

# فناوری بیوگاز و پیشنهادهایی عملی جهت توسعه آن

## از طریق آموزش هدفمند و برنامه‌ریزی

محمدعلی اشجاری\*  
استادیار دانشکده مهندسی مکانیک  
دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بین‌المللی جلفا  
maliashjari@iauj.ac.ir

مهدی آذری کیا  
دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک  
دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بین‌المللی جلفا  
mahdi\_azarikia@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۲/۲۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۱/۱۰

### چکیده

انرژی حاصل از بیوگاز از جمله منابع تجدیدپذیری است که می‌تواند پاسخ‌گوی نیاز انرژی جوامع گوناگون باشد. امروزه معرفی بیوگاز و به‌کارگیری روش‌های نوین، سبب اقبال هرچه بیشتر مردم به این انرژی شده است. در این مقاله لزوم استفاده از بیوگاز و مشتقات آن، صرفه اقتصادی، نحوه استفاده و روش‌های موجود آن بیان و به توانمندی‌های زیست‌توده‌ای موجود در ایران اشاره شده است. همچنین با پیشنهاد طرح اجرایی در کشور، به ایده‌پردازی و ارائه موضوعات تحقیقی جدید برای پژوهشگران پرداخته شده است. در این مقاله، از روش‌های آماری و تحلیلی استفاده شده و از مشاهدات عینی، پرسشنامه‌ها و مصاحبه‌ها در روستاها و شهرهای هدف بهره گرفته شده است تا مهم‌ترین عوامل عدم استفاده از بیوگاز شناسایی شود و راه‌کارهایی چون گنجاندن رشته بیوانرژی در مقطع متوسطه و تصویب رشته‌های دانشگاهی آن ارائه شود. در مجموع، این راهکارها دستاوردهایی چون حل مشکل بیکاری، توانمندسازی شهرداری‌ها و روستاییان، افزایش امید به زندگی در روستاها و جلوگیری از مهاجرت، توسعه کشاورزی و حفظ محیط زیست را در پی خواهد داشت.

**واژگان کلیدی:** بیوگاز، راهکارهای توسعه، تأمین انرژی پاک، آموزش عمومی، بیوانرژی

### ۱. مقدمه

امروز به‌شمار می‌رود؛ معضلی که از در پی استفاده از سوخت‌های فسیلی ایجاد شده است. بیوگاز در سال ۱۶۶۷ م توسط توماس شرلی<sup>۱</sup> کشف شد. حدود یک قرن بعد، در سال ۱۷۷۶ م، ولتا<sup>۲</sup>، فیزیک‌دان شهیر ایتالیایی، گاز متان را

امروزه رفع نیاز کشور به انرژی از طریق سوخت‌های نفتی و گاز طبیعی انجام می‌شود. این در حالی است که رویه جاری باید به سمت انرژی‌های نو تغییر کند؛ زیرا معضل آلودگی مهم‌ترین مسئله ناشی از تمدن انسانی در جهان



به‌عنوان ترکیب اصلی بیوگاز شناسایی و معرفی کرد. در سال ۱۸۰۱ م، کروئیک شانک اثبات کرد که گاز متان فاقد اکسیژن است؛ پنج سال بعد نیز فرمول اصلی گاز متان را کشف کرد.

ظرفیت تولید بیوگاز در چین از هاضم‌های نصب‌شده تا پایان سال ۲۰۱۰ م در حدود ۸۰۰ مگاوات بوده است و قصد دارد تا سال ۲۰۲۰ م تا ۱۵ هزار مگاوات نیز برساند. هند تا پایان سال ۲۰۱۰ م دارای ۷۰ نیروگاه با منبع زباله شهری با ظرفیت کل ۹۱ مگاوات بوده است و گنجایش زیست‌توده در سال ۲۰۱۱ م دارای ظرفیت کل ۳/۸ گیگاوات می‌باشد. هم‌اکنون حدود ۸/۵ گیگاوات برق از زیست‌توده تأمین شده وارد برق سراسری ایالات متحده آمریکا می‌گردد. در ایران برای نخستین بار شیخ بهائی<sup>۳</sup> از بیوگاز استفاده کرده است. در کل از سال ۱۳۵۳ تاکنون مطالعات و پژوهش‌های پراکنده انجام‌شده توسط ۱۶ مؤسسه تحقیقاتی و دانشگاهی منجر به ساخت شصت دستگاه آزمایشی شده است [۱-۳].

## ۲. آلودگی

آلودگی محیط عبارت است از وجود یک یا چند ماده آلاینده در محیط زیست به مقدار و مدتی که کیفیت یا چرخه طبیعی را تغییر دهد؛ به‌طوری‌که به حال انسان‌ها، حیوانات، گیاهان و یا ابنیه مضر باشد. اصطلاحاً حضور یک یا چند عامل آلاینده در هوا با غلظت که ممکن است بر سلامتی انسان، گیاهان، حیوانات اثر زیان‌آور داشته باشد و یا سبب سلب آرامش، کاهش لذت از زندگی و فعالیت‌های صنعتی و اقتصادی انسان گردد را آلودگی هوا تعریف می‌کنند. از سوزاندن زغال‌سنگ و مشتقات نفتی مقدار زیادی دی‌اکسید گوگرد و دی‌اکسید کربن تولید می‌کنند که از آلاینده‌های اصلی به‌حساب می‌آیند.

سالانه حدود ۷۴ میلیون تن گاز متان از فضولات دامپروری و ۴۰ میلیون تن از زباله‌های شهری به‌صورت خود به‌خود تولید و در جو آزاد می‌شود. در ایران، تولید سالانه ۲۵

میلیون تن زباله، بیش از ۵ میلیارد مترمکعب فاضلاب‌های شهری و صنعتی، بیش از ۴۰۰ میلیون تن مواد زائد و ضایعات کشاورزی، جنگلی و دامی تولید می‌شود.

## ۳. یافته‌ها

امروزه پدیده مهاجرت سبب صدمه‌دیدن دامپروری و کشاورزی در روستاها و مشکلات ترافیکی و بیکاری و گرانی در شهرها شده است. همچنین این موضوع باعث تغییر جمعیت کشور از روستائین به شهرنشین شده است. برای پی‌بردن به اهمیت موضوع نسبت جمعیت روستایی و شهری از سال ۱۳۳۵ تاکنون بررسی و در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱. رشد جمعیت شهری در مقایسه با جمعیت روستایی طی ۵۶ سال گذشته [۴]

سال	درصد جمعیت شهری	درصد جمعیت روستایی	رشد جمعیت در دوره
۱۳۳۵	۳۱/۴	۶۸/۶	-
۱۳۴۵	۳۸	۶۲	۳/۱۳
۱۳۵۵	۴۷	۵۳	۲/۷۱
۱۳۶۵	۵۴/۳	۴۵	۳/۹
۱۳۷۰	۵۷	۴۳	۲/۵
۱۳۷۵	۶۳/۳	۳۸/۳۴	۱/۴۷
۱۳۸۵	۶۸/۴۵	۳۱/۴	۱/۶۱
۱۳۹۱	۷۱/۴	۲۸/۵	-

بیوگاز بهترین و ساده‌ترین روش برای کنترل آلودگی‌های محیط زیست، تهیه کود بهداشتی و تولید سوخت ارزان و پاک است [۵]. در روستاها، از سال‌ها پیش، لزوم استفاده از بیوگاز برای تأمین انرژی مشخص بود و اکنون در مناطق در دسترس نیز توجیح‌پذیر است. براساس توانمندی‌های موجود حداکثر تولید برق از انواع نیروگاه‌های زیست‌توده در سال ۱۳۸۶ برای شهرهای بالاتر از ۲۵۰ هزار نفر (۳۰

شهر) بالغ بر ۸۰۰ مگاوات می‌باشد. این انرژی به تفکیک ۳۱۱ مگاوات نیروگاه زباله‌سوز، ۲۱۷ مگاوات نیروگاه پیرولیز - گازی‌سازی، ۱۵۹ مگاوات نیروگاه هضم بی‌هوازی و ۱۱۲ مگاوات نیروگاه لندفیل بوده است [۲]. مطالعات گسترده دیگری نیز در حال انجام است که نتایج آن نیروگاه‌ها و فناوری‌های جدیدی عرضه خواهد شد. هم‌اکنون نیروگاه‌های زیست‌توده نصب‌شده در کشور به شرح جدول ۲ می‌باشد.

جدول ۲. نیروگاه‌های زیست‌توده ایران [۲]

نیروگاه‌های بیوماس				
ردیف	ظرفیت مگاوات	نوع نیروگاه	مکان	شرکت مجری
۱	۵	بیوگاز از لجن فاضلاب	تهران	آب و فاضلاب تهران
۲	۱/۹	بیوگاز زباله‌سوز	شیراز	شهرداری شیراز نیرو ساین آریا
۳	۰/۶	بیوگاز زباله‌سوز	مشهد	شهرداری مشهد
۴	۱۲	دایجستر - زباله‌سوز بیوگاز	تهران - اصفهان	شهرداری (در حال اجرا)
جمع کل ظرفیت به مگاوات				۱۸/۸

گاز متان به‌وسیله فرایند تخمیر بی‌هوازی و اتانول به‌وسیله فرایند تخمیر الکلی تولید می‌شود. مواد آلی توسط باکتری‌ها در فقدان اکسیژن تجزیه می‌شوند. فرایند راندمان تخمیر از مواردی مثل دما، PH، نسبت کربن به نیتروژن، مدت زمان توقف و وجود مواد سمی تأثیر می‌پذیرد. بیوگاز نتیجه تخمیر بی‌هوازی مواد آلی قابل تجزیه می‌باشد. ارزش حرارتی بیوگاز ۱۵ تا ۲۵ مگاژول در هر متر مکعب بوده که ۴۰ تا ۷۰ درصد ارزش حرارتی گاز طبیعی را دارا می‌باشد [۶]. این ترکیب در صورت تبدیل شدن به برق در نیروگاه‌های بیوگاز ۱/۵ تا ۲/۲ کیلووات ساعت از هر متر مکعب برق تولید می‌کند. از هر متر مکعب گاز طبیعی ۳ تا

۴ کیلووات ساعت برق حاصل می‌شود. موانع استفاده از بیوگاز در کشور به شرح زیر تعریف می‌شود:

۱. نداشتن متولی مشخص در بخش صنعت بیوگاز
۲. نبود طرح جامعی از آینده صنعت فناوری تولید بیوگاز
۳. نبود کادر متخصص علمی و فنی در صنعت بیوگاز
۴. بالا بودن هزینه‌ها در بخش صنعت فناوری تولید بیوگاز
۵. فقدان بازار صنعت فناوری تولید بیوگاز
۶. عدم وجود سرمایه‌گذاری در صنعت فناوری تولید بیوگاز
۷. عدم وجود قوانین مدون در زمینه صنعت تولید بیوگاز

بنابراین جهت بهبود استانداردهای تولیدی و رفع موانع و مشکلات فوق در برنامه پنجم توسعه و سند چشم‌انداز بیست ساله راهکارها و پیشنهادی زیر ارائه می‌گردد:

۱. تدوین برنامه جهت کاهش وابستگی به مواد اولیه بیوگاز
۲. معافیت مالیاتی واحدهای فناوری تولید بیوگاز
۳. ضرورت نوسازی تأسیسات و تجهیزات تولید بیوگاز
۴. تشکیل صندوق حمایت از صنعت فناوری تولید بیوگاز
۵. حمایت از تولید و تأکید بر خودکفایی در صنعت بیوگاز

زیست‌توده‌ها در ایران در پنج دسته طبقه‌بندی می‌شوند. در ادامه درباره هر یک توضیحاتی ارائه می‌شود. الف) زباله تر تولیدی در شهرها و روستاها. روزانه ۷۰۰ گرم زباله و در برخی کلان‌شهرها ۹۰۰ گرم زباله به ازای هر نفر تولید می‌شود. این در حالی است که به ازای هر ۱۵ کیلوگرم زباله یک متر مکعب بیوگاز تولید می‌شود [۷]. برای تأمین انرژی هر نفر ۰/۳ تا ۰/۲۵ مترمکعب در روز گاز نیاز است. این انرژی در سطح کلان برای کل جمعیت کشور انرژی قابل توجهی خواهد بود.



ب) فضولات حیوانی و انسانی. به ازای هر متر مکعب مواد روان روستایی ۰/۱۵ تا ۰/۳ متر مکعب بیوگاز در روز تولید می‌شود. یک خانواده پنج نفره با ۳ رأس گاو می‌تواند سوخت و روشنایی مورد نیاز خود را از طریق تخمیر فضولات حیوانی و انسانی تأمین کند.

ج) بقایای گیاهی. تفاله‌های گل محمدی، چغندر، کلش برنج، نیشکر، کارخانه‌های کنسانتره، باگاس<sup>۴</sup> و جز این‌ها زیست‌توده‌های مناسبی هستند.

د) پس‌آب صنایع. از جمله منابعی که قابلیت تولید بیوانرژی را دارند می‌توان به آب پنبه تولیدی در صنایع لبنی اشاره نمود.

ه) لندفیل‌ها. جدا از انرژی تولیدشده از لندفیل، شیرابه تولیدشده نیز تصفیه‌پذیر است و می‌تواند به‌عنوان ماده اولیه تولید بیوگاز ایفای نقش کند [۸]. فرایند بی‌هوازی با نرخ بالا می‌تواند در تصفیه شیرابه جوان موثر باشد [۹]. مقدار PH هر قدر افزایش یابد، نشان‌دهنده تجزیه سریع زباله و تولید بیشتر گاز متان است. در فاضلاب تثبیت‌شده PH برابر با ۸ می‌باشد. همزمان با افزایش تولید گاز غلظت COD کاهش می‌یابد که نشان‌دهنده شروع مرحله دوم بی‌هوازی است. با استفاده از PH و COD و آمونیوم و مدت زمان باز چرخش برحسب روز می‌توان میزان متان خروجی را پیش‌بینی نمود [۱۰].

#### ۴. روش‌های تحقیق

##### ۴-۱. روش توصیفی - تحلیلی

در این روش، وضعیت کنونی شهرها و روستاهای هدف از لحاظ تأمین انرژی بررسی و عوامل منع‌کننده استفاده از بیوگاز همچون عدم آگاهی شناسایی می‌شود. در این بخش پژوهش‌های انجام شده در سه زمینه انجام شده است:

۱. ترکیب جمعیتی ایران و بررسی نیاز به انرژی در شهرها و روستاها
۲. امکان‌سنجی تولید بیوانرژی از زیست‌توده‌های موجود در کشور و بررسی نحوه اجرای آن

۳. ارزیابی آثار زیست‌محیطی بیوانرژی و سهم زباله‌ها و فضولات از آلودگی هوا و طبیعت

##### ۴-۲. تحقیقات تجربی

اطلاعات حاصل از مشاهدات عینی از شهرها و روستاها تطبیق داده شد. تحقیق حاضر دارای ویژگی مهم ذیل می‌باشد:

۱. قابلیت تعمیم: نتایج تحقیق آماری انجام‌شده در شهرها و روستاهای مورد مطالعه، برای کل کشور قابلیت تعمیم است.

۲. اعتبار تحقیق آزمایشی:

الف) اعتبار درونی: این تحقیق برای موقعیت جغرافیایی تعیین‌شده (شهرستان‌های چالدران، قره ضیال‌الدین، خوی و سلماس) معتبر و دارای ارزش علمی می‌باشد.

ب) اعتبار بیرونی: یافته‌های تحقیق به‌دلیل عینی‌بودن و انتخاب بخش کوچکی از یک پیکر، قابل اطمینان است و امکان تعمیم آن برای دیگر موقعیت‌های جغرافیایی کشور ایران معتبر می‌باشد.

##### ۴-۳. جامعه آماری و حجم نمونه

حجم نمونه در شمال استان آذربایجان غربی انتخاب شده است. در جدول ۳ نام روستاهای تابعه ذیل شهرستان مربوط نوشته شده و تعداد مصاحبه‌شوندگان از هر روستا به روش قرعه‌کشی آورده شده است.

##### ۴-۴. شکل انتخاب و مصاحبه

این نمونه براساس این اصل انتخاب می‌شود که تمامی افراد جامعه مورد مطالعه با هم مشابهت دارند. برای انتخاب روستاهای مذکور از روش قرعه‌کشی استفاده شده است. در تحقیق حاضر دو مصاحبه روستایی و شهری وجود دارد. مصاحبه روستایی از میان ۱۰۹ نفر و شهری از بین ۱۰۲ نفر به‌عمل آمد. سئوالات استفاده‌شده و نتایج نیز در ادامه ارائه شده است. تعداد مصاحبه‌های مؤثر در نظرسنجی‌ها ۲۰۸ مورد می‌باشد. سئوالات مصاحبه روستایی به شرح زیر بوده

و نتایج در جدول ۴ ارائه شده است. سئوالات مصاحبه با توجه به موانع و مشکلات موجود طرح شده‌اند.

جدول ۳. روستاهای نمونه و تعداد افراد محاسبه‌شده جهت تعیین تمایل به استقرار و به‌کارگیری فناوری بیوگاز

ردیف	روستا یا شهر	تعداد	ردیف	روستا یا شهر	تعداد
۱	چالدران	۱۷	۱۹	خوی	۳۷
۲	اینجه	۵	۲۰	قوزولجا	۲
۳	کران	۳	۲۱	دیزج جمشیدخان	۳
۴	قرخ بلاغ	۵	۲۲	میسوقلوکندی	۵
۵	عباس کندی	۲	۲۳	ممش خان	۵
۶	ریحانلی	۲	۲۴	پارچی	۴
۷	قرمز داش	۲	۲۵	زاغا	۴
۸	بابالو	۳	۲۶	سیدتاجین	۵
۹	قادی کندی	۳	۲۷	قینه لی (حیدرآباد)	۴
۱۰	قره ضیالالدین	۲۲	۲۸	سلماس	۲۶
۱۱	بوبول آباد	۳	۲۹	کانیان	۲
۱۲	چورس	۵	۳۰	شکریازی	۳
۱۳	حاجیلار	۵	۳۱	چوبانلی	۴
۱۴	کهریز	۴	۳۲	حبشی	۴
۱۵	بیگ جووان	۴	۳۳	قنزلیجا	۲
۱۶	خانقاه	۵	۳۴	قره قشلاق	۲
۱۷	بسطام	۳	۳۵	سلطان احمد	۳
۱۸	کهریز	۴	۳۶	یالقوز آغاچ	۳

۶. بعد از اجرای طرح، زندگی در روستا را چگونه ارزیابی می‌کنید؟

در مصاحبه شهری اما، که از میان ۱۰۲ نفر به‌عمل آمد، پس از ارائه توضیحات کلی به هر فرد، اظهار شد که حتماً باید در آینده‌ای نزدیک از چنین طرح‌هایی استفاده شود. پرسش‌های مصاحبه شهری در ادامه ذکر و نتایج آن در جدول ۵ ارائه شده است.

۱. آیا می‌خواهید فرزندان در رشته بیوانرژی تحصیل کند؟
۲. انرژی بیوگاز از لحاظ اقتصادی می‌تواند در زندگی تأثیرگذار باشد؟

۱. با اطلاعاتی که الان دارید می‌خواهید از بیوگاز، نفت یا گاز طبیعی استفاده کنید؟

۲. آیا برای آموزش دوست دارید کسانی به روستا بیایند یا شما به شهر بیایید؟

۳. دوست دارید اجرای دستگاه بیوگاز خانگی شما توسط خودتان انجام شود یا توسط افراد متخصص از شرکت‌های زیربط؟

۴. طرح بیوگاز روستاها را پرجمعیت خواهد کرد یا فرقی در مهاجرت به شهرها نخواهد داشت؟

۵. آیا کود بهداشتی خود را استفاده خواهید کرد یا تمایل دارید در صورت وجود مشتری آن را بفروشید؟



۳. به نظر شما مردم باید در طرح بیوگاز اقدام کننده باشند یا  
 ۵ این طرح چه پیامدهایی برای شهرها خواهد داشت؟  
 شهرداری‌ها؟  
 ۴. آیا شما دوست دارید در طرح بیوگاز همکاری کنید؟  
 ۶ آیا شما سرمایه‌گذار در طرح‌های بیوگاز خواهید بود؟

جدول ۴. نتایج مصاحبه روستایی

پرسش	نظرات	تعداد	درصد نظر مثبت
۱	آیا مایلید از بیوگاز استفاده کنید؟	۹۳ نظر	۸۷/۷۴
۲	به نظر شما برای آموزش، مربی به روستا بیاید؟	۶۳ نظر	۵۹/۴۳
۳	اگر دانش آن را بدانید توسط خود انجام می‌دهید؟	۸۵ نظر	۸۰/۱۸
۴	حتماً از مهاجرت جلوگیری می‌شود؟	۱۰۰ نظر	۹۴/۳۳
۵	خود برای توسعه کشاورزی استفاده می‌کنید؟	۹۷ نظر	۹۱/۵
۶	زیباتر و پررونق‌تر از اکنون خواهد بود؟	۹۴ نظر	۸۴/۶۷
<b>سوالات بخش دوم</b>			
۱	آیا مایلید از نفت استفاده کنید؟	۱۳ نظر	۱۲/۲۶
۲	آیا به اجبار مایلید برای آموزش به شهر بروید؟	۴۳ نظر	۴۰/۵۷
۳	توسط افراد متخصص از شرکت‌های زیربط اجراء شود؟	۲۱ نظر	۱۹/۸۲
۴	در مهاجرت نقشی ندارد.	۶ نظر	۵/۶۷
۵	خود استفاده کرده و مازاد را می‌فروشید؟	۹ نظر	۸/۵
۶	در هر حال زندگی در روستا همین است؟	۱۲ نظر	۱۱/۳۳

جدول ۵. نتایج پرسشنامه نظرسنجی شهری

پرسش	موضوع و تعداد نظرها	موضوع و تعداد نظرها	موضوع و تعداد نظرها
۱	بله ۴۷ نظر	شاید ۱۹ نظر	خیر ۳۶ نظر
۲	بله ۷۰ نظر	کمی ۲۶ نظر	خیر ۶ نظر
۳	مردم ۳ نظر	شهرداری ۹۴ نظر	ارگان‌های دولتی ۵ نظر
۴	بله ۱۷ نظر	نمی‌توانیم ۵۰ نظر	اگر بتوانیم بله ۳۵ نظر
۵	آبادانی ۳۵ نظر	رفع بیکاری ۵۵ نظر	توسعه ۱۲ نظر
۶	بله ۴ نظر	شاید ۷۳ نظر	خیر ۲۵ نظر

۴-۵. نظرسنجی در ادامه ذکر و نتایج آن در جدول ۶ ارائه شده است.

۱. تأمین انرژی روستا از چه طریقی انجام می‌شود؟
۲. آیا از زندگی در روستایی راضی هستید؟
۳. برای تأمین سوخت مورد نیاز چقدر هزینه می‌کنید؟
۴. مشکلات تأمین انرژی را نام ببرید؟

این بخش تنها بخش روستایی را شامل می‌شود و از بین ۱۰۹ نفر به عمل آمده است. بعد از معرفی طرح کلی بیوگاز به مصاحبه‌شونده، با طرح پرسش‌هایی درباره استفاده از بیوگاز و ارائه گزینه‌های فرضی سعی شد تا نوع نگرش نسبت به موضوع سنجیده شود. پرسش‌های چندجوابی



۸. آیا حاضرید برای تأمین انرژی خود برای احداث هاضم بیوگاز هزینه صرف کنید؟  
 ۹. وضعیت اقتصادی خانواده را بعد از اجرای هاضم بیوگاز چگونه ارزیابی می‌کنید؟

۵. آیا نام بیوگاز برایتان آشناست؟  
 ۶. آیا می‌دانید که با امکانات موجود در روستا می‌توان بیوگاز تولید کرد؟  
 ۷. آیا می‌دانید با هاضم بیوگاز کود بهداشتی تولید می‌شود؟

جدول ۶ نتایج پرسشنامه نظرسنجی روستایی

سوال	موضوع و تعداد نظرها	موضوع و تعداد نظرها	موضوع و تعداد نظرها	موضوع و تعداد نظرها
۱	نفت ۵۴ نظر	گاز؛ ۲۰ نظر	چوب؛ ۱۹ نظر	فضولات حیوانی؛ ۱۳ نظر
۲	عالی ۸ نظر	خوب؛ ۱۴ نظر	متوسط؛ ۴۰ نظر	بد؛ ۴۴ نظر
۳	نمی‌دانم ۱۳ نظر	خیلی زیاد ۵۷ نظر	ناراحتیم؛ ۲۶ نظر	می‌سوزیم و می‌سازیم
۴	گرانی سوخت ۴۴ نظر	رفت و آمد ۲۸ نظر	نبودن سوخت ۲۵ نظر	کلاً سخته؛ ۱۰ نظر
۵	اصلاً نشنیدم ۹۲ نظر	یکبار شنیدم؛ ۱۰ نظر	بدون جواب ۳ نظر	تعجب؛ ۱ نظر
۶	نمی‌دانم ۷۵ نظر	نمی‌شود؛ ۸ نظر	بی‌سوادیم؛ ۱۰ نظر	با علم می‌شود؛ ۱۳ نظر
۷	بدون جواب ۶۶ نظر	تعجب؛ ۲۱ نظر	آری؛ ۵ نظر	نه؛ ۱۴ نظر
۸	باحتیام دولت آری ۱۳	اگر بلد باشیم آری؛ ۴۶ نظر	حتماً؛ ۴۲ نظر	چگونه؟؛ ۵ نظر
۹	حتماً بهتر خواهد شد ۵۸	فرقی نمی‌کند؛ ۷ نظر	پاک‌تر می‌شود؛ ۳۱ نظر	بهداشتی می‌شود؛ ۱۰ نظر

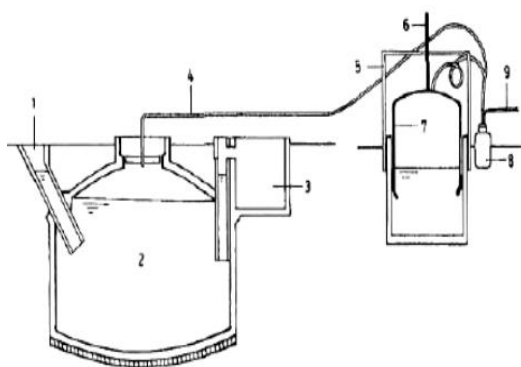
#### ۴-۶. رغبت‌سنج

در تحقیق حاضر از تصاویر مربوط به فناوری بیوگاز به‌عنوان محرک در اشخاص استفاده شد و شخص پس از مشاهده این تصاویر رغبت و نظر خود را اعلام نمود. رغبت‌سنجی در دو نوع روستایی و شهری انجام شد. تصاویر ۱ و ۲ برای این منظور استفاده شده است.

نتایج رغبت‌سنجی روستایی: ۱۰۶ مورد (یعنی تمام مصاحبه‌شوندگان روستایی) با دیدن تصاویر بسیار کنجکاو شدند و گفتند اگر به این راحتی باشد حتماً باید کل کشور به این سیستم مجهز گردد؛ و به‌شدت علاقه خود را در رفتارشان نشان می‌دادند. در رغبت‌سنج شهری از تصویر ۳ استفاده گردید.

نتایج رغبت‌سنجی شهری نیز جالب بود؛ زیرا ۱۰۰ درصد (یعنی تمام مصاحبه‌شوندگان شهری) با دیدن تصاویر بسیار

کنجکاو شده و اظهار داشتند چرا تا به‌حال شهرداری چنین طرح راحتی را انجام نداده است؟ همچنین به‌شدت علاقه خود را مبنی بر همکاری همه‌جانبه جهت احداث نیروگاه نشان دادند.



شکل ۱. ساختمان یک دستگاه بیوگاز با مخزن ذخیره



کلاس‌های آموزش سطح مقدماتی برای عموم و سطوح پیشرفته برای دانشجویان

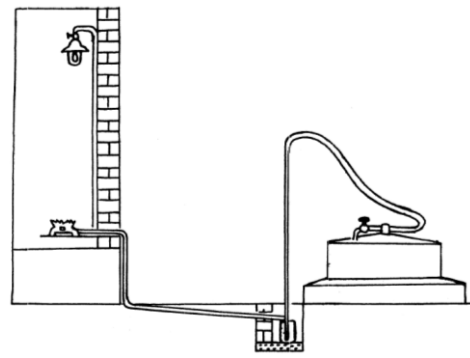
ب) اهمیت موضوع فنی و حرفه‌ای و کاردانش به‌حدی رسیده است که تا پایان امسال ۴۵ درصد دانش‌آموزان متوسطه در هنرستان‌ها تحصیل می‌کنند. البته این روند ادامه خواهد داشت تا تعداد دانش‌آموزان دبیرستانی در هنرستان‌ها به ۵۰ درصد برسد. طبق اعلام مرکز آمار و فناوری اطلاعات و ارتباطات وزارت آموزش و پرورش مجموعاً ۶۹۸۳ هنرستان در کشور فعالیت دارد. بر این اساس، تعداد ۵۹۹۶ هنرستان و ۹۸۷ مجتمع هنرستانی به تفکیک در کشور فعالیت می‌کند. اگر رشته بیوانرژی در رشته‌های مهارتی هنرستان‌های فنی و کاردانش و کشاورزی در وزارت آموزش و پرورش ایجاد شود و در یک‌پنجم هنرستان‌های موجود رشته بیوانرژی تدریس شود، سالانه حدود سی هزار دانش‌آموز در این رشته وجود خواهد داشت. در آینده‌ای نزدیک با تصویب و راه‌اندازی رشته‌های دانشگاهی این تخصص توسط وزارت علوم تحقیقات و فناوری شاهد شکوفایی هرچه بیشتر بیوگاز در ایران خواهیم بود.

برای افزایش بازده نیز راه‌کارهایی بدین قرار ارائه می‌گردد:

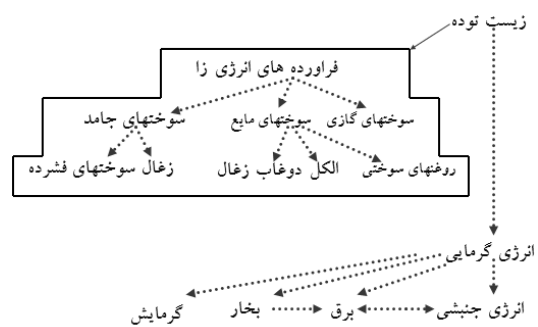
۱. استفاده از سیستم‌های ترکیبی؛ مثلاً بیوگاز و انرژی بادی و یا بیوگاز و انرژی خورشیدی و یا ترکیبی از هر سه.
۲. استفاده از مصالح استاندارد غیرقابل نفوذ و همچنین استفاده از فنون بررسی‌شده که منجر به افزایش راندمان می‌شود.

۳. بازده بیوگاز مورد استفاده به‌دلیل وجود دی‌اکسید کربن در حدود ۲۰ درصد است. اما با حذف دی‌اکسید کربن از این ترکیب، بازده تا ۳۹ درصد افزایش می‌یابد. در صورت جداسازی ضمن اینکه بازده تا دو برابر افزایش خواهد یافت. دی‌اکسید کربن جدا شده را می‌توان فشرده کرد و در گلخانه‌ها مورد استفاده قرار داد.

۴. برای ایجاد تنوع فضایی و ارزش‌های بصری در بافت روستاها و پرهیز از الگوهای خطی تکراری می‌توان به‌جای



شکل ۲. حوضچه آبگیر در مسیر لوله بیوگاز



شکل ۳. زیست توده و تبدیل آن به انرژی

## ۵. جمع‌بندی

متأسفانه بیوگاز در ایران توسط عموم مردم ناشناخته است و تنها در میان قشر تحصیل‌کرده محصور می‌باشد. چون بیوگاز بازده کمی نسبت به سوخت‌های فسیلی دارد، حتی در بین افرادی که بیوگاز را می‌شناسند نیز محبوب نیست و این اشخاص به نوشتن مقاله‌های تجربی، تحقیقی، آماری و یا احداث هاضم‌های آزمایشگاهی اکتفا می‌کنند. اما در عمل این مردم هستند که باید این علم را بشناسند و از آن استفاده کنند. وظیفه ما به خدمت مردم درآوردن این دانش است. بنابراین می‌توان با شناساندن بیوگاز به مردم از ضررهای اقتصادی جلوگیری نمود. بدین منظور دو راهکار برای شناساندن این انرژی و سه راهکار برای افزایش بازدهی آن ارائه می‌شود.

الف) تهیه بسته‌های آموزشی شامل فیلم، پوستر و کتاب و پخش آنها توسط ده‌داری‌ها در روستاها. برگزاری





مخازن منفرد از مخازن مولد متان مرکزی استفاده کرد. در این حالت با متمرکز نمودن تهیه بیوگاز شرایط بهداشت محیط، کیفیت گاز و بازده بهتر خواهد شد. همچنین می‌توان با ترکیب مزایای الگوی خطی و خانه‌های حیاطدار کیفیت فضایی بهتر به‌وجود آورد.

با اجرایش راه‌کارها، نیروی متخصص و مهندسی این فن تربیت خواهد شد و طی چند سال می‌توان با اجرای دستگاه‌های بیوگاز در تمام هنرستان‌ها و دانشگاه‌ها انرژی مورد نیاز آنها را تأمین کرد و مهم‌تر از آن این نیروی کار تربیت‌شده می‌تواند بعد از فراغت از تحصیل وارد بازار کار شوند. برخی از دانش‌آموزان نیز جهت تحصیلات عالی وارد دانشگاه شده، نیروی گروه مهندسی این فن را تشکیل دهند و به‌تدریج با پژوهش‌های مستمر این علم را به‌حد اعلا رسانده و نهایتاً تخصص را به کشورهای دیگر صادر کرد. در روستاهای کشور اجرای طرح بیوگاز منجر به افزایش درآمد روستاییان خواهد شد که سبب افزایش امید به زندگی و کاهش مهاجرت به شهر و همچنین آبادانی روستاها می‌شود. به‌دلیل تهیه کود بهداشتی، کشاورزی رونق گرفته و ظاهر روستاها زیباتر خواهد شد و بیماری‌ها

کاهش خواهد یافت. اجرای طرح بیوگاز آثار دیگری نیز در کشور دارد که به ذکر برخی اکتفا می‌شود.

۱. افزایش درآمدهای دولت از محل صادرات نفت و گاز و فروش برق تولیدی و مشتقات زیست‌توده (دی اکسید کربن، بیودیزل، بیو اتانول و جز این‌ها) و صرف آن در بخش‌های دیگر

۲. حفظ محیط زیست و جلوگیری از تولید گازهای گلخانه‌ای و تولید شیرابه‌های سمی خطرناک و تفکیک زباله

۳. تشکیل شرکت‌های مجری طرح‌های بیوگاز و اعظام استادکار و نیروی کار به خارج

۴. خودکفایی کشور در زمینه انرژی و کاهش وابستگی به نفت

## ۶. قدردانی

در پایان بجاست به پاس ارج نهادن به زحمات سرکار خانم فاطمه نوبهار، که حامی مادی و معنوی این پروژه بودند، از ایشان تشکر و قدردانی شود.

## ۷. مأخذ

[۱] یزدان داد، حسین، آزاده کریمی، ایمان فاتحی. "استفاده از انرژی نیروگاه بیوگاز مشهد در راستای حفاظت از محیط زیست". اولین کنفرانس بین‌المللی رویکردهای نوین در نگهداشت انرژی، ۱۳۹۰.

[۲] وزارت نیرو، پایگاه اینترنتی سازمان انرژی‌های نو ایران (سانا)، تاریخ دسترسی ۱۳۹۲/۰۵/۲۴.

[۳] عمرانی، قاسمعلی. "روند توسعه بیوگاز در ایران و جهان". محیط‌شناسی، ش. ۱۹، ص. ۹۱.

[۴] ایران آبادی، سایت خبری، تحلیلی و اطلاع رسانی توسعه روستایی و کشاورزی ایران، تاریخ دسترسی ۱۳۹۲/۰۵/۲۴.

[۵] عمرانی، قاسمعلی. "بیوگاز یکی از روش‌های ساده برای کنترل آلودگی‌های محیط زیست، تهیه کود بهداشتی و تأمین انرژی". محیط‌شناسی، ش. ۱۲، ۱۳۶۳، ص. ۹.

[۶] گزارش چهارم سازمان انرژی‌های نو ایران، انرژی زیست‌توده ۱، قابل دسترسی در وبگاه:

[www.sun.org.ir/sina\\_content/media/image/2012/10/1734\\_orig.pdf](http://www.sun.org.ir/sina_content/media/image/2012/10/1734_orig.pdf)



[۷] سرتیپی‌پور، محسن. "فواید و آثار زیست محیطی کالبدی کاربرد بهینه زیست‌توده در روستاها." *علوم محیطی*، س. هفتم، ش. ۱، ص. ۱۲۳، ۱۳۸۸.

[۸] خردمند، سعیده، ایوب کریمی جشنی، پرویز منجمی. "تصفیه بی‌هوازی شیرابه محل دفن زباله شهری؛ مطالعه موردی شیرابه شهر شیراز." *مجله آب و فاضلاب*، ش. ۴، ص. ۸۲، ۱۳۸۸.

[۹] شکوه علیرضا، ادوین صفری، سیدحسین هاشمی، تقی عبادی. "مقایسه میان تصفیه‌پذیری بی‌هوازی شیرابه حاصل از محل دفن زباله شهری حاوی سوبسترای کل و محلول." *نشریه علوم و تکنولوژی محیط زیست*، دوره یازدهم ش. ۱، ۱۳۸۶.

[۱۰] ذوقی محمدجواد، آریامن قویدل. "پیش‌بینی درصد متان موجود در گاز مراکز دفن زباله با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی." *مجله سلامت و محیط*، دوره دوم، ش. ۲، تابستان ۱۳۸۸.

## پی‌نوشت

1. Thomas Shirley

2. Alessandro Giuseppe Antonio Anastasio Volta

(1745 – 1827)

۳. بهاء‌الدین محمد بن حسین عاملی، معروف به شیخ بهائی، حکیم، فقیه، عارف، منجم، ریاضی‌دان، شاعر، ادیب، مورخ و دانشمند نامدار قرن دهم و یازدهم هجری، در هشتم اسفندماه سال ۹۲۵ خورشیدی در بعلبک، دیده به جهان گشود. وی در علمی چون فلسفه، منطق، هیئت و ریاضیات تبحر داشت. حدود ۹۵ کتاب و رساله از او در سیاست، حدیث، ریاضی، اخلاق، نجوم، عرفان، فقه، مهندسی و هنر و فیزیک برجای مانده است. این دانشمند بزرگ در هشتم شهریورماه سال ۱۰۰۰ خورشیدی در اصفهان درگذشت. در سال ۲۰۰۹ م، به پاس خدمات وی به علم ستاره‌شناسی، یونسکو سال ۲۰۰۹ را به افتخار او سال نجوم و شیخ بهایی نامگذاری کرد [ویراستار].

۴. باگاس تفاله‌ای است که پس از استخراج شکر از نیشکر، برجای می‌ماند. این ماده در صنعت تولید نئوپان، تخته نیمه‌فشرده، کاغذ، الکل‌سازی و تولید اسید سیتریک به کار می‌رود. امروزه از باگاس برای فرآوری خوراک دام نیز استفاده می‌شود [ویراستار].



شرکت ایتراک

## شرکت ایتراک

مهندسی و ساخت تجهیزات صنایع ایران

---

**طراحی و ساخت تجهیزات صنایع :**

به ویژه برای:

- صنایع غذایی و دارویی
- صنایع شیمیایی و پتروشیمی
- تجهیزات کشتارگاهها و صنایع جنبی گوشت
- سیستم‌های انتقال مواد
- تجهیزات خطوط رنگ کارخانه‌ها
- کوره‌های زباله‌سوز و لاشه سوز
- مخازن تحت فشار و راکتورها
- سازه‌های صنعتی و انواع کریستیک با گالوانیزه گرم

---

تهران - خیابان ظفر - خیابان نصیری - بلوار سیما جنوبی - شماره ۱۶  
صندوق پستی ۱۱۳۶ - ۱۹۳۹۵  
تلفن: ۰۷۴۲۰۷۴۲ - ۲۲۲۷۲۸۳۹ تلفکس: ۰۹۹۰۲۲۲۶  
web site: www.itrac-co.com  
E-mail: info@itrac-co.com

