به نام خداوند

دانشگاه علوم پزشکی آزاد اسلامی تهران

دانشکده مهندسی بهداشت محیط و پزشکی بالینی و روانشناسی

عنوان پروپوزال:

مطالعات امکان سنجی با استفاده از هاضم های بی هوازی در پساب کشتارگاه ها

Feasibility Studies Using Anaerobic Digestion In Slaughterhouse

استاد راهنما:

دکتر گیتی کاشی

نگارنده:

ابراهیم ابراهیمی

زمستان ۹۶

پروپوزال کارشناسی

۱) عنوان پایان نامه:

۱-۱. فارسی:

مطالعات امکان سنجی با استفاده از هاضم های بی هوازی در پساب کشتارگاه ها

۱-۲. انگلیسی:

Feasibility Studies Using Anaerobic Digestion In Slaughterhouse

۸)بیان مسئله (شناخت،گستردگی و شدت مسئله و اهمیت و ضرورت انجام تحقیق به همراه آمار مربوطه):

در قرن گذشته نیاز جهان به انرژی به صورت روز افزون افزایش یافته است. در حال حاضر بیش از ۸۰ درصد از کل انرژی جهان از سوخت های فسیلی تامین می شود. سوختن گازهای فسیلی باعث نشر گازهای گلخانه ای مانند اکسید کردن و گرم شدن زمین می شود. محدودیت در منابع سوخت های فسیلی از یک طرف، و آلوده شدن محیط زیست به دلیل انتشار گازها از طرفی دیگر، باعث شده اند که جهانیان به دنبال روشی جایگزین برای این سوخت ها باشند. بهترین گزینه برای جایگزینی سوخت های فسیلی، بایوفیول ها هستند. یکی از موضوعات مهم تحقیقی در قرن ۲۱ مربوط به منابع تولید سوخت های تجدید پذیر می باشد. فاضلاب کشتارگاه های صنعتی شامل استخوان، خون، مو، چرم، چربی و محتوایات شکم حیوانات می باشد، که به منظور رها سازی در طبیعت برای اینکه از هرگونه آلودگی جلوگیری شود باید حتما پایدار شده و تصفیه گردد. این باقی مانده ها توسط فرایند های لجن فعال و دیگر فرایند ها تحت فرآوری قرار می گیرند تا از آلودگیشان کاسته شود، از این رو مقدار زیادی فاضلاب فعال تولید می گردد. در این پروسه ها حذف موثر مواد آلی با استفاده از روش هضم هوازی انجام می شود. در اثر این روشی گازی با مقدار گرمادهی بالا به نام بیوگاز، تولید می شود. بیوگازهای یکی از منابع مهم در تامین انرژی تجدید پذیر به شمار می روند [۱].

این مواد شامل مواد فرار و غیر فرار می باشد که اگر وارد مجاری طبیعی گردند به تدریج ته نشین می شوند و رسوبات لجن تولیدی به جهت دارا بودن مواد آلی تخمیر هوازی و بی هوازی شده و سبب آلودگی محیط می شوند

مواد آلی قابل تجزیه بیو لو ژیکی (Biodegradable Organics)

این مواد عمدا از پروتئین ها -کربو هیدراتها و چربی ها تشکیل شده اند و به کمک فعل و انفعالات بیولوژیکی تجزیه می شوند اگر این گونه مواد تجزیه نشوند تثبیت و تجزیه بیو لوژیکی آنها با عث ایجاد نقصان در منابع طبیعی اکسیژن و تولید شرایط عفونی در طبیعت می گردد.

عوامل بیماری زا (pathogens)

فاضلاب ها عموما دارای انواع میکروبها ی بیماری زا می باشند که می توانند سبب شیوع بیماری زا می باشتد که می توانند سبب شیوع بیماریها ی گونا گون مسری و غیر مسری گردد

مواد غذایی (Nutrients)

نیتروژن و فسفر و کربن در فاضلابها از مواد غذای غیر آلی می باشند که برای رشد بیو لوژیکی لازم می باشند اگر این مواد به محیط های آبی تخلیه شوند با عث رشد گیاهان آبزی نا مطلوب شده و در صورت تخلیه فراوان در زمین عامل ایجاد آلودگی در آبهای زیر زمینی می شوند

مواد آلی مقاوم یا تجزیه نا پذیر(Refractory Organics)

این مواد شامل فنل ها و سموم دفع آفات نباتی می باشند که باروش های متداول تصفیه بیو لوژیکی از فاضلاب خارج نمی گردند

مواد معدنی محلول (Inorganic Dissolved Solids)

مواد معدنی از جمله کلسیم سدیم و سولفاتها در اثر مصرف آب در فاضلاب وجود دارند ودر صورت داشتن برنامه ای برای استفاده مجدد از پساب و متناسب با برنامه باید از فاضلاب گرفته شوند

بیوگازها از فعال کردن میکروارگانیزم های هوازی تولید می شوند. این میکروارگانیزم ها قادر به تجزیه، فاضلاب ها، فضولات پسماندها و زباله ها هستند، به این پروسه، پروسه هضم بی هوازی[1] (AD) گفته می شود. منبع مواد خام و شرایط عملیاتی حین پروسه AD نقش مهمی در تعریف ترکیب شیمیایی بیوگاز ایفا می کند. بیوگاز خام، ترکیبی از ۵۰-۷۰ درصد گاز متان، ۳۰-۴۵ درصد اکسید کربن و سایر ترکیبات مانند آب، سولفید هیدروژن (H_2S)، سیلوکسین، هالوژن های هیدروکربن دار و آمونیا می باشد. مقدار متان موجود در بیوگاز به دلیل پتانسیل بالا در تولید انرژی و گرما، هزینه تولید کم و دستیابی ساده به موادی که آن را تولید می کنند، به شدت مورد توجه قرار گرفته است.

دو نوع روش بیولوژکی برای تصفیه فاضلاب ها وجود دارد:

۱- روش غیر هوازی

در این روش در غیاب هوا میکرو ارگانیسم ها مواد آلی را کاهش می دهند که در انتها BOD از ۶۰ تا ۸۰ درصد کاهش می یابد . به د لیل تولید گاز متان در این روش می توان گاز فوق را جمع آوری نمود و با انرژی حرارتی حا صل از سوزاندن دمای فاضلاب را به دمای ۳۲/۵ رسانید که راندمان تصفیه افزایش یابد و مازاد گاز تولیدی گرمایش سالنها و آب را انجام داد. در این روش ها بار آلودگی ورودی به حوضچه ها به عمق ۴/۵ متر به میزان ۷/۵ کیلو گرم به ازای هر ۵۰۰۰ لیتر حجم مخزن می باشد.

۲- روش هوازی

در این روش با استفاده از هوادهی سطحی یا عمقی میکرو ارگانیسم های در محیط رشد می کنند که محتاج به اکسیژن هوا هستند و با رشد این موجودات مواد آلی نیز به مصرف غذایی آنها می رسد.

در این روش حوضچه هایی به عمق ۰/۹ تا ۱/۲ متر مورد بهره برداری قرار می گیرند و بار آلودگی ورودی ۹/۱ تا ۷/۳ کیلو گرم به ازای هر هکتار سطح حوضچه ها می باشد.

در این روش از لجن فعال در ابتدا به عنوان شروع کنند استفاده میشود و با فاضلاب مخلوط می گردد و توسط وسایل مکانیکی عمل هوادهی به حوضچه ادامه می یابد این روش برای فاضلابهای انسانی بسیار استفاده می شود

[1] Anaerobic Digestion

ولی برای فاضلاب صنایع گوشت به دلیل حجم سرمایه گذاری بالا توصیه نمی شود ولی در عوض از سیستم تغییر شکل یافته آن یعنی از روش هوادهی کانالی استفاده می شود که در کانالها به عمق ۱/۸ تا ۰/۹ متر انجام می شود و قادر خواهد بود که BOD را تا ۹۵ درصد کاهش دهد

منبع مواد خام و شرایط عملیاتی نیز ترکیب میکروبی بیوماس را مشخص می کنند. فراوان ترین کلاس های میکروبی که معمولا در راکتورهای بیوگاز با نمونه های محیطی یافت می شوند عبارتند از: Methanomicrobia، Actinobacteria، Bacteroidetes، Bacilli و Clostridia. ترکیب میکروبی هضم بی هوازی کود نیتروژن و ضایعات مواد غذایی که در دمای ۳۵ درجه سانتی گراد و ۵۰ درجه سانتیگراد انکوباسیون شده اند، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مشاهده شد که بیشترین تعداد فیلا باکروئیدتس بوده و از ۴۶ تا ۶۹ درصد در ۳۵ درجه سانتیگراد و ۱۶ تا ۲۸ درصد در دمای ۵۰ درجه سانتی گراد می باشد. مقدار Firmicutes، از ۲۰ به ۴۵٪ در ۳۵ درجه سانتیگراد، و ۴۵ تا ۶۲ درصد در ۵۰ درجه سانتی گراد است ؛ و مقدار Proteobacteria، از ۲ تا ۵ درصد در ۳۵ درجه سانتیگراد و ۴ تا ۷ درصد در دمای ۵۰ درجه سانتیگراد می باشد. با این حال، با تغییر منبع مواد خام به سیلیکات و درجه حرارت هضم تا ۵۰ درجه سانتیگراد، بیشترین مقدار باکتری ها Thermotogae شد (50 >٪ از سایر باکتری ها).

در حال حاضر نشان داده شده است که حجم بیوگاز و ترکیب شیمیایی آن بر دوره انکوباسیون بی هوازی تغییر می کنند. دانش تغییر در ساختار میکروبی و تسلط بر آن در طول دوره انکوباسیون می تواند ابزاری برای دستکاری میکروارگانیسم های داخل بیوراکتورها برای به حداکثر رساندن تبدیل بیوماس و تولید متان فراهم کند و از زباله های صنعتی برای تولید انرژی پایدار استفاده کند. بنابراین، هدف این کار این است که: ۱) تولید بیوگاز ارزیابی شود، به ویژه متان، در اینجا از فاضلاب یک کشتارگاه حیوانی و ماکیان و همچنین فاضلاب محصولات لبنی استفاده شده است ، و ۲) تعیین خواص فیزیکوشیمیایی و ترکیب میکروبیولوژیکی زیست توده در مراحل مختلف تولید بیوگاز.

کشتارگاه محلی برای کشتار حیوانات و پرداخت گوشت می باشد. محصولات پایانی شامل لاشه تازه و بخش های متفاوتی از گوشت مانند قلب، جگر، کلیه ها و زبان می باشد. یک کارخانه که گوشت تازه را فرآوری می کند

کارخانه بسته بندی نامیده می شود. در پردازش گوشت، گوشت تازه دریافت شده از کشتارگاه سرد شده، پاک می شود و برای تولید انواع گوشت تازه و قسمتهای مختلف زائدات برش داده می شود. تقریبا تمامی کشتارگاهها محلی برای نگهداری حیوانات قبل از ذبحشان دارند. انواع زائداتی که بوسیله عملیات های جداگانه تولید می شود در زیر جدول بندی شده است.

مقدار فاضلاب در کشتارگاههای مختلف تابعی از نحوه کشتار وصرفه جویی در مصرف آب می باشد . ولی معمولاً در حدود ۷ الی ۹ متر مکعب به ازای هر تن گوشت برآورده شده است.

عملیات های انجام شده در کشتارگاه ها عبارتند از:

۱. محل نگه داری چارپایان: حیوانات قبل از نیمه شب برای ذبح روز آینده آورده می شوند. به منظور کاهش محتوای شکمشان چیزی برای خوردن داده نمی شود. فاضلاب تولیدی در اینجا شامل اوره، کود، کاه و فاضلاب ناشی از شستن وسایل نقلیه حیوانات به محل نگه داری چارپایان می باشد.

۲. محل کشتار: پس از ذبح حیوانات، لاشه آن ها سرد و خون جمع آوری می شود. پوست ها از بدن حیوانات کنده شده، مواد داخل شکمی خارج و لاشه به قطعات کوچکتری تقسیم می شود. فرآیند برش سبب تولید خون، پودر استخوان و چربی می شود.

۳. کارخانه پرداخت: تمام تولیدات غیرقابل خوردن خارج شده از فرآیندهای کشتار مانند مو، سم، شاخ، زائده های پوستی، روغن، چربی، پوست و ... پردازش شده و به کارخانه های دیگر نظیر دباغی، سازنده های چسب و ژلاتین فرستاده می شود.

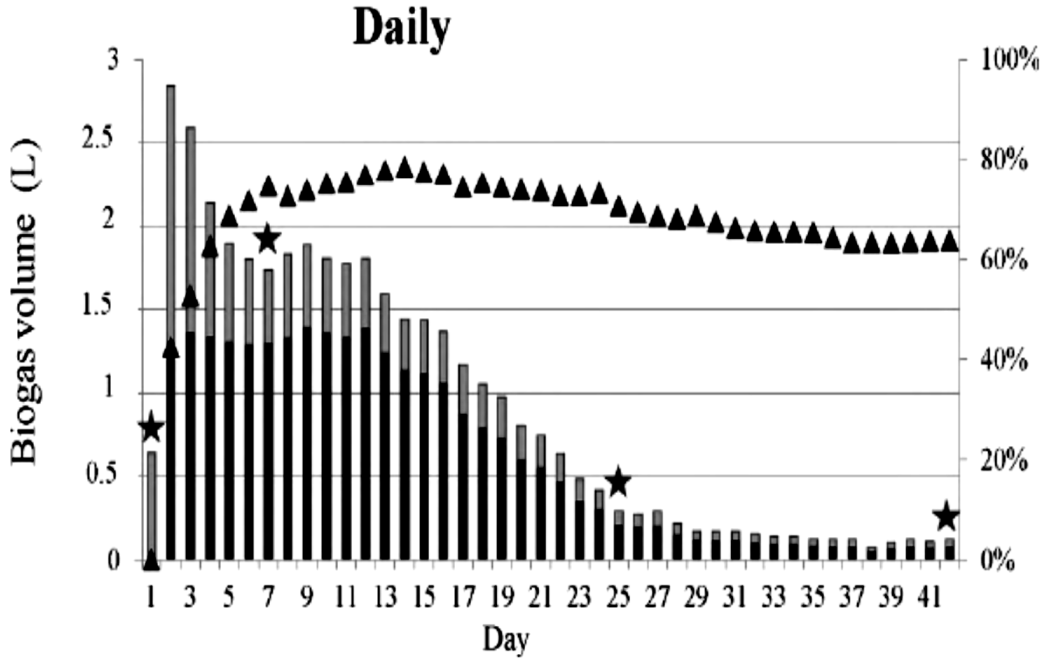
در صنعت کشتارگاهی حیوانات و ماکیان و محصولات لبنی مقدار زیادی از زباله ها تولید می شود. این زباله با توجه به بار آلی بالا، توانایی تولید بیوگاز را دارا هستند. بحث در مورد اینکه آیا شرایط مزوفیلیک یا ترموفیلیک برای هضم بی هوازی این ضایعات باید اتخاذ شود، انجام شده است. دمای مزوفیلیک (بین ۳۰ تا ۴۰ درجه سانتیگراد) معمولا در آزمایشات AD مورد استفاده قرار می گیرد. در برخی موارد، عملیات های ترموفیلیک مخصوص برای بهبود ترمیم زباله، کاهش آسیب پذیری و غیره استفاده می شود. مقایسه ای با مطالعات قبلا نشان داد که دوره آزمایش AD (۴۲ روز) همراه با انکوباسیون در شرایط بی هوازی در شرایط مزوفیلیک (^{o}C ۳۵)

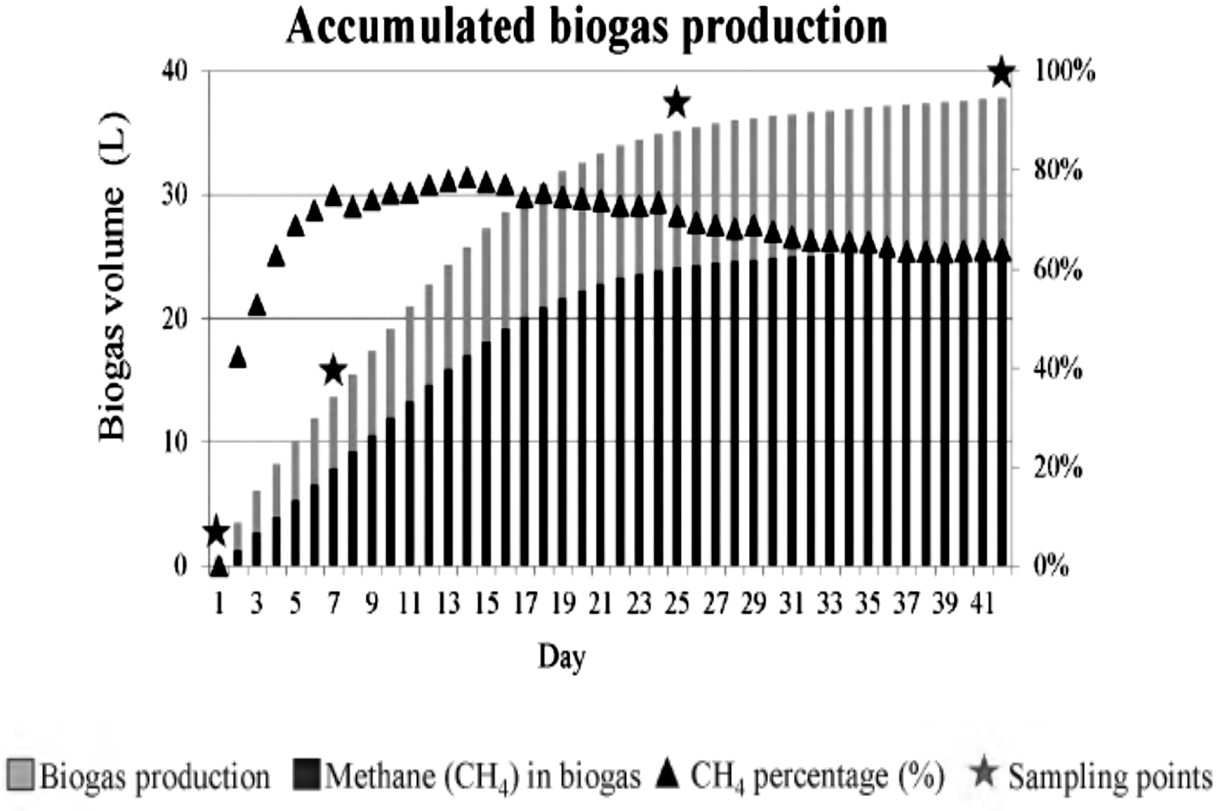
استفاده شده در این کار مقدار زیادی بیوگاز (۳۷,۸ لیتر) با درصد بالای متان (حداکثر ۷۸,۵٪) و بازدهی بالا تا P3 (حدود $L.gVS^{-1}$ ۱,۵) با هیچ مرحله پیش فرآوری قبلی تولید شده است.

در مقاله گرانادا و همکاران [۱] پارامترهای فیزیکی و شیمیایی که در هر راکتور مورد بررسی قرار گرفتند، عبارت بودند از: تقاضای اکسیژن بیوشیمی (BOD)، تقاضای اکسیژن شیمیایی (COD)، کل کربن آلی، کل نیتروژن، رسانایی، pH و ترکیب جامد. BOD از طریق سیستم تنفسی سنج Oxytop با توجه به دستورالعمل خاص تعیین می شود.

روش بررسی گرانادا و همکارانش بدین صورت بود:

پارامترهایی مانند COD، کل کربن آلی و کل نیتروژن با روش استاندارد برای بررسی آب و فاضلاب تعیین شد. pH با استفاده از یک pH متر اندازه گیری شد و رسانایی الکتریکی با استفاده از رساناسنج اندازه گیری شد. همچنین کل مواد جامد (TS)، مواد جامد بالک (VS) و جامدات ثابت (FS) با استفاده از روش گراویمتری با توجه به روش های توصیف شده در روش های رسمی تجزیه و تحلیل استاندارد برای ارزیابی آب و فاضلاب مورد بررسی قرار گرفتند. پارامترهای فیزیکی و شیمیایی بیوماس، همانطور که در شکل زیر نشان داد شده، در چهار نقطه مختلف نمونه گیری در طی آزمایش مورد ارزیابی قرار گرفت.





شکل ۱- تولید بیوگاز به صورت روزانه از فاضلاب کشتارگاه صنعتی و لبنی

مقادیر BOD، COD و کل کربن در بیوراکتورها با گذشت زمان کاهش یافت. مقدار کربن محلول (BOD) پس از P2 کاهش می یابد. در دو نقطه اول نمونه برداری، نسبت BOD / COD حدود ۰,۵ بود و در دو نقطه نمونه برداری اخیر، نسبت BOD / COD حدود ۰,۰۱ بود. غلظت نیتروژن از P1 تا P2 افزایش می یابد و از P2 تا P4 کاهش می یابد (همین امر در مورد رسانایی بیوماس مشاهده شد). pH از P1 تا P2 افزایش پیدا کرد و پس از آن پایدار باقی ماند (~ ۷,۸). تولید بیوگاز در طول آزمایش نیز می تواند با کاهش جامدات جامد (TS)، جامدات ثابت (FS) و عمدتا در مواد جامد فرار (VS) از P1 تا P4 مشاهده شود (جدول ۱).

جدول۱- ترکیب بیوماس تولید کننده بیوگاز

ترکیب بیوماس	درصد
لجن شناور در فاضلاب کشتارگاه صنعتی	۱۳
خون	۴

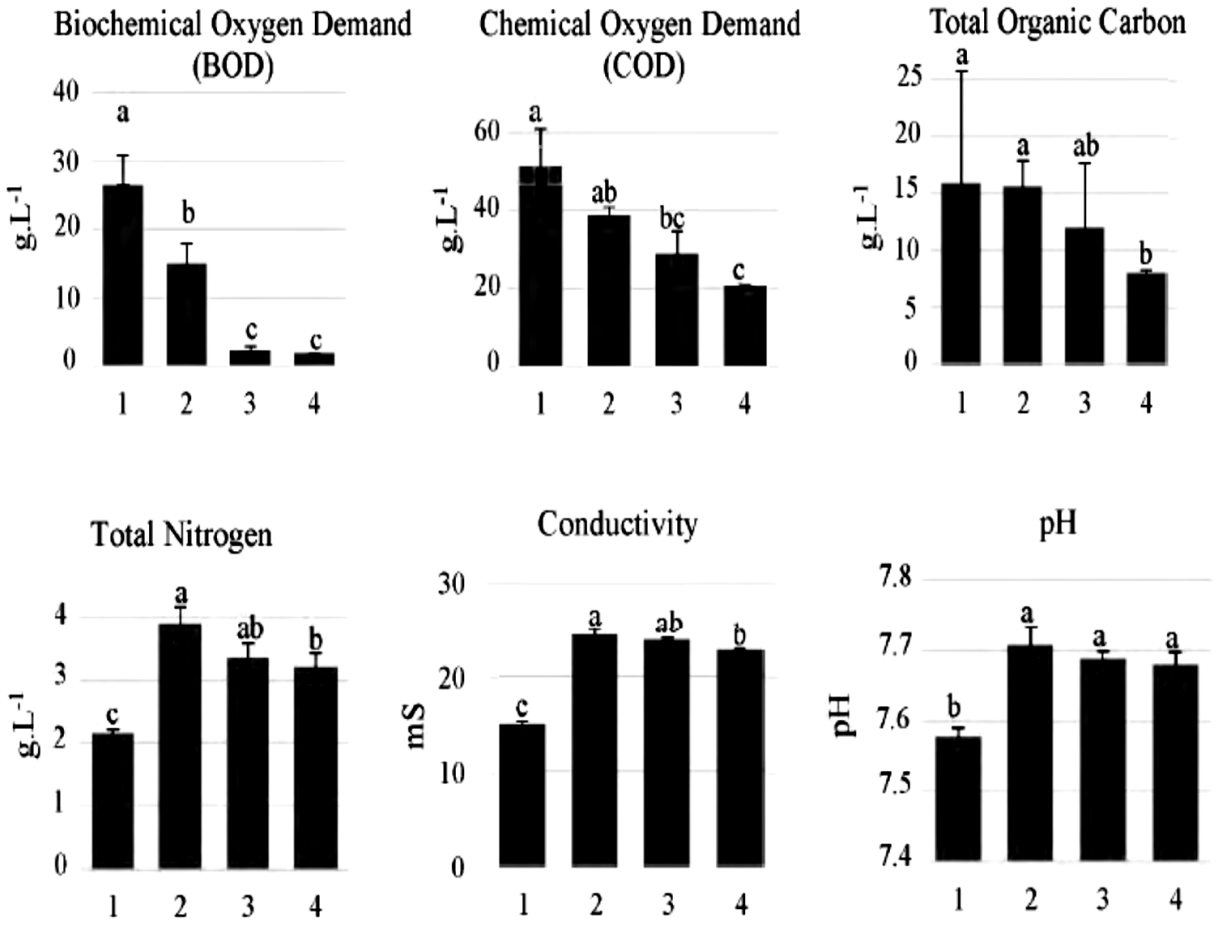
۵,۷۵	لجن شناور در فاضلاب تولیدات لبنی
۵,۷۵	لجن فعال در فاضلاب تولیدات لبنی
۱۶	لجن فعال و لجن شناور در فاضلاب
۵,۵	خون ماکیان
۵۰	فضولات حیوانی

کاهش نسبت BOD / COD نشان می دهد که ماده آلی موجود در بیوماس توسط میکروارگانیسم ها متابولیزه شده و به بیوگاز / متان تبدیل می شود و کربن غیر قابل تجزیه در COD به منبع زیست تخریب تبدیل می شود، اما نه در مقادیر کارآمد. تبدیل کربن غیر قابل تجزیه به یک منبع همچنین می تواند با کاهش جامدات ثابت از P2 تا P4 مشاهده شود. این کاهش ناشی از فعالیت هیدرولیتی برخی از میکروارگانیسم ها به عنوان اعضای مختلف نظم کلوستریدیبالس است که بیشترین مقدار باکتری در راکتورها می باشد.

فعالیت متابولیک بالا میکروارگانیسم ها، تغییرات بیوماس را تحت تاثیر قرار می دهد و باعث ایجاد تغییرات مهمی در خواص فیزیکی و شیمیایی در طول آزمایش می شود. افزایش غلظت نیتروژن از P1 به سه نقطه دیگر مورد تجزیه و تحلیل می تواند به کاهش میزان جامدات مشاهده شده در زیست توده مرتبط باشد و کاهش از P2 تا P4 توسط فعالیت میکروارگانیسم ها (در تجزیه و تحلیل میکروبیولوژیکی) که گازهای خاصی مانند نیتروژن (N2) و آمونیاک (NH3) تولید می کنند، مشاهده شده است. مقدار کم کربوهیدرات محلول در مراحل نهایی آزمایش (و نیز نسبت BOD / COD) نشان می دهد که میکروبیا تثبیت شده است، که باعث کاهش عملکرد توده های متابولیکی آنها و کاهش تولید بیوگاز می گردد.

تغییرات خواص فیزیکی و شیمیایی بیوماس، نشان دهنده محیط میکروبی در داخل دستگاه گوارش است. تولید کارآمد متان نیاز به یک کنسرسیوم از انواع میکروارگانیسم های بی هوازی دارد. تجزیه و تحلیل میکروبیولوژیکی انجام شده در این کار بسیار کارآمد بود و نشان داد که انکوباسیون بی هوازی باعث افزایش مقدار میکروارگانیسم ها از فایلا WWE1، Synergistetes و Bacteroidetes شد. اهمیت این فیلا در هضم بی هوازی ماده آلی

قبلا گزارش شده است. WWE1 توسط میکروارگانیسم های مرتبط با هضم بی هوازی سلولز در شرایط مزوفیلیک تشکیل شده است.



شکل۲- تغییر در خواص فیزیکوشیمیایی نمونه ها

به دلیل ضرورت وجود گوشت و فرآورده های گوشتی در زنجیره ی غذایی روزانه، صنایع تولید گوشت قرمز و ماکیان در سراسر جهان به وفور پراکنده اند. رژیم های غذایی سنتی از یک کشور به کشور دیگر متفاوت می باشد. و این تفاوت ها خود را به صورت تغییرات در سازماندهی و عملکرد صنایع محلی تولید گوشت قرمز و ماکیان منعکس می سازد.

پیشبینی شده تولید جهانی گوشت، اعم از گوشت گاو، گوسفند، خوک و ماکیان، تا سال ۲۰۵۰ به صورت مداوم رشد داشته باشد. بر این اساس باید بر تعداد کشتارگاه ها نیز افزوده شود، در نتیجه مقدار SWW نیز بیشتر می شود و نیاز است تا روشی اجرا شود تا از آلودگی های حاصل از آن کاسته شود.SWW ها توسط سازمان های

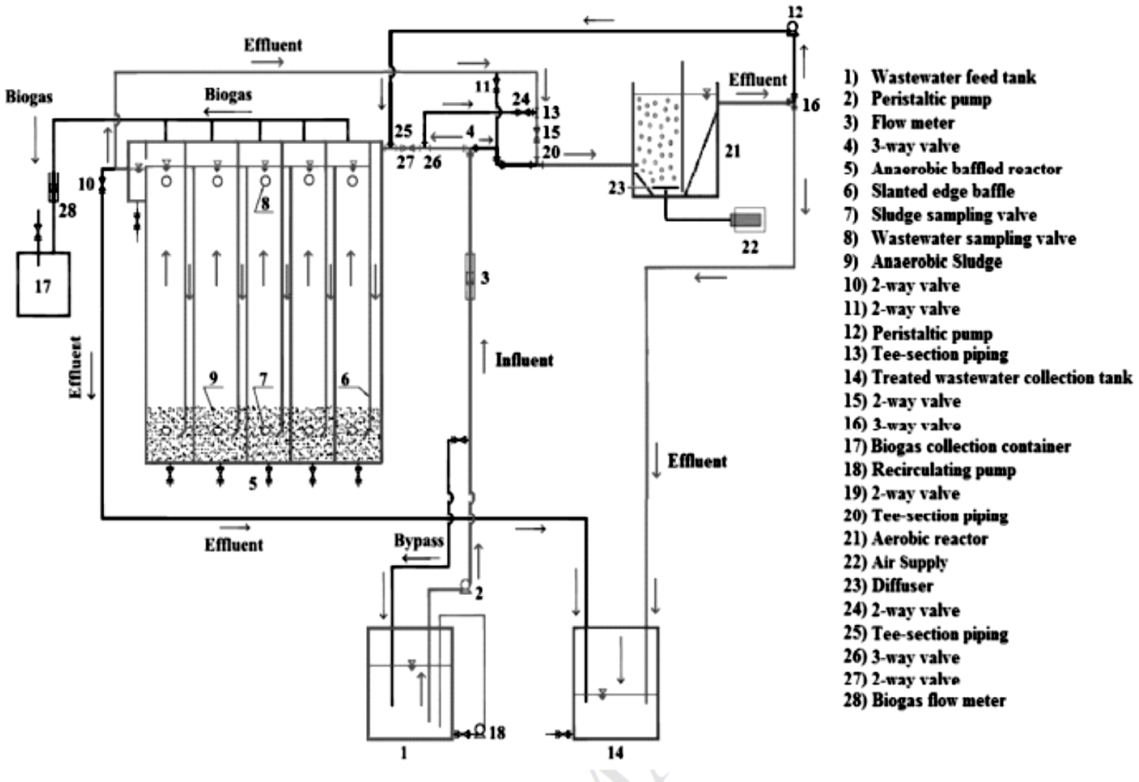
بسیاری در جهان به عنوان یکی از مضرترین فاضلاب ها شناخته شده اند، زیرا مدیریت نادرست این فاضلاب ها بوده که منجر به آلودگی شدید منابع آبی، رودخانه ها و دریا ها شده است. بنابراین فرایند حذف و بازیابی فاضلاب های کشتارگاهی موضوعی جهانی است و سلامت و بهداشت جهانی بدان نیازمند است، از این رو باید روشی ارائه گردد تا این فاضلاب ها هنگامی که وارد محیط بیرون می شوند، کاملا پایدار و بدون هرگونه آلودگی باشند.

پروسه های بی هوازی به نظر می رسد از لحاظ اقتصادی جذاب تر از فرایندهای هوازی برای فرآوری SWW با دستیابی به تولید لجن کم و نیاز به انرژی کم هستند. با این حال، فاضلاب های تحت فرآوری بی هوازی بایستی با سایر روش های فرآوری برای برطرف کردن نیازهای مورد نظر بکار گرفته شوند. بنابراین، ترکیبی از فرآیندهای بی هوازی و هوازی می تواند منجر به کاهش هزینه های عملیاتی و نگهداری شود، که آنها را جذاب تر از روش های معمولی می سازد. مزایای دیگر عبارتند از: راندمان بالا برداشتن، مقدار کمتری از تولید لجن هوازی و بازده بالقوه انرژی از طریق تبدیل آلی به بیوگاز.

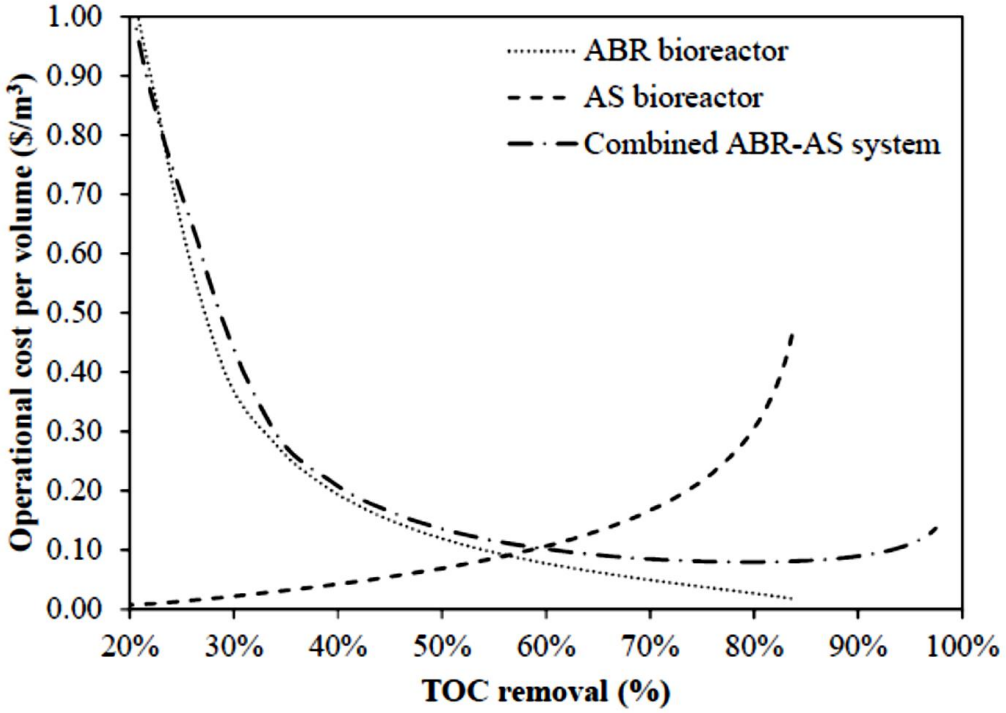
فرآوری SWW به طور کلی از لحاظ پارامترهای حجمی به دلیل تغییرات ویژگی های SWW مرتبط با نوع کشتار حیوانات ارزیابی می شود. تجزیه و تحلیل پارامترهای معمولی شامل pH، تقاضای اکسیژن شیمیایی (COD)، تقاضای اکسیژن بیوشیمیایی (BOD)، نیتروژن کل (TN)، کربن آلی کل (TOC) و جامدات معلق (TSS) است. از این رو، تعامل متقابل و تک فاکتور بر کارایی کلی فرایند و عملکرد بیوگاز به طور گسترده مورد ارزیابی قرار نگرفته است، بلکه ویژگی های میکروارگانیسم ها، ضد عفونی و نیتروژن زدایی در مطالعات اخیر بررسی شده است.

در نتیجه، طراحی آزمایش (DOE) برای پیشی گرفتن از محدودیت های روش های تجربی سنتی از لحاظ زمان، مواد و تعداد آزمایش های تجربی استفاده می شود. به همین ترتیب، DOE اجازه بهینه سازی تمام پارامترها را می دهد و اثرات متقابل همه عوامل در نظر گرفته می شود. علاوه بر این، روش سطح پاسخ (RSM) برای تجزیه و تحلیل تعامل متقابل عامل به منظور به دست آوردن پاسخ بهینه با استفاده از حداقل تعداد آزمایشات بکار گرفته می شود.

مهرآور و بوستیلو لکومپه [۲] اثرات سرعت جریان، pH، غلظت جذب TOC و تعاملات آنها در بازده کلی فرآیندهای ترکیبی بی هوازی و هوازی و همچنین تولید بیوگاز برای فراوری را SWW مورد بررسی قرار دادند. DOE برای بهینه سازی تصفیه SWW با استفاده از راکتور ترکیبی بی هوازی (ABR) و راکتور لجن فعال (Aerobic Lung) (AS) در مقیاس آزمایشگاهی بهینه سازی شد. دلیل انجام اینکار به حداکثر رساندن عملکرد بیوگاز و حذف TOC و TN بود، در حالی که به حداقل رساندن غلظت TSS در پساب مقادیر بهینه پارامتری برای DOE با استفاده از طراحی Box-Behnken (BBD) با سه عامل در سه سطح همراه با RSM بدست آمد. مدل های آماری برای پیش بینی درصد حذف TOC و TN، غلظت TSS در پساب و تولید بیوگاز به عنوان متغیرهای پاسخ با استفاده از فرآیندهای ترکیبی بی هوازی-هوازی توسعه داده شد. مدل های درجه دوم آماری با استفاده از مجموعه ای دیگر از آزمایش ها در شرایط عملیاتی مطلوب بر اساس نتایج DOE مورد تایید قرار گرفتند. استفاده از فرآیندهای بیولوژیکی ترکیبی به عنوان جایگزینی برای روش های معمول، روشی مقرون به صرفه برای فرآوری فاضلاب حاصل از پردازش گوشت و پایبندی به مقررات مربوطه در سراسر جهان است. در نتیجه، مدل های پیشنهادی برای فرآوری SWW با سیستم ترکیب ABR-AS می تواند به عنوان پایه ای برای مطالعات آینده برای کاهش هزینه های عملیاتی و ارائه پساب های با کیفیت بالا برای استفاده مجدد آب استفاده شود.



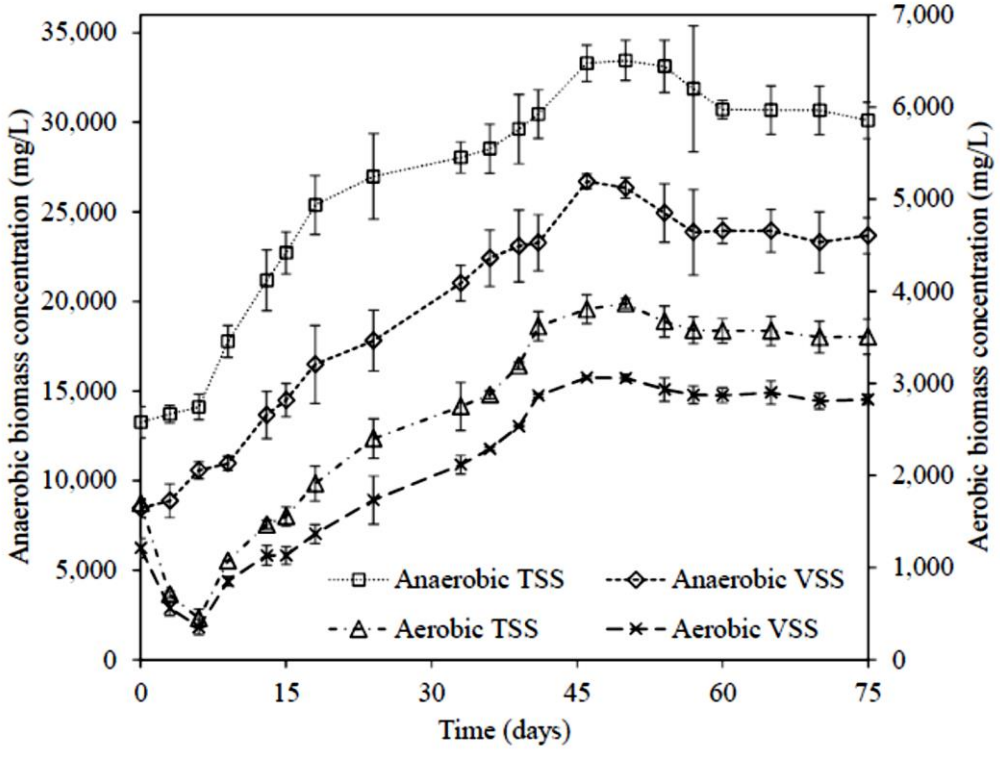
شکل۳- شکل شماتیک از فرآیندهای ترکیبی بی هوازی-هوازی برای فرآوری SWW.



شکل۴-هزینه اجرایی حذف TOC در هر متر مکعب از روش فرآوری فاضلاب کشتارگاهی

نتایج حاصل از سه عامل BCD سه سطحی برای ارزیابی درمان SWW با استفاده از سیستم ABR-AS به ترتیب نشان داد که غلظت TOC تاثیر معنی داری بر تمام واکنش ها شامل درصد حذف TOC، حذف TN، باقی مانده TSS و تولید بیوگاز دارد. سرعت جریان خوراک بر درصد حذف TOC، حذف TN و باقی مانده TSS قابل توجه است؛ اثر pH بر میزان درصد حذف TN و عملکرد بیوگاز قابل توجه بود. تنها یک تعامل متقابل بین میزان جریان خوراک و pH وجود داشت که نشان دهنده تأثیر قابل توجهی بر دو پاسخ، درصد حذف TN و باقیمانده TSS نبود، به رغم این واقعیت که در زمان برداشت TOC و تولید بیوگاز به طور همزمان معنی دار بود. بر این اساس، عوامل فردی بر روند حذف TN و باقی مانده TSS به عنوان اثرات فردی تاثیر می گذارد.

از سوی دیگر، تعامل مطلوب برای رسیدن به حداکثر بازدارندگی TOC و TN با حداقل مقدار TSS به دست می آید که هر دو غلظت TOC وارداتی و سرعت جریان خوراکی برای تولید بیوگاز ضروری است تا از این طریق غلظت TOC در مقدار مطلوب برای جریان خوراک حداقل گردد. علاوه بر این، حداکثر حذف TOC و TN با حداقل مقدار TSS هنگامی که یک مقدار مطلوب برای pH وجود دارد، و مقدار TOC حداقل است. به همین ترتیب، تعامل مطلوب برای رسیدن به حداکثر TOC و برای عملکرد بیوگاز زمانی به دست می آید که مقدار بهینه برای هر دو جریان جریان خوراک و pH وجود داشته باشد.



شکل۵- غلظت بیوماس در راکتور هضم هوازی. میله های خطا نشان دهنده انحراف استاندارد داده های تجربی هستند.

نکات مهم تحقیق مهرآور و بوستیلو لکومپه [۲] بر این اساس بود:

- تولید بیوگاز از تصفیه فاضلاب کشتارگاه بهینه شده است.
- مدل های آماری برای تولید بیوگاز و حذف TOC، TN و TSS توسعه داده شد.
- شرایط بهینه در ۳۴۳ mgTOCin / L، جریان خوراک ۶۳ میلی لیتر در دقیقه و pH= 6.84 مشخص شد.
- حداکثر حذف TOC و TN در شرایط مطلوب ۸۵,۰۳٪ و ۷۲,۱۰٪ بود.
- میزان تولید بیوگاز در شرایط مطلوب تا ۱۱۶,۵۶ میلی لیتر در دقیقه تعیین شد.

در آمریکای شمالی، نیوزیلند، استرالیا و برخی از کشورهای اروپایی تمایل به تمرکز صنایع تولید گوشت قرمز و ماکیان، منجر به ایجاد و توسعه کارخانجات و صنایع بزرگ و عظیم تولید گوشت، گردیده است. وجود چنین کارخانجات بزرگی، خود بهترین دلیل بر لزوم توجه به فاضلاب کشتارگاه ها و مدیریت صحیح آنها می باشد.

پارامترهای آلوده کننده ی پساب کشتارگاه ها

وظیفه ی عمده صنایع تولید گوشت قرمز و ماکیان، تبدیل گوشت حیوانات اهلی و حلال-گوشت به محصولات غذایی انسان و نیز تهیه محصولاتی برای تغذیه دام ها و سایر حیوانات اهلی می باشد.

کشتار و سایر فرآیندهای عملیاتی مربوط به این تبدیل می تواند، موجب رها سازی مواد زیان بار به منابع آلی است. این مواد بیشتر بر اساس اثراتشان بر آب های پذیرنده، طبقه بندی می گردند تا ماهیت شیمیایی خودِ پارامتر آلوده ساز.

مواد موجود در پساب کشتارگاه ها بدین شرح است:

- BOD_5 بسیار بالاست و معمولا پساب کشتارگاه ها جهت آزمایش BOD_5 نیاز به بذر یا Seed ندارند.
- مواد معلق (S.S)

- چربی، روغن و گریس
- آمونیاک
- PH که معمولا حالت بافری دارند.
- میکروارگانیسم های پاتوژن، مانند سالمونلا

بیوگاز به نام گاز مرداب نیز شهرت یافته با ترکیبی از متان (CH_4) و دی اکسیدکربن (CO_2) و بوی قابل تشخیص مانند تخم مرغ گندیده سبک تر از هوا می باشد و طبق مطالعات انجام گرفته میزان درصد گاز متان بستگی به دمای هاضم داشته و هر چه دمای هاضم پایین تر باشد درصد متان آن بیشتر و ارزش حرارتی بالاتری دارد ولی میزان گاز تولید شده کمتر است.

بیوگاز ها به دو دسته زیر تقسیم می شوند.:

۱. بیوگازهای با بار آلی ورودی زیاد
۲. بیوگازهایی با بار آلی ورودی کم

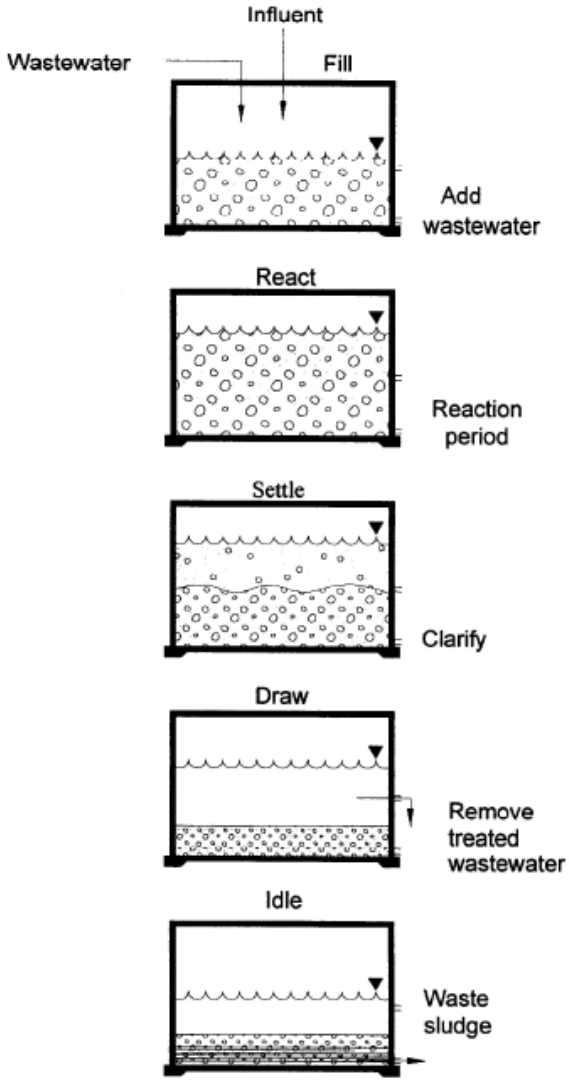
دما اثرات مختلفی در هضم هوازی بیوماس های مختلف دارد، و می تواند تاثیرات متفاوتی بر جوامع میکربی بگذارد. رابطه جوامع میکروبی و تولید متان در ۳۵، ۳۸، ۴۱ و ۴۴ درجه سانتیگراد در حین هضم هوازی اندازه گیری شده است. نتایج نشان داد که تولید روزانه بیوگاز و متان در ۴۴ درجه سانتیگراد بسیار بیشتر از سایر دما ها می باشد. دلیل این امر این است که فراوانی باکتری های میله ای در حین هضم هوازی در ۴۴ درجه سانتیگراد بسیار بیشتر از سایر دما های بیان شده می باشد. در واقع لیو و همکاران دریافتند که در بین دماهای ذکر شده تنها دمای ۴۴ درجه سانتیگراد بهترین عملکرد و بازدهی را برای تولید بیوگاز و متان در حین فراند هضم هوازی دارا است [۳].

راکتور بی هوازی چیست؟

در این راکتور UABR فاضلاب با عبور از میانگیر های تعبیه شده در راکتور تحت فرایند اولیه تجزیه بیهوازی فاضلاب قرارگرفته و برای عملیات نهایی یا متان زایی وارد راکتور UAFB خواهد شد. در این راکتور بدون حضور اکسیژن از طریق تزریق فاضلاب از کف راکتور ، فاضلاب وارد حوضچه گردیده و با عبور از لابلای ورقه های مدیا

(از جنس PVC) نصب شده در حوضچه با میکروارگانیسمهای بیهوازی مواجه شده و تحت فرایند تصفیه بیهوازی قرارخواهد گرفت. ماحصل این فرایند آب، اسیدهای آمینه، CO_2 ، گاز متان می باشد. گاز متان بدون بو بوده و از طریق ونت (Vent) خارج میگردد.

در این راکتور ابتدا فاضلاب کشتارگاهی به مقدار قبلی وارد می شود، سپس وارد فاز واکنش شده و حجم آن افزایش می یابد. بسته به نوع فاضلاب و مواد و غلظت آلاینده موجود در ان این واکنش می تواند زمان های متفاوتی داشته باشد. این زمان گاها بین ۵۰ الی ۲۰۰ روز نیز به طول می انجامد. پس از این مرحله، وارد فاز سکون می شود. بدین ترتیب که آب جدا شده و بالا می آید و لجن حاصله در کف ته نشین می شود. سپس از مدتی لجن حالت جامد به خود گرفته و تقریبا سفت می شود. در این مرحله می توان آب موجود در بالای مخزن را از تانک تخلیه کرد. با این حال حالت ایده آل این است که کمی لجن به همراه آب باقی بماند تا تخلیه ان راحت تر باشد. از این لجن می توان برای تولید بیوگاز و گاز متان برای کاربردهای صنعتی مختلف استفاده است.



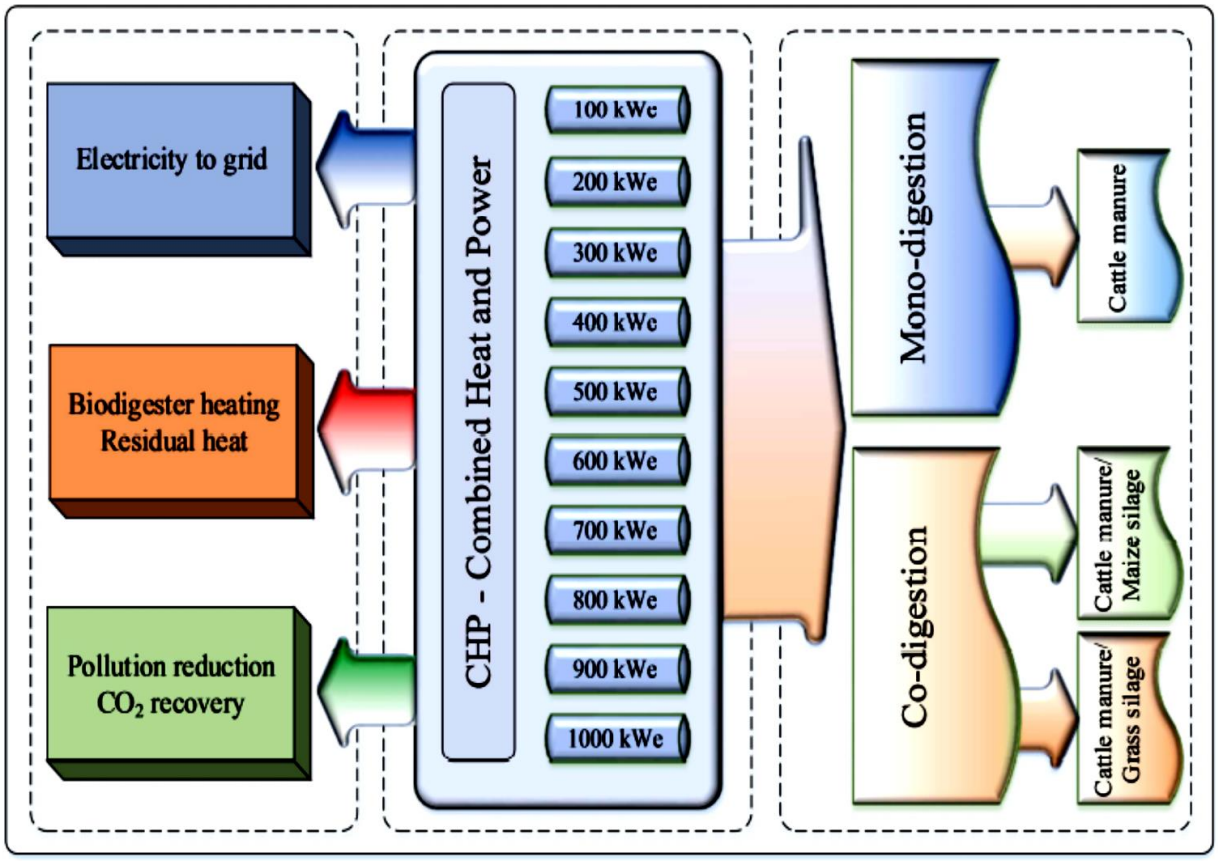
بسیاری از امور ناموفق در تصفیه خانه ی فاضلاب کشتارگاه را می توان در ناپایداری های فرآیند دنبال کرد که ناشی از تغییرات موجود در جریان فاضلاب می باشد. این تغییرات ناشی از روش کار کشتارگاهها است. ممکن است هیچ گونه ذبحی در طول روز یا در روزهای خاص وجود نداشته باشد و این بدان معنی است که هیچ جریان فاضلابی در طی چنین دوره هایی وجود ندارد. واحدهای تصفیه برای رسیدن به شرایط ثابت و پایدار با توجه به چنین رژیم هایی از جریان فاضلاب مشکل خواهند داشت. این مشکل با افزایش خیلی زیاد تعداد حیوانات ذبح شده دقیقا قبل جشن ها و اعیاد نیز تشدید می شود. میانگین روزانه در طی این دوره ها، به طور معمول ۲ تا ۳ برابر می شود.

کشتارگاههای آسیایی ممکن است حتی بازیافت نسبتا زیاد احشا را انجام دهند زیرا اغلب یک بازار محلی برای این احشا وجود دارد. بازیافت احشا شستشوی آن را در کشتارگاه ضروری کرده و این امر به تولید فاضلابی با

حجم بیشتر و قوی تر منجر می گردد. این نکته به خصوص در مورد جامدات معلق صدق می کند و این جامدات در صورتی که از بین برده نشوند، می توانند برای پمپ ها در جریان پایین دست و شیرها ساینده باشند. آن ها همچنین باعث تجمع مواد بی اثر در راکتورهای بیولوژیکی می گردند

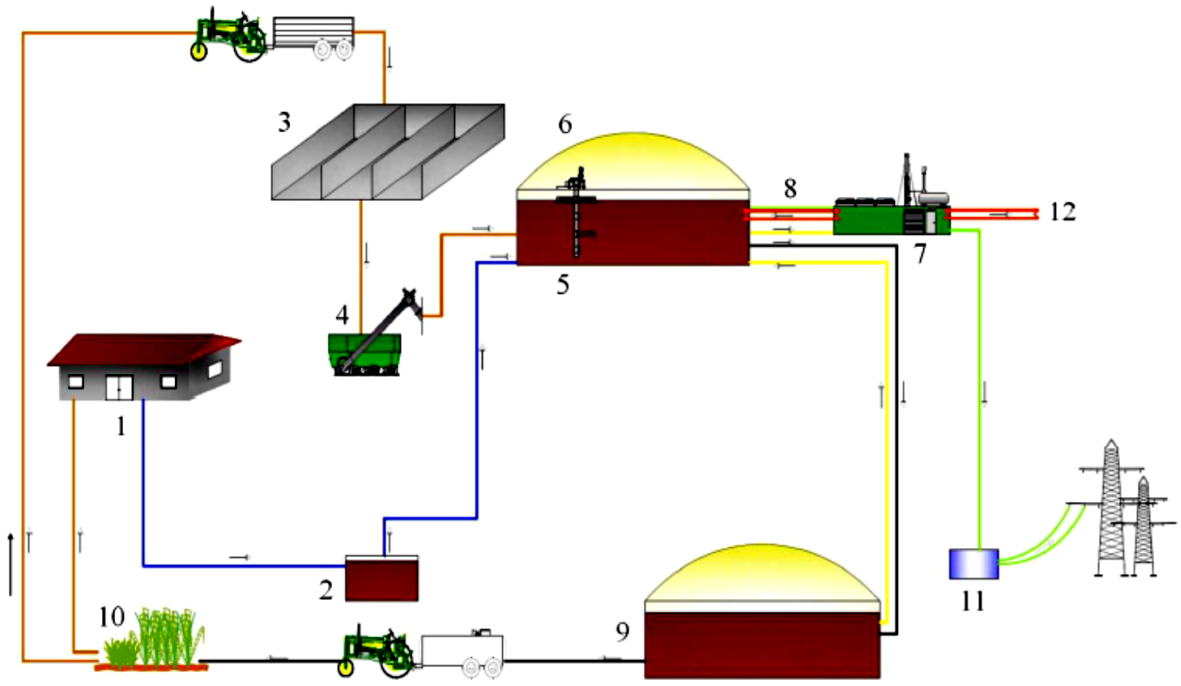
پیاناس و همکاران [۴] به بررسی و فرآوری روش های تولید بیوگاز از روش هضم بی هوازی در برزیل پرداختند. برزیل یکی از کشورهای پیشرو در صنعت انرژی های نوین و تجدید پذیر است. با وجود اینکه سطح منابع تجدید پذیر در ۱۰ سال گذشته افت محسوسی داشته و استفاده از مواد مختلف برای تولید بیوگاز افزایش داشته است، اما به خاطر بحران کم آبی و گرما زمین، ضرورت استفاده از انرژی های نو بیش از پیش نمایان گردیده است. فاضلاب این منابع به دلیل پراکنده شدن باکتریها و ویروس های بیماری زا و همینطور آلوده شدن آبها سحطی و زیرزمینی و تجمع حیوانات موذی تهدید کننده سلامت افراد جامعه می باشد . فاضلاب کشتارگاه ها دلیل داشتن رنگ و و کدورت جلوه زشت و ناپسندی را ایجاد می کند میزان مواد ایجاد کننده بو ممکن است به حدی باشد که اثرات نامطلوبی را به محیط زیست انسانی بوجود آورد.

انرژی های تجدید پذیر نقش مهمی در کاهش و کم شدن جریان گرم شدن کره زمین و تغییرات آب و هوایی در ارتباط با افزایش انتشار گازهای گلخانه ای دارند، که اگر به منظور کاهش آن، اقدامات موثر انجام نشود، همچنان به طور قابل توجهی افزایش خواهد یافت. علاقه به بیوگاز به عنوان منبع انرژی در سال های اخیر همچنان در حال رشد است، عمدتا به این دلیل که می توان از بیوگاز برای تولید انرژی الکتریکی و حرارتی استفاده کرد، در نتیجه منابع انرژی تجدید پذیر به منظور کاهش مصرف سوخت فسیلی، افزایش پایداری سیستم های کشاورزی و به نوبه خود انجام فرآوری زباله های حیوانی مورد بررسی قرار گرفته است. علاوه بر این، فن آوری های مبتنی بر استفاده از انرژی های تجدید پذیر و بیوگاز می تواند امنیت انرژی را تضمین کند و استفاده گسترده آن در زمینه انرژی کشور برزیل در میان مدت پیش بینی شده است.



شکل۶- شکل شماتیک سیستم های هضم یگانه و چندگانه

برزیل کشوری با یکی از تمیزترین ماتریس های انرژی در جهان است، اگر چه درصد منابع تجدیدپذیر در ۱۰ سال گذشته کاهش یافته است، اما تامین انرژی آبی به دلیل بحران آب و عرضه بیشتر گاز طبیعی، منجر به مشارکت فقط ۳۹,۴٪ منابع تجدیدپذیر در سال ۲۰۱۴ شد. با این حال، ماتریس الکتریکی برزیل همچنان ۷۴,۶ درصد از منابع تجدیدپذیر، آبی، زیست توده و باد را در اختیار دارد و میزان کربن تولید شده در انرژی الکتریکی برزیل ۱۳۷ کیلوگرم CO2 در مگاوات ساعت است، که این میزان کربن ۵ برابر کمتر از برق اروپا، ۶ برابر کمتر از برق آمریکا و ۹ برابر کمتر از برق چین است. در حال حاضر ۱۰ شرک بیوگاز از زباله های حیوانی و ۱۴ شرکت از ضایعات جامد شهری (MSW) در برزیل کار می کنند که ظرفیت برق نصب شده آن به ترتیب ۱,۹ مگاوات و ۸۳,۷ مگاوات است.



شکل۷- کارخانه بیوگاز کشاورزی: هضم چندکانه کود گاوهای حیوانی و DEC

به طور سنتی هضم بی هوازی (AD) از زباله های حیوانی استفاده می کند، زباله های مانند: گاو، گوشت خوک یا مرغ، از اینها به عنوان تنها مواد اولیه در اکثر کارخانه های زیستی با هدف تولید بیوگاز به منظور ایجاد برق و حرارت استفاده می شود. با این حال، استفاده از زباله های حیوانی به عنوان تنها زیرلایه (زیرلایه تک) بسیار مناسب و شناخته شده نیست و ممکن است به عنوان یک کارآمد ترین راه های تولید بیوگاز به دلیل کمبود کربن ذاتی شناخته نشود (نسبت کربن کم به نیتروژن). علاوه بر این، تولید بیوگاز از زباله های حیوانی به صورت یک زیرلایه دارای عملکرد نسبتا پایینی است و در برخی موارد ممکن است از لحاظ اقتصادی به صرفه نباشد.

تا همین چند وقت پیش، هضم بی هوازی در کشورهای اروپایی با استفاده از زیرلایه تک شناخته می شد، اما امروزه محدودیت ها و قابلیت های AD شناخته شده تر است و هضم چندگانه، هضم همزمان دو یا چندین ماده شیمیایی، به صورت استاندارد درآمده که علاوه بر افزایش تولید بیوگاز می تواند درآمد شرکت های بیوگاز را نیز افزایش دهد. زباله های آلی، لجن فعال و فاضلاب به عنوان زیر ساخت های هضم بی هوازی مورد استفاده قرار

می گیرند، اما اخیرا کارخانه های AD برای تولید انرژی از انرژی های اختصاصی (DEC) مانند غلات، چغندر، چمن استفاده می کنند. زباله هایی از زنجیره تولید اصلی سوخت های زیستی در برزیل، از قبیل گلیسیرین خام تولیدی در بیودیزل و ویزاکس اتانول نیز علاقه ای زیادی به تولید بیوگاز دارند.

در برزیل، استفاده از فضولات حیوانی، به ویژه گاو و خوک، ممکن است پتانسیل تشکیل بیش از ۵۰ میلیون متر مکعب متان در روز را داشته باشد. پتانسیل تولید متان از هضم بی هوازی فضولات دامی فشرده، ۱۲,۱۶٪ از کل متان مربوط به زباله های حیوانی در برزیل را تشکیل می دهد، در حالی که سهم کود حیوانی تنها ۴,۵۰٪ است. کارخانه های نصب شده در برزیل اغلب بیوگاز از MSW دفن شده در زمین دفع زاله تولید می کنند، که در انجا شهر سائو پائولو بزرگترین تولید کننده بیوگاز است. هضم بی هوازی در برزیل در حال حاضر تنها ۶,۰۷ درصد از تولید بیوگاز را تشکیل می دهد که عمدتا از هضم مجدد ضایعات زیستی در صنایع غذایی حاصل می شود. گرچه در حال حاضر در برزیل، شرکت های بیوگاز هضم بی هوازی نیز وجود دارد، اما هنوز هضم DEC در سیستم تولید بیوگاز در نظر گرفته نشده است. با این حال، انتظار می رود که استفاده از این مواد در چند سال آینده به صورت روزافزون افزایش یابد.

گرادانا و همکارانش [۱] گروهی دیگر از محققان هستند که بررسی تولید بیوگاز از فاضلاب کشتارگاه ها به رو هضم بی هوازی پرداخته اند. در تحقیق آنها، تولید بیوگاز از کشتارگاه های خوک و ماکیان و نیز صنعت لبنیات مورد مطالعه قرار گرفته است. آنها همچنین خواص فیزیکو شیمایی و میکروبیولوژیکی بیوگاز های تولید شده به این روش را ارزیابی نموده اند. فاضلاب ها جمع آوری شده و خواص فیزیکو شیمایی و میکروبیولوژیکی در ۴ دسته از محصولات بیوگاز تحلیل شدند. پس از گذشت ۴۲ روز، تقریبا ۲۶ لیتر متان و ۱۲ لیتر از انواع گاز های دیگر حاصل شده بود. مقدار بالا متان به دلیل حضور باکتری های خانواده Porphyromonadaceae، Tissierellaceae و متانوباکتری ها بود. بر اساس یافته های گرادانا و همکارانش [۱] می توان نتیجه گرفت، دانستن در مورد تغییرات ترکیب میکروبی و همچنین رفتار آنها می تواند ابزار مناسبی برای دستکاری، ایزوله سازی و ترکیب میکرو اورگانیزم ها بدست دهد که در نهایت منجر به افزایش تولید بیوگاز و گاز متان خواهد شد.

دمای احتراق بیوگاز حدود ۷۰۰ درجه سانتیگراد (دمای احتراق گازوئیل ۳۵۰ درجه سانتیگراد و نفت و پروپان ۵۰۰ درجه سانتیگراد) و دمای شعله حاصل از آن ۸۷۰ درجه سانتیگراد است.

نکات مهم تحقیق صورت گرفته توسط گرانادا و همکاران بدین شرح است:

- تجزیه هوازی مواد آلی منجر به تولید گاز با مقدار زیاد انرژی می شود.
- زباله های صنعتی پتانسیل زیادی برای تولید بیوگاز دارند.
- میکروب های تولید کننده بیوگاز در طول دوره انکوباسیون تغییر می کند.
- پارامترهای فیزیکوشیمیایی برای بیوماس بر ترکیب جامعه میکروبی تأثیر می گذارند.
- خانواده های Tissierellaceae و Methanobacteriaceae با تولید بیوگاز ارتباط مستقیم دارند.

نورلی و همکاران [۵] به بررسی روش های بهبود تولید بیوگاز با استفاده از هاضم های هوازی از محصولات و فاضلاب کشاورزی پرداختند. در مقاله آنها ابتدا اثر پارامترهای مختلف هاضم های هوازی بر تولید بیوگاز مورد بررسی قرار می گیرد و سپس استراتژی های موجود به منظور بهبود بیوگاز بیان می گردد. تلاش های بسیاری برای تاکید بر استفاده از هاضم های چندگانه و بهبود پایداری بیوماس در زمان هضم صورت گرفته است.

مهرآور و همکاران [۶] بیان کرده اند که تولید جهانی گوشت گاو، گوشت خوک و گوشت مرغ طی دهه گذشته دو برابر شده است و پیش بینی می شود که تا سال ۲۰۵۰ به طور پیوسته این رشد ادامه پیدا کند. علاوه بر این، تعداد کشتارگاه ها افزایش می یابد که منجر به افزایش حجم فاضلاب کشتارگاهی (SWW) شود. SWW به طور معمول از لحاظ پارامترهای بالک به دلیل بارهای آلاینده های مختلف که از نوع و تعداد حیوانات کشت شده حاصل می گردد، ارزیابی می شود. SWW معمولا حاوی مقادیر زیاد ارگانیسم ها و مواد مغذی است که به صورت اجزای عمده ای مانند نیاز به اکسیژن بیوشیمیایی (BOD)، تقاضای اکسیژن شیمیایی (COD) و کربن آلی کل (TOC) بیان می شود. بنابراین، SWW در سراسر جهان به عنوان عامل خطرناک محسوب می شود و فرآوری در محل بهترین گزینه برای درمان و ضد عفونی پساب هایی است که باید به طور ایمن به آب برسد.

جعفری و همکاران [۷] به بررسی پتانسیل تولید بیوگاز از فاضلاب کشتارگاه ها و فضولات حیوانی پرداخته اند. آنها بیان کرده اند که منابع سوخت فسیلی به شدت محدود هستند و سوختن آنها دلیل اصلی آلودگی محیط

زیست است. در نتیجه محققان به شدت در پی جایگزینی برای سوخت های فسیلی برآمده اند؛ در نتیجه مشخص شد که بیوماس می تواند جایگزین ارزشمندی برای منابع انرژی باشد. هضم هوازی یکی از روش های تبدیل بیوماس به بیوگاز است. فاضلاب کشتارگاه ها و فضولات حیوانی در دسته مواد آلی قرار می گیرنند که قادر به تولید بیوگاز هستند. هرساله مقدار زیادی فاضلاب کشتارگاه ها و فضولات حیوانی در سرتاسر جهان تشکیل می شود که محیط زیست را آلوده می سازد و مشکلات زیادی به همراه دارد. بر اساس آنچه گفته شد، استفاده از فاضلاب کشتارگاه ها و فضولات حیوانی برای تولید بیوگاز و نیز کاهش آلودگی محیط زیست راهکاری هوشمندانه می باشد. بر این اساس، جعفری و همکاران [۷] به بررسی تولید بیوگاز از فاضلاب کشتارگاه ها و فضولات حیوانی در ایران روی آوردند. برای انجام این هدف، پتانسیل تولید بیوگاز از فاضلاب کشتارگاه ها و فضولات حیوانی سبک و سنگین مورد آزمایش قرار گرفت. فاضلاب کشتارگاه ها که حاوی شامل شکم، روده، معده و خون حیوانات مختلف بود و نیز خون ماکیان بررسی شد. نتایج نشان داد که پتانسیل تولید بیوگاز از این مواد ذکر شده در ایران چیزی در حدود ۸۶۰۰ میلیون مترمکعب در سال است، ۷۰ درصد این مقدار از چارپایان سنگین، ۲۳ درصد از ماکیان و تنها ۷ درصد از چارپایان سبک بدست می آید. بایوگاز حاصل از فاضلاب های کشتارگاه ها در ایران تقریبا برابر با ۵۴ میلیون متر مکعب به صورت سالانه می باشد، که ۴۰ درصد آن از شکم حیوانات سبک، ۲۴ درصد آن از شکم حیوانات سنگین، ۱۷ درصد از خون حیوانات سنگین، ۱۴ درصد از خون ماکیان و تنها ۵ درصد از خون حیوانات سبک بدست می آید.

استان تهران، به عنوان پایتخت ایران، بیشترین پتانسیل تولید بیوگاز را از فاضلاب کشتارگاه ها دارد. تولید بیوگاز در استان تهران تقریبا ۹ میلیون مترمعکب در سال می باشد. در بین سایر استان های ایران، استان مازندارن بیشترین پتانسیل تولید بیوگاز از فاضلاب کشتارگاه ها و فضولات حیوانی را دارا می باشد. مقدار بیوگاز تولید شده در این استان برابر است با ۸۲۸ میلیون متر مکعب در سال.

در مقاله جعفری و همکاران [۷] بیان شد که ایران از منابع مختلف انرژی غنی است. از یک سو، منابع وسیعی از سوخت های فسیلی تجدید ناپذیر مانند ذخایر نفت و گاز، به ایران تعلق دارند و از سوی دیگر، دارای توانایی بی حد و مرز برای انرژی خورشیدی، زمین گرمایی، باد، هیدروژن و انرژی زیست توده است. در واقع، انرژی های

تجدید پذیر در همه جا مورد توجه قرار می گیرند. تنها یک مشکل وجود دارد و آن این است که جمعیت انسانی به زودی با کمبود منابع فسیلی و نیز مشکلات زیست محیطی بیش از حد آنها مواجه خواهند شد. از طرفی زباله های مایع و جامد (زیست توده) فراوان هستند و بهره برداری از سیستم های بیوگاز بسیار ساده است. بنابراین، بسیاری از کشورها مانند چین، آلمان و سوئد به طور اختصاصی به فن آوری تولید زیست انرژی دست یافته اند در حالی که چین و هند دستگاه های تولید بایوگاز را در مناطق روستایی نیز نصب کرده اند. ماده ای که در مخازن جریان دارد، تولید گاز را در شرایط بی هوازی را آسان می کند. علاوه بر اینکه آلودگی محصول ناشی از بایوگاز بسیار کم می شود، از آن می توان به عنوان کود کشاورزی نیز استفاده نمود. به همین ترتیب، زباله های صنعتی نیز می توانند در مخازن بیوگاز بی هوازی استفاده شوند. علاوه بر تولید بیوگاز، این روند به کاهش خطرات زیست محیطی کمک می کند. در سال ۲۰۱۱، ظرفیت تولید بیوگاز در ایران از طریق فناوری بی هوازی حدود ۱۶۱۴۶ میلیون مترمکعب بوده است. با این حال، محصولات فرعی حیوانی منابع ارزشمندی از بیوگاز هستند، ولی در کشورهای در حال توسعه مانند ایران کاربردی نیستند. در حالی که استفاده بهینه از محصولات دامی مانند روده، خون، پوست و غیره می تواند صنایع، کارخانجات و مشاغل را توسعه دهد و از این طریق مانع از دست دادن پتانسیل ها و ایجاد ارزش افزوده در کشتارگاه ها می شود، ولی در ایران این مواد را به عنوان زباله در نظر می گیرند و به روش نادرستی آنها را فراوری می کنند.

علاوه بر این، فن آوری بیوگاز به جوامع کمک می کند تا سالم تر شوند و به طور چشمگیری بیماری های زونوزی را کاهش می دهد و در نتیجه هزینه های پزشکی کاسته می شوند. فراوری فضولات و باقیمانده های حیوانات به طور موثر انتشار بوی از کود دامی را کنترل می کند و خطرات زیست محیطی مربوط به تولیدات دامی را مدیریت می نماید. بدین ترتیب، تکنولوژی بیوگاز، مشکلات مربوط به فاضلاب های کشتارگاهی و زباله های حیوانی را کاهش می دهد، و همچنین با تولید یک منبع انرژی تجدید پذیر، سود زیادی به جوامع می رساند. چندین محقق توانایی تکنولوژی تولید بیوگاز را مورد مطالعه قرار داده اند.

ایران کشور وسیع است که تقریبا ۱۶۴,۸ میلیون هکتار زمین دارد و حدود ۵۱ میلیون آن زراعتی و ۱۰۲ میلیون هکتار جنگل و مراتع طبیعی، ۲۷۰۰ کیلومتر مرز دریایی و حدود ۱۲۰ میلیارد متر مکعب آب قابل بهره برداری

دارد. ایران شامل ۳۱ استان با تنوع اقلیمی مناسب (۱۴ نوع مختلف آب و هوا) است و با توجه به انرژی خورشیدی بی پایان و منابع انسانی ماهر، پتانسیل خوبی برای بهره برداری از زمین در بخش های کشاورزی، باغداری، دامداری، پرورش ماکیان و ماهی دارد. با توجه به میزان تولید بالای محصولات کشاورزی، ضایعات و فضولات نیز فراوان است و بنابراین می تواند به عنوان یکی از بهترین منابع زیست توده استفاده شود. جعفری و همکاران [۷] پتانسیل تولید بیوگاز از فاضلاب کشتارگاه ها فضولات جانوران و دام ها در ایران مورد بررسی قرار داده اند.

جعفری و همکاران [۷] بیان کردند مقدار مدفوع و ادرار به عوامل مختلف مانند وزن، اندازه و سن حیوانات بستگی دارد. در جدول زیر مشخصات مخصوص هر حیوان گزارش شده است.

جدول۲- مقدار ادرار و اوره در حیوانات

حیوان	ادرار (کیلوگرم)	اوره (کیلوگرم)
گاو	۲۳	۹
گوسفند	۱,۳	۰,۷
اسب	۱۶	۳
ماکیان	۰,۰۱	۰

به صورت کلی گاو، گوساله، بوفالو و شتر به عنوان دام های سنگین، گوسفند و بز به عنوان دام های سبک و جوجه های گوشتی، مرغ تخم گذار و مرغ خانگی به عنوان ماکیان مورد توجه قرار گرفتند.

پتانسیل هر استان برای تولید اوره تا پایان سال ۲۰۱۱ در جدول ۳ آمده است. بر اساس نتایج، استان فارس، مازندران و آذربایجان شرقی دارای بالغ بر بیش از ۸ میلیون تن در سال بوده است، در حالی که آذربایجان غربی، اصفهان، خراسان رضوی و خوزستان دارای سالانه ۶-۸ میلیون تن بوده است. در رتبه های بعدی استان های اردبیل، لرستان، گیلان، تهران و استان همدان قرار خواهد گرفت که پتانسیل ۴-۶ میلیون تن در سال داشته و سایر استان ها دارای توانایی کمتر از ۴ میلیون تن در سال می باشند. فارس دارای بیشترین توان تولید زباله های حیوانی سبک با ۵,۷ میلیون تن بود. آذربایجان شرقی دارای بالاترین پتانسیل تولید زباله های حیوانی سنگین با

۱/۶ میلیون تن اوره بود و مازندران دارای بیشترین توان تولید زباله های ماکیان با ۱,۴ میلیون تن بود. محاسبات نشان می دهد که ایران دارای پتانسیلی بالغ بر ۱۲۸ میلیون تن برای تولید اوره تازه حیوانی است که ۵۸ درصد از حیوانات سنگین، ۷ درصد از پرندگان و ۳۵ درصد از دام های حیوانی است.

جدول۳-ارزش کل فضولات های مرطوب استان های ایران بر اساس داده های سال ۲۰۱۱.

			پتانسیل فضولات مرطوب	استان
کل	ماکیان	حیوانات سبک	حیوانات سنگین	
(میلیون تن بر سال)	(میلیون تن بر سال)	(درصد میلیون تن بر سال)	(میلیون تن بر سال)	
۸,۹	۴	۲۷	۶۹	آذربایجان شرقی
۷,۷	۴	۳۰	۶۶	آذربایجان غربی
۵,۱	۳	۲۷	۷۱	اردبیل
۷,۲	۱۰	۲۰	۷۰	اصفهان
۱,۶	۲۶	۱۶	۵۸	البرز
۱,۶	۵	۶۹	۲۷	ایلام
۱,۶	۴	۷۰	۲۶	بوشهر
۴,۳	۲۲	۱۴	۶۴	تهران
۳,۱	۲	۴۷	۵۱	چهارمحال و بختیاری
۲,۶	۵	۵۷	۳۸	خراسان جنوبی
۷,۵	۷	۴۷	۴۶	خراسان رضوی
۲,۳	۱	۶۰	۳۹	خراسان شمالی

خوزستان	۶۵	۳۱	۴	۶,۵
زنجان	۶۲	۳۰	۸	۲,۲
سمنان	۴۲	۴۴	۱۵	۱,۸
سیستان و بلوچستان	۵۲	۴۶	۲	۳,۲
فارس	۳۴	۶۲	۴	۹,۲
قزوین	۷۴	۱۷	۹	۳,۹
قم	۵۹	۲۸	۱۳	۱,۶
کردستان	۶۵	۳۰	۶	۳,۲
کرمان	۳۸	۵۸	۵	۳,۳
کرمانشاه	۵۵	۴۱	۵	۳,۷
کهکیلویه و بویر احمد	۳۶	۶۲	۲	۱,۶
گلستان	۷۳	۱۸	۹	۴,۲
گیلان	۷۳	۱۲	۱۵	۴,۶
لرستان	۴۷	۵۰	۳	۴,۹
مازندران	۶۹	۱۵	۱۶	۸,۸
مرکزی	۶۷	۲۶	۷	۳,۳
هرمزگان	۴۳	۵۲	۴	۲,۰
همدان	۷۲	۲۴	۴	۴,۸
یزد	۶۴	۲۸	۸	۲,۰

پتانسیل تولید زباله های کشتارگاهی برای هر استان در جدول ۴ نشان داده شده است. بر اساس نتایج، استان های تهران، اصفهان و خراسان رضوی دارای بیش از ۲۰ هزار تن پتانسیل برای تولید بیوگاز از زباله های کشتارگاهی هستند، در حالیکه این پتانسیل در سال در استان های دیگر کمتر از ۱۰ هزار تن است.

جدول۴- پتانسیل زباله کشتارگاهی در استان های ایران در سال۲۰۱۱

					پتانسیل زباله کشتارگاهی		استان
مقدار کل	درصد زباله کشتارگاهی ماکیان		درصد زباله کشتارگاهی سبک		درصد زباله کشتارگاهی سنگین		
هزار تن بر سال	خون هزار تن بر سال	شکمبه هزار تن بر سال	خون هزار تن بر سال	شکمبه هزار تن بر سال	خون هزار تن بر سال	شکمبه هزار تن بر سال	
۸,۰	۱۱	۳۱	۴	۳۲	۲۳		آذربایجان شرقی
۴,۴	۲۴	۱۰	۱	۳۸	۲۷		آذربایجان غربی
۳,۸	۱۲	۴۱	۵	۲۵	۱۷		اردبیل
۲۳,۶	۱۰	۶۳	۸	۱۱	۸		اصفهان
۳,۵	۲۷	۳۰	۴	۲۳	۱۶		البرز
۰,۸	۱۹	۳۶	۴	۲۳	۱۶		ایلام
۰,۷	۲۴	۳۳	۴	۲۳	۱۶		بوشهر
۲۹,۸	۹	۴۵	۵	۲۴	۱۷		تهران

چهارمحال و بختیاری	۱۴	۲۰	۶	۴۷	۱۲	۲,۱
خراسان جنوبی	۱۳	۱۹	۵	۳۸	۲۵	۱,۱
خراسان رضوی	۱۳	۱۸	۶	۴۹	۱۴	۲۰,۵
خراسان شمالی	۱۶	۲۳	۵	۴۳	۱۳	۱,۳
خوزستان	۱۸	۲۶	۵۲	۴۵	۷	۹,۶
زنجان	۲۷	۳۸	۶	۱۴	۲۰	۱,۷
سمنان	۹	۱۳۵۷	۰	۵۰	۲۳	۲,۳
سیستان و بلوچستان	۴۰	۱۶	۶	۲	۰	۴,۱
فارس	۱۱	۳۷	۲	۴۶	۲۱	۹,۹
قزوین	۲۶	۸	۸	۱۸	۱۸	۲,۷
قم	۵	۴۳	۲	۶۴	۱۵	۵,۱
کردستان	۳۰	۲۵	۵	۱۵	۹	۲,۴
کرمان	۱۷	۳۵	۳	۴۱	۱۱	۴,۶
کرمانشاه	۲۴	۹	۸	۲۷	۱۱	۴,۱
کهکیلویه و بویر احمد	۷	۱۴	۴	۷۱	۵	۱,۳
گلستان	۱۰	۳۷	۲	۳۰	۴۳	۳,۹

گیلان	۲۶	۳۵	۳	۱۷	۱۸	۷,۰
لرستان	۲۵	۲۷	۳	۲۵	۱۲	۴,۷
مازندران	۱۹	۲۶	۴	۲۹	۲۲	۸,۲
مرکزی	۱۷	۳۶	۲	۳۴	۲۱	۳,۶
هرمزگان	۲۵	۳۰	۴	۱۷	۱۹	۱,۷
همدان	۲۱	۳۰	۴	۳۲	۱۳	۳,۶
یزد	۱۰	۱۴	۷	۵۹	۱۱	۳,۶

علاوه بر بحران انرژی و منابع محدود سوخت فسیلی، استفاده گسترده از سوخت های تجدید ناپذیر باعث مشکلات محیط زیستی شدیدی مانند آلودگی آب و آلودگی هوا و در نتیجه منجر به گرم شدن کره زمین می شود. بنابراین، برای حفظ یک محیط سالم که مهمترین پیش نیاز توسعه اقتصادی پایدار است، جایگزینی منابع سوخت فسیلی با انرژی های تجدید پذیر ضروری است. انرژی زیست توده منبع انرژی تجدید پذیر است که به دلیل مزایای مختلف آن بسیار مورد توجه قرار گرفته است. به عنوان منابع اصلی زیست توده، توجه به دامداری ها و کشتارگاه ها برای ایجاد فرصت های توسعه اقتصادی ضروری می باشد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان می دهد که سالانه ۸۶۰۰ میلیون مترمکعب بایوگاز در ایران از کشتارگاه ها و فضولات حیوانی تولید می شود. بزرگترین پتانسیل متعلق به استان مازندران با ۸۲۸ میلیون مترمکعب در سال است. بیوگاز تولید شده می تواند برای تولید گرما و برق سوخته شود و یا ممکن است به زیست متان تبدیل شود که به عنوان گاز طبیعی و سایر سوخت ها ارزشمند به شما می آید. بیومتان با ازن رفتاری دوستانه و پایدار دارد، بیومتان معمولا شامل ۹۵٪ متان است و می تواند همراه با گاز طبیعی برای تولید برق، گرمایش، خنک سازی، پمپاژ و یا حتی به عنوان سوخت ماشین استفاده شود. بر اساس نتایج، تا پایان سال ۲۰۱۱، ظرفیت تولید بیوگاز از پسماندهای کشتارگاه در ایران ۵۴ میلیون متر مکعب بوده است. پتانسیل تولید بایوگاز از ضایعات کشتارگاهی در استان تهران ۹ میلیون مترمکعب بود. اگرچه زباله های کشتارگاهی نسبت به فضولات دام کمتری برای تولید بیوگاز استفاده می شوند، اما تولید بیوگاز از این

فضولات ممکن است منجر به ایجاد کارخانه های جدیدی شود که موقعیت های جدید کاری را برای بسیاری از مردم تامین می کند و مانع از از دست دادن پتانسیل های اجتماعی در مناطق مختلف می شود. ارزش افزوده برای کشتارگاه ها یکی دیگر از مزایای این تکنولوژی است. علاوه بر این، مردم از یک جامعه سالم برای کاهش قابل ملاحظه هزینه های پزشکی مرتبط با انتقال بیماری های زونوزی لذت خواهند برد.

مهرآور و بوستیلو لکومپه [۲] به بررسی فرآوری فاضلاب کشتارگاه ها با استفاده از روش فرآیندهای بی هوازی-هوازی در تولید بیوگاز و حذف مواد آلی و مغذی آن پرداخته اند. راهکارهای حفاظت از محیط زیست و افزایش قاضا برای انرژی های سبز، صنایع تولید گوشت را وادار کرده به دنبال روش های مناسبی برای تصفیه و نیز استفاده مجدد از فاضلاب کشتارگاه ها باشند، زیر این مواد در سالیان اخیر یکی از آلاینده های محیط زیست شناخته شده بودند. بنابراین این مناسب ترین و کم هزینه ترین روش برای بازیابی آنها، استفاده از راه حل هایی در خود محل کشتارگاه ها بود تا بتوان از فاضلاب دوباره استفاده کرد و حتی بتوان از آن مواد سودمندی بدست آورد. یکی از این فرایند های سودمند تولید بیوگاز از فاضلاب ها بود. استفاده از فاضلاب کشتارگاه ها در سیستم های بیولوژیکی مورد بررسی قرار گرفت. یک راکتور بی هوازی بافل شده (ABR) به یک راکتور لجن فعال متصل شد تا بتوان از این طریق فعالیت های آزمایشگاهی را اجرا کرد. از روش پاسخ سطحی برای بهینه سازی پروسه استفاده شد و با استفاده از این روش مقدار بیوگاز تولید شده به حداکثر مقدار خود رسید. اثر نرخ جریان و pH و واکنش های مربوط به آنها در طول فرایند مورد بررسی قرار گرفت. نتایج ارائه شده توسط مدل مهرآور و بوستیلو لکومپه [۲] با فرضیات و نتایج دیگر تحقیقات تطابق مناسبی داشت. همچنین هزینه تولید بیو گاز از فاضلاب کشتارگاه ها در این روش نسبت به سایر روش ها بسیار کمتر محاسبه شدف همچنین از آب بجا مانده از این روش می توان دوباره استفاده کرد.

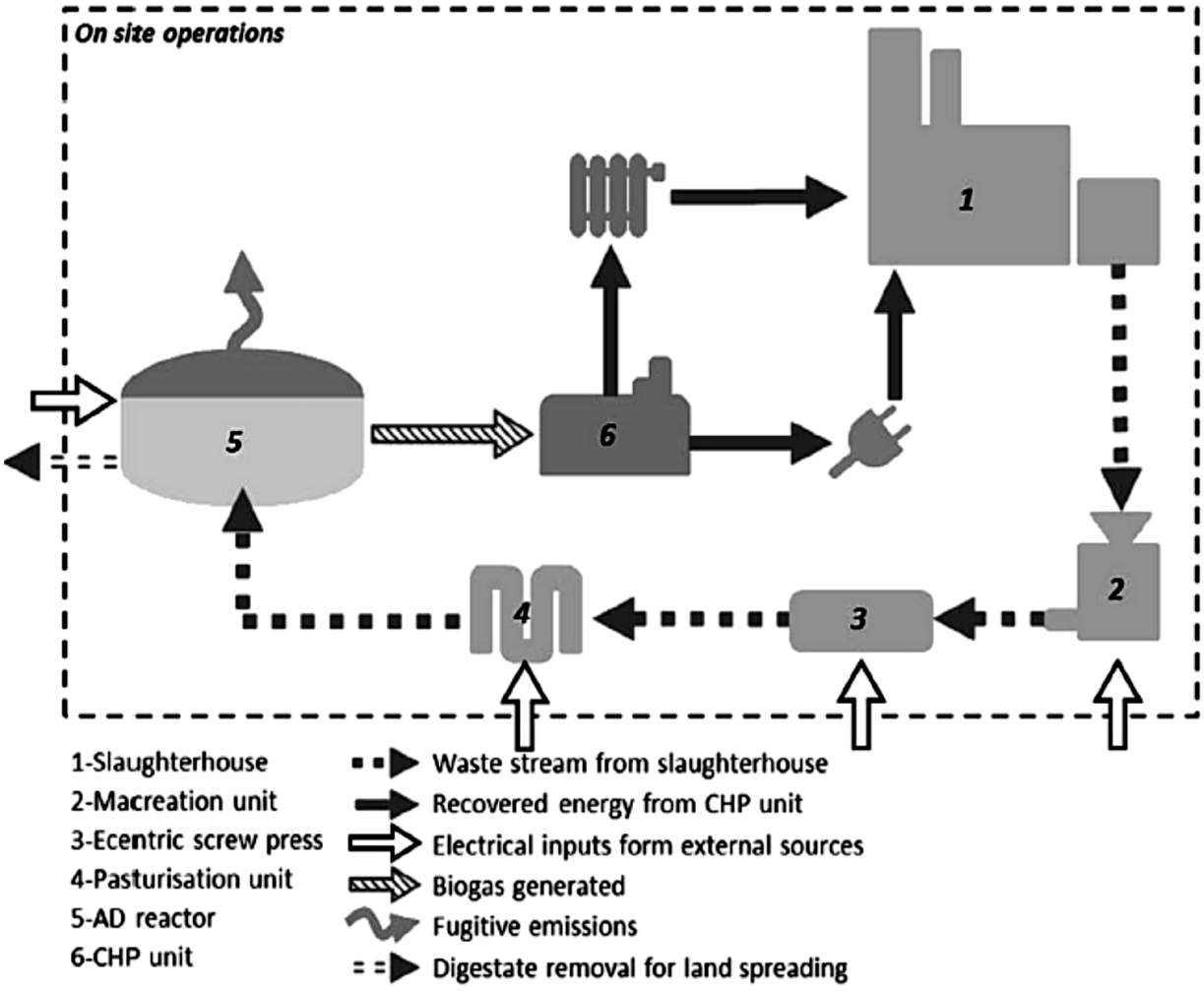
مهرآور و بوستیلو لکومپه [۲] بیان کرده اند که به صورت کلی بهترین حالت برای دسته بندی و جداسازی فاضلاب ها همان محلی است که از آن نشات می گیرند. با وجود اینکه مصرف آب در صنعت تولید گوشت متفاوت است، اما کشتارگاه ها از مقدار زیادی آب برای مصارف شستشو و رعایت بهداشت استفاده می کنند و همواره نیاز به آب تازه و تمیز دارند. خروجی فاضلاب های کشتارگاهی (SWW) یکی از مشکلات اصلی در صنعت دامداری در

سراسر جهان است؛ زیرا مقدار زیادی آب در حین کشتار، فرآوری گوشت و تمیز کردن تجهیزات استفاده می شود. با وجود اینکه می توان از روش های فیزیکی، شیمیایی و بایولوژیکی در فرآوری SWW استفاده کرد، اما هر یک از این روش ها با توجه به شرایط کشتارگاهی دارای مزایا و مشکلاتی می باشند. همچنین اخیرا توجه زیادی به روش های بازیابی فاضلاب های کشتارگاهی شده است تا بتوان از این طریق محصولات مفیدی مانند مواد مغذی را جدا نمود و بیوگاز تولید کرد.

پاور و ویر [۸] به بررسی انرژی حاصل از بیوگاز تولید شده از فاضلاب کشتارگاه ها در کشور ایرلند پرداختند. در این مقاله آنها روش های متفاوتی برای تبدیل مواد آلی به انرژی ارائه دادند، با این حال ساده ترین و در عین حال بهترین روش برای انجام اینکار، روش تبدیل هوازی است. آنها روش تبدیل هوازی را به این صورت تعریف کردند: تبدیل بیولوژیکی مواد آلی قابل تجزیه به متان. با توجه به مراجع، اثبات شده که مقدار انرژی زیادی در فاضلاب ها و فضولات حیوانی نهفته است و می توان از آنها برای تولید انرژی های تجدید پذیر استفاده کرد. بر اساس نتایج پاور و ویر [۸] هرچه میزان چربی بالاتر باشد، مقدار بیوگاز (گاز متان) تولید شده بیشتر خواهد بود. تحلیل انرژی کل حاصله نشان داد که نیاز حرارتی و الکتریکی تجهیزات کشتارگاه می تواند از انرژی تولید شده از طریق احتراق بیوگاز به دست آید. در واقع این بیوگاز از خود فاضلاب کشتارگاه حاصل شده و هیچ هزینه ای برای مالکان آن نخواهد داشت، بنابراین صرفه اقتصادی بسیاری به همراه دارد و بسیاری از هزینه های آب و برق و گاز را برای آنها کاهش می دهد. این در واقع کمترین مزیت استفاده از بیوگاز برای کشتارگاه ها علاوه بر مزایای زیست محیطی و آلودگی می باشد.

تمرکز مقاله پاور و ویر [۸] تعیین پتانسیل متان موجود در جریان زباله های زیستی برای شناسایی انرژی بالقوه است که می تواند از طریق بهره برداری از AD به عنوان یک روش جایگزین زباله در محدوده یک کشتارگاه گاوی در مقیاس کامل شناسایی شود. بازده بالقوه انرژی با توجه به یارانه انرژی فرآیند تجهیزات کشتار و ارزیابی میزان خودکفایی انرژی که می تواند به دست آید، بررسی می گردد. ورای مرزهای یک واحد کشتارگاه، بخش کشتار گاو در ایرلند نیز ارزیابی می شود. سهم تولید انرژی بالقوه تجدید شده از کل بخش کشتارگاهی، بر اساس

پیشرفت برای دستیابی به اهداف انرژی تجدید پذیر در Irelands 2020، برابر بود با RES ۱۶٪، که این مقدار تحت دستورالعمل انرژی تجدید پذیر باید ارزیابی شود.



شکل۸- پروسه زنجیره ای سیستم بیوگاز و بازیابی انرژی

پسماندهای ارگانیک از تاسیسات کشتارگاه نمونه، پتانسیل بالایی برای بازیافت انرژی در هنگام تصفیه به عنوان یک جریان را نشان می دهند. مشخص شد جریان ترکیبی ضایعات با میزان بالای چربی (۲۸/۴٪) منجر به تولید متان قابل توجهی در حدود $۶۴۱,۵۵\ mLCH_4\ gVS^{-1}$ می شود. تجزیه و تحلیل انرژی کل نشان داد که هردو تقاضای حرارتی و الکتریکی تجهیزات کشتارگاهی می توانند از انرژی تولید شده از طریق احتراق بیوگاز در یک واحد CHP با کارایی الکتریکی و حرارتی به ترتیب با مقادیر ۴۱٪ و ۴۹٪ حاصل شوند. انرژی مازاد تولید شده، می تواند برای جایگزینی ۱۰۰ درصد تقاضا برای تولید بیوگاز استفاده شود تا کل سیستم تجزیه و تحلیل ۱۰۰ درصد انرژی خودکفا داشته باشد. بنابراین مدیریت جایگزین جریان موجود در زباله های آلاینده می تواند یک

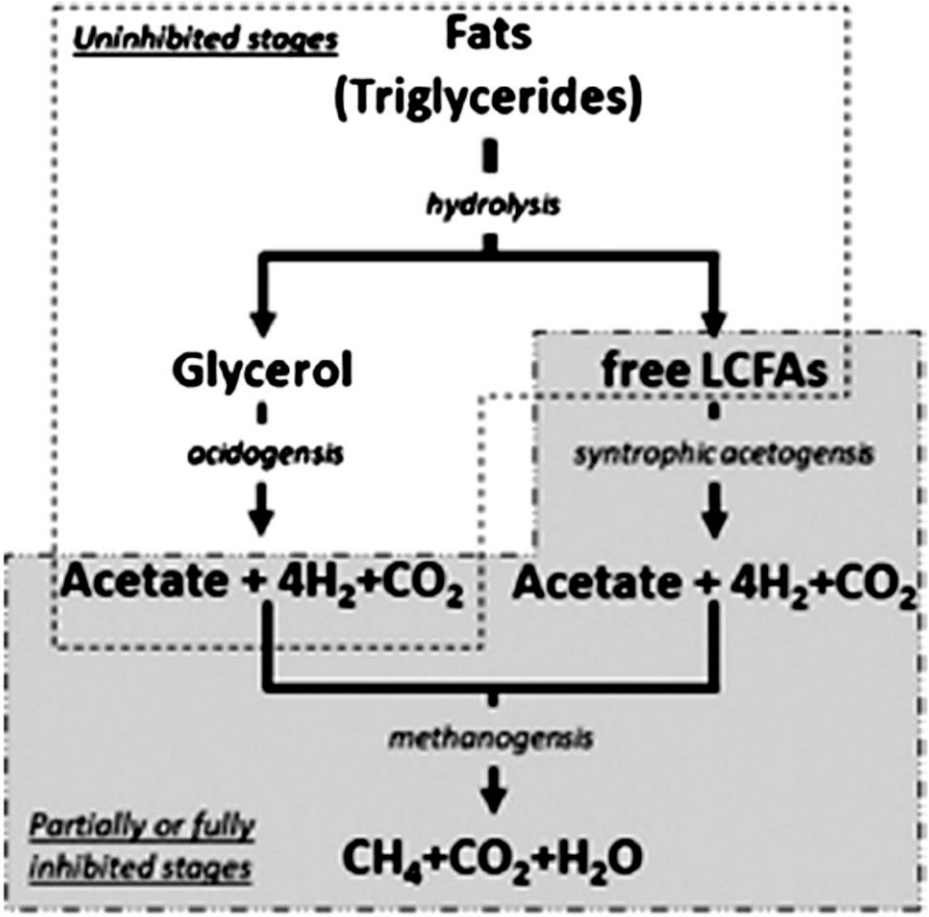
تاسیسات کشتارگاه حیوانی خودکفا از نظر انرژی را ایجاد نماید. با توجه به رشد صنعت به عنوان یکی از جنبه های پیشرفت به سوی اهداف انرژی تجدید پذیر، RES از GFC افزودن انرژی تجدید پذیر از بخش کشتار گاو باعث افزایش ۰,۳۳٪ به ۸,۱۳٪ می شود. هنگامی که به RES-H و RES-E تقسیم می شود مقادیر آن به ترتیب به میزان ۰,۴۴٪ و ۰,۴۳٪ افزایش می یابد و به طور کلی سهم خود را به ۲۱,۳۳٪ و ۶,۱۴٪ از فرآوری جایگزین جریان های زباله از صنعت پیشرفته در ایرلند می رساند.

پاور و ویر [۹] در تحقیقی دیگر، به بررسی اثر پاستوریزه کردن فاضلاب جامد کشتارگاه ها در تولید بیوگاز پرداخته اند. براساس استاندارد محصولات حیوانی (ABPR 1069/2009/EC) پاستوریزه کردن اجباری فاضلاب های جامد کشتارگاه ها باید صورت گیرد و الزامی است. پاور و ویر [۹] به بررسی فضولات حیوانی و پرندگان پاستوریزه شده و پاستوریزه نشده کشتارگاه ها و نیز میزان تولید گاز متان از آنها پرداخته اند. افزایش قابل توجهی در میزان گاز متان تولید شده نشان داده نشد که این را می توان به پاستوریزه سازی نسبت داد. با این حال سینتیک تولید بیوگاز به خاطر پاستوریزه سازی فاضلاب کشتارگاه ها افزایش قابل توجهی را نشان می داد. با توجه به نتایج آنها، زمانی که پاستوریزه سازی صورت گرفت، مدت زمان تولید بیوگاز از ۱۷ روز در هنگام پاستوریزده نکردن برای فضولات ماکیان به ۱ روز و از ۲۲ روز برای فاضلاب چارپایان به ۱ روز کاهش یافت. این میزان سرعت در تولید بسیار جالب توجه است، همچنین برخی خواص گاز حاصل مانند اندازه ذرات نیز بهبود داشته اند.

جریان های زباله کشتارگاهی به دلیل محتوای بالای چربی و پروتئین آنها به عنوان بستر برای تبدیل بیوگاز در نظر گرفته می شوند. با این حال، آنها نیز به ئلیل وجود همین مواد با مشکلی اساسی رو به رو هستند، در درجه اول محتوای چربی بالا در نظر گرفته شده است. تبدیل ساده بیوگاز از چربی ها در شکل ۹ مشخص شده است. این فرایند بستگی به ماهیت سینوپتیک از جمعیت های باکتریایی استروژن و متانوژنیک دارد.

مایع سازی چربی ها برای محدود کردن میزان فاضلاب کشتارگاه ها زمانی اتفاق افتاد که مقادیر زیاد جامدات معلق به دلیل کمبود زیست پذیری شان به علت مساحت سطحی و انحلال ناپذیری در فاضلاب کشتارگاهی وجود داشتند. شایع ترین دلایل بی ثباتی فرایند انتقال بیوگاز، به خصوص در مورد فرآوری با مقادیر زیاد چربی، تولید ترکیبات مهار کننده ای به نام fermenters های متوسط مانند اسیدهای چرب (VFAs) و اسیدهای چرب

زنجیره ای (LCFAs) تولید شده در طی اسیدوژنز و استئوژنز بود. پاور و ویر [۹] همچنین تجمع سریع VFA ها را در مراحل اولیه انتقال بیوگاز در بسترهای حاوی مقادیر زیاد چربی مشاهده کردند، که نشان می دهد باکتری های اسید هیدرولیکی-اسیدوژنیک مانع از تجزیه زیرلایه نمی شوند و این روند در مراحل استئوژنز و متانوژنیک انجام می شود، شکل ۹.

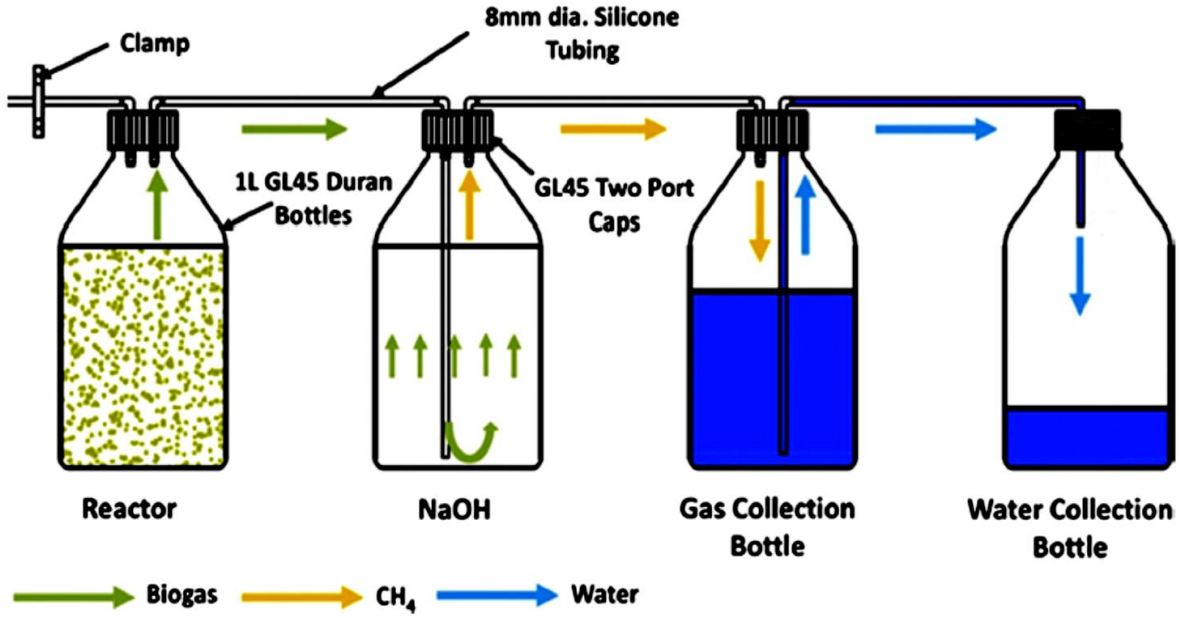


شکل۹- مراحل تجزیه چربی ها به بایوگاز

پاور و ویر [۹] توان تولید گاز پاستوریزه شده (P) و مخلوط پاستوریزه نشده (UP) از ضایعات کشتارگاهی، پسماند مواد غذایی و کود مایع را مقایسه کردند. آنها نتیجه گرفتند که مخلوط P منجر به افزایش چهار برابری تولید بیوگاز نسبت به مخلوط UP می شود. عملکرد بیوگاز از $۰,۳۱ gVS^{-1}$ لیتر به $۱,۱۴ gVS^{-1}$ لیتر بیوگاز افزایش یافت.

واضح است که تأثیر پیش گرم کردن فرآیند بر میزان تولید متان از فاضلاب کشتارگاه بسیار متفاوت است و حالت قطعی برای افزایش یا کاهش عملکرد برداشت متان / بیوگاز نمی تواند وجود داشته باشد. هدف پاور و ویر [۹] در

این مقاله تعیین اثر پاستوریزاسیون اجباری اعمال شده توسط ABPR، بررسی زیست تخریب پذیر بی هوازی و پتانسیل متان موجود در جریان زباله های کشتارگاهی در شرایط استاندارد می باشد. در ادامه تصویر گرافیکی از ست آپ آزمایشی آنها را مشاهده می کنید.



شکل ۱۰-صویر گرافیکی از ست آپ آزمایش پاور و ویر [۹]

بیوگاز مانند سایر سوخت های گاز قابل احتراق بوده و با نسبت ۱- ۲۰ با هوا مخلوط شده و سرعت اشتغال آن بالا می باشد . ارزش حرارتی آن در حدود ۶ کیلووات ساعت بر مترمکعب است (یعنی برابر ارزش حرارتی نیم لیتر سوخت گازوئیل) که در جداول بعدی خواص بیوگاز نسبت به گازهای سوختی و سایر سوختها مقایسه شده است. فشار لازم و مطلوب برای پخت و پز با بیوگاز بین ۵ تا ۲۰ سانتیمتر ستون آب می باشد. ارزش حرارتی متان خالص در حدود ۹۰۰۰ کیلو کالری بر متر مکعب می باشد.

تولید بیوگاز با استفاده از تخمیر ضایعات ارگانیک نظیر فضولات دامی، برگ و علف های هرز ، پسماند های غذایی و مواد آلی فساد پذیر ، ضایعات کشاورزی و فاضلاب های خانگی می توان بیوگاز تولید کرد. از سوخت بیوگاز نیز در کاربرد های متنوعی می توان بهر جست من جمله سوازندان مستقیم در کاربرد های پخت و پز و روشنایی، گرمایش فضای اقامتگاه ها، اماکن عمومی و تجاری، دامداری ها، استفاده به عنوان سوخت در نیروگاه های توربین گازی، نیروگاه های بخار و یا موتور های بیوگاز سوز احتراق داخلی برای تولید برق.

متاسفانه راندمان بسیاری از دستگاه های تولید کننده بیوگاز تا کنون بررسی نشده است، از این رو، ژیائو و همکاران [۱۰] به بررسی دستگاه های تولید کننده بیوگاز از فاضلاب ها و پسماندهای کشاورزی پرداختند. در تحقیق آنها مقدار pH تمامی فاضلاب ها ثابت در نظر گرفته شد، با این حال مقدار زیادی از آمونیوم و فسفات در کودهای حیوانی و ماکیان وجود داشت که بررسی را برای آنها دشوار می کرد. دستگاه های بیوگاز به طور گسترده ای مورد استفاده قرار گرفته اند تا انرژی زیستی را از زباله های زراعی و فاضلاب های صنعتی بازیابی کنند؛ با این حال، بهره وری این دستگاه ها بیوگاز هنوز مشخص نشده است.

در سراسر چین، بیش از ۱۰۰ هزار دستگاه خانگی بیوگاز، که عمدتا در مقیاس کوچک هستند، ایجاد شده اند. از سال ۲۰۱۵، دولت چین مشوق های مالی برای توسعه پروژه های بزرگ بیوگاز که هدف تولید بیوگاز دارند، بوده است. در نتیجه، رشد سریع صنعت بیوگاز در چین، در حال حاضر به طور خاص در پکن اتفاق افتاده است، و تمرکز آن بر توسعه بیوگاز از زباله های زیست محیطی به عنوان وسیله ای برای جایگزینی سوخت های فسیلی است. تا سال ۲۰۱۲، تخمین زده شده که در منطقه پکن بیش از صد کارخانه بیوگاز ساخته شود. اکثریت این کارخانه ها از فضولات حیوانی استفاده کرده و اندازه آنها متوسط خواهد بود. در نتیجه افزایش سریع تعداد زیادی تاسیسات بیوگاز، توجه به کارایی، عملکرد و ساخت و ساز، چالش های قابل توجهی ایجاد کرده اند.

نرخ تولید متان خاص در هضم بی هوازی بطور قابل ملاحظه ای با انتخاب مواد اولیه تحت تاثیر قرار می گیرد. علاوه بر این، تحقیقات در مورد عملکرد دستگاه های بیوگاز به طور عمده بر روی پتانسیل و سینتیک تبدیل زیرلایه به متان متمرکز شده اند. با این وجود، هسته تبدیل فعالیت های متانولیزه از فضولات به متان میکروارگانیسم ها در هضم بی هوازی هستند، که به ندرت مورد توجه قرار گرفته اند. در واقع فعالیت متانوژنیک یک شاخص جامع برای عملکرد آن در ارتباط با مواد مغذی، pH، دما، اسید چرب فرار، آمونیاک و غیره است. بنابراین، درک محیط میکروبی و فعالیت آن برای افزایش عملکرد بیوراکتور مهم است. مواد مغذی معدنی، به عنوان مثال عناصر رقیق، برای رشد متانولین ها ضروری هستند، از این رو عامل مشترک آنزیم ها نقش مهمی در هضم بی هوازی ایفا می کنند، با این حال، اگرچه ردیابی فلزات در هر ماده در یک دوره طولانی مدت گزارش شده است اما اثرات مثبت فلزات ریز در تولید بیوگاز به شدت مورد مطالعه قرار گرفته است. در ژیائو و همکاران

[۱۰]، پنج دستگاه تولید بایوگاز که کودهای ماکیان، کود مایع، کودهای مخلوط، فاضلاب کشتارگاهی و کاه ذرت را در بر می گیرند، در جدول ۵ نشان داده شده است.

جدول۵- پارامترهای عملیاتی برای تولید متان

کاربرد گاز	HRT	بیوگاز	حجم هاضم	دما	ماده اولیه
ترکیب حرارت و انرژی	۲۰	۲۰۰۰۰	۴×۳۰۰۰	۳۵	کودهای ماکیان
آشپزی خانگی	۴۰	۱۰۰	۳۲۰	۳۵	فاضلاب کشتارگاهی
آشپزی خانگی	۵۰	۶۰	۲ × ۱۰۰۰	۳۵	کودهای مخلوط
آشپزی خانگی	۵۰	۲۰۰۰	۴ × ۵۵۰	۳۵	کود مایع
آشپزی خانگی	۵۰	۱۲۰	۱ × ۴۰۰	۶۰-۵۵	کاه ذرت

مقدار کل COD در کود حیوانی و کاه ذرت با استفاده از معادلات زیر محاسبه شد. COD در دسترس با هضم بی هوازی (AD) با استفاده از عامل ۳۵۰ میلی لیتر CH_4 / g-COD بدست آمد. انرژی کل در بستر و انرژی در دسترس از طریق روند AD می تواند با استفاده از مقدار حرارت پایین ۳۵,۸۲ MJ / Nm^3-CH_4 بدست آید. همچنین مقدار انرژی هر زیرلایه به صورت فلوچارت بیان شده است (شکل۱۱).

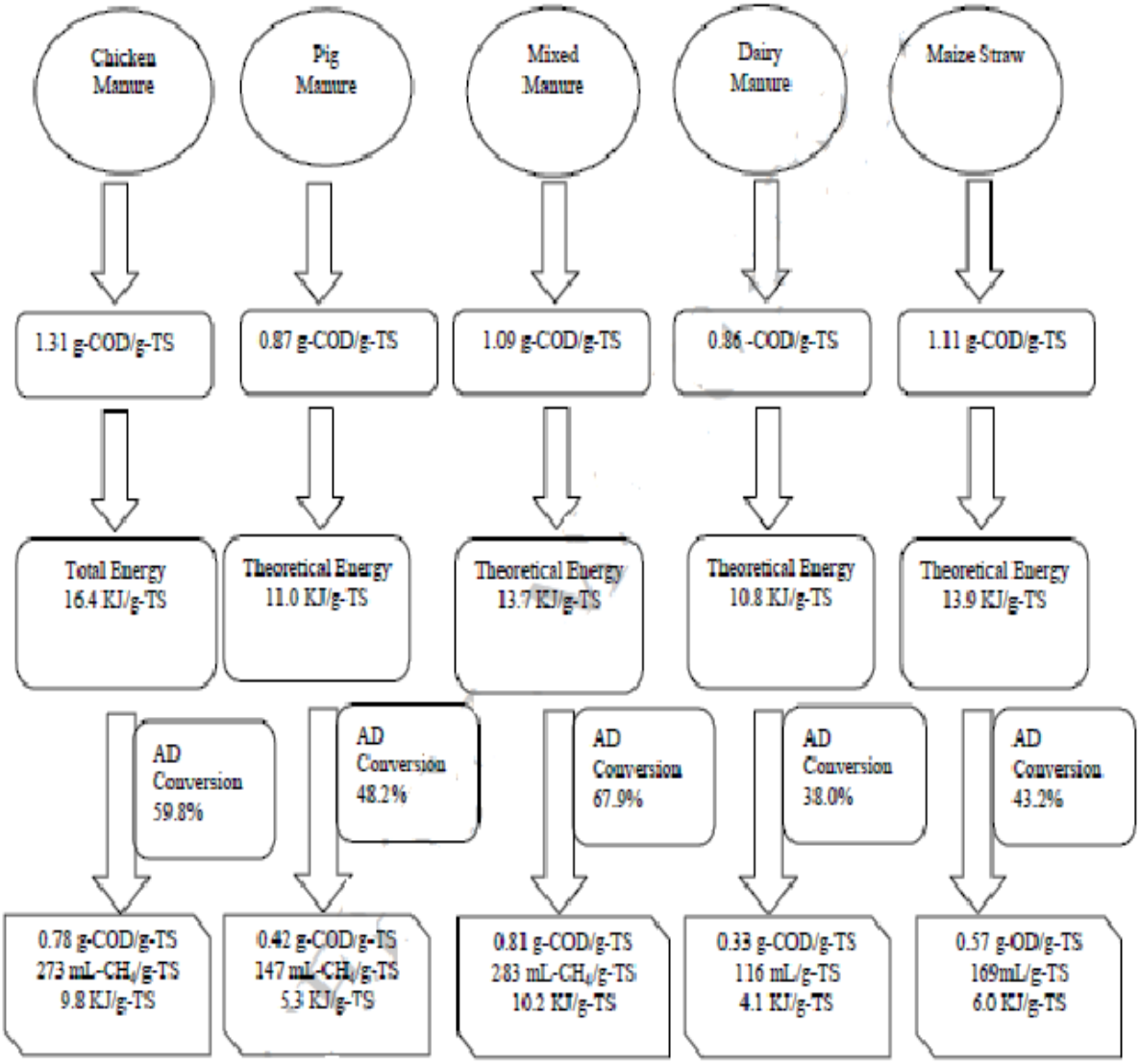
$$C_nH_aO_bN_c + \frac{1}{2}(2n + 0.5a - 1.5c - b)O_2 \rightarrow nCO_2 + cNH_3 + \frac{1}{2}(a - 3c)H_2O$$

$$\text{COD/weight} = \frac{(2n + 0.5a - 1.5c - b)\times 16}{12n + a + 16b + 14c}$$

جدول۶- مقدار COD اندازه گیری شده، مقدار متان و پتانسیل انرژی از زیرلایه های مختلف

زیرلایه	مقدار کل COD در زیرلایه	مقدار AOD موجود در AD	مقدار انرژی کل زیرلایه	مقدار AD موجود در مقاله ژیآوو و همکاران	مقدار AD موجود در منابع
کودهای ماکیان	۱,۳۱	۰,۷۸	۱۶,۴	۹,۸	۹,۳
فاضلاب کشتارگاهی	۰,۸۷	۰,۴۲	۱۱,۰	۵,۳	۱۰,۱
کودهای مخلوط	۱,۰۹	۰,۸۱	۱۳,۷	۱۰,۲	-
کود مایع	۰,۸۶	۰,۳۳	۱۰,۸	۴,۱	۸,۸
کاه ذرت	۱,۱۱	۰,۴۸	۱۳,۹	۶,۰	۶,۰

شوآ و همکاران [۱۱] بیان کردند که مقدار زیادی سولفان آمید ها (سولفانیلامید، سولفامیم)، فلوروکینون ها (آتلوکساسین، پفلوکساسین، نورفلوکساسین، سیپروفلوکساسین، انروفلوکساسین)، تتراسیکلین ها (تتراسایکلین، اکسایت تری سیکلین) و ماکرولیدها در فاضلاب های کشتارگاهی و فاضلاب های خانگی وجود دارد. از این رو تحقیقات زیادی در مورد بدست آوردن مواد دارویی از فاضلاب های صنعتی مانند کشتارکاه ها و فاضلاب های خانگی صورت گرفته است. تتراسیکلین ها و سولفونامید ها از فضلاب ها دامی در پکن تولید می شوند زیرا مقدار آن در فاضلاب خام تا حدود ۳۳ میکروگرم در لیتر برآورد شده است.



شکل۱۱- فلوچارت انرژی هر زیرلایه

غلظت K و Zn در کود ماکیان به ترتیب بالاتر از مقدار توصیه شده ۳۰۰ mg / L و ۱ mg / L گزارش شده در مراجع است . Co، Ni، Se و Mo دارای غلظت کمتری نسبت به فلزات دیگر بوده و Fe دارای غلظت mg / L ۱۵۱,۳ بود. علاوه بر این فلزات، پتانسیل تولید متان از ۳۶۳ تا ۴۰۷ میلی لیتر CH4 / g-VS، افزایش ۱۲٪ را نشان داد. همانطور که توسط ژیائو و همکاران [۱۰] گزارش شده است، تولید متان را می توان با اضافه کردن فلزات ریز برای کود مرغ تا ۳۰٪ افزایش داد، اگرچه پتانسیل متان بالاتری برای این مواد وجود دارد (۲۹۱ میلی لیتر CH4 / g-VS) . ژیائو و همکاران [۱۰] همچنین اثرات مثبت pM ۱۰ نیکل را در هضم کود مرغ گزارش دادند و پیشنهاد کردند که نیکل طبیعی موجود در کود مرغ برای باکتری های بی هوازی در دسترس نیست.

در نقاط نزدیک به شهر و مراکز جمعیت استفاده از روشهای مکانیکی بیولوژیکی تقریباً اجنتاب ناپذیر است و کاربرد تلفیقی از روشهای بی هوازی و هوازی بسیار متداول می باشد.

روش های شیمیایی و فیزیکی مختلفی برای تصفیه فاضلاب های کشتارگاهی وجود دارد:

روش های فیزیکی

۱- استفاده از پنجره های آهنی برای جلوگیری از ورود فضولات درشت

۲- دستگاه چربی گیر

۳- ته نشینی اولیه

روش های شیمیایی

۱- استفاده از استات فریک ۱ یا ۲ کیلوگرم در هر متر مکعب

۲- استفاده از پرمنگنات یا کلر و آهک برای بی بو کردن فاضلاب

صنایع گوشت مصرف آب زیادی دارند و اگر این واحدها تصفیه فاضلاب نداشته باشند ورود این حجم از فاضلاب به محیط زیست خطرات جبران ناپذیری برای محیط زیست خواهد داشت و باعث شیوع بیماری های زیادی خواهد شد. برای تعیین مسزان آلودگی فاضلاب از واحد BOD استفاده می شود که میزان مواد آلی در فاضلاب را نشان می دهد. BOD صنایع گوشت از جمله کشتارگاه ها در حدود ۲۰۰۰ تا ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر می باشد که در مقابل فاضلاب انسانی (۲۵۰ تا ۳۰۰ میلی گرم در لیتر) بسیار بالاست. برای بیان ساده تر از این موضوع می توان گفت به ازای ۵۰۰ کیلو گوشت تولیدی یک کشتارگاه ۵۰۰۰ لیتر فاضلاب با BOD در حدود ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر تولید می شود.

تکنیک های تصفیه بی هوازی از جمله بیوفیلترهای بی هوازی ، هاضم های دو مرحله ای و غیره برای تصفیه پساب کشتارگاهی بطور وسیعی بکار برده شده اند ولی هر یک از این روشها به تنهایی برای تصفیه این نوع فاضلاب کافی نیست و لذا نیاز به تصفیه مرحله دوم که هوازی می باشد برای رسانیدن کیفیت پساب تصفیه شده به استانداردهای قابل قبول ضروری است.

در یک فرایند تک مرحله ای، تمام میکروارگانیسم ها همکاری می کنند و pH مطلوب بین ۶,۸ تا ۷,۴ رضایت بخش است. محتوای نیتروژن در زیرلایه، غلظت تغذیه، استوکیومتری تخمیر و بازده تبدیل، به طور کامل pH را در دستگاه گوگرد تعیین می کند. استوکیومتری تخمیر زیرلایه در مطالعه ژیائو و همکاران [۱۰] به شرح زیر است:

کود مرغ $C_{5.03}H_{8.8}O_{1.62}N_{0.45} \rightarrow 3.38CH_4 + 1.54CO_2 + 0.45NH_4HCO_3$

کود حیوانی $C_{5.04}H_{5.0}O_{1.63}N_{0.43} \rightarrow 2.90CH_4 + 2.03CO_2 + 0.43\ NH_4HCO_3$

کود مختلط $C_{5.13}H_{5.3}O_{1.89}N_{0.31} \rightarrow 2.93CH_4 + 2.13CO_2 + 0.31NH_4HCO_3$

فاضلاب مواد لبنی $C_{4.93}H_{4.4}O_{1.89}N_{0.30} \rightarrow 2.66CH_4 + 2.20CO_2 + 0.30NH_4HCO_3$

کاه ذرت $C_{4.56}H_{4.7}O_{2.15}N_{0.08} \rightarrow 2.51CH_4 + 2.23CO_2 + 0.08NH_4HCO_3$

همانطور که توسط ژیائو و همکارانش [۱۰] معرفی شد، هضم بی هوازی دارای سیستم CO_2-HCO_3^--CO_3^{-2} بود. همانطور که در معادله بالا نشان داده شده است، CO_2 در بیوگاز کود مرغ، کود حیوانات، کود مختلط، کود مایع و کاه ذرت به ترتیب ۳۱/۳٪، ۴۱,۲٪، ۴۲,۱٪، ۴۵,۳٪ و ۴۸/۲٪ بود. CO_2 بالا در بیوگاز موجب کاهش pH در محیط زیست می شود. pH در کود نیترات ذرت ۷,۱ برابر کمتر از کود حیوانی است.

محتوای بالای نیتروژن در کود مرغ باعث افزایش pH می شود. با این حال، مقدار قلیایی بالا و pH می تواند فعالیت متانول زا ها را منفی کند. کود نیتروژن نسبتا C / N کمتری داشت و بازده تبدیل کمتر از سدیم را دارا بود. در نتیجه، pH در این بخش پایین ترین در میان سایر هاضم ها بود. از لحاظ تئوری، pH 7/7 در فرآورده های کودی و pH 7/1 در کود نیترات ذرت بیشتر برای میکروارگانیسم های بی هوازی مناسب بود.

در پژوهش صورت گرفته توسط لندکویست وکلارسون [۱۲] بیان شده است که تولید بیوگاز با استفاده از روش هضم هوازی، یکی از راهکار های جدید در سیستم های انرژی تجدید پذیر است. با این حال دسته بندی های

مختلف در بسیاری از کشورهایی موانعی را برای این روش ایجاد کرده است. انها در تحقیق خود به دستگاه های مختلف و نیز دسته بندی های متفاوت بیوگاز در برخی از کشور های شاخص پرداخته اند. آنها نشان دادند که در کشورهای مختلف با استفاده از دستگاه های متفاوت، نتایج مختلفی بدست می آید. از این رو برآن شدند تا بهترین دستگاه و دسته بندی را برای تولید بیوگاز از روش هضم هوازی تعیین نمایند. لندکویست وکلارسون [۱۲] در پژوهش خود هفت دسته از مواد تولید کننده بیوماس را در نظر گرفتند. آنها نتایج مشابهی از بازدهی تولید را برای دستگاه یکسان و دسته بندی های مختلف مشاهده کردند. نتایج آنها با نتایج دسته بندی اروپایی در تولید بیوگاز از روش هضم هوازی متفاوت بود.

کمیسیون اروپا (۲۰۱۰) بسته کمیسیون آب و هوا و انرژی ۲۰۲۰ را که مجموعه قوانین خاصی می باشد، راه اندازی کرده است. این بسته به این دلیل ایجاد شده تا اطمینان حاصل شود که اتحادیه اروپا (EU) با اهداف انرژی و اقلیمی در سال ۲۰۲۰، از جمله هدف ۲۰ درصد افزایش سهم منابع تجدیدپذیر برسد، از این رو بیوگاز می تواند در دستیابی به این هدف نقش عمده ای داشته باشد. علاوه بر این، افزایش تولید بیوگاز اثرات قابل توجهی در دستیابی به هدف کاهش انتشار گازهای گلخانه ای (۲۰٪) دارد. افزایش نقش بیوگاز در اتحادیه اروپا نیز در ارتباط آن «نقشه جاده انرژی تجدید پذیر»، با نشان دادن افزایش بیوگاز مورد استفاده برای تولید برق تا سال ۲۰۲۰، نشان داده شده است. کمیسیون اروپا اهداف خود را به ۴۰٪ کاهش انتشار گازهای گلخانه ای تا ۲۰۳۰ نسبت به سال ۱۹۹۰ و استفاده حداقل ۲۷ درصد از انرژی های تجدید پذیر تا سال ۲۰۳۰ گسترش داده است.

برای افزایش تولید بیوگاز، هم در داخل اتحادیه اروپا و هم در سطح جهانی، پیچیدگی های روش بیوگاز باید مورد تحلیل قرار گیرند؛ برای مثال، محلول های بیوگاز شامل زیر ساخت های مختلف و برنامه های مختلف برای هر تولید بیوگاز و هضم بی هوازی هستند. جاه طلبی اتحادیه اروپا در مورد انرژی تجدید پذیر، از جمله افزایش تولید بیوگاز، قابل توجه است. این بر اهمیت اشتراک دانش به منظور ترویج نوآوری های تولید بیوگاز در اتحادیه اروپا تأکید می کند که به نوبه خود صنایع جدید، شغل های جدید و توسعه محلی و منطقه ای را ایجاد می سازد. مقایسه بین محلول های مختلف بیوگاز حیاتی است، تا بتواند ایده ها و نوآوری های جدید و نیز به اشتراک گذاری

دانش را شناسایی کند. با این حال، مقایسه باید قادر به رسیدگی به مشکلات های بیوگاز باشد. طبقه بندی های متنوع ممکن است مانع اشتراک دانش در داخل کشورها و بین آنها شوند، بنابراین به طور بالقوه مانع توسعه بیوگاز می شود.

نتایج مهم لندکویست وکلارسون [۱۲] از این قرار بودند:

- طبقه بندی های بیوگاز براساس اصطلاحات و توصیف های اساسی متفاوت است.
- دستگاه های بیوگاز در طبقه بندی های مورد مطالعه مناسب قرار نمی گیرند.
- اصطلاح متنوع ممکن است دانش اشتراکی بین کشورها را با مشکلاتی مواجه سازد.
- این اصطلاحات متنوع ممکن است مانع پیشرفت به سمت یک سیستم انرژی تجدیدپذیر شود.
- چارچوب طبقه بندی پیشنهاد شده است.

فونت و همکاران [۱۳] به بررسی تکنولوژیکی تولید بیوگاز در دستگاه های هاضم بی هوازی پرداخته اند. تکنولوژی هضم هوازی (AD) روشی است که امروزه به صورت صنعتی در سرتاسر جهان، مخصوصا اروپا، استفاده می شود، و از آن برای تولید انرژی از منابع تجدید پذیر استفاده می گردد. فونت و همکاران [۱۳] در مقاله خود به بررسی رابطه نظری و عملی این روش از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۵ پرداخته اند. از آنجا که کشور آلمان پیشرو در تولید بیوگاز در اروپا می باشد و پس از آن سوئد، ایتالیا و اسپانیا قرار دارند، داده های جمع آوری شده بیشتر از این کشور ها می باشند. همچنین در این مقاله نه تنها ایمنی استفاده از این محصولات برای تولید انرژی نشان داده شده است، بلکه نشان داده شده که می توان از این محصولات به عنوان سوخت نیز استفاده کرد و بیوگاز ها بسیار مواد ایمنی در این حوزه می باشند.

بنابراین این فرایند به عنوان یک روش فرآوری سودآور به شمار می رود و به طور فزاینده ای به ویژه در اروپا به کار می رود و به دیگر روش ها مانند سوزاندن و دفع در مراکز دفن زباله کمک می کند. همچنین، استفاده از بیوگاز، جامعه پایداری را توسعه می دهد، وابستگی به نفت را کاهش می دهد، آلودگی را کم می کند و انرژی را با تأثیر کمتر بر محیط زیست تأمین می کند. تکنولوژی هضم بی هوازی برای تولید بیوگاز، امروزه پایدارترین راه استفاده از انرژی موجود در زیست توده و دیگر زباله ها است، زیرا این امر همچنین بهبود بازیابی مواد مغذی شده

و انتشار گازهای گلخانه ای را کاهش می دهد. با توجه به این پتانسیل، کشورهایی نظیر آلمان، انگلستان و ایالات متحده آمریکا قوانین جدیدی را برای معرفی منابع جایگزین انرژی از جمله بیوگاز ایجاد کردند. بعضی از برنامه های کاربردی بیوگاز در مراجع گزارش شده اند، مثلا بیوگاز برای گرم کردن گلخانه به طور موثر در شرایط زمستانی معمول در شرق ترکیه یا برای گرم کردن خانواده ها در هند یا در یک قطار با سوخت زیست گازی (سوئد) استفاده شده است.

به موازات این مزایای زیست محیطی، AD می تواند ابزار کمکی برای کشورهای برای دستیابی به اهداف جدید تعیین شده توسط اتحادیه اروپا (EU) باشد، به کمک آن اعضای اتحادیه اروپا می توانند هدف کلی تولید ۲۰ درصد انرژی از منابع تجدیدپذیر و داشتن ۱۰٪ از بخش حمل و نقل آنها تا سال ۲۰۲۰ بر روی انرژی های تجدید پذیر را اجرا کنند. اعضای همچنین باید تا سال ۲۰۲۰ ۵۰٪ دفع زباله های جامد شهری خود را کاهش دهند. با توجه به تقویت اهمیت بیوگاز در اروپا، در سال ۲۰۱۳ تولید بیوگاز تقریبا برابر با ۱۳,۴ میلیون تن نفت، ۱۵,۵ میلیارد متر مکعب متان و ۳ درصد گاز طبیعی است، همچنین برآورد شده که بیوگاز می تواند سالانه ۳۹,۵ مگاوات برق تولید کند که تقریبا ۱۰ درصد از مصرف گاز طبیعی اتحادیه اروپا را در بر می گیرد. در نهایت، یک مزیت اضافی در استفاده از این تکنولوژی در ارتباط با قابلیت پذیری بیوگاز است که می تواند برای تولید برق و همچنین سوخت خودرو استفاده شود. در نتیجه، توجه بسیاری از پژوهشگران دانشگاهی و بخش های عمومی و خصوصی را به خود جلب می کند.

تا سال ۲۰۳۰ تخمین زده می شود ظرفیت تولید زیست گازی اروپا حدود ۱۸ تا ۲۰ میلیارد متر مکعب گردد که حدود ۳ درصد از مصرف گاز طبیعی فعلی اروپا را تشکیل می دهد. کاهش گرمایش جهانی، افزایش شبکه انرژی و تنوع ظرفیت تولید برق، اولویت های اصلی سیاست های زیست محیطی پارلمان اروپا است. اهداف اروپا برای تولید انرژی تجدیدپذیر، کاهش انتشار گازهای گلخانه ای و مدیریت پایدار زباله ها است که می توانند با استفاده از فن آوری AD به دست آیند. این یکی از معدود فرآیندهای است که توانایی اجرای سه اولویت اصلی اروپا را دارد.

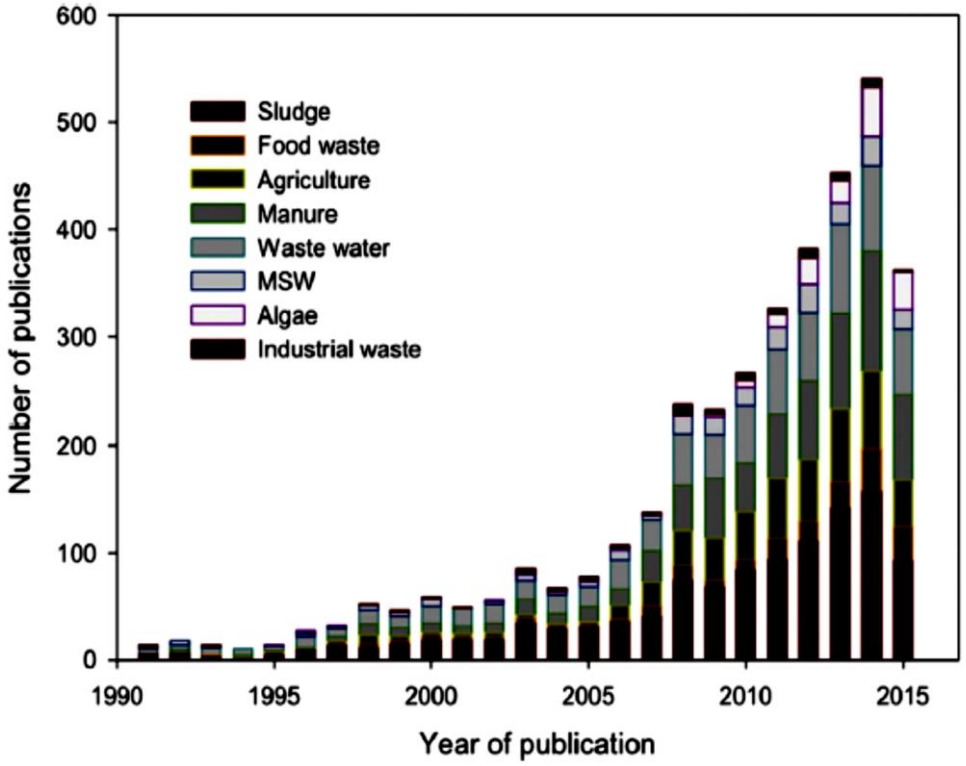
مرحله تولید پیچیده و شامل دو زیرمجموعه است: پیش پردازش مواد خام و واکنش AD به صورت خود به خود. پیش فراوری برای حذف هر گونه ناخالصی از مواد اولیه مانند فلزات، پلاستیک ها یا سنگ ها، و نیز تنظیم شرایط فیزیکی و شیمیایی مورد نیاز. برای جلوگیری از مواد با محتوای لیگنوسلولوزی بالا و بهبود قابلیت زیستی آنها به میکروارگانیسم هایی که در این فرایند وجود دارد، ممکن است از پیش فراوری خاصی استفاده شود. در حال حاضر، منابع انواع پیش فراوری را به سه دسته تقسیم می کند: شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی. آنها می توانند به صورت جداگانه یا ترکیبی مورد استفاده قرار گیرند.

تولید بیوگاز در سه مرحله صورت می پذیرد، مرحله اول تولید باکتری های تخمیر کننده، مرحله دوم تجزیه مواد و تولید، اسید استیک ، هیدورژن و دی اکسید کربن و مرحله سوم تولید گاز متان توسط باکتری ها از مواد حاصله در مرحله دوم. در شکل ۱۱ زیر لایه های مختلف استفاده شده برای تولید بیوماس در بازه ۱۹۹۰تا ۲۰۱۵ نشان داده شده است.

از آنجا که بیوگاز از ترکیبی از گازهای مختلف تشکیل شده، مرحله تصفیه نیز مورد نیاز است. راه های مختلفی برای جدا کردن گازهای تشکیل دهنده وجود دارد، اما جذب فیزیکی و شیمیایی کارآمدتر و پیچیده تر هستند. مرحله تصفیه بیوگاز بخش مهمی از این فرآیند است. به طور کلی، برای جلوگیری از مشکلات در واحدهای گرما و نیروی بعدی بیوگاز باید تمیز و تصفیه شود. این فرآیندهای تصفیه، اجزای ناخواسته مانند H_2S، ذرات جامد، گرد و غبار و آب را حذف می کنند. با این حال، زمانی که بیوگاز به عنوان یک سوخت برای وسایل نقلیه در نظر گرفته می شود و به شبکه توزیع گاز طبیعی تزریق می گردد یا در سلول های سوخت مورد استفاده قرار گیرد، باید درجه خلوص بالایی داشته باشد و CO_2 موجود در آن نیز باید حذف شود. هزینه های تصفیه بسیار بالا است و این مرحله ای است که در حال حاضر بسیار چالش برانگیز است. با توجه به فونت و همکاران [۱۳]، استفاده از غشا برای تصفیه بیوگاز، مزایای تکنیک ساده ای دارد و به راحتی قابل اندازه گیری است.

بسترهایی مانند لجن، فاضلاب، فضولات و کود، در بسیاری از موارد به طور موثر برای از بین بردن پاتوژن ها و استفاده از هضم در کشاورزی استفاده می شود. سایر مواد مهم شامل زیست توده کشاورزی، محصولات زراعی، زباله های شهری و زباله های لیگنوسلولوزی هستند. برای اندازه گیری اطلاعات، شکل ۱۱ جزئیات بسترهای

اصلی مورد استفاده را مشخص می کند. مشاهده می شود که بستر لجن با تعداد بیشتری در طول دوره مورد مطالعه قرار گرفته است. همچنین می توان اشاره کرد که استفاده از جلبک ها و زباله های مواد غذایی به عنوان زیر ساخت های هضم بی هوازی از سال ۲۰۱۱ افزایش یافته است و هنوز هم افزایش می یابد. فونت و همکاران [۱۳] در مقیاس واقعی گزارش دادند که بیشترین میزان استفاده از زباله ها در اروپا کود، بقایای محصولات برداشت شده و محصولات انرژی است و ذرت اولین انتخاب در بسیاری از کارخانه های تولید بیوگاز است.



شکل۱۲-زیرلایه های مورد استفاده برای تولید بیوگاز در دوره ۱۹۹۰-۲۰۱۵.

دستگاه چینی دراین مدل یک مخزن هازم گنبدی شکل در زیر زمین ساخته میشود و دو حوضچه برای ورود و خروج ضایعات) عموما فضولات دامی و انسانی(در طرفین ایجاد می گردد که توسط لوله های انتقال مواد به مخزن اصلی متصل شده اند. مواد پس از مخلوط شدن با آب ، عبور از صافی و آماده سازی وارد مخزن شده و پس از طی زمان ماند ، گاز تولید شده در بالای مخزن جمع آوری گشته و به مصرف کننده تحویل داده میشود. مواد حاصل از واکنش نیز از حوضچه خروجی به بیرون هدایت میشوند و به عنوان کودی بسیار مغزی وپاکیزه می تواند مورد استفاده قرار گیرد.

با ادامه زنجیره بیوگاز و مرحله تصفیه، نشریات مربوط به این موضوع به طور مستقیم یا غیرمستقیم وجود دارد. حدود ۵,۸ درصد مقالات مربوط به تمیز کردن زیست گازی است. با توجه به نتایج نشان داده شد که در مطالعات مربوط به تصفیه بیوگاز رشد قابل توجهی وجود دارد. نویسندگان پیشنهاد کردند که به طور متوسط تکنولوژی های ارتقاء زیست گازی عبارتند از: غشای جداسازی گاز، اسکراب آلی، شستشوی آمین، اسکراب آبی و جذب نوسان فشار (PSA). همچنین، برنامه های کاربردی آینده از تجدید بیوگاز مایع افزایش می یابد. این نتیجه نیز نشان می دهد که افزایش استفاده از بیوگاز خالص در بعضی از کشورهای اروپایی دیده می شود. براساس گزارش سازمان انرژی پایدار ایرلند، در سال ۲۰۱۰ بیش از ۱,۴ میلیون وسیله نقلیه از گاز طبیعی مانند سوخت استفاده کرده اند و سوئد کشور پیشرو در تبدیل بیوگاز به بیومتان است.

گزارش شده است که هضم بی هوازی همزمان زیرگونه های مختلف می تواند راهی برای غلبه بر موانع مانند تنظیم نسبت C / N یا pH یا تنظیم مواد مغذی باشد. به عنوان مثال، کود با نسبت C / N کم منجر به غلظت آمونیاک بالا می شود که می تواند باکتری های متانوژن را مهار کند. در ضمن، ضایعات جامد شهری می تواند حاوی مواد سمی و غلظت بالایی از فلزات سنگین باشد، که مانع رشد میکروبی می شود. همچنین موضوع فصلی بودن زباله های کشاورزی و مزرعه ای است که می تواند روند تولید نسل بیوگاز را مختل کند. همه این نکات هضم را به عنوان یک گزینه بالقوه سودمند می سازند. همچنین اشاره شد که ۵۰ درصد از تمام مقالات مربوط به هموگلوبین در سال ۲۰۱۲ و ۲۰۱۳ منتشر شد و ۷۵ درصد آن بین سال های ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۳ منتشر شده است. همچنین برای پاکسازی زیست گازی حدود ۳ درصد از کل مطالعات مربوط به تمیز کردن و ارتقاء بیوگاز هستند.

مزایا	معایب
مناسب برای مناطق سردسیر	هزینه اولیه احداث بالا
تولید گاز با فشار	بالا نوسان فشار گاز در طی دوره بهره برداری
هزینه های عملیاتی پایین	ساخت دشوار و نیاز به متخصص

دستگاه هندی تفاوت عمده دستگاه های چینی و هندی در ذخیره ساز گاز آنها و شکل مخزن است ،به طوریکه هازم الزاما گنبدی شکل نبوده و مخزن ذخیره گاز نیز به صورت کلاهکی شناور)معمولا از فولاد ضد زنگ (ساخته میشود و بر اثر تغییر فشار گاز کلاهک بالا و پایین میرود لذا، فشار گاز خروجی در یک حد مشخص باقی می ماند. این دستگاه ها نیاز به تعمیر و نگه داری بیشتری داشته و آب بندی مخزن از اهمیت ویژه ای برخوردار است. به دلیل اتلاف زیاد دما از مخزن ذخیره گاز ، این مخازن برای مناطق سرد سر مناسب نیستند.

مزایا	معایب
هزینه ساخت پایین	هزینه ی نگهداری بالا
ساختار ساده	اتلاف دمای بالا و محدودیت کاربری در مناطق سردسیر
فشار گاز خروجی ثابت	اشغال فضا توسط مخزن گاز

بیوگاز تولید شده شامل اجزا مختلفی است که بسته به نوع فاضلاب موجود مقادیر آن تغییر مـی کند. مقـادیر H_2S و CO_2 و آب بیوگاز را بسیار خورنده می کند و جهت جلوگیری از آن بایستی از مواد متناسبی استفاده کرد.

ترکیب بیوگاز متصاعد شده از هضم به نوع فاضلاب, مقدار مواد آلی آن و همچنین میـزان و سرعت ورود فاضلاب بـه هاضم بستگی دارد.

درصد حجمی گازهای مختلف بیوگازها

نام ترکیب	فاضلاب خانگی	لجن گیاهان	ضایعات کشاورزی	صنایع کشاورزی
	۵۰-۶۰	۶۰-۷۵	۶۰-۷۵	۶۸
	۲۴-۳۸	۱۹-۳۳	۱۹-۳۳	۲۶
	۰-۵	۰-۱	۰-۱	-
	۰-۱	<۰,۵	<۰,۵	-

	۶	۶	۶	۶

به دلیل تناسب و نزدیکی مقادیر گازهای موجود در انواع بیوگاز, به گاز طبیعی معمولا آن را از نظر میزان انرژی تولیدی و دیگر جنبه ها، مثلا آنالیز گازهای آن با گاز طبیعی مقایسه می کنند.

اغلب کشتارگاه ها برای ذبح ماکیان (خصوصاً مرغ و خروس) و برخی دامها به کار می روند و نسبتاً تعداد کمتری از کشتارگاه ها به ذبح گاو، گوسفند و بز اختصاص می یابند. ار آنجائیکه کشتارگاه ها حیوانات زنده را به صورت روزانه دریافت می کنند در نتیجه آنها را به مدت طولانی نگهداری نمی کنند و عموماً آغل های بزرگ در این کشتارگاه ها دیده نمی شوند، در حالیکه کشتارگاه های بزرگ به دلیل نگه داشتن حیوانات علاوه بر تولید فاضلاب ناشی از فعالیت های کشتارگاهی فاضلابی نظیر فاضلاب مزارع پرورش دام نیز تولید می شوند.

در میان فرایندهای ذبح دام بریدن گلو و تخلیه خون، شستشو با آب داغ، کندن پوست و خالی کردن شکم و شستشوی اعضای داخلی دارای پتانسیل تولید ضایعات و فاضلاب می باشند. در صورتی که خون تولید شده در مرحله بریدن گلو به طور مناسبی جمع آوری نگردد، فاضلاب تولید شده بسیار قوی خواهد بود. این نوع فاضلاب ها دارای بار مواد آلی و نیتروژن بالایی می باشند. خون بازیافت شده می تواند جهت تامین خوراک برخی کارخانه جات ویا به منظور مصرف در بازار به کار آید. شستشوی اعضای داخلی شکم لاشه ها در کشتارگاه معمول است چرا که دل، روده و جگر دام نیز قابل عرضه به بازار می باشد. غالباً جهت شستشوی داخل شکم لاشه مقدار زیادی آب مصرف می شود و فاضلاب تولیدی دارای بار آلی بالا به همراه مقادیر قابل ملاحظه ای ذرات دانه ایی می باشد. البته به منظور تضمین بهداشت محیط کار، خطوط فرایند و کف اتاق کار، در فواصل زمانی منظم با آب شسته می شود. کلیه این جریان ها با هم ترکیب شده و فاضلاب کشتارگاه ها را تشکیل می دهند. مقدار و ترکیبات موجود در فاضلاب کشتارگاه به مقدار و انواع گوشت های فراوری شده بستگی دارد.

نتیجه گیری:

در تصفیه بیو لوژیکی جهت رشد بقا و تولید مثل میکرو ارگانیزم ها همواره می بایست نسبت ثابتی بین مواد آلی نیتروژن و فسفر موجود در فاضلاب وجود داشته باشد که در غیر اینصورت اختلالاتی در زندگی میکرو ارگانیزم ها بوجود خواهد آمد.

- نسبت BOD به نیتروژن به فسفر حدود ۱۰۰ به ۵ به ۱ می باشد (این نسبت حدودی می باشد) زمانیکه در عمل این نسبت برقرار نباشد می بایست مقداری نیتروژن یا فسفر به سیستم تزریق گردد.
- تخلیه فاضلاب ها باید بر اساس استانداردهایی باشد که بصورت حداکثر غلظت آلوده کننده ها بیان می شود و رعایت این استانداردها تحت نظارت سازمان حفاظت محیط زیست ضروری است.
- اندازه گیری غلظت مواد آلوده کننده و مقدار جریان در فاضلابها باید بلافاصله پس از آخرین واحد تصفیه ای تصفیه خانه و قبل از ورود به محیط انجام گیرد.
- فاضلاب تصفیه شده باید با شرایط یکنواخت و به نحوی وارد آبهایذیرنده گردد که حداکثر اختلاط صورت گیرد.
- فاضلاب خروجی نبایستی دارای بوی نامطبوع بوده و حاوی کف و اجسام شناور باشد.

۹)تعریف واژه ها به صورت تخصصی:

امکان سنجی یا مطالعات امکان سنجی: ارزیابی و تجزیه و تحلیل پتانسیل یک پروژه پیشنهادی است و بر اساس تحقیقات و مطالعاتی پایه ریزی شده است که روند تصمیم گیری را پشتیبانی کند.

هضم بی هوازی: تجزیه میکروبی مواد آلی در غیاب اکسیژن است که نتیجه این فرآیند، تولید متان و مواد تثبیت شده می‌باشد.

بیوگاز: گاز زیستی یا بیوگاز، از شکستن میکروارگانیسم ها در غیاب اکسیژن به دست می آید.

پساب: پساب یا فاضلاب به بازمانده‌ها و دورریزی‌های عمدتاً مایع محلی، شهری یا صنعتی گفته می‌شود.

۱۰)اهداف مطالعه:

با استفاده از تخمیر ضایعات ارگانیک نظیر فضولات دامی ، برگ و علف های هرز، پسماند های غذایی و مواد آلی فساد پذیر ، ضایعات کشاورزی و فاضلاب های خانگی می توان بیوگاز تولید کرد. از سوخت بیوگاز نیز در کاربرد های متنوعی می توان بهره جست. از جمله سوازندان مستقیم در کاربرد های پخت و پز و روشنایی، گرمایش فضای اقامتگاه ها ، اماکن عمومی و تجاری ، دامداری ها ، استفاده به عنوان سوخت در نیروگاه های توربین گازی، نیروگاه های بخار و یا موتور های بیوگاز سوز احتراق داخلی برای تولید برق.

۱۰-۱. هدف کلی:

تبدیل بیوماس به گاز روشی برای استحصال انرژی از بیوماس است. از این رو استحصال انرژی از بیو ماس با استفاده از نیروگاه تولید همزمان مقدار بسیار کمتری آلاینده وارد محیط زیست می کنـد و از این رو منبع بسیار مناسبی برای تامین انرژی مناطق غیر شهری است.

۱۰-۲. اهداف جزئی:

- کاهش حجم لجن خروجی از هاضم بی هوازی پساب کشتارگاه ها با هدف تولید مواد با ارزش افزوده.
- امکان سنجی ارتقاء سیستم تصفیه ی پساب کشتارگاه ها از طریق کاهش حجم لجن.
- به دست آوردن بهینه ترین روش پیش فرآوری لجن خروجی از هاضم بی هوازی تصفیه پساب کشتارگاه.

۱۰-۳. اهداف کاربردی(بهره وران، سازمانها، صنایع و یا گروه های ذینفع):

تولید بیوگاز از این زباله های کشتارگاهی ممکن است منجر به ایجاد کارخانه های جدیدی شود که موقعیت های جدید کار را برای بسیاری از مردم تامین می کند و مانع از از دست دادن پتانسیل های اجتماعی در مناطق مختلف می شود. ارزش افزوده برای کشتارگاه ها یکی دیگر از مزایای این تکنولوژی است. علاوه بر این، مردم از یک جامعه سالم برای کاهش قابل ملاحظه هزینه های پزشکی مرتبط با انتقال بیماری های زونوز لذت خواهند برد.

۱۰)سوالات تحقیق:

۱۱) فرضیه های تحقیق:

الف) فرضیه اصلی: با استفاده از هاضم های بی هوازی در پساب کشتارگاه ها می توان از بیوگاز تولید شده در جهتِ استحصالِ انرژی پاک، استفاده کرد. و به چرخه ی کاهش استفاده از سوخت های فسیلی و کاهش هزینه های اقتصادی ناشی از آن دست یافت.

ب) فرضیه های فرعی:

۱. آیا میانِ فلوی بیوگاز خروجی با تغییراتِ دمای محیط رابطه ی معناداری وجود دارد.
۲. آیا میانِ ترکیب بیوگاز تولید شده از پساب کشتارگاه و مقدار مواد آلی آن، رابطه ی معناداری وجود دارد.

۱۲) سابقه تحقیق در ایران و جهان:

در سال ۱۶۳۰، یان باپتیست ون هلمون (۱۶۴۴-۱۵۸۰)، اشاره کرد که تجزیه مواد آلی می تواند منجر به تولید گازهای قابل اشتعال شود. چند سال بعد (۱۷۷۶)، الساندرو ولتا (۱۷۴۷-۱۷۷۷) متان را با جمع آوری گاز که از دریاچه ماجوره (ایتالیا) خارج می شود، کشف کرد و در سال ۱۸۰۴ جان دیالتون (۱۷۴۴-۱۸۶۶) ساختار شیمیایی متان را گزارش نمود. مفهوم هضم بی هوازی در سال ۱۸۷۰ با توسعه سیستم مخزن سپتیک توسط ژان لوئیس موراس معرفی شده است. این لوئیس پاستور (۱۸۲۲-۱۸۹۵) بود که گزارش داد بیوگاز میتواند برای گرم کردن و روشنایی استفاده شود. در واقع، در سال ۱۸۹۵، طراحی دونالد کامرون منجر به روشن شدن خیابان های اکستر (انگلستان) شد. توسعه بیوگاز، نقطه ضعف کمبود انرژی در جنگ جهانی دوم و در طول بحران نفت در سال ۱۹۷۰ را برطرف کرد. از آن به بعد، هضم بی هوازی مورد مطالعه قرار گرفته است، میکروبیولوژیکی و تبدیل به تکنولوژی که امروزه برای فرآوری فاضلاب و ضایعات جامد استفاده می شود، شناسایی گردید. به این ترتیب، هضم بی هوازی (AD) جایگزین جالبی برای تولید انرژی است نه تنها برای مزایای زیست محیطی، بلکه به این دلیل که از زباله به عنوان مواد اولیه برای تولید بیوگاز و یک کود با کیفیت بالا (ماده هضم شده) به عنوان محصولات اصلی آن استفاده می شود، همچنین در مقایسه با سایر تکنیک ها این روش بسیار کم هزینه تر است.

در حقیقت، هر نوع زیست توده ای به عنوان ماده اصلی برای تولید بیوگاز می تواند بکار گرفته شود، مثلا ماده اولیه می تواند کربوهیدرات ها، پروتئین ها، چربی ها، سلولز و همی سلولز باشد.

شروع تحقیقات عمده در زمینه تخمیر بیهوازی و کاربرد آن را به شخصی به نام دیوی و در سال ۱۸۰۸ نسبت داده اند. در سال ۱۸۸۴ فردی به نام گاین طرحی را به اجراء در آورد که به وسیله بیوگاز حاصل از انرژی زیست توده روشنائی خیابانهای شهر پاریس را تامین نمود.

به گفته فونت و همکاران [۱۳]، AD تکنولوژی جدیدی نیست. قبلا در قرن هفدهم شناخته شده بود، اما تنها در دهه ۱۹۸۰ استفاده گسترده تر از آن برای فرآوری فاضلاب صنعتی و شهری، لجن فاضلاب و زباله های جامد شهری شروع شد. با توجه به اینکه اکنون این تکنولوژی بالغ شده است، می تواند کلیدی برای کاهش ضایعات ارگانیک، بازیابی انرژی موجود در زیست توده و تولید سوخت های زیستی و انرژی باشد.

در ایران نیز استفاده از زیست توده سابقه ای قدیمی دارد. محمد بن حسین عاملی معروف به شیخ بهائی (۱۰۳۱-۹۳۵ هجری قمری) جزء نخستین کسانی بوده که از بیوگاز حاصل از زیست توده (فاضلاب حمام) استفاده کرده و آن را به عنوان سوخت یک حمام در اصفهان به کار برده است. متاسفانه این تجربه بصورت بین المللی انعکاسی نیافته است.

قبل و بعد از انقلاب اسلامی ایران، فعالیت های پراکنده ای در خصوص تولید و استفاده از بیوگاز صورت گرفته است. اولین هاضم تولید گاز متان در ایران در روستاهای نیاز آباد لرستان در سال ۱۳۵۴ ساخته شده است. این دستگاه به گنجایش ۵ لیتر مکعب فضولات گاوی روستا را مورد استفاده قرار داده و بیوگاز مصرفی حمام مجاور را تامین می نموده است.

طور کلی عواملی که در انتخاب روش تصفیه موثر می باشد عبارتند از :

۱- هزینه کلی شامل اجرا و بهره برداری

۲- قابلیت اجرا از نوع تکنولوژی بکاررفته و شرایط محیطی

۳- مشخصات بهره برداری

۴- تجهیزات مورد نیاز

۵- سطح تکنولوژی محل

۶- تاثیر تغییرات ظرفیت فاضلاب و توسعه آینده سیستم

۷- درجه تصفیه

بطور کلی با دو کارگر معمولی بتوان آنرا نگهداری و بهره برداری کرد . و تا حد ممکن نیاز به هزینه های ارزی و ریالی بالا نداشته باشد و جهت نیل به این اهداف بایستی سعی کرد که تصفیه خانه تا حد امکان نیازمند تجهیزات میکانیکی و ماشین آلات پیشرفته نبوده و در صورت نیاز از تجهیزات و وسایل استفاده شود که بهره برداری و نگهداری آن ساده باشد و امکان ساخت و تعمیر و تهیه لوازم یدکی آن در داخل کشور فراهم باشد و ساخت و تعمیرات آنرا در سطح وسیعی در کشور انجام دهند . روشهای از نظر نیاز تجهیزاتی به گونه ای دسته بندی شده اند که روش هوادهی ممتد و انواع آن در اولویت اول قرار دارند یعنی نیاز این روش به تجهیزات در کمترین حد نسبت به سایر روشها می باشد.

تصفیه فاضلاب کشتارگاه به دلیل ماهیت خاص این فاضلاب و آلودگی و فسادپذیری بسیار بالا از اهمیت ویژه ای برخوردار است. کشتارگاه ها و مجتمع های تولید گوشت معمولا در اکثر شهرهای ایران وجود دارند که عمل کشتار در آنها به صورت سنتی و غیر اتوماتیک انجام می شود. مشخصات و کمیت و کیفیت فاضلاب تولیدی در کشتارگاه های دام با کشتارگاه طیور متفاوت می باشد. در کشتارگاه دام به ازای هر تن وزن حیوان زنده ۵/۱ تا ۶/۱۴ متر مکعب آب مصرف می شود و COD فاضلاب تولیدی بالای ۵۰۰۰ میلیگرم بر لیتر می باشد. در کشتارگاه مرغ به ازای هر قطعه مرغ حدوداً ۱۳ لیتر آب مصرف شده و COD آن نیز حدود ۲۰۰۰ میلیگرم در لیتر می باشد.بخش عمده فاضلاب کشتارگاه از بخش های ذبح حیوانات، شستشوی امحاء و شستشوی زمین حاصل می شود و حاوی مقدار زیادی مواد آلی محلول و کلوئیدی می باشد

روشهای متعارفی هوادهی تدریجی و مرحله ای به تجهیزات اولیه و ثانویه و هوادهی نیاز دارند.

سیستم اختلاط کامل نسبت به فرایندهای بالا به دلیل احتیاج به اختلاف کامل نیاز به تجهیزات بیشتری دارند . این چهار فرایند ذکر شده و نیز روشهای تثبیت شمالی از نظر تجهیزات تعیین تصفیه لجن نیز مشابه می باشد

در روش اکسیژن خالص نیاز به تجهیزات بسیار پیچیده و تکنولوژی پیشرفته می باشد و روش تجهیزات اضافی برای هوادهی لجن انتقالی به حوضهای هوادهی لجن نیاز دارد.

با توجه به موارد بالا و شرایط فعلی کشور و بخصوص شهرداری های کوچک بایستی تصفیه خانه ای راه اندازی شود که با توجه به غلظت بالای فاضلاب کشتارگاه راندمان بسیار بالایی داشته باشد و عملیات بهره برداری و نگهداری آن ساده باشد .

در سال ۱۳۵۹ دو واحد کوچک آزمایشی در دانشگاه بوعلی سینا همدان احداث گردید که با فضولات کشتارگاه و کود گاوی تغذیه می گردید. دانشگاه صنعتی شریف نیز در سال ۱۳۶۱ یک واحد ۳ متر مکعبی را به صورت آزمایشی مورد مطالعه قرار داد که با فضولات گاوی بارگیری می شد.

۱۳)نوع پژوهش:

پژوهش به صورت میدانی بوده و مفاهیم تئوری مد نظرو نیز تصاویر و جداول آمده در این متن از مقالات خارجی و داخلی معتبر استخراج شده اند.

۱۴)جمعیت مورد مطالعه (جامعه آماری ، روش نمونه گیری و چگونگی محاسبه حجم نمونه):

الف) زمانی: داده های مورد نیاز جهت اجرای تحقیق در سال ۱۳۹۷ جمع آوری می گردد.

ب) مکانی: کشتارگاه های شهر تهران

ج) شناسایی راه کارهای مناسب برای استحصال انرژی از بیوگاز تولید شده در پساب های کشتارگاه ها.

۱۵) متغیرهای مورد بررسی (در قالب مدل مفهومی، چگونگی بررسی و اندازه گیری متغیرها):

تقاضای اکسیژن بیوشیمی (BOD)، تقاضای اکسیژن شیمیایی (COD)، کل کربن آلی، کل نیتروژن، رسانایی، pH و ترکیب جامد

۱۶) حجم نمونه و چگونگی محاسبه آن تعداد نمونه:

۱۷) روش نمونه گیری:

۱۸)روش انجام پژوهش:

۱۹) نحوه جمع آوری داده ها (میدانی، کتابخانه ای وغیره):

داده های این تحقیق به صورت پژوهشی و مطالعه میدانی بدست آمده اند. بدین صورت که با مطالعه مقالات بسیاری که تنها برخ از آنها در قسمت منابع آمده است، اطلاعات تئوری مد نظر جمع آوری شده است، سپس تحقیقات میدانی بر روی کشتارگاه های شهر تهران صورت گرفته است.

۲۰) ابزار گرد آوری داده ها (پرونده، پرسشنامه، مصاحبه، مشاهده و غیره):

بیشتر داده ها به صورت حضور در محل و پرسش از کارکنان و نیز مشاهده فرایند انجام کار جمع آوری شده است. از مقالات داخلی و خارجی به روز نیز به منظور ایجاد پایه های تئوری قوی استفاده گردیده است.

۲۱) چگونگی تجزیه تحلیل داده ها :

۲۲) استفاده از امکانات آزمایشگاهی (مواد و وسائل):

23) References:

[۱] C. E. Granada, C. Hasan, M. Marder, O. Konrad, L. K. Vargas, L. M. Passaglia, *et al.*, "Biogas from slaughterhouse wastewater anaerobic digestion is driven by the archaeal family Methanobacteriaceae and bacterial families Porphyromonadaceae and Tissierellaceae," *Renewable Energy*, vol. 118, pp. 840-846, 2018.

[۲] C. F. Bustillo-Lecompte and M. Mehrvar, "Treatment of actual slaughterhouse wastewater by combined anaerobic–aerobic processes for

biogas generation and removal of organics and nutrients: An optimization study towards a cleaner production in the meat processing industry," *Journal of Cleaner Production,* vol. 141, pp. 278-289, 2017.

[٣] C. Liu, A. C. Wachemo, H. Tong, S. Shi, L. Zhang, H. Yuan, *et al.*, "Biogas production and microbial community properties during anaerobic digestion of corn stover at different temperatures," *Bioresource Technology,* 2017.

[٤] J. A. V. Piñas, O. J. Venturini, E. E. S. Lora, and O. D. C. Roalcaba, "Technical assessment of mono-digestion and co-digestion systems for the production of biogas from anaerobic digestion in Brazil," *Renewable Energy,* vol. 117, pp. 447-458, 2018.

[٥] Y. Y. Choong, K. W. Chou, and I. Norli, "Strategies for improving biogas production of palm oil mill effluent (POME) anaerobic digestion: A critical review," *Renewable and Sustainable Energy Reviews,* 2017.

[٦] C. F. Bustillo-Lecompte, S. Ghafoori, and M. Mehrvar, "Photochemical degradation of an actual slaughterhouse wastewater by continuous UV/H 2 O 2 photoreactor with recycle," *Journal of Environmental Chemical Engineering,* vol. 4, pp. 719-732, 2016.

[٧] H. Afazeli, A. Jafari, S. Rafiee, and M. Nosrati, "An investigation of biogas production potential from livestock and slaughterhouse wastes," *Renewable and Sustainable Energy Reviews,* vol. 34 ,pp. 380-386, 2014.

[٨] A. Ware and N. Power, "Biogas from cattle slaughterhouse waste: Energy recovery towards an energy self-sufficient industry in Ireland," *Renewable Energy,* vol. 97, pp. 541-549, 2016.

[٩] A. Ware and N. Power, "What is the effect of mandatory pasteurisation on the biogas transformation of solid slaughterhouse wastes?," *Waste Management,* vol. 48, pp. 503-512, 2016.

[١٠] S. M. Wandera, W. Qiao, D. E. Algapani, S. Bi, D. Yin, X. Qi, *et al.*, "Searching for possibilities to improve the performance of full scale agricultural biogas plants," *Renewable Energy,* vol. 116, pp. 720-727, 2018.

[١١] B. Shao, D. Chen, J. Zhang, Y. Wu, and C. Sun, "Determination of 76 pharmaceutical drugs by liquid chromatography–tandem mass spectrometry in slaughterhouse wastewater," *Journal of Chromatography A,* vol. 1216, pp. 8312-8318, 2009.

[١٢] E. Lindkvist and M. Karlsson, "Biogas production plants; existing classifications and proposed categories," *Journal of Cleaner Production,* vol. 174, pp. 1588-1597, 2018.

[١٣] R. L. Grando, A. M. de Souza Antune, F. V. da Fonseca, A. Sánchez, R. Barrena, and X. Font, "Technology overview of biogas production in anaerobic digestion plants: A European evaluation of research and development," *Renewable and Sustainable Energy Reviews,* vol. 80, pp. 44-53, 2017.

پیش بینی زمان بندی فعالیت ها و مراحل اجرایی تحقیق و ارائه گزارش پیشرفت کار

	شرح فعالیت	زمان کل (هفته)	زمان اجرا به هفته														
			۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶
۱	مطالعات کتابخانه ای																	
۲	نوشتن پروپوزال																	
۳	خرید مواد و وسائل																	
۴	انتخاب روش های کار																	
۵	انجام کشت و گرمخانه گذاری																	
۶	آنالیز داده ها																	
۷	نوشتن گزارش																	

توجه : زمان و نوع فعالیت های اجرایی پایان نامه ، حتی الامکان باید با مندرجات جدول منطبق باشد.

۲۴) اسامی و مشخصات تائیدکنندگان:

نام و نام‌خانوادگی دانشجو: ابراهیم ابراهیمی امضاء تاریخ

نام و نام‌خانوادگی استاد راهنما: گیتی کاشی امضاء تاریخ

نام و نام‌خانوادگی استاد مشاور: - امضاء تاریخ

نام و نام‌خانوادگی مدیر گروه: عامری امضاء تاریخ

نام و نام‌خانوادگی مدیر پژوهشی: گیتی کاشی امضاء تاریخ

نام و نام‌خانوادگی معاون پژوهشی: حمید بلقیس زاده امضاء تاریخ

نام و نام‌خانوادگی رئیس دانشکده: محمدرضا خانی امضاء تاریخ

شورای گروه پژوهشی .....در تاریخ ..... در محل ..... با حضور اعضای مربوطه

تشکیل و موضوع پایان‌نامه ــــــــــــــ با عنوان:

آقای/**خانم**

بررسی و به تصویب رسید.