

بررسی وضعیت استحصال گاز متان از لندفیل زباله برمشور شهر شیراز

قاسمعلی عمرانی^۱، کاظم حقیقت^۲، نرگس محسنی^۳

- ۱- استاد گروه مهندسی بهداشت محیط دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران
- ۲- معاون اجرایی خدمات شهری شهرداری شهر شیراز
- ۳- کارشناس ارشد رشته مهندسی محیط زیست دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

چکیده

دفنگاه برمشور، زباله‌های جمعیتی بالغ بر ۱۲۵۰۰۰۰ نفر در شهر شیراز را در خود جای می‌دهد که این زباله‌ها از ۸ منطقه جمع‌آوری می‌گردند. لوله‌کشی جهت استحصال گاز حاصل از دفن در این سایت به طور کامل در آمده است. حجم عملی گاز بازیافت شده از دفنگاه ۴۰ تا ۴۰۰ مترمکعب از هر تن زباله شهری می‌باشد.

نخستین بخش از طرح جمع‌آوری گاز دفنگاه در بخش غربی سایت دفن و در سال ۱۳۷۸ احداث شد. کار اجرای لوله‌های استخراج گاز در سال ۱۳۷۹ آغاز شد. ۱۱ سری لوله‌های مشبک به صورت V شکل با زاویه و شیب کمتر از $15^{\circ}C$ در کف لایه سوم و لایه چهارم کار گذاشته شده و توسط ملات ماسه-سیمان و سنگ لاشه محکم شده‌اند. در لایه‌های بعدی نیز به همین ترتیب لوله‌های استخراج گاز کار گذاشته شده‌اند. آنالیز گاز لندفیل برمشور ۶۱٪ متان و ۲۴٪ دی‌اکسیدکربن را نشان می‌دهد. هر مترمکعب گاز که از زباله استحصال می‌شود، ۵/۲۲ کیلووات ساعت برق تولید می‌کند که اگر راندمان برق ۳۰٪ فرض گردد، روزانه حدود ۷۵ کیلووات برق تولید خواهد شد. در شیراز قرار است از برق تولیدی برای راه‌اندازی مجتمع صنعتی بازیافت، چاه آب و سیستم روشنایی سایت دفن بهره گرفته شود.

در این تحقیق بررسی وضعیت استحصال گاز متان از جنبه‌های فنی - اقتصادی و بهداشتی استحصال گاز متان صورت پذیرفته است که بر مبنای تحلیل داده‌ها ارائه شده و متغیرهای مؤثر بر میزان استحصال گاز و بر پایه چهارچوب نظری و تجربی انتخاب شده، طرح‌ریزی شده است.

کلیدواژه‌ها: استحصال / متان / شیراز / لندفیل

۱- مقدمه

گاز دفنگاه یا بیوگاز که به اختصار LFG^۱ هم نامیده می‌شود، از انجام مجموعه‌ای از واکنش‌های زیست شیمیائی^۲ بر روی مواد آلی تجزیه‌پذیر موجود در زباله در شرایط بی‌هوازی به دست می‌آید. (۸)

در جهان امروز، زباله‌ها یک آلاینده زیست محیطی شناخته شده هستند، که اگر به چاره‌اندیشی ننشینیم و از بار آلودگی‌ها و پسماندها نگاهیم، تندرستی، سلامت و بهداشت همگانی با ناهنجاری‌های فراوانی روبه‌رو خواهد شد. در این میان محل دفن زباله، نقش مهمی را در شبکه دفع زباله بازی می‌کند و جزئی از استراتژی جدید مدیریت جامع مواد زائد جامد محسوب می‌شود. در سال‌های اخیر پروژه محل دفن شامل تجهیزاتی برای کنترل و انتقال گاز و استفاده از انرژی مربوط به بیوگاز می‌باشد. (۹)

از دیرباز، افرادی که در محل دفن کار می‌کردند، به وجود گاز در محل دفن پی برده بودند. این امر با فشار یک لوله آهنی در داخل محل دفن و روشن کردن انتهای باز آن لوله توسط آتش ثابت می‌شد. این شعله مدت‌ها می‌سوخت تا اینکه وزش باد آن را خاموش می‌کرد. کنترل گاز محل دفن در اواخر دهه ۱۹۶۰ و اوایل دهه ۱۹۷۰ در ایالات متحده، جاییکه محل‌های عظیم دفن به وجود آمده بود، شروع شد. (۹) اولین دستگاه در اروپا در آلمان، اواسط دهه ۱۹۷۰، با استفاده از تجارب ایالات متحده ساخته شد. و سپس تکنولوژی محل دفن به تمام اروپا و سایر کشورها گسترش یافت. (۳) اخیراً ارگان‌های مختلفی اهمیت این فناوری در ابعاد مختلف بهداشتی، اجتماعی و اقتصادی مورد بحث قرار داده و بخشی از برنامه‌های توسعه کشور نیز مباحثی را در چارچوب انرژی در بر گرفته‌اند. (۶)

زباله‌های آلی در محل دفن تحت شرایط بی‌هوازی قرار می‌گیرند، که نتیجه آن تولید بیوگاز شامل متان، کربن دی‌اکساید و گازهای هیدروژن، هیدروژن سولفاید، ترکیبات آلی فرار و ... می‌باشد. (۹)

متان از گازهای گلخانه‌ای است و دوره زندگی این گاز تقریباً ۱۲ سال است. به خاطر این خصوصیت منحصر به فرد، کاهش انتشار جهانی متان می‌تواند تأثیر مثبت، سریع و قابل توجهی در جلوگیری از گرم شدن کره زمین گذاشته و مزایای مهم اقتصادی و انرژی ائی نیز در پی داشته باشد. (۲)

به طور کلی LFG عمدتاً حاوی متان (۵۰ تا ۶۰٪ حجمی) و دی‌اکسید کربن (۴۰ تا ۵۰٪) است. حدود تغییرات معمولی مقادیر نسبت حجمی CH_4/CO_2 در اماکن دفن زباله بین ۱/۲ تا ۱/۵ می‌باشد. (۱۵). ترکیبات آلی فرار کمتر از ۱٪ حجمی را نشان می‌دهد، اما از نظر کیفیتی مهم هستند، چون غالب آنها ذرات سمی و در بعضی موارد سرطان‌زا هستند. (۸) در کشورهای پیشرفته دنیا، طراحی مراکز دفن با دید بهره‌برداری از حداکثر انرژی قابل استحصال از آنها انجام می‌شود. و در کشورهای در حال توسعه نیز نظیر چین، اوروگوئه، مکزیک و ... به استحصال گاز از مراکز دفن خود می‌پردازند. (۱) تولید الکتریسیته شامل انتقال متان جمع‌آوری شده به دستگاه‌های مولد نیرو یا توربین‌ها و ژنراتورها از طریق خط لوله است. (۳)

مهاجرت و انتشار گاز دفنگاه، بطور بالقوه اثرات متفاوتی در محیط‌ها دارند. مهمترین این اثرات عبارتند از (۹)

- خطرات آتش‌سوزی و انفجار
- مخاطرات بهداشتی
- تخریب سبزیجات
- آلودگی آبهای زیرزمینی
- تأثیرات جهانی آب و هوا
- آزار و اذیت به خاطر بو

1 -Landfill Gas

2 -Bio-Chemical Reactions

این بررسی با هدف کلی تعیین وضعیت استحصال گاز متان از محل دفن زباله شهر شیراز صورت گرفت تا به پیامدهای ناشی از ایجاد این تسهیلات در مکان فوق از دیدگاه‌های مختلف زیست‌محیطی و فنی و اقتصادی و بهداشتی پرداخته شود. مهمترین اهداف این تحقیق عبارتند از:

- به دست آوردن اطلاعات محل در مورد جریان گاز دفنگاه
- ارائه و معرفی الگوی عملی جهت لوله‌کشی و استحصال گاز متان در سایر اماکن دفن ایران
- معرفی مزایای ایجاد تسهیلات استحصال گاز متان در اماکن دفن و تأکید بر ضرورت احداث آن.

۲- مواد و روشها

روش تحقیق، توصیفی - تحلیلی از نوع کاربردی می‌باشد. مصاحبه به صورت حضوری و استفاده از رایانه بوده و در بخش میدانی جهت مشاهده وضعیت موجود در طریقه استحصال و شناخت مسائل و مشکلات و نقاط ضعف قوت موجود در این زمینه و مشاهده شیوه لوله‌گذاری به سایت برمشور مراجعه گردید و ضمن ثبت مشاهدات و جمع‌آوری اطلاعات، عکس و فیلم نیز تهیه گردیده است. پس از انجام مراحل فوق جهت نتیجه‌گیری نهائی اقدام به بازسازی داده‌ها، نقشه‌ها و تهیه جداول، نمودارهای حاصل از یافته‌ها با استفاده از روش تناسب مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند.

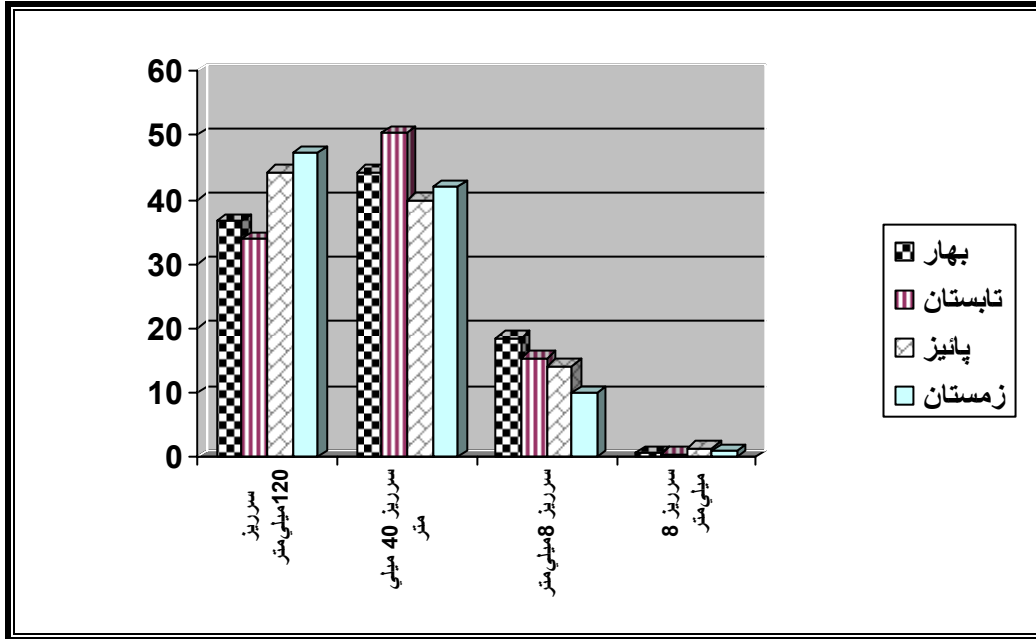
۳- نتایج

در سال ۱۹۸۸ شورای به نام «مجمع بین الدول در خصوص تغییرات آب و هوا» (IPCC)^۳ جهت بررسی تغییرات آب و هوا ناشی از انتشار گازهای گلخانه‌ای انسان‌ساخت تشکیل دادند. این مجمع به این نتیجه رسید که میانگین درجه حرارت جهانی در صد سال گذشته ۰/۳ و ۰/۶ درجه سانتی‌گراد افزایش یافته است. متان با توانائی گرمایش جهانی ۱۱ در دوره ۱۰۰ساله گزارش شده است. اصولاً پدیده تغییر آب و هوا که عمدتاً مربوط به افزایش گازهای گلخانه‌ای در جو است. (۱۴)

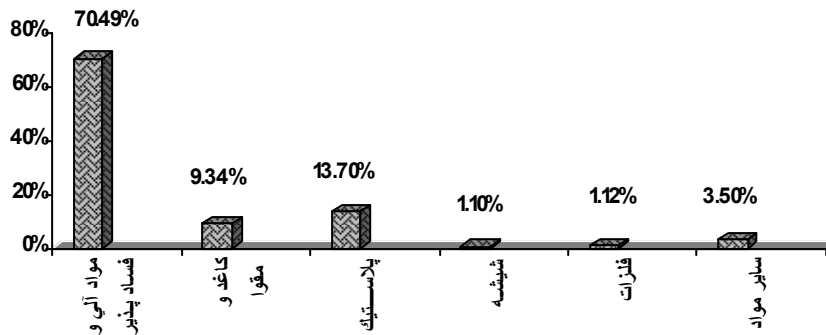
مشارکت متان به بازارها فرصت منحصربه‌فردی در اختیار دولت‌ها و سازمان‌ها در سراسر دنیا برای همکاری با یکدیگر جهت پرداختن به موضوع انتشار متان و در عین حال دستیابی به مزایای اقتصادی، محیط زیستی و انرژی‌ائی قرار می‌دهد. (۱۱) ایالات متحده پیش‌بینی می‌کند که تا سال ۲۰۱۵ برنامه متان به بازارها، ظرفیت کاهش انتشار متان در حد معادل ۵۰ میلیون تن کربن در سال، یا بازیابی ۱۵ میلیارد تن گاز طبیعی را دارد. (۱۴)

خاک پوششی دفنگاه در دماها و رطوبت‌های مختلفی بررسی شدند و نشان دادند که باکتری متان‌دوست قادر به مصرف متان و رشد در دمای پائین می‌باشد. (پائین C ۱۰). ۵۱ الی ۷۳٪ از کربن مصرف شده توسط باکتری متان‌دوست در خاک حفظ می‌شوند و به عنوان کربن دی‌اکساید تنفس نمی‌شوند، و این خاک‌های پوششی چاهک‌های بالقوه کربن هستند. (۱۰) از آنجائی که در اعماق دفنگاه، حفظ دمای پائین برای باکتری‌های متان‌دوست میسر نمی‌باشد لذا باید به نحوی کربن مازاد را دفع نمود. (۱۳) نمودار (۳-۱) نتایج درصد مواد در مراحل سه‌گانه آزمایش دانه‌بندی مواد زائد جامد [که در تبادل گاز در لایه‌های مختلف تأثیر دارد] را در شهر شیراز نشان می‌دهد.

در محل دفن زباله شهر شیراز سیستم جمع‌آوری گاز محل دفن به صورت غیرفعال (ایجاد راه‌های مخصوص عبور گاز، نظیر لایه‌های متخلخل یا لوله‌های درزدار، بدون پمپاژ و مکش) طراحی شده است.



نمودار ۱: نتایج درصد مواد در مراحل سه گانه آزمایش دانه بندی مواد زائد جامد در شهر شیراز (۴)



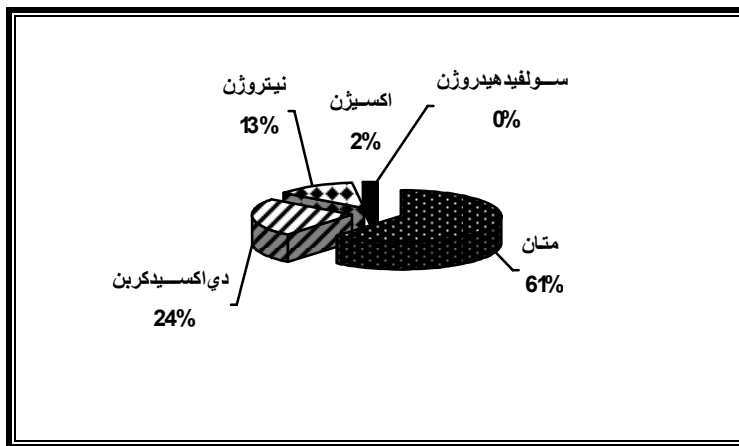
نمودار ۲: آنالیز فیزیکی زباله های شهر شیراز (۴)

در سال ۱۷۷۶ میلادی الکساندر ولتا نتیجه گرفت که بین مواد آلی فساد پذیر و میزان گاز قابل اشتعال رابطه مستقیمی وجود دارد. (۴) چنانچه از نمودار آنالیز فیزیکی زباله های شیراز مشهود است، حدود ۷۰٪ از ترکیب زباله ها را مواد آلی فساد پذیر تشکیل می دهند و از جدول ذیل برمی آید، حدود ۶۱٪ از کل گاز محل دفن را گاز متان تشکیل می دهد.

جدول ۱: آنالیز گاز محل دفن زباله شیراز [۴]

اجزا	متان	دی اکسید کربن	نیتروژن	اکسیژن	سولفید هیدروژن	آمونیاک	مونوکسید کربن
درصد	۶۱	۲۴	۱۳	۲	۰/۰۰۱۵	ناچیز	ناچیز

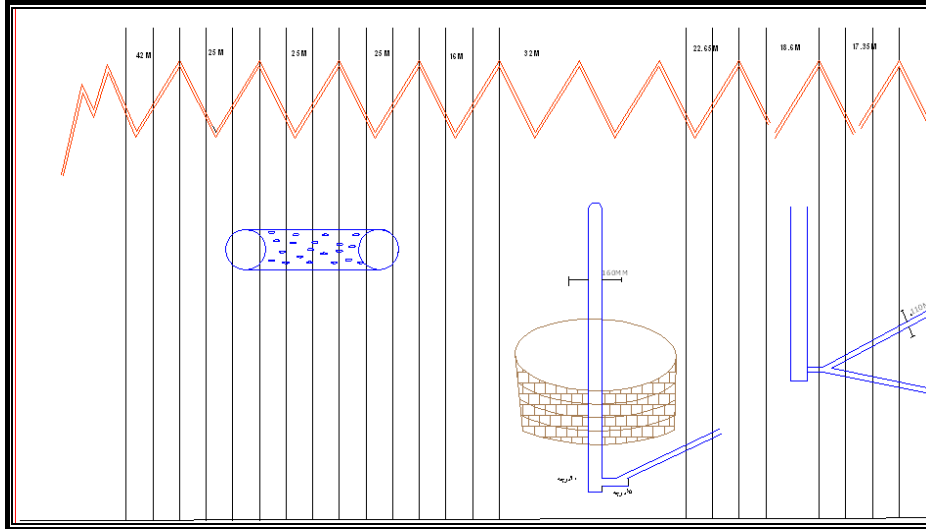
با توجه به مقدار بالای ۶۰٪ متان در این آنالیز، به نظر می‌رسد این گاز بتواند به عنوان سوخت در محل دفن مورد استفاده قرار گیرد. همچنین در ادامه بررسی‌های فیزیکی به‌طور میانگین میزان رطوبت زباله شیراز در بهار ۸۸/۳۸ و در تابستان ۸۷/۲۴ برآورد شده است. (۴) در حال حاضر میانگین سالیانه دانسیته زباله‌های شهری شیراز در جلوی در منزل 232 Kg/m^3 می‌باشد. از سال ۱۳۷۶ تاکنون با روزانه ۸۰۰ تن زباله دفن شده که طی این ده سال $2/088/000$ تن زباله دفن گردیده است. (۳)



نمودار ۳: آنالیز لندفیل گاز در سایت دفن شیراز (۴)

حداقل آنچه برای کنترل حرکت گاز در محل دفن و جمع‌آوری آن لازم است، به شرح ذیل می‌باشد:

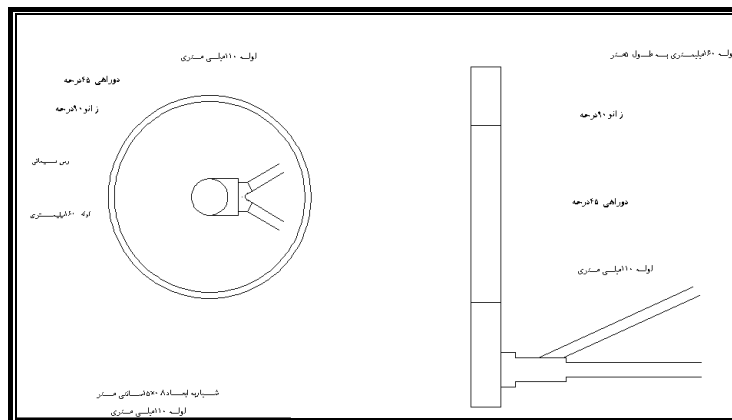
- ۱- یک یا چند چاه عمودی به داخل زباله
 - ۲- یک سیستم جمع‌آوری که گاز تجمع یافته در داخل چاه را جمع‌آوری کند.
 - ۳- مشعل برای سوزاندن گاز جمع‌آوری شده در مواردی که استفاده دیگری از گاز به عمل نیاید.
 - ۴- سیستمی برای استفاده از گاز جمع‌آوری شده نظیر ژنراتور
 - ۵- لوله‌های PVC فشار قوی
 - ۶- نصب علمک در محل تقاطع لوله‌ها
- در شیراز چنانچه در پلان (۱-۳) نشان داده شده است، لوله PVC، ۱۱۰ mm، شیرهای طولی و در ازا ۱۰۰ mm، دهانه هر شیر ۸ mm کار گذاشته شده و تعداد شیرها در هر شاخه لوله، ۱۱۰ عدد و لوله‌های مشبک به وسیله یک دوراهی 45° به هم وصل شده‌اند. در محل اتصال دو لوله به هم لوله‌های قائم (۱۶۰ mm) قرار گرفته‌اند.
- در شیراز قرار است از برق تولیدی برای راه‌اندازی مجتمع صنعتی بازیافت، چاه آب و سیستم روشنایی سایت دفن بهره گرفته شود. حجم گاز تولیدی از دفنگاه برمشور شیراز در ده سال ابتدای دفن، سالانه ۴ تا ۱۰ مترمکعب به ازا هر تن زباله برآورد شده است که چنانچه ۲۵٪ از آن قابل استحصال باشد، روزانه بیش از ۵۸۰۰ مترمکعب گاز بازیافت می‌شود. (۵)
- این گاز در حال حاضر در سایت دفنگاه شیراز از طریق ۱۸ مشعل سوزانده می‌شود. البته مقدمات کاربری از این انرژی در محل فوق از طریق کارگذاری ژنراتور جهت تولید برق صورت گرفته است. (۴)



پلان ۱: سیستم جمع آوری گاز محل دفن شیراز (۴)



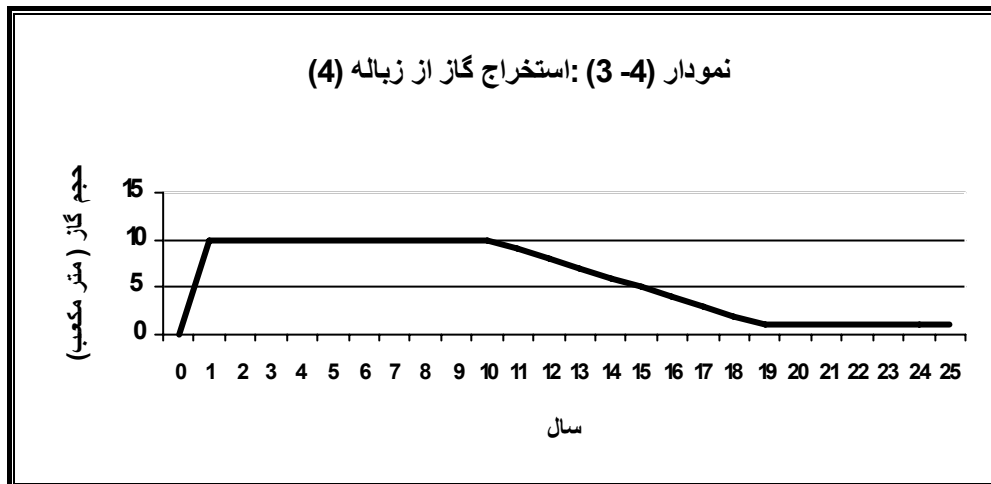
شکل ۱: تصویر مشعل در سایت برمشور شیراز



پلان ۲: جزئیات لوله های جمع آوری گاز (۴)

روش‌های مورد استفاده در دفنگاه شیراز :

- تولید انرژی گرمایی
- تولید برق با استفاده از گاز دفنگاه
- سوزاندن گاز دفنگاه



نمودار ۴: میزان استخراج گاز از محل دفن را در طول سال نمایش می‌دهد.

۴- بحث و نتیجه گیری

نتایج بررسی حاصل نشان می‌دهد که با شیوه لوله‌گذاری صحیح و مهندسی و به موقع (همزمان با در نظر گرفتن منطقه به عنوان سایت دفن) از وقوع حوادثی چون انفجار و آتش‌سوزی جلوگیری کرده و تا حد بسیار زیادی از ایجاد بوهای نامطبوع در اماکن دفن زباله‌ها کاسته می‌شود. به طوری که هیچ گونه انفجار یا آتش‌سوزی در محل مذکور گزارش نشده است. حسن بزرگ این سایت این است که کلیه لوله‌گذاری‌ها طوری طراحی گردیده‌اند که در مسیر تردد وسایل نقلیه یا مسیر عبوری نمی‌باشد و از این جهت ایمنی لوله‌ها تا حد زیادی حفظ می‌شود.

ضمن آنکه سالانه از انتشار 3000 m^3 گاز متان در این سایت جلوگیری می‌شود، مشکلات زیست محیطی مرتبط با انتشار گاز لندفیل از جمله ایجاد بوی نامطبوع، آلودگی هوا و همچنین آلودگی آبهای زیرزمینی در حد قابل ملاحظه برطرف خواهد شد. با احداث نیروگاههای بیوگاز ضمن جمع آوری و کنترل آلایندههای زیست محیطی و کمک به حفظ بهداشت و سلامت عمومی جامعه می‌توان بخشی از انرژی الکتریکی و حرارتی مورد نیاز را تأمین نمود. با توجه به آنالیز فیزیکی زباله شهر شیراز و همچنین آنالیز گاز دفنگاه برمشور، مقدار قابل توجهی گاز متان تولید می‌شود، که با ساخت و توسعه نیروگاههای بیوگاز علاوه بر تأمین بخشی از انرژی مورد نیاز کشور، می‌توان گامی موثر در زمینه بحران عظیم ناشی از زباله‌های شهری و کاهش انتشار آلایندههای زیست محیطی برداشت که دارای اثرات اقتصادی و اجتماعی چشمگیری خواهد بود.

۵- پیشنهادات :

با توجه به اینکه سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری شیراز درصدد استفاده کاربردی از گاز متان استحصالی از طریق کارگذاری ژنراتور و تولید برق در سایت می‌باشد، پیشنهاد می‌شود شرایط استحصال بیشینه این گاز مثل تفکیک و جداسازی کیسه‌های پلاستیکی از زباله‌های حاوی آنها [که به حتم ترکیبات کلره حاصل از آنها تولید متان را کند یا متوقف می‌کند، (۹)] در محل دفنگاه صورت گیرد .

۶- فهرست منابع

- ۱- ابراهیمی، ابوالفضل، هراتی، امیر، کاوه، رشید، جمشیدی، رضا، ۱۳۸۵، «ارزیابی و مطالعه پتانسیل استحصال گاز متان از مراکز دفن سنتی زباله»، سومین همایش ملی روز هوای پاک، مدیریت پسماند و جایگاه آن در برنامه‌ریزی شهری
- ۲- تقدسیان، حسین و سعید میناپور، ۱۳۸۱، «تغییرات آب و هوا»، سازمان حفاظت محیط زیست، دفتر طرح ملی تغییر آب و هوا
- ۳- جعفری، نیلوفر و ابوالفضل شیروودی، ۱۳۸۵، «چشم‌اندازهای روشن بیوگاز»، کارشناسان سازمان انرژی نو ایران،
- ۴- سازمان تنظیف و بازیافت مواد شهرداری شهر شیراز، مطالعات شرکت ورازیست، ۱۳۸۱
- ۵- سایت سازمان تنظیف و بازیافت مواد شهرداری شیراز، ۱۳۸۶
- ۶- عمرانی، قاسمعلی، ۱۳۷۵، «مبانی تولی بیوگاز از فضولات شهری و روستائی»، انتشارات دانشگاه تهران، صفحه ۴.
- 7-Iran's Initial Communication to UNFCC", Climate Change Office, Department of Environment, March 2003
- 8-Gendebin, A., Pauwels, M., et al., 1992, "Landfill Gas from Environment to Energy, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg."
- 9- H. Christensen, Thomas, et al., 1996, "Lanfilling of Waste: Biogas",
- 10-Sormunen, Kai., Einola., Joha., Ettala Matti., Rintala Juka., 2007, "Leachate and gaseous emissions from initial phases of landfilling mechanically and mechanically-biologically treated municipal solid waste residuals", www.sciencedirect.com.
- 11- www.methanetomarkets.org, August 2006.
- 12- www.unfccc.int, website of climate change convention
- 13-Kettunen, Riitta, Einola, Juha-Kalle, et al., 2006, "Landfill Methane Oxidation in Engineered Soil Columns at Low Temperature".
- 14-. International Information Programs and USINFO.STATE.GOV url
- 15- Wilhelm, V., 1993, "Occupational safety at landfill sites-hazards and pollution due to landfill Gas, in Contaminated Soil".