بسم الله الرحمن الرحیم

دانشکده فنی و مهندسی

گروه مکانیک – تبدیل انرژی

تحلیل ترمودینامیکی یک سیستم ترکیبی میکروتوربین و گازیساز

استاد راهنما:

دکتر مرتضی یاری

استاد مشاور:

دکتر بهروز میرزایی ضیاپور

توسط:

قاسم جعفری قنبرلو

زمستان-۱۳۹۱

تحلیل ترمودینامیکی یک سیستم ترکیبی میکروتوربین و گازیساز

توسط:

قاسم جعفری قنبرلو

پایان نامه برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی مکانیک – گرایش تبدیل انرژی

از

دانشگاه محقق اردبیلی

اردبیل- ایران

ارزیابی و تصویب شده توسط کمیته پایان نامه با درجه: .....

دکتر مرتضی یاری (استاد راهنمای اول و رئیس کمیته داوران).....دانشیار

دکتر بهروز میرزایی ضیاپور (استاد مشاور).....دانشیار

دکتر مصطفی رحیمی (داور داخلی).....دانشیار

دی ۱۳۹۱

تقدیم به:

پدر عزیزم

مادر فداکارم

و

برادر مهربانم

سپاسگزاری:

به مصداق " من لم یشکر المخلوخ لم یشکر الخالق " بسی شایسته است از استاد فرهیخته و فرزانه جناب آقای دکتر مرتضی یاری که با کرامتی چون خورشید، سرزمین دل را روشنی بخشیدند و گلشن سرای علم و دانش را با راهنماییهای کارساز و سازنده بارور ساختند؛ تقدیر و تشکر نمایم.

همچنین از پدر و مادر عزیز و برادر گرانقدرم که آرامش روحی و آسایش فکری فراهم نمودند تا با حمایت - های همه جانبه در محیطی مطلوب، مراتب تحصیلی و نیز پایاننامه درسی را به نحو احسن به اتمام برسانم؛ سپاسگزاری نمایم.

شکر خدا که هر چه طلب کردم از خدا بر منتهای همت خود کامران شدم

نام خانوادگی : جعفری قنبرلو نام : قاسم

عنوان پایاننامه : تحلیل ترمودینامیکی یک سیستم ترکیبی میکروتوربین و گازیساز

استاد راهنما : دکتر مرتضی یاری
استاد مشاور : دکتر بهروز میرزایی ضیاپور

مقطع تحصیلی : کارشناسی ارشد رشته تحصیلی : مکانیک گرایش : تبدیل انرژی دانشگاه : محقق اردبیلی

دانشکده : فنی و مهندسی تاریخ فارغالتحصیلی : ۹۱/۱۰/ ۲۶ تعداد صفحه : ۱۲۰

کلید واژهها: میکروتوربین، گازیساز، زیستتوده، مدل تعادلی، تحلیل انرژی و اگزرژی، بازده گازیسازی

چکیده:

تولید توان به صورت پراکنده با استفاده از سیکل ترکیبی گازیساز زیستتوده و توربین گازی اشتعال داخلی یا خارجی میتواند یک راهکار مناسب و مطابق با اصول فنی باشد. این تحقیق بیشتر بر روی تحلیل عملکرد گازیسازی زیستتوده با استفاده از هوا، دیاکسیدکربن و مخلوط دیاکسیدکربن و اکسیژن یا بخار آب و همچنین تحلیل ترمودینامیکی سیکلهای توربین گازی متصل به گازیسازها میپردازد. گازیساز با استفاده از محاسبات تعادل ترمودینامیکی مدلسازی میشود و آنالیزها بر روی آن در محدودهی دما، فشار و میزان رطوبتهای مختلف انجام می - گیرد. در گازیسازی با استفاده از هوا، در محدودهی دمایی K ۱۳۷۳-۹۰۰ افزایش رطوبت سبب کاهش بازدهها میشود همچنین در یک میزان رطوبت مشخص ماکزیمم بازدهها در CBP اتفاق میافتد. در گازیسازی با استفاده از دیاکسیدکربن خالص، با افزایش دما یا افزایش نرخ جریان دیاکسیدکربن میتوان به تبدیل کامل کربن دست یافت. ماکزیمم تبدیل دیاکسیدکربن در CBP اتفاق میافتد. زمانی که از مخلوط دیاکسیدکربن و اکسیژن یا بخار آب به عنوان عامل گازیساز استفاده میشود میزان دیاکسیدکربن و گرمای ورودی به داخل گازیساز کاهش مییابد اما تبدیل دیاکسیدکربن کمتری اتفاق میافتد.

به منظور تحلیل سیکلهای توربین گازی، نسبت فشار کمپرسور در محدودهی ۸-۲ تغییر میکند همچنین TIT و $CETD$ در توربین گازی اشتعال خارجی به ترتیب در محدوده ی K ۱۳۵۰- ۱۰۵۰ و K ۳۰۰-۲۰۰ و برای توربین گازی اشتعال داخلی دمای ورودی توربین در محدودهی K ۱۱۰۳-۱۰۶۳ متغیر میباشد. معلوم شد که در یک TIT و $CETD$ مشخص بازده سیکلها در یک نسبت فشار بهینه به مقدار ماکزیمم خود میرسد که این نسبت فشار بهینه در محدودهی ۴-۳ میباشد همچنین بازده سیکل با افزایش دمای ورودی توربین نیز افزایش مییابد.

فهرست مطالب

عنـــــــــــوان صـــــــفحه

فصل اول – مقدمه و مروری بر تحقیقات گذشته

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- زیستتوده ۳

۱-۲-۱- بررسی انواع اصلی منابع زیستتوده ۵

۱-۲-۱-۱- زائدات کشاورزی ۶

۱-۲-۱-۲- فضولات دامی ۷

۱-۲-۱-۳- پسماندهای تجزیهپذیر شهری ۸

۱-۲-۱-۴- فاضلابهای شهری ۸

۱-۳- اهمیت زیستتوده در کشور ۹

۱-۴- مفهوم گازیسازی ۱۰

۱-۵- روشهای تبدیل شیمیایی زیستتوده به گاز مصنوعی ۱۱

۱-۶- مقایسه فرآیند گازیسازی و احتراق ۱۳

۱-۷- میکروتوربینهای گازی ۱۴

۱-۷-۱- کاربرد میکروتوربینها ۱۵

۱-۷-۲- میکروتوربینها در سیستمهای *CHP* ۱۶

۱-۷-۳- میکروتوربینهای ساده ۱۸

۱-۸- مروری بر پیشینه تحقیق ۱۸

۱-۹- انرژی و اگزرژی..... ۱۹
۱-۹-۱- مفهوم انرژی و قانون اول ترمودینامیک..... ۱۹
۱-۹-۲- مفهوم اگزرژی و قانون دوم ترمودینامیک..... ۲۰
۱-۹-۲-۱- قابلیت کاردهی- ماکزیمم پتانسیل کاری..... ۲۰
۱-۹-۲-۲- کار برگشتپذیر و برگشتناپذیری..... ۲۲
۱-۹-۲-۳- انتقال قابلیت کاردهی با تقابل کار و گرما..... ۲۵
۱-۹-۲-۴- کارایی قانون دوم..... ۲۹
۱-۹-۲-۵- مکانیزمهای اصلی تولید آنتروپی و نابودی اگزرژی..... ۳۱

فصل دوم – مواد و روشها

۲-۱- قوانین اول و دوم ترمودینامیک..... ۳۴
۲-۱-۱- قانون اول ترمودینامیک..... ۳۴
۲-۱-۲- قانون دوم ترمودینامیک..... ۳۵
۲-۱-۲-۱- توانمندی و بازده قانون دوم ترمودینامیک..... ۳۵
۲-۲- دسترسپذیری شیمیایی..... ۳۸
۲-۲-۱- ارزیابی دسترسپذیری شیمیایی..... ۳۸
۲-۳- تعادل..... ۴۳
۲-۳-۱-۱- شرایط لازم برای تعادل..... ۴۳
۲-۳-۱-۲- تابع گیبس و پتانسیل شیمیایی..... ۴۵
۲-۳-۱-۳- ارزیابی پتانسیل شیمیایی..... ۴۷
۲-۳-۲- تعادل شیمیایی..... ۴۹

۲-۳-۲-۱- معادله تعادل واکنش..... ۴۹

۲-۳-۳- محاسبه ترکیب تعادلی..... ۵۱

۲-۳-۳-۱- ثابت تعادل برای مخلوط گازهای ایدهآل..... ۵۱

۲-۳-۳-۲- محاسبه ترکیبات تعادلی برای مخلوط گازهای ایدهآل واکنشی..... ۵۳

۲-۳-۳-۳- واکنشهای همزمان..... ۵۴

۲-۴- مدلسازی و تحلیل ترمودینامیکی سیکل ترکیبی..... ۵۸

۲-۴-۱- مدلسازی و تحلیل ترمودینامیکی سیکل ترکیبی میکروتوربین و گازیساز..... ۵۸

۲-۴-۲- بازده انرژی و اگزرژی گازیساز..... ۶۵

۲-۴-۳- محاسبه توان خالص و راندمان سیکل ترکیبی..... ۶۶

۲-۵- مدلسازی کامپیوتری..... ۶۶

فصل سوم – بحث و بررسی نتایج

۳-۱- ارزیابی کامپیوتری..... ۶۸

۳-۲- گازیسازی با استفاده از هوا به عنوان یک عامل گازیسازی..... ۷۰

۳-۲-۱- گازیسازی در CBP ۷۰

۳-۲-۲- گازیسازی در دماهای بالای CBP ۷۳

۳-۲-۳- بازدههای گازیساز..... ۷۵

۳-۳- گازیسازی با استفاده از دیاکسیدکربن و مخلوطی از دیاکسیدکربن و بخار آب یا اکسیژن..... ۷۷

۳-۳-۱- گازیسازی با استفاده از CO_2 تحت شرایط همدمایی..... ۷۷

۳-۳-۱-۱- اثر دما..... ۷۷

۳-۳-۱-۲- اثر نرخ جریان CO_2..... ۷۹

۳-۳-۱-۳- اثر دما در CBP..... ۸۰

۳-۳-۲- گازیسازی با استفاده از مخلوط CO_2 و بخار آب..... ۸۳

۳-۳-۲-۱- اثر نرخ جریان عامل گازیسازی..... ۸۳

۳-۳-۲-۲- اثر دما در CBP..... ۸۶

۳-۳-۳- گازیسازی با استفاده از مخلوط CO_2و اکسیژن..... ۹۰

۳-۳-۳-۱- اثر نرخ جریان عامل گازیسازی..... ۹۰

۳-۳-۳-۲- اثر دما در CBP..... ۹۳

۳-۴- تاثیر پارامترهای کلیدی بر روی عملکرد سیکل ترکیبی اشتعال خارجی متصل به گازیساز هوا و گازیساز مخلوط دیاکسیدکربن و اکسیژن..... ۹۸

۳-۴-۱- اثر نسبت فشار کمپرسور بر بازده سیکل در دماهای ورودی مختلف توربین برای میکروتوربین متصل به گازیساز A ۹۹

۳-۴-۲- اثر نسبت فشار کمپرسور بر بازده سیکل در دماهای ورودی مختلف توربین برای میکروتوربین متصل به گازیساز B ۱۰۱

۳-۴-۳- تحلیل انرژی و اگزرژی یک سیکل اشتعال خارجی متصل به گازیسازهای A و B $104kW$.. ۱۰۲

۳-۵- تحلیل سیکل میکروتوربین اشتعال داخلی متصل به گازیساز هوا..... ۱۰۶

۳-۵-۱- تحلیل گازیساز..... ۱۰۶

۳-۵-۲- اثر نسبت فشار کمپرسور بر روی بازده سیکل میکروتوربین اشتعال داخلی..... ۱۰۸

۳-۵-۳- تحلیل انرژی و اگزرژی یک سیکل میکروتوربین اشتعال داخلی، متصل به گازیساز، $30kW$... ۱۰۹

فصل چهارم – نتیجهگیری و پیشنهادات

۴-۱- نتیجهگیری..... ۱۱۲

۴-۲- پیشنهادات..... ۱۱۵

مراجع ۱۱۶

عنوان

فهرست اشکال

صفحه

فصل اول

شکل (۱-۱): خوراکها و محصولات مختلف در فرآیند *Gasification* ۱۰

شکل (۱-۲): ساختار انواع گازیسازهای بستر ثابت..... ۱۲

شکل (۱-۳): ساختار رآکتور گازیساز بستر سیال و تصویر یک نمونه واحد گازیساز از این نوع..... ۱۳

شکل (۱-۴): حمل ونقل یی سیستم میکروتوربین گازی کوچک با جرثقیل معمولی..... ۱۵

شکل (۱-۵): سادگی ساختار میکروتوربین گازی..... ۱۵

شکل (۱-۶): استفاده در هتل..... ۱۶

شکل (۱-۷): استفاده در مدارس..... ۱۶

شکل (۱-۸): استفاده در آپارتمان..... ۱۶

شکل (۱-۹): استفاده در اداره..... ۱۶

شکل (۱-۱۰): دیاگرام یک میکروتوربین رکوپراتوردار..... ۱۷

شکل (۱-۱۱): برای سیستمهای حجم ثابت، کارهای مفید کلی و واقعی برابرند..... ۲۳

شکل (۱-۱۲): کار برگشتپذیر و قابلیت کاردهی در صورتی که حالت نهایی سیستم حالت مرده باشند با هم برابرند..... ۲۴

شکل (۱-۱۳): اختلاف بین کار برگشتپذیر و کار مفید واقعی معادل برگشتناپذیری میباشد..... ۲۴

شکل (۱-۱۴): کارایی کارنو $\eta_c = \left(1-\frac{T_0}{T}\right)$ بیانگر کسری از انرژی یک منبع گرمایی در دمای T میباشد که در یک محیط با دمای T_0 میتواند به کار تبدیل گردد..... ۲۶

شکل (۱-۱۵): انتقال و از بین رفتن قابلیت کاردهی در یک فرآیند انتقال گرما در اثر وجود اختلاف دمای معین..... ۲۸

شکل (۱-۱۶): وقتی که فشار سیستم در حد فشار اتمسفر ثابت نگه داشته شود هیچ انتقال کار مفیدی مربوط به کار جداره وجود ندارد..... ۲۸

شکل (۱-۱۷): دو موتور گرمایی دارای راندمان گرمایی یکسان بوده اما راندمان گرمایی ماکزیمم آنها متفاوت است..... ۲۹

فصل دوم

شکل (۲-۱): پیل سوختی در نظر گرفته شده به منظور بررسی مفهوم دسترسپذیری شیمیایی سوخت.... ۳۹

شکل (۲-۲): دو زیر سیستم که به وسیله یک موتور گرمایی در ارتباط هستند..... ۴۳

شکل (۲-۳): طرحواره برای سیکل میکروتوربین اشتعال خارجی متصل به گازیسازها..... ۶۰

شکل (۲-۴): طرحواره برای سیکل میکروتوربین اشتعال داخلی متصل به گازیساز..... ۶۰

فصل سوم

شکل (۳-۱): وابستگی دما در CBP به میزان رطوبت برای گازیسازی تحت شرایط آدیاباتیک و افزودن گرما در فشارهای1 و $8bar$ ۷۱

شکل (۳-۲): تغییرات نسبت اکیوالانس در مقابل میزان رطوبت زیستتوده برای فرآیندهای گازیسازی آدیاباتیک و گرماگیر در CBP در فشار $1bar$..... ۷۱

شکل (۳-۳): تغییرات ترکیبات گازهای خروجی در مقابل میزان رطوبت برای فرآیندهای گازیسازی آدیاباتیک و گرماگیر در فشارهای1 و $8bar$ ۷۲

شکل (۳-۴): تغییرات اگزرژی شیمیایی و LHV زیستتوده، انرژی و اگزرژی شیمیایی گازهای خروجی در CBP در مقابل میزان رطوبت برای فرآیندهای گازیسازی آدیاباتیک و گرماگیر در فشارهای 1 و $8bar$ ..۷۲

شکل (۳-۵): تغییرات نسبت اکیوالانس در مقابل میزان رطوبت زیستتوده برای فرآیندهای گازیسازی آدیاباتیک و گرماگیر در فشارهای1 و $8bar$ ۷۳

شکل (۳-۶): تغییرات ترکیبات گازهای خروجی در مقابل دما، بالای دما در CBP، برای فرآیندهای گازی - سازی آدیاباتیک در میزان رطوبت0 و30% در فشار $1bar$..... ۷۴

شکل (۳-۷): تغییرات انرژی و اگزرژی شیمیایی و فیزیکی گازهای خروجی در مقابل دما، بالای دما در CBP برای فرآیندهای گازیسازی آدیاباتیک در میزان رطوبت 0 و30% در فشارهای1و $8bar$..... ۷۴

شکل (۳-۸): تغییرات بازدههای انرژی و اگزرژی شیمیایی گازهای خروجی در مقابل میزان رطوبت برای فرآیندهای گازیسازی آدیاباتیک در فشار $1bar$ ۷۵

شکل (۳-۹): تغییرات بازدههای انرژی و اگزرژی شیمیایی گازهای خروجی در مقابل میزان رطوبت برای فرآیندهای گازیسازی آدیاباتیک در فشار $8bar$ ۷۵

شکل (۳-۱۰): تغییرات بازده اگزرژی کل گازهای خروجی در مقابل میزان رطوبت برای فرآیندهای گازی - سازی آدیاباتیک در فشار $1bar$ ۷۶

شکل (۳-۱۱): تغییرات بازده اگزرژی کل گازهای خروجی در مقابل میزان رطوبت برای فرآیندهای گازی - سازی آدیاباتیک در فشار $8bar$ ۷۶

شکل (۳-۱۲): اثر دما بر روی عملکرد گازیساز..... ۷۸

شکل (۳-۱۳): اثر دما بر روی بازده اگزرژی کل گازیساز..... ۷۸

شکل (۳-۱۴): اثر نرخ جریان دیاکسیدکربن بر روی عملکرد گازیساز..... ۷۹

شکل (۳-۱۵): اثر نرخ جریان دیاکسیدکربن بر روی بازده اگزرژی کل گازیساز..... ۸۰

شکل (۳-۱۶): اثر دما بر روی عملکرد گازیساز در CBP ۸۱

شکل (۳-۱۷): اثر دما بر روی عملکرد گازیساز در CBP ۸۱

شکل (۳-۱۸): اثر دما بر روی بازده اگزرژی کل گازیساز در CBP ۸۲

شکل (۳-۱۹): اثر دما بر روی ترکیبات گازهای خروجی از گازیساز در CBP ۸۳

شکل (۳-۲۰): اثر نرخ جریان دیاکسیدکربن بر روی عملکرد گازیساز در درصدهای مختلف بخار آب در عامل گازیسازی..... ۸۴

شکل (۳-۲۱): اثر نرخ جریان دیاکسیدکربن بر روی بازده اگزرژی کل گازیساز در درصدهای مختلف بخار آب در عامل گازیسازی..... ۸۴

شکل (۳-۲۲): اثر نرخ جریان دیاکسیدکربن بر روی ترکیبات گازهای خروجی از گازیساز در درصدهای مختلف بخار آب در عامل گازیسازی..... ۸۵

شکل (۳-۲۳): اثر نرخ جریان دیاکسیدکربن بر روی نسبت $\frac{H_2}{CO}$ در درصدهای مختلف بخار آب در عامل گازیسازی..... ۸۶

شکل (۳-۲۴): اثر دما بر روی $\frac{mol\,CO_2}{mol\,C}$ در درصدهای مختلف بخار آب در عامل گازی - سازی..... ۸۷

شکل (۳-۲۵): اثر دما بر روی گرمای ویژه ورودی در درصدهای مختلف بخار آب در عامل گازیسازی..... ۸۷

شکل (۳-۲۶): اثر دما بر روی CO ، CO_2 و CH_4 در درصدهای مختلف بخار آب در عامل گازیسازی..... ۸۸
شکل (۳-۲۷): اثر دما بر روی H_2 در درصدهای مختلف بخار آب در عامل گازیسازی..... ۸۸
شکل (۳-۲۸): اثر دما بر روی $\frac{H_2}{CO}$ در درصدهای مختلف بخار آب در عامل گازیسازی..... ۸۹
شکل (۳-۲۹): اثر دما بر روی CGE و کسر تبدیل CO_2در درصدهای مختلف بخار آب در عامل گازی - سازی..... ۸۹
شکل (۳-۳۰): اثر دما بر روی بازده اگزرژی کل گازیساز در درصدهای مختلف بخار آب در عامل گازی - سازی..... ۹۰
شکل (۳-۳۱): اثر نرخ جریان دیاکسیدکربن بر روی عملکرد گازیساز در درصدهای مختلف اکسیژن در عامل گازیسازی..... ۹۱
شکل (۳-۳۲): اثر نرخ جریان دیاکسیدکربن بر روی بازده اگزرژی گازیساز در درصدهای مختلف اکسیژن در عامل گازیسازی..... ۹۱
شکل (۳-۳۳): اثر نرخ جریان دیاکسیدکربن بر روی ترکیبات گازهای خروجی از گازیساز در درصدهای مختلف اکسیژن در عامل گازیسازی..... ۹۲
شکل (۳-۳۴): اثر نرخ جریان دیاکسیدکربن بر روی ترکیبات گازهای خروجی از گازیساز در درصدهای مختلف اکسیژن در عامل گازیسازی..... ۹۳
شکل (۳-۳۵): اثر دما بر روی $\frac{mol\,CO_2}{mol\,C}$ در درصدهای مختلف اکسیژن در عامل گازیسازی در CBP. ۹۴
شکل (۳-۳۶): اثر نرخ دما بر روی گرمای ویژه ورودی به گازیساز در درصدهای مختلف اکسیژن در عامل گازیسازی..... ۹۵
شکل (۳-۳۷): اثر نرخ دما بر روی کسر مولی CO و CO_2 در درصدهای مختلف اکسیژن در عامل گازی - سازی..... ۹۵
شکل (۳-۳۸): اثر نرخ دما بر روی کسر مولی CH_4 در درصدهای مختلف اکسیژن در عامل گازی - سازی..... ۹۶
شکل (۳-۳۹): اثر نرخ دما بر روی کسر مولی H_2 در درصدهای مختلف اکسیژن در عامل گازی - سازی..... ۹۶

شکل (۳-۴۰): اثر نرخ دما بر روی $\frac{H_2}{CO}$ در درصدهای مختلف اکسیژن در عامل گازی - سازی.....۹۷
شکل (۳-۴۱): اثر نرخ دما بر روی کسر مولی CGE و کسر تبدیل CO_2 در درصدهای مختلف اکسیژن در عامل گازیسازی..... ۹۷
شکل (۳-۴۲): اثر نرخ دما بر روی بازده اگزرژی در درصدهای مختلف اکسیژن در عامل گازی - سازی.....۹۸
شکل (۳-۴۳): تغییرات بازده سیکل اشتعال خارجی در مقابل نسبت فشار برای دماهای ورودی مختلف توربین.....۱۰۰
شکل (۳-۴۴): تغییرات بازده سیکل اشتعال خارجی در مقابل نسبت فشار برای اختلاف دماهای مختلف انتهای سرد مبدل حرارتی ورودی مختلف توربین.....۱۰۰
شکل (۳-۴۵): تغییرات بازده سیکل اشتعال خارجی در مقابل نسبت فشار برای دماهای ورودی مختلف توربین.....۱۰۱
شکل (۳-۴۶): تغییرات بازده سیکل اشتعال خارجی در مقابل نسبت فشار برای اختلاف دماهای مختلف انتهای سرد مبدل حرارتی ورودی مختلف توربین.....۱۰۱
شکل (۳-۴۷): بازده اگزرژی مولفههای گوناگون سیکل اشتعال خارجی متصل به گازیساز A ۱۰۴
شکل (۳-۴۸): بازده اگزرژی مولفههای گوناگون سیکل اشتعال خارجی متصل به گازیساز B ۱۰۴
شکل (۳-۴۹): ترکیبات گازهای خروجی از گازیساز (درصد مولی)..... ۱۰۶
شکل (۳-۵۰): اثر پیشگرم کردن هوای ورودی گازیساز بر روی بازده گرمایی گازی - ساز.....۱۰۷
شکل (۳-۵۱): اثر پیشگرم کردن هوای ورودی گازیساز بر نسبت هوا به سوخت..... ۱۰۷
شکل (۳-۵۲): اثر نسبت هوا به سوخت بر دمای گازیساز..... ۱۰۸
شکل (۳-۵۳): اثر نسبت هوا به سوخت بر روی ارزش حرارتی گازهای خروجی از گازیساز..... ۱۰۸
شکل (۳-۵۴): اثر نسبت فشار کمپرسور بر بازده سیکل.....۱۰۹
شکل (۳-۵۵): بازده اگزرژی مولفههای گوناگون سیکل میکروتوربین اشتعال داخلی متصل به گازیساز.. ۱۱۰

عنوان | فهرست جداول | صفحه

فصل اول

جدول (۱-۱): انواع بقایای گیاهی مورد استفاده در کشورهای پیشرفته و در حال توسعه و کاربرد آنها.....۷
جدول (۱-۲): رطوبت و عناصر شیمیایی اجزا موجود در زباله.....۸

فصل سوم

جدول (۳-۱): مقایسه نتایج حاصل از کار حاضر با نتایج پتاسینسکی و همکاران [۵۵] برای گازیسازی زیستتودههای مختلف در CBP ۶۸
جدول (۳-۲): ترکیبات گازهای حاصل از گازیسازی زیستتوده (دادههای گرفته شده از [۵۶]) با استفاده از مدل حاضر و کارهای انجام شده توسط سایر مقالهها.....۶۹
جدول (۳-۳): ترکیبات گازهای حاصل از گازیسازی خاک اره با استفاده از مدل حاضر و کارهای انجام شده توسط سایر مقالهها.....۶۹
جدول (۳-۴): پارامترهای عملکرد یک سیکل میکروتوربین اشتعال خارجی $104kW$ متصل به گازیساز A ۱۰۲
جدول (۳-۵): پارامترهای عملکرد یک سیکل میکروتوربین اشتعال خارجی $104kW$ متصل به گازیساز B ۱۰۳
جدول (۳-۶): پارامترهای عملکرد یک سیکل اشتعال خارجی $100kW$ متصل به گازیساز هوا..... ۱۰۳
جدول (۳-۷): پارامترهای عملکرد یک سیکل میکروتوربین اشتعال داخلی $30kW$ متصل به گازی - ساز.....۱۰۹

فهرست علائم

نقطه تبدیل تمام کربن به گاز	CBP
ارزش حرارتی پایین سوخت	LHV
میزان رطوبت	MC
کسر کربن تبدیل نشده	X_c
کسر دیاکسیدکربن تبدیل شده	X_{CO_2}
بازده گاز سرد	CGE
بازده اگزرژی	Ψ
بازده گرمایی	η_{th}
نسبت فشار	r_p
اختلاف دمای انتهای سرد مبدل حرارتی	$CETD$
دمای ورودی توربین	TIT
نسبت هوا به سوخت	X_{OF}
فشار	P
دما	T
آنتالپی	h
کسر مولی	y
انتروپی	S
ثابت جهانی گازها	$\bar{R}$

فصل اول

مقدمه و مروری بر تحقیقات گذشته

1-1 مقدمه :

فرآیند گازی کردن تبدیل حرارتی مواد کربنی جامد به گازهای قابل احتراق است. گازی کردن زغال، بعنوان فرآیندی نسبتا قدیمی، در مهار انرژی ذغال کاربرد گستردهای داشته است. در زمانهای بسیار دور از فرآیند گازی کردن سوخت برای تولید گاز از ذغال و زیست توده استفاده میشد ولی اکنون فرآیند تبدیل ضایعات به گاز از موارد مورد علاقه محققین و خیلی از سازمانهاست. همچنین به دلیل بحران جهانی انرژی، یافتن منبع انرژی جدید بسیار مهم است. زیست توده در واقع چیزی جز ذغال جوان نیست که میتوان از آن بهعنوان جایگزین مناسب منبع انرژی استفاده کرد. دو دلیل عمده افزایش کاربرد زیستتوده به عنوان منبع انرژی عبارت است از: ۱. منابع انرژی تجدیدپذیر نشر گازهای گلخانهیی را تقلیل میدهند، چرا که CO_2 ناشی از تبدیل حرارتی بهطور طبیعی توسط عمل فتوسنتز جدا میشود. ۲. استفاده از زیستتوده بهعنوان منبع انرژی مشکل مدیریت ضایعات کشاورزی و شهری را آسانتر میکند (در مقایسه با دفن ضایعات با حجم زیاد).

بنابراین کاملا مشهود است که تبدیل ضایعات به گاز راه حلی مناسب برای سازمانهای مدیریت ضایعات شهری و نیز یافتن جایگزینهای جدید منابع انرژی است. یکی از روشهای مورد استفاده برای تبدیل ضایعات زیستتودهیی به گاز استفاده از گازساز است که ثابت شده نسبت به دیگر گزینهها سازگارتر با محیط است [۶]. گاز تمیز بدست آمده از گازساز میتواند سیستم چرخه ترکیبی را برای تولید الکتریسیته تغذیه کند، سیستمی که در آن سوخت حاصل از فرآیند گازیکردن ابتدا در واحد توربین احتراقی میسوزد و سپس گاز داغ خروجی از توربین گازی آن برای فراهم کردن بخار به منظور تولید قدرت بیشتر در واحد توربین بخاری استفاده میشود. ترکیب گازساز و یک چرخه ترکیبی را چرخهی ترکیبی یکپارچهی گازی - کردن $IGCC$ مینامند. چنین سیستمی به کاهش قابل ملاحظهی انتشار گازهای مضر خروجی از سیستم - های انرژی میانجامد. رساندن برق شبکهای به نواحی دوردست هزینههای زیادی را در پی دارد [۷]. در مقابل نصب نیروگاههای با ظرفیت کم و استفاده از منابع محلی میتواند بهعنوان راه حلی برای تامین انرژی الکتریسیتهی نواحی دوردست باشد. زیست توده میتواند بهعنوان منبع محلی در نظر گرفته شود که به فراوانی در بعضی روستاها و مناطق دوردست وجود دارد.