

تصفیه شیرابهی محل دفن پسماند شهری به روش فرآیند اکسیداسیون پیشرفته (فراصوت/ آب اکسیژنه)

مجتبی افشارنیا^۱ - علی تراییان^۲ - غلامرضا موسوی^۳ - محمدعلی عبدلی^۴

چکیده

زمینه و هدف: شیرابهی محل دفن پسماند شهری دارای مواد آلوده و مقاوم به تصفیه است فرآیندهای اکسیداسیون پیشرفته یکی از روش های تصفیه ی فاضلاب های با مواد آلی مقاوم به تجزیه ی زیستی می باشد در این مطالعه اثر فراصوت به عنوان یک فرآیند اکسیداسیون پیشرفته و همچنین اثر آب اکسیژنه و فراصوت به طور همزمان بر کاهش بار آلی و تغییرات نسبت جامدات معلق فرار به جامدات معلق ثابت شیرابه بررسی شده است. **روش تحقیق:** این تحقیق یک مطالعه ی آزمایشگاهی است ابتدا مقدار مواد آلی نمونه های شیرابه، که به طور تصادفی جمع آوری شدند، اندازه گیری گردید و به منظور تعیین اثر فراصوت بر شیرابه، نمونه ها در دستگاه حمام فراصوت قرار داده شدند هر نمونه حاوی ۴۰۰ میلی لیتر شیرابه و در زمان های ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ دقیقه تحت فراصوت قرار گرفت. در مرحله ی بعد آب اکسیژنه در دو غلظت ۰/۰۵ و ۰/۱ مول بر لیتر به نمونه ها اضافه شده و آزمایش ها تکرار شد برای هر نمونه قبل و بعد از فراصوت، پارامترهای اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (COD)، جامدات معلق فرار (VSS) و جامدات معلق ثابت (FSS) اندازه گیری شدند. **یافته ها:** بیشترین میزان کاهش COD در زمان ۴۰ دقیقه، به مقدار ۸/۲۲ درصد به دست آمد با اضافه کردن آب اکسیژنه (غلظت ۰/۰۵ مول بر لیتر) میزان کاهش COD در زمان ۴۰ دقیقه، ۱۹/۶۰ درصد بود. با افزایش غلظت آب اکسیژنه تا ۰/۱ مول بر لیتر، مقدار COD در زمان ۴۰ دقیقه، ۱۹/۷۲ درصد کاهش یافت نسبت VSS به FSS در شیرابه ی خام ۲/۰۶ بوده که پس از اعمال ۱۰ دقیقه فراصوت، این نسبت به ۱/۶۷ رسید با اضافه کردن آب اکسیژنه با غلظت ۰/۰۵ مول بر لیتر به شیرابه ی خام، نسبت VSS به FSS افزایش یافته و به ۲/۹۴ رسید با اعمال فراصوت این نسبت کاهش یافت پس از ۱۰ دقیقه فراصوت، نسبت VSS به FSS به ۲/۶۷ و پس از ۴۰ دقیقه، به ۲/۱۶ کاهش یافت. با اضافه کردن آب اکسیژنه با غلظت ۰/۱ مول بر لیتر به شیرابه ی خام، نسبت VSS به FSS افزایش یافته و به ۳/۶۱ رسید پس از ۱۰ دقیقه فراصوت، نسبت مذکور به ۳/۳۷ و پس از ۴۰ دقیقه، این نسبت به ۲/۵۷ رسید.

نتیجه گیری: نتایج تحقیق نشان داد که استفاده از فراصوت برای تصفیه ی شیرابه به عنوان یک پیش تصفیه می تواند مواد فرار موجود در شیرابه را کاهش دهد استفاده از آب اکسیژنه به عنوان یک اکسیدکننده نیز در کاهش بار آلی شیرابه مؤثر بوده که بر کارایی مراحل بعدی تصفیه تأثیرگذار خواهد بود.

کلیدواژه ها: شیرابه؛ فراصوت؛ پسماند؛ COD؛ VSS؛ FSS؛ H₂O₂

افق دانش؛ فصلنامه ی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی گناباد (دوره ی ۱۷؛ شماره ی ۴؛ زمستان ۱۳۹۰)

پذیرش: ۱۳۹۰/۹/۲

اصلاح نهایی: ۱۳۹۰/۸/۱۷

دریافت: ۱۳۹۰/۴/۱۱

۱- نویسنده ی مسؤؤل؛ دانشجوی دکترای مهندسی محیط زیست، گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده ی محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران

آدرس: تهران - خیابان انقلاب - خیابان قدس - نیش کوچه ی آذین - دانشکده ی محیط زیست - گروه مهندسی محیط زیست

پست الکترونیکی: mafsharnia2000@yahoo.com

نمبر: ۰۲۱-۸۷۷۹۲۱۰۱

تلفن: ۰۲۱-۶۱۱۱۳۱۸۴

۲- استاد، گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده ی محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران

۳- دانشیار، گروه بهداشت محیط و حرفه ای، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

۴- استاد، گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده ی محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران

مقدمه

دفن بهداشتی یکی از روش‌های نهایی دفع پسماند شهری به شمار می‌رود که ارزان‌ترین روش دفع به حساب می‌آید علاوه بر مزایای اقتصادی دفن، حداقل خسارت به محیط زیست وارد شده و پسماند نیز تحت شرایط کنترل شده‌ای تجزیه شده و به مواد بی‌اثر و تثبیت شده‌ای تبدیل می‌شود بنابراین گرایش جهانی به سمت استفاده از دفن بهداشتی به عنوان یک راه حل مناسب دفع پسماند شهری می‌باشد (۱).

آنچه از محل دفن به بیرون تراوش می‌کند شامل شیرابه و بیوگاز است شیرابه‌ی محل دفن، یک فاضلاب بسیار آلوده و پیچیده است که در صورت عدم مدیریت صحیح، می‌تواند باعث آلودگی منابع آبی گردد (۲).

روش‌های متداول تصفیه‌ی شیرابه‌ی محل دفن پسماند به سه دسته تقسیم می‌شوند: (الف) انتقال شیرابه شامل: بازچرخش و تصفیه‌ی مشترک با فاضلاب خانگی (ب) تصفیه‌ی زیستی شامل: فرآیندهای هوازی و بی‌هوازی (ج) روش‌های فیزیکی و شیمیایی شامل: اکسیداسیون شیمیایی، جذب سطحی، ترسیب شیمیایی، انعقاد و لخته‌سازی، ته‌نشینی و شناورسازی و هواده‌ی^۱ (۱).

بازچرخش شیرابه به روی پسماند دفن شده به دلیل این که یکی از ارزان‌ترین روش‌های دفع شیرابه است در دهه‌های گذشته مورد استقبال قرار گرفته است (۳). در این روش مشکلاتی مانند اشباع شدن، مستغرق شدن و ایجاد شرایط اسیدی ممکن است رخ دهد (۴،۵) تصفیه‌ی مشترک شیرابه همراه با فاضلاب خانگی در تصفیه‌خانه‌ی فاضلاب شهری تا چند سال قبل مرسوم بود (۶) این روش تصفیه به دلیل وجود مواد آلی پیچیده همراه با خاصیت تصفیه‌پذیری پایین و فلزات سنگین در شیرابه، با کاهش مقبولیت همراه است (۷).

روش‌های زیستی عموماً برای تصفیه‌ی شیرابه به کار می‌روند که در مقایسه با روش‌های فیزیکی و شیمیایی ارزان‌تر بوده و منجر به حذف ترکیبات زیست‌تجزیه‌پذیر، مواد معلق و ترکیبات نیتروژن دار می‌شود معروف‌ترین این روش‌ها در گذشته، تصفیه‌ی بی‌هوازی و یا روش‌های

هوازی مثل لجن فعال بوده است (۳). این روش‌های تصفیه به دلیل پایین بودن نسبت $\frac{EQD}{COD}$ ، مقادیر زیاد آمونیاک و فلزات سنگین موجود در شیرابه کارایی چندانی ندارد (۸).

در دهه‌های اخیر تلفیقی از روش‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی برای تصفیه‌ی شیرابه استفاده شده است (۹) اکسیداسیون شیمیایی نیز برای تصفیه‌ی فاضلاب‌هایی مثل شیرابه که دارای ترکیبات مقاوم به تجزیه‌ی زیستی می‌باشند مطالعه شده است مطالعات اخیر محققین روی فرآیندهای اکسیداسیون پیشرفته^۲ تمرکز یافته است اغلب آن‌ها، به استثنای ازن زنی ساده، تلفیقی از اکسیدکننده‌های قوی مثل ازن (O_3)، آب اکسیژنه (H_2O_2)، پرتوتایی مثل فرابنفش^۳، فراصوت^۴ و کاتالیست‌ها مثل یون‌های فلزات واسطه یا کاتالیست‌های نوری می‌باشد (۱۰).

فرآیند فراصوت به عنوان یک روش جدید در تصفیه‌ی فاضلاب مؤثر بوده است (۱۱). تجزیه‌ی سونوشیمیایی^۵ آلاینده‌های آلی به خاطر تشکیل و تخریب حباب‌های کایتاسیون با انرژی بالا انجام می‌شود این تشکیل و تخریب حباب‌ها باعث بالارفتن دما و فشار می‌شود (۱۲) تحت چنین شرایطی پیوندهای همولیتیک حلال شکسته و رادیکال تولید می‌شود وقتی مولکول‌های آب تحت تأثیر فراصوت قرار می‌گیرند، رادیکال‌های OH^0 و OOH^0 تولید می‌شود OOH^0 یک عامل اکسیدکننده‌ی قوی است که می‌تواند با آلاینده‌های آلی واکنش دهد (۱۳) ترکیب مجدد OH^0 و OOH^0 در خارج از حباب کایتاسیون تولید آب اکسیژنه می‌نماید (۱۴،۱۵). ترکیبات فرار به آسانی وارد حباب کایتاسیون شده و قسمت اعظم آن‌ها از طریق واکنش پیرولیتیک تجزیه می‌شوند ترکیبات با فراریت کمتر توسط رادیکال‌های OH در مایع محاط حباب‌های کایتاسیون تجزیه می‌شوند (۱۶).

در مطالعه‌ای مشابه که بر روی شیرابه‌ی قدیمی محل دفن انجام شد ۵ و ۷ درصد اکسیژن مورد نیاز شیمیایی^۶

2- Advanced Oxidation Processes (AOP)

3- Ultraviolet (UV)

4- Ultrasound (US)

5- Sonochemical Decomposition

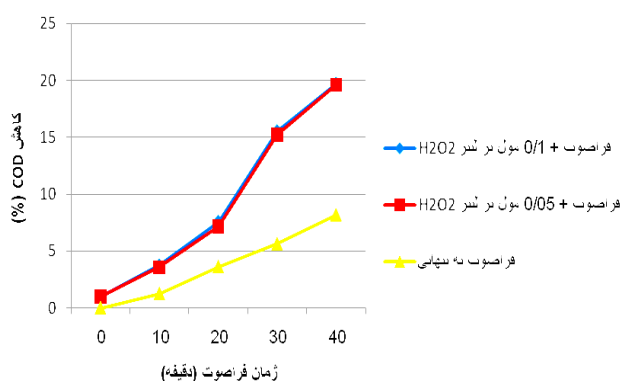
6- Chemical Oxygen Demand (COD)

1- Air Stripping

فاضلاب انجام شد (۲۲). تجزیه و تحلیل داده ها نیز با استفاده از نرم افزار SPSS انجام شده است.

یافته ها

چون نمونه برداری در زمان های متفاوت انجام شده است، میانگین مقدار COD شیرابه ی خام 33260 mg/l به دست آمد. نتایج حاصل از مرحله ی اول، تأثیر فراصوت را در حذف COD نشان داد کمترین میزان کاهش COD در زمان ۱۰ دقیقه به مقدار $1/24 \pm 0/26$ درصد و بیشترین میزان کاهش COD در زمان ۴۰ دقیقه به مقدار $8/22 \pm 0/26$ درصد به دست آمد با اضافه کردن آب اکسیژنه با غلظت $0/05$ مول بر لیتر، میزان کاهش COD در زمان های ۱۰ و ۴۰ دقیقه به ترتیب $3/57 \pm 0/26$ درصد و $0/1$ مول بر لیتر، مقدار COD در زمان های ۱۰ و ۴۰ دقیقه به ترتیب $19/60 \pm 0/46$ درصد بود. با افزایش غلظت آب اکسیژنه تا $0/1$ مول بر لیتر، مقدار COD در زمان های ۱۰ و ۴۰ دقیقه به ترتیب $3/78 \pm 0/12$ درصد و $19/72 \pm 0/46$ درصد کاهش یافت (نمودار ۱).



نمودار ۱: تأثیر زمان واکنش در راکتور فراصوت بر کاهش COD

وقتی فراصوت به تنهایی استفاده شد، تغییراتی در نسبت VSS به FSS مشاهده گردید. این نسبت در شیرابه ی خام $2/06$ بوده که همان طور که در نمودار ۲ نشان داده شده پس از اعمال ۱۰ دقیقه فراصوت، این نسبت کاهش یافته و به $1/67$ رسید پس از اضافه کردن آب اکسیژنه با غلظت $0/05$ مول بر لیتر به شیرابه ی خام، نسبت VSS به FSS افزایش یافته و به $2/94$ رسید با اعمال فراصوت این

پس از ۶۰ و ۱۲۰ دقیقه فراصوت حذف شد (۱۷). در مطالعه ای دیگر که بر روی پساب تصفیه خانه ی فاضلاب انجام شد ۲۵ تا ۳۰ درصد COD پساب در کمتر از ۶۰ دقیقه فراصوت حذف شد این مطالعه تبدیل COD معلق به محلول را در اثر فراصوت نیز نشان داد (۱۸).

فرآیندهایی مثل UV، O_3 و H_2O_2 به همراه فراصوت برای تجزیه ی مواد استفاده شده اند (۱۹) این فرآیندها تولید رادیکال های OH را افزایش داده و اکسیداسیون بهتر مواد آلی را به دنبال دارد (۲۰) تجزیه ی سونوشیمیایی p-کلروفنل توسط H_2O_2 افزایش می یابد (۲۱).

این پژوهش با هدف بررسی اثر فراصوت/آب اکسیژنه بر شیرابه ی محل دفن پسماند شهری انجام شده است.

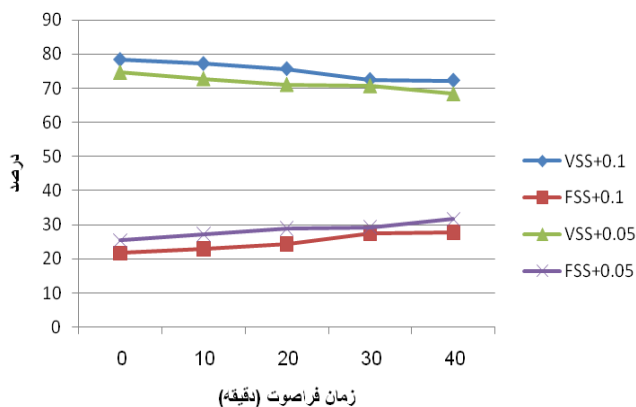
روش تحقیق

این تحقیق یک مطالعه ی آزمایشگاهی است. در این تحقیق ۱۵ نمونه ی واقعی شیرابه ی تازه از محل دفن پسماند شهری مشهد به طور تصادفی در سال های ۱۳۸۸ الی ۱۳۸۹ جمع آوری شد ابتدا مقدار COD شیرابه ی خام به روش تقطیر برگشتی^۱ اندازه گیری شده و به منظور تعیین اثر فراصوت بر شیرابه، نمونه ها در دستگاه حمام فراصوت مدل HF-Leistung با فرکانس 25 KHz قرار داده شدند دما در حمام فراصوت 20 درجه سلسیوس و میانگین PH اولیه ی نمونه ها $8/32$ بود هر نمونه حاوی 400 میلی لیتر شیرابه بود و در زمان های ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ دقیقه فراصوت داده شد. در مرحله ی بعد به منظور افزایش کارایی فراصوت، آب اکسیژنه (شرکت مرک)^۲ در دو غلظت $0/05$ و $0/1$ مول بر لیتر به نمونه ها اضافه شده و آزمایش ها تکرار شد برای هر نمونه قبل و بعد از فراصوت، پارامترهای COD، جامدات معلق فرار^۳ و جامدات معلق ثابت^۴ اندازه گیری شدند. اندازه گیری COD بر اساس دستورالعمل C5220، VSS بر اساس دستورالعمل D2540 و FSS بر اساس دستورالعمل E2540 کتاب روش های استاندارد آزمایش های آب و

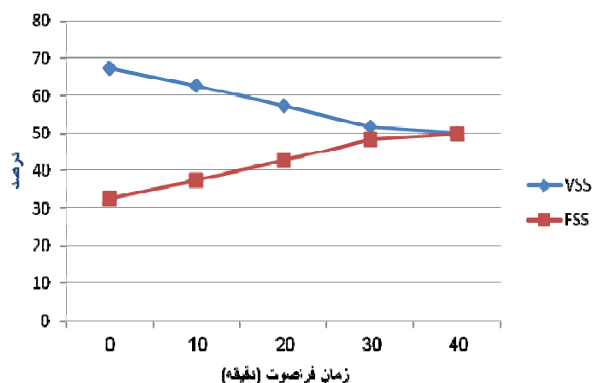
- 1- Closed Reflux
- 2- Merck
- 3- Volatile Suspended Solids (VSS)
- 4- Fixed Suspended Solids (FSS)

نسبت کاهش یافت پس از ۱۰ دقیقه فراصوت، نسبت VSS به FSS به ۲/۶۷ و پس از ۴۰ دقیقه، به ۲/۱۶ کاهش یافت. با اضافه کردن آب اکسیژنه با غلظت ۰/۱ مول بر لیتر به

شیرابه‌ی خام، نسبت VSS به FSS افزایش یافته و به ۳/۶۱ رسید پس از ۱۰ دقیقه فراصوت، این نسبت مذکور به ۳/۳۷ و پس از ۴۰ دقیقه این نسبت به ۲/۵۷ رسید (نمودار ۳).



نمودار ۳: تأثیر زمان واکنش H₂O₂ در راکتور فراصوت بر نسبت VSS به FSS



نمودار ۴: تأثیر زمان واکنش در راکتور فراصوت بر نسبت VSS به FSS

درصد به دنبال داشت. یعنی مقدار COD پساب به ترتیب به ۳۲۰۷۳ mg/l و ۲۶۷۴۱ mg/l رسید با افزایش دو برابری غلظت آب اکسیژنه، میزان COD پساب به ۳۲۰۰۲ mg/l و ۲۶۷۰۱ mg/l در زمان های ۱۰ و ۴۰ دقیقه رسید. تجزیه‌ی سونوشیمیایی مواد غیر فرار آهسته انجام می شود این موضوع ناشی از این واقعیت است که تجزیه‌ی ترکیبات غیر فرار توسط واکنش رادیکال‌های هیدروکسیل در محلول است رادیکال‌های هیدروکسیل در آب به وسیله فراصوت می توانند تولید آب اکسیژنه، در سیستم نمایندند بنابراین افزودن آب اکسیژنه اثر سینرژیستی بر تجزیه‌ی مواد غیر فرار دارد تعدادی از تجربیات افزودن غلظت های مختلف H₂O₂ این موضوع را تأیید می نماید میزان تجزیه‌ی تولوئن با افزایش آب اکسیژنه افزایش یافته، اما افزایش غلظت آب اکسیژنه تأثیر قابل توجهی بر تجزیه‌ی تولوئن نداشت (۲۳).

بازدهی کاهش COD با افزایش PH اولیه افزایش می یابد، اما اثر PH اولیه نسبتاً کم است چون در شیرابه انواع مختلف ترکیبات آلی وجود دارد و PH بهینه برای سونولیز ترکیبات آلی مختلف کاملاً متفاوت است، PH بهینه برای تجزیه‌ی سونوشیمی ممکن است برای شیرابه های مختلف تغییر کند (۱۰).

بحث

استفاده از روش فراصوت به عنوان یک روش اکسیداسیون پیشرفته می تواند آلاینده های شیرابه را کاهش دهد. با انجام فراصوت به مدت ۱۰ دقیقه، ۱/۲۶ درصد COD کاهش می یابد. یعنی مقدار COD از ۳۳۲۶۰ mg/l به ۳۲۸۴۰ mg/l رسید با افزایش مدت فراصوت، بازدهی حذف COD به ۸/۲۲ درصد افزایش می یابد. یعنی مقدار COD شیرابه به ۳۰۵۲۶ mg/l می رسد بر طبق تئوری سونوشیمی، وقتی شدت فراصوت به حد آستانه‌ی کاویتاسیون می رسد، حباب ها به راحتی تشکیل شده و به طور ناگهانی منفجر می شوند افزایش مدت فراصوت، غلظت OH^۰ و OOH^۰ که عوامل اکسیدکننده هستند را افزایش داده و انتقال جرم بیشتر شده که منجر به افزایش تجزیه‌ی مواد آلی خواهد شد (۱۰). در ادامه آب اکسیژنه که یک ماده‌ی شیمیایی سازگار با محیط زیست^۱ است، به میزان ۰/۰۵ مول بر لیتر به شیرابه اضافه شد آب اکسیژنه در محیط مایع به رادیکال های OH^۰ و OOH^۰ تبدیل شده و باعث اکسیداسیون مواد آلی می شود این افزایش، کاهش COD را در زمان های ۱۰ و ۴۰ دقیقه به ترتیب به ۳/۵۷ و ۱۹/۶۰

بالاست و می توان برای کاهش ترکیبات فرار از این روش استفاده نمود میزان واکنش با افزودن اکسیدکننده های خارجی تغییر قابل توجهی نمی کند میزان واکنش مواد غیرفرار در اثر فراصوت کمتر از مواد فرار است که این میزان را می توان با افزودن اکسیدکننده ی خارجی مثل آب اکسیژنه افزایش داد.

نتایج تحقیق نشان داد که استفاده از فراصوت برای تصفیه ی شیرابه به عنوان یک پیش تصفیه می تواند مواد فرار موجود در شیرابه را کاهش دهد کاهش مواد فرار باعث کاهش بو در روش های تصفیه تکمیلی خواهد شد. استفاده از آب اکسیژنه به عنوان یک اکسیدکننده نیز در کاهش بار آلی شیرابه مؤثر بوده که بر کارایی مراحل بعدی تصفیه تأثیرگذار خواهد بود. راهبری فرآیندهای سونوشیمیایی آسان است، اما هزینه ی آن برای مواد غیرفرار به دلیل نیاز به اکسیدکننده قابل بررسی بیشتر است.

تصفیه ی شیرابه تابع عوامل متعددی است و با شرایط مختلف تحت تأثیر قرار می گیرد بنابراین نیاز به مطالعات تکمیلی در این زمینه ضروری است.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از کارکنان محترم آزمایشگاه کمپوست مشهد که در مراحل انجام این پژوهش با ما همکاری داشته اند کمال تشکر و قدردانی را داریم.

References:

- 1- Renou S, Givaudanm J G, Poulain S, Dirassouyan F, Moulin P. Landfill leachate treatment: review and opportunity. J Hazard Mat 2008; 150: 468-493.
- 2- Di Palma L, Ferrantelli P, Merli C, Petrucci E. Treatment of industrial landfill leachate by means of evaporation and reverse osmosis. Waste Manag 2002; 22: 951-955.
- 3- Lema J M, Mendez R, Blazquez R. Characteristic of landfill leachates and alternative for their treatment. A rev Water Air Soil Pollut 1988; 40: 223-250.

ترکیبات فرار هم در داخل حباب های کاویتاسیون و هم ناحیه ی حد فاصل حباب و آب تجزیه می شوند و تحت تأثیر اکسید کننده های خارجی قرار نمی گیرند افزودن H_2O_2 بر اتوزین B که یک ترکیب غیرفرار است تأثیر قابل توجهی نداشت (۲۳).

در این پژوهش از شیرابه ی تازه استفاده شده است که در آن نسبت مواد فرار به ثابت بالاست ($\frac{V_{FG}}{F_{FG}}=2/06$) با توجه به بالابودن این نسبت و استفاده از فراصوت به تنهایی، واکنش های پیرولیتیک قسمت اعظم واکنش ها را تشکیل داده و نسبت مواد فرار به ثابت کاهش یافت هنگامی که آب اکسیژنه به شیرابه اضافه شد، رادیکال های OH^0 و OOH^0 افزایش یافت و واکنش های محاط حباب کاویتاسیون نیز زیاد شده و به دنبال آن تخریب مواد ثابت افزایش یافت و نسبت $\frac{V_{FG}}{F_{FG}}$ بیشتر شد. به عبارت دیگر پس از اضافه کردن آب اکسیژنه و قبل از آغاز فراصوت، به شیرابه، نسبت $\frac{V_{FG}}{F_{FG}}$ افزایش یافت اما پس از فراصوت، واکنش های پیرولیز درون حباب های کاویتاسیون بیشتر شده و نسبت مذکور کاهش یافت که با نتایج گذشته مطابقت دارد (۲۳).

نتیجه گیری

تجزیه ی ترکیبات فرار با فرآیندهای سونوشیمیایی به تنهایی قابل انجام است میزان تجزیه ی این ترکیبات نسبتاً

- 4- Chan G Y S, Chu L M, Wong M H. Effects of leachate recirculation on biogas production from landfill co-disposal of municipal solid waste, sewage sludge and marine sediment. Environ Pollut 2002; 118: 393-399.

- 5- San I, Onay T T. Impact of various leachate recirculation regimes on municipal solid waste degradation. J Hazard Mat B 2001; 87: 259-271.

- 6- Ahn W-Y, Kang M-S, Yim S-K, Choi K-H. Advanced landfill leachate treatment using integrated membrane process. Desalin 2002; 149: 109-114.

- 7- Cecen F, Aktas O. Aerobic co-treatment of landfill leachate with domestic waste water. *J Environ Engin Sci* 2004; 21: 303-312.
- 8- Park S, Choi K S, Joe K S, Kim W H, Kim H S. Variations of landfill leachate properties in conjunction with the treatment process. *Environ Techn* 2001; 22: 639-645.
- 9- Ahn D H, Yun-Chul C, Won-Seok C. Use of coagulants and zeolite to enhance the biological treatment efficiency of high ammonia leachate. *J Environ Sci Health* 2002; 37: 163-173.
- 10- Wang F, Smith D W, El-Din M G. Application of advanced oxidation methods for landfill leachate treatment. *J Environ Engin Sci* 2003; 2: 413-427.
- 11- Gonze E, Pillot S, Valette E, Gonthier Y, Bernis A. Ultrasonic treatment of an aerobic activated sludge in a batch reactor. *Chem Engin Proc* 2003; 42: 965-975.
- 12- Chu C P, Lee D J, Chang B V, Liao C S. Observations on changes in ultrasonically treated waste activated sludge. *Water Res* 2001; 35: 1038-1046.
- 13- Neczaj E, Kacprzak M, Lach J, Okoniewska E. Effect of sonication on combined treatment of landfill leachate and domestic sewage in SBR reactor. *Desalin* 2007; 204: 227-233.
- 14- Jiang Y, Petrier C H, Waite T D. Effect of pH on the ultrasonic degradation of ionic aromatic compounds in aqueous solution. *Ultraso Sonochem* 2002; 9: 163-168.
- 15- Visscher A D, Langenhove H V. Sonochemistry of organic compounds in homogeneous aqueous oxidizing system. *Ultraso Sonochem* 1998; 5: 87-92.
- 16- Lifka J, Ondruschka B, Hofmanm J. The use of ultrasound for the degradation of pollutants in water, Aquasonolysis: a review. *J engine Life Sci* 2003; 3: 253- 259.
- 17- Wang S, Wu X, Wang Y, Li Q, Tao M. Removal of organic matter and ammonia nitrogen from landfill leachate by ultrasound. *Ultraso Sonochem* 2008; 15: 933-937.
- 18- Nasserri S, Vaezi F, Mahvi A, Nabizadeh R, Haddadi S. Determination of the ultrasonic effectiveness in advanced wastewater treatment. *Iranian J Environ Health Sci Engin* 2006; 3: 109-116.
- 19- Ragaini V, Selli E, Bianvhi C B, Pirola C. Sono-photocatalytic degradation of 2-chlorophenol in water: kinetic and energetic comparison with other techniques. *Ultraso Sonochem* 2001; 8: 251-258.
- 20- Naffrechoux E, Chanoux S, Petrier C, Suptil J. Sonochemical and photochemical oxidation of organic matters. *Ultraso Sonochem* 2000; 7: 255-259.
- 21- Teo K C, Xu Y, Yang C. Sonochemical degradation for toxic halogenated organic compounds. *Ultraso Sonochem* 2001; 8: 241-246.
- 22- APHA. Standard methods for examination of water and wastewater. 19th ed. Washington, DC: Ame Pub Health Asso; 2005.
- 23- Goel M, Hongqianga H, Mujumdar A S, Ray M B. Sonochemical decomposition of volatile and non-volatile organic compounds: a comparative study. *Water Res* 2004; 38: 424-426.

Municipal Landfill Leachate Treatment by Ultrasound/H₂O₂ as an Advanced Oxidation Process

Mojtaba Afsharnia¹, Ali Torabian², Gholam Reza Moussavi³ and Mohamad Ali Abdoli⁴

Abstract

Background and Aim: Municipal landfill leachate has pollutant and refractory matters. Advanced oxygen processes (AOP_s) are one of the wastewater treatment methods which have refractory matters. The aim of this research was to evaluate the effect of ultrasound as AOP and ultrasound and H₂O₂ simultaneously on reduction of leachate organic load and VSS: FSS ratio.

Materials and Methods: This was an experimental study. In the first stage, organic matters were determined in raw leachate collected randomly. Then samples were sonicated in an ultrasonic bath to determine sonication effect on leachate. Each 400 ml sample was sonicated in four sonication times: 10, 20, 30, and 40 minutes. In other sonication step, H₂O₂ is added in 0.05 and 0.1 mol per liter, and samples were analyzed. Each sample was analyzed before and after sonication to determine: COD, VSS and FSS.

Results: Tee most COD reduction rate was 8.22% in 40 min sonication. When H₂O₂ was added (0.05 mol/lit), COD reduction was 19.60%. When H₂O₂ was added (0.1 mol/lit), COD reduction was 19.72%. The ratio of VSS: FSS was 2.06 in raw leachate. After 10 min sonication, VSS: FSS ratio was decreased to 1.67. When H₂O₂ was added (0.05 mol/lit) in raw leachate, VSS: FSS ratio is increased to 2.94. The ratio of VSS: FSS was decreased to 2.67 and 2.16 when sonication (10 and 40 min) and H₂O₂ (0.05 mol/lit) was used, respectively. The ratio of VSS: FSS was increased to 3.61 and 2.16 when sonication (10 and 40 min) and H₂O₂ (0.1 mol/lit) was used, respectively.

Conclusion: The results showed that ultrasound can reduce VSS in leachate as pretreatment. H₂O₂ as an oxidant agent can also reduce organic matters in leachate and can affect efficiency in next step of leachate treatment.

Keywords: Leachate, ultrasound, COD, VSS, FSS, H₂O₂

Received: 2 July 2011

Revised: 8 November 2011

Accepted: 23 November 2011

Ofogh-e-Danesh. GMUHS Journal. 2012; Vol. 18, No. 1

1- **Corresponding Author:** PhD Student, Department of Environmental Engineering, Faculty of Environment, Tehran University, Tehran, Iran.

Tel.: +98 21 61113184 **Fax:** +98 21 66400884 **E-mail:** mafsharnia2000@yahoo.com

2- Professor, Department of Environmental Engineering, Faculty of Environment, Tehran University, Tehran, Iran

3- Associate Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Medical sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

4- Professor, Department of Environmental Engineering, Faculty of Environment, Tehran University, Tehran, Iran