳درصد و ۲٤ عدد در هر ٤ گرم از کل جامدات خشک لجن می‌باشد. در لجن هضم شاهین شهر نیز این مقادیر به ترتیب ۲/۳۷درصد ، ٦٦/۱۹درصد و ۱۱ عدد در هر٤گرم‌از کل‌جامدات‌خشک‌لجن اندازه‌گیری شد.

نتایج آزمون همبستگی پیرسون نشان داد که بین درصد کاهش جامدات فرار و میزان کاهش سالمونلا در طول هضم بیهوازی لجن در تصفیه‌خانه فاضلاب شماره یک ($p<۰/۰۰۹$ و $r=۰/۹۲۰۷$) و درتصفیه خانه فاضلاب شاهین شهر ($p<۰/۰۰۱$ و $r=۰/۹۸۸۵$) همبستگی آماری قوی و معناداری وجود دارد.

جدول ۱: میزان جامدات کل ، جامدات قرار و سالمونلا در لجن هضم شده

پارامتر	تصفیه خانه شماره یک اصفهان			تصفیه خانه شاهین شهر		
شماره نمونه	درصد جامدات کل	درصدجامدات فرار	سالمونلا MPN/٤g	درصدجامدات کل	درصدجامدات فرار	سالمونلا MPN/٤g
۱	۲/۱۳	٦۷/۸۳	۲۳	۲/۲٤	٦٥/۸٦	۷
۲	۲/۲۸	٦۹/۸۸	۱۹	۲/٥	٦٥/۸۲	۱۰
۳	۱/۹۸	٦۹/۰۱	۲٤	۲/۳	٦٦/۸٤	۱۰
٤	۱/۹۰	٦۹/٥۰	۲۹	۲/۳۹	٦٥/٦۳	۱۳
٥	۲/۹۳	٦٦/٤٥	۲۳	۲/٤٦	٦٦/۸۳	۱٥
٦	۱/٦۳	٦٦/۱۳	۲۷	-	-	-
میانگین	۲/۱٤	٦۸/۱۳	۲٤	۲/۳۷	٦٦/۱۹	۱۱

1- Xylose lysine desoxy cholate agar
2- Most probable number
3- Triple sugar iron agar

www.SID.ir

Archive of SID

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که جامدات فرار موجود در لجن به عنوان منبع غذای باکتری‌ها از جمله سالمونلا محسوب می‌شوند و با کاهش جامدات فرار، گونه‌های سالمونلا بیشتر کاهش می‌یابند. پونوگوتی[1] (۹) تأثیر فرایند هضم بی‌هوازی را در کاهش میزان پاتوژن‌ها مطابق با استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا تحت بخش ۵۰۳ بررسی کرد. او نتیجه گرفت که تحت شرایط هضم بیهوازی لجن، احتمالاً کاهش کلیفرم مدفوعی و سالمونلا به میزان بار جامدات فرار، درجه حرارت و زمان ماند لجن در هاضم بستگی دارد.

هاروهی[2] و توموکازو[3] (۱۰) مطالعه ای روی غیر فعال سازی باکتری‌های بیماری زا تحت شرایط هضم بی‌هوازی در ۱۷ تصفیه‌خانه فاضلاب ژاپن با میانگین تعداد سالمونلا در لجن ورودی به هاضم برابر ٤٠ عدد در ٤ گرم خشک لجن انجام دادند. نامبردگان با انجام مطالعات آزمایشگاهی دریافتند که سالمونلا تحت فرایند هضم بی‌هوازی تصفیه لجن غیر فعال می‌شود؛ به طوری که در طی زمان ماند هیدرولیکی ۲۰ روز تحت شرایط مزوفیلیک میزان آن به ۱/۸ تا ۳ عدد در هر ٤ گرم لجن خشک و تحت شرایط ترموفیلیک به کمتر از ۱/۸ عدد در هر ٤ گرم لجن خشک کاهش یافت .سازمان حفاظت محیط زیست ایالات متحده نیز میزان سالمونلا را تحت مقررات کاهش پاتوژن ۳ عدد در ٤ گرم از وزن خشک لجن تعیین کرده است. پس در نتیجه دو تصفیه‌خانه مورد مطالعه در این پژوهش قادر نیستند مقررات‌تعیین‌شده‌توسط‌این‌سازمان را برآورده کنند.

با توجه به محدودیت مواد غذایی و نیاز فعالیت‌های کشاورزی به کود با ارزش و فقیر بودن خاک‌ها از یک طرف و این که هزینه تصفیه و دفع لجن بیش از ۵۰درصد هزینه کل تصفیه فاضلاب را شامل می‌شود، پس باید از لجن جهت اصلاح و حاصلخیزی بافت خاک و نحو مطلوب استفاده شده و هنگام استفاده مجدد و دفع لجن در زمین ملاحظات بهداشتی و زیست محیطی در نظر گرفته شود.

براساس یافته‌های این مطالعه مشخص گردید که نتایج حاصل از عملکرد هاضم بی‌هوازی تصفیه‌خانه شاهین شهر در مقایسه با تصفیه خانه شماره یک اصفهان از بازدهی بهتری در زمینه حذف سالمونلا و جامدات فرار برخوردار بوده است. از سوی دیگر همین نتایج نشان می‌دهند که هیچ کدام از هاضم‌های دو تصفیه خانه مورد بررسی مقررات کاهش باکتری‌های پاتوژن پیشنهادی سازمان حفاظت محیط زیست امریکا را تأمین نکرده‌اند. تعداد سالمونلا در لجن خروجی از هاضم‌های تثبیت لجن در تصفیه‌خانه فاضلاب اصفهان و شاهین شهر به ترتیب برابر با ٢٤ و ١١ عدد در هر ٤ گرم ماده خشک بود. در پایان با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش و به منظور بهبود شرایط کیفی لجن از دیدگاه میکروبیولوژیکی توجه به این موارد توصیه می گردد:

۱ـ آموزش نکات بهداشتی به کارکنان تصفیه‌خانه‌ها و کارگران مزارع و سایر افراد مرتبط با بهره برداری و یا پایش لجن به منظور جلوگیری از انتشار عوامل بیماری زا و پیشگیری از تماس مستقیم با لجن در مراحل مختلف تصفیه و تثبت آن.

۲ـ انجام مطالعات ارزیابی اثرات و ارزیابی خطر زیست محیطی در زمان نیاز به مصرف لجن تثبیت شده به عنوان کود در خاک‌های کشاورزی.

۳ـ کنترل و نظارت مستمر بر نحوه دفع لجن‌های مازاد در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب توسط سازمان‌های مسؤول، شامل سازمان حفاظت محیط زیست، وزارت بهداشت و درمان و آموزش پزشکی و وزارت جهاد کشاورزی.

٤ـ تکمیل مؤثر معیارهای حفاظت از بهداشت عمومی و محیط زیست در استفاده مجدد از لجن و یا دفع آن با همکاری و مشارکت سازمان‌های اجرایی شامل سازمان حفاظت محیط زیست، وزارت بهداشت و درمان و آموزش پزشکی، شرکت آب و فاضلاب کشور و وزارت جهاد کشاورزی از طریق ایجاد هماهنگی‌های بین بخشی و فرابخشی.

1- Ponugoti
2- Haruhi
3- Tomokazu

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

۱- تکدستان، افشین. بررسی کارایی هاضم‌های بی‌هوازی تصفیه خانه های فاضلاب اصفهان در حذف کلیفرم ها، سالمونلا و تخم انگل‌ها. پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، تیرماه ۱۳۷۸.

2-Cecillue H. Municipal sewage sludge management proccessing , utilization and disposal. New York: McGraw Hill; 1992.

3-Bitton G. Wastewater microbiology. London: McGraw Hill; 2002.

4-Vesilind PA, Harman GC, Skenc ET. Sludge management and disposal for the practicing engineers. New York: Lewis; 1997.

5-United State Environmental Protection Aganey. Standard for the use or disposal of sewage sludge, federal registration. Washington: EPA; 1995.

6-United State Environmeutal Protection Agancy. Environmental regulation technology, control of patogens and vector attraction in sewage sludge.Washington: EPA; 1992.

7-Warde A , Stensel HO, Hummal S. Reduction of pathogens in pasteurized digester biosolids. In : Proceeding of water environment federation 70th annual conference. Chicago: Water Environment Federation; 1997. P.107 (Vol.3 No.2).

8-APHA , AWWA , WEF. Standard methods for the examination of water and wastewater. New York: American Public Health Association; 1992.

9-Ponugoti RR, Dahab MF, Surammpahi R. Effects of different biosolids treatment systems of pathogens indicator reduction . Water Environment Research 1997; 96:1195.

10-Harugi W, Tomkazu K. Inactivation of pathogenic bacteria under mesophilic and thermophilic conditions. Water Science Technology 1997;36(6 – 7):25 – 32.

www.SID.ir