

بنام خدا

مجموعه ذیل در مورد **بیو گاز در ایران** میباشد

تنظیم کننده : محمد وافی محمدی

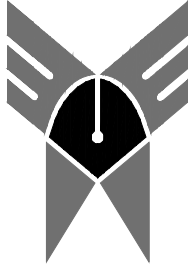
کتابخانه آریا

آدرس: WWW.ARYABOOKS.COM

ایمیل: <mailto:ARYABOOKS@GMAIL.COM>

تاریخ نشر الکترونیکی فایل pdf: ۱۳۸۶/۱۰/۱۳

هر گونه کپی برداری با یک صلوات مجاز است



واحد تهران جنوب
دانشکده فني مهندسي
گروه برق قدرت

عنوان پروژه :

بهره‌گیری از ارزش‌های تجدیدپذیر برای تولید انرژی الکتریکی

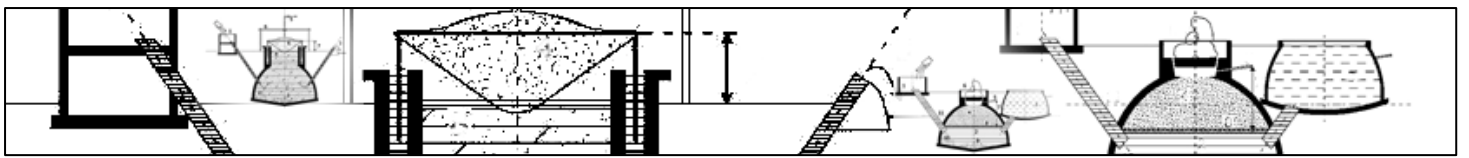
استاد راهنما :

جناب آقای دکتر ابراهیمی

تهیه کنندگان :

امین شیخ احمدی

مجید زرگرزاده



۴ بیوگاز در ایران

مقدمه
کلیات

شناخت کلی تصفیه بیهوازی

نگاهی به تاریخچه بیوگاز در ایران

پتانسیل تولید بیوگاز در ایران

واحدهای بیوگاز روستایی

واحدهای مخزن گاز ثابت

واحدهای مخزن گاز متحرک

انواع واحدهای ساخته شده در ایران

راکتورهای بیهوازی

عوامل بازدارنده در گسترش فن آوری تولید بیوگاز در ایران

نتیجه گیری

بیوگاز در ایران

خلاصه

همانگونه که در فصل قبل گفته شد هیدروژن می تواند به مقادیر زیاد از منابع انرژی اولیه نظیر سوخت های فسیلی (زغال سنگ، نفت یا گاز طبیعی) از واسطه های شیمیایی متعدد (محصولات پالایشگاه، آمونیاک و متانول) و از منابع دیگری نظیر بیومس و مواد ضایعاتی تولید شود. [۱]

این فصل مروری سریع بر تولید بیوگاز از فضولات حیوانی و فاضلاب های شهری و صنعتی در ایران دارد. ابتدا به صورت کلی تصفیه بی هوازی، تاریخچه بیوگاز و پتانسیل استحصال بیوگاز در ایران بررسی می گردد. سپس در دو بخش جداگانه به بررسی واحدهای بیوگاز روستایی و راکتورهای بی هوازی پرداخته می شود در هر بخش انواع مولد(راکتور) های ساخته شده در ایران مورد بررسی کلی قرار گرفته و به ذکر مهارتهای، تجهیزات و وسایل مورد نیاز برای ساخت هر واحد متان معادل ۳۰٪ مصرف گاز طبیعی در بخشهای خانگی، تجاری و صنایع کشور می باشد. در حال حاضر تعداد راکتور و هاضم بیهوازی تصفیه فاضلاب در حال بهره برداری از تعداد انگشتان دست کمتر می باشد.

افزایش مواد زائد در جهان اعم از مایع یا جامد و تولید بیوگاز از این مواد، با توجه به سهولت فناوری و ساخت دستگاه تولید بیوگاز در شرایط غیرهوازی سبب شده است که تولید و مصرف آن در بسیاری از کشورها به دو صورت صنعتی و سنتی « مورد توجه قرار گیرد در ارتباط با پدیده گلخانه ای که مسئله روز جهانی است، گفته می شود در جهان سالانه حدود ۷۴ میلیون تن گاز متان از فضولات دامپروری و ۴۰ میلیون تن از این گاز تنها از زباله های شهری خود به خود تولید می شود و در جو پراکنده می گردد و محیط زیست را آلوده می کند. جمع آوری این مواد زائد و تولید گاز متان با استفاده از دستگاههای بیوگاز به خوبی امکان پذیر است.

اهم علل عدم گسترش این فن آوری ها عبارتند از : ارزان بودن انرژی و پیچیده بودن این پدیده در ایران، نبودن مرجع و متصدی مشخص برای بیوگاز در کشور، نبودن روحیه مشارکت در مردم، عدم آشنایی و آموزش کافی در این زمینه می باشد.

مقدمه

زانگن اولین رساله تحقیقاتی در زمینه تولید بیوگاز را در سال ۱۹۰۶ به رشته تحریر در آورد. امروزه به وضوح دیده می شود که تجزیه مواد تحت تاثیر آنزیمهای مختلف تا حدود الكل و اسیدهای چرب و سپس تولید گاز متان انجام می شود. [۶]

استفاده از روشهای جدید تولید انرژی که معایب روشهای کلاسیک را نداشته باشند، امری متداول در سراسر جهان شده است. از جمله این روشها، تولید انرژی از زیست توده می

باشد. این روش نیز به چند روش اصلی مانند سوزاندن، تولید بیو اتانول، تولید گاز مصنوعی ترموشیمیایی و بیوگاز تقسیم می‌گردد. بیوگاز از روش تخمیر بیهوازی زیست توده حاصل می‌شود. منابع عمده برای تولید بیوگاز، فضولات دامی، فاضلاب های شهری و صنعتی، زباله و زائدات کشاورزی می‌باشند.

مهمترین برنامه تولید انرژی بیوگاز، پروژه پروالکل کشور برزیل است. در حال حاضر برنامه پروالکل سالانه حدود **GI ۱۲** اتانول تولید می‌کند که ۶۲٪ آن مصرف سوخت خودروهای کشور برزیل می‌شود. [۶]

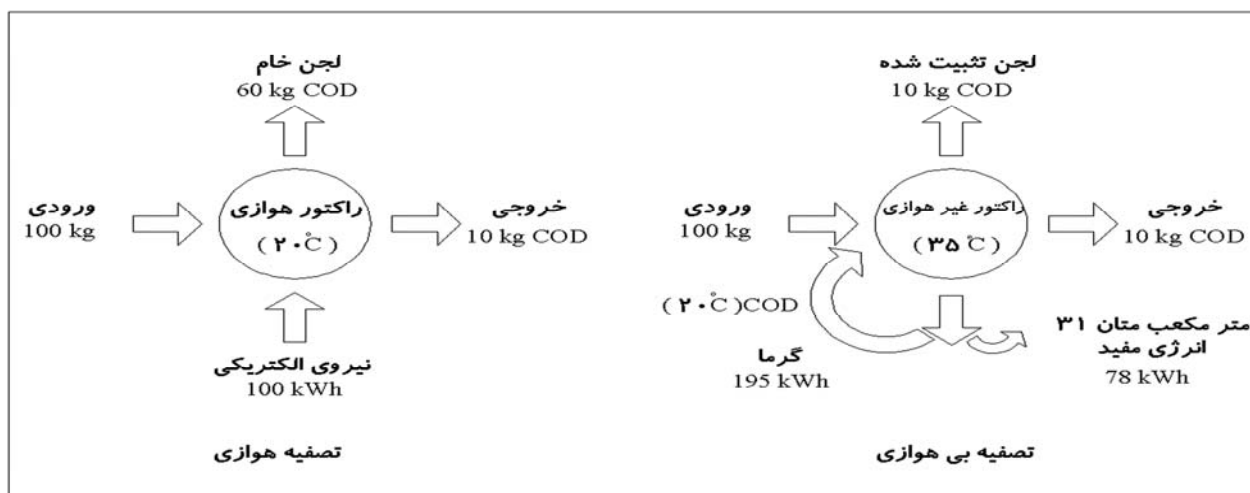
اغلب مواد آلی در شرایط مناسب و دور از اکسیژن در مجاورت میکرو ارگانیسم های خاصی تخمیر شده و گاز متان تولید می‌کنند. همچنین تخمیر مواد زائد کشاورزی و دامی در شرایط غیر هوازی، گازی تولید می‌کنند که اصطلاحاً آن را بیوگاز می‌نامند. کشور چین با تقریباً هفت میلیون دستگاه بیو گاز مقام اول را در جهان داراست.

۱. کلیات

شناخت کلی تصفیه بیهوازی

به طور کلی برای حذف مواد آلی دوراه موجود است: هوازی و بیهوازی. در تصفیه هوازی مواد آلی در یک راکتور هوازی به آب و دی اکسید کربن تبدیل می‌شوند، در حالیکه در تصفیه بیهوازی این مواد در غیاب اکسیژن محلول به گاز متان و دی اکسید کربن تبدیل می‌گردند. انتخاب روش زیست شناختی مناسب برای حذف مواد آلی به عوامل متعددی از جمله نوع و غلظت مواد ورودی، درصد حذف مورد نظر، عوامل محیطی، وسایل موجود، عوامل اقتصادی و ... بستگی دارد.

انرژی حاصل از تغییر و تبدیل بیهوازی اندک بوده و در واقع انرژی به صورت ذخیره شده در متان باقی می‌ماند. به همین دلیل رشد باکتریها در این گونه سیستم ها کم بوده و به تبع آن هزینه های مربوط به دفع لجن مازاد کاهش می‌یابد. شکل (۱) تولید و مصرف انرژی برای حذف مقدار یکسانی از بار آلودگی ورودی در سیستم هوازی و بیهوازی را نشان می‌دهد.



شکل ۱ - مقایسه سیستم هوازی و بی هوازی

۱,۱. نگاهی به تاریخچه بیوگاز در ایران

تاریخچه تولید بیوگاز به اولین دهه قرن نوزدهم بر می گردد که شخصی به نام دیوی در سال ۱۸۰۸ از طریق تخمیر کود گاوی و با استفاده از تقطیر در خلاء ۰/۳ لیتر گاز متان تولید نمود. اما در ایران، حمام شیخ بهایی (مربوط به قرن یازدهم هجری) احتمالاً نخستین حمام بوده که بوسیله گاز متان گرم می شده است. اما اولین هاضم تولید متان به صورت نوین در سال ۱۳۵۴ در روستای نیاز آباد لرستان ساخته شده. در سال ۱۳۶۱ یک واحد ۳ متر مکعبی در دانشگاه صنعتی شریف مورد مطالعه قرار گرفت.

در سالهای ۶۵-۱۳۶۱ مرکز تحقیقات انرژی های نو در سازمان انرژی اتمی، پژوهشهای ویژه ای را در این زمینه به انجام رساند که از جمله می توان به احداث ۱۰ واحد بیوگاز در استانهای سیستان و بلوچستان، ایلام و کردستان اشاره کرد. در دهه ۱۳۶۰ وزارت جهاد سازندگی نیز در این راه اقداماتی صورت داد: ابتدا در سال ۱۳۶۳ یک واحد آزمایشی در حیدرآباد کرج ساخته شد، سپس در سال ۱۳۶۴ یک نمونه واقعی در روستای چین سبلی از توابع بخش آق قلا در منطقه گرگان احداث گردید. این وزارتخانه ۴۰ هاضم دیگر در مناطق مختلف کشور ساخت که ۱۸ واحد آن به مرحله گازدهی رسید. همچنین مراکز دانشگاهی و تحقیقاتی در این زمینه گامهایی برداشته اند. از جمله می توان به واحد احداث شده توسط جهاد دانشگاهی دانشکده کشاورزی کرج در سالهای ۶۵-۶۳ و واحد احداث شده توسط مهندس خلیل شیخ قاسمی (کارشناس شرکت آب و فاضلاب) در شاهین دژ آذربایجان در سال ۱۳۷۲ اشاره کرد. متاخرین واحدهای ساخته شده، یک واحد بیوگاز برای هضم فاضلاب انسانی در جزیره کیش و یک واحد تخمیر فضولات دامی (گاو داری) در ماهدشت کرج بوده که هر دو توسط سازمان انرژی اتمی در سالهای ۷۸-۱۳۷۷ طراحی و ساخته شده اند. در مورد هاضمهای لجن و راکتورهای تصفیه بی هوزی فاضلاب در ایران، باید گفت که متأسفانه هم اکنون از بیوگاز هاضمهای لجن در هیچیک از تصفیه خانه های فاضلاب شهری استفاده نمی گردد و راکتورهای بی هوزی نیز کمتر از ۱۰ واحد بوده که در بخش سوم مورد اشاره قرار خواهند گرفت. [۶]

۱,۲. پتانسیل تولید بیوگاز در ایران

بیوگاز را می توان از تخمیر سه گونه زیست توده بدست آورد:

الف- فضولات دامی و زائدات کشاورزی

ب- فاضلاب های شهری و صنعتی

ت- زباله های شهری

با استفاده از پتانسیل سنجی تولید بیوگاز در ایران را می توان چنین خلاصه نمود :

(۱) مقدار فضولات دامی قابل دسترس در ایران ۷۴۹۴۶ هزار تن در سال بوده که بیوگاز قابل تولید از آن ۸۶۶۸ میلیون متر مکعب می باشد.

(۲) جرم زائدات کشاورزی و جنگلی در ایران ۲۳۱۴۷/۵ هزار تن در سال بوده که بیوگاز قابل تولید از آنها ۵۴۷۵/۸ میلیون متر مکعب می باشد.

(۳) اگر شهرهای بالای ۱۰۰ هزار نفر را ملاک قرار دهیم و با استفاده از فرایند بی هوازی فاضلاب را تصفیه نماییم، بیوگاز حاصل از تصفیه بی هوازی حدود ۱۰۷/۸~۲۴۵ میلیون متر مکعب خواهد بود. اگر فرایند هوادهی به کار ببریم این مقادیر کمتر خواهند شد. برای نمونه در فرایند روش لجن فعال، میزان بیوگاز حاصله از هاضمهای لجن حدود ۱۰۷/۸~۲۰/۹ میلیون متر مکعب خواهد بود.

(۴) بیوگاز حاصل از فاضلاب های صنعتی بسیار متغیر می باشد. این مقدار بستگی به نوع صنعت، نوع فرایند تصفیه و مقدار فاضلاب دارد. برای مثال بیوگاز قابل تولید از صنایع بزرگ غذایی (روغن نباتی، الکل سازی، کنسرو، کمپوت، شیلات و ...) در کشور حدود ۲۷۹/۴~۸۱/۵ میلیون متر مکعب در سال تخمین زده می شود.

(۵) با فناوری های موجود، میانگین سالانه استخراج گاز از محلهای دفن زباله حدود ۷ متر مکعب از هر تن زباله می باشد که در مقایسه با بازده نظری تولید بیوگاز بسیار پایین است. استخراج گاز در این شرایط برای شهرهای بسیار بزرگ مقرون به صرفه خواهد بود. اما با بهره گیری از فرایند هضم بی هوازی زباله های فسادپذیر، مجموع بیوگاز قابل تولید در کشور (با فرض ۶۰٪ بازدهی فرایند)، ۱۶۴۵/۷ میلیون متر مکعب بیوگاز در سال بدست می آید. [۶]

دیده می شود که تنها از منابع فوق به طور میانگین، سالانه ۱۶۱۴۶/۳۵ میلیون متر مکعب بیوگاز (۹۱۷۵ میلیون متر مکعب متان) قابل استحصال می باشد. با فرض ارزش حرارتی متان $36/7 \text{ MJ/m}^3$ ، این حجم متان معادل $3.367 \times 10^{17} \text{ J}$ انرژی خواهد بود. از آنجا که موضوع مقاله وضعیت بیوگاز در ایران می باشد، مواردی بررسی می شود که فن آوری مزبور در دو قسمت بیوگاز روستایی و راکتورهای بیوگاز فاضلاب بررسی می شوند.

۲. واحدهای بیوگاز روستایی

در يك تقسیم بندی کلی، واحدهای بیوگاز به نحوی که در پی می آید، تقسیم بندی می

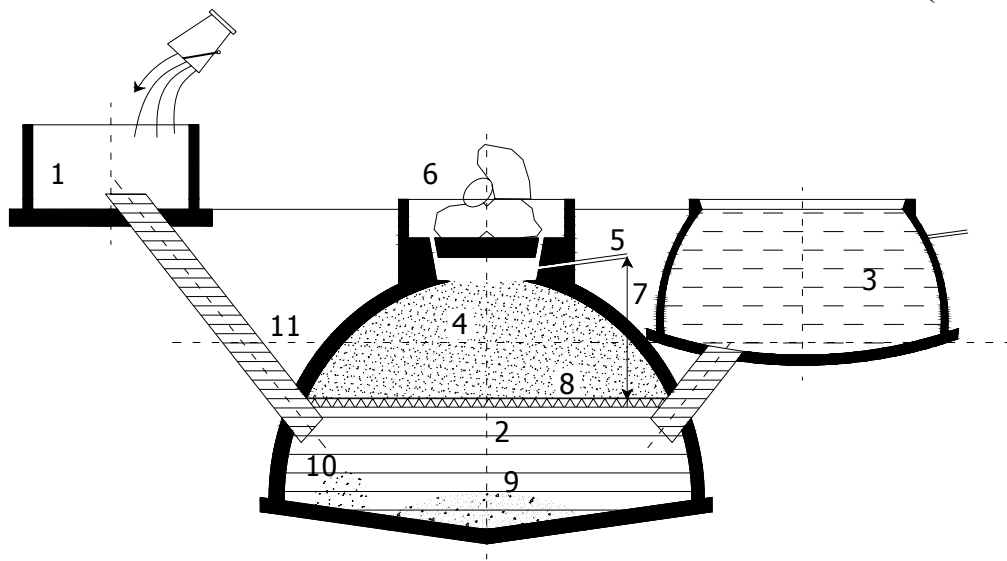
شوند :

(۱) واحدهای بالونی، (۲) واحدهای مخزن گاز ثابت، (۳) واحدهای مخزن گاز متحرک چون از واحدهای بالونی تاکنون در ایران ساخته نشده است، در این مقاله به این واحد پرداخته نشده است.

۲,۱. واحدهای مخزن گاز ثابت که در ایران به نام بیوگاز چینی شناخته شده اند دارای مخزن گاز غیر متحرک اند. گاز حاصل در قسمت فوقانی هاضم ذخیره می شود. هنگامیکه تولید گاز آغاز می گردد، لجن تخمیری به سمت مخزن خروجی یا دفع لجن جابجا می شود. تولید بیشتر گاز موجب افزایش فشار گاز ذخیره شده می شود، به همین دلیل حجم هاضم را بیش از ۲۰ متر مکعب در نظر نمی گیرند. اگر میزان گاز در مخزن ذخیره شده اندک باشد، فشار گاز پایین خواهد بود.

مزایا : هزینه ساختمان پایین می باشد. اجزای واحد متحرک نبوده و قطعات زنگ نمی زنند بنابراین عمر طولانی (بیش از ۲۰ سال) خواهند داشت. ساختمان زیرزمینی داشته که از سرمای زمستان محافظت شده و در فضا نیز صرفه جویی می شود استخدام نیروی بومی را دربر دارد. احداث آن نیاز به بنای ماهر ندارد.

معایب : غالباً گاز واحدها را نمی توان کاملاً مهار نمود (نفوذپذیری و ترک خوردگی)، غالباً فشار گاز خیلی بالا بوده و به میزان زیادی در حال تغییر می باشد. دمای هاضم پایین است. بنابراین در مناطق سردسیر کارایی مطلوب را ندارد. نیاز به مدیریت صحیح (تحت نظارت افراد آموزش دیده) داشته تا بازده خوبی بدست آید (شکل ۲).



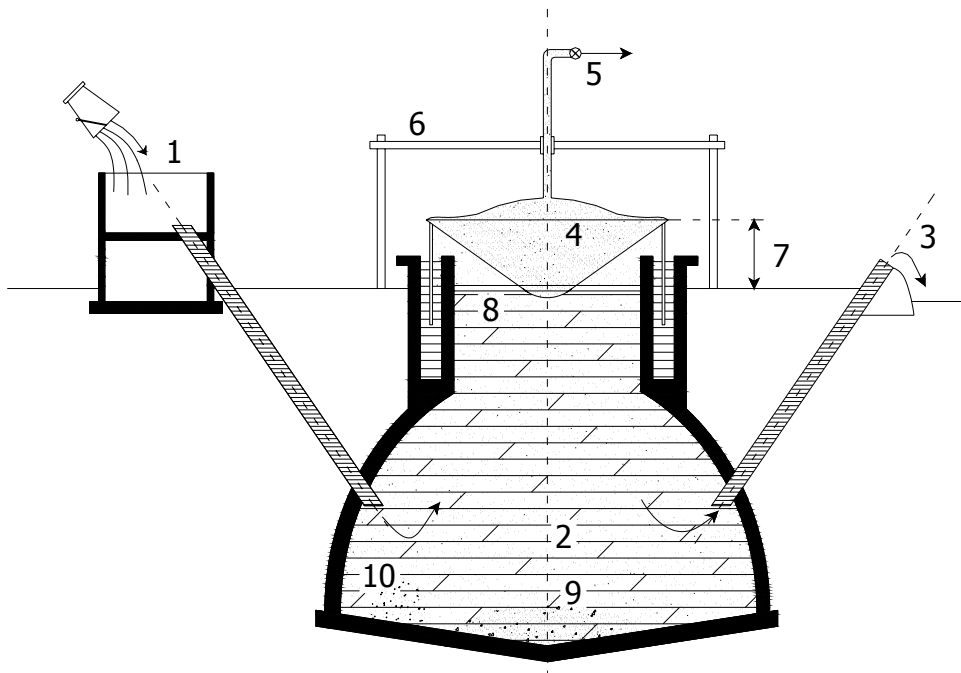
شکل ۲- واحد بیوگاز با مخزن ثابت

- ۱- هم زن بالولوله ورودی، ۲- هاضم، ۳- مخزن خروجی، ۴- مخزن نگهدارنده گاز، ۵- لوله گاز، ۶- درپوش ورودی (با استفاده از وزنه ها مهار شده است)، ۷- اختلاف ارتفاع برابر با اختلاف فشار بر سانتی متر آب، ۸- لایه زلال، ۹- انباشتگی لجن غلیظ، ۱۰- انباشتگی سنگ و شن، ۱۱- خط مبدا (صفر) ارتفاع پر شدن مخزن بدون فشار گاز. [۶]

واحد با مخزن گاز متحرك، که در ایران به نام بیوگاز هندی شناخته شده، شامل هاضم و مخزن نگهدارنده گاز متحرك است (شکل ۳). مخزن نگهدارنده گاز یا بر روی لجن تخمیری و یا در پوسته (ژاکت) آب مخصوص به خود شناور است. گاز متصاعد شده در مخزن شناور جمع آوری می شود. اگر گاز مصرف شود مجدداً به حالت اول برمیگردد.

مزایا: فراگیری کارکرد آن آسان است. وجود سرپوش متحرك باعث می شود که فشار ثابت باقی مانده و بستگی به وزن سرپوش داشته باشد (تقریباً ۷ الی ۱۵ سانتیمتر آب). حجم گاز ذخیره شده بطور مستقیم قابل رویت است و در ساختمان آن اشتباه کمتری رخ می دهد.

معایب: هزینه سنگین برای ساخت مخزن شناور دارد. قطعات فولادی که با زنگ زدگی مواجه می شوند، سبب کوتاه شدن عمر واحد می گردد (تا ۱۵ سال و نواحی گرمسیر تا ۵ سال). وجود همین سرپوشها باعث اتلاف حرارتی می شود. مخارج تعمیر و نگهداری ناشی از هزینه های رنگ آمیزی زیاد است.



شکل ۳- واحد بیوگاز با مخزن متحرك

- ۱- مخزن هم زن با لوله ورودی، ۲- هاضم، ۳- جریان سرریز از لوله خروجی، ۴- مخزن نگهدارنده گاز که در سطح مایع شناور است، ۵- خروجی گاز با خمش لوله اصلی، ۶- اسکلت راهنما برای مخزن گاز، ۷- اختلاف ارتفاع برابر با فشار گاز برحسب سانتی متر، آب، ۸- لایه شناور هنگامی که از الیاف به عنوان خوراک استفاده شود، ۹- لجن غلیظ، ۱۰- انباشتگی شن و سنگ. [۶]

از انواع واحدهای یاد شده، نوع بالونی در ایران ساخته نشده است و از حدود ۶۰ واحد بیوگاز ساخته شده، نوع مخزن متحرک بیشتر بوده است. با مطالعاتی که جهاد سازندگی بر روی دستگاه های مولد بیوگاز در پاره ای از کشورهای جهان انجام داده، از نوع مولدهای ثابت و شناور، دستگاه مولد بیوگاز از نوع شناور برای کشور مناسب تر تشخیص داده شده است.

مرکز تحقیقات و انرژی های نو سازمان انرژی اتمی بعد از طراحی و ساخت دو نوع مولد ثابت و متحرک (در سالهای ۶۳-۱۳۶۱) و انجام آزمایشها و مطالعات دیگر، نوع مخزن ثابت را ترجیح داده و واحدهای ساخته شده در جزیره کیش و ماهدشت نیز از نوع ثابت بوده اند.

همانگونه که در بخش اول اشاره شد، مراکز تحقیقاتی و دانشگاهی به صورت پراکنده کارهایی در این زمینه انجام داده اند که جزئیات دقیق و فنی آنها منتشر نگردیده است، فقط باید اشاره کرد که در مورد واحد احداث شده در شاهین دژ، سیستم جدید « دین باندهو » که یک مدل مخزن ثابت هندی است، بکار گرفته شده است. همچنین کانون مطالعات توسعه پایدار دو دستگاه بیوگاز چینی در " الشتر " لرستان و روستای " کلم بالا" ایلام به ترتیب در سالهای ۱۳۵۸ و ۱۳۶۲ ساخته و به بهره برداری رسانید. اما بعداً هر دوی این واحدها از سوی اداره بهداشت تخریب شدند.

علل اختلاف در ترجیح یک نوع مولد بر انواع دیگر در برخی گزارشها چنین ذکر شده که بیوگاز از نوع شناور حدود ۴۰ درصد گرانتر از نوع ثابت هزینه دارد، همچنین با توجه به ساخت ساده، عمر طولانی و تعمیرات اندک، برخی کارشناسان، بیوگاز با مخزن ثابت را کلاً ترجیح داده اند.

اما مسئولین احداث واحدهای بیوگاز وزارت جهاد سازندگی، نکاتی را مطرح کرده اند که قضاوتهای فوق را مورد تردید قرار می دهد. ایشان اشاره کردند که از ۴۰ دستگاه واحد بیوگاز ساخته شده توسط جهاد در مناطق مختلف (بیشتر در استانهای خراسان، گلستان، مازندران و ایلام) ۷ دستگاه به صورت بیوگاز با مخزن ثابت ساخته شد که هیچگاه به مرحله گازدهی نرسید و حتی نظارت و راه حل های کارشناسان چینی در این موارد کارساز نبوده است. آخر الامر این ۷ دستگاه نیز به مدلهای شناور تبدیل شدند. مهمترین مشکل از نظر مسئولان تامین دمایی لازم برای هضم بوده است. همچنین گفته شده که چند دستگاه بیوگاز با مخزن متحرک که توسط سازمان انرژی اتمی در استان سیستان و بلوچستان احداث شد که به مرحله گازدهی نرسید. [۶]

از سوي ديگر دست اندرکاران بخش بيوگاز مرکز تحقيقات انرژي هاي نو سازمان انرژي اتمي، در مقابل نکات فوق مطالبي را مطرح کرده اند که اهم آنها را مي توان چنين تقرير کرد: علت اصلي به گاز نرسيدن واحدهاي جهاد سازندگي، گازبندي نکردن درست و کامل و عايق بندي نامطلوب آنها بوده است. ساخت هاضم ثابت نياز به دقت زياد در بندکشي و سيمان کاري آن دارد که عموماً رعايت نمي گردد. هم چنين آن مرکز استفاده از وسايل گرمائش هاضم در مناطق سردسير را ضروري دانسته و در غير اينصورت توصيه مي نمايد که از بيوگاز در اين مناطق چشم پوشي شود.

مجموعه نکات فوق اين نتيجه را بدست مي دهد که قضاوت نهايي درباره انتخاب بيوگاز منوط به داشتن اطلاعات دقيق و کامل از بيوگاز ساخته شده و همچنين پايش و ثبت پارامترهاي راهبري (در صورت امکان واحدهاي موجود و در غير اينصورت واحدهاي جديد آزمائشي) مي باشد. متاسفانه گزارشهاي فني و يا اطلاعات واحدهاي ساخته شده در دسترس نيست و قضاوت نهايي که اشکالات طراحي و به خصوص راهبري را مشخص کند امکان پذير نيست. براي انتخاب صحيح مدل بيوگاز نياز به همه اطلاعات ساخت نظير حجم هاضم، حجم مخزن گاز، جزئيات سرپوش و جزئيات ورودي و خروجي (و اطلاعات راهبري پايش شده (از جمله نوع خوراک، مقدار ترکيب خوراک با آب، درصد توليد گاز، درصد گازهاي جزئي تشکيل دهنده بيوگاز، ثبت PH (دما و فشار) مي باشد. وجود اين اطلاعات نشان مي دهد که عيوب کار چقدر به طراحي و چقدر به راهبري مرتبط است. اين نکات وقتي برجسته مي شود که يادآور شويم که بازده دستگاه بيوگاز با حجم ثابت رابطه مستقيم با راهبري صحيح دستگاه دارد.

مهارتها و تجهيزات لازم براي ساخت و راهبري واحدهاي بيوگاز در مراجع مختلف به تفصيل مورد اشاره قرار گرفته است و گستره اي از مصالح و لوازم متداول ساختماني و نيروي انساني ماهر را در بر مي گيرد. همانطور که در مراجع ديده مي شود، فن آوري بيوگاز ساده بوده و نياز به تجهيزات پيشرفته يا متخصصين خاص ندارد، به نحوي که به يك فن آوري جهان سومي شهرت پيدا کرده است. اگر اين گفته را بپذيريم که صنعت ساختمان که زيترگروههاي زيادي از جمله سازه، مکانيک و برق دارد، در ايران بالنسبه پيشرفته است، مي توان حکم داد که با توجه به بررسي هاي فوق، سازندگان احتمالي بيوگاز روستايي در ايران مي توانند بسياري از شرکتهاي ساختماني و تاسيساتي باشند. پس در مجموع مي توان گفت که طراحان اين دستگاه ها مي توانند وزارتخانه ها يا سازمانهاي باشند که در اين زمينه فعاليت داشته اند. مشاورين و پيمانکاران نيز مي توانند کليه شرکتهاي ساختماني-تاسيساتي، خصوصاً شرکتهاي فعال در احداث و بهره برداري پروژه هاي فاضلاب باشند. اين شرکتهاي نيز مي توانند کار را به پيمانکاران محلي واگذار کرده، خود بر کار آنها نظارت داشته و بعضي مصالح يا تجهيزات مورد لزوم را تهيه نمايند.

رآکتورهاي بيهوازي به دو صورت عمده به کار مي روند :

الف- رآکتورهاي هضم بيهوازي لجن حاصل از تصفيه فاضلاب

ب- رآکتورهاي تصفيه بيهوازي فاضلاب

هاضمهاي لجن داراي انواع گوناگون بوده که چهار نوع بسيار متداول آن عبارتند از هاضم متعارف، بانرخ بالا، دو مرحله اي و تخم مرغي شکل. معمولي ترين اين هاضم دو مرحله اي مي باشد که بازده بالاتري در توليد متان و همچنين از بين بردن پاتوژن ها (عوامل بيماريزا) دارد. هاضم هاي تخم مرغي شکل اخيراً در حال گسترش بوده و مزايای زيادي نسبت به انواع قديمي تر دارد. راهبري هاضم ها بيشتتر به اختلاط و گرمایش هاضم بر مي گردد. انواع روشهاي اختلاط شامل تزريق گاز، هم زدن مکانیکی و پمپاژ مکانیکی به کار مي رود. روشهاي گوناگوني نیز براي گرم کردن هاضم وجود دارند. يك راه گرم کردن هاضم، گرمایش لجن و فرستادن آن به درون هاضم و راه حل ديگر استفاده از لوله هاي آب گرم در داخل هاضم مي باشد. دماي بهينه هاضم ۲۹ تا ۳۸ درجه سانتیگراد و pH بهينه در حد ۷ تا ۷/۲ ذکر شده است.

براي کاربردهاي معمولي (مثلاً سوزاندن) معمولاً هيچ عملي روي گاز انجام نمي شود، اما براي استفاده به عنوان سوخت موتورهاي احتراق دروني و توربين هاي گازي بايد درصد سولفيد هيدروژن (H₂S) را به کمتر از ۰/۰۱۵ % رساند. مقدار گاز حاصله بستگی به نوع تصفيه بکار رفته متفاوت است و مي تواند بين ۶۵ تا حتي ۱۰۰ درصد انرژي مورد نیاز تصفيه خانه فاضلاب را برآورد سازد. از گاز حاصله مي توان براي گرم کردن هاضمها، گرم کردن آب براي مصرف در نقاط ديگر تصفيه خانه، توليد الکتریسیته، پمپاژ و ... استفاده کرد. يك نمونه قابل ذکر در اين مورد تصفيه خانه هپيريون (Hyperion) در غرب لس آنجلس مي باشد : اين تصفيه خانه روزانه ۱/۲۱۰ تا ۱/۵۱۰ ميليون ليتر فاضلاب را تصفيه مي کند. از سال ۱۹۸۷ دو راه حل براي توليد انرژي در تصفيه خانه در نظر گرفته شده است : [۸]

(۱) بيوگاز حاصل از هاضم هاي بيهوازي براي توليد برق بوسيله سه توربين- هر يك به ظرفيت ۴۵۰۰ كيلو وات- بکار ميرود.

(۲) مواد جامد در هاضم خشك شده، در کوره هاي بستر سيال سوزانده شده و احتراق صورت مي گيرد. خاکستر حاصل نیز به عنوان سيمان به کار گرفته مي شود.

سه هاضم موجود در تصفيه خانه از نوع دو مرحله اي بوده که با يکديگر سري مي باشند. اين هاضم ها به طور متوسط ۲۲۱۲۵۰ متر مکعب بيوگاز در روز توليد مي کنند. سولفيد هيدروژن موجود در بيوگاز بوسيله افزايش ترکيبات آهن به هاضم و ته نشيني اوليه کنترل مي گردد. بيوگاز توليدي داراي ۶۰ تا ۱۰۰ ppm سولفيد هيدروژن است که در يك واحد سولفور زدایی به ۴۰ ppm مي رسد. اين واحد روزانه حدود ۲۲/۷ تا ۲۷/۲ كيلوگرم

گوگرد تولید می نماید. به علت حجم کم تولید لجن، سوزاندن لجن هنوز به صرفه نمی باشد. ژنراتورهای بخار و گاز مجموعاً ۲/۲۵ مگاوات برق تولید می کنند، هر چند که دامنه معمولی تولید بین ۱۶ تا ۲۶ مگاوات است. میزان صرفه جویی سالیانه در هزینه های الکتریسیته حدود ۸/۴۲ میلیون دلار می باشد.

در ایران تنها تصفیه خانه جنوب اصفهان از هاضم استحصال بیوگاز را انجام داده که آنهم در مشعل تصفیه خانه سوزانده می شود. [۶]

اما رآکتورهای بیهوازی بسیار متنوع و گوناگون می باشند که معمولاً براساس فرایند تقسیم بندی می شوند: فرایند تماس بیهوازی، فرایند رشد چسبنده بیهوازی و فرایند بیهوازی ترکیبی. چون از این سه نوع، نوع سوم در ایران بیشتر به کار رفته است، مختصری درباره آن توضیح داده می شود.

رآکتور بیهوازی ترکیبی برای تصفیه فاضلاب های قوی و ضعیف، بکار می روند. معمولترین روش در این حالت، بستن لجن بیهوازی با جریان بالارو (UASB : Upflow Anaerobic Sludge Blanket) می باشد. در این روش که در هند ابداع شد، فاضلاب ورودی از پایین به رآکتور وارد می شود و هنگام بالا رفتن، ذرات و دانه های بیولوژیک به اندازه های ۱/۶ تا ۶/۴ میلیمتر تشکیل شده سبک را به سمت بالا می آورد. در ایران از اواخر دهه ۱۳۶۰ تحقیقاتی در زمینه استفاده از UASB در دانشگاه صنعتی شریف آغاز گردید. در مقیاس واقعی، شش رآکتور از این نوع در ایران بکار گرفته شده که دو مورد آن-خوراک دام لرستان و خمیر مایه خراسان-توسط شرکتهای خارجی طراحی و ساخته شده اند و چهار رآکتور دیگر توسط شرکت های ایرانی طراحی و ساخته شده اند. خلاصه ای از مشخصات آنها به شرح زیر است:

۱- سه رآکتور USAB برای تصفیه فاضلاب کارخانه قند میاندوآب توسط شرکت « آب پردازان بهار » طراحی و ساخته شده اند. حجم این رآکتورها به ترتیب ۸۰۰ و ۴۵۰ و ۴۵۰ مترمکعب بوده و جنس آنها از بتن مسلح می باشد. آهنگ بارگذاری رآکتورها 20-30 ton BOD/day و تولید بیوگاز ۱۰۰۰۰ متر مکعب در روز گزارش شده است. هم چنین این شرکت یک رآکتور UASB با حجم ۵۵ متر مکعب برای کشتارگاه مرغ در نوشهر طراحی و اجرا کرده که علاوه بر تصفیه بسیار مناسب فاضلاب، از آن بیوگاز نیز استخراج می گردد.

۲- رآکتور UASB مجتمع الکل سازی بیدستان قزوین: در این مجتمع دو رآکتور فلزی-هر یک به ظرفیت ۴۰۰ متر مکعب توسط دکتر هاشمیان و دکتر شایگان طراحی و توسط مجتمع ساخته شده است. این رآکتورها حدود ۱۵۰ مترمکعب فاضلاب در روز را تصفیه

می کنند. COD ورودی به راکتورها 40000 mg/l و COD خروجی از آنها حدود 8000 mg/l (درصد حذف ۸۰ درصد) می باشد.

متاسفانه پایش منظم و دقیقی از بیوگاز تولیدی صورت نمی گیرد اما در زمستان از بیوگاز گرمایش راکتور استفاده می شود.

۳- راکتور UASB کارخانه نشاسته و گلوکز یاسوج: این راکتور توسط شرکت " زلال ایران " طراحی و ساخته شده است. جنس آن بتن مسلح بوده و روزانه ۶۰۰ تا ۷۰۰ متر مکعب فاضلاب را با غلظت COD ۷۰۰۰ تا ۱۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر دریافت می کند. بدلیل وجود پاره ای نقایص در سیستم گازبندی، استخراج بیوگاز در این راکتور تاکنون قابل ملاحظه نبوده است.

۴- راکتور UASB کارخانه شیر پاستوریزه: پس از نیمه کاره ماندن طرح تصفیه خانه فاضلاب شیر پاستوریزه تهران که به کنسرسیوم مشاورین ایرانی و آلمانی سپرده شده بود، ادامه کار به مرکز آب و انرژی دانشگاه صنعتی شریف واگذار گردید و با ارائه طرح فرایند توسط دکتر هاشمیان، عملیات ساخت شروع شده و تا کنون به پایان رسیده است. این تصفیه خانه از یک مخزن متعادل سازی، چهار دستگاه راکتور UASB و واحد تصفیه هوایی تشکیل شده است. ظرفیت هر یک از راکتورها ۳۲۰ متر مکعب و جنس آن از بتن مسلح می باشد. به دلیل تولید و پرورش لجن گرانوله سازگار با فاضلاب صنایع شیر در مخزن متعادل سازی و انتقال آن به درون راکتور، فرایند تصفیه خیلی سریع آغاز شد و تولید بیوگاز از همان روزهای نخست راه اندازی شروع گشت. متاسفانه هم اکنون از بیوگاز حاصله استفاده نشده و تنها سوزانده می شود. [۶]

۴- عوامل بازدارنده در گسترش فن آوری تولید بیوگاز در ایران

علل متعددی باعث شده اند که تولید بیوگاز در ایران گسترش نیافته و جایگاه درخوری را میان انواع انرژی نداشته باشد. مواردی که در پی می آید مهمترین این علل می باشند:

الف- ارزان بودن انرژی در ایران: انرژی های در دسترس در کشور به علت متکی بودن بر منابع زیرزمینی و تعلق یارانه به آنها، با بهای اندک به دست مصرف کننده می رسند (مقایسه شود قیمت انرژی در آمریکا ۱۲/۹ ریال بر مگاژول با قیمت انرژی در ایران ۲/۳ ریال بر مگاژول با برابری هر دلار ۳۰۰۰ ریال). این در حالی است که تولید هر انرژی غیر متعارف جدید مانند انرژی خورشیدی، باد و زیست توده، مستلزم صرف هزینه های به نسبت زیادی می باشد. از جمله این هزینه ها می توان به هزینه های زیر اشاره کرد:

(۱) هزینه های تحقیق و توسعه

(۲) هزینه های پشتیبانی مقدماتی

(۳) هزینه های توسعه اقتصادی و فن آوری صنایع وابسته

(۴) هزینه های حفاظتی و مراقبتی

(۵) تخفیف های مالیاتی

و سایر هزینه های متعارف دیگر مانند سرمایه گذاری اولیه، هزینه های راهبري و مدیریت، تعمیرات و ... باید لحاظ شوند. از طرف دیگر باید توجه داشت که حتی قیمت تمام شده انرژی های متعارف-نظیر سوختهای فسیلی-قیمت واقعی آنها نبوده و برای محاسبه قیمت های اصلی آنها، هزینه های دیگری را نیز باید در نظر داشت که در این کشور لحاظ نمی شوند. از مهمترین این هزینه ها، هزینه های رفع آلودگی ایجاد شده توسط نیروگاه ها، هزینه های زیست محیطی استفاده از سوختهای آلاینده و هزینه های تخریب منابع طبیعی می باشند. در هر حال بدون در نظر گرفتن عوامل فوق، قیمت هر گیگاژول انرژی معادل بیوگاز تولیدی در ایران را ۱۰ تا ۱۳ دلار برآورد کرده اند که در مقایسه با قیمت سوختهای دیگر (مثلاً گاز طبیعی $\$ / GJ$ ۱/۲۱) عدد بزرگی می باشد.

مسئله دیگری که مطرح می شود این است که تغییر قیمت انرژی، مسئله ای بسیار پیچیده بوده که به عوامل گوناگون اقتصادی، سیاسی، اجتماعی و سیاسی می انجامد و در نتیجه سیاستگذاری در امر انرژی مستلزم بررسی های کارشناسانه، دقیق و طولانی مدت بوده که در نهایت راه را برای جایگزین کردن سوختهای پاکیزه و تجدید پذیر هموار کند.

ب- نبودن مرجع و متصدی مشخص برای بیوگاز در کشور: هر چند که از گسترش بیوگاز در جهان زمان زیادی نمی گذرد و تا چندی پیش به عنوان یک فن آوری فقیر تلقی می شد، اما این مسئله دلیل قانع کننده برای عدم گسترش این فن آوری در ایران نمی شود. با توجه به فن آوریهای نسبتاً ساده ساخت هاضمهای لجن، مولد بیوگاز روستایی و راکتور های بیهوازی، انتظار می رود که با یک برنامه ریزی صحیح و حساب شده، بیوگاز جایگاه ویژه خود را پیدا کند. مهمترین عامل که باعث شده است در این زمینه سیاست مشخص و مدونی وجود نداشته باشد، تعداد مراکز تصمیم گیری-به عبارت بهتر نبود یک مرکز مشخص تصمیم گیری-برای این گونه انرژی می باشد.

ج- نبود روحیه مشارکت در مردم: یکی از دلایل مهم گسترش بیوگاز-خصوصاً بیوگاز روستایی در ایران-عدم مشارکت مردمی در ایجاد و اداره واحدهای ایجاد و اداره واحدهای ایجاد شده بوده است. این مطلب در مصاحبه با دست اندرکاران بیوگاز جهاد سازندگی و سازمان انرژی اتمی و بازدیدهای محلی به وضوح مشاهده شد. متأسفانه دسترسی به انرژی ارزان، گریز از کارهای سخت و کارهای به اصطلاح غیر تمیز (مثل حمل و بارگذاری فضولات دامی) و عدم تشویق مسئولین در این زمینه باعث شده است که این روحیه انفعالی و بی تفاوتی بیشتر تشدید گردد. نبود روحیه همکاری و مشارکت در مردم ایران-خصوصاً در سده های اخیر-بحثی است که مفصل بوده و به عوامل گوناگون اجتماعی، سیاسی و تاریخی بر می گردد و نمود آن در عدم تشکیل و پایداری حزب های بزرگ، نبود شرکتهای بزرگ خصوصی چند نفره، عدم موفقیت در ورزشهای گروهی تجلی پیدا کرده است.

د- آگاهی کم و آموزش ناکافی: یکی دیگر از دلایل مهم عدم گسترش فن آوریهای بیوگاز به آگاهی کم مردم- و حتی مسئولین- از مزایای این فن آوری ها و معایب سایر انرژی غیر تجدید پذیر و آموزش ناکافی در این زمینه ها در سطح و منابع طبیعی هستند و از سوی دیگر فن آوریهای تولید بیوگاز علاوه بر اینکه خود آلاینده نیستند، از ورود عوامل آلاینده محیط زیست و بیماری زا (مانند فضولات و فاضلاب ها) به محیط جلوگیری کرده، ایجاد اشتغال نموده و به رفاه عمومی جامعه کمک شایانی می نمایند. متأسفانه مسائلی نظیر موارد فوق نه برای مسئولین و نه برای مردم اهمیت نداشته و به آنها بها داده نمی شود. همین امر باعث می گردد که هیچ گونه آموزشی برای معرفی این فن آوری ها و مزایای آنها و به تبع آن استفاده از آنها به عنوان منابع مهم تولید انرژی پاک و تجدید پذیر صورت نگرفته باشد. در نتیجه طبیعی است که اهمیت و لزوم استفاده از این انرژی برای مردم مشخص نبوده و با استقبال روبرو نشد.

ه- کمبود اطلاعات فنی: متأسفانه جزئیات کارهای پراکنده و معدودی که در کشور صورت گرفته، ثبت و نگهداری نشده اند. از سویی عدم دقت در ثبت داده ها (در همه مراحل طراحی، ساخت و راهبري) و از طرف دیگر به روز نبودن دانش فنی موجود در این رشته علمی باعث شده است که هم بازده واحدهای بیوگاز احداث شده اندک بوده و هم تصمیم گیری در اداره واحدهای بعدی با شک و تردید زیاد همراه باشد.

نتیجه گیری:

ایران از جمله کشورهایایی است که دارای منابع گسترده ای برای تولید بیوگاز می باشد. با احتساب مقادیر معمول بازدهی بیوگاز از فضولات دامی، زائدات کشاورزی، زباله های شهری و فاضلاب های شهری و صنایع غذایی و اعمال ضرایب اطمینان، بیوگاز حاصل به طور میانگین حدود ۱۶۱۴۶/۳۵ میلیون متر مکعب، معادل ۳۲۳ پتاژول (10^{15} ژول) انرژی خواهد بود.

متأسفانه علی رغم داشتن این پتانسیل و فن آوری نسبتاً ساده مولد و رآکتورهای بیوگاز، از این منابع هیچ گونه استفاده شایانی در کشور نمی گردد. واحدهای انگشت شمار موجود هم به علت مشکلات اجرایی و عدم راهبري صحیح و کارآ، بازده مطلوبی ندارند. هم اکنون ۲ مولد بیوگاز روستایی (هضم فضولات دامی)، یک مولد هضم فاضلاب انسانی و سه رآکتور تصفیه فاضلاب های صنعتی از بیوگاز تولیدی استفاده می کنند. این اعداد در مقایسه با تعداد واحدهای بیوگاز روستایی در کشورهای چین، هند و نپال (به ترتیب ۵۰۰۰۰۰۰، ۲۷۰۰۰۰۰ و ۳۷۰۰۰۰ در حکم صفر است. مهمترین عوامل بازدارنده در توسعه بیوگاز در ایران عبارتند از ارزان بودن انرژی، نبودن مرجع و متصدی مشخص و واحد برای این نوع انرژی، عدم مشارکت مردمی و عدم آموزش و آشنایی کافی.