

امکان سنجی تولید انرژی پاک بیوگاز از فضولات حیوانی در روستاهای ایران از نظر کارشناسان دامداری

نسیم ایزدی - دانشجوی دکتری گروه ترویج و آموزش کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا، دانشکده کشاورزی، همدان، ایران.

حشمت اله سعدی* - دانشیار گروه ترویج و آموزش کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا، دانشکده کشاورزی، همدان، ایران.

چکیده

محدودیت منابع فسیلی و رشد سریع مصرف انرژی در جهان از جمله عواملی است که پژوهشگران را برای دستیابی به منابع جدید و قابل تجدید انرژی ترغیب می کند. بیوگاز یکی از منابع تجدیدپذیر است که می تواند در روستاها برای دامداران بسیار مفید و کاربردی باشد. هدف این مطالعه امکان سنجی تولید انرژی پاک بیوگاز از فضولات حیوانی در روستاهای ایران از نظر کارشناسان دامداری می باشد. در اجرای این پژوهش از فن پیمایش استفاده شده است. جامعه آماری کارشناسان دامداری چهار استان ایران بودند (۳۳۷ نفر)، که نمونه آن براساس جدول مورگان و با نمونه گیری تصادفی طبقه ای ۱۸۱ نفر شد. براساس یافته ها، هشت معیار برای امکان سنجی تولید بیوگاز از فضولات حیوانی استخراج گردید که شامل اجتماعی- فرهنگی، اقتصادی، فنی و مهارتی، زیست محیطی، اقلیمی، زیرساختی، اطلاع رسانی و ترویج و آموزش بودند. همچنین، اهمیت هر یک از معیارها از نظر کارشناسان در استان ها مشخص گردید که در استان فارس معیار اجتماعی- فرهنگی، در استان خراسان رضوی معیار زیرساختی، در استان گلستان، اقتصادی و در استان کرمانشاه معیارهای زیرساختی و اقلیمی از اهمیت بیشتری برخوردار بودند. پیشنهاد می گردد برای امکان پذیری اجرای بیوگاز در ایران گروهها و تشکل دامداران تشکیل گردد، ارائه تسهیلات و تأمین منابع مالی انجام شود. مراکزی جهت پشتیبانی و تربیت متخصصین ماهر در زمینه راه اندازی، نگهداری و تعمیر دستگاه بیوگاز ایجاد گردد. همچنین با توجه به اهمیت بیوگاز بعنوان یک انرژی پاک، توصیه می شود تحقیقات آینده بر ابعاد اجتماعی مؤثر بر اجرای بیوگاز تمرکز بیشتری داشته باشند. شرایط سازگاری و توسعه بیوگاز در مناطق مختلف بررسی شود و ارزیابی اثرات اجتماعی اجرای بیوگاز نیز مانند همه طرحهای توسعه ای انجام گردد.

کلیدواژه ها: امکان سنجی، بیوگاز، انرژی تجدیدپذیر، توسعه پایدار روستایی، آلودگی زیست محیطی.

Feasibility study for the production of bio gas as a clean energy from animal waste in Iran's villages for livestock experts

Abstract

The limitation of fossil resources and the rapid growth of energy consumption in the world are among the factors that encourage researchers to access new and renewable energy sources. Biogas is one of the most renewable resources that can be used in farms for ranchers. The purpose of this study is to determine the feasibility of producing clean energy from biogas from animal waste in Iranian villages for livestock experts. Finger-printing has been used in this research. The statistical population of the livestock experts was four provinces of Iran (337 people), who's sample was 181 according to Morgan table and stratified random sampling. Based on the findings, eight criteria for the feasibility of biogas production were extracted from animal waste, including socio-cultural, economic, technical, skill, environmental, climatic, infrastructure, information, promotion and education. Also, the significance of each criterion in experts in the provinces revealed that in the province of Fars socio-cultural criteria, in Khorasan Razavi province, infrastructure indicators, in Golestan province, economic and in Kermanshah province, the criteria of infrastructure and climate were more important. It is recommended that groups and organizations of livestock breeders be formed in Iran to make biogas available, provide facilities and provide financial resources. Centers to support and train skilled specialists in the field of installation, maintenance and repair of the biogas plant. Also, given the importance of biogas as a clean energy, it is recommended that future research be focused on the social dimension affecting the implementation of biogas. The conditions for the adaptation and development of biogas in different regions should be examined and the assessment of the social impacts of the implementation of biogas, like all development projects, should be carried out.

Keywords: Feasibility, biogas, renewable energy, sustainable rural development, environmental pollution.

یکی از مفاهیم کلیدی در ادبیات توسعه دنیا، انرژی است. لذا توجه به انرژی و توسعه انرژی تجدیدپذیر یکی از سیاست های جهانی انرژی برای کاهش انتشار گازهای گلخانه ای (NO_x , N_2O , CH_4), SO_2 , CO , SPM) ناشی از سوخت های فسیلی است (Huang and Wu, 2008; Najafi et al, 2009).

پیشرفت شگرف علم و فناوری در جهان امروز، هر چند آسایش و رفاه زندگی بشر را موجب شده، اما جهان را با بحران های جدی زیست محیطی و انرژی مواجه ساخته است به گونه ای که این بحران ها نه تنها تهدیدی برای کیفیت زندگی جوامع بشر به شمار می روند بلکه ادامه روند کنونی حیات بشر را با خطری جدی مواجه خواهد ساخت (ایگوبیوگاز رپورت، 2015). توجه به حفاظت محیط زیست بویژه کنترل آلودگی حاصل از مواد زائد یک امر اجتناب ناپذیر است، سال هاست که محاسن بهداشتی و اقتصادی بودن جمع آوری و استفاده مجدد از فضولات انسانی و حیوانی در اقصی نقاط جهان به اثبات رسیده است. محدودیت منابع انرژی و مشکلات ناشی از مصرف سوخت های فسیلی، رشد بی رویه جمعیت شهرها و افزایش جمعیت آنها از یک طرف و ازدیاد مصرف از طرف دیگر باعث شده است که حجم وسیع زباله های آلی تولیدی سلامت جامعه بشری را به خطر اندازد (رهی و گرشاسبی، 1389). انرژی در کل دنیا بعنوان یکی از عوامل مهم برای رشد اقتصادی و توسعه انسانی محسوب می شود (Rao et al, 2010). زیرا با افزایش جمعیت جهان و مصرف سوخت های فسیلی، ذخایر این انرژی های تجدیدناپذیر رو به اتمام است و علاوه بر اینکه زندگی نسل های آینده را با نبود انرژی دشوار می سازد، برای جامعه کنونی نیز مسائل زیست محیطی بسیاری را به همراه خواهد داشت (Rasmussen, 2015).

محققان بیان می کنند که سوخت های زیستی به دست آمده از پسماندهای جنگل ها و محصول های

کشاورزی جهان می تواند سالانه به اندازه 70 میلیارد تن نفت خام انرژی در دسترس بشر قرار دهد که این میزان 10 برابر مصرف سالانه انرژی در جهان است. همچنین می توان از این سوخت ها بیشتر در تولید گرما بهره برد زیرا می توانند باعث صرفه جویی اقتصادی چشمگیری شوند (Wu et al, 2015).

یکی از مؤثرترین و پرکاربردترین انواع انرژی های تجدیدپذیر بیوگاز است که شرایط زندگی افراد را در راستای حفاظت محیط زیست خصوصاً در کشورهای در حال توسعه بهبود می بخشد. زیرا اکثر مردم در اینگونه کشورها از آلودگی حاصل از فضولات دامی رنج می برند و به منابع انرژی کمی جهت دامداریهای خود دسترسی دارند (Imu and Samuel, 2014).

بیوگاز از روش تخمیر بیهوازی زیست توده حاصل می شود. منابع عمده برای تولید بیوگاز، فضولات دامی، فاضلاب های شهری و صنعتی، زباله و زائدات کشاورزی می باشند.

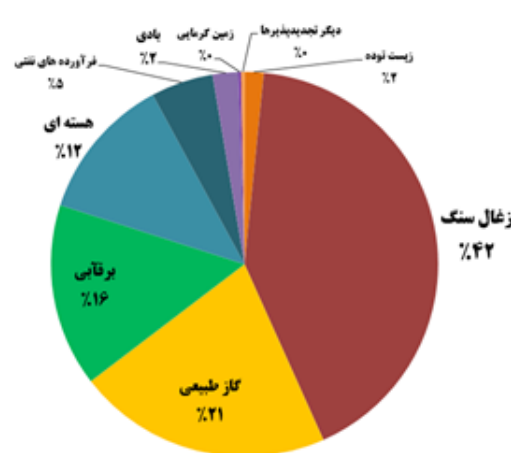
در ارزیابی بیوگاز نیز این انرژی را بعنوان یک انرژی پاک و تجدیدشونده نام برده اند (Morero et al, 2015). کاربرد بیوگاز بعنوان یک عنصر کم کربن و منبع تجدیدپذیر انرژی در اروپا مدام روبه افزایش است (Ravina and Genan, 2015).

بیوگاز بعنوان یک حامل انرژی می تواند جایگزین بسیار مناسبی برای سوخت های فسیلی باشد. بیوگاز سوخت تمیزی است که ایجاد آلودگی زیست محیطی نمی کند؛ در ضمن خطر انفجار بیوگاز کم است و با توجه به وجود گاز CO_2 در آن، بعنوان یک ضد آتش عمل می نماید (Otim et al, 2012).

با وجود مزایای انرژی های نو در کاهش گازهای گلخانه ای و آلودگی محیط زیست هنوز نگرانی درمورد پایداری در تولید انرژی های نو بویژه بیوگاز وجود دارد، چون فرآیند تولید آن و تبدیل آن به انرژی های دیگر پیچیده است و بنابراین انگیزه بالایی برای حفظ و ادامه این فرآیند تولید از طرف

تولیدکنندگان بخش کشاورزی لازم است (Ravina and Genan, 2015).

همانطور که در شکل ۱، مشاهده می‌شود بر اساس آمار سازمان انرژی در سال ۱۳۹۰، میزان انرژی تولید شده از منابع تجدیدپذیر بسیار کم و حدود ۴ درصد از کل منابع می‌باشد و تکیه بسیار زیادی بر منابع فسیلی است که در شرایط بحرانی قرار دارند. از طرفی نتایج آمارگیری از دامداری‌های کشور توسط مرکز آمار ایران در سال ۱۳۹۰، نشان می‌دهد که تعداد ۶ میلیون و ۷۵ هزار و ۷۷۳ راس انواع گاو و گوساله و ۷۲ میلیون و ۳۰۸ هزار و ۸۶۸ راس گوسفند و بز در استان‌های مختلف کشور وجود دارد. با توجه به اینکه از فضولات یک گاو می‌توان مقدار کافی گاز متان برای پختن غذای یک نفر به دست آورد. بنابراین پیش‌بینی می‌شود با استفاده از این منبع تأمین انرژی علاوه بر حفظ محیط زیست، می‌توان به میزان قابل توجهی انرژی پاک و تجدیدپذیر دست یافت.



شکل ۱: نمودار منابع تولید انرژی بر اساس میزان مصرف در دنیا ۱۳۹۰

در ایران به دلیل وجود پتانسیل‌های بالای انرژی‌های تجدیدپذیر، زمینه مناسبی برای گسترش فعالیت‌های مربوط به این نوع انرژی‌ها وجود دارد. کاربرد انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران به دو صورت نیروگاهی متمرکز و سیستم‌های کوچک پراکنده

می‌باشد. در سال ۱۳۹۳، ۱۰۹۵۷/۵ مگاوات نیروگاه تجدیدپذیر اعم از آبی، بادی، خورشیدی و بیوگاز در حال بهره برداری بوده است (وزارت نیرو).

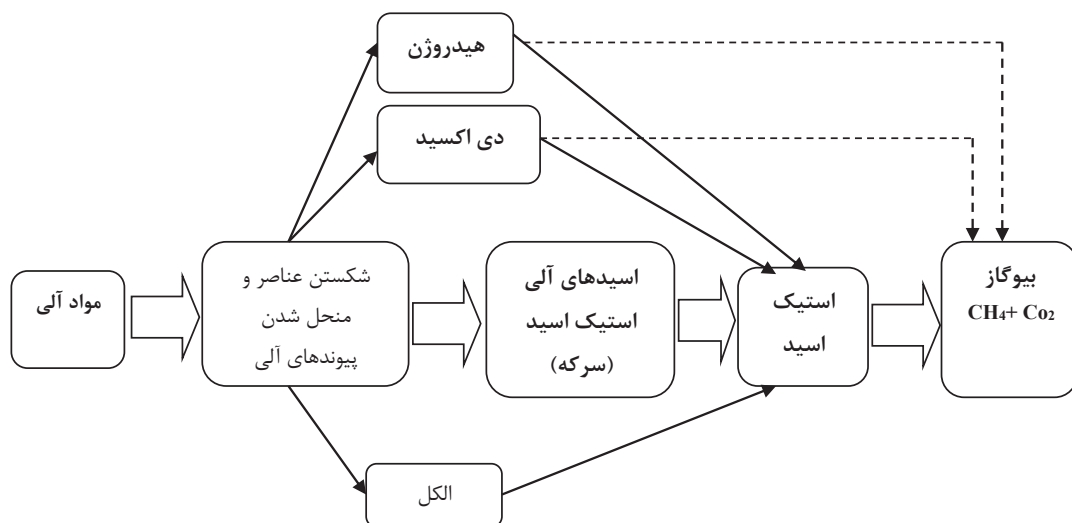
بیوگاز از طریق فرآیند تجزیه زیستی مواد آلی در غیاب اکسیژن تولید می‌شود. هضم بی‌هوازی کنترل نشده در لندفیل نیتروژن غلیظ کننده متان و گاز دی‌اکسید کربن را آزاد میکند که باعث آلودگی هواست (Zhu et al, 2009). در حالیکه فرآیند اگر درست انجام شود، منافع بسیاری در زمینه پایداری محیط زیست و امنیت و پایداری انرژی ایجاد می‌کند (Chanakya et al, 2007; Guermond et al, 2009; Ward et al, 2008).

بیوگاز حجمی معادل ۱/۲ کیلوگرم بر مترمکعب با ارزش گرمایی کمتر از ۲۳ مگاژول بر مترمکعب دارد (Eriksson, 2010).

کشورهای توسعه یافته همواره بر بیوگاز در سطح وسیع برای تولید گرما و انرژی (نیرو) تأکید دارند، در حالیکه کشورهای در حال توسعه بر ایجاد بیوگاز در سطح کوچک جهت تولید گرمای پخت و پز بصورت ابتدایی تمرکز دارند (REN21, 2013). تاکنون آمریکا با بیش از ۵۰ تراوات ساعت تولید بیوگاز، مقام اول را در دنیا داراست. آلمان و انگلیس در رتبه‌های بعدی قرار دارند (Mohammadi et al, 2013).

در بین کشورهای اروپایی، آلمان به مراتب در تولید بیوگاز از بقیه برتر است. در سال ۲۰۱۰، آلمان حدود ۵۸۰۰ سایت بزرگ تولید بیوگاز داشت که از آنها حدود ۲۳۰۰ مگاوات برق تولید می‌کرد. در حالیکه، آمریکا دارای ۱۶۰ سایت بیوگاز بود که از آنها حدود ۵۷/۱ مگاوات الکتریسته تولید می‌کرد (Bramley et al, 2011).

آلمان همچنین یک برنامه جدی برای افزایش تعداد پروژه‌های بیوگاز به ۴۳۰۰۰ پروژه تا ۲۰۲۰ داشت (۳). بعد از آلمان و انگلیس، سایر کشورهای اروپایی برتر در تولید بیوگاز شامل ایتالیا، فرانسه، هلند، چکسلواکی، اسپانیا و اتریش بودند (Kaparaju,



فاز هیدرولیز

فاز تخمیر و اسیدسازی

فاز استوکافت

فاز تولید متان

شکل ۲: مراحل هضم بی‌هوازی عناصر آلی (تولید بیوگاز)

(۲۰۱۳).

کسب‌وکار است. به عبارت دیگر، هدف از مطالعات امکان‌سنجی تعیین میزان امکان‌پذیری و اجرایی بودن یک پروژه و ثمربخشی آن می‌باشد (Bowen, ۲۰۰۹). امکان‌سنجی باید زمانی انجام شود که استفاده از یک فناوری، طرح، پروژه یا فرآیند جدید هنوز شروع نشده باشد. در واقع یک مطالعه امکان‌سنجی مشخص می‌کند که آیا آن فناوری یا طرح قابلیت اجرایی شدن و قرار گرفتن در برنامه روزمره را دارد یا خیر؟ یک مطالعه امکان‌سنجی نه تنها مسیر حرکت را مشخص می‌کند بلکه نقاط تمرکز و قوت را برای بهره‌برداران توصیف می‌نماید. یک مطالعه امکان‌سنجی خوب نقاط قوت و ضعف یک فناوری یا طرح را قبل از اجرا بیان می‌کند و به این وسیله در حفظ منابع مالی و انسانی بسیار مؤثر است (Orsmond and Cohn, ۲۰۱۵). مطالعات داخلی و خارجی بسیاری درمورد امکان و پتانسیل اجرای بیوگاز انجام شده که برخی از آنها در زیر آورده شده‌اند:

تقی زاده و همکاران (۲۰۱۶) بیان کردند که ضایعات حاصل از مرکبات در ایران پتانسیل خوبی برای تولید

از کشورهای در حال توسعه، چین بطور برجسته ای رکورد دار برنامه های بیوگاز خانگی است. تا آخر ۲۰۱۰، کل سایت‌های بیوگاز خانگی راه اندازی شده چین ۴۰ میلیون بود که از آن ۱۵/۴ میلیارد مترمکعب بیوگاز سالانه استخراج می شود (Dong, ۲۰۱۲). تا سال ۲۰۱۱، تعداد سایت‌های تولید بیوگاز خانگی به ۴۱/۶۸ میلیون افزایش یافت (Zuzhang, ۲۰۱۳). بعلاوه، برنامه کشور برای آینده ساخت ۶ میلیون سایت جدید بیوگاز خانگی روستایی بین سالهای ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۵ است.

تکنولوژی بیوگاز یکی از راههای موجود برای کاهش بحران انرژی است. بنابراین ترویج بیوگاز در بین جامعه دامداران ایران ضروری به نظر می‌رسد. لذا هدف از انجام تحقیق سنجش دیدگاه کارشناسان درمورد امکان پذیری اجرای بیوگاز در جامعه دامداران ایران می‌باشد.

ادبیات نظری تحقیق

امکان‌سنجی، به طور کلی به معنای بررسی و تجزیه و تحلیل شانس موفقیت یک پروژه یا

سوخت طبیعی دارند. اتانول و بیوگاز تولیدشده از ضایعات مرکبات به ترتیب ۲۶/۹۸ میلیون لیتر و ۳۷/۰۸ میلیون مترمکعب تخمین زده شد. آنها بیان کردند که ایران همچنین پتانسیل تولید میلیون‌ها تن سوخت طبیعی را دارد.

محمدی و همکاران (۲۰۱۳) در مقاله خود بیان کردند که بر اساس برآورد میزان تولید سالانه بیوگاز از ضایعات کشاورزی، فضولات دامی و فضلابهای شهری و صنعتی می‌توان گفت که بیوگاز در ایران حدود ۱۶۱۴۶/۳۵ میلیون مترمکعب می‌تواند تولید گردد که تقریباً حدود ۳۲۳ پتاژول انرژی است.

پتانسیل سنجی ایجاد واحدهای بیوگاز در بنگلادش نشان داد که کل ضایعات موجود ۱۰۶/۲۷ میلیون تن هستند که ۴۲/۴۹ میلیون آن ضایعات کشاورزی و ۶۳/۷۸ درصد آن فضولات دامی است. اینها مجموعاً می‌توانند ۵/۰۴۵ میلیارد مترمکعب بیوگاز تولید کنند. همچنین امکان سنجی اقتصادی تولید بیوگاز خانگی نشان داد که منابع ارزان در دسترس جهت تولید بیوگاز مهمترین فاکتور در امکان پذیری اجرای آن است (Halder et al, ۲۰۱۶). در بنگلادش منابع اولیه بسیار ارزان قیمت برای تولید بیوگاز، مهمترین فاکتور در امکان سنجی اجرای آن بوده است (Halder et al, ۲۰۱۶).

در سال ۱۹۸۷ تقریباً ۱۳ تا ۱۴ درصد از انرژی جهان از طریق زیست توده تامین میگردد. کشور نپال بیش از ۹۵ درصد، کنیا ۷۵ درصد، هند ۵۰ درصد، چین ۲۲ درصد، برزیل ۲۵ درصد و مصر و مراکش ۲۵ درصد از کل انرژی خود را از منابع زیست توده تامین می‌کنند (عبدلی و همکاران، ۱۳۹۱).

امکان سنجی اقتصادی تبدیل ضایعات به انرژی در عربستان سعودی نیز نشان داد که حجم ضایعات موجود یکی از عوامل بسیار مهم در امکان تولید انرژی از ضایعات است (Hadidi and Omer, ۲۰۱۷).

صحرای آفریقا دارای شرایط مناسب برای ایجاد بیوگاز می‌باشد. بنابراین با حمایت‌های بخش دولتی

و ایجاد سیاست‌های مناسب در این راستا می‌توان به پتانسیل بالای تولید بیوگاز در آینده دست یافت (Rupf et al, ۲۰۱۵).

نتایج پتانسیل سنجی استحصال بیوگاز از پسماند روستایی استان یزد نشان داد که سیستم بیوگاز چینی در این استان مناسب تر و پربارتر است همچنین سالانه در حدود ۷۸۳ میلیون مترمکعب بیوگاز را می‌توان از منابع موجود در روستاهای استان استخراج نمود (امیری و همکاران، ۱۳۸۹). در آمریکا پتانسیل تولید بیوگاز از فضولات حیوانی و ضایعات، معادل ۴۲۰ میلیارد مترمکعب در سال برآورد شده است که حدود ۵۶ درصد از مصرف گاز بخش حمل و نقل را تشکیل می‌دهد (NREL, ۲۰۱۳).

در ایران سالانه ۲۷۴۰ میلیون مترمکعب متان می‌تواند از فضولات حیوانی و ضایعات پسماند روستا بدست آید (Zareei, ۲۰۱۸).

در هند، فضولات حیوانی در روستاها منبع اصلی تولید بیوگاز محسوب می‌شود و این امکان را فراهم می‌کند که بیوگاز بعنوان منبع اصلی تأمین سوخت روستایی مورد استفاده قرار گیرد (Deshpande et al, ۲۰۱۲).

در شمال انگلیس مدلی برای امکان سنجی اجرای بیوگاز در سطح خرد ارائه شد. نتایج تحقیق نشان داد که تقاضای افراد و میزان ضایعات موجود از عواملی است که بر پتانسیل تولید بیوگاز تأثیر می‌گذارد. همچنین کود حاصل از بیوگاز به دلیل حاصلخیزی بالا و نداشتن عوامل بیماری‌زا بسیار مورد استقبال روستاییان قرار می‌گیرد (Sturm et al, ۲۰۱۲).

طراحی و استفاده از پلنهای بومی از جمله استراتژی‌هایی است که برای اجرای بیوگاز در مناطق روستایی ایران پیشنهاد گردیده است (پاپ زن و همکاران، ۱۳۹۲).

محمدی مغانک و همکاران در سال ۲۰۱۳ به بررسی منابع گوناگون تولید بیوگاز و امکان سنجی آن پرداختند و بیان کردند که در ایران پتانسیل تولید

حدود ۱۶۱۴۶/۳۵ میلیون مترمکعب بیوگاز که معادل ۳۲۳ پتاژول (۱۰۱۵) انرژی است، از ضایعات کشاورزی وجود دارد (Mohammadi Moghanaki et al, ۲۰۱۳).

بهرامی به ارزیابی توان تولید بیوگاز از فضولات حیوانی در نواحی روستایی پرداخت و بیان کرد که از نظر اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی تولید بیوگاز از فضولات حیوانی در ایران امکان پذیر و مفید است (بهرامی، ۱۳۹۶).

روش‌شناسی تحقیق

تحقیق حاضر از لحاظ هدف، کاربردی و از لحاظ گردآوری داده‌ها، میزان نظارت و درجه کنترل متغیرها و قابلیت تعمیم از نوع تحقیق توصیفی همبستگی است از لحاظ زمانی، مطالعه ای "گذشته نگر" است. در اجرای این پژوهش از فن پیمایش استفاده شده است. جامعه مورد بررسی در این پیمایش، تمام کارشناسان دامداری چهار استان فارس، خراسان رضوی، گلستان و کرمانشاه بوده است (۳۳۷ نفر). روش نمونه‌گیری در این تحقیق، نمونه‌گیری طبقه‌بندی تصادفی بود. طبقات مورد بررسی، چهار استان فارس، خراسان رضوی، گلستان و کرمانشاه بودند. برای تعیین حجم نمونه تحقیق از جدول کرجسی و مورگان (۱۹۷۰) استفاده شد. با توجه به این جدول و جامعه آماری، حجم نمونه ۱۸۱ نفر برآورد گردید. برای جمع‌آوری داده‌ها از ابزار پرسشنامه استفاده شد. سؤال‌های پرسشنامه مورد نظر از دو بخش تشکیل شده بود که شامل: ویژگی‌های فردی کارشناسان و نظرسنجی از آنها پیرامون امکان‌پذیری اجرای بیوگاز در روستاهای استان آنها بوده است. برای سنجش نظرات آنها، از طیف لیکرت پنج قسمتی (کاملاً مخالف = ۱ تا کاملاً موافق = ۵) استفاده شد. روایی صوری ابزار تحقیق توسط پانلی از متخصصین مورد تأیید قرار گرفت. برای تأیید پایایی پرسشنامه یک مطالعه راهنما و تکمیل ۳۰ پرسشنامه از افراد خارج از جامعه آماری و تعیین آلفا کرونباخ صورت پذیرفت که آلفای

کرونباخ ۰/۸۸ بدست آمد. پس از جمع‌آوری داده‌ها، اطلاعات به‌دست آمده از تکمیل پرسشنامه‌ها، با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۳ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. برای مشخص کردن شرایط لازم جهت اجرای بیوگاز از نظر کارشناسان از آماره تحلیل عاملی اکتشافی استفاده گردید. به بیان دیگر، برای کاهش تعداد متغیرهای پژوهش به عوامل کم‌تر و تعیین سهم تأثیر هر یک از عامل‌ها از این آماره بهره گرفته شد. تحلیل عاملی اکتشافی روشی است که می‌تواند به منظور ساده‌سازی متغیرهای مورد مطالعه بر اساس هم‌وابستگی بین آنها مورد استفاده قرار گیرد. این روش به طور سنتی برای کشف ساختار عاملی مجموعه‌ای از متغیرهای آشکار و قابل مشاهده و بدون تحمیل ساختار از قبل تعیین شده در مطالعات اجتماعی - اقتصادی به کار گرفته (کلانتری، ۱۳۸۸) و برای تعیین تأثیرگذارترین متغیرها در زمانی که تعداد متغیرهای مورد بررسی زیاد و روابط بین آنها ناشناخته باشد، استفاده می‌شود (زارع چاهوکی، ۱۳۸۹). در پایان با استفاده از یافته‌های تحلیل عاملی، امکان پذیری اجرای بیوگاز روستایی در چهار استان مقایسه و نتایج تفسیر گردید.

یافته‌های تحقیق و بحث

ویژگی‌های پاسخگویان

کلیه کارشناسان مورد مطالعه، دارای حداقل مدرک کارشناسی و سابقه فعالیت در زمینه بیوگاز و دام بوده‌اند. از بین ۱۸۱ کارشناس که به سؤالات پرسشنامه پاسخ داده‌اند ۱۱۰ نفر مرد و ۷۱ نفر زن بوده که ۹۶ نفر دارای مدرک کارشناسی و ۸۵ نفر دارای مدرک کارشناسی ارشد و بالاتر بوده‌اند. سن بیشتر پاسخگویان حدود ۳۴ سال و دامنه سنی همه افراد بین ۳۰ تا ۵۲ سال بود. کمترین سابقه کار افراد هفت سال و بیشترین آن بیست و دو سال بود که اکثر افراد حدود ده تا پانزده سال سابقه کار در حوزه علوم دامی را داشتند.

عوامل های استخراجی

عوامل بسیاری بر امکان پذیری اجرای بیوگاز در روستاها تأثیرگذارند. اما دسته بندی مشخص و مناسبی از آنها موجود نمی باشد. این در حالیست که با داشتن یک دسته بندی مناسب از عوامل مؤثر بر امکان پذیری اجرای بیوگاز در روستاها می توان شرایط روستاها را براساس آنها سنجید و نقاط قوت و ضعف در دسته های مختلف را مشخص نمود و به تقویت و بهبود نقاط قوت و کاهش نقاط ضعف آنان پرداخت. لذا، برای دست یافتن به این هدف و تعیین سهم تأثیر هر یک از عوامل ها در امکان پذیری اجرای بیوگاز روستایی از تحلیل عاملی استفاده شد. ابتدا برای امکان پذیری تحلیل عاملی، ملاک KMO و آماره بارتلت مورد سنجش قرار گرفت. محاسبات انجام شده نشان داد که انسجام درونی داده ها مناسب بوده ($KMO/648 = 0$) و آماره بارتلت نیز در سطح $p/000 =$ معنی دار بود. با توجه به ملاک Kaiser، هشت عامل دارای مقدار ویژه بالاتر از یک استخراج شدند (جدول ۱). تبیین کل واریانس توسط این هشت عامل ۵۵/۲۵ درصد بوده است (جدول ۱).

به منظور تحقیق درباره ماهیت روابط بین متغیرها و دستیابی به تعریف عامل ها، فرض بر این قرار گرفت که ضرایب بالاتر از ۰/۵ در تعریف عامل ها سهم مهم و بامعنی دارند و بنابراین ضرایب کمتر

از این مقدار به عنوان صفر (عامل تصادفی) در نظر گرفته شد. در تحلیل امکان پذیری بیوگاز، بعضی عاملها به خاطر آن که ضرایب کمتر از ۰/۴ داشته اند، حذف گردیدند و تحت هیچ کدام از چهار عامل قرار نگرفتند. یافته های حاصل از چرخش عامل ها به روش واریماکس نشان داد که در عامل اول نه گویه، در عامل دوم شش گویه، در عامل سوم پنج گویه، در عامل چهارم، پنجم و ششم هر کدام سه گویه و در عامل هفتم و هشتم هر کدام دو گویه جای گرفت. ملاحظه می شود که نه گویه عامل اول از لحاظ مفهومی، همگی مربوط به امکان پذیری اجتماعی - فرهنگی بیوگاز از نظر کارشناسان می شود. بنابراین، می توان این عامل را "اجتماعی - فرهنگی" نامگذاری کرد. این عامل دربرگیرنده حضور فرد در فعالیت های مشارکتی روستا، تصور فرد از مهارت و تخصص وی در زمینه بیوگاز، اعتماد دامداران روستایی به سیستم دولتی و طرح های ملی و سابقه خوب اجرای طرح های جدید در منطقه می باشد. این عامل با توجه به مقدار ویژه آن (۶/۳۳) ۱۶/۶۶ درصد از کل واریانس گویه ها را تبیین می نماید. عامل دوم مربوط به شرایطی می شود که در امکان پذیری اقتصادی بیوگاز مطرح است. بنابراین، می توان این عامل را "اقتصادی" نام نهاد. این عامل با مقدار ویژه ۴/۴۳، مقدار ۱۱/۶۷ درصد از کل واریانس گویه ها را تبیین می کند. گویه های عامل سوم بیانگر وظایف فنی و

مدیریت شهری

فصلنامه مدیریت شهری
Urban Management
شماره ۵۳ زمستان ۹۷
No.53 Winter 2019

۲۹۷

جدول ۱- درصد واریانس و مقادیر ویژه عامل های مختلف؛ منبع: یافته های پژوهش

عامل	مقدار ویژه	درصد واریانس	درصد واریانس تجمعی
۱	۶/۳۳	۱۶/۶۵	۱۶/۶۵
۲	۴/۴۳	۱۱/۶۷	۲۸/۳۳
۳	۳/۷۳	۹/۸۳	۳۸/۱۶
۴	۲/۹۸	۷/۸۵	۴۶/۰۱
۵	۲/۸۸	۷/۵۹	۵۳/۶۱
۶	۲/۵۲	۶/۶۵	۶۰/۲۶
۷	۱/۹۲	۵/۰۶	۶۵/۳۳
۸	۱/۹۱	۵/۰۴	۷۰/۳۸

جدول ۲- نتایج حاصل از چرخش عامل‌ها به روش؛منبع: یافته های پژوهش

نام عامل	گویه	بار عاملی
اجتماعی - فرهنگی	حضور فرد در فعالیتهای مشارکتی روستا	۰/۸۶۹
	تصور فرد از مهارت و تخصص وی در زمینه بيوگاز	۰/۸۲۹
	اعتماد دامداران روستایی به سیستم دولتی و طرحهای ملی	۰/۸۰۳
	سابقه خوب اجرای طرحهای جدید در منطقه	۰/۷۹۵
	میزان پذیرش بيوگاز توسط دامداران منطقه	۰/۷۹۲
	تأثیر هنجارهای ذهنی فرد بر کاربرد بيوگاز	۰/۷۴۷
	تمایل فرد به مشارکت در راه اندازی بيوگاز	۰/۷۳۷
	عدم دسترسی به منابع انرژی مثل گاز	۰/۷۲۸
اقتصادی	وجود نیروی کار مورد نیاز دامداری جهت اجرای بيوگاز	۰/۵۹۲
	وجود فضای مناسب برای کاربرد بيوگاز	۰/۸۵۴
	توانایی دامدار جهت پرداخت هزینه اولیه راه اندازی بيوگاز	۰/۸۱۴
	وجود مشوقهای مالی	۰/۷۸۰
	توان دامدار جهت پرداخت هزینه خرید کمپرسور	۰/۷۷۴
	قیمت سوخت فسیلی	۰/۷۶۸
فنی و مهارتی	توان دامدار برای پرداخت هزینه کارگری جهت جمع‌آوری فضولات	۰/۷۴۳
	عدم حضور متخصص فنی بيوگاز در منطقه	۰/۸۱۸
	امکان پرورش نیروی کار متخصص بيوگاز	۰/۸۱۰
	امکان تولید مخازن متنوع از نظر حجم و جنس	۰/۷۹۶
	دسترسی به کمپرسور جهت ثابت نگه داشتن فشار گاز	۰/۶۵۴
زیست محیطی	سهولت کار با دستگاه بيوگاز	۰/۵۴۴
	گرایش فرد به حفظ محیط زیست	۰/۸۸۳
	تأثیر بيوگاز بر کاهش آلودگی حاصل از فضولات در روستا	۰/۸۷۳
اقلیمی	نظر دامدار نسبت به جایگزین کردن سوخت فسیلی با سوخت پاک	۰/۸۵۲
	شرایط آب و هوایی مناسب	۰/۸۲۱
	امکان راه‌اندازی بيوگاز در آب و هوای سرد و یخبندان	۰/۷۳۰
زیرساختی	وجود امکانات لازم در منطقه	۰/۷۱۱
	فاصله محل نصب مخزن بيوگاز با محل استفاده گاز	۰/۷۷۶
	داشتن حداقل دام مورد نیاز	۰/۷۱۳
اطلاع رسانی	وجود آب کافی برای مخازن	۰/۶۱۵
	آشنایی با بيوگاز و مزایای آن	۰/۹۰۰
آموزش و ترویج	آگاه سازی دامدار نسبت به چندکارکردی بودن بيوگاز	۰/۷۲۳
	استفاده از رسانه‌های آموزشی به وسیله مروج	۰/۷۹۸
	بهبود میزان دانش دامدار در زمینه بيوگاز	۰/۵۱۱

مدیریت شهری

فصلنامه مدیریت شهری
Urban Management
شماره ۵۳ زمستان ۹۷
No.53 Winter 2019

۲۹۸

جدول ۳- نتایج اولویت بندی عامل ها توسط کارشناسان؛ منبع: یافته های پژوهش

استان	فارس	خراسان رضوی	کرمانشاه	گلستان	عامل
فراوانی	۴۲	۴۵	۲۸	۲۲	اجتماعی -
درصد	۷۶/۴	۷۵	۷۷/۸	۷۳/۳	فرهنگی
فراوانی	۳۸	۳۵	۲۱	۱۸	اقتصادی
درصد	۶۹/۱	۵۸/۳	۵۸/۳	۶۰	
فراوانی	۲۸	۳۵	۲۰	۱۷	فنی و مهارتی
درصد	۵۰/۹	۵۸/۳	۵۵/۶	۵۶/۷	
فراوانی	۲۵	۳۶	۱۹	۱۷	زیست
درصد	۵۰/۹	۶۰	۵۲/۸	۵۶/۷	محیطی
فراوانی	۳۳	۳۳	۲۶	۲۰	اقلیمی
درصد	۶۰	۵۵	۷۲/۲	۶۶/۷	
فراوانی	۳۲	۴۵	۲۶	۲۱	زیرساختی
درصد	۵۸/۲	۷۵	۷۲/۲	۷۰	
فراوانی	۳۱	۴۲	۲۵	۲۳	اطلاع رسانی
درصد	۵۶/۴	۷۰	۶۹/۴	۷۶/۷	
فراوانی	۳۶	۴۵	۳۰	۱۷	آموزش و
درصد	۶۵/۵	۷۵	۸۳/۳	۵۶/۷	ترویج

مدیریت شهری

فصلنامه مدیریت شهری
Urban Management
شماره ۵۳ زمستان ۹۷
No.53 Winter 2019

۲۹۹

ششم را می توان " زیرساختی " نام نهاد که با مقدار ویژه ۲/۵۳، مقدار ۶/۶۵ درصد از واریانس کل گویه ها را تبیین می نماید. گویه های عامل هفتم از لحاظ مفهومی بیانگر نقش اطلاع رسانی در امکان پذیری اجرای بیوگاز است. در نتیجه، عامل هفتم " اطلاع رسانی " نامگذاری گردید. این عامل با مقدار ویژه ۱/۹۲، مقدار ۵/۰۷ درصد از واریانس کل گویه ها را تبیین می کند. در نهایت، گویه های عامل هشتم بیانگر نقش ترویج و آموزش در امکان پذیری اجرای بیوگاز است. در نتیجه، عامل هشتم " ترویج و آموزش " نامگذاری گردید که با مقدار ویژه ۱/۹۱، مقدار ۵/۰۴ درصد از واریانس کل گویه ها را تبیین می کند. یافته های تحقیق با یافته های مطالعات پیشین همخوانی دارد و همگی عوامل اقتصادی، زیرساختی، وجود مواد اولیه، تخصص و آموزش را در توسعه بیوگاز مؤثر می دانند (Rupf et al, ۲۰۱۵).

مهارتی امکان پذیری اجرای بیوگاز است. بنابراین، عامل سوم را می توان " فنی و مهارتی " نام نهاد که با مقدار ویژه ۳/۷۳، مقدار ۹/۸۳ درصد از واریانس کل گویه ها را تبیین می نماید. گویه های عامل چهارم از لحاظ مفهومی بیانگر موضوعات زیست محیطی درمورد امکان پذیری اجرای بیوگاز است. در نتیجه، عامل چهارم " زیست محیطی " نامگذاری گردید. این عامل با مقدار ویژه ۲/۹۸، مقدار ۷/۸۵ درصد از واریانس کل گویه ها را تبیین می کند. سه گویه عامل پنجم از لحاظ مفهومی، همگی مربوط به امکان پذیری اقلیمی بیوگاز از نظر کارشناسان می شود. بنابراین، می توان این عامل را " اقلیمی " نامگذاری کرد. این عامل با مقدار ویژه ۲/۸۸، مقدار ۷/۶۰ درصد از واریانس کل گویه ها را تبیین می کند. گویه های عامل ششم بیانگر عوامل زیرساختی جهت امکان پذیری اجرای بیوگاز است. بنابراین، عامل

بهرامی، ۱۳۹۶، Halder et al، ۲۰۱۶، Hadidi and Omer، ۲۰۱۷.

در این مرحله ۸ عامل بدست آمده، براساس نظر کارشناسان اولویت بندی گردید. همانطور که در جدول ۳ مشاهده می شود، در استان فارس از دیدگاه کارشناسان عاملهای اجتماعی - فرهنگی، اقتصادی و فنی و مهارتی به ترتیب رتبه اول تا سوم را به خود اختصاص داده اند. از دیدگاه کارشناسان استان خراسان رضوی عوامل زیرساختی، اقلیمی و فنی و مهارتی به ترتیب رتبه اول تا سوم را کسب کردند. در استان کرمانشاه از دیدگاه کارشناسان عوامل زیرساختی و اقلیمی رتبه اول و فنی و مهارتی و اقتصادی به ترتیب در رتبه های دوم و سوم قرار گرفتند. از دیدگاه کارشناسان استان گلستان عوامل اقتصادی، فنی و مهارتی و زیرساختی به ترتیب رتبه اول تا سوم را کسب کردند.

در فارس عامل امکان پذیری اجتماعی - فرهنگی از نظر کارشناسان، اولویت اول را کسب کرد، به این مفهوم که فعالیتهای مشارکتی دامداران روستایی در استان فارس کم رنگ می باشد و آنها از خودکارآمدی لازم برخوردار نمی باشند. همچنین پیشینه ذهنی دامداران از اجرای طرح های عملیاتی و توسعه ای مثبت نمی باشد. این در حالیست که دسترسی به منابع انرژی مثل گاز در اغلب روستاهای فارس پایین است. در مطالعات پیشین نیز به تأثیر بعد اجتماعی در پتانسیل سنجی اجرای بیوگاز توجه شده از جمله بهرامی ۱۳۹۶، همچنین مشارکت اجتماعی و خودکارآمدی بالا در تحقیقات بسیاری بعنوان عوامل مؤثر بر پذیرش فناوری ذکر شده اند از جمله: (Abbas et al، ۲۰۱۷)، (Romadhoni et al، ۲۰۱۷)، (Kelebe et al، ۲۰۱۷)، (Bond and Templeton، ۲۰۱۱)، (Puzzolo et al، ۲۰۱۶) و (Mwirigi et al، ۲۰۱۴).

از نظر کارشناسان استان خراسان رضوی، عامل امکان پذیری زیرساختی اولویت اول را کسب کرده است. به این مفهوم که دامداران روستایی اغلب تعداد

دام کمی دارند که این تعداد از حداقل دام مورد نیاز برای راه اندازی یک واحد بیوگاز کمتر است. همچنین منابع آبی کافی جهت افزودن به مخزن بیوگاز را در اختیار ندارند و با در بعضی دامداریها مکانی که مخزن میتواند قرار گیرد با محفظه دامداری که محل استفاده گاز است، فاصله دارد و این عامل باعث کاهش فشار گاز و کاربردی نبودن آن می شود. در دسترس بودن منابع اولیه مثل فضولات و آب یکی از شرایط مهم در امکان پذیری اجرای بیوگاز است که این مطلب در تحقیقات (Li et al، ۲۰۱۵)، (Qu et al، ۲۰۱۳)، (Mengistu et al، ۲۰۱۶) و (Khan and Andrew، ۲۰۱۶) نیز بیان گردیده است.

در استان کرمانشاه امکانپذیری زیرساختی و اقلیمی هر دو از اهمیت یکسانی برخوردار بوده و اولویت اول را کسب نمودند. به این معنی که دامداران روستایی علاوه بر در اختیار نداشتن دام کافی، بین محل نصب مخزن با محل مصرف گاز در دامداری آنها فاصله وجود دارد، همچنین به دلیل کوهستانی و صعب العبور بودن روستاها، اغلب امکانات لازم در منطقه وجود ندارد و آب و هوا نیز در این استان بسیار سرد و یخبندان است لذا با توجه به تأثیرپذیر بودن بیوگاز از سرمای هوا، اجرای آن در استان کرمانشاه با اقلیم سرد نیاز به سازگار کردن آن دارد. در تحقیقات گذشته نیز به عامل سردی هوا و تأثیر منفی اقلیم سرد بر توسعه بیوگاز اشاره شده است بعنوان مثال در (Li et al، ۲۰۱۵)، (Wang et al، ۲۰۱۳)، (De Jaeger and Rogge، ۲۰۱۳) و (Cucchiella et al، ۲۰۱۴).

در استان گلستان امکان پذیری اقتصادی از نظر کارشناسان اولویت اول را کسب کرده است. به این مفهوم که اغلب دامداریهای روستایی فضای کافی برای نصب مخزن بیوگاز ندارند و یا دامداران توانایی تأمین هزینه اولیه راه اندازی واحدهای بیوگاز را ندارند. همچنین تسهیلات دولتی برای حمایت از اجرای بیوگاز در این استان وجود ندارد و قیمت

سوخت فسیلی مثل کپسول گاز پایین است و به دامداران یارانه سوخت تعلق میگیرد. البته در تحقیقات گذشته نیز بر تأثیر مشوقها و تسهیلات مالی بر امکان پذیری اجرا و توسعه بیوگاز بسیار تأکید شده است از جمله: (Wang et al, ۲۰۱۳)، (Hill et al, ۲۰۰۶)، (Jiang et al, ۲۰۱۱)، (Fan, Dasanayaka and Wedawatta, ۲۰۱۵)، (Garfi et al, ۲۰۱۲) و (et al, ۲۰۱۱).

نتیجه گیری

برای امکان پذیر شدن اجرای یک طرح جدید در یک منطقه، مجموعه ای از عوامل دخیل هستند به بیان دیگر امکان پذیری یک طرح، فرآیندی چندبعدی است که از تلفیق و ترکیب عوامل گوناگون امکان پذیر بودن یک طرح آشکار میگردد. ترتیب اولویت بندی عوامل توسط کارشناسان در استانها بیانگر این واقعیت است که برای امکان پذیری اجرای بیوگاز در ایران لازم است به امکان پذیری اجتماعی - فرهنگی، اقتصادی، فنی و مهارتی، زیرساختی و اقلیمی بیش از سایر عوامل توجه شود، اما به این مفهوم نیست که سایر عوامل از جمله زیست محیطی، زیرساختی، اصلاح رسانی و آموزش و ترویج و یا حتی عوامل خارج از این تحقیق مورد غفلت قرار گیرند. بنابراین با توجه به نتایج پیشنهاد میگردد برای امکان پذیری اجرای بیوگاز در ایران گروهها و تشکل دامداران تشکیل گردد و بر ابعاد مشارکت و انسجام اجتماعی و پذیرش جمعی تأکید گردد. همچنین ارائه تسهیلات و تأمین منابع مالی انجام شود. مراکزی جهت پشتیبانی و تربیت متخصصین ماهر در زمینه راه اندازی، نگهداری و تعمیر دستگاه بیوگاز ایجاد گردد. زیرساخت ها نیز در اجرای بیوگاز بسیار اهمیت دارند و لازم است شرایط اولیه راه اندازی بیوگاز در دامداریها بهبود یابد. همچنین اقلیم و شرایط آب و هوایی یکی از عوامل بسیار تأثیرگذار بر امکان پذیری اجرای بیوگاز می باشد و دستگاه در هوای بسیار سرد نیاز به سازگارشدن دارد و هزینه اولیه راه اندازی آن افزایش می یابد.

با توجه به اهمیت بیوگاز بعنوان یک انرژی پاک، توصیه می شود تحقیقات آینده بر ابعاد اجتماعی مؤثر بر اجرای بیوگاز تمرکز بیشتری داشته باشند. همچنین شرایط سازگاری و توسعه بیوگاز در مناطق مختلف بررسی شود و ارزیابی اثرات اجتماعی اجرای بیوگاز نیز مانند همه طرحهای توسعه ای انجام گردد.

منابع

امیری، ل.، عبدلی، م.ع. و رضانیانپور، م. (۱۳۸۹). پتانسیل سنجی استحصال بیوگاز از پسماند روستایی (مطالعه موردی روستاهای استان یزد). پنجمین همایش ملی مدیریت پسماند. تهران.
بهرامی، ر. (۱۳۹۶). ارزیابی توان تولید بیوگاز از فضولات حیوانی در نواحی روستایی (مطالعه موردی: استان کرمانشاه). مطالعات برنامه ریزی سکونتگاه های انسانی. ۱۲(۲)، ۳۵۷-۳۷۳.
پاپ زن، ع. ح.، مرادی، خ. و درگاهی، ب. (۱۳۹۲). طراحی و اجرای پلنت بومی بیوگاز: دستاوردی کاربردی در بهره گیری از بیوگاز در مناطق روستایی کشور. چهارمین همایش ملی بیوانرژی ایران، تهران. زارع چاهوکی، م. ع. (۱۳۸۹). تجزیه و تحلیل داده ها در پژوهش های منابع طبیعی با نرم افزار SPSS. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد تهران.
عبدلی، م. ع. و پازوکی، م. (۱۳۹۱). پتانسیل و فناوری تولید انرژی از زیست توده در مناطق روستایی. تهران: پژوهشکده مطالعات شهری و روستایی وزارت کشور.
کلانتری، خ. (۱۳۸۸). مدل سازی معادلات ساختاری در تحقیقات اجتماعی - اقتصادی (با برنامه LISREL و SIMPLIS). تهران: نشر فرهنگ صبا.

Abbas, T., Ali, G., Adil, S.A., Bashir, M.K., and Kamran, M.A. (2017). Economic analysis of biogas adoption technology by rural farmers: The case of Faisalabad district in Pakistan. Renewable Energy, 107, 431-439.

مدیریت شهری

فصلنامه مدیریت شهری
Urban Management
شماره ۵۳ زمستان ۹۷
No.53 Winter 2019

۳۰۱

- Bramley, J., Shih, J.C., Fobi, L., Axum, T., Peterson, C., Wang, R.Y., and Rainville, L. (2011). Agricultural biogas in the United States: a market assessment. Field project number 6. Tufts University.
- Bond, T., and Templeton, M.R. (2011). History and future of domestic biogas plants in the developing world. *Energy Sustainability and Development*, 15, 347–354.
- Bowen, D. J., Kreuter, M., Spring, B., Cofta-Woerpel, L., Linnan, L., Weiner, D., and Fernandez, M. (2009). How we design feasibility studies. *American Journal of Preventive Medicine*, 36, 452–457.
- Chanakya, H. N., Ramachandra, T. V., Vijayachamundeswari, M. (2007). Resource recovery potential from secondary components of segregated municipal solid wastes. *Environmental Monitoring and Assessment*, 135:119–27.
- Cucchiella, F., D'Adamo, I., Gastaldi, M., 2014. Sustainable management of waste-to-energy facilities. *Renewable Sustainable Energy Review*, 33, 719–728.
- Dasanayaka, S.W.S.B., Wedawatta, G., 2015. Economic and financial feasibility risks of power generation through municipal solid wastes to reduce environmental impacts, a case study based on Western Pr". *International Journal of Emerging Technology Computing Application Science (IJETCAS)*, 104–117.
- De Jaeger, S., Rogge, N. (2013). Waste pricing policies and cost-efficiency in municipal waste services: the case of Flanders. *Waste Management Research*. 31, 751–758.
- Deshpande, N.V., Kale, N.W. and Deshmukh, S.J. (2012). A study on biogas generation from Mahua (*Madhuca indica*) and Hingan (*Balanites aegyptiaca*) oil seedcake. *Energy for Sustainable Development*, 16, 363–367.
- Dong, L. (2012). The Progress of biomass energy and biogas in China. 19th Scientific Energy Management and Innovation Seminar. Available from: <http://cwsolutions.hu/wp-content/uploads/2012/05/Draft-of-performance-GIEC-LiDong.pdf>; 2012[accessed 12.1.2013].
- Eriksson, O. (2010). Environmental technology assessment of natural gas compared to biogas. University of Gavle. Sweden.
- Fan, J., Liang, Y.T., Tao, A.J., Sheng, K.R., Ma, H.L., Xu, Y., Wang, C.S., and Sun, W. (2011). Energy policies for sustainable livelihood and sustainable development of poor areas in China. *Energy Policy*, 39, 1200–1212.
- Garfi, M., Ferrer-Marti, L., Velo, E., and Ferrer, I. (2012). Evaluating benefits of low-cost household digesters for rural Andean communities. *Renewable and Sustainable Energy Review*, 16:575–581.
- Guermond, N., Ouadja, F., Abdelmalek, F., Taleb, F. and Addou, A. (2009). Municipal solid waste in Mostaganem city (Western Algeria). *Waste Management*, 29:896–902.
- Halder, P.K., Paul, N., Joardder, M.U.H., Khan, M.Z.H. and Sarker, M. (2016). Feasibility analysis of implementing anaerobic digestion as a potential energy source in Bangladesh. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 65, 124–134.
- Hadidi, L.A. and Omer, M.M. (2017). A financial feasibility model of gasification and anaerobic digestion waste-to-energy (WTE) plants in Saudi Arabia. *Waste Management*, 59, 90–101.
- Hill, J., Nelson, E., Tilman, D., Polasky, S., and Tiffany, D. (2006). Environmental, economic, and energetic costs and benefits of biodiesel and ethanol biofuels. *PNAS* 103 (30), 11206–11210.

مدیریت شهری

فصلنامه مدیریت شهری
Urban Management
شماره ۵۳ زمستان ۹۷
No.53 Winter 2019

۳۰۲

- Huang, Y.H., and Wu, J.H. (2008). Analysis of bio-diesel promotion in Taiwan. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 12: 1176–1186.
- Imu, N. J. and Samuel, D. M. (2014). Biogas Production Potential from Municipal organic Wastes in Dhaka City, Bangladesh. *International Journal Research Energy Technology*, 3:453–60.
- Jiang, X.Y., Sommer, S.G., and Christensen, K.V. (2011). A review of the biogas industry in China. *Energy Policy*, 39, 6073–6081.
- Kaparaju, P. (2013). Biogas upgrading scenarios in Europe: status and prospects. International workshop on promotion of biogas upgrading and bottling in India and Europe. New Delhi; 22–24 August.
- Kelebe, H.E., Ayimut, K.M., Berhe, G.H., and Hintsa, K. (2017). Determinants for adoption decision of small scale biogas technology by rural households in Tigray, Ethiopia. *Energy Economics*, 66, 272–278.
- Khan, E.U., and Andrew, M. (2016). Review of biogas digester technology in rural Bangladesh. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 62, 247–259.
- Li, C., Liao, Y., Wen, X., Wang, Y., Yang, F. (2015). The development and countermeasures of household biogas in North West grain for green project areas of China. *Renewable and Sustainable Energy Review*, 44:835–846.
- Mengistu, M.G., Simane, B., Eshete, G., and Workneh, T.S. (2016). Factors affecting households' decisions in biogas technology adoption, the case of Ofla and Mecha Districts, northern Ethiopia. *Renewable Energy*, 93, 215–227.
- Mohammadi Maghanaki, M., Ghobadian, B., Najafi, G. and Janzadeh Galogah, R. (2013). Potential of biogas production in Iran. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 28, 702–714.
- Morero, B., Rodriguez, M. and Campanella, E. A. (2015). Environmental impact assessment as a complement of life cycle assessment. Case study: Upgrading of biogas. *Bioresource Technology*, 190, 402–407.
- Mwirigi, J., Balana, B., Mugisha, J., Walekhwa, P., Melamu, R., Nakami, S., and Makenzi, P. (2014). Socio-economic hurdles to widespread adoption of small-scale biogas digesters in Sub-Saharan Africa: a review. *Biomass and Bioenergy*, 70, 17–25.
- Najafi, G., Ghobadian, B., Tavakoli, T., Buttsworth, D.R., Yusaf, T.F., and Faizollahnejad, M. (2009). Performance and exhaust emissions of a gasoline engine with ethanol blended gasoline fuels using artificial neural network. *Applied Energy*, 86: 630–639.
- National Renewable Energy Laboratory. (2013). Efficiency and Renewable Energy, operated by the Alliance for Sustainable Energy. Report available on “www.nrel.gov”.
- Orsmond, G. and Cohn, E.S. (2015). The Distinctive Features of a Feasibility Study Objectives and Guiding Questions. *OIJR: Occupation, Participation and Health*, 35 (3), 169–177.
- Otim, G., Okaka, D., and Kayima, J. (2012). Design of biogas plant for rural households in Uganda (Case study: Apac district). *Second Conference on Advances in Engineering and Technology*, 544–550.
- Puzzolo, E., Pope, D., Stanistreet, D., Rehfuess, E.A., and Bruce, N.G. (2016). Clean fuels for resource-poor settings: A systematic review of barriers and enablers to adoption and sustained use. *Environmental Resources*, 146, 218–234.
- Qiu, H.G., Cai, Y.Q., Bai, J.F., and Sun, D.Q. (2013). Effect of government subsidy on the utilization of biogas in rural China. *Issues in Agricultural Economy*, 2, 85–92.
- Rao, P., Saroj S. Baral, Ranjan Dey, and Mutnuri,

- S. (2010). Biogas generation potential by anaerobic digestion for sustainable energy development in India. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14, 2086–2094.
- Rasmussen, P. (2015). Biogas - from refuse to energy. International Gas Union Biogas report.
- Ravina, M. and Genon, G. (2015). Global and local emissions of a biogas plant considering the production of biomethane as an alternative end-use solution. *Journal of Cleaner Production*, 102, 115–126.
- Renewable energy for the 21st century (REN21). (2013). renewables: global status report, Paris: REN21 Secretariat.
- Romadhoni, R.A., Putra, S., Liub, Z., and Lund, M. (2017). The impact of biogas technology adoption for farm households – Empirical evidence from mixed crop and livestock farming systems in Indonesia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 74, 1371–1378.
- Rupf, G. V., Bahri, P.A., Boer, K. and McHenry, M.P. (2015). Barriers and opportunities of biogas dissemination in Sub-Saharan Africa and lessons learned from Rwanda, Tanzania, China, India, and Nepal. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52, 468–476.
- Sturm, B., Butcher, M., Wang, Y., Huang, Y. and Roskilly, T. (2012). The feasibility of the sustainable energy supply from bio wastes for a small scale brewery - A case study. *Applied Thermal Engineering*, 39, 45–52.
- Taghizadeh- Alisaraci, A., Hosseini, S. H., Ghobadian, B. and Motevali, A. (2017). Biofuel production from citrus wastes: A feasibility study in Iran. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 69, 1100–1112.
- Wang, Y.M., Sun, Z.F., and Zhang, C. (2013). Investigation of utilization rate of rural biogas in Hebei province. *China Biogas*, 31:61–5.
- Ward, A. J., Hobbs, P. J., Holliman, P. J. and Jones, D. L. (2008). Optimization of an aerobic digestion of agricultural resources. *Bio resource Technology*, 99:7928–7940.
- Wu, B., Zhang, X., Xu, Y., Bao, D., and Zhang, S. (2015). Assessment of the energy consumption of the biogas upgrading process with pressure swing adsorption using novel adsorbents. *Journal of Clean Production*, 101:251–261.
- Zareei, S. (2018). Evaluation of biogas potential from livestock manures and rural wastes using GIS in Iran. *Renewable Energy*, 118, 351–356.
- Zhu, B., Gikas, P., Zhang, R., Lord, J., Jenkins, B. and Li, X. (2009). Characteristics and biogas production potential of municipal solid wastes pretreated with a rotary drum reactor. *Bio resource Technology*, 100:1122–1129.
- Zuzhang, X. (2013). Domestic biogas in a changing China: can biogas still meet the energy needs of China's rural households? London: International Institute for Environment and Development.

مدیریت شهری

فصلنامه مدیریت شهری
Urban Management
شماره ۵۳ زمستان ۹۷
No.53 Winter 2019

۳۰۴