ساخت هاضم فلزی قابل‌حمل برای تولید بیوگاز از ضایعات کشاورزی در مزرعه

مجتبی ملک‌زاده [*1]، رضا یگانه [2]

1. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک بیوسیستم - دانشگاه ایلام (mojtaba.13660701@gmail.com)
2. استادیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشگاه ایلام (r.yeganeh@ ilam.ac.ir)

چکیده

با توجه به افزایش مصرف سوخت‌های فسیلی در جهان، همچنین قیمت و اثرات زیست‌محیطی آن‌ها، امروزه نیاز و علاقه به جایگزینی آن‌ها با منابع جدید و تجدید پذیر انرژی زیاد شده است. بیوگاز به‌عنوان یکی از گزینه‌های اصلی برای تأمین انرژی‌های تجدید پذیر در دنیا مطرح است که نسبت به سایر انرژی‌ها از مزایای بسیاری برخوردار است. یکی از منابع قابل‌توجه تولید ضایعات کشاورزی و بقایای گیاهی و همچنین فرآوری مواد غذایی است. در کشور ایران نیز با توجه به نیاز روزافزون انرژی و محدودیت‌های انرژی فسیلی، سالم نگه‌داشتن محیط‌زیست و کاهش آلودگی هوا و تأمین سوخت برای روستا خیلی دورافتاده، منابع جدید انرژی دارای جایگاه ویژه‌ای است. در این پژوهش یک نمونه، هاضم قابل‌حمل باقابلیت جابجایی آسان، ساخت راحت و قابل‌نصب در مکان‌های روستایی و مزارع کشاورزی ساخته‌شده است، که روزانه توانایی 35 مترمکعب گاز از بقایای گیاهی دارد. علاوه بر این جاگیر نیست و می‌توان هرچند تا از این هاضم‌ها را در کنار هم نگه داشت. در تمام فصول سال قابلیت بهره‌برداری دارد، همچنین می‌توان از آن برای دیگر ضایعاتی که بیوگاز تولید می‌کنند، استفاده کرد. از پسماند بقایای گیاهی هاضم‌ها پس از تخلیه نیز می‌توان جهت تولید کود غنی‌شده بهره گرفت.

کلمات کلیدی: *هاضم فلزی، بیوگاز، ضایعات کشاورزی، گاز متان.*

.

[*]نویسنده مسئول: mojtaba.13660701@gmail.com

ساخت هاضم فلزی قابل‌حمل برای تولید بیوگاز از ضایعات کشاورزی در مزرعه

مقدمه

با توجه به افزایش مصرف سوخت‌های فسیلی در جهان، همچنین قیمت و اثرات زیست‌محیطی آن‌ها، امروزه نیاز و علاقه به جایگزینی آن‌ها با منابع جدید و تجدید پذیر انرژی زیاد شده است. این منابع جدید انرژی، قابل‌دسترس، بدون آلودگی و عملاً پایان‌ناپذیر هستند. این ویژگی‌های عمده در منابع جدید و تجدید پذیر انرژی باعث شده است، که برای آینده کشورهای درحال‌توسعه اهمیت یابند. در کشور ایران نیز با توجه به نیاز روزافزون انرژی و محدودیت‌های انرژی فسیلی، سالم نگه‌داشتن محیط‌زیست و کاهش آلودگی هوا و تأمین سوخت برای روستا خیلی دورافتاده، منابع جدید انرژی دارای جایگاه ویژه‌ای است. بیوگاز یکی از تکنولوژی‌های تجدید پذیر انرژی می‌باشد که فواید فراوانی در آن جمع شده است[1]. مدیریت مواد زائد جامد در طول30 سال گذشته به نگرانی عمده در سراسر جهان تبدیل‌شده است. متأسفانه کشور ایران نیز مستثنا نبوده و بسیاری از فاضلاب‌ها و پسماندهای تولیدی در صنعت غذا بدون تیمار به محیط‌زیست وارد می‌گردد [7]. جرم زائدات کشاورزی و جنگلی در ایران 23147/5 هزارتن در سال بوده که بیوگاز قابل‌تولید از آن‌ها 5475/8 میلیون مترمکعب می‌باشد[5]. ابزار اصلی مدیریت مواد زائد جامد سلسله مراتب مدیریت مواد زائد جامد می‌باشد. این سلسله مراتب مدیریت شامل کاهش وسیع ضایعات، بازیافت، بازیابی منابع و درنهایت درمان یا دفع می‌باشد. بازیابی منابع شامل بازیابی مواد آلی می‌باشد که سرشار از مواد مغذی است و می‌تواند برای بهبود خیلی(کمپوسیت) و تبدیل انواع خاصی از ضایعات به انرژی مفید از قبیل گرما و برق(هضم بی‌هوازی) استفاده شود[8]. یکی از گزینه‌های ساده مدیریت محصولات جانبی و کاهش هزینه‌ها در مزارع و مناطق روستایی، استفاده از هاضم‌های تولید بیوگاز است. با توجه به هزینه پایین سیستم بی‌هوازی در مقایسه با فرآیندهای دیگر و سادگی فن‌آوری آن، شرایط آب و هوایی و انواع زباله‌های موجود، به نظر می‌رسد که اگر اولویت به سیستم بی‌هوازی داده شود، نه‌تنها می‌تواند قسمتی از نیاز انرژی جامعه، کود غنی‌شده را تأمین کند بلکه می‌تواند آلاینده‌های میکروبی و شیمیایی و گازهای گلخانه‌ای را کاهش دهد[10]. بیوگاز در هنگام سوختن کاملاً بی بو و بدون دود بوده و کوچک‌ترین اثر سوئی در آلودگی محیط‌زیست ندارد. افزون بر این، پراکندگی پسماندهای دامی و ضایعات مواد آلی که خود می‌تواند پرورشگاه تخم و نوزاد و حشرات موذی ناقل بیماری‌های مختلف و انگل‌های مولد بیماری‌های خطرناک باشد، بدین‌صورت از محیط‌زیست انسان زدوده می‌شود و در اثر تخمیر در مولدهای بیوگاز و نابودی آن‌ها، بهبود چشمگیری در بهداشتی کردن محیط‌زیست به وجود می‌آورد و مزرعه‌ها را از آفت‌زدگی محافظت می‌کند و بدین گونه از انتشار بیماری‌ها به‌طور مؤثری پیشگیری شده و مناطق روستایی ایمنی بیشتری می‌یابند. این وسیله مهم‌ترین روش پاک‌سازی محیط‌زیست در مناطق روستایی است[6]. تاکنون پژوهش‌های مختلفی مبنی بر تولید گاز از ضایعات انجام‌گرفته که می‌تواند زمینه‌ای برای اشتغال پایدار به‌خصوص در بخش روستایی گردد. در پژوهشی، اثر هوازدگی زباله، کود گوسفند، غلظت زباله و زمان آماده‌سازی محیط باکتری‌ها بر راندمان تولید گاز و درصد متان در بیوگاز بررسی گردید. مشخص گردید زباله‌هایی که تحت تخمیر هوازی قرار نگرفته‌اند بهتر می‌توانند در روند تولید متان مؤثر باشند. همچنین افزودن کود گوسفندی به‌عنوان منبع تأمین‌کننده باکتری‌های بی‌هوازی نیز مقدار بیوگار تولیدی را به میزان قابل‌توجهی افزایش می‌دهد[4]. پوردی و همکاران (2018) مطالعه امکان‌سنجی برای بازیافت انرژی از زباله‌های زیستی در یک مزرعه کوچک لبنی را بررسی کردند. نتایج شبیه‌سازی نشان داد که انرژی کافی از مقدار کود گاو موجود در مزرعه برای تأمین نیازهای انرژی الکتریکی و گرمایشی در مزرعه حاصل می‌گردد، بنابراین یک سیستم کشاورزی پایدار ایجاد می‌شود. در ترکیب با مزایای زیست‌محیطی، مشخص شد که درآمد قابل‌توجه سالانه می‌تواند هزینه‌های انرژی به نحو مطلوبی برای ارتقاء فن‌آوری‌های انرژی تجدیدپذیر در صنعت کشاورزی در انگلستان امکان‌پذیر سازد[9]. رحیمی و همکاران (1392) در تحقیقی نوعی سامانه قابل‌حمل تولید بیوگاز را حاضر کردند. در این سامانه با حجم 296 لیتر با ورودی و خروجی مجزا و نصب متعلقات دیگر، روزانه به‌طور متوسط 477

مترمکعب گاز از فضولات گاوی و 540 مترمکعب از فضولات طیور تولید می‌گردد. در این پژوهش یک نمونه هاضم قابل‌حمل برای مزارع کشاورزی ساخته‌شده است، که روزانه توانایی 35 مترمکعب گاز از بقایای گیاهی دارد[3].

مواد و روش‌ها

ساخت هاضم

طرح اولیه ساخت هاضم از کپسول‌های گاز مخصوص خودروها گرفته‌شده است. برای این منظور یک عدد کپسول تهیه گردید. مرحله ساخت آماده‌سازی هاضم شامل تمیزکاری، رنگرزی و نصب اتصالات روی هاضم انجام گرفت. برای کنترل شرایط محیطی، هاضم‌ها در مکان سرپوشیده نگهداری شدند و آزمایش‌ها در آنجا انجام شد. برای ساخت هاضم از ورق سیاه 5 میلی‌متری استفاده شد. حجم هاضم تقریبی14 لیتر (معادل 14 کیلوگرم) انتخاب شد. سپس از بوش دنده‌ای جوشی جهت درپوش بالای مخزن استفاده گردید. در مسیر خروج گاز روی هاضم شیرگازی، فشارسنج و جهت ایمنی هاضم، شیر اطمینان نصب گردید. یکی از عواملی مهم در آزمایش اندازه‌گیری میزان PH مواد در زمان ماندن در سامانه است، از طرفی در تخمیر بی‌هوازی باید ارتباط مواد با محیط بیرون کاملاً قطع شود؛ لذا باز کردن ورودی و خروجی برای نمونه گبری سنجش PH امکان‌پذیر نیست، برای این منظور شیر خروجی روی سامانه نصب گردید.

اتصالات و لوازم موردنیاز

در تهیه هاضم قابل‌حمل برای مزارع کشاورزی و بقایای گیاهی از اتصالات جدول 1 استفاده شد:

جدول 1: فهرست تجهیزات و اتصالات

نوع اتصالات	خصوصیات
شیر اطمینان	ماکزیمم 4 بار
فشارسنج	0-4 بار
بوش	1/2 اینچ جوشی مخصوص گاز
شیر تخلیه	1/2 اینچ مخصوص گاز
تبدیل	1/2 اینچ رزوه جوشی
رابط	1/2 اینچ رزوه جوشی
مغزی	1/2 دنده‌ای رزوه جوشی

پس از هواگیری هاضم، مراحل رنگرزی و شستشو انجام گرفت. اتصالات و تجهیزات لازم نصب گردید و هاضم آماده نمونه‌گیری گردید. در شکل 1 هاضم آماده‌شده جهت نمونه‌گیری نشان داده‌شده است.

شکل 1: هاضم تهیه‌شده پس نصب اتصالات

ابعاد هندسی هاضم

ابعاد هندسی و مشخصات کلی هاضم از قبیل جنس، نوع سامانه و مشخصات فیزیکی مطابق جدول 2 آورده شده است.

جدول 2: مشخصات کلی هاضم

نوع	مشخصات
نوع سامانه	طرح استوانه شکل
جنس	فلزی (فولادی)
ارتفاع	33سانتی‌متر
ضخامت	5 میلی‌متر
قطر	24 سانتی‌متر
حجم کلی	10 لیتر

حجم کلی هاضم طبق رابطه 1 محاسبه‌شده است. حجم تقریبی استفاده‌شده برابر 14 لیتر می‌باشد.

$$V=\pi r^2 h = \pi \times 12^2 \times 33 = 14928\ cm^3 \qquad (1)$$

نحوه استفاده

هاضم طراحی‌شده برای تخمیر بی‌هوازی ضایعات و بقایای گیاهی و مزارع روستایی از نوع استوانه‌ای، فلزی و قابل‌حمل، از سه قسمت گوارنده، ورودی مواد اولیه خام و خروجی مواد تخمیر شده، تشکیل‌شده است. وزن هاضم حدود 3 کیلوگرم می‌باشد. برای ایجاد شرایط یکنواخت دما و غلظت در داخل مخزن لازم است تا مواد قبل از بارگذاری داخل گوارنده به‌طور یکنواخت به هم زده شوند. این عمل باعث افزایش تولید بیوگاز می‌گردد. برای ساخت موفقیت‌آمیز هاضم باید نکات زیر رعایت شوند:

- مخزن باید از مقاومت کافی برخوردار باشد.

- ازنظر قیمت مناسب باشد.
- به علت وجود گاز و مایع در داخل هاضم باید مخزن در مقابل نشت گاز و مایع مقاوم باشد و در ساختمان آن‌ها هیچ‌گونه درز و شکافی وجود نداشته باشد.

در طراحی هاضم باید شرایط محیطی موردنیاز برای ادامه حیات باکتری‌ها در آن فراهم گردد. یکی از این شرایط، لزوم ثابت بودن دما می‌باشد. باکتری‌های متان ساز نسبت به تغییرات دما بسیار حساس می‌باشند. لذا محیط نگهداری هاضم‌ها باید دارای دمای معینی باشد. در مکان نگهداری هاضم‌ها برای اندازه‌گیری دما، از دماسنج استفاده شد و دمای محیط روزانه ثبت گردید.

در شرایط محیطی هاضم‌ها امکان بالا رفتن فشار داخلی هاضم و آسیب رساندن به هاضم و ترک برداشتن تجهیزات شود به همین علت باید شیر اطمینان نصب شود.

نحوه جمع‌آوری گاز

بقایای گیاهی مورداستفاده جهت تولید بیوگاز از مزارع تهیه شد. مواد را با ترازوی دیجیتالی وزن و سپس در ظرفی مخصوص ریخته و با آب مخلوط شدند. بقایای گیاهی با نسبت برابر 1:1 ترکیب‌شده خوب هم زده‌شده و آماده بارگذاری گردید. در هر مرحله بقایای گیاهی به میزان 5 کیلوگرم به همراه 5 کیلوگرم آب با متوسط دمایی مواد داخل هاضم به میزان 25-30 درجه سلسیوس یعنی همان دمای محیط در شهریور و مهر ماه و زمان توقف 30 روز در نظر گرفته شد. در زمان ماند مورد نظر، مقدار بیوگاز تولیدشده در کیسه متصل به هاضم نگهداری شد. کیسه‌ها به‌صورت سری متصل کرده و بعد از پایان زمان ماند جدا کرده و آماده استفاده می‌شوند (شکل 2). پس از گذشت زمان ماند و توقف تولید بیوگاز، مخزن تخلیه‌شده و بعد شستشو و نظافت برای مرحله بعدی آماده می‌گردد.

شکل2: کیسه‌های مخصوص جمع‌آوری بیوگاز

بحث و نتایج

ویژگی‌های هاضم ساخته‌شده

هاضم ساخته‌شده سبک و قابلیت حمل‌ونقل آسان دارد. علاوه بر این برای ساخت و تهیه آن نیاز به تجهیزات زیاد و گران‌قیمت نیست. قابلیت شستشو و تمیزکاری آسان دارد. جاگیر نیست و می‌توان هرچند تا از این هاضم‌ها را در کنار هم نگه داشت. در تمام فصول سال

قابلیت بهره‌برداری دارد، همچنین می توان از آن برای دیگر ضایعاتی که بیوگاز تولید می کنند، استفاده کرد. از پسماند بقایای گیاهی، می توان جهت تولید کود غنی‌شده بهره گرفت. با این روش بقایای سطح مزرعه را می توان بهتر کنترل کرد.

موارد مصرف

ازجمله مراکز کاربرد فن‌آوری بیوگاز، گاوداری‌ها، دامداری‌ها و سایر مراکز نگهداری حیوانات است. برای تأمین نیازهای انرژی الکتریکی و گرمایشی در مزرعه نیز استفاده شود. محصول جانبی و پس‌مانده این فرایند هم کمپوست یا کود آلی مرغوبی است که به دلیل غنی بودن ازت آن در کشاورزی از ارزش و کاربرد خوبی برخوردار است. با توجه به اینکه تمام بقایا گیاهی در مزرعه رها می‌شود می توان از آن به‌عنوان کود نیز استفاده کرد. علاوه بر آن وقتی که مواد آلی پوسیده یا تجزیه می‌شوند، ترکیبی از دی‌اکسید کربن و متان تولید می کنند[2]. این بیوگازها می توانند به مصارف گوناگونی برسند.

نتیجه‌گیری

حذف بوهای بد و حشرات مضر از حومه شهر برخی از مزایای قابل‌ذکر استفاده از هضم بی‌هوازی برای کنترل زباله‌ها می‌باشد. با توجه به مقدار روزافزون انواع مختلف مواد زائد آلی در ایران، کار بر روی کنترل مواد زائد و تولید بیوگاز اجتناب‌ناپذیر است. برخلاف سایر انرژی‌های تجدیدپذیر، بیوگاز برای تولید انرژی نه محدودیت جغرافیایی دارد و نه به فن‌آوری پیچیده و انحصاری نیاز دارد. هاضم طراحی شد در این تحقیق، قابل‌حمل باقابلیت جابجایی آسان، ساخت راحت و قابل‌نصب در مکان‌های روستایی امکان تولید بیوگاز را فراهم آورده است. جاگیر نیست و می توان هرچند تا از این هاضم‌ها را در کنار هم نگه داشت. در تمام فصول سال قابلیت بهره‌برداری دارد، همچنین می توان از آن برای دیگر ضایعاتی که بیوگاز تولید می کنند، استفاده کرد. از پسماند بقایای گیاهی، می توان جهت تولید کود غنی‌شده بهره گرفت. در این روش پراکندگی پسماندهای دامی و ضایعات مواد آلی که خود می تواند پرورشگاه تخم و نوزاد و حشرات موذی ناقل بیماری‌های مختلف و انگل‌های مولد بیماری‌های خطرناک باشد، بدین‌صورت از محیط‌زیست انسان زدوده می‌شود. در اثر تخمیر در مولدهای بیوگاز و نابودی آن‌ها، بهبود چشمگیری در بهداشتی کردن محیط‌زیست به وجود می‌آورد، مزرعه‌ها را از آفت‌زدگی محافظت می کند؛ بدین گونه از انتشار بیماری‌ها به‌طور مؤثری پیشگیری شده و مناطق روستایی ایمنی بیشتری می‌یابند. این وسیله مهم‌ترین روش پاک‌سازی محیط‌زیست در مناطق روستایی است. علاوه بر این می تواند ازلحاظ اقتصادی نیز به‌طور چشمگیری مؤثر واقع شود.

منابع

1. اربابی، م. و عمرانی، ق. 1390. راهنمای عملی فن‌آوری گاز زیستی(تکنولوژی بیوگاز)، تألیف ک، س، خانه‌دلوال، چاپ اول، انتشارات فن‌آوران، تهران، 214.
2. جوانی، ف.، عبدالمالکی، پ.، قناتی، ف.1387. بررسی اثر میدان مغناطیسی ایستا بر فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت و محتوای فلاوونوئیدی در گیاه باقلا. مجله علمی- پژوهشی دانشگاه اصفهان، جلد (35)6: 208-195.
3. رحیمی‌زاده، آ.، یگانه، ر.، قمری، ب. 1391. تأثیر نوع پسماند بر میزان روزانه گاز تولیدی در یک واحد بیوگاز قابل‌حمل. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه ایلام.
4. صالحی، ک.، خضرایی، م.، حسینی، ف.، 1392. تولید بیوگاز از زباله آشپزخانه و کود گوسفند در مقیاس آزمایشگاهی. علوم و تکنولوژی محیط‌زیست.(93)16.

5. صفری، م.، عبدی، ر.، 1395. مقایسه تولید بیوگاز از بقایای کلزا و گندم در ترکیب با کود دامی. نشریه ماشین‌های کشاورزی. 6(2): 476-487.
6. فضلی، ف. 1365. بیوگاز در چین. مجموعه برنامه و توسعه، انتشارات وزارت برنامه و بودجه، تهران، 1 . 230.
7. نیاکوثری، م. و زندی، م. 1391 . اصول مدیریت پسماند در صنایع غذایی. انتشارات آییژ، تهران، 1. 238.
8. Nayono, S. E., 2010. Anaerobic digestion of organic solid waste for energy production., first ed., KIT Scientific Publisher, Karlsruhe,1 (2).
9. Purdy,A., Pathare, B., Wang, Y., and Huang,Y. 2018.Towards sustainable farming: Feasibility study into energy recovery from bio-waste on a small-scale dairy farm. Journal of Cleaner Production - Volume 174 (108) : 899-904.
10. Taleghani, G., and Shabani Kia, A. 2005. Technical–economical analysis of the Saveh biogas power plant. Renewable Energy, 30:441-446.

Construction of portable metallic digesters for biogas production from agricultural waste in the field

Mojtaba Malekzadeh[1*], Reza Yeganeh[2]

1. Master of Science in Biosystems Engineering, University of Ilam
2 Assistant Professor of Biosystems Engineering, University of Ilam

Abstract

Nowadays, concerning the increasing use of fossil fuels in the world, as well as their cost and environmental influences, the need and interest for replacing them with new and renewable sources of energy is high. Biogas is considered as one of the main options for renewable energies in the world which has many advantages over other energies. It is one of the significant sources in the production of agricultural waste and plant debris likewise nutrient proccesing. In Iran country two, new sources of energy have a special place due to the increasing need for energy and the limitations of fossil energy, keeping the environment healthy and reducing air pollution and fuel provision for very remote village. In this study an example of portable digester with easy portability, convenient construction and installable in rural areas and agricultural farms was constructed, which has a capacity of 35 cubic meters of gas from plant debris daily. Besides, it isn't bulky and can keep any number of these digesters together. It is exploitable throughout the year, also it can be used for other biogas which produce waste. The residue of digesters plant debris after evacuation can also be used for producing enriched fertilizer.

Key words: metallic digester, biogas, agricultural waste, methane gas.

*Corresponding author
E-mail: mojtaba.13660701@gmail.com