فصلنامه انسان و محیط زیست، شماره ۲۸، بهار ۹۳

عوامل موثر بر تولید گازها در محل دفن زباله

یاسر سالار [۱*]
y_salar@outlook.com
فرامرز معطر [۲]
مصطفی خضری [۲]

چکیده

امروزه افزایش جمعیت همسو با پیشرفت تکنولوژی، باعث بهبود زندگی و در نتیجه افزایش سریع مواد مصرفی و در نهایت باعث ازدیاد پسماند گردیده بطوری‌که تولید این مواد در سال‌های اخیر بحران‌های محیط‌زیستی عظیمی را در جوامع بشری به وجود آورده و به عنوان یکی از چالش‌های عمده پیش روی بشر خودنمایی می‌کند. در سال‌های اخیر، در محل‌های دفن زباله از تجهیزات مربوط به جمع‌آوری، کنترل و انتقال گاز استفاده شده است. جمع‌آوری گاز محل‌های دفن زباله (بیوگاز) دارای منافع مختلفی در زمینه‌های محیط‌زیستی، اقتصادی و از همه مهم‌تر انرژی می‌باشد. بیوگاز تولیدی محل‌های دفن زباله شهری دارای اجزای آلی و درصد بالایی از گاز متان فرار بوده که باعث آسیب به لایه ازن می‌گردد. گازهای محل دفن از انجام مجموعه‌ای از واکنش‌های زیست شیمیایی بر روی مواد آلی تجزیه‌پذیر موجود در زباله در شرایط بی‌هوازی به دست می‌آید و این گازها شامل متان، دی‌اکسید کربن و گازهای هیدروژن، هیدروژن سولفاید، ترکیبات آلی فرار و غیره است. ارزیابی و پیش‌بینی نرخ تولید و عوامل موثر بر تولید و انتشار گاز از محل‌های دفن، جهت طراحی این محل‌ها و بهره‌برداری موفق گازهای تولیدی به عنوان منابع انرژی دارای اهمیت زیادی می‌باشد. لذا در این مقاله به این مهم پرداخته شده است.

امروزه افزایش جمعیت همسو با پیشرفت تکنولوژی، باعث بهبود زندگی و در نتیجه افزایش سریع مواد مصرفی و در نهایت باعث ازدیاد پسماند گردیده بطوری که تولید این مواد در سال‌های اخیر بحران‌های محیط‌زیستی عظیمی را در جوامع بشری به وجود آورده و به عنوان یکی از چالش‌های عمده پیش روی بشر خود نمایی می‌کند. در سال‌های اخیر، در محل‌های دفن زباله از تجهیزات مربوط به جمع آوری، کنترل و انتقال گاز استفاده شده است. جمع‌آوری گاز محل‌های دفن زباله (بیوگاز) دارای منافع مختلفی در زمینه‌های محیط‌زیستی، اقتصادی و از همه مهم‌تر انرژی می‌باشد. بیوگاز تولیدی محل‌های دفن زباله شهری دارای اجزای آلی و درصد بالایی از گاز متان فرار بوده که باعث آسیب به لایه ازن می‌گردد. گازهای محل دفن از انجام مجموعه‌ای از واکنش‌های زیست شیمیایی بر روی مواد آلی تجزیه‌پذیر موجود در زباله در شرایط بی هوازی به دست می‌آید و این گازها شامل متان، دی‌اکسید کربن و گازهای هیدروژن، هیدروژن سولفاید، ترکیبات آلی فرار و غیره است. ارزیابی و پیش‌بینی نرخ تولید و عوامل موثر بر تولید و انتشار گاز از محل‌های دفن، جهت طراحی این محل‌ها و بهره برداری موفق گازهای تولیدی به عنوان منابع انرژی دارای اهمیت زیادی می‌باشد. لذا در این مقاله به این مهم پرداخته شده است.

کلمات کلیدی: محل دفن زباله، بیوگاز، متان.

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، رشته مهندسی محیط زیست- آلودگی هوا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران*(مسئول مکاتبات).
۲- استادیار، گروه مهندسی محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

مقدمه

زندگی و در پی آن مصرف مواد به منظور رفع نیاز، ادامه حیات و ایجاد رفاه بیشتر به تولید مواد زاید یا به عبارتی پسماند می-انجامد. وجود این پسماند به عنوان یک منبع آلودگی از لحاظ خطر بالقوه برای سلامتی، محیطزیستی و همچنین زیبایی شناختی به هیچ عنوان قابل پذیرش نیست. لذا این منبع آلودگی باید از محیط زندگی جمع آوری و طبق سیاست و طرح از پیش معین شده مورد پردازش قرار گیرد. در میان روش‌های مختلف مدیریت پسماند، دفن بهداشتی مواد زاید بدلیل سادگی و کم هزینه بودن مطلوب‌ترین روش در بین کشورهای جهان از جمله کشور ما ایران است (۱-۳).

اگرچه در کشورهای‌توسعه یافته در سال‌های اخیر توجه به کاهش پسماند دفن شونده مورد توجه قرار گرفته است بطوریکه در ایالات متحده مقدار پسماند دفن شده از ۸۳٪ در سال ۱۹۸۶ تا ۵۵٪ در سال ۱۹۹۶ کاهش یافته است این کاهش به خاطر کاهش حجم زباله‌ها، بازیافت و دیگر فعالیت‌های مربوط به بازچرخش زباله است. ولی علی رغم این کاهش در کشورهای پیشرفته، مقدار جهانی زباله دفن شونده به صورت بهداشتی مشخصا در حال افزایش است. احتمالا در کشورهای در حال توسعه به دلیل توسعه شهری و صنعتی شدن سریع زباله بیشتری تولید می‌کنند هرچند تولید سرانه زباله در کشورهای توسعه یافته بیشتر است (۴). بخش عمده مواد زاید دفن شده در محل‌های دفن پس از مدت زمان کوتاهی بی‌هوازی شده و به وسیله فرآیندهای میکروبی تجزیه می‌شود. نتایج غیرقابل اجتناب دفن زباله در محل‌های دفن زباله به دلیل فعالیت تجزیه میکروبی زباله‌ها و تولید شیرابه و گاز محل دفن است. راهیابی و حرکت این شیرابه و گاز محل دفن تولیدی به بیرون از محل دفن و آزاد شدنشان در محیطی بیرون ایجاد مشکلات زیادی در محیطزیست می‌نماید. نشت محل دفن زباله، آلودگی آب‌های زیرزمینی، خطر آتش‌سوزی و انفجار، تخریب پوشش گیاهی، بوی نامطبوع، آلودگی هوا و گرم شدن جهانی از جمله تأثیرات منفی آن‌ها می باشد (۵-۶).

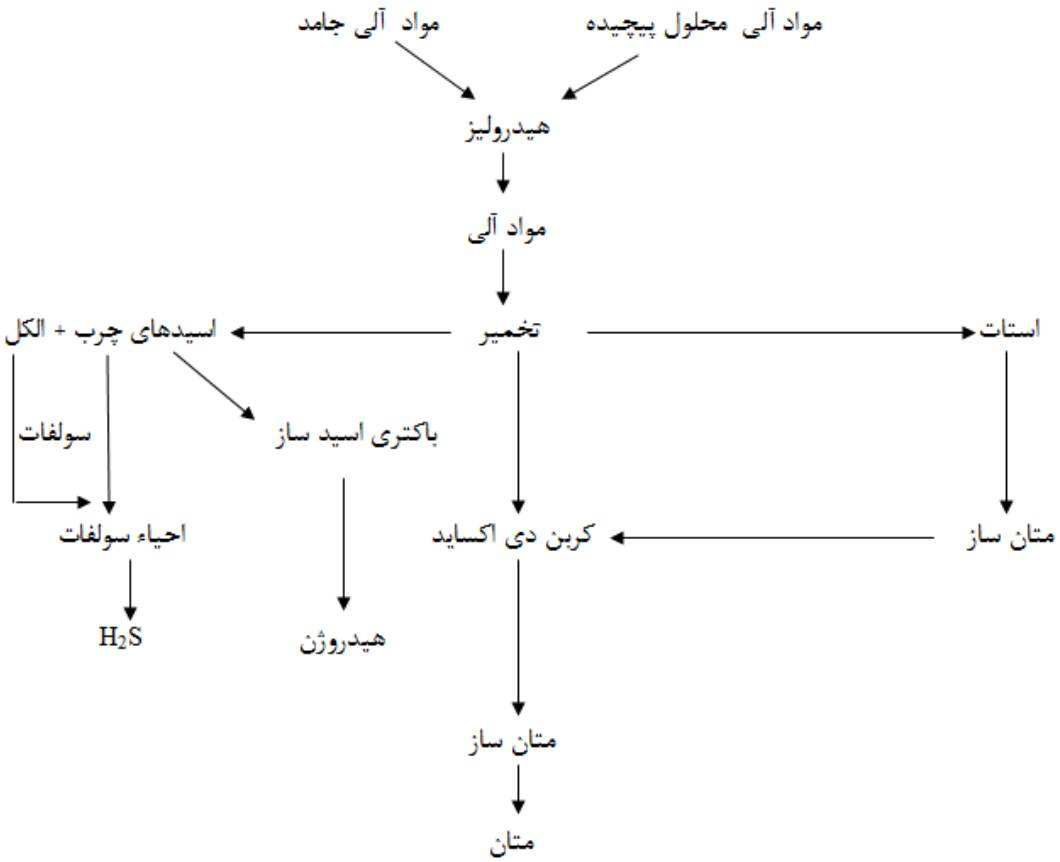
در این تحقیق به بررسی فرآیند و عوامل موثر بر تولید گازهای محل دفن زباله و همچنین اثرات تولید آن‌ها پرداخته شده است.

۱- تولید گاز محل دفن پسماند

تولید گاز مراکز دفن (LFG[1]) از ماه‌های اولیه دفن زایدات شروع شده و ممکن است تا چندین سال پس از بستن نهایی مراکز دفن ادامه داشته باشد. در این مدت ترکیب LFG براساس فاز تجزیه حاکم در مرکز دفن متغیر بوده و شامل گازهای هوا، آمونیاک، مونوکسیدکربن، دی اکسید کربن، هیدورژن، سولفید هیدروژن، متان، نیتروژن و اکسیژن می باشد (۷). انتشار گاز از محل‌های دفن زباله به چند دلیل عمده در مدیریت محل دفن باید مورد توجه قرار گیرد که مهم‌ترین آنها جزء اصلی تشکیل دهنده گاز محل دفن یعنی گاز متان مربوط می‌شود. متان ۶۰-۵۰ درصد کل گاز محل دفن زباله را که در اثر تجزیه بی‌هوازی پسماند تولید می‌شود را تشکیل می‌دهد. ۵۰-۴۰ درصد بقیه را عمدتا دی اکسید کربن و جزء اندکی را گازهای دیگر از جمله سولفید هیدروژن تشکیل می‌دهند (۵، ۸).

1- Landfill Gas

۲- فرآیندهای تولید گاز در محل‌های دفن و مدلسازی آن



نمودار ۱- گروه اصلی مواد غذایی و باکتری در اکوسیستم تولید متان (۹)

این دیاگرام در محل‌های دفن بی هوازی، تعامل بین مواد مغذی و گروه باکتری‌های درگیر تولید متان را نشان می‌دهد. در مرحله اول مواد زاید جامد و محلول پیچیده هیدرولیز شده و مواد آلی محلول ساده را تولید می‌کند و بعد توسط مخمرها به اسیدهای چرب فرار اولیه و الکل‌ها و هیدروژن و دی‌اکسیدکربن مبدل می شود. در مرحله آخر متان و دی‌اکسید کربن و یا توسط باکتری هیدروژن دوست، هیدروژن و دی‌اکسید کربن را به متان تبدیل می‌کند. پروسه هیدرولیز بسیار مهم است زیرا مواد آلی جامد برای اینکه بتوانند توسط میکروارگانیزم‌ها تبدیل شوند باید محلول شوند.

تجزیه بی‌هوازی مواد زاید را می توان به سه مرحله تقسیم کرد (۹-۱۱):

۱. هیدرولیز
۲. اسیدسازی
۳. متان‌سازی

در اولین مرحله جامدات و ترکیبات آلی پیچیده محلول توسط عوامل تخمیر کننده هیدرولیز شده و به اسیدهای چرب فرار اولیه، الکل‌ها، هیدروژن و دی اکسید کربن تبدیل می شوند. در دومین مرحله باکتری‌های اسیدساز (Acetogenic) محصولات مرحله اول را به اسید استیک تبدیل می‌کنند و در آخرین مرحله متان به وسیله باکتری‌های Methanogenic

که شامل باکتری‌های اسید دوست (Acetophilic) (با تبدیل اسید استیک به متان و دی اکسید کربن) و باکتری‌های هیدروژن دوست (Hydrogenephilic) (با تبدیل هیدروژن و دی اکسید کربن به متان) هستند تولید می‌شوند.

معادله ۱: $C_nH_aO_b+(n-a/4-b/2)H_2O\rightarrow(n-n/2-a/8+b/4)CO_2+(n/2+a/8-b/4)CH_4$

فرایند هیدرولیز از جمله فرایندهای مهم و محدود کننده محل دفن می‌باشد زیرا مواد زاید جامد آلی می‌بایستی ابتدا توسط این فرایند به صورت محلول درآید که این عمل در این فرایند به کمک میکروارگانیسم‌ها و آنزیم‌های برون سلولی (تولید شده توسط باکتری‌های تخمیر کننده) انجام می‌گیرد پس از تبدیل مواد آلی پیچیده به مواد آلی ساده تبدیل این مواد به وسیله باکتری‌های تخمیر کننده (یک گروه بزرگ از باکتری‌های بی‌هوازی اختیاری دگرپرور (Heterogeneous)) و باکتری‌های اسیدساز صورت می‌گیرد بعد از این مراحل تولید متان توسط باکتری‌های متان ساز (باکتری های بی-هوازی اجباری) انجام می گیرد این گروه از باکتری ها شامل دو دسته باکتری‌های هیدروژن‌دوست (Hydrogenophilic) و باکتری‌های اسید دوست (Acidophilic) هستند که توسط آن‌ها متان و دی-اکسیدکربن تولید می‌شود تبدیل اسید استیک به متان مهم-ترین بخش فرایند تولید متان از محل‌های دفن می‌باشد با توجه به احتمال حضور باکتری‌های بی هوازی اجباری احیا کننده سولفات، (Desulfotomaculum Desulfovibrio) در محل‌های دفن به واسطه وجود سولفات در مواد زاید دفنی (ناشی از مواد زاید ساختمانی و خاکستر کوره‌ها) ضرورت دارد در واکنش‌های بیولوژیکی محل‌های دفن به این دسته از باکتری‌ها نیز توجه نمود فعالیت زیاد این دسته از باکتری‌ها ممکن است کاهش میزان مواد آلی در دسترس برای باکتری‌های متان‌ساز و در نتیجه کاهش تولید گاز در محل‌های دفن را به دنبال داشته باشد (۱۲،۹).

فرآیند کلی تبدیل ترکیبات آلی به متان و دی اکسید کربن را می‌توان به صورت معادله استوکیومتری (۱) بیان کرد.

۳- عوامل مؤثر بر تولید گاز در محل‌های دفن زباله

عوامل مؤثر بر تولید گاز در محل‌های دفن شامل دو دسته عوامل غیرزیستی و عوامل ناشی از روش‌های مختلف بهره-برداری است که در زیر ارایه می‌شود.

۳-۱ تأثیر عوامل غیر زیستی (abiotic) بر تولید گاز

در محل‌های دفن به علت ورود انواع مختلفی از مواد زاید با قابلیت‌های تجزیه متفاوت و عدم یکنواختی و همگنی کلیه سلول‌های محل دفن محیط‌های بسیار متنوعی به وجود می‌آید. عوامل غیرزیستی مؤثر بر تولید گاز در این محل‌ها شامل: اکسیژن، هیدروژن، pH، قلیاییت، مواد مغذی، ممانعت کننده‌ها، دما و رطوبت می‌باشد که به تفکیک بررسی شده است.

۳-۲ تأثیر اکسیژن بر تولید گاز

عدم حضور اکسیژن بر رشد باکتری‌های بی‌هوازی در محل‌های دفن که بسیار حساس بوده و پتانسیل احیای بسیار پایینی دارند، در حد یک ضرورت مطرح می‌باشد. اکسیژن در اثر نفوذ از اتمسفر به محل دفن وارد می‌شود و در سال‌های اولیه بهره برداری از محل‌های دفن به لایه‌های بالایی محدود می‌شود. در طول مدت بهره‌برداری از محل دفن هم اگر به علت استخراج شدید گاز از محل دفن یک خلاء نسبی در محل دفن به وجود آید، هوا ممکن است به داخل محل دفن وارد شود و کاهش رشد باکتری‌های متان ساز و در نتیجه کاهش تولید گاز در محل دفن را به دنبال داشته باشد. اجتماع این باکتری‌ها با ورود

اکسیژن به طور کامل از بین نرفته و با کاهش میزان اکسیژن قادر به تجدید حیات و ادامه فعالیت می‌باشند.

۳-۳ تأثیر هیدروژن بر تولید گاز

هیدروژن در محل‌های دفن به وسیله در دو دسته باکتری‌های تخمیر کننده و باکتری‌های اسیدساز تولید می‌شود باکتری‌های تخمیرکننده هیدروژن، دی‌اکسید کربن و اسید استیک در فشار پایین هیدروژن و دی اکسید کربن، اسید بوتیریک و اسید پروپیونیک را در فشار بالای هیدروژن تولید می کنند.

۳-۴ تأثیر pH و قلیائیت بر تولید گاز

باکتری‌های متان‌ساز در محدوده کوچک pH بین ۸ – ۶ راندمان مناسبی دارند اگر باکتری‌های متان‌ساز تحت‌تأثیر عوامل نامطلوب بیرونی قرار گیرند از تبدیل هیدروژن و اسید استیک کاسته شده و در نتیجه انباشتگی اسیدهای آلی، کاهش pH و نهایتاً کاهش میزان تولید گاز را به دنبال خواهد داشت. باکتری‌های احیا کننده سولفات دارای محدوده تحمل pH گسترده‌تری بوده و در pH بین ۹ – ۵ خود را با محیط تطبیق می دهند.

۳-۵ تأثیر سولفات بر تولید گاز

آزمایشات متعدد انجام شده در محل‌های دفن نشان می‌دهد وقتی سولفات با غلظت قابل توجهی در محل دفن وجود داشته باشد تولید متان به نحو چشمگیری کاهش می‌یابد کاهش تولید متان هیچ ارتباطی به اثرات کلی سولفات روی باکتری‌های متان ساز ندارد بلکه ناشی از رقابت باکتری‌ها برای دسترسی به مواد غذایی است.

۳-۶ تأثیر مواد مغذی بر تولید گاز

اکوسیستم بی‌هوازی علاوه بر مواد آلی برای رشد میکروارگانیسم‌ها به تمام مواد مغذی لازم به خصوص نیتروژن و فسفر نیاز دارد اصولاً مواد زایدی که به صورت مخلوط شده و همگن باشند از نظر نیتروژن و فسفر محدودیتی ندارند درحالیکه غیرهمگن بودن و عدم اختلاط مواد زاید قبل از دفن موجبات ایجاد محیطی با مواد مغذی محدود را فراهم می‌کند.

۳-۷ تأثیر ممانعت کننده ها بر تولید گاز

اکوسیستم تشکیل متان نسبت به عوامل ممانعت کننده بسیار حساس می‌باشد اثرات ممانعت کنندگی اکسیژن، هیدروژن و سولفات به دلیل اهمیت آن‌ها طرح و بررسی شدند ولی ممانعت کننده‌های دیگری هم در محل های دفن وجود دارد در بررسی اثر ممانعت کنندگی اسیدهای چرب بـر تولید گاز در محل‌های دفن به این نتیجه رسید که هیچ اثر ممانعت کنندگی برای اسید اسـتیک، اسید پروپیونیک و اسید بوتیریک بر تولید گاز در غلظت های بالاتر از ۶۰۰۰ میلی گرم در لیتر وجـود نـدارد اثر ممانعت کـنندگی دی اکـسید کـربن بـر تبدیل اسید استیک در فشارهای جزیی ۰/۲ از نظر علمی اثبات شده است. فشار جزیی دی‌اکسید کربن در فاز اسیدسازی به ۰/۹ و در فاز متان‌سازی به ۰/۵ می رسد بنابراین در این مراحل دی-اکسیدکربن نقش ممانعت کننده تولید متان را دارا می باشد یون‌های سدیم، پتاسیم، کلسیم، منگنز و آلومینیوم نیز در غلظت‌های بالاتر از ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر دارای اثرات ممانعت کنندگی بر تولید گاز هستند عمدتاً در بیشتر محل‌های دفن، ممانعت کننده‌های موجود آن قدر غلظت‌های پایینی را دارند که تاثیر چندانی بر تولید گاز ندارند.

۳-۸ تأثیر دما بر تولید گاز

سرعت تشکیل متان در محل‌های دفن وقتی دما از ۲۰ درجه به ۳۰ یا ۴۰ درجه برسد با یک افزایش شدید مواجه می‌شود داشتن رطوبت مناسب در محل دفن وجود ضخامت کافی از مواد زاید باعث ایجاد یک محیط ایزوله در محل دفن می‌شود. این شرایط موجب تولید گرما و افزایش دما به صورت خود به خود شده و در نتیجه موجبات تولید بیشتر گاز در محل دفن را فراهم می کند.

۳-۹ تأثیر رطوبت بر تولید گاز

معادله سرعت تولید گاز نسبت به رطوبت در محل‌های دفن، در درصد رطوبت‌های بین ۲۵ تا ۶۰ درصد سرعت با یک افزایش مواجه است.

۳-۱۰ تأثیر روش‌های بهره‌برداری از محل‌های دفن بر تولید گاز

روش‌های بهره‌برداری از محل‌های دفن با کمک عوامل غیرزیستی موجبات بهبود نرخ تولید گاز در محل‌های دفن را فراهم می کنند اصولا پیش‌بینی تأثیرات کلی روش‌های بهره‌برداری از محل‌های دفن بر تولید گاز مشکل می باشد شاید یک علت این مسأله را بتوان به این طریق مطرح کرد که بعضی از روش‌های بهره‌برداری از محل‌های دفن به دلایلی غیر از افزایش تولید گاز بر محل‌های دفن اعمال می‌شود. مهم‌ترین تأثیرات روش‌های بهره‌برداری از محل‌های دفن بر تولید گاز در زیر ارایه می‌گردد.

۳-۱۱ تأثیر ترکیب مواد زاید بر تولید گاز

ترکیب و نوع مواد زاید دفن شده در یک محل به نیازهای آن جامعه بستگی دارد و به ندرت به عنوان یک عامل قابل کنترل مورد مطالعه قرار می‌گیرد. تحقیقات آلمانی‌ها نشان می‌دهد افزایش مقدار روزنامه در محل دفن، افزایش تولید گاز را به دنبال دارد. مواد آلی مربوط آشپزخانه و مواد زاید باغبانی نیز با تجمع اسیدهای آلی در محل‌های دفن در کوتاه مدت موجبات کاهش تولید گاز را فراهم می کند.

۳-۱۲ تأثیر افزودن لجن فاضلاب بر تولید گاز

اثرات مثبت لجن فاضلاب در بهبود تولید گاز در محل‌های دفن به علت افزیش میزان رطوبت و رساندن مواد مغذی و بیومس (توده سلولی زنده) جهت فرایندهای بی‌هوازی فعال در محل دفن می‌باشد. اما افزودن لجن ممکن است اثر محدود_ کننده‌ای نیز بر تولید گاز داشته باشد لجن دارای pH پایین است که دارای اثرات منفی بر تولید گاز می باشد.

۳-۱۳ تأثیر افزودن بافر بر تولید گاز

اغلب مطالعات آزمایشگاهی تأثیر مثبت افزودن بافر بر فرایند تولید متان را تأیید کرده اند. در قسمت‌هایی از محل‌های دفن که فاز اسیدی بر فرایند غالب شده باشد افزودن بافر بسیار کارساز است. افزودن مواد بافری جامد یا محلول (مانند $CaCo_3$ و NaoH و $NaHCo_3$) می‌تواند با افزودن آن به شیرابه قبل از گردش در محل دفن نیز انجام شود.

۳-۱۴ تأثیر خرد کردن مواد زاید بر تولید گاز

خرد کردن مواد زاید ورودی به محل دفن در ابتدا باعث تشدید فاز اسیدی در محل دفن می‌شود و شروع فاز متان‌سازی را به تأخیر می‌اندازد ولی در بلند مدت دارای اثرات مثبتی بر تولید گاز می‌باشند. دلایل اصلی بهبود سرعت تولید گاز ناشی از خرد کردن مواد زاید در محل‌های دفن عبارت است از : همگن ساختن و اختلاط یکنواخت مواد زاید محل دفن، حذف مواد مسدود کننده نظیر کیسه‌های پلاستیکی در محل‌های دفن و افزایش رطوبت مواد زاید و توزیع یکنواخت آن در محل دفن.

۳-۱۵ تأثیر فشرده کردن مواد زاید بر تولید گاز

فشرده کردن مواد زاید باعث ایجاد یک محیط همگن در محل دفن شده و در نتیجه موجبات بهبود فرایند تولید گاز در محل دفن را فراهم می‌کنند. فشردگی مواد زاید در محل‌های دفن در ابتدا موجبات کاهش قدرت فاز اسیدی و در بلند مدت تسریع در شروع فاز متان‌سازی را به دنبال خواهد داشت فشرده کردن مواد زاید باعث افزایش رطوبت و کاهش تداخل اکسیژن در محل دفن می‌گردد.

۳-۱۶ تأثیر لایه‌های پوششی بر تولید گاز

لایه‌های پوششی محل دفن موجبات کاهش نفوذ اکسیژن به داخل محل‌های دفن را فراهم می‌کند. استفاده از خاک رس سنگین به عنوان پوشش روزانه محل دفن ممکن است سبب توزیع غیرهمگن آب در محل دفن و نهایتا آب‌دار شدن بعضی نقاط در لایه‌های زیر می‌شود. اثرات مثبت خاک پوششی بر بهبود فرایند تولید گاز در محل‌های دفن در اثر ایجاد ظرفیت

بافری در محل دفن و جلوگیری از کاهش pH در این محل‌ها می‌باشد.

۳-۱۷ تأثیر گردش دادن شیرابه بر تولید گاز

گردش شیرابه در محل دفن با افزایش رطوبت و رساندن مواد مغذی به محل دفن موجبات بهبود تولید گاز در محل دفن را فراهم می‌کند اگر شیرابه تولیدی محل دفن دارای pH پایینی باشد و شرایط متان سازی نیز در محل دفن آماده نباشد گردش شیرابه ممکن است تأثیرات سویی بر تولید گار در آن محل داشته باشد. در این مواقع ضرورت دارد pH شیرابه قبل از گردش به وسیله مواد بافری تنظیم گردد.

در شرایطی که محل دفن دارای رطوبت کافی بوده و شیرابه محل دفن نیز دارای BOD_5 پایین باشد گردش شیرابه تأثیر چندانی بر بهبود فرایند تولید گاز در محل دفن ندارد در آب و هوای خشک گردش شیرابه در محل‌های دفن برای طولانی مدت مفید بوده و به توزیع رطوبت در محل دفن کمک می‌کند.

۳-۱۸ تأثیر پیش‌کمپوست‌سازی در جا بر تولید گاز

با انجام پیش‌کمپوست‌سازی در جا با ایجاد امکان انجام قسمتی از عملیات تثبیت مواد زاید در شرایط هوازی از قدرت فاز اسیدی کاسته شده و فاز متان سازی تسریع می گردد. (۴-۵، ۹، ۱۱-۱۴).

۴- تولید گاز متان از زباله

متان گازی است بی‌رنگ و بی‌بو که اگر یک فوت مکعب آن بسوزد ۲۵۲ کیلوکالری انرژی حرارتی تولید می کند که این رقم در مقایسه با سایر مواد سوختنی و به خصوص سایر گازهای حاصل از فعل و انفعالات بیولوژیکی در محل دفن، رقم قابل توجهی است و به خصوص اینکه بیشترین ترکیب گازی محل دفن (۷۰-۶۰ درصد از کل گازهای حاصل در محل‌های دفن) مربوط به متان می‌باشد. از مزیت مهم متان به دیگر سوخت‌ها این است که هنگام سوختن گاز سمی و خطرناک منوکسید کربن را ایجاد نمی‌کند به همین دلیل است که در صورت عدم دستیابی به تکنولوژی استفاده و کاربرد آن در محل‌هـــای دفـن جهت خروج این گاز می‌توانیم از طریق مشعل‌هایی آن را بسوزانیم (۱۲، ۱۵-۱۶).

۵- اثرات متان تولیدی در محل دفن پسماند

گاز متان به عنوان یک گاز گلخانه‌ای در ارتباط مستقیم با مسأله گرم شدن جهانی است. بخشی از گرم شدن کره زمین به دلیل تجمع گازهای گلخانه‌ای مختلف در اتمسفر است که متان و دی‌اکسیدکربن مشخص‌ترین و عمده‌ترین این گازها هستند. متان در یک دوره یکصد ساله ۲۳-۲۱ بار بیش از دی اکسیدکربن پتانسیل گرمایشی زمین را دارد (۵، ۱۵-۱۶).

با وجود اینکه متان یک گاز سمی و خطرناک نیست مهاجرت متان به سمت بالا در عمق لایه‌های خاک محل دفن زباله جایگزین اکسیژن می‌گردد. علاوه بر آن اکسیداسیون متان در خاک میزان اکسیژن را کاهش و غلظت دی‌اکسیدکربن را افزایش می‌دهد. هر دوی این موارد، یعنی افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن و کاهش اکسیژن در عمق خاک نزدیک به ریشه رشد گیاهان را کاهش و مانع ادامه حیات گیاهان می‌شود.

مسأله جدی دیگری که به گاز متان تولیدی در محل دفن زباله مربوط می شود پتانسیل بالای انفجار آن است. کمترین حد انفجار برای متان وجود ۵۰ درصد از آن در هواست. گازهای مختلف دیگر نیز که دارای درصد جزئی در گاز محل دفن زباله هستند نیز می توانند بی‌نهایت خطرناک باشند (۵، ۱۷).

طبق مطالعاتی که توسط سازمان حفاظت محیط زیست ایالات متحده امریکا در سال ۱۹۹۴ انجام شده است، ۳ تا ۱۴ درصد متان منتشره در اتمسفر در نتیجه اقدامات بشری، ناشی از LFG بوده است. علاوه بر آن، درحدود ۲/۴ درصد از کل متان انسان ساز منتشره در اتحادیه اروپا ناشی از انتشارات مراکز دفن واقع در این اتحادیه تشخیص داده شده است. جمع‌آوری LFG و سوزاندن آن توسط مشعل‌ها (Flare) ساده‌ترین روش کاهش انتشارات گازهای گلخانه ای از مراکز دفن می‌باشد با این وجود می‌توان LFG جمع‌آوری شده را پس از انجام برخی فرآیندهای اصلاحی به مصرف تولید انرژی رسانیده و بدین‌ترتیب علاوه بر حذف متان حتی در میزان انتشارات

گازهای گلخانه ای بواسطه کاهش نیاز به تولید برق از سوخت-های فسیلی مرسوم، کاهش ایجاد نمود (۴، ۷).

۶- تأثیر مهاجرت و انتشار گاز از محل‌های دفن:

۶-۱ بروز آتش‌سوزی و انفجار گاز در محل‌های دفن

محدوده انفجاری گاز متان در فشار جو و دمای محیط بین ۵ تا ۱۵ درصد می‌باشد. اگر گاز محل دفن به طور مستقیم به اتمسفر تخلیه شود، این گاز هیچ گونه خطر انفجاری نخواهد داشت. خطر انفجار این گاز زمانی است که در مناطق محبوس مانند شکاف‌های پی ساختمان‌ها وارد شده و در آن‌ها جمع شود، در این حالت پس از اختلاط هوا با یک منبع انرژی مانند جرقه الکتریکی می‌تواند منفجر گردد (۱۵).

۶-۲ ضرر و زیان گاز بر سلامتی انسان‌ها

ترکیبات آلی فرار گازهای محل دفن دارای اثرات سویی برسلامتی انسان‌ها هستند. از جمله این گازها می‌توان کلرید وینیل و بنزن را نام برد. این ترکیبات برای سلامتی انسان مضر است که بر روی مناطقی که در نزدیکی و یا در محل‌های دفن ساخته شده‌اند و یا برای مناطق مسکونی که با فاصله کمتر از ۱۰۰ متری از آن قرار دارند حایز اهمیت است (۱۵-۱۶).

۶-۳ خسارت بر گیاهان

علت اصلی صدمه وارده به گیاهان در اثر گازهای محل‌های دفن خفگی ریشه آن‌ها بر اثر کمبود اکسیژن می‌باشد این پدیده در اثر جایگزین شدن گاز محل دفن به جای اکسیژن یا اکسیداسیون متان در محل دفن اتفاق می‌افتد. غلظت‌های زیاد دی‌اکسیدکربن (بیش از ۲۰٪) و هیدروژن سولفاید و هالوارگانیک و غیره نیز برای گیاهان سمّی هستند (۹، ۱۵).

۶-۴ آلودگی آب‌های زیرزمینی

انتقال گاز محل دفن به منطقه غیر اشباع اطراف محل دفن به آب‌های زیر زمینی منطقه نیز نشت پیدا می‌کند. بعضی از اجزاء گازهای تولیدی محل‌های دفن در آب بسیار محلول هستند و می‌تواند در آب حل شده و به صورت شیرابه از محل دفن خارج شوند و در نتیجه موجبات آلودگی آب را فراهم می‌کند (۱۵).

۶-۵ تأثیر بر پدیده گرم شدن جهانی

اخیرا گازهای منتشر شده از محل دفن به دلیل تأثیر بر پدیده گلخانه‌ای بسیار مورد توجه قرار گرفته است. متان و بعضی از اجزای ناچیز منتشر شده از گازهای محل دفن مانند CFCها به صورت گازهای گلخانه‌ای عمل کرده و روی لایه ازن تأثیر گذاشته و موجبات بالا رفتن جهانی دمای زمین را فراهم می-کنند(۶، ۱۵).

۶-۶ انتشار بوهای نامطبوع

بیشتر اعتراض ساکنین اطراف محل‌های دفن زباله به علت انتشار بوهای نامطبوعی است که از محل‌های دفن منتشر می‌شود براساس منابع علمی موجود، که بیشتر مشکل مربوط به بو در مرحله اسید سازی ابتدایی محل دفن می‌باشد (۹، ۱۵).

تشکر و قدردانی

بدین وسیله نویسندگان از همکاری صمیمانه کارکنان محترم شهرداری شهرستان نور استان مازندران که در انجام این کار ما را یاری دادند کمال تشکر و قدردانی را دارند.

منابع

1. Sharholy M, Ahmad K, Mahmood G, Trivedi R. Municipal solid waste management in Indian cities–A review. Waste Management. 2008;28(2):459-67.
2. Thitame SN, Pondhe G, Meshram D. Characterisation and composition of municipal solid waste (MSW) generated in Sangamner city, District Ahmednagar, Maharashtra, India. Environmental monitoring and assessment. 2010;170(1-4):1-5.

3. Kjeldsen P, Barlaz MA, Rooker AP, Baun A, Ledin A, Christensen TH. Present and long-term composition of MSW landfill leachate: a review. Critical reviews in environmental science and technology. 2002;32(4):297-336.
4. Icf Incorporated USEPAAPPD. Landfill gas-to-energy project opportunities : background information on landfill profiles. Washington, DC: United States Environmental Protection Agency, Office of Air and Radiation; 1999.
5. Bogner J, Matthews E. Global methane emissions from landfills: New methodology and annual estimates 1980–1996. Global Biogeochemical Cycles. 2003;17(2):1065.
6. Kousky C, Schneider SH. Global climate policy: will cities lead the way? Climate Policy. 2003;3(4):359-72.
۷. قنبرزاده لک م، صبور م. ارزیابی سناریوهای دفع مواد زاید جامد شهری از نقطه نظر انتشارات گلخانه‌ای با استفاده از روش LCA و با تاکید بر مدیریت مجزای منابع تولید-مطالعه موردی: جزیره سیری. پنجمین کنگره ملی مهندسی عمران: دانشگاه فردوسی مشهد; ۱۳۸۹.
8. Aydi A. Energy recovery from a municipal solid waste (MSW) landfill gas: a Tunisian case study. Hydrology: Current Research. 2012;3-3.
9. Rettenberger G, Stegmann R. Landfill gas components. Landfilling of Waste: Biogas. 1996:51-8.
10. Park SD, Kim JG, Kim WH, Kim HS. Distribution of tritium in the leachates and methane gas condensates from municipal waste landfills in Korea. Water and Environment Journal. 2005;19(2):91-9.
11. Christensen TH, Cossu R, Stegmann R. Landfilling of waste: leachate: CRC Press; 1992.
12. Christensen TH. Landfilling of waste: biogas: E & FN Spon; 1996.
13. Carpenter RJ. Redevelopment of Land Contaminated by Methane Gas:- the Problems and Some Remedial Techniques. In: Assink JW, Van Den Brink WJ, editors. Contaminated Soil: Springer Netherlands; 1986. p. 747-57.
14. Feng Q-L, Liu L, Xue Q, Zhao Y. Landfill Gas Generation and Transport In Bioreactor Landfill. In: Chen Y, Zhan L, Tang X, editors. Advances in Environmental Geotechnics: Springer Berlin Heidelberg; 2010. p. 633-6.
15. Tchobanoglous G, Theisen H, Vigil S. Integrated solid waste management: engineering principles and management issues: McGraw-Hill, Inc.; 1993.
16. Tchobanoglous G, Kreith F. Handbook of solid waste management: McGraw-Hill New York; 2002.
17. Spokas K, Bogner J, Chanton JP, Morcet M, Aran C, Graff C, et al. Methane mass balance at three landfill sites: What is the efficiency of capture by gas collection systems? Waste Management. 2006;26(5):516-25.

This document was created with Win2PDF available at http://www.daneprairie.com.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.