

بیوگاز و نتایج زیست محیطی آن

فروغ الزمان لیمویی^۱، حسن محبت کار^۲

چکیده

در سال‌های اخیر روند رو به رشد مصرف انرژی، پدیده بحران انرژی را در جهان بوجود آورده است. افزایش تقاضا برای سوخت‌های فسیلی و قیمت بالای آنها موجب شده است که توجه زیادی به منابع انرژی تجدیدپذیر صورت گیرد. یکی از این منابع تجدیدپذیر بیوگاز می‌باشد که از پسماندهای دامی، کشاورزی، شهری و صنعتی قابل استحصال است. انرژی زیست توده شامل انرژی تولیدی از کلیه ضایعات حاصل از موجودات زنده می‌باشد و بعد از انرژی خورشیدی بالاترین پتانسیل انرژی را دارا می‌باشد و در حال حاضر با توجه به مزایای ویژه‌ای نظیر مزایای اقتصادی، محیط‌زیستی، پراکندگی و دسترسی آسان، بالاترین سهم را در میان تجدیدپذیرها به خود اختصاص داده است. استفاده از زیست توده به عنوان یک منبع انرژی نه تنها به دلایل اقتصادی بلکه به دلیل زیست محیطی نیز جذاب بوده و از طرفی آن را عامل تسریع در رسیدن به توسعه پایدار می‌دانند. ضمناً این منبع تنها منبع انرژی تجدیدپذیر است که در کنار هیدروژن می‌تواند به عنوان سوخت در خودروها نیز استفاده شود. همچنین میزان نشر مواد آلاینده ناشی از احتراق زیست توده معمولاً کمتر از سوخت‌های فسیلی است و بهره‌برداری تجاری از زیست توده می‌تواند مشکلات مربوط به انهدام ضایعات و زباله در سایر صنایع از جمله جنگلداری و تولیدات چوب، فرآورده مواد غذایی و بخصوص ضایعات جامد شهری در مراکز شهری را حذف نموده و یا کاهش دهد.

واژگان کلیدی: سوخت‌های فسیلی، توسعه پایدار، انرژی تجدیدپذیر، مواد آلاینده، بیوگاز.

^۱ کارشناسی ارشد جغرافیا، دانشگاه پیام نور اصفهان

^۲ استاد دانشگاه اصفهان (نویسنده مسئول)

مقدمه

می‌روند در اثر توسعه ناپایدار، الگوهای نادرست مصرف انرژی، افزایش جمعیت و ... در سال‌های اخیر با شدت بیشتری ادامه داشته‌اند. چگونگی تولید و استفاده از حامل‌های انرژی در بخش‌های مختلف مصرف‌کننده، از عوامل موثر در ایجاد آلودگی محیط‌زیست در مقیاس محلی، منطقه‌ای و بین‌المللی می‌باشد. مصرف انرژی‌های فسیلی به کاهش و در نهایت اتمام منابع و ذخایر آنها منجر می‌شود. به همین دلیل استفاده بهینه از انرژی در فرآیند توسعه اقتصادی همواره به عنوان یک هدف مهم در توسعه پایدار مدنظر بوده است. یکی از مناسب‌ترین انرژی‌های تجدیدپذیر که از زمان‌های بسیار گذشته مورد استفاده بوده و علاوه بر تجدیدپذیر بودن و سازگاری با محیط‌زیست دارای منافع اقتصادی اجتماعی نیز می‌باشد، انرژی بیوماس (بیوگاز) می‌باشد که پس از انرژی آب در جایگاه دوم قرار دارد (پورخیز و جوانمردی، ۱۳۸۹: ۵).

بیوگاز چیست؟

زیست توده یکی از منابع عمده در میان انواع منابع انرژی‌های نو می‌باشد. تعاریف متعدد و گوناگونی از این منابع شده است. تعریف اتحادیه اروپا از زیست توده که در راهنمای EC/۷۷/۲۰۰۱ در ۲۰۰۱ میلادی عنوان شده، عبارت است از: «اجزا قابل تجزیه زیستی از محصولات، پسماندها و ضایعات کشاورزی (شامل مواد گیاهی و دامی)، جنگل‌ها و صنایع وابسته و همچنین پسماندهای صنعتی و شهری قابل تجزیه.» براساس تعریف علمی ارائه شده برای زیست توده در این آئین‌نامه، زیست توده به سوخت‌هایی اطلاق می‌گردد که از جرم توده فیتوپلانکتونها و جرم توده زئوپلانکتونها ساخته می‌شوند.

بیوگاز به عنوان محصول طبیعی واکنش‌های تجزیه بی‌هوازی مواد آلی کربن‌دار به واسطه میکروارگانیسم‌ها، از پتانسیل بالایی برای تولید انرژی سوختی برخوردار است. روزانه مقادیر قابل توجهی فاضلاب و پسماندهای خشک در نتیجه زندگی شهری انسان تولید می‌شود و آسیب‌های مخربی به محیط‌زیست وارد می‌نماید. تخلیه فاضلاب‌های انسانی و صنعتی به محیط‌های طبیعی، از یکسو و پسماندهای جامد شهری از سوی دیگر منجر به آلودگی آب، خاک و هوا می‌گردد. با جمع‌آوری پسماندهای جامد شهری و لجن تصفیه‌خانه‌های فاضلاب در راکتورهای ویژه و در حضور باکتری‌های بی‌هوازی انواع بیوگازها و به ویژه متان تولید شده، بسیاری از آلاینده‌های زیست محیطی کاهش پیدا می‌کند. انواع پسماندهای جامد انسانی، حیوانی و گیاهی و همچنین لجن حاصل از فرایندهای مختلف تصفیه فاضلاب تحت تأثیر فعالیت‌های میکروبی در فرایند تولید بیوگاز به ساختارهای معدنی تبدیل می‌شود و نتیجه این واکنش‌ها گازهایی خواهد بود که به عنوان منابع عظیم سوختی و انرژی می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. همچنین، از محصولات فرعی یا باقیمانده این واکنش‌های تجزیه‌ای می‌توان به عنوان کود در فعالیت‌های کشاورزی استفاده نمود (آذری‌کیا، ۱۳۹۲: ۲).

روند فعلی مصرف انرژی در جهان، بشر را با دو بحران بزرگ آلودگی محیط‌زیست و شتاب فزاینده در تهی نمودن منابع انرژی روبرو نموده است. آلودگی محیط‌زیست، پدیده تغییر اقلیم و تجدیدناپذیری که از چالش‌های اصلی استفاده از منابع انرژی فسیلی به شمار



طریق انرژی‌های نو انجام داده‌اند. اما همانطور که می‌دانیم تمام اجساد حیوانات و گیاهان پوسیده می‌شود. بصورت خلاصه علل استفاده از بیوگاز را می‌توان در موارد زیر برشمرد:

۱- تولید انرژی تجدیدپذیر؛ ۲- کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی؛ ۳- دسترسی آسان به انرژی.

کمبود انرژی، وفور مواد فسادپذیر اعم از مایع یا جامد از یکسو و سادگی عمل باتوجه به هزینه‌های کم و کاربرد متنوع دستگاه‌های بیوگاز از سوی دیگر سبب شده است که این سیستم در بسیاری از کشورها به صورت یک تکنولوژی ساده مورد بهره‌برداری قرار گیرد. مثلاً کشور چین تقریباً با هفت میلیون دستگاه بیوگاز مقام اول را در جهان داراست. البته استفاده از سیستم بیوگاز در اغلب کشورهای جنوب شرقی آسیا وجود دارد، از این سیستم در این کشورها بیشتر برای سه منظور استفاده می‌شود. تولید انرژی برای روستاها با قیمت ارزان، بهسازی محیط‌زیست و جلوگیری از آلودگی آن و تهیه کود حیوانی غنی‌تر برای کشاورزی. در اغلب روستاهای هندوستان و چین از گاز متان برای پختن غذا و گرمایش استفاده می‌کنند. جالب است که بدانید به طور نظری از یک وعده فضولات یک گاو می‌توان مقدار کافی گاز متان برای پختن غذای یک نفر به دست آورد. برای این کار فضولات گاو و آب را به نسبت حجمی ۴ به ۵ مخلوط می‌کنند و سپس آن را در دستگاه تولید گاز برای تخمیر می‌ریزند. پس از عمل تخمیر، گازمتان از لوله‌ای خارج گشته و به مصرف پخت و پز می‌رسد (کاردانپور، پیشین: ۶۵).

مجموعه گازی‌های تولید شده از هضم فضولات حیوانی یا انسانی و گیاهی را که در نتیجه فقدان اکسیژن و فعالیت باکتری‌های غیرهوازی، بویژه متان‌زا در یک محفظه تخمیر (Digester tank)، بوجود می‌آید اصطلاحاً بیوگاز می‌نامند. گازهای تولیدی مخلوطی از متان (در حدود ۶۵ درصد) و دی‌اکسیدکربن (در حدود ۳۵ درصد) است که می‌تواند جهت سوخت، روشنایی و یا بهره‌گیری در تولید انرژی مکانیکی مورد استفاده قرار گیرد و درصد ترکیبات مختلف آن بستگی به نوع مواد اولیه‌ای دارد که برای تولید گاز مصرف می‌شود (ساعتلو، ۱۳۸۱: ۱). تولید بیوگاز در کشورهایی که سوخت در آنجا کمیاب و بسیار گران است با اهمیت می‌باشد. دهکده‌ای کوچک می‌تواند با استفاده از زباله و فاضلاب خود، بیوگاز تولید کند. مردم می‌توانند فضولات حیوانات مزرعه را جمع کرده و آنها را در مخزنی بریزند. بعضی از فضولات به مایع تبدیل می‌شود و چندی نمی‌گذرد که مایع از خود، متان متصاعد می‌کند که می‌توان در مخزنی آنها را ذخیره و سپس از آنها استفاده کرد. این گاز می‌تواند در منازل برای آشپزی و بخاری و یا به عنوان سوخت برای تقویت موتور یا ژنراتور الکتریکی مورد استفاده قرار گیرد (کاردانپور، ۱۳۸۹: ۶۴).

علل استفاده از بیوگاز

یکی از دغدغه‌های جامعه بشری در حال حاضر حفظ محیط زیست خود و نجات کره‌ی زمین و حیات آن از عواقب مصرف و اتمام سوخت‌های فسیلی و آلودگی‌های پایدار سوخت‌های اتمی است، بیشتر کشورهای دنیا برنامه‌ریزی گسترده‌ای برای تأمین انرژی مورد نیاز خود از

تاریخچه زیست توده

به جرأت می‌توان گفت که بهره‌برداری از انرژی زیست توده شامل چوب، خار و خاشاک به دوران کشف آتش باز می‌گردد. منابع زیست توده بویژه چوب تا زمان کشف و بهره‌برداری از منابع فسیلی همواره نقش غالب و بلامنازعی در تأمین انرژی جامعه بشری عهده‌دار بوده‌اند و این نقش تا اوایل قرن بیستم نیز ادامه داشته است. بشر از زمان‌های دور آتش‌سوزی خودبخودی در محل تجمع منابع زیست توده نظیر مرداب‌ها، فضولات و پسماندها را مشاهده می‌کرده ولی از دلایل آن آگاهی نداشته است. قدیمی‌ترین مورد خروج گاز و اشتعال ناقص آن ناشی از دفن زباله در طبقات زیرین زمین توسط پیلی نی روسی گزارش شده است. وی خروج گاه به گاه گاز و اشتعال ناقص آن را از طبقات زیرین زمین مشاهده کرد. ولی وان هلمونت در سال ۱۶۳۰ شناسایی و اشتعال این گاز را رسماً اعلام کرد. در سال ۱۶۶۷ دانشمندی به نام شرلی گاز مرداب (بیوگاز) را کشف نمود ولی از نظر علمی و عملی شناسایی گاز متان به عنوان ترکیب اصلی بیوگاز از مواد تخمیر شده توسط ولتا و در سال ۱۷۷۶ صورت گرفته است. وی پس از مطالعات زیاد دریافت که مقدار گاز متان تولید شده بستگی به میزان خاک و برگ پوسیده گیاهان دارد که در طبقات زیرین زمین دفن شده‌اند. وی همچنین دریافت که در صورتی که نسبت معینی از گاز متان با هوا ترکیب شود تولید انفجار می‌نماید. اولین تجزیه شیمیایی گاز متان نیز به وسیله وی صورت گرفته است. شروع تحقیقات عمده در زمینه تخمیر بی‌هوازی و کاربرد آن را به شخصی به نام دیوی و در سال ۱۸۰۸ نسبت داده‌اند. او از طریق تخمیر کود گاوی و با

استفاده از تقطیر در خلاء، ۳ درصد لیتر گاز متان تولید نمود اما در ایران، حمام شیخ بهایی مربوط به قرن یازدهم هجری احتمالاً نخستین حمامی بود که به وسیله‌ی گاز متان که حاصل از مرداب پشت حمام بوده، گرم می‌شده است (کاردانیپور، پیشین: ۶۶).

راز حمام شیخ بهایی

در متون آمده است که این حمام دارای خزینه‌ای بوده که آب آن خودکار و بدون مصرف مستقیم انرژی گرم می‌شده و از این رو ساخت آن را به شیخ بهایی بحرالعلوم عصر خویش نسبت می‌دهند. کتابی از شیخ در رابطه با ساخت حمام‌ها که هنوز موجود است باقی مانده و دارای عبارات و اصطلاحات پیچیده و سنگینی است. در این کتاب روش‌های ساخت خزینه و ایزوله (عایق‌بندی) آن را شرح داده است. اما در رابطه با سر حمام، یعنی اینکه خزینه آن همیشه بدون وجود سیستم انرژی مستقیم گرمایی (بدون چوب و روغن و زغال و نفت و پیه و ...) که در حمام‌های گذشته معمول بوده است، شایعات بسیاری از گذشته در ایران و به خصوص اصفهان میان مردم رایج بوده، اما تنها فرضیه قابل طرح و شاید پذیرفته شده‌ای که هم اکنون وجود دارد این است که احتمالاً یک سیستم سفالینه لوله‌کشی زیرزمینی حدفاصل آبریزگاه مسجد جامع و این حمام وجود داشته که با روش مکش طبیعی گازهایی چون متان و اکسیدهای گوگردی به مشعل خزینه حمام هدایت می‌شده و به عنوان منبع گرما در مشعل می‌سوخته و یا اینکه مستقیماً این گازها را از مواد زائد دفع شده در خود حمام جمع‌آوری می‌کردند و مورد استفاده قرار می‌دادند که این روش هم



بود که این شعله‌ها خاموش شدند (قاراداش و عدل، ۱۳۸۰: ۸۴).

قبل و بعد از انقلاب اسلامی ایران، فعالیت‌های پراکنده‌ای در خصوص تولید و استفاده از بیوگاز صورت گرفته است. اولین مورد تولید گاز متان در ایران در روستاهای نیاز آباد لرستان در سال ۱۳۵۴ ساخته شده است. این دستگاه به گنجایش ۵ متر مکعب فضولات گاوی روستا را مورد استفاده قرار داده و بیوگاز مصرفی حمام مجاور را تأمین می‌نموده است. در سال ۱۳۵۹ دو واحد کوچک آزمایشی در دانشگاه بوعلی سینا همدان احداث گردید که با فضولات کشتارگاه و کود گاوی تغذیه می‌گردید. دانشگاه صنعتی شریف نیز در سال ۱۳۶۱ یک واحد ۳ متر مکعب را به صورت آزمایشی مورد مطالعه قرار داد که با فضولات گاوی بارگیری می‌شد. در ایران تاکنون به صورت عمده تأسیسات استخراج بیوگاز از دفن‌گاه زباله در سه شهر شیراز، مشهد و اصفهان به اجرا در آمده است و در دو نیروگاه از نوع لندفیل در دو شهر مشهد و شیراز به ظرفیت‌های ۶۵۰ کیلووات و ۱ مگاوات در سال ۱۳۸۸ به بهره‌برداری رسید (احمدپور و همکاران، ۱۳۹۱: ۳).

اولویت‌های استفاده از بیوگاز در ایران

۱- کنترل آلودگی‌ها و جلوگیری از تخریب محیط‌زیست: با متمرکز کردن فضولات دامی و انسانی، خطر شیوع بیماری‌ها و آلودگی‌های جسمی از بین می‌رود. در کنار این مطلب جنگل‌ها و مراتع کشور از خطر نابودی به خاطر استحصال سوخت از آنها در امان می‌مانند.

اکنون تحت عنوان بیوگاز شناخته می‌شود. این فرضیات زمانی قوی‌تر می‌شود که در جریان مرمت خانه شیخ بهایی در همان نزدیکی در کف زیرزمین تنبوشه‌های سفالی و چاه‌های مرتبط و یک لوله آزمایش پیدا شده بود که احتمال می‌دهند مربوط به طراحی حمام باشد. حمام شیخ تا سه دهه قبل همچنان دایر بوده، اگرچه تغییراتی را در اصل بنا به وجود آورده بودند.

براستی واقعیت این حمام چه بوده است؟ آیا واقعاً با یک شمع گرم می‌شده است؟ چطور ممکن است؟ همچنین طبق مطالعاتی که توسط باستان‌شناسان و متخصصین انجام شده است معلوم گردیده که فاضلاب شهر اصفهان توسط لوله‌های جمع‌آوری فاضلاب وارد خزیننه حمام می‌شده است و طبق محاسبات دقیقی که شیخ بهایی انجام داده بود و با طراحی خاص خزیننه، این فاضلاب تبدیل به گاز متان می‌شده که قابل سوختن است. لجن‌های ته‌نشین نیز بعنوان کود آلی مورد استفاده قرار می‌گرفت. شیخ بهایی با محاسباتی که انجام داده بود، حجم لجن را برای تولید بیوگاز مشخص کرده بود و گفته بود که اگر لجن به اندازه‌ای که خود مشخص کرده بود برسد می‌توانید مقدار مشخصی از لجن را بعنوان کود استفاده کنید. برای برداشت این لجن اضافی برنامه دقیقی ترسیم شده بود و در هر زمانی میزان برداشت اهالی هر منطقه‌ای مشخص بود. گاز تولید شده توسط فاضلاب بوسیله شعله‌هایی که تعبیه شده بود مخزن آب حمام را گرم می‌کرد. پس از گذشت چندین سال و ضعف حکومت آن زمان که پایتخت آن اصفهان بود کشاورزان بدون برنامه و خارج از نوبت از این لجن‌ها برداشت نمودند تا بعنوان کود استفاده نمایند و بدین جهت

۷- تغییر الگوی مصرف به طرف متعادل و بهره‌وری مناسب؛

۸- تشکیل و توسعه تعاونی‌های تولید بیوگاز و اشتغال‌زایی برای جوانان؛

۹- در طی قرن اخیر ۴۰ درصد جنگل‌های کشور به خاطر سوخت تخریب شده‌اند؛

۱۰- استفاده از کود مصرفی مناسب و بهداشتی و عدم وابستگی کشور به کودهای شیمیایی وارداتی و تقلیل امراض و بیماری‌ها به خاطر از بین رفتن اغلب تخم انگل‌ها (همان، ۳).

امتیازات و موارد استفاده بیوگاز

تولید گاز قابل اشتعال: گاز حاصل از این فرآیند بی‌رنگ، بی‌بو و در حین سوختن بدون دود می‌باشد و از آن در موارد زیر استفاده می‌شود:

الف) مصارف گرمایی: یک مترمکعب بیوگاز حدود ۵۲۰۰ تا ۶۵۰۰ کیلوکالری انرژی آزاد می‌کند. این رقم برای متان خالص حدود ۸۵۰۰ تا ۹۵۰۰ کیلوکالری برآورد می‌شود (که ارزش حرارتی آن بمراتب بیشتر از موقعی است که بقایای دامی یا گیاهی مستقیماً سوزانده شوند).

ب) مصرف سوخت در پخت و پز: یک مترمکعب بیوگاز برای پخت و پز سه وعده غذای یک خانوار ۴ تا ۶ نفری کافی است. یعنی تبدیل موتورهای دیزلی گازوئیلی به موتورهای بیوگازی، گازوئیلی.

ج) سوخت مکمل برای موتورهای احتراق داخلی (درون‌سوز): از اینگونه موتورها در عملیاتی مانند کشیدن آب از چاه‌ها، تلمبه‌زدن مایعات، تولید نیرو برای

۲- تهیه کود خوب و بهداشتی: این کود از نظر فسفر و پتاسیم و به ویژه ازت و هوموس در مقایسه با کودهای تخمیر نیافته بسیار غنی بوده و از بسیاری تخم انگل‌ها، پارازیت‌ها و بذر علفهای هرز عاری است.

۳- تولید گاز حاصله جهت مصارف زیر: الف) حرارت؛ ب) روشنایی؛ ج) انرژی مکانیکی (دهدشتیان، ۱۳۸۵: ۳).

اهمیت و ضرورت استفاده از دستگاه بیوگاز در

ایران

استفاده از فن‌آوری بیوگاز موجب کاهش بسیار شدید مصرف سوخت فسیلی، کاهش مشکلات سوخت‌رسانی به ویژه در سطح هزاران روستای کشور می‌گردد، در کنار این مباحث کاهش آلودگی‌های زیست محیطی نیز مدنظر واقع می‌گردد که همه این عوامل در راستای توسعه پایدار جلوه می‌بخشند و اصل توسعه پایدار را به خوبی نمایان می‌سازند.

در این راستا علل و ضرورت امکان استفاده از بیوگاز در ایران به طور مختصر بررسی می‌گردد.

۱- اتمام سوخت‌های فسیلی عمده در قرن آینده؛
۲- کمبود امکانات سوخت‌رسانی به مناطق دور افتاده؛
۳- اختصاص بودجه کلان برای یارانه مصرف سوخت‌های فسیلی؛

۴- توسعه هر چه بیشتر صنعت پتروشیمی با کم کردن مصرف مستقیم نفت و صادرات محصولات پتروشیمی؛

۵- مشخص نبودن قیمت کالاهای ضروری به علت بالا رفتن تدریجی هر ساله قیمت سوخت در کشور ایران؛

۶- رسیدن به عدالت اجتماعی از طریق سوخت‌رسانی به کلیه مناطق؛

اراضی کشاورزی می‌باشد. چرا که این کود برخلاف کودهای حیوانی تازه، فاقد بو بوده و آلودگی محیط‌زیست را بدنبال ندارد. حجم کمتری اشغال می‌کند، بذر علف‌های هرز و انگل‌های جانوری در آن از بین می‌رود، هیچ جاذبه‌ای برای رشد پشه و مگس و سایر حشرات موذی ندارد. (ز) کمک به حفاظت پوشش گیاهی جنگل‌ها و مراتع: با تولید بیوگاز سوخت مورد نیاز افراد تأمین شده و دیگر نیازی به بوته‌کنی و قطع درختان نخواهد بود. (ح) کمک به بهداشت محیط: یکی از نکات مثبت این پروژه علاوه بر مسائل فوق‌الذکر، کنترل آلودگی محیط‌زیست و ایجاد محیط بهداشتی سالم در روستاهاست که از تجمع پشه و مگس، آلوده شدن آبهای مصرفی، شیوع بیماری‌های انگلی و ... جلوگیری می‌نماید (فرهمندفر، ۱۳۸۹: ۶).

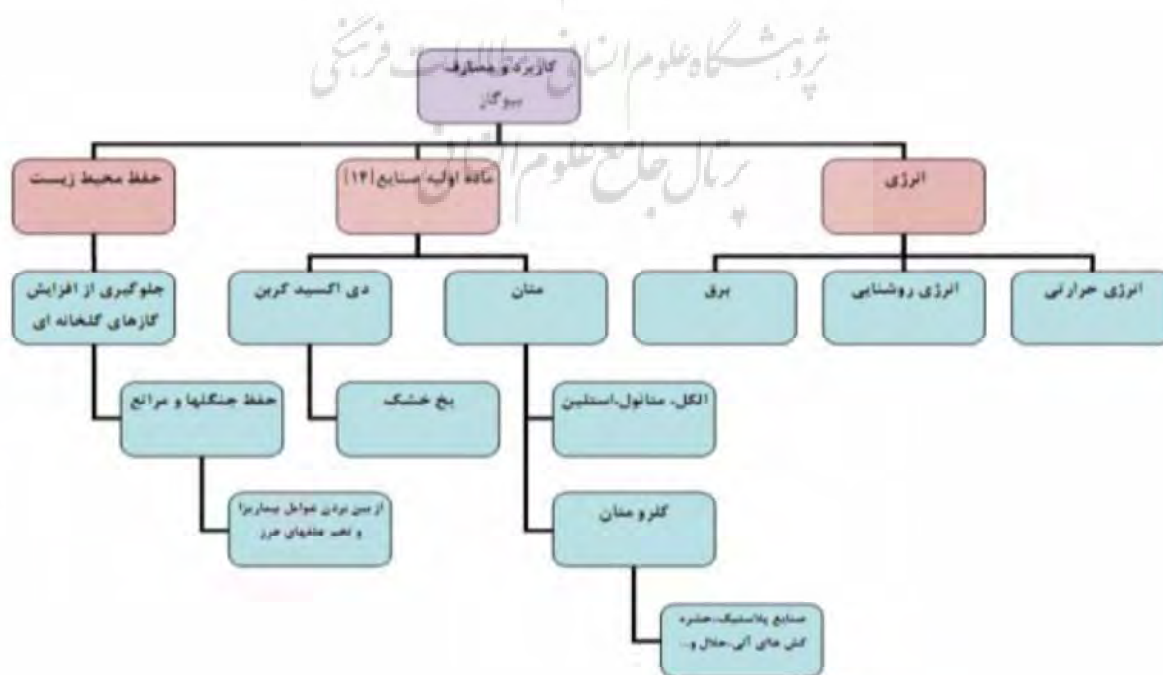
دستگاه‌های شالیکوبی، آسیاب‌ها و ... موجود در بیوگاز اثر نامطلوبی بر جریان کار طولانی موتور باقی نمی‌گذارد (نجفی، ۱۳۹۱: ۴).

(د) تولید جریان برق: در چین نمونه‌هایی از نیروگاه‌های تولید برق که با استفاده از بیوگاز کار می‌کند ساخته شده و از سال ۱۹۷۴ مشغول بکار هستند.

(ه) مواد اولیه صنایع شیمیایی: بیوگاز دارای حدود ۶۵ درصد متان و ۳۵ درصد دی‌اکسیدکربن می‌باشد که این مواد می‌توانند بعنوان مواد اولیه بعنوان ماده اولیه اصلی برای ساختن سیلیکات‌های آلی، حل‌کننده‌های CH_3Cl در تولید فرآورده‌های شیمیایی بکار روند.

(و) تولید کود آلی: پس از انجام عمل تخمیر و تولید بیوگاز، فضولات باقیمانده، یک کود غنی مناسب برای استفاده در

نمودار ۱) کاربرد و مصارف بیوگاز



وضعیت فعلی بهره‌برداری از زیست توده در جهان

امروزه منابع مفید و کاربردی زیست توده تنها به چوب و برگ خشک محدود نمی‌شود و طیف وسیعی از مواد از جمله پسماندهای جامد و مایع شهری و پسماندهای صنعتی و ... را نیز در بر می‌گیرد. منابع انرژی تجدیدپذیر پس از ذغال سنگ، نفت و گاز طبیعی، چهارمین منبع بزرگ انرژی در دنیا می‌باشند. این منبع حدود ۱۴ درصد از انرژی اولیه جهان را تأمین می‌نماید و در حال حاضر بیش از ۱۱/۵ درصد از انرژی اولیه جهان توسط منابع زیست توده تأمین می‌گردد و این در حالی است که در ایالات متحده آمریکا ۳-۴ درصد از انرژی اولیه مورد نیاز فقط از منابع زیست توده تأمین می‌شود. قابلیت‌های زیست توده تنها در تولید حرارت نیست، بلکه در تولید سرما، سوخت‌های مورد نیاز برای حمل و نقل و تولید انرژی الکتریکی نیز استفاده دارد. در سال ۲۰۰۵ حدود ۴۴۰۰۰ مگاوات نیروگاه تولید برق (با انواع فن‌آوری‌ها) و ۲۲۵۰۰۰ مگاوات حرارتی نیروگاه مدرن تولید حرارت با منبع زیست توده احداث شده است که حدود ۱۰۰۰۰ مگاوات آن فقط در ایالات متحده بوده است (حدود ۵۸ درصد از بازار تولید انرژی از منابع تجدیدپذیر در آمریکا). همچنین بیش از ۵۰ میلیارد لیتر سوخت تجدیدپذیر از منابع زیست توده تولید و مصرف می‌گردد.

بر مبنای مطالعات انجام شده، منابع زیست توده حدود ۶۴ درصد از منابع اولیه انرژی‌های نو در اتحادیه اروپا را به خود اختصاص داده است و حدود ۹ درصد از انرژی الکتریکی تولیدی و ۹۸ درصد از انرژی حرارتی تولیدی از طریق منابع انرژی‌های نو به منابع انرژی زیست توده تعلق دارد. با

در نظر گرفتن منابع برق آبی انرژی زیست توده تنها منبع انرژی تجدیدپذیر می‌باشد که انرژی را به فرم‌های برق، حرارت، سرما و سوخت خودرو و به اشکال جامد، مایع و گاز تحویل می‌نماید. بعلاوه مواد زیستی جایگزین خوراک پتروشیمی و ... نیز از محصولات دیگر آن می‌باشد (میرزایی و همکاران، ۱۳۹۰: ۷۱).

اهمیت بیوگاز در دنیای امروز

امروزه نصف جمعیت جهان برای استفاده‌های گرمایی و آشپزی از چوب استفاده می‌کنند و مصرف چوب سالانه حدود ۲ الی ۳ درصد افزایش می‌یابد. در سال ۱۹۹۰ مصرف چوب، در حدود ۲ میلیارد مترمکعب (حدود ۱۰ میلیون بشکه در روز معادل نفت) بوده است منابع انرژی زیست توده را می‌توان با استفاده از روش‌های جدید مهندسی ژنتیک گسترش داد. راه‌هایی نیز وجود دارد که از آنها می‌توان برای بالا بردن کیفیت سوخت استفاده کرد، مانند تبدیل چوب به ذغال، زباله چوب و خاک اره را هم از طریق فشردن و شکل دادن، به صورت قالب (Pellet) در می‌آورند. در آمریکای شمالی و اروپا از این قبیل سوخت‌های جامد در صنایع استفاده می‌شود. بیوگاز مخلوطی است قابل اشتعال که در اثر تخمیر مواد آلی در یک دامنه دمای معین و PH مشخص در شرایط غیر هوازی توسط میکروب‌ها به وجود می‌آید. گاز مرداب از حدود ۶۰ الی ۷۰ درصد گاز متان و اکسیدهای کربن، هیدروژن سولفید، نیتروژن و هیدروژن تشکیل شده است. این گاز به صورت طبیعی در پساب‌ها و مرداب‌ها مشاهده می‌شود. در روستاها می‌توان با استفاده از فضولات دامی و



سال ۲۰۵۰ میلادی، ۴۰ درصد از بازار خودرو خود را به استفاده از بیوگاز مجهز می‌کند که آن را از فرایند سینیتیک بر روی چوب تأمین می‌کند زیرا که هزینه تولید بیوگاز این کشور معادل ۳/۵ تا ۴/۵ کرون سوئد است که این مقدار حدود ۷۰ درصد هزینه‌های جاری بنزین در این کشور است. در کشور انگلیس آئین‌نامه کاربرد سوخت‌های تجدیدپذیر در ترابری این کشور، برای شرکت‌های دست‌اندر کار فعالیت‌های انرژی مانند شرکت‌های نفتی، مؤسسات وارد کننده نفت و گاز و دیگر نهادهای عرضه کننده سوخت، لازم‌الاجرا خواهد بود.

شرکت‌ها و مؤسسات یاد شده موظفاند که از زمان اجرای آئین‌نامه ۵ درصد از کل فروش سوخت‌های جاده‌ای خود را به سوخت‌های تجدیدپذیر اختصاص دهند. شرکت‌های دیگری چون شرکت دایملر کرایسلر، پنجمین تولید کننده بزرگ خودرو در جهان، به ترویج استفاده از سوخت‌های زیستی که از موادی مانند دانه‌های روغنی و نیشکر گرفته می‌شود، می‌پردازند. این شرکت‌ها به منظور کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، جلوگیری از گرم شدن دمای زمین و کاستن از میزان واردات نفت خود تلاش می‌کنند. این حرکت به دنبال توصیه اتحادیه اروپا به منظور رساندن ترکیب سوخت خود از سوخت‌های زیستی در خودروها به میزان ۵/۷۵ درصد تا سال ۲۰۱۰ میلادی هستند. انرژی بیوگاز یکی از بهترین انواع انرژی‌های جانشین است که برای استفاده‌های داخلی از انرژی و در مناطق دورافتاده تولید و استفاده آن ضروری است. یکی از راه‌های عمده تولید بیوگاز، زباله‌های شهری است که به گفته کارشناسان در ایران حدود ۴۵ تا ۵۰ هزار تن زباله شهری در روز تولید

انسانی همراه با گیاهان و چربی‌ها، بیوگاز تولید و در همان محل به عنوان سوخت استفاده کرد.

در برزیل پروژه تولید الکل از نیشکر (تخمیر) از سال ۱۹۷۵ تاکنون با موفقیت ادامه دارد و از الکل به تنهایی و یا مخلوط با بنزین استفاده می‌شود. هرچند هزینه تولید الکل به حدود ۵۰ دلار برای هر بشکه معادل نفت خام می‌رسد و از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نیست، ولی چون از تولیدات داخلی استفاده می‌شود و علاوه بر ایجاد اشتغال، بابت آن ارز پرداخت نمی‌شود، تولید الکل در این کشور همچنان ادامه دارد. میزان اشتغال در این صنعت در کشور برزیل تا پایان سال جاری ۳۵۰ هزار نفر خواهد بود که انقلابی در حوزه انرژی خواهد بود. هدف کشور برزیل این است که در ۱۰ تا ۱۵ سال آینده در جایگاه بالاترین تولید کننده این نوع سوخت قرار گیرد. خودکفایی در سوخت، از مدت‌ها پیش آرزوی برزیل بوده است که هنوز وارد کننده نفت است. برای تولید بیوگاز نه تنها از مواد هیدروکربوری استفاده نمی‌شود که از نظر استانداردهای جهانی محیط‌زیست، مسئله بسیار حائز اهمیتی است، بلکه از ضایعات تولیدی و زباله‌های دست ساخته بشر در شهرهای بزرگ، استفاده می‌شود که در پاکسازی محیط‌زیست نقش مهمی را بازی می‌کند. دنیای امروز نیاز مبرم می‌داند که توجه زیادی برای تولید و استفاده از بیوگاز نشان دهد و اغلب کشورهای پیشرفته طرح‌های بزرگی در این زمینه به مرحله اجراء گذاشته‌اند، در کشورهایی مانند چین و هندوستان از بیوگاز به میزان قابل توجهی استفاده می‌شود و در کشورهای اسکانندیناوی طرح‌های بزرگ صنعتی با استفاده از بیوگاز، راه‌اندازی شده است. کشور سوئد تا

- تصفیه زباله‌های شهری و تهیه کود کمپوست از طریق سیستم غیرهوازی؛
- بهسازی محیط در مناطق روستایی و شهری (امامی چگینی، ۱۳۹۲: ۱).

تقسیم‌بندی انواع منابع زیست توده

پسماندهای جامد: شامل مواد زائد جامدی هستند که از مراکز تجاری، اداری، خانگی و برخی صنایع حاصل می‌شود. این مواد یک منبع مناسب برای تولید انرژی می‌باشند. فرآیندهای تبدیل و تولید مواد و انرژی از زباله در دنیا توسعه یافته و پروژه‌های زیادی در زمینه تولید انرژی (برق - حرارت) از زباله در دنیا مورد بهره‌برداری قرار گرفته‌اند.

۱- انواع دور ریزها و پسماندهای جامد

- مواد زائد شهری: به مواد ناشی از فعالیت‌های که در محیط سکونت انسان تولید شده و بصورت جامد دور ریختنی تلقی می‌شود.
- مواد زائد صنعتی: مواد ناشی از فعالیت‌های صنعتی.
- مواد زائد خطرناک: مواد زائدی که برای انسانها یا جانوران یا گیاهان خطرآفرین باشد.

۲- دور ریزهای خطرناک نیز معمولاً به گروه‌های زیر

تقسیم می‌شوند:

۱- مواد رادیواکتیو؛ ۲- ترکیبات شیمیایی؛ ۳- مواد زائد بیولوژیکی؛ ۴- مواد زائد قابل اشتعال؛ ۵- مواد منفجره.

می‌شود و با توجه به اینکه از هر ۱۵ کیلوگرم زباله شهری یک مترمکعب بیوگاز به دست می‌آید، به طور ناخالص ۸۴۱ پتاژول انرژی در روز از زباله‌های شهری ایران می‌توان به دست آورد. هر تن زباله در طول ۲۵ سال از خود گاز متصاعد می‌کند بنابراین، اگر دفع صحیح زباله صورت گیرد می‌توان از آن انرژی بیوگاز قابل توجهی به دست آورد. هم‌اکنون در ایران در دو شهر مشهد و شیراز، سیستم دفن اصولی زباله به منظور تولید بیوگاز صورت می‌گیرد و سازمان انرژی‌های نو ایران از آن حمایت می‌کند (میرزایی، پیشین: ۴).

فواید بیوگاز

توسعه صحیح دستگاه‌های بیوگاز و رواج آن می‌تواند فواید زیادی داشته باشد. بطور کلی از سه جنبه اصلی تولید انرژی، سالم‌سازی محیط‌زیست و تهیه کود غنی حائز اهمیت است.

موارد مثبت در انجام برنامه‌های بیوگاز و تولید انرژی از فضولات عبارتست از:

- تجزیه لجن‌های فاضلاب، فضولات دامداری‌ها و مرغداری‌ها و پسماندهای کشتارگاه‌ها؛
- استفاده از گاز متان در اماکن دفن زباله؛
- محدودیت منابع نفت و گاز در جهان؛
- نیاز بیشتر به انرژی و توسعه برنامه‌های بیوتکنولوژی؛
- توجه خاص به تصفیه فضولات روستایی؛
- نیاز به انرژی در مناطق صعب‌العبور؛
- تصفیه کودهای حیوانی از نظر پاتوژنها و بذر علف‌های

هرز؛



جدول (۱) دورریزهای جامد شهری را می‌توان به موارد ذیل طبقه‌بندی نمود

جزء	توضیح
دورریزهای غذایی	بقایای حیوانات و میوه یا سبزی (آشغالها) ناشی از حمل و نقل، آماده‌سازی، پختن و یا خوردن غذا، همچنین مواد غذایی فاسد که بویژه در هوای گرم سریعاً تجزیه می‌شوند.
زباله (به غیر از مواد غذایی)	مواد زائد جامد قابل احتراق و غیرقابل احتراق به استثنای مواد زائد یا سایر مواد فاسد شدنی. عموماً زباله قابل احتراق از موادی مانند کاغذ، مقوا، پلاستیک، پارچه، لاستیک، چرم، چوب، اثاث منزل و تزیینات باغ و گیاه تشکیل می‌شود. زباله غیرقابل احتراق عبارت است از اقلامی نظیر شیشه، بلور، قوطی‌های حلبی، قوطی‌های آلومینیومی، فلزات آهنی و غیرآهنی، چرک و کثافات و نخاله‌های ساختمانی.
خاکسترها و بقایا	موادی که از سوختن چوب، زغال سنگ، زغال و سایر مواد زائد قابل احتراق باقی می‌مانند. بقایای حاصل از نیروگاهها معمولاً در این گروه طبقه‌بندی نمی‌شوند. خاکسترها و بقایا به طور عادی شامل مواد ریز پودری شکل و مقادیر اندکی از موادی است که بطور ناقص سوخته‌اند.
مواد زائد حاصل از تخریب و نخاله‌های ساختمانی	مواد زائد حاصل از ساختمانهای تخریب شده و سایر ساختمانها در ضمن مواد زائد حاصل از تخریب طبقه‌بندی می‌شوند. مواد زائد ساختمانی، قالب‌ریزی و تعمیر ساختمانهای مسکونی، تجاری و صنعتی و سازه‌های مشابه به عنوان نخاله‌های ساختمانی شناخته می‌شوند. این مواد شامل کثافات، سنگها، بتون، آجرها، پلاستر، چوب، تیرهای چوبی، لوله‌کشی، تأسیسات حرارتی و الکتریکی می‌شوند.
مواد زائد مخصوص	مواد زائدی مانند مواد جاروب شده خیابانی، زباله‌های کنار جاده، بقایای حاصل از ویرانی، جانوران مرده و وسایل نقلیه اسقاط جزو مواد زائد مخصوص طبقه‌بندی می‌شوند.
مواد زائد حاصل از واحدهای تصفیه	مواد زائد جامد و نیمه جامد حاصل از آب، فاضلاب و تأسیسات صنعتی تصفیه پساب در این گروه طبقه‌بندی می‌شوند.

منبع: (سازمان انرژی‌های نو ایران، ۱۳۹۲)

استفاده از انرژی بیوگاز؛ گامی بلند در حفظ محیط‌زیست

تجدیدشونده شامل انرژی خورشیدی، آبی، بادی، زیست توده و انرژی بیوگاز است.

توسعه دامپروری و مرغداری باعث افزایش آلودگی حاصل از فضولات می‌شود در صورت عدم توجه و مدیریت صحیح در فرآوری آنها می‌تواند مشکلات زیست‌محیطی ایجاد نماید. سه روش برای بازیافت پسماندهای دامی و مرغی وجود دارد. روش اول تصفیه هوازی که نیاز به مقداری انرژی دارد ولی در مجموع باعث ذخیره انرژی به صورت غیرمستقیم می‌شود. روش دوم تصفیه بی‌هوازی که مقداری انرژی به صورت بیوگاز تولید می‌شود. روش سوم سوزاندن آنها در کوره. این مواد زائد بخش بزرگی از منابع انرژی به صورت بیوگاز را تأمین می‌نمایند. لذا استفاده از آنها به

در جوامع بشری، توسعه نیاز به منابع بیشتر انرژی دارد که یکی از راه‌های تأمین منابع کافی انرژی استفاده از منابع و روشهای جدید تولید انرژی است. منابع انرژی جهان به دو بخش اصلی و جایگزین تقسیم می‌شوند. منابع اصلی، مثل سوخت‌های فسیلی که به مرور کاهش و امکان تولید مجدد آن به زودی امکانپذیر نیست. تمام انرژی‌های دیگر را انرژی جایگزین می‌نامند که به دو گروه تقسیم می‌شوند: انرژی‌های تجدید شونده و انرژی‌های تجدیدنپذیر. انرژی‌های جایگزین تجدید ناشونده عمدتاً عبارتند از: سوخت‌های هسته‌ای و انرژی گرمایی زمین. منابع

در بسیاری از کشورهای جهان برای حل مشکلات کمبود انرژی، بیماری‌زایی، هزینه درمان و آلودگی‌های زیست محیطی است، زیرا این سیستم‌ها از پراکنده‌سازی فضولات حیوانی و در نتیجه انتشار بیماری‌ها در مناطق روستایی جلوگیری می‌کند (همان، ۱).

براساس مطالعات انجام شده، جمع‌آوری فضولات دامی در سیستم بیوگاز باعث کاهش تولید مگس به میزان ۹۰ و موش به میزان ۶۵ درصد شده است و انرژی به دست آمده از آن نیز می‌تواند روستائیان را از بریدن چوب درختان جنگلی بی‌نیاز کرده و جنگل‌ها و مراتع را از تخریب محفوظ بدارد. استحصال گاز متان از مکان‌های دفن زباله‌های شهری و فاضلاب‌های شهری می‌تواند برای تولید انرژی الکتریکی و یا تولید آب گرم مصرفی مناطق همجوار مورد استفاده قرار گیرد. از آنجا که غلظت گاز متان در سال‌های اخیر افزایش یافته است و براساس مطالعات انجام شده با دو برابر شدن غلظت متان، دمای زمین ممکن است دو تا سه دهم درجه سانتی‌گراد افزایش یابد، استفاده از این گاز قابل اشتغال می‌تواند مانع ورود آن به جو زمین و گرمایش جهانی شود. احداث و توسعه واحدهای بیوگاز در بیشتر کشورهای جهان در مقیاس کوچک و بزرگ از دهه‌های پیش آغاز گردیده است. در این میان کشور چین از لحاظ تعداد و گستردگی و فناوری واحدهای بیوگاز در روستاها و صنایع نه تنها در آسیا، بلکه در سطح جهان حائز رتبه اول است. به گونه‌ای که از هزاران دستگاه بیوگاز بزرگ و متوسط در کارخانجات مواد غذایی، دامداری‌های بزرگ و صنایع تخمیری، تولید نیروی محرکه و مزارع کشاورزی بزرگ استفاده می‌شود.

عنوان منبع جدید انرژی و هم به عنوان کاهش آلودگی محیط‌زیست به سرعت در دنیا در حال افزایش است. طبق بررسی‌های به عمل آمده پتانسیل تولید انرژی به صورت بیوگاز از فضولات دامی کشور، معادل ۲۵۵۰۰ بشکه نفت خام را در سال در حال حاضر می‌تواند صرفه‌جویی کند (احمدپور و همکاران، ۱۳۸۹: ۱).

گسترش بیوگاز در دهه‌های اخیر بسیار زیاد بوده است. علت این امر گران بودن سوخت‌های فسیلی و توجه بیشتر کشورها به آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از مصرف این نوع سوخت‌هاست. بیوگاز نوعی انرژی پاک و تجدیدپذیر است که می‌توان از تأسیسات آن بخصوص در مناطق روستایی که درجه حرارت هوا بسیار پایین نیست (در دمای کمتر از هشت درجه سانتی‌گراد عملاً گازی تولید نمی‌شود) استفاده و کودهایی بهداشتی با کیفیت عالی و ارزنده برای مزارع، بخصوص کشت قارچ‌های خوراکی تهیه کرد. این کودها که در واقع همان لجن ته‌نشین شده از تخمیر در دستگاه هاضم بیوگاز است، از بذر علف‌های هرز، پارازیتها و انگلها عاری است. انرژی حرارتی بیوگاز به مراتب بیشتر از حرارت حاصل از سوزاندن فضولات دامی خشک شده است که در برخی روستاها متداول می‌باشد و موجب آلودگی هوا می‌شود. علاوه بر بهره‌برداری از سوخت و کود در فرایند بیوگاز، می‌توان با استفاده از تکنولوژی پلیمر، گاز متان و دی‌اکسیدکربن آن را جدا و از دی‌اکسیدکربن آن یخ خشک تولید کرد. یخ خشک ماده خشک کننده خوبی است که سه برابر یخ معمولی سرما ایجاد می‌کند و به دلیل بهداشتی و غیرسمی بودن مصارف زیادی در صنعت دارد. تأسیسات بیوگاز بهترین و اقتصادی‌ترین راه شناخته شده



تهدیدی جدی و خطری بزرگ برای محیط‌زیست و بهداشت عمومی مطرح می‌باشد. این مشکلات از یکسو و کوتاهی عمر منابع سوخت‌های فسیلی از سوی دیگر موجبات توجه به فناوری بیوگاز و توسعه آن را در ایران فرآوری سیاست‌گذاری‌های کلان کشور قرار می‌دهد تا برای ایجاد زمینه‌ها و بستر مناسب رشد آن برنامه‌ریزی‌های دقیق علمی و فنی انجام گیرد و آثار نتایج مثبت آن در ابعاد اجتماعی، اقتصادی و حتی سیاسی و فرهنگی مورد توجه و ارزیابی واقع شود (ضیائی، ۱۳۸۹: ۱).

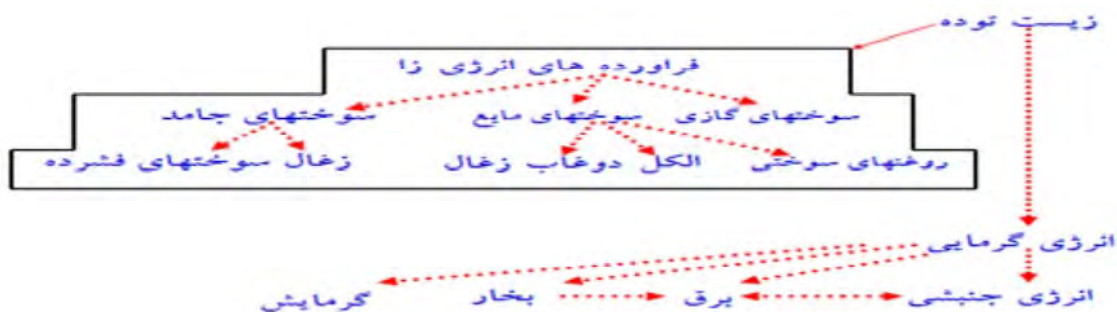
به طور کلی دو هدف اصلی از احداث واحدهای بیوگاز دنبال می‌شود: دفن بهداشتی فضولات و مواد زائد و تولید انرژی. احداث و گسترش این واحدها در کشور نیازمند مطالعه و برنامه‌ریزی مناسب، حمایت دولت و مشارکت گسترده مردمی است. کمک‌های دولتی می‌تواند در قالب کمک‌های مالی (پرداخت یارانه و اعطای وام‌های کم بهره)، تأسیس سازمان‌هایی جهت ارائه کمک‌های همه‌جانبه (فنی و مشاوره‌ای) و همچنین آموزش افراد و آگاه‌سازی آنها از منافع و مزایای این واحدها باشد.

چرخه زیست توده در طبیعت

بخشی از تشعشع خورشید که به اتمسفر زمین می‌رسد، بواسطه فرآیند فتوسنتز در گیاهان جذب و ذخیره می‌شود. ماکزیمم راندمان تبدیل انرژی خورشیدی در این فرآیند بین ۵ تا ۶ درصد است. گیاهان بعنوان منابع ذخیره کربن هستند و CO_2 را از هوا جذب کرده و بصورت کربن ذخیره می‌نمایند. وقتی گیاهی توسط جانوری خورده می‌شود، بخشی از کربن موجود در گیاه خورده شده به انرژی تبدیل می‌شود و بخشی دیگر در بافت‌های زنده ذخیره می‌گردد. بخش سوم نیز با فضولات حیوانی دفع می‌گردد. در صورتی که چوب یا گیاهان سوزانده شوند، علاوه بر انرژی، بخش اعظمی از کربن ذخیره شده بصورت CO_2 آزاد می‌شود و بخشی نیز در خاکستر باقی می‌ماند (آستانی، ۱۳۸۹: ۱).

بیوگاز و ضرورت توسعه آن در ایران از دیدگاه اقتصادی

در شرایط کنونی در بین کشورهای توسعه‌یافته، کشورهای در حال توسعه و جوامع عقب مانده مسأله مشترکی وجود دارد و آن جایگزین کردن منابع تجدیدپذیر به جای منابع تجدیدناپذیر است. از جمله منابع مهم تجدیدپذیر بویژه در خصوص سوخت‌های حرارتی می‌توان از فناوری تولید بیوگاز نام برد که در حال حاضر هم در کشورهای توسعه‌یافته و هم در کشورهای توسعه‌نیافته به عنوان یکی از منابع عمده تأمین سوخت مطرح می‌باشد و مورد استفاده قرار می‌گیرد. باتوجه به رشد جوامع شهری، توسعه شهرنشینی و پیدایش کلان شهرها وجود زباله‌های شهری ضمن افزودن بر مسائل و مشکلات این مناطق به عنوان



نتیجه‌گیری

تکنولوژی بیوگاز از نقطه‌نظر اقتصادی قابل قبول است و براساس یک روند طبیعی، این گاز بدون صرف هیچ هزینه‌ای تولید می‌گردد؛ اما کنترل، بهینه‌سازی و بهره‌برداری از این گاز متضمن صرف هزینه می‌باشد. استفاده از بیوگاز علاوه بر سالم‌سازی محیط‌زیست و تهیه کود غنی و تولید گاز سوختی، از نقطه‌نظر اقتصادی دارای اهمیت بسیار زیادی است.

تولید انرژی الکتریکی حاصل از سوخت بیوگاز بسیار اقتصادی‌تر از سوزاندن مستقیم این گاز است. پایین بودن قیمت سوخت‌های فسیلی، افزایش تقاضای انرژی و آلودگی‌های زیست‌محیطی موجب گردیده است تا بیوانرژی از لحاظ اقتصادی بسیار مورد توجه قرار گیرد. 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 زیست‌محیطی برداشت که دارای اثرات اقتصادی و اجتماعی چشمگیری خواهد بود. استفاده از منابع زیست توده در ظرفیت‌های بزرگ و در زمان‌های کاری زیاد مقرون به صرفه می‌باشد و اعطای وام‌های کم‌بهره در این زمینه می‌تواند بسیار موثر باشد. با احداث نیروگاه‌های بیوگاز ضمن جمع‌آوری و کنترل آلاینده‌های زیست‌محیطی و کمک به حفظ بهداشت و سلامت عمومی جامعه می‌توان بخشی از انرژی الکتریکی و حرارتی مورد نیاز را تأمین نمود.

فناپذیری سوخت‌های فسیلی، تنوع‌بخشی به منابع انرژی، توسعه پایدار ایجاد امنیت انرژی، مشکلات زیست‌محیطی

ناشی از مصارف انرژی فسیلی از یک‌طرف و تجدیدپذیر بودن منابع انرژی‌های نو نظیر خورشید، باد و زیست توده از طرف دیگر باعث توجه جدی جهانیان به توسعه و گسترش استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و افزایش سهم این منابع در سبد انرژی جهانی شده است. امروزه ما شاهد افزایش چشمگیر فعالیت‌ها و بودجه دولت‌ها و شرکت‌ها در امر تحقیق، توسعه و عرضه سیستم‌های انرژی‌های تجدیدپذیر هستیم و این فعالیت‌ها همراه با صرف بودجه‌های کلان در این زمینه در نهایت موجب کاهش قیمت تمام شده انرژی‌های تجدیدپذیر و رقابت‌پذیری این تکنولوژی با سیستم‌های انرژی سنتی موجود می‌گردد.

امروزه مشخص شده است که سوخت‌های زیستی به دست آمده از پسماندهای جنگل‌ها و محصولات کشاورزی جهان می‌تواند سالانه به اندازه ۷۰ میلیارد تن نفت خام انرژی در دسترس بشر قرار دهد که این میزان ۱۰ برابر مصرف سالانه انرژی در جهان است. همچنین می‌توان از این سوخت‌ها بیشتر در تولید گرما بهره برد زیرا می‌توانند باعث صرفه‌جویی اقتصادی چشمگیری شوند.

فهرست منابع

- ۱- آذری کیا، مهدی و اشجاری، محمدعلی (۱۳۹۲)، «توسعه پایدار در گرو آموزش و بومی‌سازی بیوگاز»، چهارمین همایش ملی بیوانرژی ایران.
- ۲- احمدپور، امین و همکاران (۱۳۹۱)، «بررسی فرایند تولید بیوگاز»، سومین همایش بیوانرژی ایران.
- ۳- احمدپور، امین و همکاران (۱۳۸۹)، «بررسی تولید و استفاده از بیوگاز با تکیه بر رعایت موارد ایمنی»، نخستین همایش بیوانرژی ایران.



- ۴- استانی، سجاد (۱۳۸۹)، «بیوانرژی مزایا و کارکردها»، نخستین همایش بیوانرژی ایران.
- ۵- ایمانی چگینی، سوسن (۱۳۹۲)، «بازیافت فضولات دامی و تولید بیوگاز راهی جهت تولید انرژی»،
- ۶- پورخباز، حمیدرضا و جوانمردی، سعیده (۱۳۸۹)، «انرژی بیوگاز و جنبه‌های زیست‌محیطی آن»، چهارمین همایش تخصصی مهندسی محیط‌زیست.
- ۷- پورخباز، علیرضا و حاجی‌زاده، فاطمه (۲۰۱۰)، «ارزیابی زیست‌محیطی اقتصادی انرژی بیوگاز»، اولین کنفرانس انرژی‌های تجدیدپذیر و تولید پراکنده ایران.
- ۸- دهدشتیان، مهیندخت و مرندی، عمید (۱۳۸۵)، «بررسی امکان استفاده از بیوگاز در ایران».
- ۹- ساعتلو، جعفر (۱۳۸۱)، «بررسی اهمیت تولید بیوگاز (Bio gas) و مقایسه آن با سایر مواد سوختی»، دومین همایش بهینه‌سازی مصرف سوخت در ساختمان.
- ۱۰- ضیائی، مهدی و حاجی‌زاده، فاطمه (۱۳۸۹)، «انرژی زیست توده و محیط‌زیست»، نخستین همایش بیوانرژی ایران.
- ۱۱- علی قارداشی، ابوالقاسم و عدل، مهرداد (۱۳۸۰)، «بیوگاز در ایران»، سومین همایش ملی انرژی در ایران.
- ۱۲- فرهمندفر، زهرا و مهاجری، سیروس (۱۳۸۹)، «نجات محیط‌زیست با تولید انرژی پاک بیوگاز»، مجموعه مقالات اولین همایش از سلسله همایش‌های تخصصی چشم‌انداز انرژی در ایران.
- ۱۳- کاردانپور، علیرضا (۱۳۸۹)، «بیوگاز فرزند طلای کثیف»، ماهنامه پژوهشی، آموزشی و ترویجی دهیاری، شماره ۳۶.
- ۱۴- میرزایی، سعیده و همکاران (۱۳۹۰)، «بررسی جایگاه بیوانرژی و سیاست‌های موجود برای توسعه آن در جهان»، دومین کنفرانس بیوانرژی ایران.
- ۱۵- نجفی، الهام و حسین‌پور، محمدرضا (۱۳۹۱)، «ضرورت توسعه نیروگاه بیوگازسوز در استان البرز»، سومین همایش بیوانرژی ایران.