بررسی میزان تولید بیوگاز از ضایعات خانگی میوه در تلفیق با کود دامی به دو روش غیر پیوسته و نیمه پیوسته(۴۷۶)

علیرضا دعاگویی [۱] ، احمد غضنفری [۲]

چکیده

هر ساله میلیون ها تن از محصولات کشاورزی در جهان به صورت ضایعات خانگی و کشاورزی، به دلیل عدم استفاده مناسب سوزانیده و یا در خاک مدفون گردیده تا ازبین بروند، که این کار خود در بیشتر موارد سبب فرسایش و آسیب رسانیدن به محیط زیست می شود. ضایعات خانگی، کشاورزی، دامداری ها و ... با حجم عظیمی از تولید، دارای پتانسیل بسیار بالایی در چرخه انرژی تجدید پذیر بوده و می انند بیشتر مورد توجه واقع شوند. در این مقاله سعی شده پتانسیل تولید بیوگاز از ضایعات خانگی میوه و ضایعات دامی (گاوی)، به صورت تنها و در ترکیب با یکدیگر، به دو روش غیر پیوسته و نیمه پیوسته مورد بررسی قرار گیرد. آزمایش ها در ۵ رآکتور مختلف، از نظر حجم و ترکیبات مواد بکار رفته و همچنین تاثیر تازه و کهنه بودن مواد آلی، و با تغییر pH محیط در دو رآکتور، در ۵ مرحلهٔ مختلف انجام و میزان بیوگاز تولیدی توسط دستگاه اندازه گیر حجم گاز، که به روش جابه جایی حجم آب کار می کرد، اندازگیری گردید. بررسی ها نشان دادند که تزریق روزانهٔ مقداری مواد آلی (ضایعات میوه)، سبب تولید حجم قابل توجهی گاز در مدت زمان طولانی خواهد بود. به طوریکه بیشترین میزان تولید بیوگاز در روش نیمه پیوسته، در ترکیب ضایعات کهنه میوه و ضایعات دامی، بعد از افزایش pH محیط و برابر ۲۷۷۵ میلی لیتر حاصل شده است. ماکزیمم بیوگاز تولیدی در روش غیر پیوسته نیز متعلق به ترکیب ضایعات کهنهٔ میوه و دامی، برابر ۲۸۳۰ میلی لیتر، در روز دوم آزمایش اتفاق افتاد. آزمایش های صورت گرفته نشان دادند که ضایعات میوه و ضایعات دامی به تنهایی قادر به تولید بیوگاز، به میزان بالا و قابل توجهی نمی باشند ولی این دو در تلفیق با یکدیگر مقدار قابل توجهی گاز را متصاعد می کنند .

کلیدواژه: بیوگاز، هضم بی هوازی، ضایعات میوهٔ خانگی، ضایعات دامی، روش نیمه پیوسته

۱– دانشجوی کارشناسی ارشد، بخش مهندسی مکانیک ماشین های کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، پست الکترونیک: Doaguie@yahoo.com
۲– دانشیار، بخش مهندسی مکانیک ماشین های کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

مقدمه

بیوگاز منبعی تمیز و تجدید پذیر است که بویژه در مناطق روستایی می تواند بعنوان یک جانشین مناسب به جای منابع مرسوم انرژی مانند نفت و سوخت های فسیلی که دارای مشکلات زیست محیطی و حمل ونقل بوده و همچنین با سرعت زیاد در حال تمام شدن هستند ؛ محسوب شود. در مناطق روستایی و حومه شهرهای توسعه یافته انواع بسیاری از منابع سلولزی (ضایعات دامی، خانگی، بقایای کشاورزی و گیاهی و ...) به مقدار زیاد یافت می شود که دارای پتانسیل بالایی جهت فراهم ساختن درخواست انرژی ؛ بخصوص در بخش های کوچک خانوادگی می باشند. در کشورهایی نظیر هند ، هفتاد درصد از مردم در حاشیه شهرها و مناطق روستایی ساکن بوده و یکی از چاره های پیشنهادی جهت پخت وپز وتولید حرارت ... آنها استفاده از بیوگاز می باشد که به راحتی از طریق یک هضم کننده بی هوازی واز ضایعات کشاورزی و خانگی آنها مانند ضایعات دامی بدست می آید .

تولید بیوگاز یک فرآیند بیولوژیکی است که پس از جمع آوری و فرآوری اولیه مواد آلی مانند پسمانده های دامداری ها ، مزارع و... در یک مخزن (اصطلاحاً رآکتور) و یا چاله برای مدت زمان معین، تخمیر بی هوازی توسط باکتری های بی هوازی بر روی آنها صورت گرفته و گازهای مختلفی از جمله CH4 (۵۰-۷۵٪) ، CO2 (۲۵-۵۰٪) ، N2 (۰-۱۰٪) ، H2 (۰-۱٪) ، H2S (۰-۳٪) و O2 (۰-۲٪) حاصل می شود که پتانسیل تولید انرژی این عمل متعلق به گاز متان (CH_4) می باشد که جمع آوری و در مخازن تحت فشار نگهداری می شود تا در مکان و زمان مناسب یا به صورت مستقیم برای مصارف گرمایی ، روشنایی و یا تولید الکتریسیته بوسیله راه اندازی ژنراتورها بکار گرفته شود. علاوه بر متان، لجن بجا مانده از این فرآیند که شامل موادی نظیر فسفر ، پتاس و سایر مواد معدنی تغییر نیافته ؛ ترکیبات ازته مانند نیترات ها و یا آمونیاک محلول ؛ ترکیبات آلی و هوموس که شامل مواد آلی نیمه تجزیه شده و لاشه باکتری ها است نیز می تواند به عنوان یک کود مناسب جهت مصارف زراعی استفاده گردد.

بطور کلی یک تبدیل بیولوژیکی بی هوازی بر روی مواد آلی ؛ جهت تولید بیوگاز در سه مرحله اتفاق می افتد ۱) فعالیت آنزیم هایی که نقش تبدیل مواد حل نشدنی آلی و ترکیبات مولکولی با پیوندهای زیاد شامل لیپید ها، پلی ساخارید ها، پروتئین ها، چربی ها ،نوکلیک اسید ها و... را به مواد حل شدنی و سلول های کربن شامل مونوساخارید ها، آمینواسیدها ودیگر اجزا ساده آلی و مناسب، به منظور استفاده در تولید انرژی را بر عهده دارند. این مرحله هیدرولیز نامیده می شود و توسط باکتریهای بی هوازی شامل باکتریسید ،کلوستریدیا و باکتری های گوناگون دیگری نظیر استریپتوکوک ها و ... انجام می پذیرد. ۲) اسیدوژنیسیس ، گروه دیگری از میکروارگانیزم های تخمیر کننده ، مواد تجزیه و شکسته شده قبلی را به اسید استیک، هیدروژن، دی اکسید کربن و دیگر اسید های آلی فرّار ساده کم وزن مانند اسید پروپیونیک و اسید بوتیریک تبدیل می کنند، که این اسیدها نیز سرانجام در یک چرخه مجدداً به اسید استیک تبدیل می شوند. ۳) اسید استیک، هیدروژن ودی اکسید کربن های تولیدی توسط باکتری های متانوژنیک به مخلوطی از متان و دی اکسید کربن تبدیل می شوند.

واضح است که یکی از بزرگترین اهداف در تحقیقات مربوط به بیوگاز ، تلاش در جهت تولید بیشتر گاز متان می باشد . عوامل زیادی بر این میزان تاثیر دارند که از مهمترین آنها می توان از درجه حرارت محیط ، pH ، اندازه ذرات، نسبت C/N ، استفاده از افزودنی های آلی و معدنی،تغذیه و تزریق روزانهٔ مواد آلی، فیلتر کردن و استفاده مجدد از مواد مایع درون سیستم نام برد.

حرارت بالاترین نقش را در تولید بیوگاز ایفا می کند. بطور کلی یک تخمیر بی هوازی در سه فاز ارتی : سیکرو فیلیک (<۳۰°) ؛ مزو فیلیک (۳۰-۴۰°) و ترموفیلیک (۵۰-۶۰ درجه سانتیگراد) قابل اجرا است. بیشتر فعالیت تخمیر کننده های بی هوازی در حدوده مزو فیلیک و ترموفیلیک انجام می پذیرد؛ اما آزمایش ها نشان می دهند که بیشترین مقدار گاز تولیدی در محدوده دمایی مزوفیلیک حاصل می شود. [1]

pH نیزکه یکی از فاکتورهای تاثیرگذار در رشد و افزایش تعداد باکتری های تخمیرکننده بی هوازی می باشد، بایستی درون یک هضم کننده در محدوده ۶/۸ – ۷/۲ ؛ توسط بهینه سازی در وارد کردن مواد به درون سیستم نگهداری شود.

در مورد اندازه ذرات مواد درون رآکتورها می توان گفت که هرچه کوچکتر باشند قادرند سطح بیشتری را جهت جذب سطحی مواد با یکدیگر فراهم کرده و افزایش فعالیت باکتری ها را در پی داشته باشند.

همچنین آزمایش های گوناگون نشان داده اند که میکروارگانیزم های فعال در هضم کننده ها ؛کربن را ۲۵ تا ۳۰ برابر سریعتر از نیتروژن مصرف می کنند. به همین علت بایستی نسبت C/N را در محدوده ۳۰-۲۰ به ۱ نگاه داشت.

تلاش های نیز جهت افزایش گاز تولیدی بر اساس استفاده از انواع مختلف افزودنی های بیولوژیکی (آلی ومعدنی) و شیمیایی ، جهت تحریک باکتری های فعال درون سیستم صورت گرفته است. افزودنی های بیولوژیکی شامل انواع مختلف گیاهان، بقایای

محصولات برداشت شده کشاورزی،ضایعات دامی و ...است که همه آنها در طبیعت و اطراف ما به وفور یافت می شوند. در آزمایشی انجام شده تولید بیو گاز ناشی از تغییر نسبت بین ترکیب ضایعات دامی(گوسفندی و بزی) و ضایعات کنجاله زیتون مورد بررسی قرار می گیرد. در مجموع نشان داده شد که با افزایش مقدار کنجاله مقدار گاز تولیدی کمتر می شود که ارتباط مستقیم با کاهش pHوEC محیط آزمایش داشت. تولید بیوگاز همچنین بامقدار لیگنوسلولزهای موجود درکنجاله رابطه معکوس داشت.[4]

میزان بیوگاز تولیدی بسیار زیاد به میزان تغذیه روزانهٔ مواد آلی به درون رآکتورها بستگی دارد. در آزمایشی انجام گرفته، میزان متان تولیدی با کاهش میزان تغذیه مواد آلی ، افزایش یافت و در یک بررسی دیگر زمانیکه میزان تغذیه مواد آلی از Kg/day ۳۴۶ به Kg/day ۱۰۳۰ افزایش یافت ، میزان بیوگاز تولیدی نیز از ۶۷ به m3/day ۲۰۲ افزایش پیدا کرد .[1]

استفاده از یک فیلتر و استفاده مجدد از مواد مایع درون سیستم نیز سبب بازگشت دوباره باکتری های سودمند به درون سیستم و افزایش جمعیت آنان در یک حجم ثابت می گردد. در آزمایشی افزایش ۶۰ تا ۶۵ درصدی گاز تولیدی در یک حجم یک متر مکعبی به علت استفاده از یک چرخه ساده جدا کن مواد از مایع برگشتی دیده شده است.[1]

با توجه به مطالب ذکر شده و اهمیت موضوع بیوگاز در زندگی امروزه، در این مقاله سعی شده در پنج رحله به بررسی میزان تولید بیوگاز از ضایعات خانگی میوهٔ و کود گاوی، به تنهایی و در ترکیب با یکدیگر، پرداخته و اثر شرایط حرارتی، pH ، تازه یا کهنه بودن مواد آلی و تزریق روزانه مواد آلی را بر میزان بیوگاز تولیدی بررسی نمائیم.

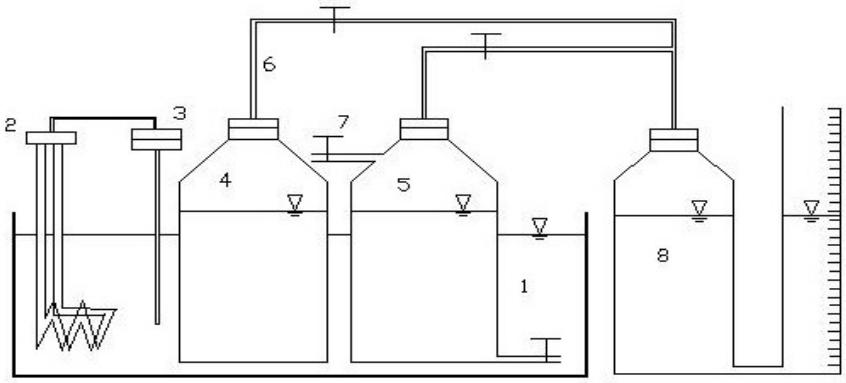
مواد و روش ها:

در ابتدا حدود ۱۰ کیلوگرم ضایعات (کود) گاوی خشک تهیه و آنها را با کوبیدن به قطعات ریز تبدیل کردیم. سپس ۵ کیلوگرم از ضایعات میوهٔ خانگی که شامل پوست میوه‌های پرتقال، سیب درختی ، موز ، میوه های فاسد شده و ... بود را به محیط آزمایشگاه منتقل و آنها را جهت همگن شدن ،در یک چرخ گوشت چرخ کرده و مواد حاصله کاملاً با هم مخلوط شدند.

۵ رآکتور پلاستیکی با اختصارهای R1 ، R2 ، R3 ،R4 وR5 و با حجم‌های ۵ ، ۴، ۳/۵، ۱/۵و ۱/۵ لیتری ساخته شد (شکل ۱). و از هر کدام در یک مرحله آزمایش استفاده گردید. در رآکتورهای R1 و R2 فقط یک لولهٔ پلاستیکی جهت انتقال گاز تولیدی به بیرون و در بقیه علاوه بر لولهٔ انتقال گاز ، دو لوله پلاستیکی یکی در بالای ظرف و دیگری در پائین آن جهت وارد و خارج کردن مواد تعبیه و همهٔآنها به درپوش پلاستیکی مجهز گردیدند. یک ظرف به ابعاد (۲۳× ۳۵×۵۰) تا نیمه از آب پر شده و درون آب یک هیتر الکتریکی مجهز به ترموستات قرار داده شد. درجه ترموستات نیز بر روی ۳۵ درجه سانتیگراد (متعلق به بازه مزوفیلیک و ثابت در تمام مراحل) تنظیم گردید. این ظرف که اصطلاحاً حمام آب گرم نامیده میشود ، دمای لازم جهت فعالیت میکروارگانیزم های مربوطه را فراهم می کند.

جهت اندازه گیری گاز تولیدی از یک استوانه مدرج و یک مخزن آب استفاده گردید که از طریق جابجایی مایع، حجم گاز اندازه گیری شد (شکل ۱). این وسیله حجم گاز تولیدی را بر حسب میلی لیتر و بر اساس روش جابجایی آب نشان می دهد. در این روش که از دو ظرف مرتبط استفاده می شود ، گاز وارد گشته به درون ظرف اول باعث جابجایی آب هم حجم خود در داخل ظرف دوم می شود که به علت مدرج بودن و تماس با جو ، میزان جابجایی آب (حجم گاز تولیدی) را نشان میدهد.

جهت بررسی تولید بیوگاز با استفاده از ترکیب ضایعات میوه و کود گاوی به روش غیر پیوسته ، ۱ کیلوگرم از ضایعات میوه به اضافه ۰/۵ کیلوگرم کود گاوی را درون رآکتور R1 ریخته ، ۱/۵ لیتر آب آشامیدنی به مخلوط اضافه ، درب آن بسته و اطراف درب ، لوله‌های خروجی و ورودی (جهت نشت نکردن گاز) کاملاً آب بندی گردید. مخلوط درون رآکتور به مدت چندین دقیقه، جهت تماس بهتر مواد با یکدیگر ، کاملا بهم زده شده و رآکتور درون حمام آب گرم قرار گرفت. این آزمایش تا هنگام متوقف شدن کامل تولید بیوگاز ادامه یافت. . باقیمانده ضایعات میوه نیز درون یک نایلون شفاف ریخته شده و در دمای محیط ، ۲۲ درجه سانتیگراد ، جهت مرحله دوم آزمایش قرار گرفت. لازم به ذکر است که در روش غیر پیوسته تا پایان یافتن پتانسیل تولید بیوگاز مواد درون رآکتور ، درب آن باز نشده و هیچگونه مواد جدید به درون آن تزریق نمی شود.



شکل ۱ : (۱) حمام آب گرم، (۲) هیتر الکتریکی، (۳) ترموستات، (۴) رآکتور غیر پیوسته، (۵) رآکتور نیمه پیوسته، (۶) لولهٔ خروج گاز، (۷) لولهٔ ورودی مواد، (۸) دستگاه اندازه گیری حجم گاز

در مرحلهٔ بعد اثر تازه یا کهنه بودن ضایعات میوه و تغییر pH محیط درون رآکتورها بر بیوگاز تولیدی به روش غیرپیوسته مورد آزمایش قرار گرفت. بدین جهت ۱ کیلوگرم از ضایعات تازهٔ میوه مجدداً به روش مرحله اول آماده شد. سپس رآکتور R2 از ۷۰۰ گرم ضایعات میوهٔ باقیمانده (کهنهٔ ۹ روز مانده) از مرحله اول آزمایش به اضافهٔ ۵۰۰ گرم کود گاوی و ۱/۵ لیتر آب و رآکتور R3 از ۷۰۰ گرم ضایعات تازهٔ میوه به اضافهٔ ۵۰۰ گرم کود گاوی و ۱/۵ لیتر آب پر گردیدند. سپس محتویات درون R1 بمدت چندین دقیقه بهم زده شده و به میزان ۳۰۰ گرم از مخلوط مواد درون آن، بطورجداگانه به درون هر ۲ رآکتور R2 و R3 (مجموعاً ۶۰۰ گرم) به منظور تسریع در شروع عملیات هضم و فراهم کردن شرایط تولید بیشتر باکتری‌های مخصوص عمل هضم، تزریق گردید. درب هر ۲ رآکتور کاملاً بسته و آب بندی گردیده و درون حمام آب گرم قرار داده شدند. در طی انجام عملیات هضم به علت وجود یک فاز اسیدی، pH محیط کاهش می‌یابد که این خود سبب کاهش کارایی سیستم و تولید کمتر بیوگاز می‌گردد. به منظور بررسی اثر pH بر تولید بیوگاز پس از گذشت ۶ روز از شروع مرحله دوم آزمایش که تولید بیوگاز کاهش یافته بود (R2 و R3) ، مقدار ۳۰ گرم بی کربنات سدیم جهت افزاش میزان pH محیط به درون رآکتور R2 ریخته شد. چون اضافه کردن یک قلیا به درون یک محیط اسیدی سبب تولید گاز CO2 می‌گردد و ممکن بود اثر ایجاد این گاز در اندازه گیری میزان بیوگاز تولیدی رآکتورها خطا ایجاد کند، پس از اضافه کردن بی کربنات سدیم بدرون R2 مخلوط درون رآکتور بخوبی بمدت چندین دقیقه بهم زده شده و Co2 تولیدی در آن تخلیه گردیده و مجدداً رآکتور درون ظرف آب قرار گرفت.[2]

مرحلهٔ سوم آزمایش به بررسی تولید بیوگاز از ضایعات میوه به تنهایی و بدون اضافه کردن کود گاوی به روش غیر پیوسته و اثر تغییر pH محیط می پردازد. در این قسمت رآکتور R4 از مخلوط ۲۰۰ گرم ضایعات باقیمانده از مرحله اول آزمایش (کهنهٔ ۹ روز مانده) به اضافه ۳۰۰ گرم از ضایعات تازهٔ میوه از مرحله دوم آزمایش و ۳۰۰ میلی لیتر آب پر گردید (بدون اضافه کردن کود گاوی). سپس به میزان۳۰۰ گرم از مخلوط مواد درون R1 نیز به درون R4 (به منظور تسریع در شروع عملیات هضم) تزریق گردید. درب رآکتور کاملاً بسته و آب بندی گردیده و به همراه R2 و R3 درون ظرف آب گرم قرار داده شدند. پس از گذشت ۴ روز از شروع مرحله سوم آزمایش که تولید بیوگاز در R4 متوقف گشت، مقدار۱۰ گرم بی کربنات سدیم جهت بررسی افزاش میزان pH محیط، به درون رآکتور R4 ریخته شد.

در مرحلهٔ چهارم، تاثیر تزریق روزانهٔ مواد تازه (ضایعات میوه به تنهایی) به درون رآکتورها به روش نیمه پیوسته مورد توجه قرار گرفت . بدین علت مقدار ۲/۵ کیلوگرم از ضایعات تازهٔ میوه فراهم و پس از چرخ کردن و مخلوط کردن آنها با یکدیگر ، میزان ۲۵۰ گرم از آنها را درون ۱۰ کیسه پلاستیکی شفاف ریخته و کیسه‌ها پس از بسته شدن درب آنها درون یک ظرف پلاستیکی بزرگ درب دار گذاشته و به درون یخچال منتقل شدند.

پس از گذشت ۹ روز از شروع مراحل دوم و سوم و بعد از اندازه گیری میزان بیوگاز تولیدی رآکتورها ، محتویات درون آنها کاملاً بهم زده شده ، درب قسمت خروجی آنها باز شده و مقدار ۱ کیلوگرم از مواد درونی رآکتورهای R2 و R3 ؛ و ۰/۵ کیلوگرم از مواد R4 خارج شد. سپس یک نایلون پلاستیکی حاوی مواد تازه از یخچال خارج شده و ۱۰۰ گرم از مواد ،جداگانه بدرون R2 و R3 و

۵۰ گرم بدرون R4 ریخته شدند. مجدداً خروجی و ورودی رآکتورها بسته و درون ظرف آب قرار گرفتند. جهت مشاهده بهتر تاثیر این کار، پس از ۲ روز تزریق مواد تازه متوقف شده و بیوگاز تولیدی در طی مدت ۳ روز (بدون تزریق مواد تازه) اندازه گیری شد. پس از گذشت ۳ روز مجدداً تزریق مواد آلی آغاز گردید و این کار تا ۷ روز ادامه یافت. قابل ذکر است که در حالت نیمه پیوسته مواد آلی روزانه به درون رآکتور تزریق می‌شوند اما مواد مانده از درون رآکتور خارج نمی‌گردند.

مرحلهٔ آخر آزمایش نیز به بررسی تولید بیوگاز از کود (ضایعات) گاوی به تنهایی و بدون اضافه کردن مواد آلی، به روش غیر پیوسته تعلق دارد. بدین صورت که پس از گذشت ۱۴ روز از شروع مراحل دوم و سوم ، مقدار ۵۰۰ گرم کود گاوی، ۵۰۰ میلی لیتر آب و ۳۰۰ گرم از مواد درون رآکتور R3 (بعنوان مواد فعال و تسریع کننده آزمایش) بدرون رآکتور R5 ریخته شده و پس از بستن درب آن درون حمام آب گرم ، در کنار دیگر رآکتور ها قرار گرفت.

هر روز در یک ساعت معین میزان بیوگاز تولیدی درون رآکتورها توسط دستگاه اندازه گیری حجم گاز محاسبه گردیده ، بیوگاز حاصله سوزانیده شده و رآکتورها جهت تماس بهتر مواد با یکدیگر ، بصورت دستی تکان داده و بهم زده می شد.

نتایج و بحث :

نمودارهای ۱ تا ۵ به ترتیب ، بیانگر تغییرات تولید بیوگاز در رآکتورهای R1 تا R5 می باشند. بیشترین زمان لازم برای شروع تولید بیوگاز، مربوط به R1 می باشد که پس از ۳ روز ، تولید آغاز شد. این مورد را می توان به صرف شدن زمان، جهت تولید و تکثیر باکتری های مخصوص عمل هضم مربوط دانست. اما همانگونه که از دیگر نمودار ها پیداست، به علت تزریق مقداری (۳۰۰ گرم) از مواد داخل R1 به درون دیگر رآکتورها ،باکتری های لازم سریعاً فراهم گشته و دیگر رآکتورها از پایان روز اول شروع به تولید بیوگاز کرده اند.

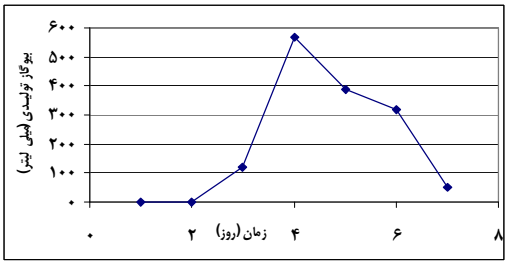
میزان بیوگاز در روزهای اولیه دارای مقدار کمی است که با گذشت زمان این مقدار افزایش پیدا کرده به نقطه ماکزیمم خود می رسد، ولی در سیستم غیر پیوسته تولید گاز پس از مدتی کاهش یافته و به اتمام می رسد. اما چنانچه تغذیهٔروزانه مواد آلی ادامه داشته باشد، تولید بیوگاز ادامه خواهد یافت .(R1, R2, R3)

در نمودار مربوط به رآکتور R2 ، ماکزیمم مقدار تولید در حالت غیر پیوسته برابر ۲۸۳۰ میلی لیتر است که در روز دوم حاصل و سپس به علت تزریق نکردن مواد جدید، رو به کاهش نهاد. جهت تست کردن تاثیر pH محیط آزمایش بر تولید بیوگاز، در روز پنجم ۳۰ گرم بی کربنات سدیم (بدون اضافه کردن مواد جدید) به درون رآکتور تزریق شد، که این کار سبب افزایش گاز تولیدی در روز ششم، به نسبت ۵ برابر روز پنجم گشت. مجدداً با کاهش یافتن گاز تولیدی، جهت بررسی تاثیر تزریق روزانهٔ مواد آلی ، به مدت ۲ روز مواد آلی (فقط ضایعات میوه) به درون R2 تزریق و بیشینهٔ تولید بیوگاز به میزان ۲۷۷۵ میلی لیتر در حالت نیمه پیوسته مشاهده گردید. سپس تزریق مواد آلی قطع شد که این کار سریعاً سبب کاهش تولید بیوگاز گردید. بار دیگر اضافه کردن مواد آلی به مدت ۷ روز ادامه یافت که باعث افزایش تولید بیوگاز در هر روز ، نسبت به روز قبل بود. بعد از این مدت نیز با پایان یافتن تزریق روزانه ، مجدداً کاهش تولید دیده شد. نتایج این اعمال در نمودار ۲ مشهود است.

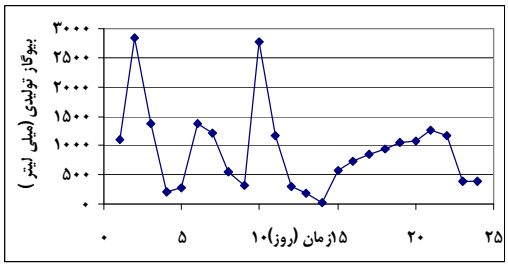
در رآکتور R3 نیز روند کلی آزمایش ها مشابه R2 است؛ اما با این تفاوت که بر خلاف R2 ، بی کربنات سدیم اضافه نگردید. مورد دیگر در مورد کاهش ناگهانی میزان بیوگاز در روز دوم است که این مورد به علت باز شدن درب رآکتور در ابتدای روز دوم می باشد، و همانگونه که در نمودار ۳ پیداست، افزایش تولید بیوگاز در روز سوم به سرعت حاصل گردید. نکته مهم قابل ذکر نبود تاثیر pH محیط بر تولید بیوگاز (بر اثر اضافه کردن بی کربنات سدیم)، بعد از تزریق مواد آلی تازه می باشد. بدین صورت که در مقایسه با R2 ، نه حتی میزان تولید بیوگاز در R3 کمتر نبود ، بلکه میزان بیشتری نیز تولید گردید. بدینگونه که ماکزیمم تولید بیوگاز در R3 در حالت نیمه پیوسته برابر ۲۴۴۵ میلی لیتر و تقریباً دو برابر بیشینهٔ تولید R2 می باشد.

نمودار ۴ عملکرد تولید بیوگاز در رآکتور R4 را بیان و مشخص می کند که ضایعات میوه به تنهایی قادر به تولید مقدار زیاد و قابل توجهی بیوگاز نمی باشد، و نیز تزریق روزانه مواد آلی تازه هم تاثیر چندانی در افزایش تولید ندارد، اما قطع کردن آن سبب قطع شدن کامل تولید بیوگاز می گردد.

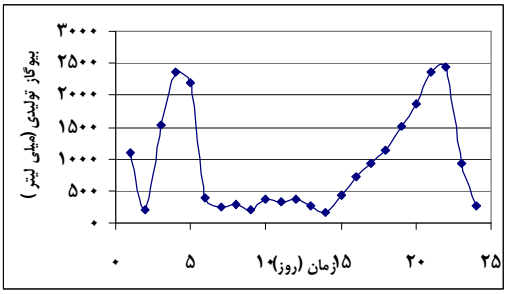
نتایج نمودار ۵، مربوط به رآکتور R5 نیز مشابه R4 ، دلالت بر تولید ناچیز بیوگاز در مقایسه با R1 , R2 و R3 و نه توانی ضایعات دامی در تولید بیوگاز،به تنهایی و در غیاب مواد آلی دارد.



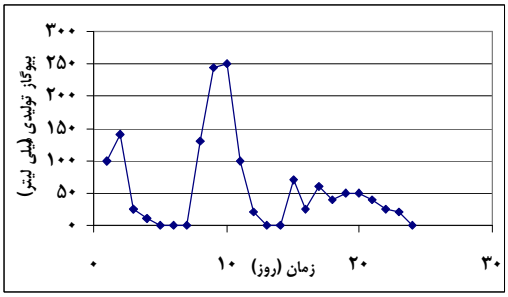
نمودار ۱- عملکرد تولید بیوگاز در رآکتور **R1**



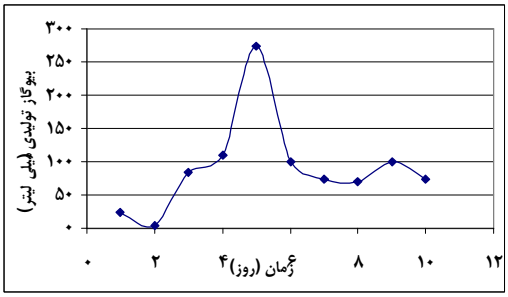
نمودار ۲- عملکرد تولید بیوگاز در رآکتور **R2**



نمو ار ۳- عملکرد تولید بیوگاز در رآکتور **R3**



نمودار ۴- عملکرد تولید بیوگاز در رآکتور **R4**



نمودار ۵- عملکرد تولید بیوگاز در رآکتور **R5**

نتیجه گیری

از عملکرد رآکتورها مشهود است که ترکیب ضایعات مواد آلی با کودهای حیوانی بیشترین تولید بیوگاز را در مقایسه با بکارگیری این مواد به تنهایی ، داراست که بایستی جهت پیدا کردن درصد مناسب ترکیب این مواد با یکدیگر، از آزمایش های کنترل شده دیگری بهره جست.

در مورد تازه یا مانده بودن ضایعات میوه نیز شاید بتوان گفت که مواد کهنه و چندین روز مانده دارای پتانسیل بیشتری در تولید بیوگاز می باشند، اما این تاثیر چنان واضح و زیاد مشاهده نشد.

تغییر pH در این آزمایش ها تاثیر چندانی در تولید بیوگاز در مراحل انتهایی نداشت، چنانچه مشاهده شد میزان تولید بیوگاز حتی در رآکتوری که اصلاح pH در آن صورت نگرفت (R3) بیشتر از نوع اصلاح شده بود. اما با توجه به آزمایش های صورت گرفته توسط سایرین، واضح است که pH نقش بسزایی را در میزان تولید ایفا می کند.

تولید بیوگاز به طور قابل توجهی به تغذیه و تزریق مواد آلی بستگی دارد. بطوریکه در یک سیستم پیوسته یا نیمه پیوسته، با تزریق روزانه مواد بدرون رآکتور ها افزایش تولید در هر روز نسبت به روز قبل مشاهده می گردد. البته تزریق روزانه و تولید بیوگاز دارای نقطهٔ بهینه وماکزیممی است که بایستی با آزمایش های دقیق تر به این مهم دست یافت.

منابع

1-Yadvika., Santosh., Sreekrishnan,T.R., Kohli S., Vineet Rana .2004 . Enhancement of biogas production from solid substrates using different techniques–a review. Bioresource Technology,v(95): 1–10

2-Koppar,A,.Pullammanappallil,P.2008.Single-stage, batch, leach-bed, thermophilic anaerobic digestion of spent sugar beet pulp.Bioresource Technology,v(99):2831-2839

3-Alvarez,R.,Liden,G.2008.Semi-continuous co-digestion of solid slaughterhouse waste,manure,and fruit and vegetable waste.Renewable Energy,v(33):726-734

4-Al_Masri, M.R.2001.Changes in biogas production due to different ratios of some animal and agricultural wastes.Bioresource Technology,v (77): 97 – 100