طراحی واحد بیوگاز مزرعه با مخزن پلی اتیلنی و سیستم کنترل حرارتی برای تولید بیوگاز در مناطق سرد

حسین حاجی آقا علیزاده[1]، فیض اله رحیمی سرداری[2]، ابراهیم احمدی[3]
استادیار و عضو هیئت علمی گروه مکانیک ماشینهای کشاورزی دانشگاه بو علی سینا، همدان[1]
دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک ماشینهای کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا، همدان[2]
استادیار و عضو هیئت علمی گروه مکانیک ماشینهای کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا، همدان[3]
Rfaz28@yahoo.com

چکیده

در سالهای اخیر روند رو به رشد جمعیت و مصرف انرژی، پدیده بحران انرژی را در جهان پدید آورده است. مصرف روز افزون سوختهای فسیلی باعث انتشار آلاینده‌های حاصل از احتراق این سوختها و پیامدهای ناشی از آن می گردد. از طرفی محدودیت منابع فسیلی و تجدیدپذیر نبودن این منابع موجب گردیده است تا حرکت بسوی تولید سوختهای پاک و تجدیدپذیر در رأس برنامه کاری برنامه‌ریزان بخش انرژی قرار بگیرد. بیوگاز که یک انرژی تجدیدپذیر و در عین بصرفه ترین نوع آن نیز می باشد گازیست که در اثر تجزیه زیست توده در یک هاضم و در مجاورت باکتریهای بی هوازی تشکیل می گردد . در این مقاله سعی بر طراحی هاضمی شده است که علاوه بر دارا بودن شرایط طراحی نوع بتونی آن، دارای قابلیتها و مزایای مخصوص اقلیم مناطق سرد نیز باشد . در این طراحی هاضم از جنس پلی اتیلن سه لایه می باشد که علاوه بر عایق بو دن حرارتی و خاصیت گاز بندی بالا (بر خلاف هاضم های بتونی که بخوبی گاز بندی نمی شوند) در مصرف مصالح نیز صرفه جویی می‌گردد و نیز برای تأمین دمای مناسب هضم از المنت حرارتی و کنترل خودکار دما استفاده می گردد. ساختمان طرح بسیار ساده و خروجی کودابه دستگاه بر خلاف نوع بتونی به طور مستقیم با چاله کودابه در ارتباط نمی باشد بنابراین اتلاف حرارت کم می باشد. کلیه مراحل طراحی و ساخت این پروژه در سال 1391 در دانشگاه بو علی سینا همدان اجرا گردید و این طرح هم اکنون در حال آزمایش می باشد.

کلمات کلیدی: المنت حرارتی، بیوگاز، پلی اتیلن، طراحی، هاضم

مقدمه

استفاده از روشهای جدید تولید انرژی که معایب روشهای کلاسیک را نداشته باشد، امروزه امری متداول در سراسر جهان شده است . از جمله این روشها، تولید انرژی از زیست توده می‌باشد [الماسی، 1361]. یکی از راههای استخراج انرژی از زیست توده تولید بیوگاز است [تابنده، 1376]. پایه گذار علم بیوگاز کشورهای بحران زده ای می‌باشند که از دیر باز با کمبود انرژی مواجه بوده اند [عمرانی، 1375]. برای تولید بهتر بیوگاز در جهان تاکنون طرحهای زیادی مورد ساخت و ارزیابی قرار گرفته‌اند [Dolfing, 1985]. موسسات مختلف هندی، انواع مختلفی از دستگاه‌های بیوگاز را ساخته اند که نتیجه آن نصب 100000 دستگاه بیوگاز در نواحی مختلف این کشور بوده است [idnani & acharya, 1963]. در هر حال کره ای ها یک جاذب کیسه ای کم هزینه را پدید آورده اند که شامل مخزن بتونی و موتوری است که با ورقه PVC پوشیده شده است [NAS, 1977].

بسیاری از کشاورزان در آمریکای شمالی و اروپا از این نوع دستگاه های بیوگاز ساخته‌اند تا کودهای حیوانی، خوکی، و طیور را تولید کنند [martin, 1979]. با وجود مطالعات گسترده ای که در سایر کشورهای پیشرفته برای افزایش تولید بیوگاز، کاهش زمان نگهداری و کاهش هزینه ساختاری صورت گرفته است، اما اطلاعات در دسترس

در مورد کشورهای در حال توسعه، بسیار محدود است [Donald & sambhunath, 1980]. برعکس، بسیاری از دستگاه‌های بیوگاز که در کشورهای پیشرفته نصب شده اند، واحدهای بزرگی هستند که گاهی اوقات در درجه حرارت گرماخواه (55°C) گرم می‌شوند تا تولید بیوگاز را افزایش دهند که این گاز در موتورهای سوختی مصرف می شود تا انرژی الکتریکی و مکانیکی تولید کند[brand, 1981].

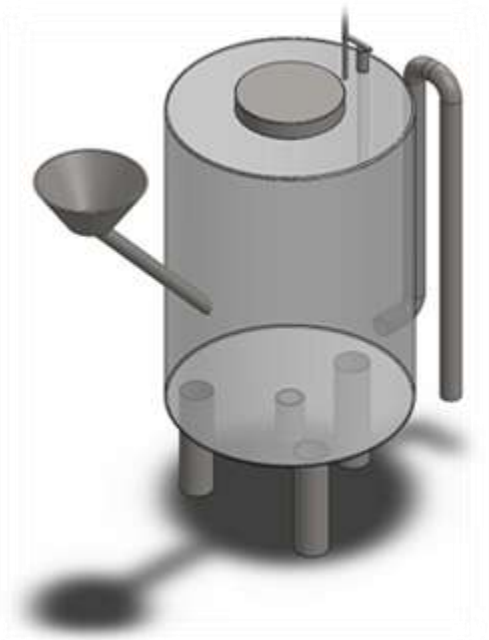
در تایوان، یک هاضم کیسه ای Haplon که درون آن با چرم خط بندی شده است، پدید آمده که بیوگاز را درون یک کیسه پلاستیکی ذخیره می کند [anon, 1981 & chung, 1973]. اکثر دستگاه‌های هندی با مواد بتونی و موتوری با غلتک فولادی ساخته می شوند که روی کودابه هاضم معلق است و برای ذخیره بیوگاز استفاده می شود. در اواسط دهه 80، اولین دستگاه بیوگاز برای جذب کود حیوانی، در آلمان ساخته شد . تاکنون حدود 7 میلیون دستگاه بیوگاز در چین ساخته شده است . اگرچه آن ها تغییرات بسیاری در مواد ساختاری، شکل و سایز پدید آورده‌اند، اما طرح اصلی آن ها با دستگاه بیوگازی که تحت یک قبه ثابت جمع آوری شده است، یکسان است [coach & zexi, 1982]. در تایلند یک هاضم حلقه ای بامبو برای نواحی روستایی، طراحی شده است [tentscher, 1987]. هدف از نگارش این مقاله، فراهم آوردن دانش فنی مربوط به طراحی، ساخت و عملکرد دستگاه بیوگاز در شرایط کاری مناطق سرد می باشد.

مواد و روشها

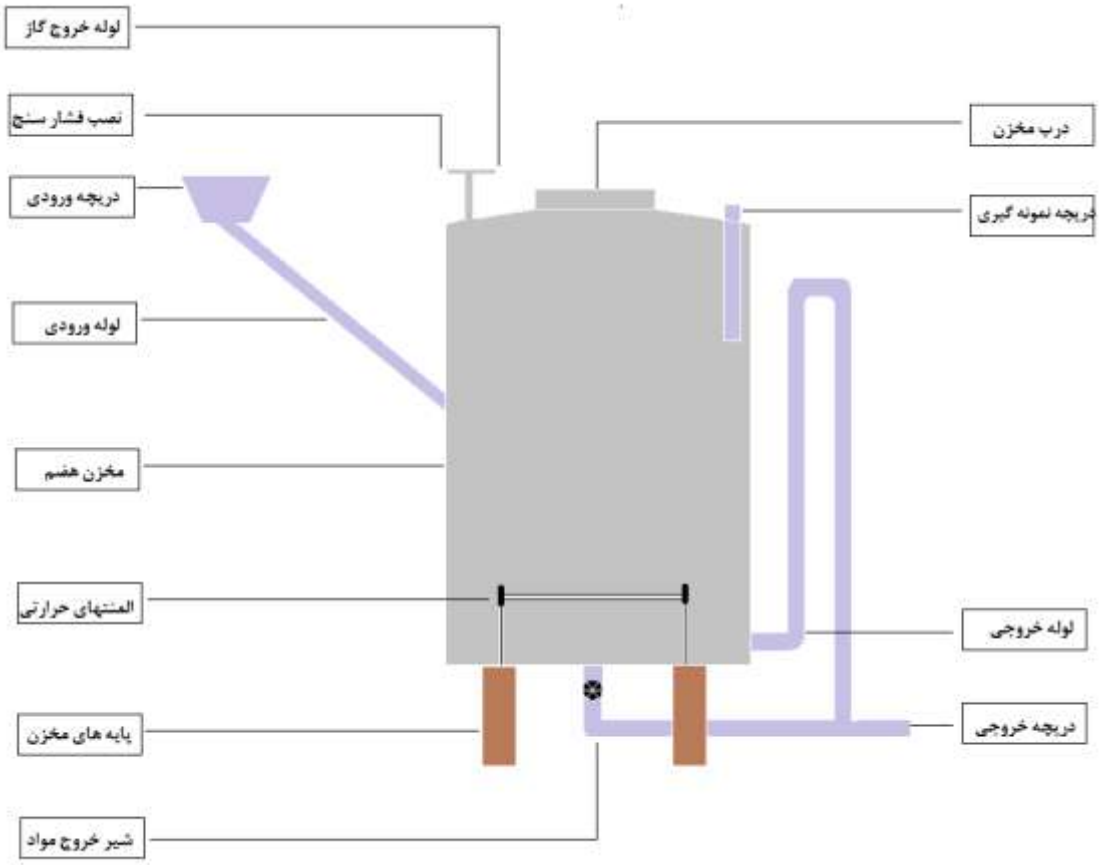
تاکنون انواع مختلفی از دستگاه های بیوگاز به صورت تک سایتی در نواحی مختلف ایران و اکثراً در مناطق روستایی نصب شده‌اند. و با توجه به اقلیم های مختلف ایران ساختار بیشتر این سایتها با یکدیگر فرق می کند. طی سالهای اخیر بیشتر این واحدها تحت آزمایش قرار گرفته اند تا صحت ساختار و کارآئی آنها تأیید شود [علیزاده، 1375]. مواد استفاده شده برای ساخت دستگاه بیوگاز از فروشگاه های محلی خریداری می گردد . بستر استفاده شده برای مقایسه کارایی دستگاه های بیوگاز، طراحی مخزن دستگاه برای کار در مناطق معتدل و سرد می باشد. تا بهترین شرایط استفاده از دما و گازبندی حاصل گردد . در این پروژه اتاقک عایق با طول 2/5 متر، عرض 2 متر و ارتفاع 2 متر (قطر دیوار 20 سانتی متر) روی فونداسیونی با ارتفاع 40 سانتی متر ساخته شد . سقف این اتاقک با ایرانیت پوشانده شد. در جلو اتاقک عایق چاهک تخلیه کودابه با گنجایش یک متر مکعب حفر گردید و با یک لوله از جنس pvc ورودی چاله به داخل اتاقک و به خروجی مخزن هضم وصل گردید (تصویر 1).

تصویر1- ساخت اتاقک عایق

مخزن هضم از جنس پلی اتیلن سه لایه و گنجایش 1000 لیتر می باشد. لوله‌های ورودی و خروجی به طور ثابت و با حالتی که در شکل دیده می شود به مخزن متصل گردیدند(تصویر 2).



تصویر2- مخزن هضم و لوله های ورودی و خروجی



تصویر 3- شماتیک کلی دستگاه هضم

قطر لوله های ورودی و خروجی به اندازه ای است که مواد آلی به راحتی به مخزن وارد یا از آن خارج شود و در عین حال طراحی آن به گونه ای می باشد که از اتلاف بیش از حد دمای مخزن جلوگیری گردد. مخزن توسط پایه های بتونی از سطح زمین فاصله دارد. در زیر هاضم یک شیر خروجی تعبیه شده است و کار آن تخلیه کود بصورت خیلی سریع می باشد که هنگام استفاده از دستگاه به صورت بارگیری غیر پیوسته بسیار کارساز می باشد . لوله خروجی هاضم بر خلاف مدلهای دیگر (مدل‌های رایج چینی و هندی) به طور مستقیم با دریچه خروجی ارتباط ندارد بلکه در داخل اتاقک عایق طراحی گردیده است . این نوع قرارگیری لوله و دریچه خروجی باعث جلوگیری از اتلاف دما می گردد. در بالای مخزن دو لوله خروجی نصب گردید که یکی برای خروج گاز تولیدی و اتصال به لوله U شکل برای اندازه گیری فشار داخل مخزن می باشد و دیگری برای نمونه برداری از دستگاه به منظور اندازه گیری دمای محیط هضم و PH مواد داخل مخزن طراحی شده است. قطر این لوله 5 سانتی متر می باشد (تصویر 3). طول این لوله 50 سانتی متر می باشد به طوری که یک سر لوله در بیرون مخزن و سر دیگر آن در داخل مخزن و زیر سطح مواد آلی قرار می گیرد تا از نشت گاز جلوگیری گردد. در این طراحی برای تولید حرارت مناسب هضم از المنتهای حرارتی استفاده گردید. به این ترتیب 4 المنت حرارتی (المنتها 500 واتی می باشند) به صورت موازی در یک قاب فلزی قرار گرفتند دمای این المنتها توسط ترموستات کنترل گردید به گونه ای که هنگام

رسیدن دمای مخزن به دمای مشخص، المنتها بصورت خودکار از کار می ایستند در نتیجه دمای داخل مخزن در یک رنج مشخص و ثابت باقی می ماند. در این طرح از PH سنج برای اندازه گیری PH روزانه استفاده می گردد. درجه حرارت کودابه به صورت روزانه از طریق نمایشگر ترموستات و سنسور حرارتی آن که درون هاضم تعبیه شده است، خوانده می شود . سنسور ترموستات به حرارت سنج دیجیتالی متصل می شوند که حرارت کودابه را اندازه گیری می نماید. درجه حرارت محیط نیز با حرارت سنج دیجیتالی ترموستات اندازه گیری می گردد. درجه حرارت های درون هاضم بین 35 تا 45 درجه سانتی گراد خوانده می شود که با طیف مزوفیل منطبق است.

فشار گازی تولید شده، به طور روزانه با استفاده از فشار سنج لوله‌ای (لوله‌U شکل) اندازه گیری می‌گردد که معمولاً بین 7 تا 20 سانتی متر جابجائی آب می باشد . بیوگاز تولید شده از طریق جابجایی رو به بالای آب اندازه گیری می‌گردد.

نتایج و بحث

بر اساس سالها مطالعه و تجربه در طراحی و ساخت واحدهای بیوگاز آنچه در طراحی این نوع دستگاهها حائز اهمیت است کنترل دمای محیط هضم و جلوگیری از نشت گاز می باشد . در این پروژه سعی بر آن شد که سیستمی طراحی و ساخته شود تا در نواحی سردسیر و معتدل ایران که دستگاه بیوگاز در آن مناطق دچار مشکل کمبود دمای مناسب هضم می گردد به کار خود ادامه دهد و هنگامی که دستگاههای بتونی رایج به دلیل سرما از کار می ایستند به تولید گاز بپردازد. نتیجه این پروژه ساخت دستگاهی بود که بر کنترل درجه حرارت فائق آمد و همچنین نشت گاز از دستگاه را به حداقل رساند و در مصرف مصالح نیز بسیار صرفه جوئی گردید . مخازن پلی اتیلنی به دلیل یکپارچگی بدنه دارای گاز بندی بالا و از لحاظ واکنش شیمیائی در حالت خنثی می باشند بنابراین با مواد درون خود به راحتی واکنش نمی دهند. درون این مخازن تاریک می باشد و این باعث بوجود آوردن شرایط بهتری برای تولید میکروارگانیسم های متانزا می شود سه لایه بودن این مخازن عای ق بندی حرارتی مناسبی را فراهم می نماید که خود باعث صرفه جوئی و کاهش هزینه ساخت می شود. در جدول زیر برخی از خصوصیاتی را که این دستگاه دارا می باشد بیان گردیده است.

جدول- مقایسه دستگاههای بیوگاز نوع با مخزن بتونی و نوع با مخزن پلی اتیلنی

مورد	مخزن بتونی	مخزن پلی اتیلنی
جنس مخزن	بتونی از جنس آجر و ملات سیمان	پلی اتیلن سه لایه
محل قرارگیری مخزن	عموماً در عمق خاک قرار می گیرد و احتیاج به حفر و خاکبرداری دارد.	بالای سطح خاک قرار دارد و در اتاقک عایق قرار می گیرد.
خروج کودابه	در بسیاری از موارد به وسیله پمپ یا سطل خارج می‌شود.	مواد به صورت اتوماتیک و از طریق شیر خارج می‌گردند.

اندازه گیری فشار گاز	مقدار گاز از طریق فشار خروج مـــواد از حوضچه خـــروجی تعیین می شود.	مقدار گاز توسط فشار داخل مخزن و از طریق فشارسنج U شکل تعیین می‌گردد.
میزان گازبندی هاضم	بدلیل استفاده از مصالح آجر و سیمان دارای گاز بندی مناسب نمی باشد و اغلب به علت نشتی دیواره و درب مخزن نتیجه‌ای حاصل نمی گردد.	به دلیل یکپارچگی مخزن دارای گازبندی بسیار بالایی است.
هزینه	هزینه حفاری و مصالح ساخت مخزن بسیار بالاست.	احتیاجی به حفاری ندارد و ساخت هاضم نیز احتیاج به مصالح ندارد و می توان هاضم را در گلخانه جای داد تا اتاقک عایق حذف گردد.
عایق بندی	در عمق زمین ساخته می شود و توسط خاک عایق بندی می شود ولی عملا در مناطق سردسیر امکان عایقبندی مناسب نیست مگر با تعبیه مواد گرما زا در هاضم یا صرف هزینه زیاد برای عایق بندی	توسط المنت های حرارتی دمای آن تامین می گردد و همچنین از طریق عایق کردن مخزن با پشم شیشه، کاه و... .
لوله خروجی هاضم	به صورت مستقیم با بیرون در ارتباط است و باعث اتلاف دما می گردد	لوله خروجی داخل اتاقک عایق می باشد و با بیرون رابطه مستقیم ندارد

منابع

- الماسی، م. (1361)، "اصول تولید و کاربرد بیو انرژی"، سازمان انرژی اتمی.
- تابنده، ف. (1376)، "انرژی حاصل از زیست توده و جایگاه آن در ایران"، مجموعه مقالات سمینار توسعه و کاربرد انرژی های نو، وزارت نیرو، امور انرژی ، دفتر انرژی های نو.
- علی‌زاده، غ.(1375)، "مجموعه مقالات اولین سمینار بیوگاز در ایران"، بخش بیوگاز مرکز تحقیقات و کاربرد انرژی های نو سازمان انرژی اتمی ایران.
- عمرانی، ق.(1375)، "مبانی تولید بیوگاز از فضولات شهری و روستایی"، انتشارات دانشگاه تهران.

- Anon. (1981), advisory committee on technology innovation. Supplementary report, renewable sources and alternate technology for developing countries. National academy press, Washington, DC, PP.4-5
- Brand, R. A. (1981), A company of MBB jointly developed a biogas plant. Scale, 12, 35-7.

- Chung, P. O. (1973), Production and use of methane from animal waste in Taiwan. Paper presented at international biomass energy conference at biomass energy institute, PO Box 129, Winnipeg, Manitoba, Canada, 13-15 may
- Dolfing, J. (1985),Kinetics of methane formation by granular sludge at low substrate concentrations.
- Donald, L. K. & sambhunath, G. (1980), Methane production by anaerobic digestion of water hyacinth. Symposium paper, fuel from biomass_ second chemical congress on the North American Continent American Chemical Society. 24-29 August, PP 1-15
- Idnani, M. A. & acharya, C. N. (1963), Biogas plants farm bulletin, No. l, Indian Council of Agriculture research, New Delhi.
- Koachi, SH. (1982), Cheen main biogas ka istamal. Journal, cheen ba tasweer published by hava yuwan, choon road, bejing 28, Awami Jamhuria Cheen. 6, 34-6.

- Martin, G. (1979), Upgrading waste to high-grade fuel entices developers of biogas. Chem., internat., No. 3, PP. 17-20.

- NAS. (1977), Ad Hoc Panel of Advisory Committee for Technology Innovation Report,

Methan Generation from human animal and agricultural waste. National Academy of Sciences, Washington, DC, PP. 67-8.

- Tentschr, W. (1987), Division of energy technology. Thailand RERIC News.

- Zexi, Cao. (1982), Application of biogas on farm internal combustion energy. The provincial Agriculture machinery research institute of Sichuan.