طراحی سیستم بازیافت انرژی در مجتمع صنعتی تولید تخم مرغ (۸۳)

سید مرتضی صداقت حسینی[۱]، مرتضی الماسی[۲]، سعید مینایی[۳] و علی محمد برقعی[۴]

چکیده

یکی از مشکلات عمده در فعالیتهای کشاورزی و دامپروری، ایجاد فضولات گیاهی و جانوری است. سالانه حدود ۸۵۲۸۱۴ تن کود تازه، در مرغداری‌های پرورش‌دهندهٔ مرغ‌های گوشتی و مرغ‌مادر در کشور تولید می‌شود، که می‌توانند منشاء آلودگی زیست محیطی، باشند. برای تصفیه این فضولات، می‌توان از روش هوازی یا روش بی‌هوازی، استفاده نمود. تجزیهٔ بی‌هوازی علاوه براین‌که، نیز به‌هزینهٔ اولیهٔ کمتری دارد، مقداری انرژی نیز به‌صورت بیوگاز تولید می‌کند که می‌توان از آن در بخش‌های مختلف کشاورزی و دامپروری‌ها، استفاده نمود. برای این‌منظور یک واحد صنعتی تولید تخم‌مرغ، با ظرفیت ۶۰۰۰۰ قطعه مرغ‌تخم‌گذار، در شهرستان قزوین، جهت امکان استفاده و طراحی سیستم بازیافت کود و انرژی، مورد ارزیابی قرار گرفت. ابتدا میزان کود و مشخصات آن براساس کتاب روش‌های استاندارد آزمایش آب و فاضلاب و دستورالعمل مرکزتحقیقات آب و خاک کشور، اندازه‌گیری شد. همچنین انرژی مصرفی در بخش‌های مختلف مرغداری، در دو فصل تابستان و زمستان، محاسبه گردید. انرژی‌های روزانه مصرفی الکتریکی، شیمیایی (وخت) و بیولوژیکی (انسانی) در زمستان، به ترتیب ۲۳۹۵/۷، ۳۸۵۶۳/۸۸، ۹۴/۵۸ و در تابستان به‌ترتیب ۳۳۵۹/۵، ۱۲۴/۶۶، ۹۴/۵۸ مگاژول در روز تعیین گردیدند. دستگاه تجزیهٔ بی‌هوازی در مقیاس آزمایشگاهی، طراحی و ساخته شد، که با استفادهٔ از آن و نمونه‌های تهیه شده از مرغداری مزبور، زمان‌ماندگاری مواد ۱۳ روز و میزان گاز تولیدی روزانه ۳۴۴/۳ مترمکعب تعیین گردید. همچنین با استفاده از دستگاه تجزیهٔ گاز، مقدار متان موجود در گاز تولیدی ۵۷/۲۵درصد و مقدار دی‌اکسیدکربن ۳۴/۶۱درصد، تعیین شد. همچنین میزان کاهش مواد جامد (TS) ۵۹/۵۵درصد و کاهش مواد آلی (VS) ۵۲/۴۶ درصد تعیین گردید. براساس اطلاعات حاصل از فعالیت‌های آزمایشگاهی و میدانی، همچنین با استفاده از منحنی تغییرات دمای محیط، سیستم تجزیهٔ بی‌هوازی طراحی‌گردیده و میزان انرژی به دست‌آمدهٔ الکتریکی روزانه، تعیین گردید. میزان انرژی الکتریکی تولیدی روزانه، در زمستان ۱۰۴۲/۷۴و در تابستان ۱۵۵۴/۶مگاژول برآورد گردید. در صورت استفاده از سیستم طراحی شده می‌توان در زمستان، ۴۱ درص و در تابستان ۴۳/۵ درصد انرژی الکتریکی مصرفی مرغداری را تأمین نمود.

کلید واژه: بیوگاز، بازیافت انرژی، سیستم تجزیه بی هوازی، مرغداری، کودهای مرغی

۱-کارشناس ارشد مکانیزاسیون کشاورزی، مربی مکانیزاسیون کشاورزی مرکز آموزش عالی جهادکشاورزی، کرج،
پست الکترونیک: morteza.s.hosseini@gmail.com
۲-دکتری مکانیزاسیون کشاورزی، استاد ماشینهای کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی، واحدعلوم وتحقیقات تهران
۳- دکتری مکانیک ماشینهای کشاورزی، دانشیار مهندسی ماشینهای کشاورزی، قطب علمی مهندسی بازیافت و کاهش ضایعات محصولات استراتژیک کشاورزی
۴- دکتری مکانیک ماشینهای کشاورزی، استاد ماشینهای کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

۱- مقدمه

برای رسیدن به توسعه پایدار، نیاز به منابع بیشتر انرژی است که برای تأمین منابع کافی انرژی دو راه حل وجود دارد: اولاً افزایش بازدهی انرژی دستگاههای مورد استفاده ثانیاً استفاده از منابع جدید انرژی. از طرف دیگر با افزایش جمعیت و سطح رفاه جامعه، مقدار استفاده از منابع غذایی (گیاهی و جانوری) افزایش یافته و در نتیجه برای جبران تقاضا، میزان تولید آنها با رشد روبرو بوده است. با توسعه صنایع دامپروری و کشاورزی و همچنین استفاده بیشتر از منابع غذایی، آلودگی حاصل از فضولات گیاهی و دامی افزایش یافته است. در جهت تصفیه این فضولات می توان از روش تجزیه بی هوازی[1] یا تجزیه هوازی[2] استفاده نمود. روش بی هوازی در مقایسه با روش دیگر نه تنها انرژی بر نیست بلکه مقداری انرژی بصورت بیوگاز تولید می نماید[۳].

برآوردهای صورت گرفته نشان می دهند که پتانسیل تقریبی تولید متان به وسیله فن آوری بی هوازی در ایران برای سال ۱۳۷۵ حدود ۹۳۰۰ میلیون مترمکعب متان در سال بوده که ۱۰۰۰ میلیون متر مکعب آن از زباله ها می باشد [۷]. و بخش عظیمی از این رقم، مربوط به فضولات دامی و گیاهی حاصل از فعالیت های دامپروری و کشاورزی می باشد. در سال ۱۳۷۹ در مرغداری های پرورش دهنده مرغ گوشتی و مادر در کشور ۸۵۲۸۱۴ تن کود تولید شده است [۲]. در حالیکه استفاده مستقیم از آنها در زمینهای زراعی و باغی کشور ممکن است باعث انتقال برخی از بیماری ها در سطح کشور شوند و یا دپوی کردن آنها در محیط، برای پوسیدن، باعث ایجاد و انتشار مقداری متان و دی اکسید کربن، در اتمسفر نماید که این موضوع می تواند باعث تخریب لایه ازن شود. در صورتیکه می توان با استفاده از فن آوری بی هوازی علاوه بر جلوگیری از خطرات فوق الذکر، حدوداً ۵۴ میلیون متر مکعب بیوگاز، بدست آورد و به عنوان منبع انرژی استفاده نمود. طبق بررسی های به عمل آمده، پتانسیل تولید انرژی به صورت بیوگاز از فضولات دامی کشور، معادل ۲۵۵۰۰ بشکه نفت خام را در سال در حال حاضر می توان صرفه جویی کرد [۸].

بطور کلی مسئله استفاده از منابع بیوانرژی، در جهان موضوعی چند بعدی[3] (سه بعدی) ست. یعنی از سه دیدگاه انرژی، زیست محیطی واقتصادی می‌توان به آن نگاه کرد [۳].

۱-۱- فرآیند تخمیر بی‌هوازی

تجزیه مواد آلی (که اصطلاحاً بیوماس نامیده می شوند) به وسیله باکتری های بی هوازی در شرایط و محیط مناسب (بدون وجود اکسیژن) را تخمیر بی هوازی گویند. این فرآیند در سه مرحله: هیدرولیز، اسیدزایی و متان زایی انجام میشود. مواد قابل استفاده در این فرآیند عبارتند از: مواد زاید دامداری‌ها و مرغداری‌ها و بطور کلی مواد زاید دامی، مواد سبزینه‌ای گیاهی (محصولات زراعی، صنعتی، درختان و فضای سبز)، مواد زاید جامد و فضولات آلی (فاضلاب‌های شهری و روستایی، زباله‌های شهری و روستایی) و مواد جامد و پسماند کارخانجات تبدیل مواد غذایی (کنسرو سازی، کمپوت سازی، لبنیات، ماکارونی، رب و ...).

با قرار گرفتن مواد فوق الذکر، در شرایط مناسب محیط یعنی دما، PH، نسبت کربن به نیتروژن مواد، غلظت مواد، زمان توقف مواد، هم زدن و میزان بارگیری روزانه مواد در داخل رآکتور، مقداری بیوگاز (حدود ۷۵٪ متان و حدود ۲۵٪ دی اکسید کربن و گازهای دیگر) تولید می شود که می توان به عنوان منبع انرژی از آن استفاده نمود. همچنین لجن خروجی از رآکتور (هاضم)، به دلیل افزایش مقدار مواد غذایی (N,K,P) و کاهش آلایندگی آنها بصورت مستقیم یا پس از خشک کردن، در مزارع به عنوان کود، می توان استفاده نمود. از موارد دیگر استفاده آن در استخرهای پرورش ماهی و تغذیه دام است.

۲- مواد و روش ها

آزمایشهای به عمل آمده در این تحقیق در دو بخش آزمایشگاهی و میدانی می باشد.

۲-۱- آزمایشهای میدانی: موارد ذیل در محیط طبیعی (مرغداری و محوطه آن) مورد ارزیابی و اندازه گیری قرار گرفت.

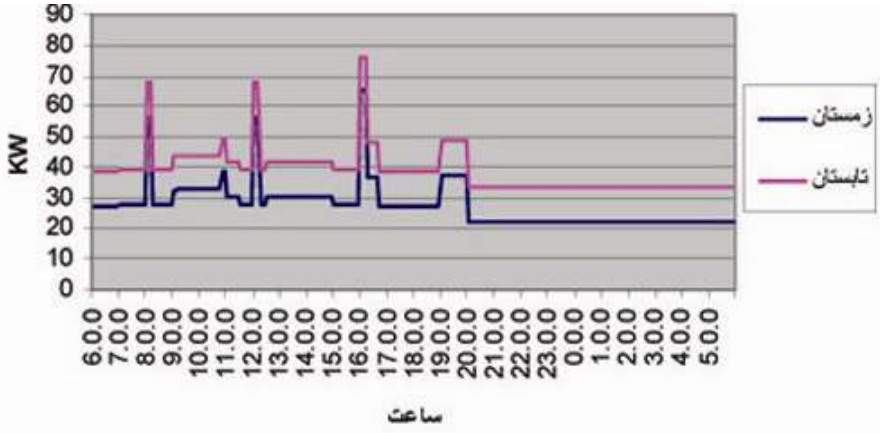
۲-۱-۱- محاسبه دمای حداقل، حداکثر و متوسط روزانه: با استفاده از آمار ده ساله ایستگاه تحقیقات کشاورزی منطقه انجام شد.

۲-۱-۲- تعیین انرژی مصرفی روزانه: بدلیل اینکه مجتمع مرغداری مذکور بصورت تمام اتوماتیک می باشد اکثر قسمتها بصورت الکتریکی کار می کنند.

---

[1] Anaerobic digestion
[2] Aerobic digestion
[3] Package

۲-۱-۲-۱- انرژی الکتریکی مصرفی روزانه: انرژی الکتریکی مصرفی روزانه در قسمتهای تخلیه کود سالن، حمل دانه، جمع آوری تخم مرغ، تهیه آب آشامیدنی، سیستم تهویه سالن ها، روشنایی سالن ها و ساختمانهای اداری و نگهبانی بدین صورت محاسبه گردید که تمام مصرف کننده های الکتریکی مشخص و توان الکتریکی مصرفی هر کدام تعیین گردید و مدت زمان استفاده از هر کدام در روز تعیین گردید و با فاصله زمانی پنج دقیقه در دو فصل زمستان و تابستان مشخص و نمودار آن رسم شد که نمودار کلی آن به شکل ۱ می باشد و سطح زیر نمودار مقدار انرژی الکتریکی مصرفی روزانه را تعیین می کند.



شکل۱- نمودار تغییرات توان الکتریکی مصرفی روزانه مرغداری در تابستان و زمستان

۲-۱-۲-۲- انرژی شیمیایی مصرفی روزانه: مقدار انرژی شیمیایی مصرفی روزانه بصورت سوخت در مجتمع مرغداری در قسمتهای حمل کود (سوخت مصرفی تراکتور) و سیستم گرمایشی در زمستان تعیین گردید که مقدار آن برای تابستان ۱۲۴/۶۶ و در زمستان ۳۸۵۶۳/۸۸ مگاژول در روز بدست آمد.

۲-۱-۲-۳- انرژی بیولوژیکی روزانه: انرژی بیولوژیکی مقدار انرژی می باشد که کارگران برای جمع آوری و بسته بندی تخم مرغ ها استفاده می کنند که برای محاسبه انرژی بیولوژیکی، تعداد کارگرانی را که روزانه در قسمت جمع آوری تخم مرغ، کار می کنند در تعداد ساعات کار روزانه ضرب کرده تا تعداد ساعات کاری کارگران در طی روز محاسبه ش د و با توجه به این که هر کارگر بطور متوسط ۱/۹۶ مگاژول بر ساعت انرژی مصرف می کند [۶]. از حاصلضرب تعداد ساعات روزانه کار در عدد مذکور مقدار انرژی مصرفی بیولوژیکی روزانه بدست خواهد آمد.

۲-۲- آزمونهای آزمایشگاهی

الف) در این بخش ابتدا دستگاه تخمیر بی هوازی در مقیاس آزمایشگاهی طراحی و ساخته شده (شکل ۲) و پس از بارگیری روزانه دستگاه، مقدار گاز تولیدی روزانه اندازه گیری و ترکیبات گاز تولیدی توسط دستگاه گازوکروماتوگراف[1] تعیین شد. با ۱۳ روز ماندگاری مواد به ازاء هر کیلوگرم ماده آلی (VS)[2] موجود در کود روزانه، ۳۲۰ لیتر گاز تولیدی داشت.

1- Gaz chromatograph
2- Volital solid

شکل ۲- دستگاه تخمیر بی هوازی در مقیاس آزمایشگاهی

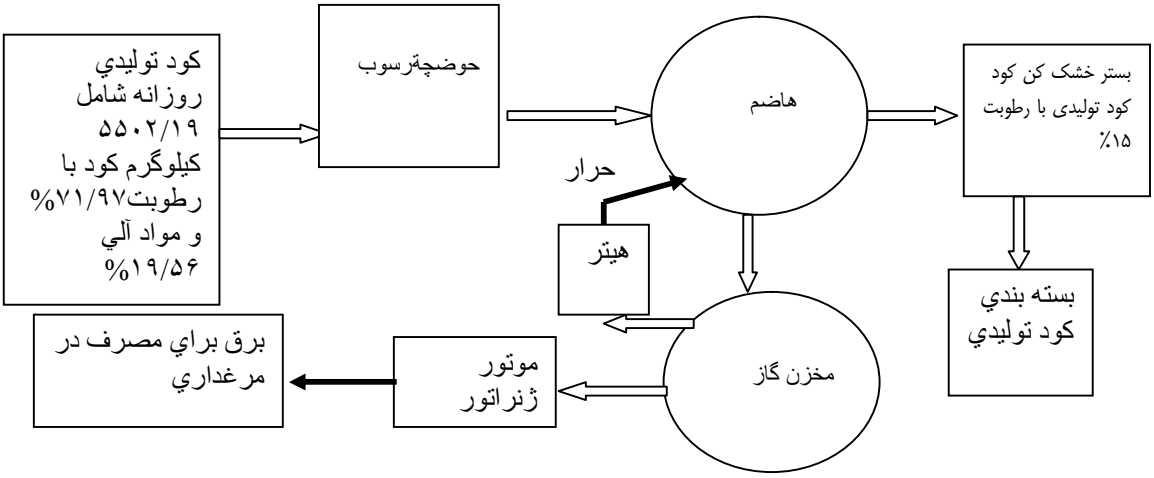
ب) مشخصات مواد ورودی به رآکتر و خروجی از آن بر اساس کتاب روشهای استاندارد آزمایش آب و فاضلاب[1] انجام گرفت. اندازه گیری مواد غذایی (N,K,P,C) بر اساس دستورالعمل مرکز تحقیقات فنی و مهندسی آب و خاک، برای اندازه گیری عناصر غذایی کمپوست انجام گرفت. موارد اندازه گیری شده عبارتند از: درصد مواد جامد (TS)[2]، درصد مواد آلی (VS)، مقدار عناصر غذایی (N,K,P,C) ، PH، درجه حرارت، چگالی، درصد رطوبت وزنی، درصد مواد شناور و درصد شن. مشخصات کود تولیدی روزانه در مرغداریبصورت جدول ۱ می باشد.

جدول ۱- مشخصات کود تولیدی روزانه در مرغداری

درصد مواد خشک ۲۸/۰۳٪			درصد رطوبت۷۱/۹۷٪
مقدار مواد آلی در ماده خشک(درصد)	مقدار مواد شناور در ماده خشک(درصد)	مقدار شن در ماده خشک(درصد)	
۷۱/۳۸٪	۰/۴۲٪	۲۸/۰۹٪	
مقدار مواد غذایی در ماده خشک کود (درصد)			
ازت	پتاسیم	فسفر	کربن
۰/۹٪	۰/۴۲٪	۰/۳۶٪	۸/۲۴٪

۲-۳- طرح شماتیک قسمت‌های مختلف سیستم تولید بیوگاز

واحد تولید بیوگاز از محل تولید کود روزانه شروع شده و شامل قسمت‌های ذیل می‌باشد(شکل۳).



شکل ۳- طرح شماتیک قسمتهای مختلف سیستم بی هوازی

۲-۳-۱-حوضچه رسوب

1- Standard methods for the examination of wter and waste water
2- Total solid

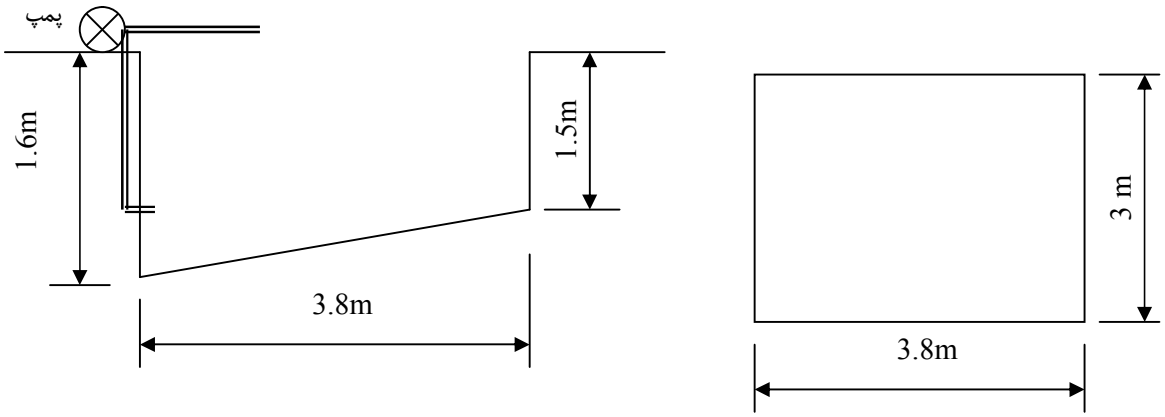
۲-۳-۱-۱- ابعاد حوضچه رسوب

کود تولیدی روزانه باید ابتدا به غلظت ۷ درصد مواد آلی رسیده و مواد شناور و شن موجود در آن به دلیل احتمال گیر کردن در سیستم جدا گردد. برای این منظور می‌بایست ۱/۷۹ برابر مواد روزانه یعنی ۹۸۷۲/۵ کیلوگرم (لیتر) آب به مواد اضافه گردد. یعنی مجموعاً روزانه ۱۵۳۷۴/۶ کیلوگرم محلول داخل مخزن، وارد می کنیم. طبق قسمت ۲-۲ چگالی مواد روزانه $1.067\ {}^{gr}/_{Cm^3}$ تعیین شد. در نتیجه حجم مواد روزانه ۱۴۴۰۸/۶ لیتر خواهد بود. بادرنظر گرفتن ۲۰ درصد ضریب اطمینان، حجم حوضچه رسوب ۱۷/۲۹ مترمکعب می‌شود.

جنس حوضچه از بتن ضد سولفات و ابعاد و طرح آن در شکل شماره ۴ آمده است.

۲-۳-۲- هاضم (رآکتور)

۲-۳-۲-۱- ابعاد و طرح هاضم



شکل ٤- ابعاد وطرح حوضچه رسوب، تصویر جانبی (چپ) و تصویر از بالا (راست)

حجم هاضم از رابطه ذیل محاسبه می‌گردد [۴].

$$V_D(lt) = S_d({}^{lt}/_{day}) \cdot RT(day)$$

V_D: حجم هاضم

S_d: مواد روزانه تولیدی

RT: زمان ماندگاری

درنتیجه برای تعیین حجم هاضم خواهیم داشت:

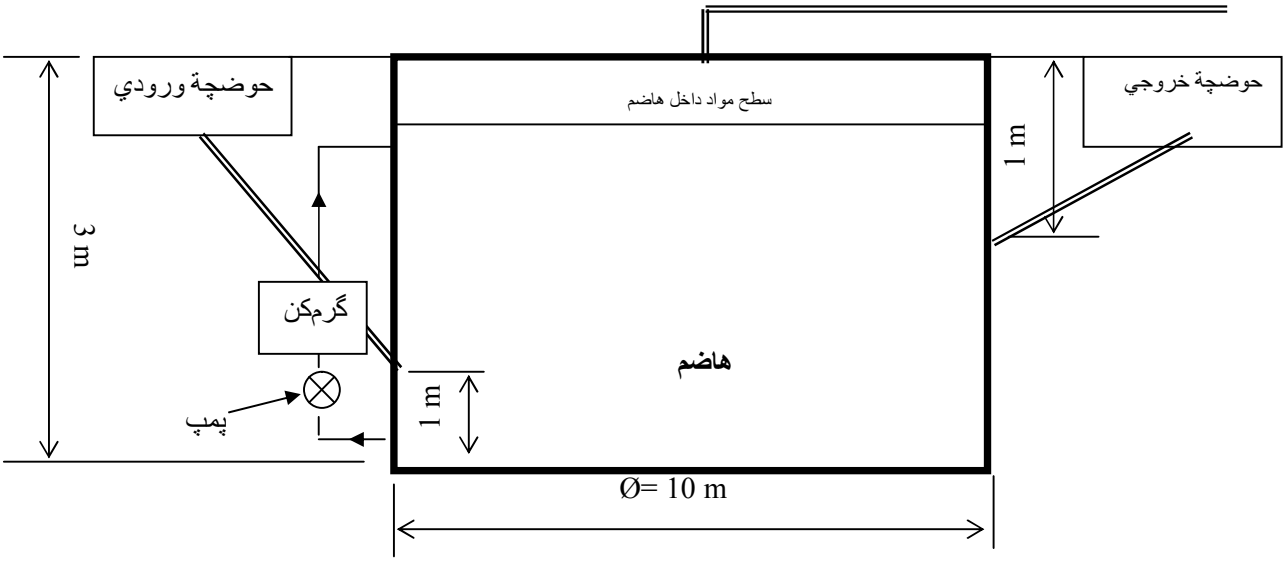
$$V_D = 14408.6 \cdot 13 = 187311.8(lt)$$

بادر نطر گرفتن ۰/۲ضریب اطمینان حجم مخزن خواهد شد:

$$V_D = 187311.8 \cdot 1.2 = 224774.16(lt)$$

جنس هاضم از بتن ضد سولفات با عایق‌کاری در کف و دیواره‌ها می‌باشد. شکل هاضم به‌صورت استوانه‌ای است و سقف آن به‌صورت ثابت می‌باشد. به‌خاطر سردسیر بودن منطقه هاضم در داخل زمین قرار می‌گیرد (شکل۵).

همزن داخل هاضم از نوع هیدرولیکی با پمپ لجن‌کش می‌باشد [۱۰]. سیستم گرمایشی از نوع گرم‌کن خارجی می‌باشد [۱۰].



شکل ۵- طرح و ابعاد رآکتور به همراه سیستم هیتر و همزن آن

۲-۳-۳- مخزن گاز

۲-۳-۳-۱- حجم مخزن گاز

مخزن گاز از نوع شناور و به شکل استوانه می‌باشد و جنس آن از ورق‌های فولادی با لایه‌ای از رنگ که قسمت داخلی آن پوشش داده می‌شود [۵].حجم مخزن به مقدار و شدت گاز تولیدی روزانه، بستگی دارد.

۲-۳-۳-۱-۱- محاسبه حجم گاز تولیدی رو انه

با توجه به نتایج قسمت ۲-۲ الف مقدار گاز تولیدی به ازای یک کیلوگرم مواد آلی ۳۲۰ لیتر گاز تولیدی خواهیم داشت. به دلیل این‌که روزانه ۱۰۷۶/۲ کیلوگرم مواد آلی در مرغداری تولید می ش د، در نتیجه میزان گاز تولیدی روزانه در رآکتور ۳۴۴۳۸۴/۴ لیتر خواهد شد.

میزان گاز تولیدی در ساعت ۱۴۳۴۹/۶ لیتر خواهد ود. با توجه به شکل۱ زمانی که موتور ژنراتور باید روشن شود، ساعت‌های ۸ صبح، ۱۲ ظهر و ۱۶ بعداز ظهر می‌باشد. بیشترین زمانی که از گاز استفاده نمی‌شود ۱۶ ساعت می‌باشد، در نتیجه در این مدت ۲۲۹/۵۹ مترمکعب گاز تولید می‌گردد که مخزن باید گنجایش آن را داشته باشد. مقدار ۲۰ درصد نیز برای اطمینان به این مقدار می‌افزاییم که ۲۷۵/۵ خواهد شد.

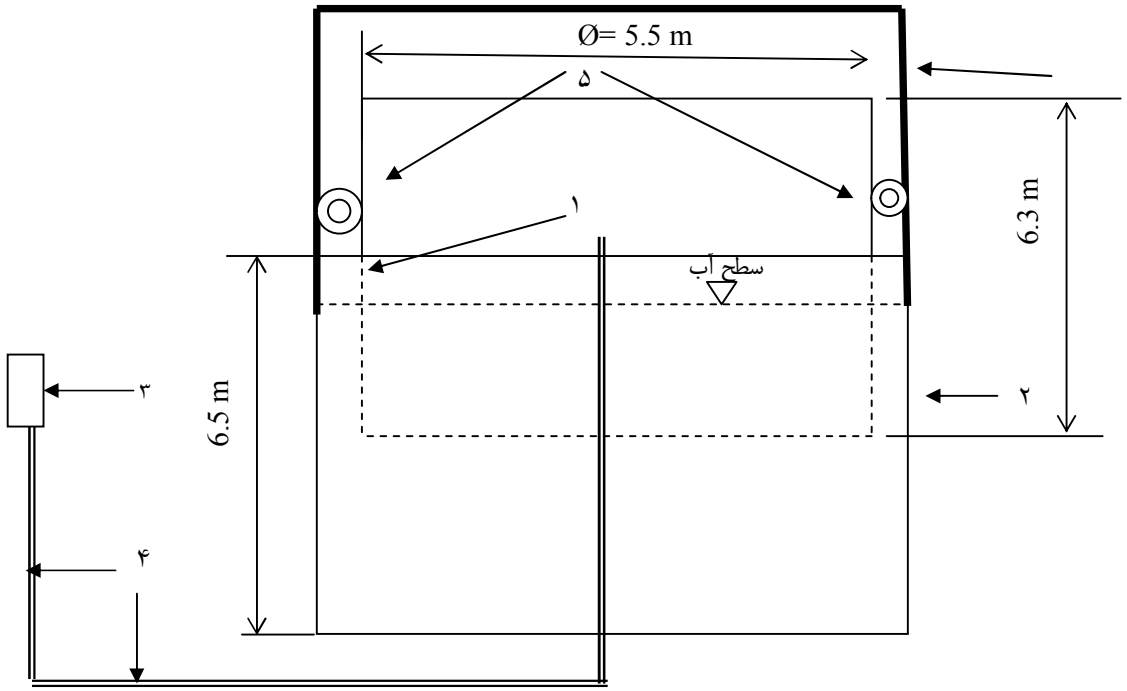
۲-۳-۳-۲- ابعاد مخزن گاز

به‌دلیل این‌که حجم گاز تولیدی زیاد است از دو مخزن برای نگهداری گاز تولیدی استفاده می‌نماییم. در نتیجه حجم هر مخزن ۱۳۷/۷۲ متر مکعب می‌باشد. برای این‌که فشار داخل مخزن گاز از ۶سانتیمتر آب تجاوز نکند که این‌مقدار معادل۰/۰۶ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع است [۵] می‌بایست ابتدا وزن استوانه شناور محاسبه شود و سپس سطح مفید برای تأمین فشار لازم، تعیین گردد. از ورق‌های موج‌دار گالوانیزه (شیروانی) و با ضخامت ۲میلیمتر استفاده می‌گردد. وزن هر متر مربع ۶/۳کیلوگرم می‌باشد.

برای حجم مورد نظر می‌توانیم دو مخزن هرکدام به قطر ۵/۵ متر و ارتفاع ۶/۳ متر بسازیم. برای این مقدار ۱۳۲/۵متر ورق نیاز داریم که معادل ۸۳۵ کیلوگرم وزن دارد. در نتیجه مقدار فشار تولیدی ۰/۰۶۳ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع خواهد شد (شکل۶).

استوانه ثابت باید کمی بزرگتر از استوانه شناور باشد. قطر استوانه ثابت ۵/۸ متر و ارتفاع آن ۶/۵ متر می‌باشد. ارتفاع آب داخل مخزن ثابت ۵/۸ متر است. در نتیجه فشار تولیدی ۵۶۸۴۰ می‌باشد، که لازم است ضخامت ورق‌ها را مقداری در نظر بگیریم که تحمل فشار تولیدی را داشته باشد.

شکل ٦- نمای مخزن ذخیره گاز و قسمت‌های مختلف آن



۱- استوانهٔ شنـور ۲- استوانهٔ ثابت و مخزن آب ۳- مشعل ۴- لوله‌های انتقال گاز ۵- چرخ‌های هدایت کننده استوانه شناور ۶- میله‌های نگهدارنده استوانه شناور

۲-۳-٤- موتور ژنراتور

موتور ژنراتور موجود در مرغداری از نوع دیزلی با توان خروجی ۱۲۱ الی ۱۳۹ اسب بخار می‌باشد. گاز تولیدی روزانه باید برای روشن‌کردن موتور ژنراتور مورد استفاده قرار گیرد. برای این منظور می‌بایستی موتور دستگاه موجود را دوگانه‌سوز نماییم، یعنی موتورژنراتور با دو نوع سوخت دیزل و بیوگاز همزمان کارکند و ۲۰درصد انرژی مصرفی از دیزل و ۸۰ درصد از بیوگاز تأمین شود. دراین صورت بازدهی موتور از ۳۵ درصد به حدود ۳۰ درصد کاهش می‌یابد.

۲-۳-٤-۱- محاسبه مدت زمان روشن بودن ژنراتور در روز

با استفاده از رابطه ذیل می‌توان مدت زمان روشن بودن موتورژنراتور را تخمین زد:

$$OT = \frac{EV}{G}$$

OT: مدت زمان روشن بودن موتور(ساعت)

EV: حجم مؤثر (متر مکعب)

G: شدت سوخت مصرفی (m^3/h)

مقدار G از رابطه ذیل تعیین می‌گ دد [۱۱].

$$G = \frac{T(KW)}{Y \cdot X(KW.h/m^3)}$$

ارزش حرارتی متان ۹/۹۴ کیلووات ساعت بر متر مکعب می‌باشد. چون بیوگاز تولیدی ۵۷ درصد متان دارد پس ارزش حرارتی بیوگاز تولیدی(X) ۵/۶۶۵۸ می‌باشد. روزانه ۳۴۴/۳ متر مکعب گاز تولیدی داریم که از این مق ار ۴۵ درصد در زمستان و ۱۸ درصد

در تابستان صرف گرم‌کردن هاضم می‌شود [۵]. در نتیجه در زمستان ۱۸۹/۳۸۵ و در تابستان ۲۸۲/۳۲۶ متر مکعب گاز قابل استفاده برای تولید انرژی الکتریکی داریم.

$$G = \frac{(80 \cdot 0.8)}{(0.3)(5.6658)} = 37.65 m^3/h$$

$$OT = \frac{189.385}{37.65} = 5h$$

مدت روشن بودن روزانه موتور ژنراتور در زمستان

$$OT = \frac{282.326}{37.65} = 7.49h$$

مدت روشن بودن روزانه موتور ژنراتور در تابستان

مدت زمان روشن بودن موتور ژنراتور به ازای یک ساعت گاز تولیدی در زمستان ۱۲/۵ و در تابستان ۱۸/۷ دقیقه می‌باشد.

۲-۳-۵- بسترهای لجن خشک‌کن

در بسترهای خشک‌کن، از یک سیستم زهکش در کف آن برای جدا کردن آب لجن استفاده می‌گردد. برای محاسبه سطح مورد نیاز برای بسترهای لجن خشک‌کن از رابطه ذیل استفاده می‌گ دد [۹].

$$T = T_1 + T_2 = T_1 + \frac{30 \cdot H \cdot SS_O}{(a \cdot E) - (b \cdot R)} \left(\frac{1}{SS_1} - \frac{1}{SS_2}\right)$$

T_1: مدت زمانی که در آن لجن آب خود را به صورت زهکشی از دست می‌دهد (۱۰ روز).

H: ارتفاع لجن در بستر لجن خشک‌کن هنگام ورود به آن(Cm).

SS_O: درصد مواد جامد لجن هنگام ورود به بستر.

E: شدت تبخیر برحسب سانتیمتر بر ماه.

a: ضریب تصحیح (۰/۷۵).

R: شدت بارندگی برحسب سانتیمتر در ماه.

b: ضریب تصحیح اثر بارندگی (۰/۵۷).

SS_1: درصد مواد جامد در انتهای زمان T_1.

SS_2: درصد مواد جامد در انتهای زمان T یعنی هنگامی‌که بخواهیم آن‌را به بیرون حمل نماییم(۰/۸۵).

$$T = 10 + \frac{30 \cdot 60 \cdot 0.04}{(0.75 \cdot 4.02) - (0.57 \cdot 2.19)} \left(\frac{1}{0.2} - \frac{1}{0.85}\right) = 165.6 \cong 166 day$$

روزانه پس از فرآیند تخمیر، لجن با ۴/۵ درصد مواد جامد خواهیم داشت. یعنی

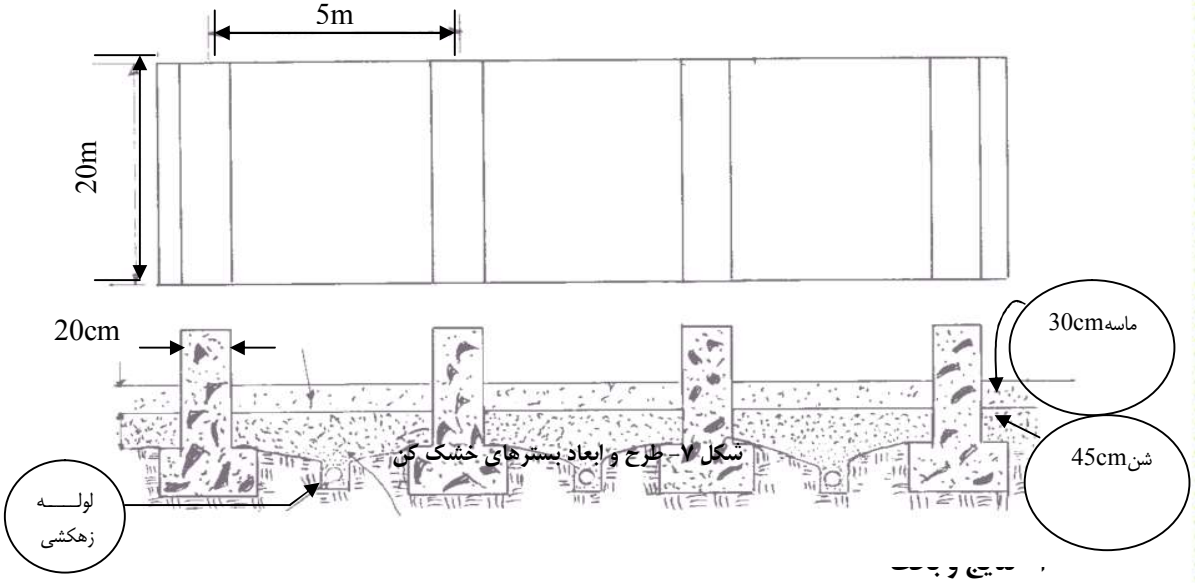
$$15374.691 \cdot \%4.5 = 624.21 Kg.TS/day$$

$$624.21 \cdot 166 = 103618.86 Kg$$

تقریباً معادل ۱۰۳ مترمکعب مواد خشک روزانه است. بادرنظر گرفتن ۲۰درصد ضریب اطمینان ۱۲۴ مترمکعب خواهیم داشت. چون ارتفاع کود خشک شده می‌بایست کمتر از ۶۰ سانتیمتر(حدود ۴۰ سانتیمتر) باشد [۹]. میزان سطح کود خشک‌کنی مورد نیاز خواهد شد:

$$\frac{124}{0.4} = 310 m^2$$

به‌خاطر این‌که پهنای بسترهای خشک‌کن ۵ متر در نظر گرفته شده ست. پس طول آن ۶۲ متر است. می‌توان از سه ردیف به‌طول ۲۰ متر استفاده نمود (شکل۷).



شکل ۷- طرح و ابعاد بسترهای خشک کن

۳-۱- مقدار انرژی مصرفی روزانه در دوفصل تابستان و زمستان در مرغداری مذکور به صورت ذیل خواهد بود.

جدول شماره ۲- مقدار انرژی مصرفی روزانه مرغداری

ردیف	نوع انرژی	تابستان (مگاژول)	درصد	زمستان(مگاژول)	درصد
۱	الکتریکی	۳۳۵۹/۵	۹۳/۸	۲۳۹۵/۷	۵/۸
۲	شیمیایی	۱۲۴/۶۶	۳/۵	۳۸۵۶۳/۸۸	۹۳/۹
۳	بیولوژیکی	۹۴/۵۸	۲/۷	۹۴/۵۸	۰/۳

۳-۲- با توجه به اینکه در زمستان ۱۸۹/۳۸۵ متر مکعب و در تابستان ۲۸۲/۳۲۶ متر مکعب بیوگاز با ۵۷ درصد متان و ارزش حرارتی ۲۰/۳۹ مگاژول در هر متر مکعب و راندمان موتور ۳۰٪ و راندمان ژنراتور ۸۵٪ مقدار انرژی الکتریکی تولیدی روزانه ۹۸۴/۱۷ مگاژول در زمستان و ۱۴۶۷/۹۳ مگاژول در تابستان، خواهد شد. یعنی در تابستان ۴۳/۵٪ و در زمستان ۴۱٪ انرژی الکتریکی مصرفی، صرفه جویی خواهد شد.

۳-۳- قبل از احداث سیستم تجزیه بی هوازی، مقدار انرژی الکتریکی مصرفی روزانه به ازای هر قطعه مرغ در تابستان ۵۵/۹ کیلوژول و در زمستان ۳۹/۹ کیلوژول می باشد. در صورتیکه سیستم مذکور احداث گردد مقدار آن در تابستان ۳۱/۵ کیلوژول و در زمستان ۲۳/۵ کیلوژول خواهد شد.

۳-۴- با توجه به اینکه مقادیر TS و VS نشان دهنده مقدار آلایندگی می باشند. کاهش مقدار آنها طبق جدول زیر پس از اجرای سیستم تجزیه بی هوازی، دلیل بر کاهش مقدار آلودگی کود تولیدی است.

جدول ۳- مشخصات مواد ورودی و خروجی رآکتور			
	حداقل	میانگین	حداکثر
VS ورودی	۷/۰۱	۷/۴	۸/۱۲
VS خروجی	۲/۶۹	۳/۵۳	۴/۶۲
کاهش VS%	۳۵/۲	۵۲/۴۶	۶۶/۸
TS ورودی	۱۰/۰۵	۱۰/۰۵	۱۰/۲۰
TS خروجی	۳/۷۲	۴/۰۶	۴/۳۶
کاهش TS%	۵۶/۶۸	۵۹/۵۵	۶۶/۵

۳-۵- کودهای تولیدی پس از جمع آوری از بسترهای لجن خشک کن که رطوبت آن حدود ۱۵٪ می رسد را می توان بصورت بسته بندی (برای حمل و نقل راحت تر) تهیه نمود. با توجه به اینکه مقدار مواد غذایی (N,K,P) قابل جذب برای گیاه، پس از تجزیه بی هوازی، بیشتر از کود تازه است، می توان از آن به عنوان کود غنی تر و با آلودگی کمتر در مزارع استفاده نمود.

پیشنهادات

۱- به دلیل اینکه در مرغداری ها از آنتی بیوتیک ها استفاده می گردد و نسبت C به N کودهای مرغداری کم است، بهتر ست برای انجام تجزیه بی هوازی، آنها را با مواد آلی دیگر مثل کودهای گاوی، ترکیب نمود.

۲- کو ژنراتورها به دلیل داشتن بازدهی بیشتر از ۸۰ درصد برای جاهایی که امکان دسترسی به شبکه برق سراسری میسر نیست می توان استفاده نمود.

۳- پیشنهاد می گردد جهت بهره وری انرژی و جلوگیری از آلودگی محیط زیست، از سیستم تجزیه بی هوازی در دامداری ها و مرغداری های کشور استفاده گردد. در صورت تبدیل بیوگاز به الکتریسیته، برای کاهش بار شبکه سراسری برق کشور، ژنراتور را در زمان پیک مصرف روشن نمود.

منابع

۱- الماسی، م. ۱۳۸۱. درسنامه مدیریت انرژی. دوره کارشناسی ارشد مکانیزاسیون، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران.

۲- بی نام، سالنامه آماری. ۱۳۸۰. مدیریت و برنامه ریزی کشور، مرکزآمار ایران.

۳- شایگان، جلال الدین و همکاران. تبدیل مواد آلی فاضلاب به گاز متان با استفاده از روشهای بی هوازی، از مجموعه مقالات اولین سمینار بیوگاز در ایران.

۴- شیخ الاسلامی، سید جواد. محاسبات، طراحی، ساخت یک مخزن تخمیر. از مجموعه مقالات اولین سمینار بیوگاز در ایران.

۵- صداقت حسینی، سید مرتضی. ۱۳۸۲. بررسی امکان استفاده از سیستم تجزیه بی هوازی یک مجتمع صنعتی تولید تخم مرغ در قزوین، پایان نامه کارشناسی ارشد، رشته مکانیزاسیون کشاورزی. دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات تهران.

۶- صفا، مجید. ۱۳۸۰. محاسبه انرژی مصرفی برای تولید یک کیلوگرم گندم در سطوح مختلف مکانیزاسیون در شهرستان ساوه. پایان نامه کارشناسی ارشد، رشته مکانیزاسیون کشاورزی. دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات تهران.

۷- علی قارداشی، ابولقاسم و مهرداد عدل. ۱۳۸۰. هضم بی هوازی زباله: شیوه ای نو برای دفع مواد زائد جامد فساد پذیر و تولید انرژی. نشریه انرژی ایران. سال ششم. شماره ۱۲. اسفند ماه.

۸- مرندی، عمید و همکران. ۱۳۷۸. بررسی امکان استفاده از بیوگاز در ایران. از مجموعه مقالات دومین همایش ملی انرژی.

۹- منزوی، م، ت. ۱۳۸۱، فاضلاب شهری، جلد دوم، تصفیه فاضلاب شهری. چاپ دهم، انتشارات دانشگاه تهران.

10- Hobson, Peter n and et, al. 1993. Anaerobic digestion modern theory and practice. London and Newyork: Elsevier applied science.

11- Fry, L john. Methan digesters for fuel gas and fertilizer.