

تعیین متان نهفته زیست-شیمیایی از بخش آلی پسماند های جامد شهری

رضا رفیعی

۱- دانشجوی دکتری محیط زیست- مدیریت پسماند- دانشگاه کوپننلند*

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۴/۳ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۵/۲۵)

چکیده

هدف از انجام این مطالعه بررسی بیشترین میزان متان قابل برداشت از پسماندهای جامد شهری بود. به این منظور بخش آلی پسماند شهری به صورت مصنوعی بر اساس داده‌های ترکیب پسماند در لندفیل بازتولید شد. میزان متان نهفته (BMP) این پسماند در شرایط کنترل شده در یک شیشه ۱۶۸ میلی لیتر در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد اندازه گرفته شد. به این ترتیب که میزان تجمعی متان در طول ۴۰ روز اندازه گیری شد و این مقادیر با توجه به میزان متان تولید شده از لجن فعال تصحیح شد. میزان متان تولید شده بر اساس میزان جامد فرار (VS) نمونه‌ها نرمال شد. در مرحله بعد، مدل سه پارامتری گومپرتز با استفاده از رگرسیون غیرخطی بر داده‌های متان تجمعی برازش داده شد تا میزان متان نهفته محاسبه شود. نتایج این مطالعه نشان داد با میزان $(217 \pm 6 \text{ ml gVS}^{-1})$ ، تخمیر بی‌هوازی می‌تواند به عنوان یک رویکرد اقتصادی و دوستدار محیط زیست برای مدیریت پسماند آلی شهری به کار گرفته شود.

کلید واژگان: بخش آلی پسماند شهری، تخمیر بی‌هوازی، متان نهفته زیست شیمیایی (منز)، مدل گومپرتز

۱- مقدمه

متان نهفته زیست-شیمیایی^۳ روش معمول برآورد حداکثر میزان متان قابل تولید از پسماند آلی طی فرآیند تخمیر هوازی است. اگر چه استاندارد کاملی برای انجام این آزمایش وجود ندارد، اما معمولاً روش توسعه یافته توسط (Owen *et al.*, 1979) معمولاً مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش توسط (Owens and Chynoweth, 1993) اصلاح شد و اکنون یکی از روش‌های ساده برای تعیین میزان متان قابل تولید از پسماندهای آلی است. این روش برای اندازه‌گیری بیشینه متان قابل تولید از پسماندهای شهری (Derbal *et al.*, 2012a) کشاورزی (Ortiz-Raju *et al.*, 2010) و لجن‌های صنعتی (Santiago *et al.*, 2010 and Alexis, 2005) استفاده شده است. Gunaseelan (2004) این روش را برای اندازه‌گیری نرخ و میزان نهایی تولید متان قابل تولید از ۵۴ نوع سبزیجات مورد استفاده قرار داد. این آزمایشات اطلاعات ارزشمندی برای مقایسه انواع سبزیجات از نظر میزان پسماند به دست می‌دهد. این روش همچنین برای مقایسه تأثیر روش‌های مخلف مدیریت لندفیل بر تجزیه پسماند نیز استفاده شده است (Sanphoti *et al.*, 2006). همچنین به منظور بهینه‌سازی ترکیب پسماند ورودی به هاضم‌های بی‌هوازی، این روش می‌تواند به کار گرفته شود تا بهترین نسبت از پسماند در ترکیب ورودی تعیین شود و میزان پسماند به حداکثر ممکن برسد (Hidalgo and Martín-Marroquín, 2014). Kim and Townsend (2012) از عمق‌های مختلف لندفیل نمونه‌های پسماند را

در ایران بخش بزرگی از پسماند جامد شهری شامل پسماندهای آلی است (Maghanaki *et al.*, 2013) که پس از دفن در لندفیل طی فرآیند تخمیر بی-هوازی تولید بیوگاز می‌نماید که ۶۰ تا ۷۰ درصد آن متان است (Kumar and Sharma, 2014). بیوگاز در لندفیل متان از یک طرف یکی از مهمترین گازهای گلخانه‌ای است به طوری که لندفیل دومین منبع گازهای گلخانه‌ای انسان منشأ شمرده می‌شود و از سوی دیگر می‌تواند به عنوان منبع انرژی تجدیدپذیر مورد بهره‌برداری قرار گیرد (Kumar and Sharma, 2014). جمع‌آوری گاز از لندفیل یکی از روش‌های مناسب در جهت کاهش اثر گلخانه‌ای لندفیل است. معمولاً از مدل‌هایی برای تخمین میزان گاز قابل استحصال از لندفیل استفاده می‌شود. مدل‌های درجه اول، از معمول‌ترین مدل‌های مورد استفاده هستند که نرخ تولید بیوگاز را بر اساس دو فاکتور ثابت نرخ^۱ و حداکثر میزان متان قابل تولید^۲ بیان می‌کنند (Wang *et al.*, 2013). ثابت نرخ بستگی به عوامل محیطی مانند درجه حرارت و رطوبت دارد و حداکثر میزان متان قابل تولید وابسته به ترکیب پسماند دارد. یکی از پارامترهای مهم در مدل‌های پیش‌بینی متان از لندفیل، حداکثر میزان پسماند قابل تولید است (Tolaymat *et al.*, 2013).

¹ Rate Constant

² Ultimate methane generation

³: Biochemical Methane Potential (BMP)

استفاده شده در چابگرها و کاغذهای اداری و نیز مقوا مورد استفاده در بسته بندی (۳) شاخ و برگ و چوب (۴) که شامل بخش‌های هرس شده فضاهای سبز و سایر محصولات چوبی در لندفیل دفن می‌شوند (۴) سایر (۱) شامل منسوجات و چرم به صورت مصنوعی در آزمایشگاه سنتز شد.

۲-۲- لجن تلقیحی

ماده تلقیحی از تصفیه‌خانه لاگیج پونت^۱ تهیه شد. این تصفیه‌خانه در دمای میانه کار می‌کند و لجن تلقیحی شامل لجن فعال و لجن اولیه بود. این لجن در آزمایشگاه در دمای میانه (۳۵ °C) نگهداری شد. لجن تلقیح تأمین کننده مواد مغذی و میکرواورگانسیم برای شروع سریع هضم بی‌هوازی را فراهم می‌نماید.

۲-۳- تعیین مشخصات پسماند

مقدار جامد کل (TS) و مقدار جامد فرار (VS) در نمونه‌های پسماند و همچنین لجن تلقیح بر اساس روش‌های استاندارد انجام شد (APHA, 1998). نمونه‌ها به دو بخش مساوی تقسیم شد. بخش اول به هم مخلوط شد و بخش دوم به صورت جز به جز مورد آزمایش قرار گرفت. هدف از تقسیم نمونه‌ها تعیین سهم هر یک از اجزا در مقدار جامد فرار کل نمونه بود. برای تعیین جامد کل، به ازای هر نمونه سه ظرف فلزی به دقت وزن شد و وزن مشخص از نمونه به آن‌ها اضافه شد. سپس ظرف‌ها در داخل آون

استخراج کرد و میزان متان قابل تولید را به این روش به دست آورد. در مرحله بعد سن نمونه‌ها را با استفاده از عمق نمونه‌ها تخمین زده شد. در مرحله بعد داده‌های آزمایش متان زیست-شیمیایی و سن نمونه‌ها در مدل درجه اول قرار داده شد و از روش مدل‌سازی معکوس ثابت نرخ تولید متان در لندفیل به دست آمد. ملاحظه می‌شود که آزمایش متان نهفته زیست-شیمیایی کاربرد فراوانی از طراحی هاضم و بهینه‌سازی خوراک ورودی تا مدیریت لندفیل دارد.

هدف از انجام این مطالعه بررسی حداکثر میزان قابل برداشت از بخش آلی پسماند دارد. اندازه‌گیری حداکثر متان قابل تولید، عامل مهمی در ارزیابی‌های اقتصادی و زیست محیطی توسعه روش‌های مدیریت پسماند به ویژه رآکتور-لندفیل‌ها و جداسازی از مبدأ پسماند است.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- سنتز پسماند

پسماند مورد استفاده در این مطالعه به صورت مصنوعی بر اساس ترکیب پسماند در لندفیل ساخته شد. در ایران تقریباً ۷۰ درصد پسماندها آلی هستند. ترکیب تقریبی پسماند شهر مشهد به عنوان مبنا در بازتولید بخش فسادپذیر پسماند مورد استفاده قرار گرفت (Rafiee et al., 2009). بخش آلی پسماند شامل (۱) پسماندهای غذا (۹۰/۴٪ وزن مرطوب) که از آشپزخانه جمع‌آوری شد و شامل برنج، ماکارونی، پوست میوه و سیب زمینی، سبزیجات، میوه و گوشت (۲) کاغذ و مقوا (۵٪ وزن مرطوب) شامل کاغذ

^۱ : Luggage Point

در این مطالعه، آزمایش متان نهفته زیست-شیمیایی در بطری‌های ۱۶۰ میلی‌لیتری و در دو نسبت (VS/VS) 1.42/1 و 0.70 لجن تلقیحی به نسبت نمونه‌ها انجام شد. در نمونه‌های مخلوط، به عنوان مثال، ۱/۶ گرم نمونه خشک شده که شامل ۱/۴ گرم جامد فرار می‌شود به بطری‌ها اضافه شد و ۸۸ میلی لیتر لجن (حاوی ۱/۹۹ گرم جامد فرار) به آن اضافه شد. در مرحله بعد به تمام بطری‌ها به مدت یک دقیقه نیتروژن دمیده شد، تا تمام اکسیژن از آن خارج شود. سپس بطری‌ها به سرعت با دربست بوتیل بسته شد. به منظور اطمینان از اینکه دهانه بطری‌ها کاملاً مهر و موم شده است، با درب‌های آلومینومی کاملاً سفت شد. فضای باقی مانده در هر بطری محاسبه شد تا در محاسبات از آن استفاده شود. از هر نمونه سه تکرار به همراه سلولز به عنوان نمونه کنترل تهیه شد و در انکوباتور در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت (شکل ۱). در جدول ۱ توصیف آزمایش‌ها ارائه شده است.

در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفت. بعد از این مدت نمونه‌ها از آون خارج شد و بعد از سرد شدن دوباره وزن شدند. جامد کل برابر است با درصد وزن باقی مانده بعد از خشک شدن در آون نسبت به کل وزن اولیه نمونه‌ها. در مرحله بعد نمونه‌های خشک شده در خرد کن قرار گرفتند، تا اندازه آن به حدود ۱ میلی‌متر رسید. از نمونه‌های خرد شده، سه گرم در بوته آزمایش که از قبل به دقت وزن شده بود قرار گرفت و بوته‌ها در کوره در درجه حرارت ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ ساعت قرار گرفت. پس از دو ساعت نمونه‌ها از کوره خارج شد و در دسیکاتور سرد شد و مجدداً به دقت وزن شد. درصد وزن کم شده به عنوان مقدار جامد فرار محاسبه شد.

۲-۴. آزمایش متان نهفته زیست-شیمیایی

جدول ۱) مشخصات آزمایش متان نهفته شامل نسبت لجن تلقیح و میزان جامد آلی فرار در هر آزمایش

کنترل	سلولز	تست ۲	تست ۱	
۱/۹۹	۰/۶۸	۲/۹۰	۱/۴۲	جامد آلی فرار (گرم)
-	۲/۹	۰/۷۰	۱/۴	نسبت تلقیح/نمونه



شکل ۱) بطری‌ها بعد از بارگذاری و عایق‌بندی در آون ۳۵ درجه قرار گرفت.

۲-۵- نمونه‌برداری و آنالیز داده‌ها

به مدت ۴۰ روز، حجم گاز تولید شده و ترکیب آن در هر بطری به طور روزانه در دو هفته اول و هر هفته سه بار در باقی دوره آزمایش اندازه‌گیری شد. قبل از هر نمونه‌برداری، بطری‌ها از انکوباتور خارج می‌شدند تا قبل از نمونه‌گیری گاز به درجه اتاق برسند (۲۵ درجه).

به منظور تعیین حجم گاز تولید شده در هر نمونه-برداری با استفاده از سرنگ ۵ میلی لیتر گاز از بطری استخراج شد و فشار آن با استفاده مانومتر اندازه‌گیری شد. این فشار برابر با فشار در فضای خالی بطری است. در مرحله بعد با استفاده قانون عمومی گازهای ایده آل، حجم گاز تولید شده در فضای خالی بطری در شرایط استاندارد محاسبه شد. از نمونه سرنگ به منظور تعیین درصد میزان متان در گاز تولید شده استفاده شد. نمونه به یک گاز کروماتوگراف پرکین المر (Perkin Elmer) مجهز به آشکار کننده انتقال حرارت (TCD) تزریق شد. در این

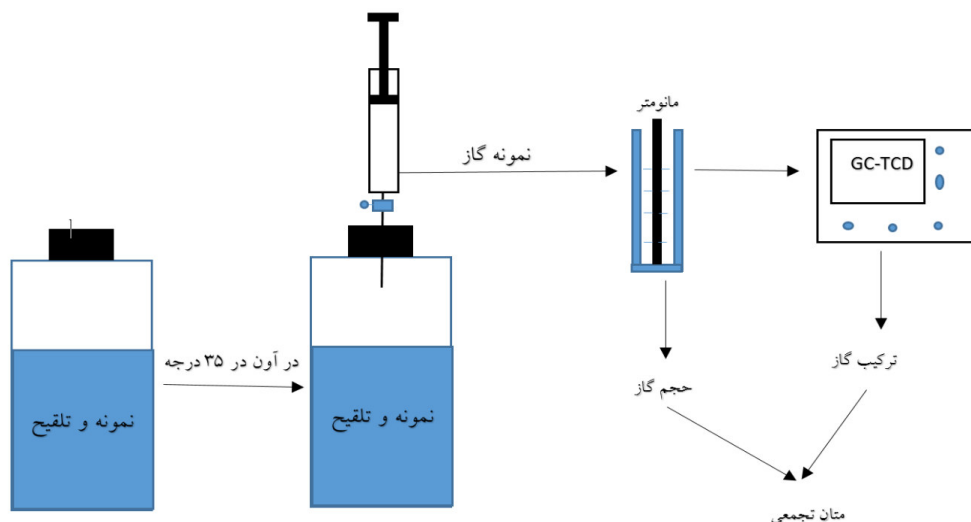
دستگاه نیترژن به عنوان گاز حامل استفاده شده بود و درجه حرارت تزریق کننده، آون و آشکار کننده به ترتیب روی درجه ۷۵، ۴۰ و ۱۱۰ سانتی‌گراد تنظیم شده بود. پس از تعیین حجم گاز تولید شده و ضرب آن در درصد متان اندازه‌گیری شده با گاز کروماتوگرافی حجم متان تولید شده در هر دوره اندازه‌گیری محاسبه شد (شکل ۲). حجم متان تولید شده در نتیجه لجن مورد استفاده به عنوان تلقیح از کل متان تولید شده کم شده تا میزان خالص متان تولید شده در هر روز نمونه‌برداری به دست آید. در نهایت میزان متان تولید تجمعی با تقسیم آن بر مقدار جامد آلی فرار در هر بطری نرمال شد. از آنجا هر نمونه سه تکرار داشت میانگین تولید تجمعی متان در سه تکرار در محاسبات بعدی استفاده شد. از تابع توزیع تی-استیودینت با دو درجه آزادی به منظور حدود اطمینان ۹۵٪ طبق معادله استفاده شد.

معادله ۱

$$\alpha_{95} = ST_{2,0.05} / \sqrt{n}$$

است. T عدد تابع توزیع توزیع تی-استیودنت برای دو درجه آزادی و ۹۵ درصد حدود اطمینان (۴/۳۰۳).

که در این معادله α_{95} حدود اطمینان ۹۵ درصد، δ نشان دهنده انحراف معیار سه اندازه گیری انجام شده



شکل ۲) شکل شماتیک انجام آزمایش تعیین متان نهفته نمونه‌ها

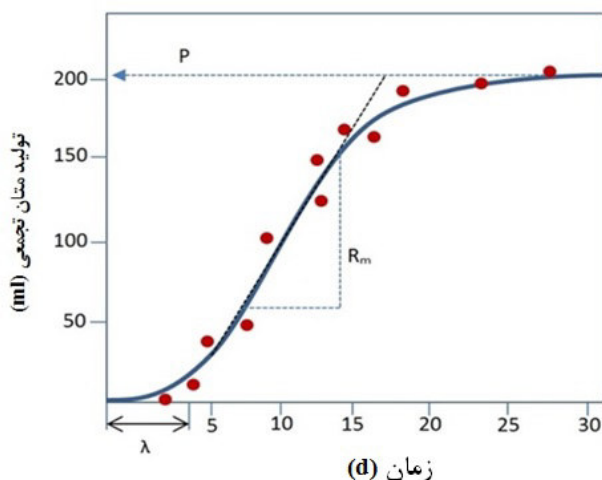
تاخیر در شروع تولید متان را نشان می دهد، t (d) تعداد روز سپری شده آزمایش است و e نیز عدد نپیر است. سه پارامتر معادله گومپرتز شامل متان نهایی قابل تولید (P)، زمان تأخیر (λ) و حداکثر نرخ تولید متان (R_m) در شکل ۳ نمایش داده شده است. از افزونه "حل کننده" و تابع خطای مربع میانگین در نرم افزار اکسل به منظور برازش داده‌ها مشاهده شده در این مطالعه به مدل گومپرتز استفاده شد تا سه پارامتر R_m ، λ و P برآورد شود.

به منظور تخمین حداکثر میزان متان قابل تولید بر اساس داده‌های متان تولیدی تجمعی، در این مطالعه معادله سه پارامتری گومپرتز استفاده شد. معادله ۲ معادله تعدیل شده سه پارامتری گومپرتز را نشان می دهد (Nopharatana et al., 2007).

معادله ۲

$$M = P \times \text{Exp} \left\{ \left[-\text{Exp} \left[\left(\frac{R_m \times e}{P} \right) (\lambda - t) \right] + 1 \right. \right.$$

که M (ml/ g VS) متان تجمعی، P (ml/ g VS) میزان نهایی متان قابل تولید، R_m (ml/ g VS d) نشان دهنده بیشترین میزان تولید روزانه متان (d)



شکل ۳) پارامترهای مدل گومپرتز که طی فرآیند بهینه‌سازی رگرسیون غیرخطی برازش می‌شود

۳- نتایج

حالی که بخش جامد فرار بخش آلی پسماند ۸۸٪ به دست آمد (Derbal *et al.*, 2012b). نمونه‌های جدا شده میکانیکی با ترکیب مشابه این پارامتر را حدود ۶۰٪ محاسبه کرد. با این وجود مشخصات به دست آمده برای بخش آلی پسماند مشابه مطالعه Mohapp (2011) بود که جامد فرار بخش آلی پسماند شهری از مبدأ-جدا شده را ۹۰٪ گزارش کرد.

مشخصات نمونه‌های پسماندهای سنتز شده و اجزای این پسماند در جدول ۲ نشان داده شده است. داده‌های این جدول نشان می‌دهد که جامد آلی فرار در نمونه های خالص یا از مبدا جدا شده می‌تواند خیلی بیشتر از نمونه های جدا شده توسط دستگاه‌های میکانیکی باشد. در

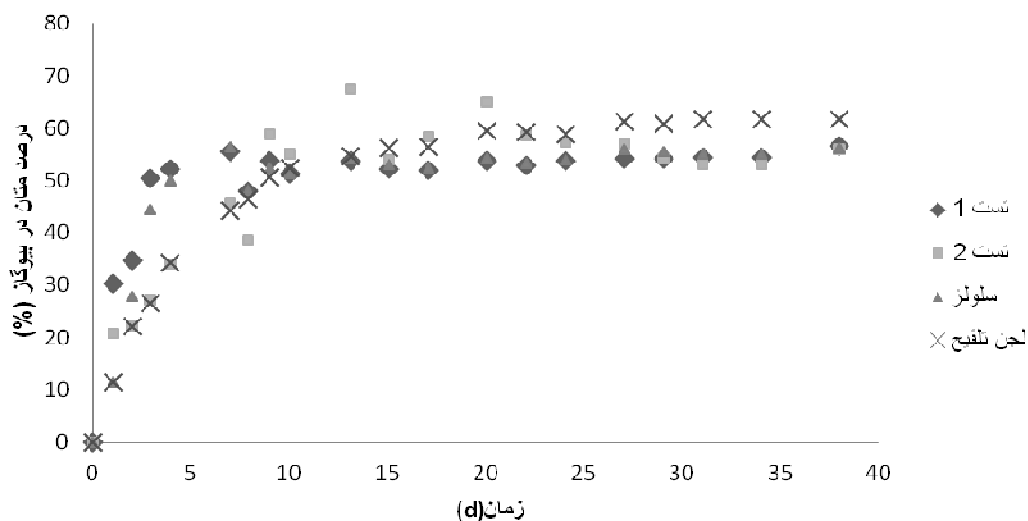
جدول ۲) خصوصیات فیزیکی پسماند سنتز شده در این مطالعه

	TS (%)	VS (% wet basis)	VS (% dry basis)
لجن تلقیح	۳/۶	۲/۲۱	۶۱/۷۴
پسماند مخلوط	۴۷/۸۷	۴۲/۲۲	۸۸/۲۱
مواد غذایی	۲۶/۱۷	۲۲/۴۸	۸۵/۹۱
چوب تازه	۴۸/۹۱	۴۵/۱۷	۹۲/۳۶
چوب خشک	۹۰/۸۳	۸۲/۶۰	۹۱/۰۱
کاغذ مقوا	۹۵/۳۶	۷۵/۸۴	۷۹/۵۳
پسماند باغبانی و فضای سبز	۴۸/۹۴	۴۱/۸۹	۸۵/۶۰

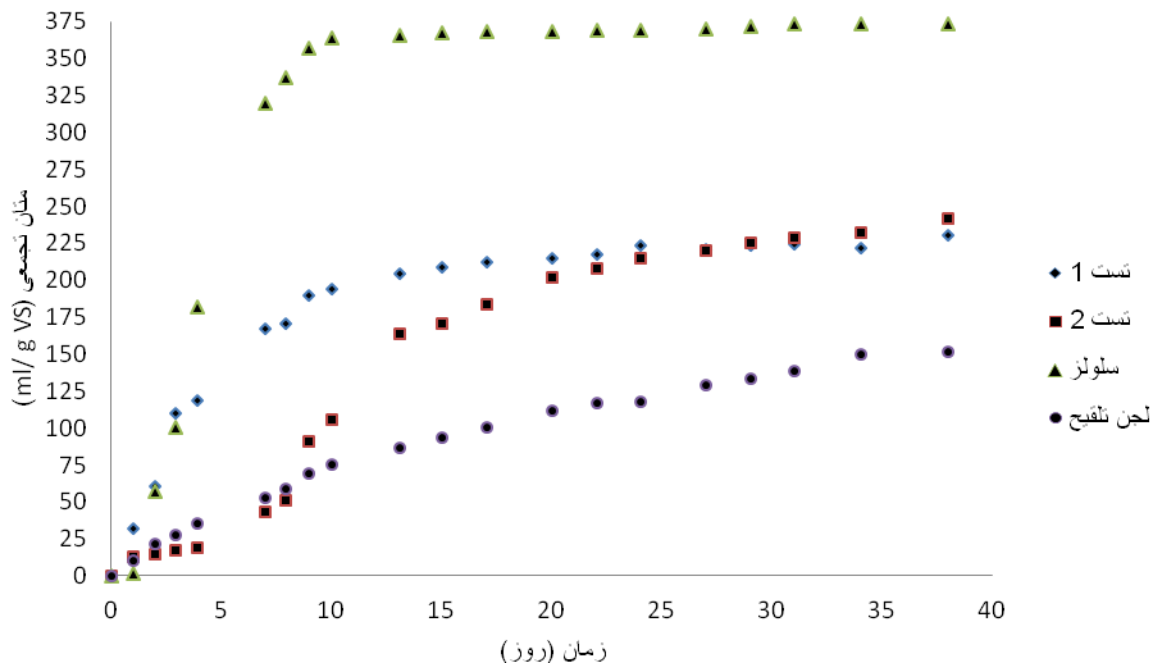
دست آمد و نمودار متان تجمعی به دست آمد (شکل ۵). بررسی نمودارهای شکل ۵ نشان می‌دهد، نمونه‌های با میزان بیشتر لجن تلقیح بیشتر، زودتر شروع به تولید متان رسیدند و نرخ تولید متان روزانه بیشتر بود.

میزان متان تولید شده در بطری‌های به مدت ۴۰ روز اندازه‌گیری شد. شکل ۴ میزان محتوای متان در ترکیب بیوگاز در طول مطالعه نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود، خیلی سریع بعد از شروع آزمایش درصد متان در بیوگاز به بالای ۵۰ درصد رسید که نشان می‌دهد تخمیر بی‌هوازی به سرعت در بطری‌ها شروع شده است.

میزان متان تولید شده در تمام بطری‌ها در طول دو هفته اول به صورت روزانه اندازه‌گیری شد و بعد از آن تولید بیوگاز کاهش یافت هر هفته ۳ بار اندازه‌گیری شد. متان تولید شده در اثر لجن تلقیح از میزان کل تولید متان کم شده و متان خالص تمام نمونه‌ها به



شکل ۴) درصد محتوای متان در نمونه‌های گاز در طول آزمایش



شکل ۵) متان تجمعی در نمونه‌ها و کنترل که نسبت به میزان مقدار جامد فرار در بطری نرمال شده‌اند.

گرم جامد فرار تولید شود که این عدد در بازه $370/4 \pm 6$ که در این مطالعه به دست آمد قرار دارد. نتایج به دست آمده در این مطالعه قابل مقایسه با سایر مطالعات روی بخش آلی پسماند است (Bilgili *et al.*, 2009, Derbal *et al.*, 2012a).

Di Trapani (2012) به عنوان مثال حداکثر متان قابل تولید از پسماندهای آلی که توسط غربال میکانیکی از جریان اصلی پسماند جدا شده بود را 200 ml/gVS تعیین کرد، در حالی که Owens and Chynoweth (1993) متان قابل تولید از بخش آلی پسماند شهری را 220 ml/gVS تعیین نمود.

در مرحله بعد، داده‌های متان تجمعی به مدل سه پارامتری گومپرتز برازش شد. سه پارامتر شامل حداکثر متان قابل تولید، حداکثر نرخ رشد و زمان تأخیر در تولید متان به دست آمد. در جدول ۳ پارامترهای بهینه به دست آمده از "حل کننده" اکسل و ضریب همبستگی داده‌های مدل و مشاهدات ارائه شده است. همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود میزان نهایی متان در نمونه‌های با نسبت لجن تلقیح به نمونه $1/42$ و $0/70$ به ترتیب (ml/g VS) 217 ± 6 و 231 ± 14 محاسبه شد.

داده‌های بطری سلولز به عنوان نشان می‌دهد که نتایج قابل اعتماد هستند و بطری‌ها نشتی گاز نداشته‌اند. بر اساس رابطه استکیومتری تخمیر بی-هوازی سلولز باید 374 میلی‌لیتر متان به ازای هر

جدول ۳) پارامترهای بهینه مدل برازش شده گومپرتز به داده‌های متان تجمعی

ضریب صحت مدل (R ²)	زمان تأخیر (λ)	حداکثر نرخ تولید (R _m)	حداکثر متان قابل تولید (P)	تست پارامتر
۰/۹۸	۰	۲۸	۲۱۷±۶	تست ۱
۰/۹۹	۳/۷	۱۶	۲۳۱±۱۴	تست ۲
۰/۹۹	۱/۴	۷۳	۳۷۰±۶	سلولز
۰/۹۸	۰	۶/۷	۱۴۵±۲	لجن تلقیح

۴- بحث و نتیجه گیری

بود، انجام شد و حداکثر میزان متان حدود ۲۲۳ به صورت میانگین به دست آمد. تولید میزان متان فاکتور مهمی در برنامه‌ریزی برای طرح‌های توسعه بازیافت انرژی از پسماند است. نتایج این مطالعه نشان داد که پسماند چنانچه به گونه ای کنترل شده تخمیر شود و از مبدأ جداسازی شود تا خوراک خالصی برای تخمیر بی‌هوازی فراهم کند، می‌تواند منبع مهمی از انرژی تجدیدپذیر باشد.

پسماند آلی بخش بزرگی از پسماندهای شهری در ایران است که نهایتاً تبدیل به متان در لندفیل می‌شود و به اتمسفر وارد می‌شود. تخمیر بی‌هوازی قبل از دفن بخش آلی پسماند در لندفیل هم می‌تواند به بازیافت انرژی تجدیدپذیر از پسماند شود و هم به نحو چشمگیری از اثر گلخانه‌ای لندفیل کاهش دهد.

در این مطالعه آزمایش متان نهفته زیست-شیمیایی بر روی بخش آلی پسماند که بر اساس داده‌های ترکیب پسماند در مشهد سنتز شده

REFERENCES

- APHA, 1998. Standard method for examination of water and wastewater, New York: American Public Health Association Inc.
- Bilgili, M. S., Demir, A., Varank, G., 2009. Evaluation and modeling of biochemical methane potential (BMP) of landfilled solid waste: A pilot scale study. *Bioresource Technology* 100, 4976-4980.
- Derbal, K., Bencheikh-Lehocine, M., Meniai, A. H., 2012a. Study of biodegradability of organic fraction of municipal solids waste 239-248.
- Derbal, K., Bencheikh, M., Meniai, A., 2012b. Study of biodegradability of organic fraction of municipal solid waste. *Energy Procedia* 19, 239-248.
- Di Trapani, A., 2012. Biological Methane Production. Summer research report to The university of Queensland.
- Gunaseelan, V. N., 2004. Biochemical methane potential of fruits and vegetable solid waste feedstocks. *Biomass and Bioenergy* 26, 389-399.
- Hidalgo, D., Martin-Marroquin, J. M., 2014. Effects of inoculum source and co-digestion strategies on anaerobic digestion of residues generated in the treatment of waste vegetable oils. *Journal of Environmental Management* 142, 17-22.
- Kim, H., Townsend, T. G., 2012. Wet landfill decomposition rate determination using methane yield results for excavated waste samples. *Waste Management* 32, 1427-1433.
- Kumar, A., Sharma, M. P., 2014. GHG emission and carbon sequestration potential from MSW of Indian metro cities. *Urban Climate*.
- Maghanaki, M. M., Ghobadian, B., Najafi, G., Galogah, R. J., 2013. Potential of biogas production in Iran. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 28, 702-714.
- Mohapp, N., 2011. Biochemical methane potential of municipal solid waste and biosolids. Student report to University of Wisconsin.
- Ortiz-Santiago, O., Perez-Alegria, L. R., Pantoja-Agreda, F., 2010. Anaerobic digestion of dairy manure for energy and nutrients recovery 789-797.
- Owen, W. F., Stuckey, D. C., Healy JR, J. B., 1979. Bioassay for monitoring biochemical methane potential and anaerobic toxicity. *Water Research* 13, 485-492.
- Owens, J. M., Chynoweth, D. P., 1993. Biochemical methane potential of municipal solid waste (MSW) components. *Water Science and Technology* 27, 1-14.
- Rafiee, R., Salman Mahiny, A. R., Khorasani, N., 2009. Environmental Life Cycle Assessment of municipal solid waste management system (Case study: Mashad city). *Journal of Agricultural Science and Natural Resources* 16(Special issue 2), 208-220. (In Persian).
- Raju, P., Alexis, S. J., 2005. Bio gas production in anaerobic digestion of sugar mill sludge by two stage process. *Indian Journal of Environmental Protection* 25, 625-628.
- Sanphoti, N., Towprayoon, S., Chaiprasert, P., Nopharatana, A., 2006. The effects of leachate recirculation with supplemental water addition on methane production and waste decomposition in a simulated tropical landfill. *Journal of Environmental Management* 81, 27-35.
- Tolaymat, T. M., El Badawy, A. M., Carson, D. A., 2013. Estimate of the decay rate constant of hydrogen sulfide from drywall in a simulated bench-scale study. *Journal of Environmental Engineering (United States)* 139, 538-544.
- Wang, X., Nagpure, A. S., Decarolis, J. F., Barlaz, M. A., 2013. Using observed data to improve estimated methane collection from select U.S. landfills. *Environmental Science and Technology* 47, 3251-3257.

Biochemical Methane Potential (BMP) of degradable fraction of municipal solid waste

Reza Rafiee*

Ph.D. student, The University of Queensland

Received: 24-Jun.-2014 Accepted: 16-Agu-2014

Abstract

The aim of the present paper was to assess the maximum biochemical methane potential (BMP) of municipal solid waste. A fresh stock of the biodegradable fraction of municipal solid waste was composed, based on the typical composition of biodegradable waste disposed in landfills. BMP tests were performed under controlled conditions in 168 ml bottles at 35 °C. The cumulative methane generation profile was corrected for methane generation attributed to inoculum and then normalized by dividing to the VS in each bottle. Modified three-parameter Gompertz model was fitted to the observed cumulative methane values to obtain the ultimate methane potential of the waste samples. The result of this study showed that with an ultimate methane yield of 217 ± 6 (ml gVS⁻¹), anaerobic digestion can be a promising approach to manage the organic fraction of MSW in an economical and environmental sound manner.

Keywords: Methane, Organic fraction of municipal solid waste, BMP test, Gompertz Model

* Corresponding author: phone: 02632223044

E-Mail: rzarafiee@gmail.com