



7th National Congress on Civil Engineering
May 7-8, 2013
Zahedan - Iran

بسم الله
الرحمن
الرحيم

رسول اکرم (ص): اعلم الناس من جمع علم الناس الى العلمه؛
داناترين مردم کسی است که دانش ديگران را به دانش خود بيفزايد.



دانشگاه سیستان و بلوچستان

هفتمین کنگره ملی مهندسی عمران
۱۷ - ۱۸ اردیبهشت ماه ۱۳۹۲
زاهدان - ایران

کواهی ارائه مقاله

شناسه مقاله: ۱۵۹۶۹

نویسندگان: آمنه سلیمی، شهناز دانش، سید نادی ابراهیمی

عنوان مقاله: تولید بویگاز از ضایعات کشتارگاهی

ضمن تشکر و قدردانی از نویسنده انویسندگان محترم، کواهی می شود مقاله با مشخصات فوق، از سوی کمیته علمی گنکره به صورت پوستر پذیرش و در هفتمین گنکره ملی مهندسی عمران دانشگاه

سیستان و بلوچستان ارائه و در کتاب مجموعه مقالات گنکره چاپ گردیده است.

دکتر علاصغر صباغی
دبیر گنکره





7th National Congress on Civil Engineering
May 7-8, 2013
Zahedan - Iran

تقریر
بسمیری

رسول اکرم (ص): اعلم الناس من جمع علم الناس الى العلمه؛
داناترين مردم کسی است که دانش ديگران را به دانش خود بيفزايد.



دانشگاه سیستان و بلوچستان

هفتمین کنگره ملی مهندسی عمران
۱۷ - ۱۸ اردیبهشت ماه ۱۳۹۲
زاهدان - ایران

کواهی پذیرش مقاله

شناسه مقاله: ۱۵۹۶۹

نویسندگان: آمنه سلیمی، شهناز دانش، سیدمادی ابراهیمی

عنوان مقاله: تولید پوکاز از ضایعات کتارکاهی

ضمن تشکر و قدردانی از نویسندگان محترم، کواهی می شود مقاله با مشخصات فوق از سوی کمیته علمی گنجره به صورت پوستر پذیرش گردیده و در کتاب مجموعه مقالات

هفتمین گنجره ملی مهندسی عمران دانشگاه سیستان و بلوچستان چاپ گردیده است.

دکتر غلامرضا عینیان

دبیر کنگره



دانشگاه سیستان و بلوچستان





تولید بیوگاز از ضایعات کشتارگاهی

آمنه سلیمی^۱، شهناز دانش^۲، سیده‌های ابراهیمی^۳

۱- ۲- گروه مهندسی عمران دانشگاه فردوسی مشهد

۳- معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه فردوسی مشهد

Amenehsalimi61@gmail.com

خلاصه

محدودیت سوخت‌های فسیلی و آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از مصرف آن‌ها موجب شده است که بشر به دنبال انرژی‌های جایگزینی مانند انرژی بیومس باشد. یکی از فرآیندهای تبدیل بیومس به انرژی، فرآیند هضم بی‌هوازی می‌باشد که طی آن بیوگاز (عمدتاً متشکل از متان و دی‌اکسید کربن) تولید می‌شود. از جمله ضایعات و پسماندهای آلی که می‌توان از آن‌ها برای تولید بیوگاز استفاده کرد ضایعات کشتارگاهی هستند. نوع ترکیبات موجود در این ضایعات، آن‌ها را به عنوان مواد اولیه مناسبی برای تولید بیوگاز طبقه‌بندی می‌کند. براساس بررسی انجام شده در این تحقیق و با در نظر گرفتن وزنی معادل ۲۷۰kg، برای ضایعات تولید شده از یک گاو که حاوی حدود ۳۴٪ محتویات روده، معده و شکمبه می‌باشد و با پتانسیل تولید بیوگازی معادل ۰/۴۷m³/kg TS، میزان تولید بیوگاز حاصل از این ضایعات در کشتارگاه‌های ایران (بیش از ۲۰۰ هزار تن در سال)، تقریباً معادل ۴/۵×۱۰^۶m³ (۳/۳×۱۰^۶m³ متان) برآورد شده است که ارزش حرارتی آن معادل ۲۷۷kWh می‌باشد.

کلمات کلیدی: انرژی بیومس، هضم بی‌هوازی، ضایعات کشتارگاه، بیوگاز، متان

۱. مقدمه

رشد و توسعه روز افزون شهرنشینی و نیز افزایش فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی همواره با روند افزایش در مصرف انرژی همراه بوده است. تاکنون بخش اعظم نیاز به انرژی در اکثر نقاط دنیا از جمله ایران، عمدتاً از طریق منابع سوخت‌های فسیلی تأمین شده است. ولی نکته حائز اهمیت آن است که میزان ذخایر سوخت‌های فسیلی بسیار محدود می‌باشد و تشکیل مجدد آن‌ها، میلیون‌ها سال زمان نیاز دارد. لذا بدیهی است که اگر به مصرف سوخت‌های فسیلی ادامه داده شود براساس آمار جهانی [۱] منابع نفت، گاز و زغال‌سنگ به ترتیب طی ۴۲، ۱۶۶ و ۴۱۵ سال آینده به اتمام می‌رسند. یعنی جهان در آینده‌ای نه چندان دور با بحران شدید انرژی روبرو خواهد شد، مگر اینکه هم اکنون به فکر پیدا کردن منابع جدید انرژی جهت جایگزینی با سوخت‌های فسیلی باشد.

علاوه بر بحران انرژی و محدودیت منابع سوخت‌های فسیلی، استخراج از منابع سوخت‌های فسیلی و مصرف گسترده از این منابع باعث بروز مشکلات شدید زیست محیطی از جمله آلودگی هوا و در پی آن تغییرات نامطلوب اقلیمی و پدیده گرم شدن زمین [۲]، مشکلات آلودگی‌های آب، آلودگی حرارتی محلی و غیره شده است [۳]. به عنوان مثال براساس آمار موجود، در سرتاسر جهان در هر ۲۴ ساعت ۱۶ میلیون تن CO₂ به اتمسفر منتشر می‌شود [۴]. لذا بدیهی است که نه فقط از جنبه حل بحران انرژی بلکه از نظر مسائل زیست‌محیطی موجود و حفظ محیطی سالم که از مهمترین پیش شرط‌های توسعه اقتصادی پایدار محسوب می‌شود، استفاده از منابع جدید انرژی به جای منابع فسیلی امری اجتناب‌ناپذیر است [۲].

انرژی بیومس یکی از انواع انرژی‌های تجدیدپذیر محسوب می‌شود و به دلیل مزایای زیادی که دارد در دو دهه اخیر بسیار مورد توجه واقع شده و مطالعات و تحقیقات زیادی پیرامون آن انجام گرفته است. انرژی نهفته در بیومس را می‌توان یا به صورت مستقیم (سوزاندن چوب، برگ و ...) و یا به صورت غیرمستقیم یعنی از طریق تبدیل آن به سوخت‌هایی مانند بیوگاز و یا الکل در کاربری‌های مناسب مورد استفاده قرار داد. مهم‌ترین مزایای

¹ دانشجوی دوره کارشناسی ارشد

² دانشیار گروه

³ کارشناس ارشد

استفاده از انرژی بیومس به خصوص از طریق تبدیل به بیوگاز نسبت به سایر انرژی‌های تجدیدپذیر عبارتند از: (۱) استفاده از پسماندها، ضایعات و بقایای گیاهی و جانوری، (۲) در دسترس بودن آن در تمام نقاط دنیا، (۳) کاهش مسائل زیست محیطی ناشی از پسماندها و تولید انرژی پاک و دوستدار محیط زیست و (۴) استفاده از تکنولوژی‌های نسبتاً ساده. بنابراین در کنار شکل‌های دیگر انرژی که از منابع تجدیدپذیر به دست می‌آیند، بیوگاز به عنوان یک منبع کنترل‌شده و امیدبخش مطرح می‌شود که می‌تواند در یک محیط بسته به نام هاضم از ضایعات آلی مختلفی تولید شود [۵].

بیوگاز که عمدتاً شامل گازهای متان (CH_4) و دی‌اکسید کربن (CO_2) می‌باشد طی فرآیند هضم (تجزیه) بی‌هوازی مواد آلی و یک‌سری واکنش‌های پیچیده بیوشیمیایی به وسیله فعالیت میکروارگانیسم‌ها در غیاب اکسیژن به دست می‌آید [۶]. به طور کلی یک کیلوگرم ماده زائد آلی خشک $0.35 m^3$ متان با ارزش حرارتی $8.4 kWh/m^3$ تولید می‌کند [۷].

طیف وسیعی از مواد را می‌توان برای تولید بیوگاز مورد استفاده قرار داد. نمونه‌هایی از این مواد عبارتند از چوب‌های جمع‌آوری شده از مزارع و جنگل‌ها، پسماندها و بقایای کشاورزی، ضایعات صناعی از قبیل صنایع غذایی، زباله‌های شهری، لجن تصفیه‌خانه‌ها، فضولات حیوانات و ضایعات کشتارگاهی [۸]. در بین ضایعات و پسماندهای آلی صنعتی، سالانه مقادیر زیادی ضایعات در کشتارگاه‌های دام و طیور تولید می‌شوند (ضایعات تولیدی از کشتارگاه‌های دام و طیور در ایران سالانه بیش از ۸۰۰ هزار تن می‌باشد) که می‌تواند منبع مناسبی برای تولید بیوگاز باشند. بنابراین می‌توان پس از کشتار دام‌های نشخوارکننده و طیور، پسماندهای باقی‌مانده از آنها را به محیط‌های مصنوعی (راکتورهای) که در آنها شرایط محیطی لازم اعمال می‌گردد، انتقال داد. در چنین شرایطی فرآیند هضم بی‌هوازی بر روی این ضایعات ادامه یافته و از فرآورده گازی حاصل از آن می‌توان به منظور تأمین انرژی استفاده نمود [۹]. در کشورهایی مانند سوئد و دانمارک، استفاده از محتویات شکمبه، معده و روده، خون، بخش‌های زائد دیگر و لجن حاصل از تصفیه فاضلاب کشتارگاه در کارخانه‌های بیوگاز نسبتاً متداول است [۱۰].

۲. آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از ضایعات و پسماندهای کشتارگاهی

جریان‌های خروجی صنایع کشتارگاه به عنوان منابع مهم آلودگی مطرح می‌شوند. این صنایع حجم زیادی آب داغ و بخار برای تمیز کردن و استریلیزه لاشه مصرف می‌کنند. فاضلاب حاصل از کشتارگاه‌ها اغلب به صورت تصفیه نشده به فاضلاب شهری، یا در بیشتر موارد به صورت مستقیم به منابع آب سطحی تخلیه می‌شوند. ضایعات جامد هم معمولاً سوزانده یا دفن می‌شوند، که همه این روش‌های دفع، به دلیل عدم تصفیه کافی ضایعات آلی باعث ایجاد آلودگی‌های زیست محیطی خواهند شد [۱۱]. به عنوان مثال ورود مواد زائد تصفیه نشده کشتارگاه‌ها به سیستم تصفیه فاضلاب شهری ممکن است مشکلات جدی به دلیل BOD^1 و COD^2 بسیار بالا به وجود آورد. بدیهی است که این مشکل در صورت ورود مواد زائد تصفیه نشده به طور مستقیم به منابع آب سطحی مضاعف خواهد شد [۱۰]. علاوه بر این وجود میکروارگانیسم‌های پاتوژن در این قبیل ضایعات، سلامتی افرادی را که در نزدیکی مکان‌های دفع هستند تهدید می‌کند و تجزیه این ضایعات در محیط منجر به تولید بو و رهایی کنترل نشده گازهای گلخانه‌ای به اتمسفر می‌شود [۱۲]. با توجه به دلایل ذکر شده، اخیراً فرآیند هضم بی‌هوازی ضایعات و پسماندهای کشتارگاه به عنوان یک گزینه جالب توجه برای مدیریت این مواد زائد مطرح شده است [۱۰] که به کمک آن می‌توان مشکلات زیست محیطی ناشی از این ضایعات را کاهش داد [۱۱].

۳. ضایعات و پسماندهای کشتارگاهی

در حال حاضر به علت افزایش نیاز به گوشت در مقایسه با گذشته، مقدار ضایعات تولید شده از کشتارگاه‌ها افزایش یافته است. در کشتارگاه‌ها، در کنار محصولات گوشتی که برای مصرف انسان تهیه می‌شوند، حجم قابل توجهی فاضلاب و همچنین محصولات فرعی حیوان و ضایعات جامد دیگر که مورد استفاده انسان قرار نمی‌گیرند مانند خون، محتویات دستگاه گوارش و بخش‌های غیر قابل استفاده دیگر نیز تولید می‌شوند [۱۳]. میزان تولید ضایعات کشتارگاهی در هر کشور با توجه به میزان دام و طیور کشتار شده و همچنین درصد ضایعات از هر حیوان به دست می‌آید. ضایعات کشتارگاه به طور کلی شامل مواد آلی، چربی‌ها، مواد جامد معلق، فسفات‌ها، نیترات‌ها، نیتريت‌ها و کلرید سدیم می‌باشد [۱۴]. اما مقدار این مواد در هر منطقه با توجه به نوع دام و طیور و شرایط تغذیه آن متفاوت است بنابراین برای تولید بیوگاز از این ضایعات در مقیاس صنعتی باید بررسی‌ها و مطالعات دقیقی در

¹ Biochemical Oxygen Demand.

² Chemical Oxygen Demand.

مقیاس آزمایشگاهی و پایلوت صورت گیرد. میزان پروتئین و چربی زیاد ضایعات کشتارگاهی، آن‌ها را به یک ماده اولیه پرانرژی برای فرآیند هضم بی‌هوازی تبدیل کرده است [۹، ۱۵]. ضایعات کشتارگاهی بر اساس نوع حیوانی که در کشتارگاه موجود است به ضایعات کشتارگاهی طیور و چهارپایان اهلی (گاو، گوسفند و بز) تقسیم‌بندی می‌شوند.

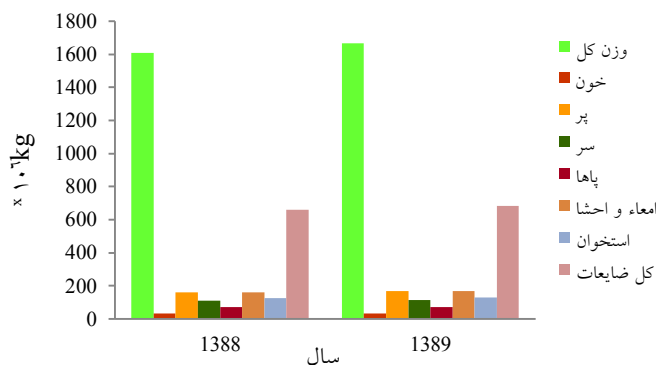
۱.۳ کمیت و مشخصات پسماندهای آلی ناشی از کشتار طیور

حدود ۴۰٪ از وزن کل طیور کشته شده مصرف غذایی نداشته و جز ضایعات کشتارگاه‌ها محسوب می‌شوند [۱۶]. مقدار محصولات جانبی و ضایعات به نوع طیور وابسته است [۱۷]. به عنوان مثال وزن یک مرغ پیش از کشتار حدود ۱/۸-۱/۹ kg می‌باشد [۱۶] و جدول ۱ نیز میزان ضایعات تولید شده از هر لاشه مرغ را در کشتارگاه نشان می‌دهد.

جدول ۱- تخمین مقدار مواد زائد تولید شده از هر لاشه مرغ [۱۶].

وزن	خون	پر	سر	پاها	امعاء و احشا	استخوان	کل ضایعات
(%)	۲	۱۰	۶/۹	۴/۴	۱۰	۷/۸	۴۱/۴
(g/poultry)	۴۰	۱۸۰	۱۲۰	۸۰	۱۸۰	۱۴۰	۷۴۰

در ایران آمار دقیقی از تعداد کشتار و میزان ضایعات تولید شده در کشتارگاه‌های طیور وجود ندارد. تنها آمار موجود مربوط به تعداد کشتار مرغ در سال‌های ۱۳۸۸ و ۸۹ می‌باشد [۱۸]. به کمک جدول ۱ و تعداد کشتار مرغ در سال‌های ۱۳۸۸ و ۸۹ در ایران، می‌توان مقدار کل ضایعات تولید شده در این دو سال را که در شکل ۱ ارائه شده است به دست آورد. همچنین در جدول ۲، مقدار و مشخصات محصولات جانبی و ضایعات جامد آلی در کشتارگاه طیور ارائه شده است. محصولات جانبی و ضایعات کشتارگاه‌های طیور نیتروژن زیادی دارند، مخصوصاً اگر پرندها قبل از کشتار تغذیه شوند به دلیل مقادیر زیادی مواد هضم نشده در دستگاه گوارش آن‌ها میزان نیتروژن موجود در این ضایعات افزایش می‌یابد [۱۹].



شکل ۱- وزن کل لاشه و ضایعات تولید شده در کشتارگاه‌های طیور ایران در سال‌های ۸۹-۱۳۸۸

جدول ۲- کمیت‌ها و مشخصات ضایعات جامد آلی تولید شده در کشتارگاه طیور [۱۶].

ضایعات جامد	TS (%)	VS (% of TS)	کجدال ^۱ نیتروژن (% of TS)	پروتئین (% of TS)	چربی‌ها (% of TS)
فضولات	۲۰-۴۷	۶۰-۷۶	۴/۶-۶/۷	NA	۱/۵-۲/۱
پر	۲۴/۳	۹۶/۷	۱۵	۹۱	۱-۱۰
خون	۲۲	۹۱	۷/۶	۴۸	۲
پا، سر و زائدهات بی‌مصرف	۳۹	۹۵	۵/۳	۳۲	۵۴
استخوان و قطعات زائد دیگر	۲۲/۴	۶۸	۶۸/۶	۵۱	۲۲

۱. کجدال مجموع نیتروژن آلی و نیتروژن آمونیاکی است.

۲. NA (Not Available)، موجود نیست.

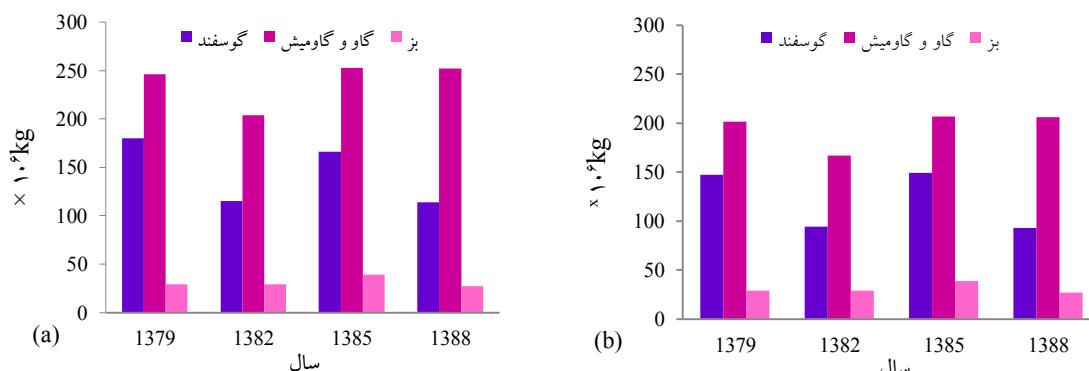
۲.۳ کمیت و مشخصات پسماندهای آلی ناشی از کشتار نشخوارکنندگان

تقریباً ۴۵-۵۰٪ از وزن کل حیوان کشته شده در کشتارگاه دام‌های اهلی مصرف غذایی نداشته و جز ضایعات کشتارگاه‌ها محسوب می‌شود [۱۱]. کشتارگاه‌های دام دارای بخش‌های مختلفی هستند که هر یک از این بخش‌ها، فاضلاب و ضایعات جامد خاص خود را دارند. به عنوان مثال فضولات در بخش نگهداری حیوان (آغل)، خون، محتویات معده، روده و شکمبه، استخوان‌ها، سم و غیره در بخش کشتار، پسماندها و ضایعاتی که از بخش‌های آشغال‌گیری، شناورسازی و حذف چربی جمع‌آوری می‌شوند. در کشتارگاه چهارپایان اهلی، نشخوارکنندگانی مانند گاو، گوسفند و بز کشته می‌شوند. جدول ۳ میزان ضایعات تولید شده از هر لاشه در یک نمونه را کشتارگاه نشان می‌دهد.

جدول ۳- تخمین مقدار مواد زائد تولید شده از هر لاشه، براساس اطلاعات موجود در کشتارگاه باداجز [۱۱].

نوع حیوان	وزن کل (kg)	وزن لاشه (kg)	کل ضایعات (kg)	خون (kg)	چربی (kg)	دستگاه گوارشی (kg)	ضایعات دیگر (kg)
گاو	۵۴۰	۳۰۰	۲۴۰	۳۹/۴	۳۲/۶۷	۲۶/۶	۱۴۱/۴
گوسفند	۲۰	۱۱	۹	۱/۴	۰/۵	۱/۹	۵/۲
بزغاله	۱۲	۶	۶	۰/۸	۰/۳	۱	۳/۹

آماري که طی این سال‌ها از میزان کشتار گاو، گوسفند، بز و شتر در شهرهای مختلف در ایران منتشر شده مربوط به سال‌های ۸۸-۱۳۷۹ می‌باشد [۲۰]. در این آمار میزان ضایعات تولید شده از هر لاشه ذکر نشده است، با این حال می‌توان به کمک جدول ۳ وزن کل ضایعات تولید شده را محاسبه کرد. در شکل ۲، وزن لاشه قابل مصرف دام‌های اهلی در کشتارگاه‌های ایران و همچنین وزن ضایعات تولید شده در سال‌های ۸۸-۱۳۷۹ نشان داده شده است.



شکل ۲- (a) وزن لاشه قابل مصرف، (b) وزن ضایعات تولید شده در کشتارگاه‌های ایران در سال‌های ۸۸-۱۳۷۹ [۲۰].

در برخی کشتارگاه‌ها فقط فرآوری یک یا دو گونه حیوان وجود دارد، در حالی که ممکن است برخی کشتارگاه‌ها با انواع زیادی از حیوانات سروکار داشته باشند، بنابراین ترکیب ضایعات کشتارگاه بسیار متغیر است [۱۰]. در جدول ۴ کمیت و ترکیبات ضایعات تولید شده از کشتار گاو ارائه شده است.

جدول ۴- کمیت و ترکیبات محاسبه شده ضایعات و محصولات جانبی از کشتار گاو [۹].

ضایعات و محصولات جانبی	وزن (%)	TS	فسفر (%)	نیترژن (%)
محتویات روده، معده و شکمبه	۳۴	۱۴	۹	۴
ضایعات کم خطر گاو به استثنای خون	۴۳	۵۶	۶۵	۶۳
مواد با خطر ویژه	۱۴	۲۲	۲۲	۲۱
خون	۷	۵	۱	۹
ضایعات خطرناک حیوان	۲	۲	۳	۳
کل (kg/cattle)	۲۷۰	۶۸	۰/۸	۵/۳

۴. پتانسیل تولید بیوگاز از ضایعات کشتارگاهی

ضایعات به دست آمده از کشتارگاه‌ها به دلیل غلظت زیاد مواد آلی و محتوای زیاد پروتئین‌ها و چربی‌ها، به عنوان مواد ایده‌آل برای تولید بیوگاز مطرح می‌شوند [۹، ۱۳، ۱۶، ۱۸، ۲۱]. تصفیه ضایعات بدون شک هزینه‌های زیادی را برای کشتارگاه‌ها به همراه دارد. تولید متان از پسماندهای جامد شامل محتویات دستگاه گوارش، ضایعات جمع شده در آشغال‌گیرها، فاضلاب حاوی مواد جامد مانند پسماندهای بخش شناورسازی، پسماندهای بخش گرفتن چربی، مخلوط مدفوع و ادرار از بخش نگهداری حیوانات و غیره می‌تواند با دیگر روش‌های دفع (دفن، سوزاندن و ...) به دلیل پتانسیل تولید انرژی از این قبیل ضایعات رقابت کند [۲۲]. بررسی‌های مختلفی بر روی میزان تولید متان از ضایعات کشتارگاهی انجام گرفته که برخی از آن‌ها در جدول ۵ ارائه شده است.

جدول ۵- پتانسیل تولید متان از ضایعات حاصل از کشتار دام و طیور.

منبع	تولید متان (m ³ /kg VS)	VS (%)	TS (%)	انواع ضایعات
[۲۳]	۰/۴۶	۲۶/۶	۳۰/۷	ضایعات ماکیان (مخلوط اعضای داخلی، سر، بال و گردن)
[۱۳]	۰/۲۶۶	۳۳/۱	۳۸/۲	ضایعات کشتارگاه ماکیان
[۱۳]	۰/۵۷۲	۵۲/۶	۵۳/۲	ضایعات کشتارگاه گاو (محتویات شکم و روده)
[۱۸]	۰/۶-۰/۷	۲۶	۲۸/۳	ضایعات کشتارگاه ماکیان
[۲۴]	۰/۵۲-۰/۵۵	۳/۹	۴/۷	ضایعات کشتارگاه ماکیان (مخلوط خون، استخوان، اعضای زائد و پر)
[۲۵]	۰/۱۵-۰/۲۱	۲/۶-۷/۶	۳-۸	ضایعات کشتارگاه گاو (مخلوط خون و محتویات شکم)

با توجه به آمار موجود از میزان ضایعات تولیدی در کشتارگاه‌های ایران [۱۹، ۲۰] و همچنین میزان تولید متان بر اساس مطالعات انجام گرفته بر روی این قبیل ضایعات در دیگر کشورها، می‌توان حجم تولید متان از ضایعات کشتارگاهی تولید شده در ایران را به دست آورد (جدول ۶). لازم به ذکر است که به دلیل وجود اطلاعات درباره محتویات دستگاه گوارش گاو، فقط ضایعات مربوط به همین بخش از نشخوارکنندگان در محاسبات اعمال شده است و در صورتی که پتانسیل تولید متان از تمام ضایعات در دسترس باشد حجم متان تولیدی ارائه شده در جدول ۶ افزایش خواهد یافت. با توجه به جدول ۴، محتویات دستگاه گوارشی ۳۴٪ از کل ضایعات تولید شده را تشکیل می‌دهند. در محاسبه حجم متان تولیدی ضایعات کشتارگاه نشخوارکنندگان، فرض شده است که پتانسیل تولید متان از ضایعات حاصل از کشتار گوسفند و بز نیز مشابه ضایعات تولیدی از گاو می‌باشد. وزن کل ضایعات ارائه شده در جدول ۶ میانگین وزن ضایعات تولید شده در سال‌های آماری موجود می‌باشد.

جدول ۶- ظرفیت تولید متان از ضایعات کشتارگاهی در ایران.

ارزش حرارتی (kWh)	حجم متان تولیدی (m ³)	تولید متان (m ³ /kg VS)	VS (%)	وزن کل ضایعات (kg)	انواع ضایعات
۶۹۱/۳×۱۰ ^۶	۸۲/۳×۱۰ ^۶	۰/۴۶	۲۶/۶	۶۷۳×۱۰ ^۶	ضایعات کشتار مرغ
۲۹۲/۳×۱۰ ^۶	۳۴/۸×۱۰ ^۶	۰/۵۷۲	۵۲/۶	۳۴۰×۰/۳۴×۱۰ ^۶	ضایعات کشتارگاه نشخوارکنندگان (محتویات شکم)

۵. نتیجه‌گیری

پسماندها و ضایعات آلی هر کدام بر حسب درصد مواد آلی خود دارای پتانسیل مختلفی در تولید بیوگاز هستند و هر کدام شرایط خاصی را برای تولید بیوگاز نیاز دارند لذا در کاربرد این تکنولوژی برای هر نوع از ضایعات بایستی قبل از صنعتی شدن، بررسی‌ها و مطالعات دقیقی در مقیاس آزمایشگاهی و



پایلوت انجام گیرد. از جمله ضایعاتی که به مقدار زیاد در اکثر کشورها تولید می شوند، محصولات جانبی و ضایعات کشتارگاهی است که به دلیل وجود مقادیر زیادی مواد آلی قابل تجزیه بیولوژیکی، پتانسیل مطلوبی برای تولید بیوگاز دارند و منابعی پراثرتری محسوب می شوند. سالانه مقادیر زیادی ضایعات کشتارگاهی در ایران تولید می شود که منبع آلودگی محیط زیست به شمار می روند. بنابراین باید در ایران نیز به فکر برنامه ریزی برای استفاده از این ضایعات آلی به عنوان منبع انرژی و تولید بیوگاز و همچنین کاهش آلودگی های ناشی از آن بود. حجم متان تولیدی از ضایعات کشتارگاه های دام و طیور در ایران، حدود $117/1 \times 10^6 \text{ m}^3$ با ارزش حرارتی $983/6 \times 10^6 \text{ kWh}$ می باشد.

۶. مراجع

۱. پایگاه اینترنتی آمار جهانی. (۱۳۹۱)، آدرس: <http://www.worldometers.info/fa>
۲. پایگاه اینترنتی سازمان انرژی های نو ایران. (۱۳۸۷)، آدرس: <http://www.npc-rt.ir>
3. Dalal, V. (1973), "Environment, energy and the need for new technology," *Energy Conversion*, 13, pp 85–94.
4. Sopian, K., Ali, B. and Asim, N. (2011), "Strategies for renewable energy applications in the organization of Islamic conference (OIC) countries," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15, pp 4706–4725.
5. Kashyap, D.R., Dadhich, K.S. and Sharma, S.K. 2003. "Biomethanation under psychrophilic conditions: a review," *Bioresource Technology*, 87, pp 147–153.
6. Flotats, X. and Fernández, B. (2010), "Anaerobic digestion of slaughterhouse waste," *Impact of the LCFA inhibition*.
7. Dalal, V. (1973), "Environment, energy and the need for new technology," *Energy Conversion*, 13, pp 85–94.
۸. انجمن جهانی انرژی (WEC). (۱۳۷۵)، "منابع انرژی تجدید پذیر"، انتشارات وزارت نیرو- امور انرژی، دفتر انرژی های نو.
9. Edström, E., Nordberg, A. and Thyselius, L. (2003), "Anaerobic treatment of animal byproducts from slaughterhouses at laboratory and pilot scale," by Humana Press Inc, 0273–2289/03/109/0127.
10. Alvarez, R. and Lidén, G. (2008), "Semi-continuous co-digestion of solid slaughterhouse waste, manure, and fruit and vegetable waste," *Renewable Energy*, 33, pp 726–734.
11. Martinez, E., Marcos, A., Al-Kassir, A., Jaramillo, M.A. and Mohamad, A.A. (2012), "Mathematical model of a laboratory-scale plant for slaughterhouse effluents biodigestion for biogas production," *Applied Energy*, 95, pp 210–219.
12. *Alternative Energy eMagazine*. (2012), Address: <http://www.AltEnergyMag.com>.
13. Bayr, S., Rantanen, M., Kaparaju, P. and Rintala, J. 2012. "Mesophilic and thermophilic anaerobic co-digestion of rendering plant and slaughterhouse wastes," *Bioresource Technology*, 104, pp 28–36.
14. Marcos, A., Al-Kassir, A., López, F., Cuadros, F. and Brito, P. (2012), "Environmental treatment of slaughterhouse wastes in a continuously stirred anaerobic reactor: Effect of flow rate variation on biogas production," *Fuel Processing Technology*, 103, pp 178–182.
15. Palatsi, J., Viñas, M., Guivernau, M., Fernandez, B. and Flotats, X. (2011), "Anaerobic digestion of slaughterhouse waste: Main process limitations and microbial community interactions," *Bioresource Technology*, 102, pp 2219–2227.
16. Salminen, E. and Rintala, J. (2002), "Anaerobic digestion of organic solid poultry slaughterhouse waste—a review," *Bioresource Technology*, 83, pp 13–26.
17. Mata-Alvarez, J., Macé, S. and Labrés, P. (2000), "Anaerobic digestion of organic solid wastes. An overview of research achievements and perspectives— a review," *Bioresource Technology*, 74, pp 3–16.
۱۸. آمارنامه کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه ریزی و اقتصادی، دفتر آمار و فناوری اطلاعات، (۱۳۸۹).



19. Cuetos, M.J., Gómez, X., Otero, M. and Morán, A. (2008), "Anaerobic digestion of solid slaughterhouse waste (SHW) at laboratory scale: Influence of co-digestion with the organic fraction of municipal solid waste (OFMSW) ," *Biochemical Engineering*, 40, pp 99–106.
۲۰. مرکز آمار ایران، معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی، چکیده کشتار دام کشتارگاه‌های کشور، (۱۳۸۸).
21. Hejnfelt, A. and Angelidaki, I. (2009), "Anaerobic digestion of slaughterhouse by-products. biomass and bioenergy," 33, pp 1046–1054.
22. Tritt, W.P. and Schuchardt, F. (1992), "Materials flow and possibilities of treating liquid and solid wastes from slaughterhouses in germany. A Review," *Bioresource Technology*, 41, pp 235–245.
23. Rodríguez-Abalde, A., Fernández, B., Silvestre, G. and Flotats, X. (2011), "Effects of thermal pre-treatments on solid slaughterhouse waste methane potential," *Waste Management*, 31, pp 1488–1493.
24. Salminen, E.A. and Rintala, J.A. (2002), "Semi-continuous anaerobic digestion of solid poultry slaughterhouse waste: effect of hydraulic retention time and loading," *Water Research*, 36, pp 3175–3182.
25. Wang, Z. and Banks, C.J. (2003), "Evaluation of a two stage anaerobic digester for the treatment of mixed abattoir wastes," *Process Biochemistry*, 38, pp1267–1273.