

ارزیابی توان تولید بیوگاز از فضولات حیوانی در نواحی روستایی (مطالعه موردی: استان کرمانشاه)

رحمت اله بهرامی* استادیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه پیام نور، ایران

تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۶/۱۵

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۱/۰۳

چکیده

امروزه دست‌یابی به منابع انرژی پاک و مطمئن یکی از اهداف اصلی توسعه پایدار است. بیوگاز با داشتن ویژگی‌هایی از قبیل تولید انرژی پاک، بهبود محیط بهداشتی روستا و تولید کود حیوانی که منبع اصلی مواد مغذی و عاری از تخم علف‌های هرز و عوامل بیماری‌زا است؛ می‌تواند به عنوان یک راهبرد در امر جاگزینی انرژی فسیلی در نواحی روستایی باشد. تحقیق با هدف ارزیابی توان تولید بیوگاز در نواحی روستایی استان کرمانشاه انجام گرفته است. مطالعات از طریق روش میدانی؛ انرژی مورد نیاز مصرفی از طریق گاز که برای مصارف پخت و پز و آب مصرفی در طول سال استفاده می‌کنند. استفاده از میزان مصرف انرژی گاز براساس استاندارد ها و مقررات ملی کشور مورد محاسبه قرار گرفته است. یافته‌ها از جوانب مختلف بیانگر آن است: از نظر اقتصادی ۶۵ درصد صرفه جویی؛ از نظر اجتماعی با توجه به نوع سازه کم دوام مساکن روستایی و با توجه به موقعیت تکتونیک استان کرمانشاه از نظر زلزله؛ بیوگاز بهترین جایگزین برای لوله کشی گاز در نواحی روستایی است. از نظر محیط زیست؛ فضای روستا را تمیز و سطح بهداشت روستا را بالا می‌برد. از نظر فنی آموزش و بکارگیری بیوگاز در نواحی روستایی ساده است. نتایج نشان می‌دهد؛ بکارگیری بیوگاز در نواحی روستایی به دلیل عدم آگاهی مردم محلی از آن؛ مستلزم بومی سازی و ایجاد بسترهای فرهنگی و اقتصادی از طریق همکاری ارگان‌های دولتی (جهاد برای آموزش و بانک‌ها برای تخصیص وام) و همیاری نهادهای مدنی است.

واژه‌گان کلیدی: روستا، بیوگاز، فضولات دام، کرمانشاه

نحوه استناد به مقاله:

بهرامی، رحمت اله. (۱۳۹۶). تحلیل وضعیت سرمایه اجتماعی شهری (مطالعه موردی: شهر استهبان، استان فارس). *مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی*، ۱۲ (۲)، ۳۷۳-۳۵۷.

http://jshsp.iaurasht.ac.ir/article_532888.html

مقدمه

جهان با روند پرشتاب تقاضای انرژی روبروست؛ بنا به پیش بینی آژانس انرژی؛ تقاضای جهانی انرژی بین سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۳۵ میلادی؛ ۳۶ درصد افزایش خواهد یافت (Popzan et al, 2012: 20). این برآوردها نشان می‌دهد در صورت ادامه روند موجود؛ بشر در آینده‌ای نه چندان دور با فقر و ناامنی انرژی مواجه خواهد بود که برون رفت از آن؛ تولید انرژی‌های تجدید پذیر ممکن خواهد بود. این در حالی است که تولید انرژی هسته‌ای خود با چالش‌های زیست محیطی حادثتری مانند تشعشعات و زباله‌های اتمی می‌باشد. بنابراین بحران انرژی در جهان امروز به عنوان معضلی در برابر توسعه اقتصادی اجتماعی بشر پدیدار گشته و از این رو جوامع بشری را به اندیشه‌ی استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر و همسو با محیط زیست سوق داده است.

رشد صنعت و فناوری وابسته به آن سبب بهره‌برداری روزافزون از منابع انرژی موجود و بویژه سوخت‌های فسیلی گردیده که این امر خود از جنبه‌های مختلف آثار و تبعات زیان باری را بر محیط زیست وارد ساخته است؛ از سویی با افزایش تقاضا جهت استفاده از سوخت‌های فسیلی و به دلیل محدودیت اینگونه منابع انرژی در جهان، انسان همواره در اندیشه بهره‌گیری از سوخت‌هایی با منابع نامتناهی و با حداقل آلودگی‌های زیست محیطی برای نیل به سوی توسعه پایدار و تعالی سطح اجتماعی زندگی خود بوده است.

امروزه دست یابی به منابع انرژی پاک و مطمئن از ابزارهای اصلی برای توسعه پایدار می‌باشند. توسعه پایدار با تکیه بر سه اصل پایداری اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی به ارایه راه حل‌هایی در مقابل الگوهای فانی توسعه کالبدی، اجتماعی و اقتصادی و جلوگیری از بروز مسائلی همچون نابودی منابع طبیعی، تخریب سامانه‌های زیستی، تغییر اقلیم، افزایش بی رویه جمعیت، بی عدالتی و پایین آمدن کیفیت زندگی پرداخته است. به نحوی که با پاسخ‌گویی به نیازهای بشر امروز بتواند حداقل شرایطی مشابه جهان امروز را برای آیندگان به ارمان آورد (Gilani et al, 2014: 6). استفاده از انرژی‌های تجدید پذیری از راه حل‌هایی می‌باشد که امروز پیشنهاد می‌شود. بیوگاز به عنوان یکی از آلتر ناتیوهای مناسب به جای سوخت فسیلی مطرح است. این نوع انرژی علاوه بر تولید انرژی گرمایی و حرارتی باعث تولید کودهای کشاورزی؛ بالا نگه داشتن سطح بهداشت محیط و به دنبال آن کنترل بیماری‌ها می‌شود. از طرفی هم یک راه حل مناسب برای دفع مواد زاید جامد در محیط روستا می‌باشد (Bahrami, 2007: 37).

در راستای نیل به توسعه پایدار در کشورمان؛ سیاست گذاری و برنامه‌ریزی بر مبنای محورهای توسعه پایدار در کلیه بخش‌های شهری و روستایی امری ضروری است (Gilani et al, 2014: 6). سوخت‌رسانی به روستاهای دور افتاده با وجود منابع غنای از انرژی فسیلی در کشور بسیار مشکل و هزینه‌بر است. بنظر می‌رسد در مناطق روستایی کشور بالاخص در مناطق کوهستانی و کوهپایه‌ایی که دارای اقتصاد غالب دامداری هستند؛ با توجه به پتانسیل بالای منابع فضولات دام برای تولید انرژی بیوگاز؛ می‌تواند یک راهبرد جایگزین برای سوخت‌های فسیلی و یکی از راهکارهای مناسب برای تولید انرژی باشد. متأسفانه در کشور ایران به دلیل وجود انرژی فسیلی (نفت و گاز) انبوه؛ کمتر به تولید انرژی بیوگاز توجه شده است. با این وجود "در حال حاضر با بهره‌برداری کامل از پتانسیل انرژی بیوگاز موجود در کشور، می‌توان در مصرف ۲۵۵۰۰ بشکه نفت خام در سال صرفه‌جویی نمود. این آمار فقط مربوط به انرژی بیوگاز حاصل از فضولات دامی کشور می‌باشد و حجم انبوهی از ضایعات کشاورزی را شامل نمی‌شود که با افزودن این منابع عظیم، پتانسیل خوبی برای اجرای ساخت دستگاه بیوگاز در ایران ایجاد می‌گردد (Abdollahi, 2014: 25). با تولید این نوع انرژی از یک طرف موجب صرفه جویی اقتصادی در انرژی گازی؛ از طرف دیگر امکان صادرات بیشتری را برای دولت فراهم تا ارزی بیشتری را بدست آورد. از آنجا که کشور ایران دارای منابع گسترده‌ای جهت تولید انرژی بیوگاز می‌باشد، استفاده از این نوع انرژی در کشور به ویژه در مناطق دورافتاده بسیار حائز اهمیت است. این نوشتار با هدف ارزیابی توان تولید بیوگاز از فضولات دامی

در مناطق روستایی استان کرمانشاه به عنوان منبع انرژی ارزان قیمت و حل مشکلات زیست محیطی ناشی از عدم مدیریت صحیح جمع‌آوری و دفع فضولات روستایی است.

در ادامه به برخی از پژوهش‌های انجام شده در زمینه موضوع تحقیق پرداخته می‌شود. تاریخچه تولید بیوگاز به اوایل سده نوزدهم بر می‌گردد 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 (Omrani, 2006: 20) اما در ایران، به این موضوع کمتر بها داده شده است زیرا انرژی فسیلی نفت و گاز به فور در اختیار دولت بوده و این مسئله سبب کردیده کمتر برنامه‌ریزان دولتی و حتی محققین کشور به امر تحقیق در این زمینه پردازند. غالب مطالب تحقیقی در زمینه بیوگاز بصورت مقالاتی است که در همایش‌ها و کنفرانس‌ها ارائه شده است. با این اوصاف در گذشته در میان مناطق مختلف کشور به اشکال مختلف بیوگاز را تولید می‌کردند. به عنوان مثال حمام شیخ بهایی (مربوط به قرن یازدهم هجری) احتمالاً نخستین حمام بوده که بوسیله گاز متان گرم می‌شده است. و در میان مناطق روستایی از فضولات دام بعد از خشک کردن آن به عنوان منبع سوختی برای پخت و پز استفاده می‌کردند. اما اولین هاضم تولید متان به صورت نوین در سال ۱۳۵۴ در روستای نیازآباد لرستان ساخته شد. در سال ۱۳۶۱ یک واحد ۳ مترمکعبی در دانشگاه صنعتی شریف مورد مطالعه قرار گرفت (Omrani, 2006: 20). در سال‌های ۶۵-۱۳۶۱ مرکز تحقیقات انرژی‌های نو در سازمان انرژی اتمی، پژوهش‌های ویژه‌ای را در این زمینه به انجام رساند که از جمله می‌توان 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 سبب لی 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 برداشته‌اند (Sheikh, 2007: 5). از جمله می‌توان به واحد احداث شده توسط جهاد دانشگاهی دانشکده کشاورزی کرج در سال‌های ۶۳ تا ۶۵ و واحد احداث شده توسط مهندس خلیل شیخ قاسمی (کارشناس شرکت آب و فاضلاب) در شاهین دژ آذربایجان در سال ۱۳۷۲ اشاره کرد. متأخر ترین واحدهای ساخته شده، یک واحد بیوگاز برای هضم فاضلاب انسانی در جزیره کیش و یک واحد تخمیر فضولات دامی (گاوداری) در ماهدشت کرج بوده که هر دو توسط سازمان انرژی اتمی در سال‌های ۷۸-۱۳۷۷ طراحی و ساخته شده‌اند (Sheikh al, 1998: 6). با استفاده از مطالعه عدل و همکاران، نتایج پتانسیل سنجی تولید بیوگاز در ایران را می‌توان چنین خلاصه نمود: مقدار فضولات دامی قابل دسترس در ایران ۷۴۹۴۶ هزارتن در سال بوده که بیوگاز قابل تولید از آن ۸۶۶۸ میلیون مترمکعب می‌باشد. جرم زائدات کشاورزی و جنگلی در ایران ۲۳۱۴۷/۵ هزارتن در سال بوده که بیوگاز قابل تولید از آن‌ها ۵۴۷۵/۸ میلیون مترمکعب می‌باشد (Adel, 1999: 57). اصل هاشمی و دیانت در مقاله‌ای تحت عنوان کاربرد فرمول‌های ریاضی در تولید بیوگاز به pH در کیفیت و کمیت محصولات تولیدی به روش ناپیوسته؛ نیمه پیوسته و پیوسته پرداخته است. نتایج نشان از بیشترین گازهای تولیدی در زمان ۱۰ تا ۴۰ روز و دمای ۱۵ تا درجه سانتی‌گراد و ضریب بیوگاز را بین صفر تا یک برای شرایط مختلف محلی ۶۰ درصد بدست آمده است. امیری و همکاران (۱۳۸۹) در تحقیق تحت عنوان پتانسیل سنجی استحصال بیوگاز از پسماندهای روستایی (مطالعه موردی: روستاهای یزد) به این نتیجه رسیده که سالانه حدود ۷۸۳ میلیون تن متر مکعب بیوگاز را می‌توان از منابع موجود در روستاهای استان یزد استخراج کرد. گیلانی عادل و همکاران (۱۳۹۲) مقاله‌ای تحت عنوان کاربرد فناوری بیوگاز در روستاهای ایران؛ برآورد صرفه‌جویی انرژی حاصل از کاربرد فناوری بیوگاز در روستاهای گالش کلام (گیلان) محاسبات نشان داد که استفاده از فناوری بیوگاز با اصلاح الگوی مصرف و استانداردهاسازی ساختمان می‌تواند ۱۷ درصد تا ۳۹/۴ درصد صرفه جویی در میزان انرژی خانواده‌های روستایی می‌گردد.

بیوگاز علاوه بر تولید انرژی و سوخت؛ کود بهداشتی خاصی تولید می‌کنند که منبع اصلی مواد مغذی (N.P.K) و عاری از تخم علف‌های هرز و عوامل بیماری‌زا است. این کود حاصلخیزی خاک را زیاد کرده و بازده تولید محصولات کشاورزی را نیز تا حدود ۱۰ تا ۲۰ درصد افزایش می‌دهد (Omran, 2006: 20). در واقع بیوگاز مخلوطی از گازهای قابل اشتعال است که در اثر تجزیه بی‌هوازی و یا تخمیر مواد زاید آلی انسانی-حیوانی؛ کشاورزی و صنعتی بوجود می‌آید که این اصطلاح در هندوستان به گبارگاز (Go bar gas) و در چین به مارش (Marsh gas) و در آلمان به بی‌هوازی (Bihar gas) و در فارسی به انرژی زیستی مشهور است. دلیل نام گذاری این گاز به بیوگاز این است که بر اثر تجزیه بی‌هوازی مواد آلی و بیولوژیک به وسیله میکرو ارگانیسم‌های زنده تولید می‌شود. بیوگاز مخلوطی از سه ترکیب بنام متان؛ دی اکسید کربن و سولفید هیدروژن است. ترکیب عمده این گاز یعنی ۶۰ تا ۶۵ درصد آن را شامل می‌شود (جدول ۱). گازمتان؛ گازی است بی‌رنگ و بی‌بو که اگر یک فوت مکعب آن بسوزد؛ ۲۵۲ کیلوکالری (۱۰۵۲/۳ کیلوژول) انرژی حرارتی تولید می‌کند که در قیاس با سایر مواد سوختی؛ رقم قابل توجهی است (Salarey, 2011: 25). استفاده از فناوری بیوگاز علاوه بر پاسخ‌گویی به مشکلات ناشی از دفع فضولات حیوانی و آلودگی محیط زیست در مناطق روستایی و تبدیل آن به انرژی با ارزش و پاک نه تنها موجب صرفه جویی‌های اقتصادی بلکه زمینه تقویت خاک کشاورزی را دوچندان خواهد کرد.

جدول ۱. ترکیبات بیوگاز

نام گاز	فرمول	درصد ترکیب
متان	CH ₄	۵۵-۶۵
گاز کربنیک	Co ₂	۳۵-۴۵
نیتروژن	N ₂	۳-۰
هیدروژن	H ₂	۱-۰
اکسیژن	O ₂	۱-۰
هیدروژن سولفور	H ₂ S	۱-۰

جدول ۲. مقایسه خواص گازهای متان با بیوگاز

نوع گاز	هوای مورد نیاز m ³	سرعت فشار هوا/cm/s	وزن مخصوص نسبت به هوا	ارزش حرارتی Kwh/m	ترکیبات	
					درصد	عناصر
متان	۹/۵	۴۳	٪۵۵	۹/۹۴	۱۰۰	CH ₄
پروپان	۲۳/۸	۵۷	۱/۵۶	۲۵/۹۴	۱۰۰	C ₄ H _g
بوتان	۳/۹	۴۵	۷/۲	۳۴/۰۲	۱۰۰	CH ₄ H ₁₀
گاز طبیعی	۷	۶۰	٪۲۸	۷/۵۲	۶۵/۳۵	CH ₄ H ₂
گاز شهری	۳/۷	۸۲	٪۴۱	۴/۰۷	۲۶,۵۰/۲۴	CH ₄ , O, 2N ₂
بیوگاز	۵/۷	۴۰	٪۹۴	۵/۹۶	۶۰/۴۰	CH ₄ , Co ₂

Source: Hejre Z; Sahebjamee, 2010

با توجه به ویژگی بیوگاز ضرورت استفاده از بیوگاز را می‌توان در موارد زیر جستجو کرد:

جدول ۲. ضرورت استفاده از بیوگاز در نواحی روستایی

موانع های توسعه پایدار روستایی (انرژی بیوگاز)	اقتصادی و اجتماعی	<ul style="list-style-type: none"> - این گاز بدون هیچ هزینه‌ای تولید می‌شود. اما کنترل؛ بهینه سازی و بهره برداری از این گاز متضمن صرف هزینه می‌باشد (Havaeji, 2010). - تکنولوژی بیوگاز از نقطه نظر اقتصادی قابل قبول و براساس یک روند طبیعی؛ تولید انرژی الکتریکی حاصل از سوخت بیوگاز بسیار اقتصادی تر از سوزاندن مستقیم این گاز است. - پایین بودن قیمت سوخت‌های فسیلی؛ افزایش تقاضای انرژی؛ آلودگی‌های زیست محیطی و... موجب گردیده تا از لحاظ اقتصادی بسیار مورد توجه قرار گیرد (Alizadeh, 1996: 65). - ایجاد اشتغال در روستا (Gilani et al, 2014: 6). - بهبود ایمنی صنعتی و خانگی همچنین سود آور - انرژی بیوگاز مکمل توسعه دامداری هستند - روش آموزش این نوع انرژی ساده و کم هزینه است.
	زیست محیطی	<ul style="list-style-type: none"> - روند رشد جمعیت؛ تشدید آلودگی‌های زیست محیطی آلی به خصوص افزایش تولید مواد جامد؛ محدودیت زمین مناسب جهت دفن؛ بالا بودن سطح آب‌های زیرزمینی؛ تا حدودی بالا بودن میزان بارش یاد آور تهدیدهای زیست محیطی است (Amiri, 2010: 36). - با احداث واحدهای بیوگاز ضمن جمع آوری و کنترل آلاینده‌های زیست محیطی و کمک به حفظ بهداشت و سلامت عمومی جامعه - تولید کود غنی برای زمین کشاورزی - تاسیسات بیوگاز؛ مکمل توسعه دامداری هستند (Asl Hashem Ahmed, Deyanat Faith, 2010:48) - کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای دشمن لایه ازن - بیوگاز به عنوان یک منبع انرژی محلی و تجدید شونده - از مزیت مهم متان به دیگر سوخت‌ها این است که هنگام سوختن؛ گاز سمی و خطرناک منواکسید کربن تولید نمی‌کند (Asl Hashem Ahmed, Deyanat Faith, 2010:48) - استفاده از کود بیوگاز در کشت قارچ‌های خوراکی - کمک به حفظ پوشش گیاهی؛ با تولید بیوگاز سوخت مورد نیاز انسان تامین شده و دیگر نیازی به قطع درختان و پوشش گیاهی نیست (Ali Ghardash, 2010: 30). - سازگار با محیط زیست

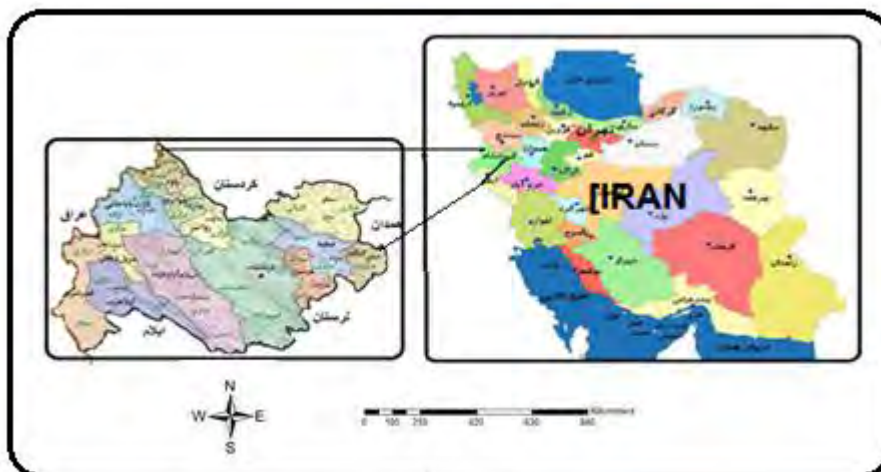
روش پژوهش

روش تحقیق توصیفی - تحلیلی و میدانی است؛ روش گردآوری داده‌ها از طریق مراجع قانونی مرکز آمار ایران؛ سالنامه آماری استان کرمانشاه؛ سرشماری دام جهاد کشاورزی استان کرمانشاه و مطالعات میدانی بوده است. برای ارزیابی توان تولید بیوگاز در مناطق روستایی استان کرمانشاه در ابتدا به بررسی مقدماتی سرانه دام به ازای هر خانوار که میانگین آن چهار نفر در هر واحد مسکونی پرداخته شده است. روش محاسبات به دو صورت انجام گرفته اول از طریق روش میدانی؛ بدین صورت انرژی مورد نیاز مصرفی از طریق کپسول گاز ۱۱ کیلویی که برای مصارف پخت و پز و آب مصرفی در طول سال استفاده می‌کنند. دوم استفاده از میزان مصرف انرژی گاز براساس استانداردها و مقررات ملی کشور مورد محاسبه قرار گرفته است. نتایج حاصل از این ارزیابی مقدار تولید بیوگاز و میزان صرفه‌جویی اقتصادی آن در مناطق روستایی استان کرمانشاه پرداخته شده است. سپس مناطق روستایی که توان بالایی برای تولید بیوگاز را دارند با استفاده از نرم افزار GIS به صورت نقشه ترسیم شده است.

محدوده مورد مطالعه

استان کرمانشاه با ۱۹۴۵۲۲۷ هزار نفر جمعیت و ۲۵ هزار کیلومتر مربع مساحت، ۲/۵۹ درصد جمعیت کل کشور را در خود جای داده‌است. این استان از شمال به استان کردستان، از جنوب به استان لرستان و ایلام، از شرق به استان همدان و از غرب به کشور عراق محدود می‌شود. براساس آخرین اطلاعات تقسیمات کشوری این استان دارای ۱۴ شهرستان، ۳۱ بخش، ۸۶ دهستان و ۳۱ شهر می‌باشد که ۶۹/۷ درصد در مناطق شهری و ۳۰/۳ درصد در مناطق روستایی زندگی

می‌کنند. همچنین این استان دارای ۲۶۴۲ آبادی دارای سکنه می‌باشد. پرجمعیت‌ترین شهرستان استان بعد از کرمانشاه که مرکز استان است، شهرستان اسلام‌آباد غرب و کم جمعیت‌ترین شهرستان قصر شیرین می‌باشد (Statistical Yearbook, 2014).



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی محدوده مطالعاتی

یافته‌ها و بحث

ارزیابی پتانسیل تولید بیوگاز از فضولات دامی در مناطق روستایی استان کرمانشاه

در این مقاله برای تخمین صرفه جویی احتمالی صورت گرفته از طریق استفاده از فناوری بیوگاز از دو طریق به انجام محاسبات پرداخته شده است. در روش اول با مطالعات میدانی و بدست آوردن آمار مصرف انرژی در بخش پخت و پز و آب مصرفی در برخی از خانواده‌های روستایی؛ انرژی سالانه مورد نیاز یک خانوار برای پخت و پز و گرمایش آب مصرفی؛ براساس فرهنگ کنونی مصرف روستا محاسبه و سپس با تقسیم انرژی سالانه بدست آمده از فناوری بیوگاز برای انرژی سالانه مصرفی (پخت و پز و تامین آب گرم مصرفی) درصد صرفه جویی در بخش انرژی محاسبه شده است. در روش دوم با استفاده از روز درجه گرمایی به محاسبه بار گرمایی مورد نیاز یک خانوار روستایی پرداخته و در نهایت با مقایسه‌ی مقدار انرژی تولیدی از طریق فناوری بیوگاز و مقدار بار گرمایشی تمام ساختمان یا بخش‌هایی از آن (بار گرمایشی پخت و پز و آب گرم مصرفی) به درصدی از صرفه جویی در هر بخش بیان شده است. در این راستا برای سادگی در محاسبات؛ به انتخاب چند نمونه اقدام شده تا در نهایت با تعمیم دادن نتیجه محاسبات به کل روستا؛ درصد صرفه جویی در کل روستاها مشخص شود. با توجه به کمبود نسبی و عدم توازن تعداد دام روستاییان و در نهایت با بررسی موقعیت استقرار و پراکندگی بناهای مسکونی در روستا؛ این نتیجه حاصل شد که برای هر خانوار روستایی ساخت یک واحد بیوگاز پیشنهاد گردد.

جدول ۳. متوسط تعداد دام برای هر خانوار روستایی

منبع تولید بیوگاز	تعداد دام	میزان فضولات تولیدی هر راس دام (کیلوگرم در روز)	کل میزان فضولات تولیدی در یک روز (کیلوگرم در روز)	میزان بیوگاز تولیدی از هر کیلوگرم فضولات دام (متر مکعب)	کل بیوگاز تولیدی در روز (متر مکعب)
گاو	۲	۱۲	۲۴	۰/۰۴۳	۱/۰۳
گوسفند و بز	۱۰	۴	۴۰	۰/۰۶	۲/۴
مجموع			۶۴		۳/۴۳

طبق شکل (۲) میزان بیوگاز تولید شده به ازای هر کیلوگرم از فضولات تازه هر راس گاو با توجه به زمان مانده (RT) ۹۰ روز و دمای مخزن تخمیر (T) ۲۶-۲۸ درجه سانتی گراد معادل ۱۲ لیتر در روز خواهد بود. حجم مخزن تخمیر (VD) تابعی از مقدار لجن و ورودی (SD) و زمان مانده (RT) می‌باشد: براساس رابطه (۱) بصورت مداوم روزانه ۱۲۸ لیتر لجن وارد مخزن تخمیر خواهد شد:

$$VD = SD * RT(1)$$

$$SD = 64_{kg} + 64_{lit} = 128_{lit} (2)$$

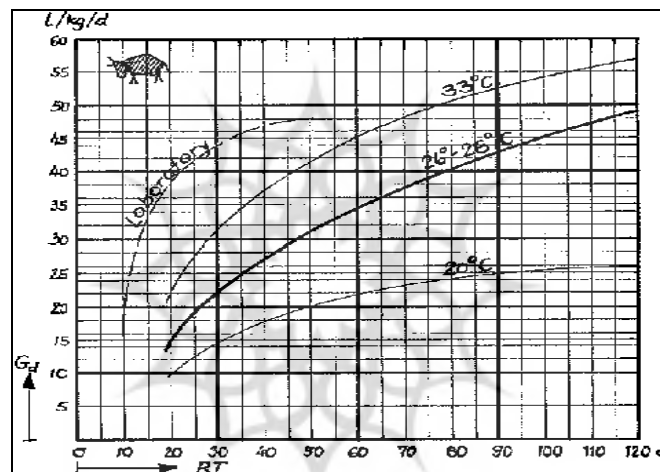
$$RT: 90 \text{ day}$$

$$VD = 128 * 90 = 11.5 (3)$$

در نتیجه اندازه مخزن تخمیر (VD) برابر با ۱۲ متر مکعب خواهد شد. با توجه با اینکه ظرفیت متعارف مخزن گاز (VG) برای مصارف خانه‌های روستایی در کشورهای جهان سوم ۵۰ تا ۶۰ درصد اندازه مخزن تخمیر می‌باشد (Omrani, 2006:20). در مجموع حجم مورد نیاز یک واحد بیوگاز براساس شرایط این پژوهش؛ برابر ۱۹ متر مکعب خواهد بود.

$$VG = VD * 60\%$$

$$VG: 11.5 * 60\% = 7 \text{ lit} (4)$$



شکل ۲. مقدار بیوگاز به ازای هر کیلو گرم فضولات تازه‌ای گاو با توجه به زمان مانده (RT) و دمای مخزن تخمیر (T)

همان طور اشاره شد؛ طبق مطالعات میدانی انجام شده؛ ساکنین روستا در حال حاضر برای پخت و پز و آب گرم مصرفی جهت استحمام؛ از کپسول گاز ۱۱ کیلویی استفاده می‌کنند. این کپسول گاز مایع حاوی ۵۰ درصد پروپان و ۵۰ درصد بوتان می‌باشند. با توجه به اینکه ارزش حرارتی پروپان برابر با ۴۹/۶ مگاژول بر کیلوگرم و ارزش حرارتی بوتان ۴۹/۱ مگاژول بر کیلوگرم است. بنابراین در محاسبات ارزش حرارتی گاز مایع برابر با ۴۹/۳ مگاژول بر کیلوگرم در نظر گرفته می‌شود (Soltandost, 2009: 254).

براساس داده‌های مرکز آمار ایران متوسط جمعیت روستایی در استان کرمانشاه در خانوار حدود ۴ نفر است. اگر به طور متوسط خانوار روستایی هر ۷ روز؛ از یک کپسول ۱۱ کیلوگرمی برای پخت و پز و همچنین برای آب مصرفی به طور متوسط در فصول گرم و سرد از یک کپسول در هفته استفاده کنند. مصرف سالیانه برابر با ۹۶ و برای هر ماه ۸ کپسول ۱۱ کیلوگرمی مورد نیاز است. به عبارتی هر هفته ۲ کپسول ۱۱ کیلویی معادل ۳/۱۴ کیلوگرم در روز نیاز است. با توجه به ارزش حرارتی گاز مایع؛ انرژی هر کپسول گاز ۱۱ کیلوگرمی برابر با ۵۴۲/۳ مگاژول و در نتیجه کل انرژی مصرفی یک خانوار ۴ نفره برای پخت و پز و گرمایش آب مصرفی در طول سال برابر با ۵۲۰۶۱ مگاژول است.

$$11\text{kg} \cdot 49.3\text{mi}/\text{kg} = 542.3 \quad (5)$$

$$542.3 \cdot 96 = 52061 \text{ Mj}/\text{year} \quad (6)$$

براساس جداول (۴) و (۵) با توجه به میزان فضولات دام برای هر خانوار و زمان مانده ۹۰ روز تخمیر در ۲۸-۲۶ درجه سانتی‌گراد؛ روزانه به مقدار ۱۴/۵ مترمکعب از تخمیر بی‌هوازی فضولات حیوانی؛ بیوگاز تولید خواهد شد. بنابراین متوسط بیوگاز تولیدی دام سبک و سنگین استان کرمانشاه در طول سال برابر با ۲۶۴۵/۵ متر مکعب خواهد بود. بنابراین کل انرژی مصرفی هر خانوار ۴ نفره در زمینه پخت و پز و تامین آب گرم برابر با ۵۲۰۶۱ مگاژول در سال و یا به عبارتی برابر با ۴۹۳۴۴۵۷ بی‌تی‌یو در سال خواهد بود (هرکیلوژول برابر با ۰/۹۴۷۸۲ بی‌تی‌یو است).

$$52061 \text{ mj}/\text{year} \cdot 947.82 = 49344267 \text{ Btu}/\text{year} \quad (7)$$

اگر مقدار انرژی فوق از طریق گاز شهری تامین گردد سالانه ۴۹۳۴۴/۵ فوت مکعب گاز شهری نیاز داریم.

$$49344267 \text{ Btu}/\text{year} / 1000 = 49344.2 \quad (8)$$

اگر این مقدار انرژی از طریق بیوگاز تامین شود؛ سالانه به ۸۴۹۳۰ فوت مکعب بیوگاز و یا به عبارتی ۱۲۵۲ متر مکعب بیوگاز نیاز خواهیم داشت.

$$49344267 \text{ Btu}/\text{year} / 581/\text{ft}^3 = 84930 \text{ Ft}^3/\text{year} \quad (9)$$

$$3.43 \cdot 365 = 1252 \quad (10)$$

$$1252 \cdot 35.31' = 44206 \quad (11)$$

جدول ۳. تعداد دام‌های استان کرمانشاه به تفکیک دام سبک و سنگین

شهرستان	سرانه دام سنگین/خانوار	گاو و گوساله اصیل	گاو و گوساله دو رگه	گاو؛ گوساله بومی	سرانه دام سبک/خانوار	گوسفند وبره	بز و بزغاله
اسلام آباد غرب	۲	۲۵۸۵	۱۶۵۱۷	۱۱۶۲۱	۳۴	۳۴۶۱۲۷	۹۳۳۱۷
دالاهو	۲	۳۲۴	۲۵۶۵	۱۱۰۸۵	۴۸	۲۷۴۴۸۴	۳۹۶۰۷
کرمانشاه	۲	۲۷۸۹	۲۵۰۵۴	۲۹۳۱۵	۱۲	۳۶۳۵۰۵	۶۹۳۶۱
سرپل ذهاب	۱	۵۵۰	۵۵۴۰	۸۸۹۳	۲۳	۱۸۰۳۱۱	۴۷۴۸۲
قصرشیرین	۲	۰	۱۰۰۵	۷۵۷	۲۵	۲۵۲۴۱	۳۴۳۳
گیلانغرب	۲	۶۲۶	۷۰۰۴	۷۶۷۹	۴۶	۲۹۵۳۰۸	۸۸۵۹۱
صحنه	۳	۳۳۰۸	۲۲۷۴۷	۷۷۶۷	۱۴	۱۱۱۸۸۵	۲۵۵۹۹
هرسین	۳	۲۳۷۵	۱۳۳۱۸	۱۱۱۷۴	۸	۵۰۰۴۱	۱۵۹۹۹
کنگاور	۳	۵۲۲۴	۱۷۲۲۴	۱۱۱۰	۱۱	۷۲۱۰۴	۱۰۳۱۱
سنقر و کلبایی	۲	۱۴۶۸	۱۱۶۷۷	۱۰۰۶۸	۱۳	۱۳۷۳۱۳	۲۴۲۳۲
روانسر	۳	۲۱۰۵	۵۰۹۷	۱۰۴۲۱	۲۱	۱۰۸۳۴۶	۲۳۷۵۱
جوانرود	۳	۶۶	۱۳۷	۱۱۱۸۲	۳۲	۸۰۱۵۷	۴۸۷۷۰
ثلاث باباجانی	۲	۱۶۳۱	۱۰۸۱	۱۰۸۸۶	۳۹	۱۲۲۵۸۸	۱۰۹۴۷۲
پاوه	۲	۱۰۸	۳۸۷	۱۱۹۶۳	۲۸۲۸	۱۱۴۱۳۴	۶۳۲۰۳

Source: Agricultural Jihad Organization of Kermanshah Province, 2014

۱. هر متر مکعب برابر با ۳۵/۳۱ فوت مکعب است.

۲. ارزش حرارتی هر فوت مکعب بیوگاز برابر با ۵۸۱ بی‌تی‌یو است.

۳. ارزش حرارتی هر فوت مکعب گاز شهری برابر با ۱۰۰۰ بی‌تی‌یو است.

جدول ۴. منابع تولید بیوگاز برحسب دام سبک

شهرستان	سرانه دام سبک دو خانوار	میزان فضولات تولیدی هر دام سبک (کیلوگرم در روز)	کل فضولات تولیدی در یک روز kg	میزان بیوگاز تولیدی از هر کیلو گرم فضولات دام سبک (متر مکعب)	کل بیوگاز تولیدی در روز (متر مکعب)
اسلام آباد غرب	۶۸	۴	۲۷۲	۰/۰۶	۱۶/۳۲
دالاهو	۹۶	۴	۳۸۴	۰/۰۶	۲۳/۰۴
کرمانشاه	۲۴	۴	۹۶	۰/۰۶	۵/۷۶
سرپل ذهاب	۴۶	۴	۱۸۴	۰/۰۶	۱۱/۰۴
قصرشیرین	۵۰	۴	۲۰۰	۰/۰۶	۱۲
گیلانغرب	۹۲	۴	۳۶۸	۰/۰۶	۲۲/۰۸
صحنه	۲۸	۴	۱۱۲	۰/۰۶	۶/۷۲
هرسین	۱۶	۴	۶۴	۰/۰۶	۳/۸۴
کنگاور	۲۲	۴	۸۸	۰/۰۶	۵/۲۸
ستقر و کلیایی	۲۶	۴	۱۰۴	۰/۰۶	۶/۲۴
روانسر	۴۲	۴	۱۶۸	۰/۰۶	۱۰/۰۸
جوانرود	۶۴	۴	۲۵۶	۰/۰۶	۱۵/۳۶
ثلاث باباجانی	۷۸	۴	۳۱۲	۰/۰۶	۱۸/۷۲
پاوه	۵۶	۴	۲۲۴	۰/۰۶	۱۳/۴۴

جدول ۵. منابع تولید بیوگاز برحسب دام سنگین

شهرستان	سرانه دام سنگین/۲ خانوار	میزان فضولات تولیدی هر دام سنگین (کیلوگرم در روز)	کل فضولات تولیدی در یک روز kg	میزان بیوگاز تولیدی از هر کیلو گرم فضولات دام سنگین (متر مکعب)	کل بیوگاز تولیدی در روز (متر مکعب)
اسلام آباد غرب	۴	۱۲	۴۸	۰/۰۴۳	۲/۰۶۴
دالاهو	۴	۱۲	۴۸	۰/۰۴۳	۲/۰۶۴
کرمانشاه	۴	۱۲	۴۸	۰/۰۴۳	۲/۰۶۴
سرپل ذهاب	۲	۱۲	۲۴	۰/۰۴۳	۱/۰۳۲
قصرشیرین	۴	۱۲	۴۸	۰/۰۴۳	۲/۰۶۴
گیلانغرب	۴	۱۲	۴۸	۰/۰۴۳	۲/۰۶۴
صحنه	۶	۱۲	۷۲	۰/۰۴۳	۳/۰۹۶۴
هرسین	۶	۱۲	۷۲	۰/۰۴۳	۳/۰۹۶۴
کنگاور	۶	۱۲	۷۲	۰/۰۴۳	۳/۰۹۶۴
ستقر و کلیایی	۴	۱۲	۴۸	۰/۰۴۳	۲/۰۶۴
روانسر	۶	۱۲	۷۲	۰/۰۴۳	۳/۰۹۶۴
جوانرود	۶	۱۲	۷۲	۰/۰۴۳	۳/۰۹۶۴
ثلاث باباجانی	۴	۱۲	۴۸	۰/۰۴۳	۲/۰۶۴
پاوه	۴	۱۲	۴۸	۰/۰۴۳	۲/۰۶۴

جدول ۶. برآورد بیوگاز تولیدی روزانه و سالانه در مناطق روستایی استان کرمانشاه

شهرستان	کل بیوگاز تولیدی در روز (متر مکعب) دام سنگین	کل بیوگاز تولیدی در روز (متر مکعب) دام سبک	جمع کل بیوگاز تولیدی در روز (متر مکعب)	بیوگاز تولیدی سالانه M ³ /year
اسلام آباد غرب	۲/۰۶۴	۱۶/۳۲	۱۸/۳۸۴	۶۷۱۰/۱۶
دالاهو	۲/۰۶۴	۲۳/۰۴	۲۵/۱۰۴	۹۱۶۲/۹۶
کرمانشاه	۲/۰۶۴	۵/۷۶	۷/۸۲۴	۲۸۵۵/۷۶
سرپل ذهاب	۱/۰۳۲	۱۱/۰۴	۱۲/۰۷۲	۴۴۰۶/۲۸
قصرشیرین	۲/۰۶۴	۱۲	۱۴/۰۶۴	۵۱۳۳/۳۶
گیلانغرب	۲/۰۶۴	۲۲/۰۸	۲۴/۱۴۴	۸۸۱۲/۵۶
صحنه	۳/۰۹۶۴	۶/۷۲	۹/۸۱۶	۳۵۸۲/۸۴
هرسین	۳/۰۹۶۴	۳/۸۴	۶/۹۳۶	۲۵۳۱/۶۴
کنگاور	۳/۰۹۶۴	۵/۲۸	۸/۳۷۶	۳۰۵۷/۲۴
سنقر و کلیایی	۲/۰۶۴	۶/۲۴	۸/۳۰۴	۳۰۳۰/۹۶
روانسر	۳/۰۹۶۴	۱۰/۰۸	۱۳/۱۷۶	۴۸۰۹/۲۴
جوانرود	۳/۰۹۶۴	۱۵/۳۶	۱۸/۴۵۶	۶۷۳۶/۴۴
ثلاث باباجانی	۲/۰۶۴	۱۸/۷۲	۲۰/۷۸۴	۷۵۸۶/۱۶
پاوه	۲/۰۶۴	۱۳/۴۴	۱۵/۵۰۴	۵۶۵۸/۹۶

جدول ۷. مقایسه مقدار گاز شهری و بیوگاز مورد نیاز جهت تامین انرژی سالانه برای هر خانوار روستایی

میانگین مصرف انرژی سالانه براساس مطالعه میدانی ۱ خانوار (Btu/Year)	ارزش حرارتی گاز شهری (Btu/Year)	مقدار گاز شهری مورد نیاز جهت تامین انرژی سالانه (Ft ³)	مقدار گاز شهری مورد نیاز جهت تامین انرژی سالانه (M ²)	ارزش حرارتی بیوگاز Btu/ft ³	مقدار مورد نیاز جهت تامین انرژی سالانه (Ft ³)	مقدار بیوگاز مورد نیاز جهت تامین انرژی سالانه (M ³)
۴۹۳۴۴۵۷	۱۰۰۰	۴۹۳۴۴/۵	۱۳۸۲	۵۸۱	۸۴۹۳۰/۲	۱۲۵۲

اگر متوسط بیوگاز تخمیری بی هوازی فضولات حیوانی تولید شده در مناطق روستایی استان کرمانشاه برابر با ۱۴/۵ متر مکعب باشد بنابراین بیوگاز تولیدی در سال برابر است با ۵۲۹۱/۰۴ مترمکعب و به عبارتی برابر با ۱۸۶۸۶۰ فوت مکعب خواهد بود. با توجه به بیوگاز تولیدی به بیوگاز مورد نیاز که اشاره رفت با توجه به معادله (۹) و (۱۱) می‌توان nV در کل استان حدود ۵۲ درصد انرژی ناشی از مصرف کپسول گاز برای هر خانوار صرفه جویی نمود:

$$44206 \text{fr/year} / 84930.2 \text{Ft}^3/\text{year} = 52\% \quad (12)$$

بنابراین می‌توان گفت با توجه به انرژی تولیدی بیوگاز در بخش پخت‌وپز و آب گرم مصرفی برابر ۵۲ درصد ما می‌توانیم صرفه‌جویی در مصرف گاز کپسولی داشته باشیم از نظر اقتصادی اگر هزینه یک کپسول گاز خانگی برابر با ۵۰۰۰۰ هزار ریال در نظر بگیریم و مصرف سالانه ۹۶ عدد محاسبه گردیده؛ برای هر کپسول گاز رقمی بیش از ۲۵۰ هزار ریال صرفه جویی خواهد شد. چنانچه بخواهیم هزینه کود تولیدی از بیوگاز را نیز محاسبه کنیم میزان صرفه جویی اقتصادی بیش از عدد مورد نظر خواهد بود. کود ناشی از بیوگاز "منبع اصلی مواد مغذی (N.P.K) و عاری از تخم علف‌های هرز و عوامل بیماری‌زا است این کود حاصلخیزی خاک را زیاد کرده و بازده تولید محصولات کشاورزی را نیز تا حدود ۲۰-۱۰ درصد افزایش می‌دهد" (Ghasem Ali Omrani, 1996: 25).

در روش دوم ابتدا به ارزیابی بار گرمایشی ساختمان در دو بخش پخت و پز و تامین بار گرمایی آب گرم مصرفی براساس روز درجه گرمایی پرداخته و نتایج نسبت انرژی تولیدی (بیوگاز) و بار گرمایی محاسبه شده در این بخش را با نتیجه حاصله از روش اول مقایسه سپس بارگرمایشی کل بنا (پخت و پز و آب گرم و گرمایش) را براساس روز درجه گرمایی محاسبه نموده و نسبت این بار با انرژی تولید شده از طریق بیوگاز را بدست می آوریم. با در نظر گرفتن حداکثر مصرف آب گرم (GPH) براساس لوازم بهداشتی و نوع کاربری ساختمان؛ مقدار آب گرم مصرفی برای هر خانوار از طریق دوش؛ حمام؛ توالت؛ و سینک آشپزخانه به ترتیب برابر با ۳۰؛ ۲؛ و ۱۰ گالن در هر ساعت می باشد. بنابراین حداکثر مصرفی ساعتی آب گرم برای هر خانوار برابر با ۴۲ گالن خواهد بود (Soltandost, 2009: 254).

$$30\text{GPH}+2\text{GPH}+10\text{GPH}=42\text{GPH}$$

با در نظر گرفتن ضریب تقاضای (DF) ۰/۳ درصد مصرف واقعی آب گرم هر خانوار برابر با ۱۲/۶ گالن در هر ساعت خواهد بود.

$$342\text{GPH} \cdot 0.3 = 12.6 \quad (14)$$

بنابراین مقدار گرمای مورد نیاز برای تولید آب گرم هر خانوار در کرمانشاه به عنوان نمونه برابر با ۳۹۳۶ بی تی یو بر ساعت خواهد بود.

$$4Q = V \cdot 8.33 \cdot (T_2 - T_1) \quad (15)$$

$$5Q = 12.6\text{GPH} \cdot 8.33 \cdot (91^f - 53.5^f) = 3936\text{Btu/hr} \quad (16)$$

با یک معادله و براساس روز درجه گرمایی شهر کرمانشاه (انتخاب نمونه) برابر با درجه فارنهایت؛ بار گرمایی مورد نیاز تامین آب گرم مصرفی برای هر خانوار در طول سال برابر 385353Btu/year بی تی یو در سال بدست آمده است:

$$\text{THERM}^0 = (\text{BTU/hr}) \cdot (\text{روز درجه گرمایی}) / (\Delta T) \cdot 3500$$

$$3936\text{Btu/hr} \cdot 128 / (91.5 - 54) \cdot 3500 = 3.8 \quad (17)$$

$$3.8 \cdot 100000 = 385353\text{Btu/year} \quad (18)$$

$$385353\text{Btu/year} \cdot 1 = 385353\text{Btu/year} \quad (19)$$

با توجه به آمار حاصله از ساکنین روستا هر خانواده ۴ نفره بطور میانگین در سال ۴۸ کپسول گاز مایع ۱۱ کیلوگرمی برای تهیه نان مصرف می کند. با توجه به ارزش حرارتی هر کپسول (542.3MJ) بدست آمده؛ انرژی مصرفی هر خانوار در سال برای تهیه و پخت نان برابر با ۲۶۰۳۰/۴ مگاژول است.

$$48 \cdot 542.3 = 26030.4\text{MJ/year} \quad (20)$$

با این شرایط برای یک خانوار مصرف پخت و پز برابر با ۲۶۰۳۰/۴ مگاژول با ۲۴۶۷۱۶۱۳/۱۲ بی تی یو در طول سال خواهد بود:

$$26030.4\text{MJ/year} \cdot 1 = 26030.4\text{mj/year} \quad (21)$$

$$26030.4\text{MJ/year} \cdot 947.8^{10} = 24671613.12.3\text{Btu/year} \quad (22)$$

در کل میزان بار گرمایی مورد نیاز جهت تهیه نان (پخت و پز) و تامین آب گرم برای یک خانوار روستایی استان کرمانشاه در طول یکسال برابر با ۲۷۰۱۴۵۰۱/۵ خواهد بود.

$$24671613.3\text{Btu/year} + 385353\text{Btu/year} = 25056866.3 \quad (23)$$

این مقدار انرژی به وسیله ۴۳۱۲۷ فوت مکعب و یا ۱۲۰۸ متر مکعب بیوگاز قابل تامین است.

$$25056866/3/581\text{Btu/ft} = 43127\text{Ft}^3/\text{year} \quad (24)$$

$$43127\text{Ft}^3/\text{year} \cdot 0.028 = 1208 \quad (25)$$

با توجه به رابطه (۱۰) و (۲۴) با یک تقسیم مشخص می گردد ۶۶ درصد از انرژی مورد نیاز در این دو بخش از طریق بیوگاز برای هر خانوار بدست آمده و قابل تامین است.

$$824/9/1252 \text{ M}^3/\text{year} * 100 = 66\% \quad (26)$$

برای تامین گرمایش ساختمان به ازای هر متر مربع براساس استاندارد ۹۰ کیلو کالری بر ساعت و یا ۳۶۰ بی تی یو بر ساعت نیاز است. از آنجائی که متوسط زیربنای ساختمان در مناطق روستایی استان کرمانشاه برابر با ۱۰۰ متر مربع است. بار گرمایشی برابر با ۳۶۰۰۰ بی تی یو بر ساعت و یا ۹۰۰۰ کیلو کالری بر ساعت است.

$$360 \text{ Btu/hr} * 100 = 36000 \text{ Btu/hr} \quad (27)$$

بنابراین کل بار گرمایشی و آب گرم مصرفی برای هر خانوار برابر با ۳۹۹۳۶ بی تی یو بر ساعت است.

$$36000 \text{ Btu/hr} + 3936 \text{ Btu/hr} = 39936 \text{ Btu/hr} * 1 = 39936 \quad (28)$$

حال با توجه به درجه گرمایی روز شهر کرمانشاه برابر با ۱۲۸٫۵ درجه فارنهایت؛ بار گرمایی مورد نیاز در این دو بخش برای هر خانوار برابر با ۳۲۰۰۰۰ بی تی یو در طول سال است.

$$\text{THERM}^9 = (\text{BTU/hr}) * (\text{روز درجه گرمایی}) / (\Delta T) * 3500$$

$$88794 * 128.5 = 11410029 / (37.5) * 3500 = 87 \quad (29)$$

$$87 * 100000 = 8700000 \quad (30)$$

براساس روابط (۲۲) و (۳۰) میزان کل بار گرمایی مورد نیاز برای یک خانوار نمونه برابر است با:

$$8700000 \text{ Btu/year} + 24671613.12 \text{ Btu/year} = 33371613 \text{ Btu/year} \quad (31)$$

این مقدار انرژی براساس روابط ۲۳ و ۲۴ برابر با ۸۵۹۱۶ فوت مکعب و یا ۲۴۰۵/۶ متر مکعب بیوگاز قابل تامین است.

$$33371613 \text{ Btu/year} / 581 \text{ Btu/ft}^3 = 57438.2 \text{ Ft}^3/\text{year} \quad (32)$$

$$57438.2 \text{ Ft}^3/\text{year} * 0.028 = 1608.3 \quad (33)$$

با توجه به رابطه ۱۰ و ۳۳ ما حدود ۷۸ درصد از کل انرژی مورد نیاز از طریق بیوگاز بدست آمده است.

$$1252/1608.3 * 100 = 78$$

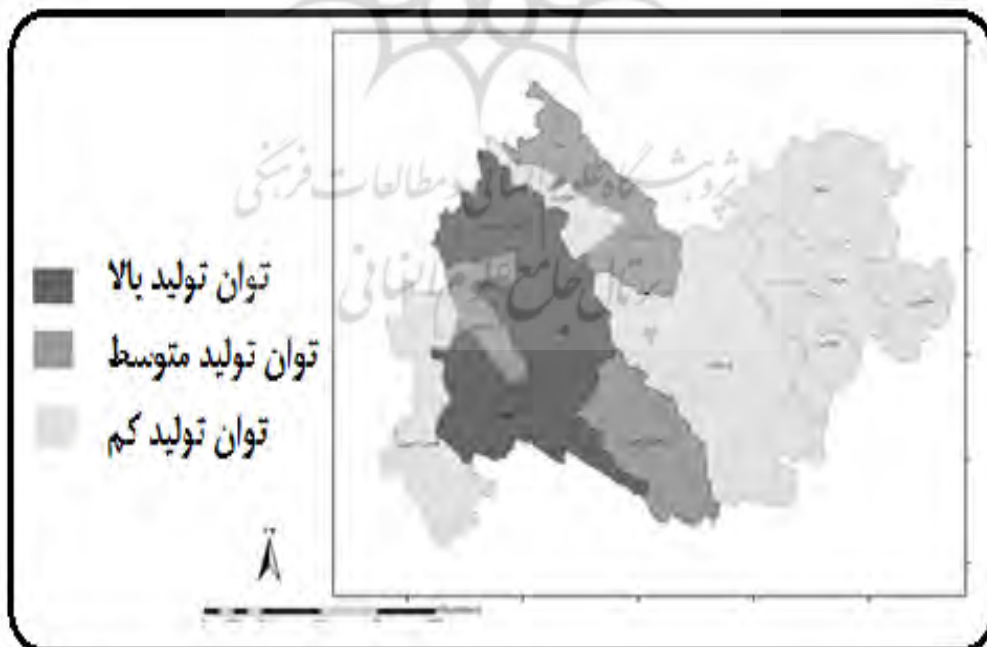
جدول ۹. مقایسه صرفه جویی انرژی به واسطه استفاده از بیوگاز در حالت‌های مختلف

متوسط درصد صرفه جویی حاصل از استفاده بیوگاز در استان کرمانشاه		
نسبت به مصرف فعلی خانوار روستایی (تامین انرژی پخت و پز و آب گرم مصرفی)	نسبت به محاسبه بار گرمایی براساس روز درجه گرمایی و مصرف استاندارد (تامین انرژی پخت و پز و آب گرم مصرفی)	نسبت به محاسبه بار گرمایی براساس روز درجه گرمایی و مصرف استاندارد (تامین انرژی پخت و پز و آب گرم مصرفی)
۵۲ درصد	۶۶ درصد	۷۸ درصد

نتیجه گیری

توسعه پایدار روستایی و اهمیت دادن به آن در قالب توسعه ملی و منطقه‌ای؛ برای رسیدن به توسعه پایدار منطبق با اهداف ملی و منطقه‌ای؛ مورد تاکید سیاست گذاران و برنامه‌ریزان کشور است. یکی از ابعاد توسعه پایدار روستایی استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر است. خوشبختانه بخشی از روستاهای کشور که دارای اقتصاد دامداری غالب هستند می‌توانند از چنین موهبتی برخوردار گردند. با توجه به هزینه نهایی انرژی فسیلی تولید شده در کشور از یک روند افزایشی را طی می‌کند؛ استفاده از انرژی بیوگاز می‌تواند مقرون به صرفه باشد. از طرف دیگر غالب روستاهای کشور با مشکل آلودگی محیط زیست ناشی از روش نامناسب از دفن فضولات حیوانی روبرو می‌باشند. استفاده از این نوع انرژی نه تنها بخش زیادی از آلودگی محیط زیست آن‌ها بر طرف خواهد شد بلکه بقایای فضولات خشک شده ناشی از بیوگاز می‌تواند به عنوان یک منبع درآمد زایی در فروش کود حیوانی؛ تلقی کرد. از موارد بهینه استفاده از انرژی بیوگاز در مناطق روستایی بالاخص در استان کرمانشاه با توجه به اینکه بیش از ۶۲ درصد از روستاهای استان از نظر سازه‌ای کم دوام و بی‌دوام محسوب می‌گردند (Boyad Maskan, 2013). از طرفی هم با توجه به موقعیت تکنیکی استان که روی کمربند

زاگرس رورانده قرار دارد و جزو مناطقی که دارای خطر زلزله‌ای خیلی بالا قرار دارد؛ به طوری که بیش از ۷۱ درصد از مساحت استان کرمانشاه روی کمربند زلزله با خطر خیلی زیاد قرار گرفته (Bahrami, 2011:108). استفاده از این نوع انرژی پاک می‌تواند از خسارات جانی و مالی زیادی در بروز بحران‌های طبیعی جلوگیری نماید. این درحالی است که بیش از ۵۵ درصد آبادی‌های استان کرمانشاه دارای موقعیت کوهستانی و کوهپایه‌ای می‌باشند و شرایط لازم را برای تولید سخن پایانی این است انرژی بیوگاز بطور متوسط می‌تواند. ۶۵ درصد صرفه جویی در بخش‌های مختلف پخت و پز و آب گرم مصرفی داشته باشد. از طرفی دیگر براساس جداول (۶) انرژی مورد نیاز سالانه برای تولید بیوگاز (پخت و آب گرم مصرفی) ۱۲۵۲ متر مکعب است. براساس محاسبات انجام گرفته که در جدول (۷) نشان داده شده، تمام مناطق روستایی شهرستان‌های استان کرمانشاه بیش از این حد متوسط توان تولید بیوگاز را دارند. بنابراین می‌توان گفت مناطق روستایی استان کرمانشاه از توان مناسبی برای تولید بیوگاز ناشی از فضولات دام را دارند. شکل (۳) نشان داده شده است. نتایج ارزیابی از پتانسیل تولیدی انرژی بیوگاز در مناطق روستایی استان کرمانشاه نشان می‌دهد که شهرستان‌های دالاهو، ثلاث و باباجانی و گیلانغرب با پتانسیل بالا، شهرستان‌های روانسر، پاره، اسلام‌آباد غرب و سرپل ذهاب با توان تولید متوسط و شهرستان‌های قصرشیرین و شرقی استان (صحنه، سنقر، کنگاور، هرسین) توان تولید پائین را دارند. بی‌شک در استفاده از انرژی بیوگاز در میان روستاییان با مشکلات خاصی روبرو هستند. 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. با این اوصاف نهادهای دولتی (جهاد کشاورزی و دهیاران) و مدنی (شوراهای اسلامی) به عنوان برنامه‌ریزان روستا؛ به عنوان مجریان توسعه روستایی می‌توانند از طریق روش‌های مشارکتی مردم را تشویق به استفاده از این نوع انرژی کنند. در این راستا نقش نهادهای دولتی (دهیاران، جهاد کشاورزی و بانک‌ها و حتی شرکت‌های خصوصی) در تولید تانکرهای بیوگاز خانگی و روش استفاده از آن را به شیوه رایگان؛ آموزش داده تا این نوع سیستم انرژی گرمایی در میان روستاها به عنوان یک الگوی جدید در فضای روستاها نهادینه شود.



شکل ۳. ارزیابی توان تولید بیوگاز در مناطق روستایی استان کرمانشاه

References

- Amiri, L., Abdoli, M., & Ramazanyanpour, M. (2010). study the potential of rural waste biogas extraction (Case Study of Rural Yazd). Fifth National Conference on Waste Management, Thran, pp:43-55.(*In Persian*)
- Adel, M. (1999). "The estimates of energy production from bio-waste." Master's thesis. Department of Environment, Tehran University, 57-201.(*In Persian*)
- Adeli Gilani, A., Sori, F., & pourahmadi, M. (2014). Application of biogas technology in the villages of Iran; Estimation of energy saving resulting from biogas technology application in Golshan Kalam village (Gilan). *W Journal of Housing and Rural Environmen*, 33 (145), 111-123. (*In Persian*)
- Abdollahi, M. (2014). The role of biogas energy to reduce dependence on fossil fuels and protect the environment, livestock and agro-industry magazine / number 170. S25-29. (*In Persian*).
- Agricultural Jihad Organization of Kermanshah Province (2014). (*In Persian*)
- Alizadeh, G. (1996). And the need for development of biogas in Iran economically. *Proceedings of the first seminar on biogas in Iran*, Tehran, 93-99. (*In Persian*)
- Alighardash A., & Adl, M. (2010). biogas in Iran (potential, current and future prospects extraction). National Energy Conference Ayran, Tehran, 30-36. (*In Persian*)
- Asl Hashem, A., & Deyanat, E. (2010). used mathematical formulas to produce biogas. *Journal of Environmental knack at Islamic Azad University*,2: No5, 39-50. (*In Persian*)
- Bahrami, R. (2011). Analysis of housing in the province of Kermanshah. *Journal of Housing and Rural Environmen*, 134, 108-115. (*In Persian*)
- Bahrami, R. (2007). Strategic biogas for heat energy in rural development. *housing and Revolution magazine*, 118, 26-36. (*In Persian*)
- Hejre Z; Sahebamee Nadia (2010) review of Psap biogas and waste; Bioenergy Conference of 21 October Thran.49-54. (*In Persian*)
- Havaeji Z. (2010) and management audit of energy management in the oil and energy industry conference. Tehran. (*In Persian*)
- King of like MR (2009) quick references, Second Edition Yzda.thran publications.
- Omrani, Gh.A. (1977). the development of biogas in Iran and the world. *Proceedings of the first seminar on biogas in Iran*, 1-15. (*In Persian*)
- Omrani, Gh.A. (1996). *Urban and rural biogas production from manure printing*. Publications University of Thran, 25-183. (*In Persian*)
- Omrani, Gh. A., Safa, M., & Gulpaigani F. (2006). Evaluation of efficacy Payrvby kind of mechanical agitator for biogas devices to the Chinese model. *Journal of Ecology*, 32 (20), 20-26. (*In Persian*)
- Pop Zan, Abdulhamid , Woman, Moradi Khadijeh, Doroghi Behrooz . (2012). Design and implementation of native plants Biogas: Achievements applications in the use of biogas in rural areas of the country's. fourth national conference on bio-energy, Tehran, 20-26. Tehran. (*In Persian*)
- Statistical Yearbook. (2014). Kermanshah province. 25-380. (*In Persian*)
- Salarey, M., Ataei, S.A, Bakhtiari, F., Hashemipour Rafsanjani, H. (2011). biogas production using Psap treatment in sequencing batch reactors (anaerobic). Bioenergy Conference of Iran, Persian date Mehr 21 Mah, Tehran.

- Sheikh Ahmad, A., Zargar Zadeh, M. (1386). utilizes renewable energy for electricity generation master's thesis. Islamic Azad University, Tehran Jnvb.p:5-12. (*In Persian*)
- Sheikh-elami, S.J., & Keshtkar, A. (1998). biogas production process. The second largest energy conference and throughout the villag, Thran, 22-28. (*In Persian*)

**How to cite this article:**

Bahrami, R. (2017). On the Evaluation of the Biogas Production Capability of Animal Wastes in Rural Areas (Case Study: Kermanshah Province). *Journal of Studies of Human Settlements Planning*, 12 (2), 357-373.

http://jshsp.iurasht.ac.ir/article_532888.html

On the Evaluation of the Biogas Production Capability of Animal Wastes in Rural Areas (Case Study: Kermanshah Province)

Rahmat Bahrami*

Assistant professor, Department of Geography & Rural Planning, Payam-e Noor University, Iran

Received: 15/11/2016

Accepted: 21/09/2017

Extended Abstract

Introduction:

Today, access to clean and secure energy sources is one of the main objectives of sustainable development. Biogas can be used as a strategy to replace fossil energy in rural areas by enjoying features such as generating clean energy, improving rural health environment and production of animal manure which is the main source of nutrients (Nitrogen, Phosphorus, and Potassium¹) and is free of weed seeds and pathogens. Study was conducted aimed to evaluate the production of biogas in rural areas of Kermanshah. Nowadays, access to clean and secure energy sources is of the main objectives of sustainable development.

Based on three principles of social, economic and environmental sustainability, sustainable development paid attention to solutions against mortal patterns of physical, social and economic development and ways to prevent issues such as the destruction of natural resources, destruction of biological systems, climate change; excessive population growth; injustice and diminishing the quality of life. Using the renewable energies is one of the solutions is proposed today. Biogas is considered as one of the appropriate alternatives to be replaced fossil fuels. This type of energy causes the production of agricultural fertilizers; Holding up the level of environmental health followed by controlling diseases in addition to the production of thermal energy. On the other hand, it is a proper solution for the disposal of solid waste material in villages with the purpose of achieve sustainable development in our country. Policy making and planning based on sustainable development axes is imperative in all urban and rural areas. Fueling to remote villages, despite the richness sources of the fossil energy is very difficult and costly in the country. It seems that in the rural areas of the country, especially in the mountainous and the piedmont areas in where the dominant economy is livestock, and according to the above potential sources of animal waste for the production of biogas energy; it can be as a replacement strategy for the fossil fuels and an appropriate way to generate energy.

Methodology

The research method is descriptive-analytical and field study: Data collection method was through the law enforcement agencies of the Iranian Statistics Center; Statistical Yearbook of Kermanshah Province, Census of Agricultural Jihad in Kermanshah province and field studies. Initially, a preliminary study of livestock per capita for each household, with an average of four members per residential unit was done to evaluate the production potential of biogas in rural areas of Kermanshah province. The calculation method is done in two ways. The first way is through the field study in which, by using the consuming required energy by means of an 11 Kilogram² gas capsule which is used for cooking and consuming water during per capita. The second way is done by calculating the energy consumption of gas based on the national standards and regulations. In the results of this evaluation, the amount of biogas production and

* Corresponding Author:

2. Nitrogen, Phosphorus, and Potassium (N.P.K)

1. Kilogram (Kg)

Email: r_b1342@yahoo.com

its economic saving in rural areas of Kermanshah province were paid. Then, the rural areas with high potential for biogas production are mapped via GIS¹ software.

Results and discussion

According to the Statistical Center of Iran, average rural population in Kermanshah province is around 4 members in each household. If on average per rural household uses an 11 Kg capsule for cooking and also uses an 11 Kg capsule for consuming water weekly in the hot and cold seasons, annual and monthly consumption equals 96 and also 8 capsules weighing 11 Kgs, respectively. In other words, every week, 2 capsules weighing 11 Kgs, equivalent to 3.14 Kg a day are needed. According to the thermal value of liquid gas, per 11 Kg capsule energy equals to 542.3 Mega Joule² and as a result, the total consuming energy of a 4 member household for cooking and heating consuming water equals to 52061 MJ annually. Due to the amount of animal waste per household and the 90 days remained time of fermentation at 28-26°C; amount of 4.51 cubic meters biogas will be produced from anaerobic fermentation of animal waste, daily. So on average, biogas produced by light and heavy livestock in Kermanshah province will be equal to 2645.5 cubic meters during the year. So, total consuming energy a 4 member household for cooking and heating consuming water equals to 25,061 MJ or equivalents to 493,444,576 BTU annually. Rural sustainable development and its importance in national and regional development form is emphasized by policy makers and planner of the country to achieve sustainable development in accordance with national and regional targets. One aspects of the sustainable rural development is using renewable energy. Fortunately, some parts of the country's villages dominated by livestock economics can enjoy such a blessing. Using this type of clean energy can prevent lots of physical and financial losses in natural disasters. Meanwhile, more than 55 percent of the districts in Kermanshah province have mountainous and the piedmont situation and do not have necessary requirements to produce biogas energy. To sum up, it can be noted that biogas energy on average can save up to 65% in different sections for cooking and heating consuming water. On the other hand, according to Tables No. 6, annual energy requirement for biogas production (for cooking and heating consuming water) is 1252 cubic meters. Therefore, it can be said that rural areas of Kermanshah province have a good capability to produce biogas from livestock wastes.

Conclusion

The results of evaluation of the produced potential of biogas energy in rural areas of Kermanshah province displays that Dalaho, Solas, Babajani and Gilan-e Gharb counties, Ravansar, Paveh, Islamabad-e Gharb and Sar Pol Zahab counties and also, Ghasrshirin and eastern part of the province (Sahneh, Saqez, Sangavar and Harsin) have high potential, middle production power, and low production power respectively. Undoubtedly villagers face particular problems in using biogas energy. The most important inhibitors factors in biogas development in Iran are cheap energy, lack of reference and specific agent for this type of energy, lack of people's participation and education and enough familiarity. In this case, government institutions (Agricultural Jihad and Rural Administrators) and civil institutions (Islamic councils) as village planners and as an executive agent of rural development can encourage people to use this kind of energy through cooperative methods. In this regard, the government institutions (rural administrators, Agricultural Jihad, Banks, and even private companies) have role in free training of the production of domestic biogas tankers and how to use it to establish this type of thermal energy system among villages as a new model in rurals space.

Key word: Village, Biogas, Kermanshah, Animal Wastes

2. Geographic Information System (GIS)

3. Mega Joule (MJ)