

## بررسی امکان‌پذیری تأمین سوخت روستاهای کشور از طریق بیوگاز حاصل از فضولات دامی

فرزانه قائمی<sup>۱</sup>\* - حسین صادقی<sup>۲</sup>

۱- کارشناس ارشد اقتصاد انرژی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

۲- استادیار اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۷/۲۸      صص ۱۳۴-۱۲۱      تاریخ تصویب: ۱۳۹۲/۱۱/۰۶

### چکیده

**هدف:** هدف از انجام پژوهش حاضر آن است که بررسی نماید احداث واحدهای مشترک و انفرادی بیوگاز در روستاهای کشور تا چه میزان می‌تواند نیازهای مردم روستا یا خانوارهای روستایی به سوخت را پاسخ دهد و جایگزینی برای مصارف گاز طبیعی آنان باشد.  
**روش:** تحقیق حاضر با روشی توصیفی-تحلیلی، نیازهای سوختی مردم روستایی کشور و امکان تأمین آن به‌وسیله بیوگاز حاصل از فضولات دامی را بررسی می‌کند.

**یافته‌ها:** نتیجه اولیه و کلی بررسی تناسب جمعیت دام و جمعیت انسانی روستاهای کشور از بعد تأمین سوخت آن است که (اگر توزیع جمعیت دام و انسان در روستاهای کشور یکسان باشد) سرانه فضولات دامی قابل جمع‌آوری هر انسان روستایی آن قدر است که می‌تواند مصارف گاز طبیعی او را در سال به‌طور کامل پاسخ دهد. همچنین، نتایج بررسی امکان‌پذیری تأمین سوخت روستاهای کشور از طریق واحدهای مشترک و انفرادی بیوگاز تقریباً نشان‌دهنده پتانسیل زیاد تولید بیوگاز و امکان زیاد استفاده از آن در تأمین سوخت روستاهای کشور است.

**محدودیت‌ها/ راهبردها:** یکی از مشکلات، آگاهی‌های کم و آموزش‌های ناکافی در این باره است. همچنین، نبود روحیه مشارکت مردم روستایی در احداث و اداره واحدهای بیوگاز روستایی و فقدان برنامه جامع ملی برای گسترش این فناوری تاحدی از پیشبرد کار جلوگیری خواهد کرد که لازم است این مشکلات حل شود.

**راهکارهای عملی:** لازم است آگاهی‌ها و آموزش‌های لازم به مردم روستایی کشور داده شود تا با مزایای مختلف استفاده از این فناوری آشنا شوند. علاوه بر آن، حمایت‌های دولتی از جمله اعطای وام به روستاییان برای احداث واحدهای بیوگاز قطعاً می‌تواند در گسترش این فناوری مؤثر باشد.

**اصالت و ارزش:** تأمین سوخت روستاهای کشور از طریق بیوگاز حاصل از فضولات دامی دارای مزایای بسیاری از جمله صرفه‌جویی در مصرف سوخت‌های فسیلی، کاهش هزینه‌های لوله‌کشی گاز به مناطق روستایی، تولید کود غنی‌شده قابل استفاده در کشاورزی، افزایش سلامت انسان و محیط زیست و ... است.

**کلیدواژه‌ها:** بیوگاز، تأمین سوخت روستا، فضولات دامی.

## ۱. مقدمه

بیوگاز، این تناسب بررسی خواهد شد. سپس، این تناسب برای واحدهای مشترک و انفرادی بیوگاز در روستاهای کشور بررسی خواهد گردید.

## ۱.۱. طرح مسئله

از مهم‌ترین مشکلات بخش انرژی در ایران یکی، محدودیت منابع سوخت‌های فسیلی (از جمله گاز) و مشکلات زیست‌محیطی ناشی از مصرف آن‌ها است و دیگری، تأمین سوخت روستاهای دورافتاده‌ای است که به شبکه سراسری گاز متصل نیستند. استفاده از فناوری بیوگاز می‌تواند به‌طور همزمان هر دو مشکل را حل نماید. بیوگاز محصول فرعی تجزیه و تحلیل برخی از منابع از جمله فضولات دامی است که در فقدان اکسیژن به‌دست می‌آید. استفاده از این انرژی تجدیدپذیر علاوه بر آنکه باعث صرفه‌جویی در مصرف سوخت‌های فسیلی خواهد شد، به این دلیل که از تخمیر فضولات دامی قابل جمع-آوری در روستا به‌وجود خواهد آمد، به‌عنوان جایگزینی برای مصارف گاز طبیعی روستاهای دور از شبکه سراسری گاز نیز خواهد بود.

علاوه بر استفاده از بیوگاز به‌عنوان یک منبع انرژی، استفاده از این فناوری از ابعاد زیست‌محیطی و کشاورزی نیز دارای اهمیت بسیار زیادی است که بخش دوم مقاله به آن اشاره می‌شود.

واحدهای بیوگاز روستایی را می‌توان به دو شکل طراحی نمود؛ یا برای کل روستا یک واحد مشترک بیوگاز احداث کرد تا نیازهای سوختی تمام مردم روستا را پاسخ دهد و یا برای هر خانوار روستایی یک واحد بیوگاز انفرادی احداث شود تا نیازهای سوختی خانوار روستایی از طریق بیوگاز تأمین گردد.

سؤالی که در اینجا مطرح می‌شود آن است که احداث این واحدها تا چه میزان می‌تواند نیازهای مردم روستا (در احداث واحدهای مشترک بیوگاز) و خانوارهای روستایی (در احداث واحدهای انفرادی بیوگاز) را به سوخت پاسخ دهد و جایگزینی برای مصارف گاز طبیعی مردم روستا باشد. هدف از انجام تحقیق حاضر این است که این مسئله با در نظر گرفتن پیش‌فرض‌هایی از جمله توزیع نرمال دام در روستاهای کشور و بین خانوارهای روستایی، توزیع نرمال جمعیت در روستاهای کشور، حجم فضولات قابل جمع‌آوری یکسان در فصول مختلف سال از انواع دام و امکان احداث واحدهای بیوگاز در تمام مناطق جغرافیایی کشور بررسی شود. به‌عبارت‌دیگر، در این مقاله تناسب جمعیت دام و جمعیت انسانی روستاهای کشور از بعد تأمین سوخت مورد نیاز افراد روستا بررسی می‌گردد.

به این منظور، بعد از معرفی بیوگاز و ارائه پیشینه مطالعات، ابتدا در حالت کلی (بدون در نظر گرفتن واحدهای مشترک و انفرادی

## ۲.۱. معرفی بیوگاز

بیوگاز مخلوط گازی شکل سرشار از متانی است که از تخمیر بیهوازی برخی از منابع که مهم‌ترین آن‌ها فضولات دامی و لجن فاضلاب‌های شهری است، حاصل می‌شود (وایت، کیرک، و گرایدان<sup>۱</sup>، ۲۰۱۱).

واحدهای بیوگاز مدل‌های گوناگونی دارند. همه این مدل‌ها شامل حوضچه ورودی، محفظه تخمیر بیهوازی، حوضچه خروجی، مخزن جمع‌آوری بیوگاز و سیستم انتقال و استفاده از بیوگاز هستند. در همه این واحدها، مواد اولیه (فضولات دامی) با آب مخلوط می‌شوند و از طریق حوضچه ورودی که در سطح فوقانی زمین ساخته شده است، به قسمت تحتانی محفظه تخمیر فرستاده می‌شوند. محفظه تخمیر با ایجاد شرایط مناسب حرارتی، رطوبتی و نبود هوا، میزان تولید گاز متان حاصل از تجزیه بیهوازی را به‌حداکثر می‌رساند. این مواد پس از تخمیر و تولید گاز، براساس قانون ظروف مرتبط، از مجرای ویژه‌ای به حوضچه خروجی یا حوضچه کمپوست منتقل می‌شوند. محفظه گاز عموماً در بالای محفظه تخمیر قرار گرفته است و جمع‌آوری و ذخیره گاز را انجام می‌دهد. پس از شروع کار دستگاه، بیوگاز تولیدشده، روزانه از طریق شیر مخصوص گاز که در بالای این مخزن قرار دارد، به محل مصرف فرستاده می‌شود و استفاده می‌گردد (عمرانی، ۱۳۷۵).

یکی از مزایای استفاده از فناوری بیوگاز، تأمین انرژی است. به دلیل ارزش حرارتی زیاد، بیوگاز می‌تواند به‌عنوان سوختی تمیز و در دسترس برای مصارف آشپزی و تولید آب‌گرم مصرفی استفاده شود (عادل‌گیلانی و سوری، ۱۳۸۹). مزیت دیگر استفاده از این فناوری آن است که تخم علف‌های هرز موجود در فضولات دامی، طی فرایند تخمیر بیهوازی از بین خواهد رفت (بیرایدو، گردن، و براون<sup>۲</sup>، ۲۰۰۹). به‌علاوه آنکه استفاده از این کود سبب حاصل‌خیزی خاک می‌شود و بازده محصولات کشاورزی را حداقل ۱۰ تا ۲۰٪ افزایش می‌دهد (عادل‌گیلانی و سوری، ۱۳۸۹). مزیت دیگر، اثرات استفاده از این فناوری در حوزه کمک به سلامت انسان و حفظ محیط زیست است؛ استفاده از فناوری بیوگاز باعث کاهش انتشار گاز گلخانه‌ای متان می‌شود؛ زیرا، با ورود فضولات دامی به واحدهای بیوگاز، از تخمیر خودبه-خودی فضولات دامی و ورود متان حاصل از آن، به جو جلوگیری می‌شود. همچنین، تأمین سوخت روستا از طریق بیوگاز مانع از استفاده

وارد و اوند<sup>۲۰</sup> (۲۰۱۲) برای ایرلند، ریکبوش، درایولان، و وروائرن<sup>۲۱</sup> (۲۰۱۱) برای بلژیک، کاپاراجو و رینتالا<sup>۲۲</sup> (۲۰۱۱) برای فنلاند، آتم، ایندیوری، و لی آماس<sup>۲۳</sup> (۲۰۱۰) برای آرژانتین و امیری، هنینگ، و کارلسان<sup>۲۴</sup> (۲۰۱۳) برای سوئد اشاره کرد.

برای ایران نیز پژوهش‌هایی در این حوزه انجام شده است. عادل-گیلانی و سوری (۱۳۸۹) به طراحی واحدهای بیوگاز برای روستای گالش کلام واقع در جلگه شرقی گیلان پرداخته‌اند. در این پژوهش آن‌ها برای هر ۳ خانوار روستایی یک واحد بیوگاز مشترک در نظر گرفته‌اند. دهواری، ثقه‌الاسلامی، و رضوی طوسی (۱۳۸۷) به طراحی یک واحد بیوگاز برای روستایی از استان سیستان و بلوچستان پرداخته‌اند. عمرانی، صفا، و گلبابایی (۱۳۸۵) به طراحی یک واحد بیوگاز به مدل چینی در دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات واقع در حصارک تهران، پرداخته‌اند. علیدادی، کوهی فایق‌دهکردی، ابراهیمیان، و آقایی (۱۳۸۹)، به بررسی پتانسیل تولید بیوگاز در روستای صمصامی از توابع شهرستان کوه‌رنگ پرداخته‌اند. طالقانی و شبانی‌کیا (۲۰۰۵) به ارزیابی فنی و اقتصادی نیروگاه بیوگازی سلوه پرداخته‌اند. شیخ‌الاسلامی (۱۳۸۹) به تحلیل اقتصادی یک پایلوت آموزشی بیوگاز واقع در ماهدشت کرج پرداخته است. همچنین، امین‌صالحی و عبدلی (۱۳۸۸)، آستانی (۱۳۹۰)، رسولی‌کوهی، صفایی، طالقانی، و شعبانی‌کیا (۱۳۸۱)، عسگریان نجف‌آبادی و مصری گندشمین (۱۳۹۰)، عبدلی (۱۳۸۹)، کاروان و عسگری (۱۳۹۰) پژوهش‌هایی را انجام داده‌اند.

## ۲. روش‌شناسی تحقیق

در تحقیق حاضر با روش توصیفی-تحلیلی، نیازهای سوختی مردم روستایی کشور و امکان تأمین آن به وسیله بیوگاز حاصل از فضولات دامی بررسی می‌شود.

## ۳. یافته‌های تحقیق

### ۳.۱. بررسی تناسب جمعیت دام و جمعیت انسان در

#### روستاهای کشور از بعد تأمین سوخت

هدف این بررسی آن است که بدون در نظر گرفتن واحدهای مشترک و انفرادی بیوگاز برای روستاهای کشور (در حالت کلی)، محاسبه نماییم در ایران به‌ازای هر فرد روستایی، چه میزان فضولات دامی قابل جمع‌آوری وجود دارد و اینکه این مقدار فضولات تأمین‌کننده چه میزان از نیازهای این فرد روستایی به سوخت خواهد بود. به‌عبارت‌دیگر، هدف آن است که تناسب جمعیت دام و جمعیت انسان روستایی در حالت کلی از بعد تأمین سوخت بررسی شود. برای انجام

بی‌رویه از چوب جنگل‌ها (برای تأمین سوخت) می‌شود و این امر از نابودی جنگل‌ها و پیشروی مناطق کویری جلوگیری خواهد کرد. افزون‌براین، با ورود فضولات دامی به واحد بیوگاز عوامل بیماری‌زای مشترک بین انسان و دام تا حدود قابل‌ملاحظه‌ای از بین می‌روند (شعبانی‌کیا و نظری، ۱۳۸۸).

### ۳.۱. پیشینه تحقیق

مطالعاتی در این زمینه برای بسیاری از کشورها انجام شده است که در ادامه به برخی از آن‌ها اشاره خواهد شد. ژوری، بنتو، کاستر، اشمیت، و ولفرینگ<sup>۳</sup> (۲۰۱۰) به بررسی تولید بیوگاز به‌عنوان جایگزینی برای گاز طبیعی در کشور لوگزامبورگ، برای جلوگیری از واردات گاز طبیعی این کشور پرداختند. پترسون، استیوس، دینسدال، و گیووی<sup>۴</sup> (۲۰۱۱) و لاثو، آلن، تسولاکیس، گلانسی، و ویسزینسکی<sup>۵</sup> (۲۰۱۲) طی پژوهشی برای کشور انگلستان به این نتیجه رسیدند که با ایجاد تغییراتی در بیوگاز و تبدیل آن به بیومتان، می‌تواند از بیوگاز برای سوخت اتومبیل استفاده نمایند. ام‌ویرگی، مکزی، و اکلا<sup>۶</sup> (۲۰۰۹) به بررسی موانع استفاده از فناوری بیوگاز توسط کشاورزان در کنیا پرداخته‌اند. انزیلا<sup>۷</sup> و همکاران (۲۰۱۲) به بررسی اثرات اقتصادی، فنی و زیست‌محیطی احداث واحدهای بیوگاز در کنیا پرداخته‌اند. آسم<sup>۸</sup> و همکاران (۲۰۱۱) در انجام پژوهشی آزمایشگاهی، به بررسی روش‌های افزایش متان حاصل از بیوگاز از طریق اضافه‌کردن موادی مثل علفه ذرت و ... به مواد خام اولیه، در کشور دانمارک پرداختند. سینق و سوچ<sup>۹</sup> (۲۰۰۴) به مقایسه اقتصادی مدل‌های مختلف واحدهای انفرادی بیوگاز برای خانوارهای هندی پرداخته‌اند. پیپات-مانوما، کائولان، و ویتیدسانت<sup>۱۰</sup> (۲۰۰۹)، به ارزیابی اقتصادی تولید برق از بیوگاز در مزارع پرورش خوک در تایلند پرداخته‌اند. کارلاس<sup>۱۱</sup> و همکاران (۲۰۱۰)، طی پژوهشی به ارزیابی اقتصادی احداث نیروگاه-های تولید همزمان برق و حرارت توسط کشاورزان در کشور یونان پرداخته‌اند. ایگلینسکی و همکاران<sup>۱۲</sup> (۲۰۱۲) پتانسیل تولید بیوگاز را برای کشور لهستان محاسبه نموده‌اند. اونریاس و تارکر<sup>۱۳</sup> (۲۰۱۲) پتانسیل تولید بیوگاز از فضولات دامی را برای کشور ترکیه محاسبه کرده‌اند. تحلیل‌های بسیار دیگری نیز در این زمینه انجام شده است که از جمله می‌توان به تحلیل‌های سیکولی<sup>۱۴</sup> و همکاران (۲۰۱۰) برای کشور ایتالیا، باند و تمپلتون<sup>۱۵</sup> (۲۰۱۱) برای کشورهای در حال توسعه از جمله هند و چین، لی<sup>۱۶</sup> و همکاران (۲۰۱۲) برای کشور چین، بودزیانوسکی<sup>۱۷</sup> (۲۰۱۱) برای کشور لهستان، میر-آریچ<sup>۱۸</sup> و همکاران (۲۰۱۲) و ولف، کانستین، و اسپچرادر<sup>۱۹</sup> (۲۰۱۱) برای آلمان، پائوسچل،

حال، باید دید این مقدار گاز طبیعی معادل با چه میزان بیوگاز است. ارزش حرارتی بیوگاز ۵/۹۶ و ارزش حرارتی گاز طبیعی ۷/۵۲ کیلووات ساعت به‌ازای هر مترمکعب است (عمرانی، ۱۳۷۵)؛ بنابراین ارزش حرارتی بیوگاز برابر با ۰/۷۹ ارزش حرارتی گاز طبیعی است؛ بنابراین، این مقدار گاز طبیعی با ۷۸۳/۵ مترمکعب بیوگاز در سال معادل خواهد بود؛ براین‌اساس، هر فرد به‌طور متوسط، به ۷۸۳/۵ مترمکعب بیوگاز در سال احتیاج خواهد داشت تا تمام نیازهای سوختی او تأمین شود و بیوگاز به‌طور کامل جایگزینی برای مصارف گاز طبیعی او باشد.

### ۳.۱.۲. سرانه فضولات دامی قابل جمع‌آوری هر فرد روستایی و بیوگاز قابل تولید سالانه از آن

برآورد جمعیت دام روستایی در سال ۱۳۹۰ شامل ۳۱۵۳۵۷۸۷ رأس گوسفند و بره، ۱۶۶۰۸۱۵۷ رأس بز و بزغاله، ۱۸۰۲۰۰ رأس گاو اصیل، ۳۸۲۴۵۸۴ رأس گاو دورگ، ۱۷۸۳۰۵۴ رأس گاو بومی و ۱۷۵۳۲۰ رأس گاو میش است (فائمی، ۱۳۹۲). همچنین، جمعیت انسانی روستاهای کشور در سال ۱۳۹۰ برابر با ۲۱۴۴۶۷۸۳ نفر بوده است (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۰). حال، برای محاسبه تعداد دامی که به هر فرد روستایی تعلق می‌گیرد، لازم است جمعیت هر نوع از دام را بر تعداد جمعیت انسانی روستاهای کشور تقسیم کنیم. با این کار به هر فرد روستایی ۱/۴۷ رأس گوسفند و بره، ۰/۷۷ رأس بز و بزغاله، ۰/۰۸۴ رأس گاو و گوساله اصیل، ۰/۱۷۸ رأس گاو و گوساله دورگ، ۰/۵۴۹ رأس گاو و گوساله بومی و ۰/۰۸۱۷ رأس گاو میش تعلق می‌گیرد. حجم فضولات سالانه هر رأس گوسفند و بره ۱/۴۴، هر رأس بز و بزغاله ۰/۹۴۵، هر رأس گاو میش ۱۸ و هر رأس گاو و گوساله اصیل، آمیخته و بومی به‌ترتیب ۲۰/۲۵، ۱۳/۵ و ۹ تن در سال است (عبدلی، ۱۳۸۹). همچنین، باید در نظر داشته باشیم تمام فضولاتی که از انواع دام در روستاهای کشور حاصل می‌شوند، قابل جمع‌آوری نخواهند بود. ضرایب قابل استحصال فضولات دامی در جدول زیر آورده شده است.

این بررسی، ابتدا لازم است بدانیم به‌طور متوسط هر فرد در طول یک سال به چه میزان بیوگاز به‌عنوان جایگزینی برای مصارف گاز طبیعی نیاز دارد؟ این مورد در بخش نیاز به بیوگاز هر فرد برای جایگزینی برای مصارف گاز طبیعی، محاسبه شده است. همچنین، لازم است سرانه حجم فضولات قابل جمع‌آوری هر فرد روستایی ایرانی و مقدار بیوگاز قابل تولید سالانه از آن را محاسبه نماییم که این مورد نیز در بخش سرانه فضولات دامی قابل جمع‌آوری هر فرد روستایی و بیوگاز قابل تولید سالانه از آن، انجام خواهد شد. سپس، در قسمت نتیجه-گیری به بررسی نهایی تناسب جمعیت دام و انسان در روستاهای ایران از بعد تأمین سوخت در حالت کلی پرداخته می‌شود.

### ۳.۱.۱. نیاز به بیوگاز هر فرد برای جایگزینی برای مصارف گاز طبیعی

برای محاسبه این مهم به‌این ترتیب عمل می‌نماییم:

تعداد خانوارهای شهری و روستایی گازرسانی شده در سال ۱۳۸۸ به‌ترتیب ۱۵۷۱۳۷۸۴ و ۱۹۳۹۴۹۳ خانوار بوده است (مرکز آمار ایران، ۱۳۸۸)؛ بنابراین، در مجموع، ۱۷۶۵۳۲۷۷ خانوار در این سال تحت پوشش گازرسانی بوده‌اند. از سوی دیگر، متوسط بعد خانوار (تعداد اعضای خانوار) در سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۹۰ به‌ترتیب ۴/۰۳ و ۳/۵۵ نفر بوده است (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۰) که متوسط این عدد؛ یعنی ۳/۷۹ نفر را می‌توان به‌عنوان متوسط بعد خانوار سال ۱۳۸۸ در نظر گرفت؛ براین‌اساس، از طریق حاصلضرب دو عدد ۱۷۶۵۳۲۷۷ خانوار تحت پوشش گازرسانی و ۳/۷۹ نفر بعد خانوار، می‌توان به‌سادگی دریافت که تعداد ۶۶۹۰۵۹۱۹/۸۳ نفر جمعیت تحت پوشش گازرسانی در کشور در سال ۱۳۸۸ بوده‌اند. همچنین، از طریق تقسیم مصرف نهایی گاز طبیعی در بخش خانگی در سال ۱۳۸۸ که برابر ۴۱۳۹۶۲۰۰۰۰ مترمکعب بوده است (وزارت نیرو، ۱۳۸۸)، بر جمعیت تحت پوشش گاز طبیعی در کشور که برطبق محاسبات بالا ۶۶۹۰۵۹۱۹/۸۳ نفر محاسبه گردید، می‌توان متوسط مصرف گاز طبیعی یک نفر در سال ۱۳۸۸ را برابر با حدود ۶۱۹ مترمکعب در سال محاسبه نمود<sup>۲۵</sup>.

### جدول ۱- ضرایب قابل استحصال فضولات انواع دام در روستاهای کشور

مأخذ: عبدلی، ۱۳۸۹

نوع دام	ضریب
گاو و گوساله اصیل	۱
گاو و گوساله آمیخته	۰/۷
گاو و گوساله بومی	۰/۵
گوسفند و بره	۰/۲
بز و بزغاله	۰/۲
گاو میش	۰/۵



پروہشگاہ علوم انسانی و مطالعات فرہنگی  
پرتال جامع علوم انسانی

با توجه به حجم فضولات سالانه انواع دام، ضرایب قابل استحصال فضولات دامی در روستاهای کشور و همچنین، تعداد دامی که به هر فرد روستایی تعلق می‌گیرد (که در بالا محاسبه شد)، می‌توان متوسط

$$+ (۱/۴۴ * ۲/۲ * ۱/۴۷) = \text{سرنانه فضولات دامی قابل جمع‌آوری هر فرد روستایی در سال ۱۳۹۰} \\ + (۰/۵۴۹ * ۵/۵ * ۹) + (۰/۱۷۸ * ۷/۷ * ۱۳/۵) + (۰/۰۸۴ * ۱ * ۲۰/۲۵) + (۰/۰۹۴۵ * ۲ * ۰/۷۷) \\ (۱) \text{ تن در سال } = ۴/۹۶ = (۰/۰۸۱۷ * ۵/۵ * ۱۸)$$

یکسان باشد) سرنانه فضولات دامی قابل جمع‌آوری هر انسان روستایی آن قدر است که می‌تواند مصارف گاز طبیعی او را در سال به‌طور کامل پاسخ دهد (به‌عبارت‌دیگر، جایگزینی برای مصارف گاز طبیعی او باشد) یا حتی اینکه بیشتر از نیازهای سوختی فرد روستایی باشد.

شاید این نتیجه‌گیری بسیار کلی باشد و از آنجایی که عملاً توزیع جمعیت دام و جمعیت انسانی در روستاهای کشور یکسان نیست، در همه روستاهای ایران این نتیجه‌گیری صادق نباشد (یعنی، جمعیت دام نتواند جمعیت انسانی روستا را تأمین سوخت نماید و تناسب برقرار نباشد)؛ اما حداقل نشان خواهد داد که ایران پتانسیل زیادی برای استفاده از بیوگاز خواهد داشت که این امر می‌تواند در برنامه‌ریزی‌های کلان توسعه روستایی اهمیت زیادی داشته باشد.

### ۳.۲. بررسی امکان‌پذیری تأمین سوخت روستاهای کشور از طریق واحدهای مشترک بیوگاز

مسئله مهمی که برای این بررسی لازم است به آن توجه داشته باشیم، جمعیت انسانی روستا است که بایستی با جمعیت دام مقایسه شود و تناسب آن‌ها از بعد تأمین سوخت روستا بررسی گردد. برای این منظور از آمار تعداد روستاهای دارای سکنه برحسب جمعیت (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۰) استفاده می‌شود. این آمار در جدول (۲) نشان داده شده است:

جدول ۲- تعداد روستاهای دارای سکنه برحسب جمعیت

مأخذ: مرکز آمار ایران، ۱۳۹۰

جمع کل کشور	۱° ۲۴	۲۵ - ۴۹	۵۰ - ۹۹	۱۰۰ -	۲۵۰°	۵۰۰ - ۹۹۹	۱۰۰۰°	۲۰۰۰°	۵۰۰۰ نفر و بالاتر
۶۱۷۵۰	۱۲۸۸۸	۶۲۱۵	۸۷۶۱	۱۳۴۹۰	۹۱۴۱	۶۲۲۲	۳۳۴۳	۱۴۸۲	۲۰۸
(/۲۰/۸۷)	(/۱۰/۰۶)	(/۱۴/۱۸)	(/۲۱/۸۴)	(/۱۴/۸)	(/۱۰/۰۷)	(/۵/۴۱)	(/۲/۴)	(/۰/۳۳)	

این پژوهش، جمعیت انسانی روستاهای ایران به چهار گروه «بسیار کم» برای روستاها با جمعیت بین ۱ تا ۴۹ نفر، «کم» برای روستاها با جمعیت بین ۵۰ تا ۲۴۹ نفر، «متوسط» برای روستاها با جمعیت بین

نتیجه آنکه، به هر فرد روستایی به طور سالانه در کشور ما ۴/۹۶ تن در سال فضولات دامی تعلق می‌گیرد. پتانسیل تولید بیوگاز از هر تن از فضولات تازه گاوی ۲۸۱ و از هر تن از فضولات تازه بز و بزغاله و نیز گوسفند و بره ۱۲۰ متر مکعب است (باتزیاس، سایدیراس، و اسپرو<sup>۴</sup>، ۲۰۰۵)؛ براین اساس، در این پژوهش پتانسیل تولید بیوگاز از مخلوط فضولات دامی برابر با میانگین این دو عدد؛ یعنی ۲۰۰/۵ متر مکعب به‌ازای هر تن فضولات تازه دامی در نظر گرفته می‌شود؛ بنابراین، این مقدار فضولات (۴/۹۶ تن در سال)، پتانسیل تولید ۹۹۴/۵ مترمکعب در سال بیوگاز را خواهد داشت.

### ۳.۱.۳. تجزیه و تحلیل نتایج

همان‌طور که در بخش نیاز به بیوگاز هر فرد برای جایگزینی برای مصارف گاز طبیعی محاسبه شد، هر فرد به ۷۸۳/۵ مترمکعب بیوگاز در سال احتیاج خواهد داشت تا به این ترتیب تمام نیازهای سوختی او تأمین شوند و بیوگاز به‌طور کامل جایگزینی برای مصارف گاز طبیعی او باشد. در بخش سرنانه فضولات دامی قابل جمع‌آوری هر فرد روستایی و بیوگاز قابل تولید سالانه از آن نیز به این نتیجه رسیدیم که به‌ازای هر فرد روستایی در کشور، ۴/۹۶ تن در سال فضولات دامی قابل جمع‌آوری وجود خواهد داشت که این حجم فضولات پتانسیل تولید ۹۹۴/۵ مترمکعب بیوگاز در سال را دارد؛ بنابراین، نتیجه اولیه و کلی بررسی تناسب جمعیت دام و جمعیت انسانی روستاهای ایران آن است که (اگر توزیع جمعیت دام و جمعیت انسانی در روستاهای کشور

همان‌طور که در جدول (۲) مشاهده می‌شود، ۳۰/۹۳٪ از روستاهای کشور دارای جمعیت بین ۱ تا ۴۹ نفر، ۳۶/۰۲٪ دارای جمعیت بین ۵۰ تا ۲۴۹ نفر، ۱۴/۸٪ دارای جمعیت بین ۲۵۰ تا ۴۹۹ نفر و ۱۸/۲۱٪ دارای جمعیت بالای ۵۰۰ نفر هستند؛ براین اساس، در

مورد نیاز هر فرد در سال، با هدف جایگزینی برای مصارف گاز طبیعی که در قبل محاسبه گردید. همچنین، با دسته‌بندی جمعیت انسانی روستاهای کشور می‌توان به بررسی امکان‌پذیری تأمین سوخت روستاهای کشور از طریق واحدهای مشترک بیوگاز و به‌عبارت‌دیگر، به بررسی تناسب جمعیت دام و جمعیت انسان در روستاهای کشور از بعد تأمین سوخت مورد نیاز مردم روستا، از طریق واحدهای مشترک بیوگاز، پرداخت. این بررسی در جدول (۳) انجام شده است:

۲۵۰ تا ۴۹۹ نفر و «زیاد» برای روستاها با جمعیت بیشتر از ۵۰۰ نفر دسته‌بندی می‌شوند و تجزیه و تحلیل می‌گردند. قائمی (۱۳۹۲) با محاسبه متوسط فضولات دامی قابل جمع‌آوری در هر روستا از استان‌های کشور، اعداد ۱۰۰۰۰، ۲۵۰۰، ۴۰۰۰، ۵۵۰۰ و ۷۰۰۰ کیلوگرم در روز را به تقریبی برای متوسط مقدار روزانه فضولات دامی قابل جمع‌آوری در یک روستا در کشور پیشنهاد کرده است. هم‌اکنون با مبنای قرار دادن این اعداد و دانستن مقدار بیوگاز

### جدول ۳- بررسی امکان‌پذیری تأمین سوخت روستاهای کشور از طریق واحدهای مشترک بیوگاز

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۲

بررسی تناسب جمعیت دام و انسان از بعد تأمین سوخت مردم روستا	جمعیت انسانی روستا	تعداد نفراتی که نیازهای سوختی آنها از طریق این مقدار بیوگاز قابل تأمین است.	روستا (کیلوگرم)	(مترمکعب سالانه)
تناسب وجود دارد.	بسیار کم	۹۳	۱۰۰۰	۷۳۱۸۲
تنها در صورتی که جمعیت روستا کمتر از ۹۳ نفر باشد، تناسب وجود دارد.	کم			
تناسب وجود ندارد.	متوسط			
تناسب وجود ندارد.	زیاد	۲۳۴	۲۵۰۰	۱۸۲۹۵۶
تناسب وجود دارد.	بسیار کم			
تقریباً تناسب وجود دارد.	کم			
تناسب وجود ندارد.	متوسط	۳۷۴	۴۰۰۰	۲۹۲۷۳۰
تناسب وجود ندارد.	زیاد			
تناسب وجود دارد.	بسیار کم			
تناسب وجود دارد.	کم	۵۱۴	۵۵۰۰	۴۰۲۵۰۴
تناسب وجود ندارد.	زیاد			
تناسب وجود دارد.	متوسط			
تناسب وجود ندارد.	بسیار کم	۶۵۴	۷۰۰۰	۵۱۳۳۷۷
تناسب وجود دارد.	کم			
تناسب وجود دارد.	متوسط			
تنها در صورتی که جمعیت روستا کمتر از ۶۵۴ نفر باشد، تناسب وجود دارد.	زیاد			

داشت و این حجم فضولات تأمین‌کننده کامل سوخت موردنیاز مردم روستا نخواهد بود. در روستاها با حجم فضولات قابل جمع‌آوری ۲۵۰۰ کیلوگرم در روز، در صورتی که جمعیت انسانی روستا بسیار کم و کم باشد، در روستاها با حجم فضولات قابل جمع‌آوری ۴۰۰۰ کیلوگرم در روز، در صورتی که جمعیت انسانی روستا بسیار کم، کم و متوسط (البته کمتر از ۳۷۴ نفر) باشد، در روستاها با حجم فضولات قابل جمع‌آوری ۵۵۰۰ کیلوگرم در روز، در صورتی که جمعیت انسانی روستا بسیار کم، کم و متوسط باشد و در روستاها با حجم فضولات قابل جمع‌آوری ۷۰۰۰ کیلوگرم در روز و نیز در صورتی که جمعیت انسانی روستا بسیار کم، کم، متوسط و زیاد (البته کمتر از ۶۵۴ نفر) باشد، تناسب بین جمعیت دام و انسان از بعد تأمین سوخت موردنیاز مردم روستا تقریباً به صورت کامل وجود خواهد داشت.

### ۱.۲.۳. تجزیه و تحلیل نتایج

نتایج حاصل از بررسی امکان‌پذیری تأمین سوخت روستاهای کشور از طریق واحدهای مشترک بیوگاز نشان می‌دهد تقریباً در تمام روستاها با جمعیت انسانی بسیار کم (۱ تا ۴۹ نفر) و کم (۵۰ تا ۲۴۹ نفر) تناسب کامل جمعیت دام و جمعیت انسان از بعد تأمین سوخت موردنیاز مردم روستا از طریق واحدهای مشترک بیوگاز وجود خواهد داشت. براساس جدول (۲) می‌توان به این نتیجه رسید که در ۶۶/۹۵٪ از روستاهای کشور (که دارای جمعیت بسیار کم و کم هستند)، جمعیت دام روستا می‌تواند از طریق واحدهای مشترک بیوگاز تأمین‌کننده کامل نیازهای سوختی جمعیت انسانی روستا در طول سال باشد. همچنین، براساس جداول (۲ و ۳) می‌توان دریافت که ۱۴/۸٪ از روستاهای کشور که دارای جمعیت انسانی متوسط هستند، تقریباً در صورتی که حجم فضولات دامی قابل جمع‌آوری در روستا بیشتر از ۴۰۰۰ کیلوگرم در روز باشد، جمعیت دام روستا می‌تواند تأمین‌کننده کامل نیازهای سوختی جمعیت انسانی روستا در طول سال باشد. همچنین، در ۱۸/۲۱٪ از روستاهای کشور که دارای جمعیت انسانی زیاد هستند، تقریباً در صورتی که حجم فضولات دامی قابل جمع‌آوری در روستا بیشتر از ۷۰۰۰ کیلوگرم در روز باشد، جمعیت دام روستا می‌تواند تأمین‌کننده کامل نیازهای سوختی جمعیت انسانی روستا در طول سال باشد.

با توجه به آنچه شرح داده شد، در احداث واحدهای مشترک بیوگاز در روستاهایی که تناسب کامل جمعیت دام و جمعیت انسان وجود دارد، نباید تردید کرد؛ اما نکته قابل توجه آن است که حتی در احداث واحدهای مشترک بیوگاز در روستاهایی که این تناسب به طور کامل وجود ندارد و مقدار بیوگاز حاصل از نیازهای سوختی مردم روستا کمتر

همان‌طور که قبلاً اشاره شد، پتانسیل تولید بیوگاز از مخلوط فضولات دامی، ۲۰۰/۵ مترمکعب به‌ازای هر تن فضولات است؛ براین اساس، به‌راحتی می‌توان برای هر یک از روستاهای کشور (با حجم فضولات قابل جمع‌آوری مختلف ۱۰۰۰، ۲۵۰۰، ۴۰۰۰، ۵۵۰۰ و ۷۰۰۰ کیلوگرم در روز) مقدار سالانه فضولات قابل جمع‌آوری را برحسب تن محاسبه کرد و در ۲۰۰/۵ مترمکعب به‌ازای هر تن ضرب کرد تا مقدار بیوگاز قابل تولید سالانه برای هر روستا برحسب مترمکعب به‌دست آید. نتایج این محاسبات در جدول (۳) در ستون دوم آورده شده است. همان‌طور که قبلاً اشاره شد، هر فرد به ۷۸۳/۵ مترمکعب بیوگاز در سال احتیاج خواهد داشت تا به‌این ترتیب تمام نیازهای سوختی او تأمین شوند و بیوگاز به‌طور کامل جایگزینی برای مصارف گاز طبیعی او باشد؛ براین اساس، از طریق تقسیم مقدار بیوگاز قابل تولید سالانه در هر روستا بر عدد ۷۸۳/۵ مترمکعب، به‌راحتی می‌توان دریافت در هر یک از روستاها (با حجم فضولات قابل جمع‌آوری مختلف)، مقدار بیوگازی که از احداث واحدهای مشترک حاصل می‌شود، می‌تواند تأمین‌کننده سوخت موردنیاز چند انسان باشد که نتایج این محاسبات در ستون سوم جدول آمده است؛ برای مثال، در روستاها با حجم فضولات قابل جمع‌آوری حدود ۱۰۰۰ کیلوگرم در روز، سالانه بیوگازی معادل با ۷۳۱۸۲ متر مکعب تولید خواهد شد که این میزان بیوگاز می‌تواند نیازهای سوختی حدود ۹۳ نفر انسان را در طول سال تأمین کند.

با این اطلاعات به‌راحتی می‌توان بررسی کرد که آیا به‌طور متوسط جمعیت دام روستا با جمعیت انسانی روستا تناسب دارد یا خیر؟ یا به عبارت بهتر، آیا این جمعیت دام می‌تواند تأمین‌کننده سوخت موردنیاز جمعیت انسانی روستا باشد یا خیر؟ این بررسی در ستون پنجم جدول (۳) انجام شده است. همان‌گونه که اشاره شد، اگر حجم فضولات قابل جمع‌آوری در روستا در حدود ۱۰۰۰ کیلوگرم در روز باشد، سالانه بیوگازی معادل با ۷۳۱۸۲ مترمکعب تولید خواهد شد که این میزان بیوگاز می‌تواند نیازهای سوختی حدود ۹۳ نفر انسان را در طول سال تأمین کند؛ بنابراین، در روستایی با حجم فضولات قابل جمع‌آوری ۱۰۰۰ کیلوگرم در روز، در صورتی که جمعیت انسانی روستا بسیار کم و کم (البته کمتر از ۹۳ نفر) باشد، بین جمعیت دام و جمعیت انسانی روستا از بعد تأمین نیازهای سوختی مردم روستا تناسب وجود دارد و به عبارت دیگر، این جمعیت دام می‌تواند نیازهای سوختی جمعیت انسانی روستا را به‌طور کامل تأمین کند؛ بنابراین، اگر در روستایی با حجم فضولات قابل جمع‌آوری ۱۰۰۰ کیلوگرم در روز، جمعیت انسانی، متوسط و زیاد باشد، بین جمعیت دام و جمعیت انسانی روستا تناسب وجود نخواهد



کشور پیشنهاد نموده است. در این پژوهش نیز این اعداد مبنا قرار خواهند گرفت.

همان‌طور که قبلاً نیز اشاره شد، هر فرد به  $783/5$  متر مکعب بیوگاز در سال احتیاج دارد تا تمام نیازهای سوختی او تأمین شود. افزون‌براین، متوسط بعد خانوار روستایی در سال  $1390$ ،  $3/73$  نفر بوده است (مرکز آمار ایران،  $1390$ )؛ براین اساس، حاصل ضرب این دو عدد بیوگاز موردنیاز هر خانوار روستایی در سال  $1390$  را برابر با  $2921/3$  متر مکعب در سال نشان می‌دهد که این میزان بیوگاز به‌طور کامل می‌تواند نیازهای خانوار روستایی به سوخت را پاسخ دهد و جایگزینی برای مصارف گاز طبیعی خانوار روستایی باشد.

همان‌طور که قبلاً نیز اشاره شد، پتانسیل تولید بیوگاز از مخلوط فضولات دامی،  $200/5$  متر مکعب به‌ازای هر تن فضولات است؛ براین اساس، به‌راحتی می‌توان برای هر یک از خانوارهای روستایی کشور (با حجم فضولات دامی قابل جمع‌آوری مختلف  $30$ ،  $50$ ،  $70$ ،  $90$ ،  $110$  و  $130$  کیلوگرم در روز) مقدار سالانه فضولات قابل جمع‌آوری را برحسب تن محاسبه کرد و در  $200/5$  مترمکعب به‌ازای هر تن ضرب نمود تا مقدار بیوگاز قابل تولید سالانه برای هر خانوار برحسب متر مکعب به‌دست آید. نتایج این محاسبات در جدول (۴) در ستون دوم آورده شده است.

همان‌طور که در بالا اشاره شد، هر خانوار روستایی سالانه به  $2921/3$  مترمکعب بیوگاز احتیاج خواهد داشت تا تمام نیازهای سوختی خانوار پاسخ داده شود؛ براین اساس، به‌راحتی می‌توان به بررسی تناسب جمعیت دام و جمعیت انسان از بعد تأمین سوخت خانوار روستایی پرداخت که این بررسی در ستون سوم جدول (۴) انجام شده است:

جدول ۴- بررسی امکان‌پذیری تأمین سوخت روستاهای کشور از طریق واحدهای انفرادی بیوگاز (حالت اول)

مأخذ: یافته‌های پژوهش،  $1392$

بررسی تناسب جمعیت دام و انسان از بعد تأمین سوخت خانوار روستایی	بیوگاز سالانه قابل تولید خانوار (متر مکعب)	فضولات هر خانوار روستایی (کیلوگرم در روز)
تناسب وجود ندارد.	۲۱۹۵	۳۰
تناسب وجود دارد.	۳۶۵۹	۵۰
تناسب وجود دارد.	۵۱۲۳	۷۰
تناسب وجود دارد.	۶۵۸۶	۹۰
تناسب وجود دارد.	۸۰۵۰	۱۱۰
تناسب وجود دارد.	۹۵۱۴	۱۳۰

است نیز نباید تردید کرد. اولین دلیل این مسئله آن است که درست است که این واحد مشترک تمام نیازهای سوختی مردم روستا را در طول سال تأمین نمی‌کند، اما بخشی از آن را که می‌تواند تأمین کند؛ برای مثال، بیوگاز حاصل حداقل می‌تواند برای گرم کردن اماکن عمومی روستا از جمله گرم کردن حمام عمومی روستا، مسجد روستا، ساختمان‌های عمومی مثل ساختمان شورای روستا و ... استفاده شود یا اینکه بخشی از سال مثلاً فصول بهار و تابستان که نیاز به سوخت هر فرد روستایی کمتر است را تأمین سوخت نماید. دومین و مهم‌ترین دلیل، سایر مزایای تولید بیوگاز از فضولات دامی (به غیر از بعد تأمین سوخت) است. همان‌طور که قبلاً نیز شرح داده شد، استفاده از فناوری بیوگاز از دو بعد زیست‌محیطی و کشاورزی نیز مزایای بسیاری دارد. با ورود فضولات دامی روستا به واحدهای بیوگاز، بوی نامطبوع ناشی از آن‌ها کاهش می‌یابد. از گرم شدن هوای کره زمین جلوگیری می‌شود. عوامل بیماری‌زای مشترک بین انسان و دام تا حد زیادی از بین می‌روند. با کامل شدن فرایند تخمیر در هاضم، تخم علف به‌طور کامل از بین می‌رود و به‌این ترتیب از رشد نباتات خودروی جلوگیری می‌شود. به‌علاوه، کود غنی شده حاصل از تخمیر که بازدهی محصولات کشاورزی را تا حد بسیار زیادی بالا می‌برد، می‌تواند تشویقی برای مردم روستا باشد که فضولات دامی خود را به واحد مشترک تحویل دهند و متناسب با مقدار تحویلی، کود غنی‌شده دریافت نمایند و در زمین‌های کشاورزی خود از آن استفاده کنند.

هر روستا در کشور تقریباً می‌تواند در یکی از این گروه‌ها قرار بگیرد؛ براین اساس، نتایج ذکرشده در بالا به روستاهای کشور قابل‌تعمیم خواهد بود.

### ۳.۳. بررسی امکان‌پذیری تأمین سوخت خانوارهای روستایی کشور از طریق واحدهای انفرادی بیوگاز

این بررسی در دو حالت می‌تواند انجام شود که در ادامه به آن‌ها اشاره می‌گردد.

#### ۳.۳.۱. حالت اول

در این حالت، براساس حجم فضولات دامی قابل جمع‌آوری هر خانوار روستایی در روز، تجزیه‌وتحلیل‌ها انجام خواهند شد. قائمی (۱۳۹۲) با محاسبه متوسط حجم فضولات دامی قابل جمع‌آوری هر خانوار روستایی در روستاهای استان‌های کشور، اعداد  $30$ ،  $50$ ،  $70$ ،  $90$  و  $110$  کیلوگرم در روز را به‌عنوان تقریبی برای متوسط مقدار روزانه فضولات دامی قابل جمع‌آوری هر خانوار روستایی در

## ۳.۱.۱. تجزیه و تحلیل نتایج

انجام نمی‌شود نیز ضروری است. به این دلیل که حداقل می‌تواند قسمتی از نیازهای سوختی خانوار روستایی را پاسخ‌گو باشد و همچنین، مزایای زیست‌محیطی و کشاورزی را به‌وجود آورد. اگر اطلاعاتی درمورد مقدار فضولات دامی قابل‌جمع‌آوری هر خانوار روستایی در کشور در دسترس برنامه‌ریزان انرژی باشد، آن‌ها می‌توانند بدین‌وسیله برنامه‌هایی برای تشویق خانوارهای روستایی، به‌ویژه خانوارهای روستایی که دارای تعداد دام نسبتاً زیادی هستند، برای توسعه فناوری بیوگاز داشته باشند.

## ۳.۲. حالت دوم

در این حالت، از تقسیم‌بندی روستاهای ایران از طریق حجم فضولات دامی قابل‌جمع‌آوری در روستا برحسب کیلوگرم در روز (۱۰۰۰، ۲۵۰۰، ۴۰۰۰، ۵۵۰۰ و ۷۰۰۰ کیلوگرم در روز) که درمورد واحدهای مشترک انجام شده، استفاده خواهد شد. همچنین، برای انجام این بررسی لازم است که روستاهای ایران براساس تعداد خانوارهای ساکن در روستا طبقه‌بندی شوند. برای انجام این طبقه‌بندی، از آمار تعداد روستاهای دارای سکنه برحسب تعداد خانوار (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۰) استفاده می‌نماییم. این آمار در جدول (۵) خلاصه شده است:

## جدول ۵- تعداد روستاهای دارای سکنه برحسب خانوار

مأخذ: مرکز آمار ایران، ۱۳۹۰

جمع کل کشور	۴-۱ خانوار	۹-۵ خانوار	۱۹-۱۰ خانوار	۲۰-۴۹ خانوار	۵۰-۹۹ خانوار	۱۰۰-۱۹۹ خانوار	۲۰۰-۳۹۹ خانوار	۴۰۰-۹۹۹ خانوار	۱۰۰۰ خانوار و بالاتر
۶۱۷۵۰	۱۰۳۹۵ (/۱۶/۸۳)	۵۸۳۳ (/۹/۴۴)	۷۳۸۹ (/۱۱/۹۶)	۱۳۳۱۴ (/۲۱/۵۶)	۹۹۲۰ (/۱۶/۰۶)	۷۴۵۵ (/۱۲/۰۷)	۴۵۷۹ (/۷/۴۱)	۲۴۱۲ (/۳/۹)	۴۵۳ (/۰/۷۳)

گروه معیاری برای محاسبات داشته باشیم، روستاها با تعداد خانوارهای بسیار کم را حدود ۱۰ خانوار (به‌طور متوسط)، کم را حدود ۳۵ خانوار، متوسط را حدود ۱۲۵ خانوار و زیاد را حدود ۶۰۰ خانوار در نظر می‌گیریم.

در جدول (۶)، برای محاسبه مقدار بیوگاز قابل‌تولید سالانه هر خانوار روستایی به این ترتیب عمل شده است که ابتدا کل فضولات دامی قابل‌جمع‌آوری در روستا در حالت‌های بسیار کم، کم، متوسط و زیاد به ترتیب بر اعداد ۱۰، ۳۵، ۱۲۵ و ۶۰۰ خانوار تقسیم شدند تا سرانه فضولات دامی قابل‌جمع‌آوری هر خانوار روستایی برحسب

همان‌طور که در ستون سوم جدول (۴) قابل‌مشاهده است، در خانوار روستایی با ۳۰ کیلوگرم فضولات قابل‌جمع‌آوری در روز، بیوگازی معادل با ۲۱۹۵ متر مکعب در سال تولید خواهد شد؛ اما این مقدار بیوگاز پاسخ‌گوی کامل نیازهای سوختی خانوار نخواهد بود؛ زیرا، هر خانوار روستایی به ۲۹۲۱/۳ متر مکعب بیوگاز در سال نیاز دارد؛ اما در نظر داشته باشیم این مقدار بیوگاز حداقل قسمتی از نیازهای سوختی خانوار را می‌تواند تأمین کند؛ برای مثال، صرفاً برای پخت‌وپز یا گرم کردن بخشی از خانه یا گرم کردن آب یا موارد دیگر استفاده شود؛ اما در مورد خانوارها با حجم فضولات قابل‌جمع‌آوری ۵۰، ۷۰، ۹۰، ۱۱۰ و ۱۳۰ کیلوگرم در روز نه تنها این مقدار بیوگاز به‌طور کامل تأمین‌کننده سوخت موردنیاز سالانه خانوار خواهد بود، بلکه بیوگاز حاصل، از نیازهای سوختی خانوار نیز به‌مراتب بیشتر است. در خانوارهایی که مقدار بیوگاز سالانه قابل‌تولید بسیار بالا است، می‌توان پیشنهاد کرد که علاوه بر تأمین سوخت موردنیاز خانوار، با نصب یک ژنراتور از اضافه بیوگاز تولیدی برق تولید کرد.

همانند آنچه که در قسمت قبلی اشاره شد، احداث واحدهای بیوگاز حتی در مواردی که تأمین سوخت موردنیاز خانوار به‌طور کامل

براساس جدول (۵)، ۳۸/۲۳٪ از روستاهای کشور دارای تعداد خانوارهای بین ۱ تا ۱۹ خانوار، ۲۱/۵۶٪ دارای ۲۰ تا ۴۹ خانوار، ۲۸/۱۳٪ دارای ۵۰ تا ۱۹۹ خانوار و ۱۱/۳۱٪ از روستاها دارای ۲۰۰ تا ۱۰۰۰ خانوار هستند؛ براین‌اساس، در این بخش از پژوهش، روستاها برحسب تعداد خانوار به چهار گروه طبقه‌بندی می‌شوند: روستاها با تعداد خانوارهای «بسیار کم» که ۱ تا ۱۹ خانوار دارند؛ «کم» با تعداد خانوار ۲۰ تا ۴۹ خانوار، «متوسط» با تعداد خانوار ۵۰ تا ۱۹۹ خانوار و «زیاد» با تعداد خانوار ۲۰۰ تا ۱۰۰۰ خانوار. اما برای اینکه برای هر

کیلوگرم در روز به دست آید. سپس، با محاسبه سالانه این فضولات برحسب تن و با توجه به اینکه پتانسیل تولید بیوگاز از مخلوط فضولات دامی، ۲۰۰/۵ متر مکعب به‌ازای هر تن فضولات است (همان‌طور که قبلاً اشاره شد)، می‌توان به راحتی مقدار بیوگاز قابل تولید سالانه هر خانوار روستایی را به دست آورد که نتایج این محاسبه در ستون سوم جدول (۶) آورده شده است.

همان‌طور که قبلاً اشاره شد، بیوگاز مورد نیاز هر خانوار روستایی در سال ۱۳۹۰ برابر با ۲۹۲۱/۳ مترمکعب در سال است که این میزان بیوگاز به‌طور کامل می‌تواند نیازهای خانوار روستایی به سوخت را پاسخ دهد و جایگزینی برای مصارف گاز طبیعی خانوار روستایی باشد. با توجه به این مسئله به راحتی می‌توان تناسب جمعیت دام و انسان از بعد تأمین سوخت مورد نیاز خانوار روستایی را بررسی کرد. این بررسی در جدول (۶) ستون چهارم انجام شده است:

جدول ۶- بررسی امکان‌پذیری تأمین سوخت روستاهای کشور از طریق واحدهای انفرادی بیوگاز (حالت دوم)

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۲

بررسی تناسب جمعیت دام و انسان از بعد تأمین سوخت خانوار روستایی	مقدار بیوگاز قابل تولید هر خانوار (مترمکعب در سال)	تعداد خانوار روستا	فضولات قابل جمع‌آوری کل روستا (کیلوگرم در روز)
تناسب وجود دارد	۷۳۱۸	بسیار کم	۱۰۰۰
تناسب وجود ندارد	۲۰۹۱	کم	
تناسب وجود ندارد	۵۸۵	متوسط	
تناسب وجود ندارد	۱۲۲	زیاد	
تناسب وجود دارد	۱۸۲۹۶	بسیار کم	۲۵۰۰
تناسب وجود دارد	۵۲۲۷	کم	
تناسب وجود ندارد	۱۴۶۴	متوسط	
تناسب وجود ندارد	۳۰۵	زیاد	
تناسب وجود دارد	۲۹۲۷۳	بسیار کم	۴۰۰۰
تناسب وجود دارد	۸۳۶۴	کم	
تناسب وجود ندارد	۲۳۴۲	متوسط	
تناسب وجود ندارد	۴۸۸	زیاد	
تناسب وجود دارد	۴۰۲۵۰	بسیار کم	۵۵۰۰
تناسب وجود دارد	۱۱۵۰۰	کم	
تناسب وجود دارد	۳۲۲۰	متوسط	
تناسب وجود ندارد	۶۷۱	زیاد	
تناسب وجود دارد	۵۱۳۲۸	بسیار کم	۷۰۰۰
تناسب وجود دارد	۱۴۶۳۶	کم	
تناسب وجود دارد	۴۰۹۸	متوسط	
تناسب وجود ندارد	۸۵۴	زیاد	

### ۳.۲.۱. تجزیه و تحلیل نتایج

همچنین، براساس جداول (۵) و (۶) می‌توان دریافت که ۲۱/۵۶٪ از روستاهای کشور که دارای تعداد خانوار کم هستند، فقط در صورتی که حجم فضولات دامی قابل جمع‌آوری در روستا بیشتر از ۲۵۰۰ کیلوگرم در روز باشد، جمعیت دام روستا می‌تواند تأمین‌کننده کامل نیازهای سوختی تعداد خانوار روستا در طول سال باشد. همچنین، در ۲۸/۱۳٪ از روستاهای کشور که دارای تعداد خانوار متوسط هستند، تنها در صورتی که حجم فضولات دامی قابل جمع‌آوری در روستا بیشتر از ۵۵۰۰ کیلوگرم در روز

برطبق جدول (۶)، در تمام روستاهای با تعداد خانوار بسیار کم (۱ تا ۱۹ خانوار)، تناسب کامل جمعیت دام و جمعیت انسان از بعد تأمین سوخت مورد نیاز خانوار روستایی وجود خواهد داشت که براساس جدول (۵) می‌توان به این نتیجه رسید که در ۳۸/۲۳٪ از روستاهای کشور که دارای تعداد خانوار بسیار کم هستند، جمعیت دام روستا می‌تواند تأمین‌کننده کامل نیازهای سوختی جمعیت انسانی روستا در طول سال باشد.

گرفته شد، در روستاهایی که جمعیت دام و جمعیت انسان از بعد تأمین سوخت متناسب هستند، از طریق واحدهای مشترک یا انفرادی بیوگاز، می‌توان با استفاده از بیوگاز حاصل از فضولات دامی تمام نیازهای سوختی مردم روستا را تأمین کرد و دیگر نیازی به لوله‌کشی گاز در این روستاها نخواهد بود. در این صورت، علاوه بر تأمین سوخت روستا از طریق بیوگاز، کود غنی‌شده نیز به‌وجود می‌آید. همچنین، همان‌طور که اشاره شد، با ورود فضولات دامی به واحدهای بیوگاز، اثرات مثبت در حوزه افزایش سلامت انسان و محیط زیست نیز به‌وجود خواهد آمد که در مدل قابل‌مشاهده است؛ اما در مورد روستاهایی که این تناسب به‌طور کامل وجود ندارد، همان‌طور که قبلاً نیز نتیجه گرفته شد، می‌توان تنها قسمتی از نیازهای سوختی مردم روستا را از طریق واحدهای بیوگاز تأمین کرد و به جای آن از سایر مزایای استفاده از این فناوری (تولید کود غنی‌شده و اثرات مثبت زیست‌محیطی و افزایش سلامت انسان) بهره‌مند شد. در این حالت، بقیه نیازهای سوختی مردم روستا، اگر روستا جمعیت انسانی کمی داشته باشد یا در منطقه‌ای صعب‌العبور واقع باشد که امکان لوله‌کشی گاز در آنجا وجود نداشته باشد، می‌تواند از طریق کپسول‌های گاز تأمین شود و اگر جمعیت روستا قابل‌توجه باشد و لوله‌کشی گاز به آنجا امکان‌پذیر باشد، می‌توان این روستاها را تحت پوشش شبکه سراسری گاز قرار داد؛ اما آنچه که مسلم است این است که در روستاهایی که جمعیت دام نسبت به جمعیت انسان بسیار زیاد است، جمعیت دام به‌راحتی نیازهای سوختی مردم روستا را تأمین می‌کند و اگر شرکت ملی گاز ایران برای این روستاها لوله‌کشی گاز انجام داده باشد، صرفاً هزینه اضافه‌ای را متقبل شده است. به‌علاوه، تأمین انرژی صرفاً یک مزیت از مزایای احداث واحد بیوگاز در روستاهای کشور است.

باشد، جمعیت دام روستا می‌تواند تأمین‌کننده کامل نیازهای سوختی خانوارهای روستایی در طول سال باشد. افزون‌براین، در ۱۱/۳۱٪ از روستاهای کشور که دارای تعداد خانوار زیاد هستند، امکان تأمین کامل سوخت موردنیاز خانوارهای روستایی از طریق بیوگاز حاصل از فضولات دامی وجود نخواهد داشت.

همان‌طور که پیش‌تر نیز اشاره شد، احداث واحدهای بیوگاز حتی در مواردی که تناسب کامل جمعیت دام و جمعیت انسان وجود ندارد، به دلایل ذکرشده ضروری است.

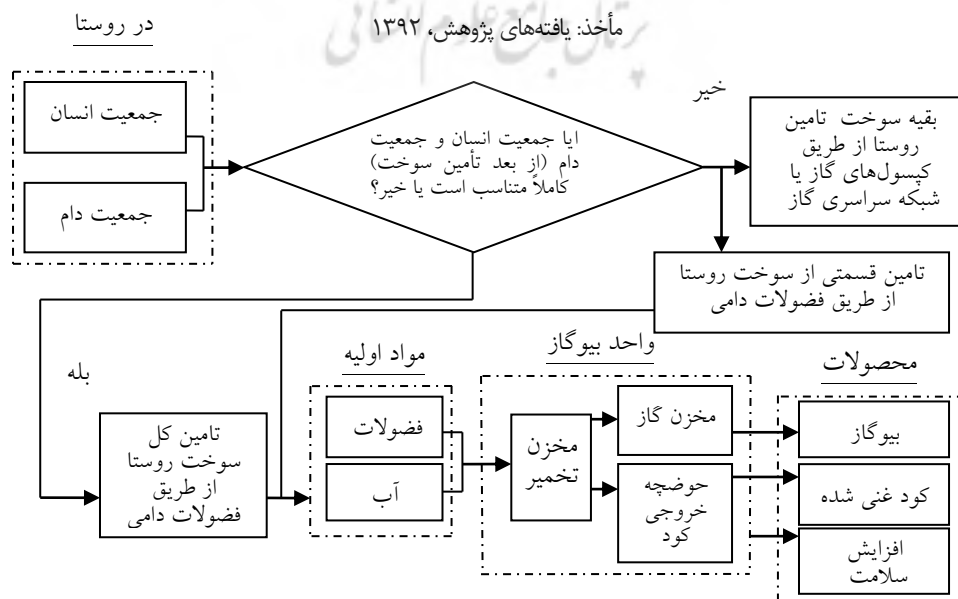
در این حالت نیز بسته به اینکه هر روستا از کشور در کدام گروه قرار بگیرد، می‌توان نتایج ذکرشده در بالا را به آن روستا تعمیم داد.

#### ۴. بحث و نتیجه‌گیری

نتایج بررسی امکان‌پذیری تأمین سوخت روستاهای کشور از طریق بیوگاز حاصل از فضولات دامی نشان‌دهنده پتانسیل بسیار زیاد تولید بیوگاز و امکان زیاد استفاده از آن در روستاهای کشور است؛ زیرا، فضولات دامی قابل‌جمع‌آوری در روستاهای کشور می‌توانند تقریباً تا حد قابل‌قبولی نیازهای سوختی مردم روستا را (چه از طریق واحدهای مشترک و چه از طریق واحدهای انفرادی) پاسخ‌گو باشند. علاوه بر آن، همان‌طور که اشاره شد، با در نظر گرفتن مزایای دیگر این فناوری، نباید در احداث واحدهای بیوگاز در روستاهای کشور تردید کرد.

شکل (۱) مدل مفهومی تأمین سوخت روستاهای کشور از طریق بیوگاز حاصل از فضولات دامی را نشان می‌دهد. این مدل می‌تواند راهنمای مناسبی برای شرکت ملی گاز ایران برای گسترش خط لوله گاز در مناطق روستایی کشور باشد. طبق مدل، همان‌طور که قبلاً نیز نتیجه

شکل ۱- مدل مفهومی تأمین سوخت روستاهای کشور از طریق بیوگاز حاصل از فضولات دامی



## یادداشت‌ها

1. White, Kirk, & Graydon
2. Yiridoe, Gordon, & Brown
3. Jury, Benetto, Koster, Schmitt, & Welfring
4. Patterson, Esteves, Dinsdale, & Guwy
5. Lau, Allen, Tsolakis, Golunski, & Wyszynski
6. Mwirigi, Makenzi, & Ochola
7. Nzila
8. Asam
9. Singh & Sooch
10. Pipatmanomai, Kaewluan, & Vitidsant
11. Karellas
12. Iglinski
13. Onurbas & Turker
14. Ciccoli
15. Bond & Templeton
16. Li
17. Budzianowski
18. Meyer-Aurich
19. Wolf, Canstein, & Schröder
20. Poeschl, Ward, & Owende
21. Ryckebosch, Drouillon, & Vervaeren
22. Kaparaju & Rintala
23. Atem, Indiveri, & Llamas
24. Amiri, Henning, & Karlsson
25. همان‌طور که اشاره شد، برای محاسبه این عدد به دلیل نبود آمارهای جدید، از آمار سال ۱۳۸۸ استفاده گردید؛ اما از آنجایی که متوسط مصرف، رقمی است که در طی سال‌ها تقریباً ثابت است و به راحتی تغییر نمی‌کند، تحلیل‌هایی که در ادامه خواهیم داشت، بر این اساس انجام خواهند شد.
26. Batzias, Sidiras, & Spyrou

مسلم است که اجرای این طرح با چالش‌ها و مشکلاتی همراه خواهد بود. یکی از مهم‌ترین این مشکلات آگاهی‌های کم و آموزش ناکافی در این زمینه است. تاکنون به دلیل فراوان و ارزان بودن سوخت-های فسیلی در کشور، استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر از جمله بیوگاز کمتر مورد توجه قرار گرفته است و بسیاری از مردم از مزایای استفاده از این فناوری آگاه نیستند. همچنین، شاید نبود روحیه مشارکت مردم روستایی در احداث و اداره واحدهای بیوگاز روستایی و فقدان برنامه جامع ملی برای گسترش این فناوری تا حدی مانع از پیشبرد کار شود.

## ۵. پیشنهادها

احداث واحدهای مشترک و انفرادی بیوگاز در روستاهای کشور و استفاده از فضولات دامی در این فرایند می‌تواند تا حد قابل توجهی نیازهای مردم روستایی ایران را به سوخت تأمین نماید. علاوه بر آن، در خلال تولید بیوگاز، مقدار قابل توجهی کود غنی شده قابل استفاده در کشاورزی حاصل می‌شود که بازدهی محصولات کشاورزی را بالا می‌برد. همچنین، تولید بیوگاز دارای مزایای زیست‌محیطی بسیاری است؛ بر این اساس و با توجه به آنکه احداث واحدهای مشترک و انفرادی بیوگاز در همه ابعاد دارای صرفه اقتصادی است (قائمی، ۱۳۹۲)، پیشنهاد می‌شود که تمام روستاهای کشور از این فناوری استفاده نمایند.

## کتابنامه

۱. آستانی، س. (۱۳۹۰). بررسی و مقایسه برخی از انواع دستگاه‌های تولیدکننده بیوگاز. دومین همایش بیوانرژی ایران، ۲۹۳-۲۸۱.
۲. امین‌صالحی، ف. و عبدلی، م. (۱۳۸۸). ضرورت توسعه نیروگاه‌های تولید همزمان برق و حرارت بیوگازسوز در کشور. نشریه انرژی ایران، ۱۲ (۳۰)، ۱۳-۲۴.
۳. دهوری، خ.، ثقه‌الاسلامی، ن. و رضوی طوسی، س. (۱۳۸۷). طراحی واحد بیوگاز برای مناطق روستایی استان سیستان و بلوچستان. همایش ملی سوخت، انرژی و محیط زیست، ۷۷۵-۷۶۴.
۴. رسولی کوهی، م.، صفایی، ب.، طالقانی، گ. و شعبانی کیا، ا. (۱۳۸۱). بررسی فنی اقتصادی فناوری انرژی بیوگاز در ایران. دومین همایش بهینه‌سازی مصرف سوخت در ساختمان، ۵۲۰-۵۱۳.
۵. شکیبی، خ.؛ شعبانی کیا، ا. و نظری، ع. (۱۳۸۸). شناخت بیوگاز و راکتورهای بیوگازی سرعت بالا برای احداث نیروگاه با سوخت زباله‌های شهری و پسماندهای آلی فسادپذیر. ماهنامه صنعت برق، ۱۴ (۱۵۴)، ۴۵-۳۴.
۶. شیخ‌الاسلامی، ج. (۱۳۸۹). نتایج طراحی و ساخت بزرگترین پایلوت بیوگاز دامی ایران. نخستین همایش بیوانرژی ایران، ۶۶۴-۶۴۹.
۷. عادل‌گیلانی، ا. و سوری، ف. (۱۳۸۹). فناوری بیوگاز گامی در راستای توسعه پایدار روستایی. ماهنامه نفت و انرژی، (۵۱)، ۳۰-۱۲.
۸. عبدلی، م. (۱۳۸۹). امکان‌سنجی و پتانسیل‌سنجی استفاده از منابع زیست‌توده در مناطق روستایی کشور. تهران: انتشارات سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور.

۹. عسگریان نجف‌آبادی، س.، و مصری گندشمین، ت. (۱۳۹۰). معرفی دستگاه‌های تولید بیوگاز و عوامل مؤثر در انتخاب این دستگاه‌ها. اولین همایش فناوری‌های پالایش در محیط زیست، ۸۳۵-۸۲۴.
۱۰. علی‌دادی، ا.، کوهی‌فایق‌دهکردی، ع.، ابراهیمیان، ش.، و آقایی، ا. (۱۳۸۹). بهره‌گیری از انرژی بیوگاز در روستای صمصامی در جهت کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی. چهارمین همایش تخصصی مهندسی محیط‌زیست، ۹۷۲-۹۶۳.
۱۱. عمرانی، ق. (۱۳۷۵). مبانی تولید بیوگاز از فضولات شهری و روستایی. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
۱۲. عمرانی، ق.، صفا، م.، و گلبابایی، ف. (۱۳۸۵). بررسی کارایی همزن مکانیکی از نوع پاپروبی ویژه دستگاه‌های بیوگاز به مدل چینی. مجله محیط-شناسی، (۴۰)، ۲۶-۱۹.
۱۳. قائمی، ف. (۱۳۹۲). امکان‌سنجی احداث واحدهای بیوگاز در ایران (مطالعه موردی: بیوگاز حاصل از فضولات دامی). (پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد منتشرنشده)، دانشگاه شهید بهشتی، پردیس فنی و مهندسی شهید عباس‌پور، ایران.
۱۴. کاروان، آ.، و عسگری، س. (۱۳۹۰). بررسی تولید انرژی از زیست‌توده با استفاده از فناوری هضم بیپه‌ازی. اولین کنفرانس بین‌المللی رویکردهای نوین نگهداشت انرژی، ۵۳۰-۵۲۴.
۱۵. مرکز آمار ایران. (۱۳۸۸). سالنامه آماری کشور. تهران: مرکز آمار ایران.
۱۶. مرکز آمار ایران. (۱۳۹۰). سرشماری عمومی نفوس و مسکن. تهران: مرکز آمار ایران.
۱۷. وزارت نیرو. (۱۳۸۸). ترازنامه انرژی. تهران: وزارت نیرو.
18. Amiri, S., Henning, D., & Karlsson, B. G. (2013). Simulation and introduction of a CHP plant in a Swedish biogas system. *Renewable Energy*, 49, 242-249.
19. Asam, Z., Poulsen, T., Nizami, A. S., Rafique, R., Kiely, G., & Murphy, J. D. (2011). How can we improve biomethane production per unit of feedstock in biogas plants? *Applied Energy*, 88(6), 2013-2018.
20. Atem, A. D., Indiveri, M. E., & Llamas, S. (2010). Biomass storage for further energy use through biogas production *International Journal of Hydrogen Energy*, 35(11), 6048-6051.
21. Batzias, F. A., Sidoras, D. K., & Spyrou, E. K. (2005). Evaluating livestock manures for biogas production: A GIS based method. *Renewable Energy*, 30(8), 1161-1176.
22. Bond, T., & Templeton, M. R. (2011). History and future of domestic biogas plants in the developing world. *Energy for Sustainable Development*, 15(4), 347-354.
23. Budzianowski, W. M., (2011). Can negative net CO2 emissions from decarbonized biogas-to-electricity contribute to solving Poland's carbon capture and sequestration dilemmas? *Energy*, 36(11), 6318-6325.
24. Ciccoli, R., Cigolotti, V., Lo Presti, R., Massi, E., McPhail, S. J., Monteleone, G., Moreno, A., Naticchioni, V., Paoletti, C., Simonetti, E., & Zaza, F. (2010). Molten carbonate fuel cells fed with biogas: Combating H<sub>2</sub>S. *Waste Management*, 30(6), 1018-1024.
25. Igliski B., Buczkowski, R., Igliska A., Cichosz, M., Piechota, G., & Kujawski, W. (2012). Agricultural biogas plants in Poland: Investment process, economic and environmental aspects, biogas potential. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(7), 4890-4900.
26. Jury, C., Benetto, E., Koster, D., Schmitt, B., & Welfring, J. (2010). Life cycle assessment of biogas production by monofermentation of energy crops and injection into the natural gas grid. *Biomass and Bioenergy*, 34(1), 54-66.
27. Kaparaju, P., & Rintala, J. (2011). Mitigation of greenhouse gas emissions by adopting anaerobic digestion technology on dairy, sow and pig farms in Finland. *Renewable Energy*, 36(1), 31-41.
28. Karellas, S., Boukis, L., & Kontopoulos, G. (2010). Development of an investment decision tool for biogas production from agricultural waste. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(4), 1273-1282.

29. Lau, C. S., Allen, D., Tsolakis, A., Golunski, S. E., & Wyszynski, M. L. (2012). Biogas upgrade to syngas through thermochemical recovery using exhaust gas reforming. *Biomass and Bioenergy*, 40, 86-95.
30. Li, T., Tang, D., Li, Z., Du, J., Zhou, T., & Jia, Y. (2012). Development and test of a Stirling engine driven by waste gases for the micro-CHP system. *Applied Thermal Engineering*, 33, 119-123.
31. Meyer-Aurich, A., Schattauer, A., Hellebrand, H. J., Klauss, H., Plöchl, M., & Berg, W. (2012). Impact of uncertainties on greenhouse gas mitigation potential of biogas production from agricultural resources. *Renewable Energy*, 37(1), 277-284.
32. Mwirigi, J. W., Makenzi, P. M., & Ochola, W. O. (2009). Socio-economic constraints to adoption and sustainability of biogas technology by farmers in Nakuru Districts, Kenya. *Energy for Sustainable Development*, 13(2), 106-115.
33. Nzila, C., Dewulf, J., Spanjers, H., Tuigong, D., Kiriamiti, H., & Langenhove, H. (2012). Multi criteria sustainability assessment of biogas production in Kenya. *Applied Energy*, 93, 496-506.
34. Onurbas A. A., & Turker, U. (2012). Status and potential of biogas energy from animal wastes in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(3), 1557° 1561.
35. Patterson, T., Esteves, S., Dinsdale, R., & Guwy, A. (2011). An evaluation of the policy and techno-economic factors affecting the potential for biogas upgrading for transport fuel use in the UK. *Energy Policy*, 39(3), 1806-1816.
36. Pipatmanomai, S., Kaewluan, S., & Vitidsant, T. (2009). Economic assessment of biogas-to-electricity generation system with H<sub>2</sub>S removal by activated carbon in small pig farm. *Applied Energy*, 86(5), 669-674.
37. Poeschl, M., Ward, S., & Owende, P. (2012). Environmental impacts of biogas deployment ° Part I: Life cycle inventory for evaluation of production process emissions to air. *Journal of Cleaner Production*, 24, 168-183.
38. Ryckebosch, E., Drouillon, M., & Vervaeren, H. (2011). Techniques for transformation of biogas to biomethane, *Biomass and Bioenergy*. 35(5), 1633-1645.
39. Singh, K. J., & Sooch, S. S. (2004). Comparative study of economics of different models of family size biogas plants for state of Punjab, India. *Energy Conversion and Management*, 45(9° 10), 1329-1341.
40. Taleghani, G., & Shabani Kia, A. (2005). Technical° economic analysis of the Saveh biogas power plant. *Renewable Energy*, 30(3), 441-446.
41. White, A. J., Kirk, D. W., & Graydon, J. W. (2011). Analysis of small-scale biogas utilization systems on Ontario cattle farms. *Renewable Energy*, 36(3), 1019-1025.
42. Wolf, D., Canstein, H. V., & Schröder, C. (2011). Optimization of biogas production by infrared spectroscopy-based process control. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, 3(5), 625-632.
43. Yiridoe, E. K., Gordon, R., & Brown, B. B. (2009). Nonmarket co-benefits and economic feasibility of on-farm biogas energy production. *Energy Policy*, 37(3), 1170-1179.

## Feasibility Study of Fueling the Iran Rural Areas by Biogas from Livestock Waste

Farzaneh Ghaemi\*<sup>1</sup>- Hossein Sadeghi<sup>2</sup>

1- MSc. in Energy Economics, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

2- Assistant Prof, Economy, Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran

Received 19 Oct. 2013 Accepted 25 Feb. 2014

### Abstract:

**Purpose:** The purpose of this paper is to evaluate to what extent the construction of common and individual biogas plants can answer the fuel needs of rural people or families.

**Methodology:** The present study with descriptive - analytical method, examines the fuel needs of the rural people and its supply by biogas from livestock waste.

**Findings:** The primary outcome of the proportion of rural population and the population of animals is that (If the distribution of the livestock and human population in villages were the same) livestock wastes that can be collected for per rural person, might fully answer his needs for consuming the natural gas in one year. The results show very high potential for producing biogas and its use in rural areas; thus, livestock waste that can be collected in the villages might answer the fuel needs of rural people in acceptable level.

**Research limitations:** Low awareness and inadequate training in this field were one the problems in the present study. Moreover, the lack of participation in the construction of biogas plants and the lack of comprehensive national plan for developing this technology will prevent the progress of this type of activities. Therefore, it is necessary to solve these problems.

**Practical implications:** It is important to provide opportunities and special trainings for rural people in order to acquaint them with various advantages of using this technology. In addition, the government support, including granting loans for biogas plants construction, might be effective for developing such a technology.

**Original/values:** Providing fuel for rural areas by biogas from livestock waste has many advantages, including savings in the consumption of fossil fuels, reducing the cost of gas pipeline to rural areas, the production of enriched fertilizer used in agriculture, the increase in human and environment health and so on.

**Key words:** Biogas, rural fuel supply, livestock waste.

How to cite this article:

Ghaemi, F., & Sadeghi, H., (2014). Feasibility study of fueling the Iran rural areas by biogas from livestock waste. *Journal of Research & Rural Planning*, 3(5), 121-134.

URL <http://jrpp.um.ac.ir/article/view/17937>