به کارگیری بیوماس در نیروگاه‌های تولید همزمان و بررسی میزان نشر آلودگی زیست‌محیطی

آیدین اسدی‌نژاد
دانشجوی کارشناسی ارشد
دانشگاه صنعتی امیرکبیر
گروه قدرت و مدیریت انرژی

مرتضی محمدی اردهالی، مهرداد عابدی
دانشگاه صنعتی امیرکبیر
گروه قدرت و مدیریت انرژی

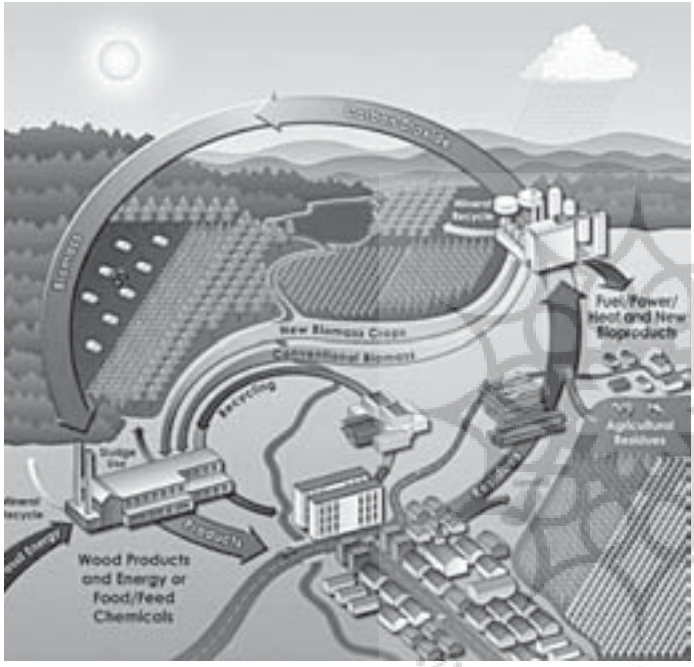
مقالهٔ علمی

چکیده:

اهداف اصلی از انجام دادن این مطالعه به‌کارگیری سیستم ترکیبی بیوماس و نیروگاه تولید همزمان و بررسی انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی آن است. در حالی که بهره‌برداری مستقیم گازهای حاصل از بیوماس جهت تأمین انرژی الکتریکی به تنهایی در حد ۱۵–۲۰ درصد است، استفاده از گازهای حاصل در نیروگاه‌های تولید همزمان کارایی را تا حد ۳۵ درصد افزایش می‌دهد. بنابراین برای دستیابی به کارایی بیشتر در تأمین انرژی از بیوماس، نیروگاه‌های تولید همزمان بررسی می‌شود و با استفاده از گازهای حاصل شده، به تأمین انرژی الکتریکی و حرارتی مورد نیاز مناطق غیر شهری می پردازد. در این خصوص ابتدا با استفاده از روشهای تحلیلی، فرآیند تخمیر و تولید گاز از بیوماس در گوارنده‌های عمودی مورد بررسی و شبیه‌سازی قرار می‌گیرد و با شناسایی عوامل مؤثر در تخمیر از قبیل دما، رطوبت و PH، شرایط بهینه برای استخراج گاز از زایدات کشاورزی و حیوانی تعیین می‌شود. سپس عملکرد نیروگاه تولید همزمان با گاز متان حاصل از تخمیر بیوماس مورد بررسی قرار می‌گیرد. با مقایسهٔ میزان نشر آلودگی نیروگاه‌های سوخت فسیلی و نیروگاه‌های که با بیوماس تغذیه می‌شود، نشان داده شد که میزان نشر آلاینده‌های زیست‌محیطی آن ۸۸٪ کمتر است.

واژه های کلیدی:

بیوماس، نیروگاه تولید همزمان، آلودگی محیط زیست، گوارنده، تخمیر، زایدات کشاورزی.



۱-مقدمه

هزینهٔ زیاد، آلودگی و منابع محدود سوختهای فسیلی موجب شده که بشر برای تأمین انرژی مورد نیاز خود به منابع تجدید پذیر روی آورد. از جمله منابع تجدیدپذیر بیوماس است. بیوماس اصطلاحی است برای توصیف یک رشته محصولاتی که از فتوسنتز به‌دست می‌آیند. منابع مهم و رایج بیوماس عبارتند از: ضایعات کشاورزی، جنگلی، غذایی، ضایعات جامد شهری، فاضلابها، گیاهان آبی و ضایعات حاصل از فرآوری چوب.

مزیت بیوماس از دیگر منابع انرژیهای تجدید پذیر، در دسترس بودن آن است. برخلاف باد و خورشید که دسترسی به آنها به عواملی از قبیل شرایط محیطی و آب و هوایی بستگی دارد، بیوماس یک منبع تجدیدپذیر بومی تلقی می شود که استحصال انرژی از آن نیاز به تکنولوژی پیچیده‌ای ندارد و حتی می‌توان از احتراق مستقیم آن (برای مصارف مختلف مانند نور پردازی و غیره) نیز استفاده کرد.

در سال ۱۹۸۷ تقریباً ۱۴–۱۳٪ از انرژی جهان از طریق بیوماس تأمین می‌شد. در این میان سهم انرژی بیوماس در برخی از کشورها قابل توجه است. مثلاً نپال بیش از ۹۵٪، کنیا ۷۵٪، هند ۵۰٪، چین ۲۲٪، برزیل ۲۰٪، مصر و مراکش ۱۸٪ انرژی خود را از بیوماس تهیه می‌کرده‌اند.

بیوماس را می‌توان به سه شکل جامد، مایع و گاز برای تأمین انرژی مورد استفاده قرار داد، اما تبدیل بیوماس به گاز روش بهتری است، زیرا بیوگاز در مقایسه با دیگر انواع سوختهای بیوماس ارزش حرارتی بالاتری دارد.

بیوگاز اولین بار در Assyria برای گرم کردن آب حمامها حدود ۱۰ قرن پیش از میلاد مسیح مورد استفاده قرار گرفت. پس از آن ایرانیان نیز در قرن ۱۶ میلادی از بیوگاز استفاده می‌کردند. اولین گوارندهٔ بی‌هوازی را در سال ۱۸۵۹ leper colony در بمبئی ساخت. در سال ۱۸۷۹ که تولید گاز از زباله‌ها نیز کشف شد، گوارنده در انگلیس نیز مورد استفاده قرار گرفت. در سال ۱۹۳۰ تخمیر بی هوازی یک علم شناخته می‌شد و تحقیقاتی برای بررسی عوامل مؤثر در رشد باکتری متان‌ساز صورت گرفت.

اهداف اصلی از انجام دادن این مطالعه به‌کارگیری سیستم ترکیبی بیوماس و نیروگاه تولید همزمان (Combined Heat and Power:CHP) و بررسی انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی آن است. همچنین استفاده از محصولاتی است که به منظور استحصال انرژی کشت می‌شوند و در غالب بررسی یک نمونه در آلمان مورد مطالعه قرار می‌گیرد.

۲-بررسی پتانسیل بیوماس

مقدار انرژی به‌دست آمده از بیوماس به طور منطقی در هر منطقه‌ای متفاوت است و تا حد زیادی به وضعیت آن منطقه بستگی دارد. به طور مثال ارزش حرارتی زباله‌ها در امریکا ۱۷–۱۴ MJ/kg ست در صورتی که در آلمان ۱۰–۲/۴ MJ/kg است.

در ایران حدود ۴۵ تا ۵۰ هزار تن زباله‌های شهری در روز تولید می‌شود و با توجه به اینکه از هر ۱۵ کیلوگرم زبالهٔ شهری یک متر مکعب بیوگاز به‌دست می‌آید، به طور ناخالص ۸۴۱ پتاژول انرژی در روز از زباله‌های شهری ایران می‌توان به‌دست آورد.

در جداول (۱) و (۲) پتانسیل تولید گاز برای برخی از انواع منابع بیوماس نشان داده شده است.

پتانسیل تولید گاز در ایران با توجه به برخی منابع رایج بیوماس مانند زایدات دامی و کشاورزی به شرح زیر است:

جدول۱- پتانسیل برخی انواع بیوماس

biomass	biogas(m3/kg)	methane%
گل آفتاب گردان	۰/۳	۵۸
زایدات برنج	۰/۳	متغیر
زایدات گندم	۰/۳	متغیر
زایدات حبوبات	۰/۳۸	۵۹
فضولات پرندگان	۰/۰۵۵	۴۵
فضولات گاو	۰/۰۴	متغیر

جدول۲- پتانسیل بیوماس در ایران

	میزان تولید در سال	پتانسیل تولید گاز (میلیون متر مکعب)
فضولات دامی	۷۴۹۴۶هزار تن	۸۶۶۸
زایدات کشاورزی	۲۳۱۴۷هزار تن	۵۴۷۵
فاضلابهای شهری	۲۵۱۷۶ هزار لیتر	۱۰۸-۲۴۵
فاضلابهای صنعتی	۳۶۲۴۵ هزار لیتر	۸۲-۲۸۰
زباله‌های شهری	۲۳۵ میلیون تن	۱۶۴۶

۳-فرآیند تخمیر و عوامل مؤثر در آن

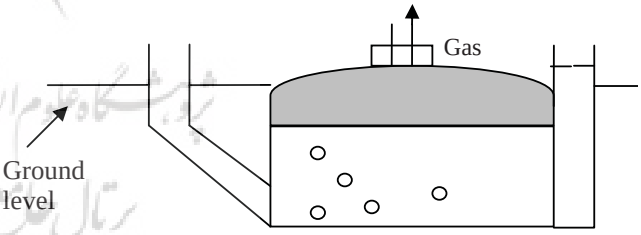
۳-۱- تخمیر

تخمیر بی‌هوازی، تخمیر مواد آلی توسط باکتری مخمر است. این فرآیند گازی تولید می‌کند که معمولاً از ۶۵٪ متان و ۳۵٪ از CO_2 به همراه اجزایی مانند ترکیبات سولفور، نیتروژن، هیدروژن، اسیدهای آلی و آمونیاک تشکیل شده است. گاز حاصل را می‌توان مستقیماً در بویلرها سوزاند یا برای راه‌اندازی موتورهای احتراق داخلی آن را به کار برد. ارزش حرارتی گازهای حاصل از بیوماس غالباً بین MJ/m^3 ۲۵-۱۷ است. عموماً ۶۰-۴۰٪ مواد آلی موجود در گوارنده به بیوگاز تبدیل می‌شود. مواد باقی مانده متشکل از کودی غنی شده و بدون بوی آزار دهنده است که برای بهبود خاکهای کشاورزی به کار می‌رود.

در طی فرآیند تخمیر، مواد آلی پیچیده به مواد آلی ساده و اسیدهای چرب تبدیل می‌شوند، سپس باکتریهای متان‌ساز اسید استیک حاصل از اسیدهای آلی را به متان و CO_2 تبدیل می‌کند.

۳-۲-گوارنده

یکی از مهمترین تجهیزات برای گازی کردن بیوماس گوارنده‌هاست. ظرفیت گوارنده برای نصب در مناطق روستایی به پارامترهایی مانند جمعیت و حداقل انرژی مورد نیاز آنها بستگی دارد. گوارنده باید در مکانی بین مصرف کننده و محل جمع آوری بیوماس نصب شود. گوارنده‌ها باید در استوانه‌ای با قطر خارجی کمی بیشتر از قطر داخلی گوارنده و ارتفاع ۲۰ تا ۳۰ سانتیمتر کمتر از ارتفاع موردنیاز قرار گیرند. در حین حفر چاه، دو شکاف در دو جهت مختلف با شیب ۴۵ درجه برای تغذیه و تخلیهٔ گوارنده‌ها باید در نظر گرفته شوند. دیوارهٔ خارجی گوارنده باید از آجرهای یک دست و بدون هیچ شکافی که باعث خروج گاز شوند، ساخته شود.



شکل۱- شماتیک سیستم گوارنده

۳-۳-معادلات حاکم بر تخمیر بی‌هوازی

نرخ رشد باکتریهای مخمر:

۳-۴- عوامل مؤثر در تخمیر بی‌هوازی

$$\frac{dX}{dt} = a*(\frac{dF}{dt}) - b*X \qquad (۱)$$

dX/dt: نرخ رشد خالص میکروارگانیزمها (kg/m^3-time)

dF/dt: نرخ مواد مورد استفاده بر حسب حجم گوارنده (kg/m^3-time)

X: چگالی میکروارگانیزم بر حسب حجم گوارنده (kg/m^3)

a: ضریب منتجهٔ رشد (day/day or gr/gr)

b: ضریب پوسیدگی میکروارگانیزمها (1/time)

$$\frac{dF}{dt} = \frac{K*S}{K_S + S} \qquad (۲)$$

S: غلظت مواد (kg/m^3)

K: ماکزیمم نرخ استفاده از ضایعات بر حسب وزن میکروارگانیزمها (kg/m^3-time)

K_S: چگالی موادی که مورد استفاده نیستند (kg/m^3)

ثابتهای a,b,k می‌توانند از داده‌های تجربی محاسبه شوند

مقدار گاز متان تولیدی با استفاده از معادله زیر محاسبه می‌شود:

$$V_{CH4} = (0.35)*[(EQS_0) - 1.42*(P_X)] \qquad (۳)$$

E: بهره استفاده از ضایعات(۰/۹- ۰/۶)

Q: نرخ جریان (m^3/day)

P_X: جرم خالص انتشار سلولهای تولیدی در روز (kg/day)

S_0: چگالی مواد باقیمانده در گوارنده (gr/m^3)

دما: باکتری متان‌ساز در دو محدودهٔ mesophilic که بین ۴۳°C - ۲۶ است و thermophilic که عموماً بین ۶۵°C - ۴۵ است، بسیار فعال عمل می‌کند، اما به‌دلیل سهولت در تأمین شرایط استفاده از محدودهٔ mesophilic رایج‌تر است. شکل ۲ تأثیر دما در تولید بیوگاز را نشان می‌دهد.

سطح اسیدی (PH): تشکیل متان بسیار به PH حساس است. اگر PH کمتر از ۶ یا بیشتر از ۸ باشد، تولید متان متوقف می‌شود. شکل ۳ نشان دهندهٔ تأثیر PH در تولید گاز است.

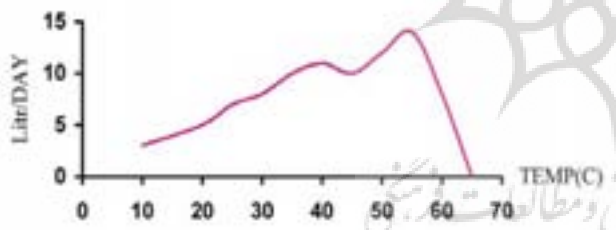
غلظت: غلظت جامد باید بین ۷ تا ۹٪ باشد به دلایل زیر:

- جلوگیری از تشکیل گل بالای گوارنده
- تسهیل حرکت ماده در گوارنده

برای حفظ رطوبت در طی تخمیر باید نسبت آب به مواد در مخلوط ورودی به گوارنده تعیین شود.

زمان نگهداری: زمان نگهداری مواد در گوارنده باید به اندازه کافی باشد تا اجازهٔ متابولیزم کامل توسط باکتریها در گوارنده را بدهد. این زمان نگهداری معمولاً حدود ۴۰ روز است. در شکل ۴ تغییرات میزان گاز تولیدی در طی زمان تخمیر نشان داده شده است.

نسبت C/N: نسبت کربن به نیتروژن در محدودهٔ ۲۰ تا ۳۰ به عنوان یک نسبت مناسب برای تخمیر در نظر گرفته شده است.



شکل ۲- تأثیر دما در تولید گاز

شکل ۳- تأثیر PH در بیوگاز تولیدی

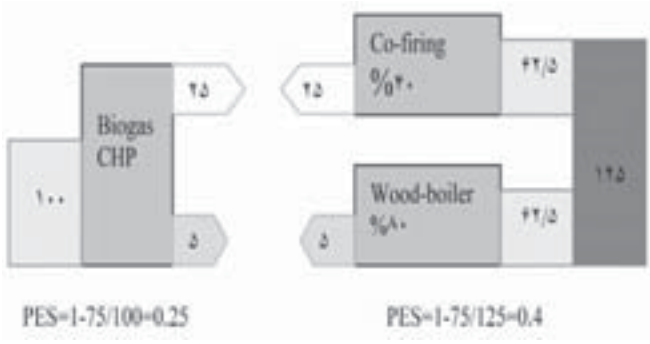
شکل ۴- تغییرات بیوگاز در طی تخمیر

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۴-بررسی نیروگاه تولید همزمان

۴-۱- انگیزه

در الگوریتم زیر نشـان داده شـده است استفاده ازگازهای حاصل از بیوماس در نیروگاه تولید همزمان در مقایسه با تولید جداگانهٔ انرژی الکتریکی و حرارتی باعث کاهش در میزان مصرف واحد سـوخت ورودی به میزان ۴۰٪ و در نتیجه باعث افزایش کارایی می‌شـود. به همین دلیل در این مطالعه برای استحصال انرژی از بیوماس نیروگاه CHP پیشنهاد شده و مورد بررسی قرار گرفته است. (primary energy saving:PES)



شکل ۵-مقایسهٔ تولید همزمان با تولید جداگانه

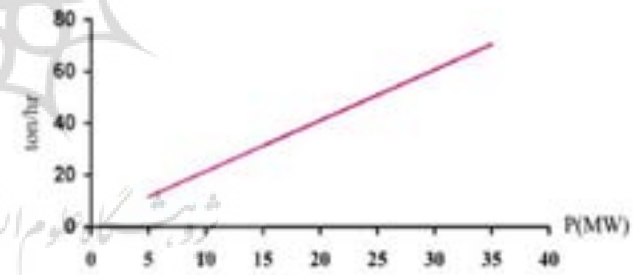
۴-۲-روابط حاکم

مقدار بخار تولید شـده در یک نیروگاه تولید همزمان وابسـته به دمای گازهای ورودی به بویلر بازیافت گرماسـت. هر مقدار دمای گازهای ورودی به بویلر بیشـتر باشد مقدار بخار تولیدی افزایش خواهد یافت. با اسـتفاده از معادلهٔ بقـای انرژی، مقدار دبی بخار تولیدی در بویلر بازیافت گرما قابل محاسبه است.

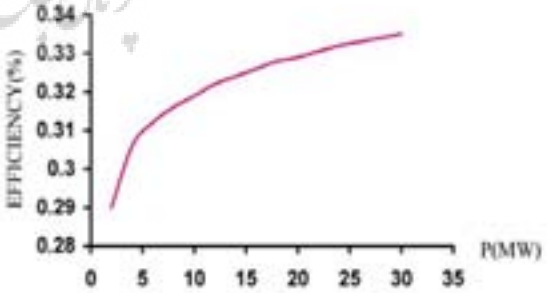
$$Steam(ton/hr) = 1.96 * P(MW) + 1.78 \quad (۴)$$

با افزایش ظرفیت توربین گازی علاوه بر دبی بخار تولیدی کارایی نیروگاه نیز افزایش می‌یابد.

$$Efficiency[\%] = 0.0144 * Ln(P(MW)) + 0.2864 \quad (۵)$$



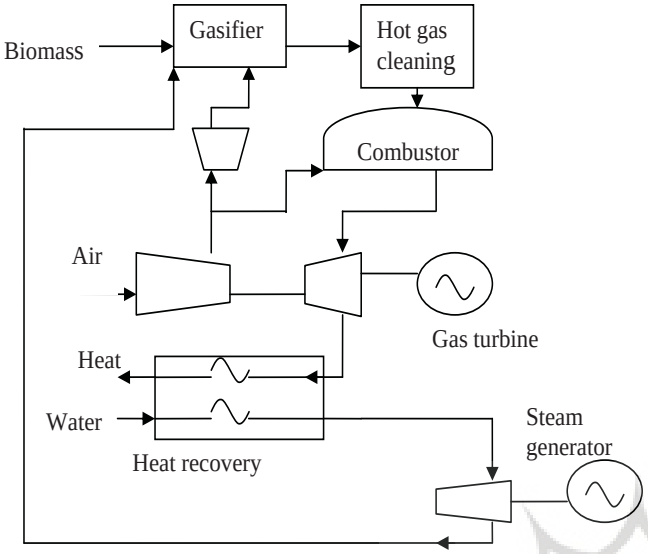
شکل۶-دبی بخار تولیدی بر اساس ظرفیت توربین گازی



شکل ۷-کارایی توربین گازی بر حسب ظرفیت توربین

افزایش ظرفیت توربین گازی تبعات دیگری نیز در پی دارد. از یک سو افزایش ظرفیت توربین گازی بدین معناسـت که باید میزان گاز ورودی به آن افزایش یابد، از سـوی دیگر فشـار مورد نیاز گاز ورودی باید افزایش یابد. ایـن دو پارامتر به عنوان عوامل محدود کنندهٔ ظرفیت توربین گازی مطرح می‌شـوند، به‌خصـوص میزان گاز تولیدی که به میزان بیوماس در دسترس بسـتگی دارد. مثلاً چنانچه ظرفیت توربین گازی از ۵ به ۱۰MW افزایش داده شـود، فشـار گاز مورد نیاز از ۱۶ به ۲۵۰ psig تغییر می‌کند. مقدار گاز مورد نیاز با فرض آنکه ۶۰٪ گاز حاصل از تخـمیر مـورد نظـر متان اسـت، از ۷۸۰۰ به ۳۱۵۰۰۰ m تـغییر می‌کند که دستیابی به این میزان گاز از تخمیر بیوماس مشکل است.

شکل ۸ شماتیک نیروگاه تولید همزمان را نشان می‌دهد که با بیوماس تغذیه می‌شود. گازهای حاصل از گازی کردن بیوماس پس از تمیزسـازی به محفظهٔ احتراق توربین گازی منتقل می‌شود، گرمای خروجی به سیکل نیروگاه بخار وارد می‌شود.



شکل۸-شماتیک نیروگاه تولید همزمان متصل به بیوماس

۵-بررسی میزان نشر آلودگی

استفاده از نیروگاه تولید همزمان برای تبدیل گاز حاصل از بیوماس به انرژی الکتریکی و حرارتی باعث می‌شـود میزان نشـر آلودگیها کاهش بیشتری یابد. برای طبقه‌بندی منابع انرژی از نظر میزان نشر آلودگیها ضریبی به نام k تعریف می‌شود که میزان کاهش انتشار آلودگی را نشان می‌دهد، به عبارت دیگر هر چه ضریبk بیشتر باشد میزان انتشار آلودگی کمتر است. با استفاده از میزان k که به هر منبع انرژی نسبت داده شده است و در جدول ۳ ذکر شده، دیده می‌شود که میزان انتشار آلودگی نیروگاه تولید همزمانی که از بیوماس تغذیه می‌شود حتی از انرژیهای تجدید پذیری چون باد و خورشید هم کمتر است.

جدول۳-مقایسهٔ منابع گوناگون

Fossil CHP	k=0…0/4
Wind, hydro, solar	k=1
Biomass	k=0…1
Biomass CHP	k=0…2

۶-بررسی یک نمونه CHP متصل به گوارنده

در این بخش، نمونه‌ای از CHP متصل به گوارنده بررسـی شـده است که بیوماس تزریقی به آن محصولاتی بوده که برای تولید انرژی کشـت می‌شـوند و اصطلاحاً به آنها energy crops گویند.

۶-۱-محاسبات فرآیندهای CHP و گوارنده

فرآیندهایـی کـه باید در گوارنده مـورد تحلیل قرار بگیرند عبارتنـد از: موازنه جرم و انرژی.

برای موازنهٔ جرم برای محصولات مورد نظر که ۵۰ تن در روز تولید می‌شود، می‌توان نوشت:

Dry matter=15 ton/day
Organic dry matter (ODM) = 13/5 ton/day
Organic matter reduction= 9 ton/day

جدول۴ - موازنهٔ جرم در گوارنده

H2O 35 ton/day	Ash 1.5 ton/day	ODM 13.5 ton/day
↓	↓	↓
H2O 35 ton/day	Ash 1.5 ton/day	ODM 4.5 ton/day	Biogas 9 ton/day

محاسبات انرژی برای گوارندهٔ بی‌هوازی شامل موارد زیر است:
ارزش سوختی گازهای حاصل از بیوماس، تبدیل گازهای حاصل به انرژی مفید، گرمای ورودی گوارنده.
کمترین ارزش حرارتی متان (LCV) برابر با ۳۵/۷ MJ/m^3 است. معادله stoichometric احتراق ۱ m^3 از گازهای حاصل شامل ۶۰٪ متان، ۴۰٪ دی اکسید کربن و ۱۰۰۰ ppm از H_2S عبارت است از:

$$600litCH_4+400litCO_2+1litH_2S+1201.5\ lit\ O_2 \rightarrow 1000litCO_2+1201litH_2O+1litSO_2+21.4MJ$$

در مثال مورد نظر، گازهای تولیدی ۷۵۰۰ m^3/day با ۶۰٪ متان است که در نتیجه:

ارزش حرارتی گازهای حاصل از تخمیر = $35.7(MJ/m^3)*(60/100)=21.4\ MJ/m^3$

ارزش انرژی گازهای حاصل شده = مقدار گاز تولیدی x ارزش حرارتی آن = 1860 kW = 160500 MJ/day

در CHP ارزش گاز ۱۸۶۰kW با کارایی الکتریکی ۳۲٪ به ۵۹۵ kW الکتریسیته تبدیل می‌شود.کل حرارت تولیدی نیز ۹۸۵ kW معادل ۸۵۱۰۰ MJ/day است.
حرارت ورودی گوارنده شامل دو بخش گرمای تلف شده از مخزن گوارنده و گرمای لازم برای افزایش حرارت مواد می‌شود. گرمای تلف شده می‌تواند با استفاده از مساحت گوارنده و هدایت عایقی آن تعیین شود. در مثال این بخش گوارنده، ظرفیت ۳۰۰۰ m^3 دارای مساحت ۱۰۰۰ m^2 و ضخامت عایقی ۰/۱ m با هدایت ۰/۰۳۵ W/m^oC است. با فرض آن‌که دمای گوارنده ۳۷ ^oC و دمای هوای خارج ۵ ^oC باشد، گرمای تلف شده معادل است با:

$$1000/(0.1)*(37-5)*(*9035/1000)=11kW=950MJ/day$$

گرمای لازم برای افزایش دمای گوارنده برابر با جرم مواد تزریقی به گوارنده ضرب در اختلاف دماست. برای این نمونه که هر روز ۵۰ ton/day مواد با دمای ۱۰ ^oC به گوارنده تزریق می شود و باید تا دمای ۳۷ ^oC گرم شوند، گرمای لازم عبارت است از:

$$50*(37-10)*4.18=5660MJ/day=65kW$$

کل گرمای مورد نیاز گوارنده عبارت است از:

$$950+56660=6610\ MJ/day=76\ kW$$

نمودار زیر بین نیروگاه CHP سوخت فسیلی و نیروگاه CHP سوخت بیوماس بررسی شده در این بخش، در زمینه نشر انواع آلودگیها، مقایسه‌ای انجام داده است (PM: particular material).

جدول ۵ - مقایسهٔ میزان آلودگی نیروگاه سوخت فسیلی و بیوماس

	CO_2	SO_2	NO_X	PM10	PM2.5	kW_e	kW_{th}
Biomass	0	0	3.5	0.25	0.5	1860	985
Fossil fuel	19	13	5	1.25	0	2000	950

نتیجه گیری

تبدیل بیوماس به گاز در گوارنده‌ها، روشی سنتی برای استحصال انرژی از بیوماس است. در این روش یک گوارندهٔ بی‌هوازی در نزدیکی محل جمع‌آوری بیوماسها که می‌تواند زایدات کشاورزی و حیوانی یا محصولات انرژی‌زا باشد نصب می‌شود. سپس شرایط مناسب تخمیر از قبیل دما، رطوبت و PH مطابق جداول و نمودارهای ارائه شده مهیا می‌شود. بیوماس پس از سپری کردن زمان ۴۰ تا ۶۰ روز به گازی تبدیل می‌شود که ۴۰ تا ۶۰ درصد آن متان است. گاز متان حاصل شده پس از تمیز سازی آمادهٔ احتراق در توربین گازی یک نیروگاه CHP است که می‌تواند بخشی از نیاز مناطق غیر شهری را به انرژی الکتریکی و حرارتی تأمین کند. استحصال انرژی از بیوماس بدین روش هیچگونه آلودگی کربنی و سولفوری را تولید نمی‌کند و تنها مقدار اندکی ترکیبات NOX را وارد اتمسفر می‌کند، از این رو استحصال انرژی از بیوماس با استفاده از نیروگاه تولید همزمان ۸۸ درصد کمتر آلاینده زیست‌محیطی وارد جو می‌کند و از این رو منبع بسیار مناسبی برای تأمین انرژی مناطق غیر شهری است.

مراجع:

1) «Renewable Energy Power for a sustainable Future», Ed. by Godfrey Boyle, Oxford university Press, New York, 1996.
2) Hans Werner Gripe troy, «Economical and Environmental analysis of a biogas plant within the context of a real farm», the Royal Veterinary and Agricultural University Denmark.
3)Felix A.Farret, «Integration of Alternative sources of Energy», John Wiley & Sons, Inc, Hoboken, New Jersey, 2006.
4) Rob Williams, «Biomass system for heat and power», The Ecological farming assistant. November 13. 2007, Winter, California.
5) Franciso Jurado, Antonio Cano, «Modeling of Combined cycle power plant using Biomass», University of Jaen, Department of Electrical Engineering, 23700 Eup Linares, Spain.
6) Elizabeth Coprice, Paul N.Cheremisionoff, «Biogas Production & Utilization», 1996, Ann Arbor Science Publication.
7)Andry Konechenkov, Galina Shmidt , «Renewable energy agency, NGO», Member green party of Ukraine, May 15-16 2007, Tallinn, Estonia.
8) Olivier Squilbin, « Efficiency of Small- Scale biomass CHP system «, CWAPE Commission Wallonne.
9) Rolf Kehlhofer, Rolf Bachmann, Henrik Nielsen, «Combined – Cycle Gas & Steam Turbine Power Plants», Tulsa, Oklahama.
10) Michael Cheshire, «Biogas from energy crops & agro wastes», 15th Jyvaskyla Summer School 2007, Greenfinch Ltd.

استادان ارجمند دانشگاه و پژوهشگران گرامی

ماهنامهٔ «تازه‌های انرژی» با هدف ارتقای شاخصهای علمی، آموزشی و پژوهشی موجود در حوزه‌های مرتبط با انرژی (مدیریت و اقتصاد انرژی، نفت، گاز، پتروشیمی، برق و نیرو، انرژیهای نو، بهینه سازی مصرف سوخت، محیط زیست) و ایجاد ارتباط مستمر پژوهشگران، استادان و دانشمندان این عرصه با عموم مخاطبان، آمادگی خود را برای همکاری در زمینهٔ معرفی پایان‌نامه، همکاریهای تحقیقاتی و پژوهشی و انتشار مقالات علمی اعلام می‌دارد.
برای کسب اطلاعات بیشتر به پایگاه اینترنتی ماهنامه مراجعه، یا با روابط عمومی ماهنامه تماس حاصل فرمایید.

تلفن: ۸۸۵۳۰۰۲۰ - فاکس: ۸۸۵۳۰۰۱۹
info@energynewcomes.com

مخاطبان گرانقدر

از آنجا که هیچ پیشرفتی بدون یاریِ نقد و گوشزد کردن معایب و انتظارها دست یافتنی نیست، «تازه‌های انرژی» از خوانندگان و مخاطبان گرامی خود صمیمانه درخواست می کند که با ارائهٔ راهکارها، پیشنهادها، انتقادها و انتظارهای خود، راهنمای ما برای گام نهادن در مسیر ترقی و جلب رضایت مخاطبانمان باشند.

تلفن: ۸۸۵۳۰۰۲۰ - فاکس: ۸۸۵۳۰۰۱۹
info@energynewcomes.com