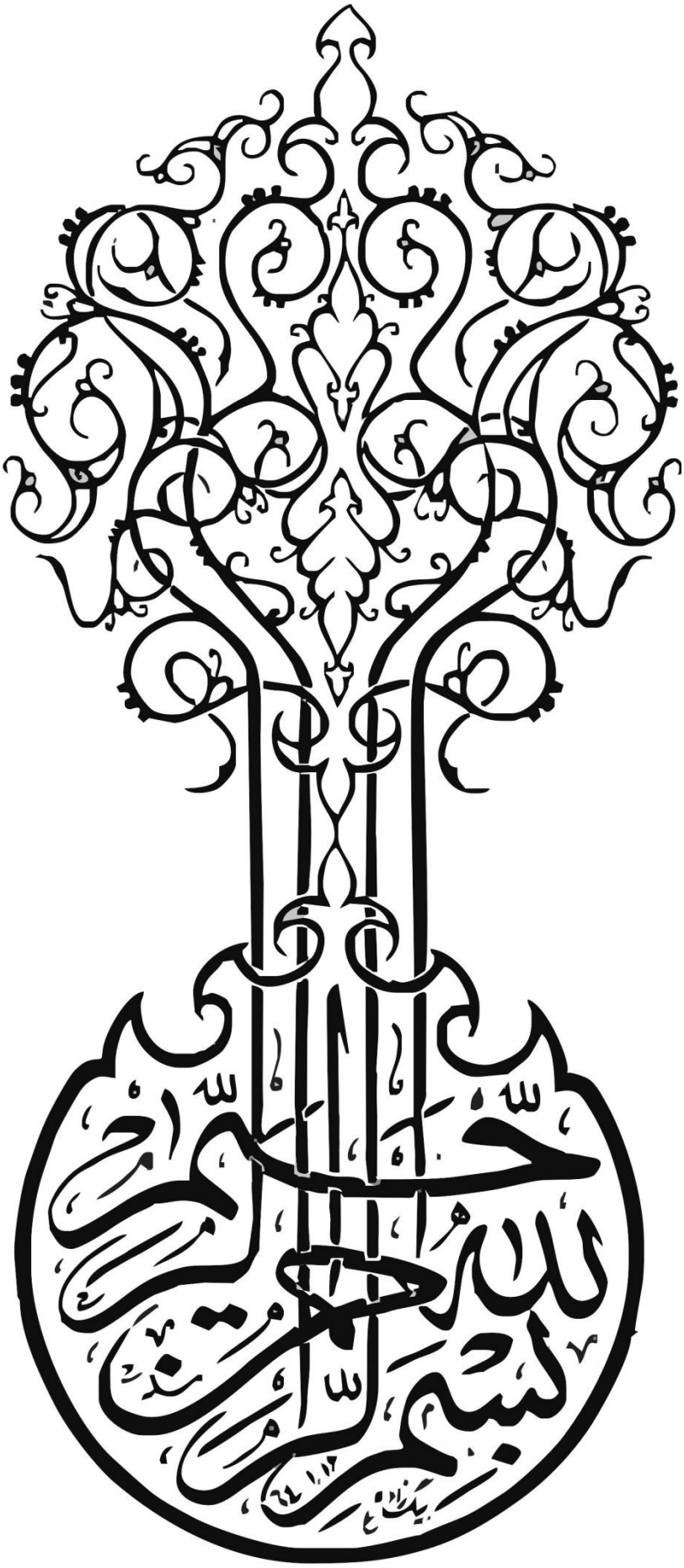

بسم الله الرحمن الرحیم

دانشکده مهندسی مکانیک

تحلیل فنی–اقتصادی روشهای مختلف بازتوانی کامل یک نیروگاه بخار براساس حالات مختلف استفاده از گرمکن های آب تغذیه

نگارش:

صادق نیک بخت ناصرآباد

اساتید راهنما:

دکتر کامران مبینی

دکتر محمدرضا علی گودرز

استاد مشاور: عبدالله مهرپناهی

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

رشته مهندسی مکانیک–تبدیل انرژی

مهر ماه ۱۳۹۲

باسمه تعالی

تعهدنامه اصالت اثر

اینجانب **صادق نیک بخت ناصرآباد** متعهد می‌شوم کـــه مطالب منـــدرج در ایـن پایان‌نامه/رساله حاصل کار پژوهشی اینجانب است و دستـاوردهای پژوهشی دیگـران که در این پژوهش از آن‌ها استفاده شده است، مطابق مقـــررات، ارجاع و در فهرست منـــابع و مآخذ ذکر گردیده است. این پایان‌نامه/رساله قبلاً برای احراز هیچ مـدرک هم سطـح یا بالاتر ارایه نشده است. در صورت اثبات تخلف (در هر زمان) مدرک تحصیلی صادر شده توسط دانشگاه از اعتبار ساقط خواهد شد.

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی است.

نام و نام خانوادگی دانشجو : **صادق نیک بخت ناصرآباد**

امضاء

دانشکده مهندسی مکانیک

تحلیل فنی–اقتصادی روشهای مختلف بازتوانی کامل یک نیروگاه بخار براساس حالات مختلف استفاده از گرمکن های آب تغذیه

نگارش:
صادق نیک بخت ناصرآباد

اساتید راهنما:
دکتر کامران مبینی
دکتر محمدرضا علی گودرز
استاد مشاور: عبدالله مهرپناهی

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد
رشته مهندسی مکانیک–تبدیل انرژی

مهر ماه ۱۳۹۲

تاییدیه هیئت داوران

نام دانشکده: دانشکده مهندسی مکانیک

نام دانشجو: صادق نیک بخت ناصرآباد

عنوان پایان‌نامه یا رساله: تحلیل فنی-اقتصادی روشهای مختلف در انجام بازتوانی کامل یک نیروگاه بخار براساس حالات مختلف استفاده از گرمکن های آب تغذیه

تاریخ دفاع: ----------

رشته: مهندسی مکانیک

گرایش: تبدیل انرژی

ردیف	سمت	نام و نام خانوادگی	مرتبه دانشگاهی	دانشگاه یا مؤسسه	امضا
۱	استاد راهنما	کامران مبینی	استادیار	دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی	
۲	استاد راهنما	محمدرضا علی گودرز	استادیار	دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی	
۳	استاد مشاور	عبدالله مهرپناهی	دانشجوی دکترا	دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی	
۴	استاد مدعو داخلی	کریم مقصودی	استادیار	دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی	
۵	استاد مدعو خارجی	سید مصطفی حسینعلی پور	دانشیار	دانشگاه علم صنعت	

مجوز بهره‌برداری از پایان‌نامه

بهره‌برداری از این پایان‌نامه در چهارچوب مقررات کتابخانه و با توجه به محدودیتی که توسط استاد راهنما به شرح زیر تعیین می‌شود، بلامانع است:

☐ بهره‌برداری از این پایان‌نامه/ رساله برای همگان بلامانع است.

☐ بهره‌برداری از این پایان‌نامه/ رساله با اخذ مجوز از استاد راهنما، بلامانع است.

☐ بهره‌برداری از این پایان‌نامه/ رساله تا تاریخ ..... ممنوع است.

نام استاد یا اساتید راهنما: کامران مبینی محمدرضا علی گودرز

تاریخ:

امضا:

تقدیم به

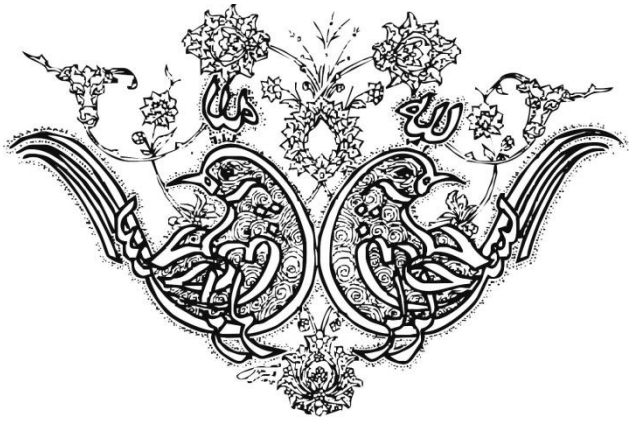
بهترین های زندگیم

پدر و مادرم

به پاس فداکاری هایشان

و تقدیم به دو سنبل امید و زندگیم

برادر و خواهر عزیزم



تشکر و قدردانی

سپاس و حمد فراوان خداوند بزرگ و بلند مرتبه را که قلم و اندیشه را آفرید. اکنون که با لطف خداوند می توانم در چند خطی سپاسگزار کمک و زحمات بزرگوارانی باشم که مرا در انجام این پژوهش یاری نمودند، جا دارد از تلاش های آقایان دکتر کامران مبینی، دکتر محمدرضا علی گودرز و مهندس عبدالله مهرپناهی به خاطر راهنمایی ها و زحماتشان که در تمام مراحل پژوهش نهایت لطف و محبت خویش را شامل حال من کردند، کمال تشکر و قدردانی را داشته باشم.

تشکر ویژه را تقدیم به خانواده عزیزم می کنم که همواره یار و یاور و سنگی صبور بر مشکلات من بوده اند.

در نهایت برخود لازم می دانم از آقایان مجتبی جودکی، صالح علی محمدی، عبدالحمید انصاری نسب، رضا باقری و رضا یزدی که مرا در انجام این پژوهش یاری نمودند، نهایت تشکر و قدردانی را داشته و برای تمامی این عزیزان تمنای عزت، سلامتی و توفیق روزافزون از درگاه خداوند تبارک و تعالی دارم.

چکیده

بازتوانی به اضافه کردن واحد(های) توربین گاز به سیکل بخار و استفاده ازحرارت گازهای خروجی توربین (های) گاز به منظور بالا بردن راندمان کلی سیکل و افزایش ظرفیت نیروگاه ،گفته می‌شود. در تحقیق حاضر به دلیل عمر بالای نیروگاه بخار بندرعباس سناریوی بازتوانی کامل ارائه شده است و بازتوانی کامل نیروگاه در پنج سناریوی متفاوت بررسی شده است. در سناریوی اول تمام آبگرمکن ها و در سناریوی دوم آبگرمکن های فشار بالا حذف می گردد. سناریوی سوم عبارت است از حذف آبگرمکن های فشار بالا و اضافه نمودن مبدل های با گرمایش آب تغذیه موازی. وجود تمام آبگرمکن های آب تغذیه مبنای سناریوی چهارم و پنجم می باشد، با این تفاوت که در سناریوی پنجم مبدل های با گرمایش آب تغذیه نیز قبل از بویلر بازیاب حرارت تعبیه شده است. پژوهش با انتخاب سناریوی اول به عنوان سناریوی مرجع نوع و تعداد توربین گاز مناسب جهت بازتوانی نیروگاه را انتخاب نموده و پس از آنالیز تاثیر پارامترهای ورودی بر توابع هدف و توابع وابسته، با اعمال محدودیت های هزینه، سناریوی برتر را انتخاب نموده است. نتایج حاصل از بهینه سازی سناریوی های ارائه شده نشان می دهد که با درنظر گرفتن هزینه ای ثابت، سناریوی پنجم بالاترین راندمان را به خود اختصاص داده است. با اعمال هزینه تمام شده ۱۱۸۶,۴ ریال به ازای هر کیلووات ساعت برق تولیدی راندمان سناریوی پنجم برابر ۵۲,۹۸٪ محاسبه شده است، که به معنای افزایش نسبی ۱۴,۲۸ درصدی راندمان نیروگاه می باشد. در این حالت بازتوانی از ۲ توربین گاز V94.3A استفاده شده است که توان خالص خروجی در این حالت با افزایش ۱۱۱ درصدی به ۶۷۶,۳ مگاوات رسیده است. انهدام اگزرژی سناریوی برتر در این حالت برابر ۶۷۹,۵ مگاوات و نرخ حرارت به ازای هر کیلو وات ساعت برابر ۶۶۰۰ کیلو ژول می باشد، که باتوجه به نرخ حرارتی $8738.29\ kJ.kw^{-1}.h^{-1}$ نیروگاه مبدا، بازتوانی به کمک سناریوی پنجم، موجب کاهش ۲۴,۴۷ درصدی نرخ حرارتی نیروگاه شده است.

واژه‌های کلیدی: بازتوانی کامل، نیروگاه بخار بندرعباس، توربین گاز، بویلر بازیاب حرارت، آبگرمکن های آب تغذیه، راندمان اگزرژی، هزینه برق تولیدی.

فهرست مطالب

فصل اول: طرح مسئله

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- بیان مسئله تحقیق ۳

۱-۳- اهداف تحقیق ۵

۱-۴- سوالات یا فرضیه های تخصصی ۵

۱-۵- ضرورت و اهمیت تحقیق ۵

۱-۶- پیشینه تحقیق ۶

۱-۶-۱- فعالیت های تجاری ۶

۱-۶-۲- تحقیقات دانشگاهی ۷

۱-۷- روش تحقیق. ۱۰

۱-۷-۱- نوع تحقیق و روش بررسی فرضیه ها و یا پاسخگویی به سوالات(توصیفی ، تجربی ، تحلیل محتوا ، اسنادی ، تاریخی و...) ۱۰

۱-۷-۲- جامعه آماری ۱۰

۱-۷-۳- نمونه گیری(حجم نمونه و روش محاسبه) ۱۰

۱-۷-۴- ابزار گرد آوری داده ها و ذکر ویژگیهای آنها (پرسشنامه،مصاحبه و...) ۱۰

۱-۷-۵- روشهای تجزیه و تحلیل داده ها ۱۰

۱-۸- کاربرد نتایج تحقیق ۱۰

۱-۹- مسیر تحقیق ۱۱

فصل دوم:معرفی نیروگاه های حرارتی ایران

۲-۱- مقدمه ۱۳

۲-۲- وضعیت کنونی راندمان نیروگاه های کشور ۱۳

۲-۳- اقدامات در دست انجام در بخش نیروگاه های کشور ۱۶

۲-۴- نگاهی به مصرف سوخت در نیروگاه های کشور ۱۷

۲-۵- آماری از وضعیت نیروگاه های بخار کشور ۱۸

۲-۶- قیمت سوخت و قیمت تمام شده برق در ایران ۱۹

۲-۷- مشخصات نیروگاه بخار بندرعباس ۲۰
۲-۷-۱- موقعیت جغرافیایی ۲۰
۲-۷-۲- شرایط آب و هوایی طرح ۲۰
۲-۷-۳- مشخصات فنی و قسمت های مختلف نیروگاه ۲۰
۲-۷-۳-۱- دیگ بخار (بویلر) ۲۰
۲-۷-۳-۲- مشخصات فنی و کلی بویلر ۲۱
۲-۷-۳-۳- توربین بخار ۲۱
۲-۷-۳-۴- پمپ های آب تغذیه (فید پمپ ها) ۲۲
۲-۷-۳-۵- پمپ های کشنده آب کندانسور ۲۲
۲-۷-۳-۶- هیترهای فشار ضعیف و فشار قوی ۲۳
۲-۷-۳-۷- تجهیزات کمکی نیروگاه ۲۳
۲-۷-۳-۸- تاسیسات سوخت رسانی نیروگاه ۲۴
۲-۸- جمع بندی و نتیجه گیری ۲۴

فصل سوم: بازتوانی

۳-۱- مقدمه ۲۷
۳-۱-۱- بازتوانی جزئی ۲۷
۳-۱-۲- بازتوانی کامل ۲۸
۳-۲- تبدیل نیروگاه بخار به سیکل ترکیبی ۲۹
۳-۲-۱- انتخاب بویلر بازیاب حرارت ۲۹
۳-۲-۲- بازتوانی نیروگاه بخار ۳۰
۳-۳- اجزای بازتوانی ۳۲
۳-۳-۱- بویلر بازیاب حرارت ۳۲
۳-۳-۱-۱- پیش گرمکن ۳۲
۳-۳-۱-۲- هوازدا ۳۲
۳-۳-۱-۳- اکونومایزر فشار پایین ۳۳
۳-۳-۱-۴- تبخیر کننده-اواپراتور فشار پایین ۳۳
۳-۳-۱-۵- - فوق گرمکن-سوپرهیتر فشار پایین ۳۵
۳-۳-۱-۶- اکونومایزر فشار بالا ۳۶
۳-۳-۱-۷- تبخیر کننده-اواپراتور فشار بالا ۳۶
۳-۳-۱-۸- فوق گرمکن-سوپرهیتر فشار بالا ۳۷

۳-۳-۱-۹- خط رهیت ۳۷
۳-۳-۱-۱۰- پمپ ها ۳۷
۳-۳-۲- توربین گاز ۳۸
۳-۳-۲-۱- اجزای توربین گاز ۳۸
۳-۳-۲-۲- مشخصات کلی توربین های گاز استفاده شده ۳۸
۳-۳-۳- داکت برنر ۳۹

۳-۴- تشریح پنج روش و ساختار بازتوانی ۴۰

۳-۴-۱- سناریوی اول-حذف همه آبگرمکن های آب تغذیه ۴۰
۳-۴-۲- سناریوی دوم-حذف آبگرمکن های آب تغذیه فشار بالا ۴۰
۳-۴-۲-۱- سود و زیان های سناریوی دوم ۴۱
۳-۴-۲-۲- فرض های سناریوی دوم ۴۱
۳-۴-۳- سناریوی سوم- حذف آبگرمکن های آب تغذیه فشار بالا و اضافه نمودن مبدل های گرمایش آب تغذیه موازی ۴۲
۳-۴-۳-۱- سود وزیان های سناریوی سوم ۴۳
۳-۴-۳-۲- فرض های سناریوی سوم ۴۴
۳-۴-۴- سناریوی چهارم- وجود گرمکنهای آب تغذیه فشار بالا و فشار پایین ۴۴
۳-۴-۴-۱- سود وزیان های سناریوی چهارم ۴۵
۳-۴-۴-۲- فرض های سناریوی چهارم ۴۵
۳-۴-۵- سناریوی پنجم- وجود آبگرمکن های آب تغذیه فشار پایین و فشار بالا و اضافه نمودن مبدل های گرمایش آب تغذیه موازی ۴۶
۳-۴-۵-۱- سود وزیان های سناریوی چهارم ۴۷
۳-۴-۵-۲- فرض های سناریوی چهارم ۴۷

۳-۵- جمع بندی پنج سناریو ۴۸

فصل چهارم: روابط حاکم بر تحلیل بازتوانی

۴-۱- مقدمه ۵۰

۴-۲- روابط ترمودینامیکی ۵۰

۴-۲-۱- کمپرسور هوا ۵۱
۴-۲-۲- محفظه احتراق ۵۳
۴-۲-۳- توربین ۵۴
۴-۲-۴- داکت برنر ۵۵
۴-۲-۵- بویلر بازیاب حرارت ۵۶

۴-۲-۶- توربین بخار ۵۸
۴-۲-۷- کندانسور ۵۹
۴-۲-۸- پمپ ۶۰
۴-۲-۹- آبگرمکن های آب تغذیه ۶۰
۴-۲-۱۰- مبدل های آب-گاز ۶۱
۴-۳- روابط اگزرژی ۶۱
۴-۴- انهدام اگزرژی ۶۴
۴-۴-۱- انهدام اگزرژی در توربین گاز ۶۵
۴-۴-۲- انهدام اگزرژی در توربین بخار ۶۶
۴-۴-۳- انهدام اگزرژی و راندمان اگزرژی کندانسور ۶۷
۴-۴-۴- انهدام اگزرژی پمپ ها ۶۷
۴-۴-۵- انهدام اگزرژی و راندمان اگزرژی بویلر بازیاب حرارت ۶۸
۴-۴-۶- انهدام اگزرژی و راندمان اگزرژی سیکل بازتوانی شده ۶۹
۴-۵- روابط اقتصادی ۶۹
۴-۵-۱- هزینه خرید تجهیزات ۷۰
۴-۵-۲- هزینه تعمیر و نگهداری ۷۱
۴-۵-۳- هزینه سوخت مصرفی ۷۲
۴-۵-۴- قیمت هر کیلووات ساعت برق تولیدی ۷۲

فصل پنجم: بررسی نتایج

۵-۱- مقدمه ۷۶
۵-۲- تحلیل فنی و ارائه نتایج ۷۶
۵-۲-۱- تحلیل و اعتبار سنجی نیروگاه بخار بندرعباس ۷۶
۵-۲-۲- تحلیل و اعتبار سنجی بخش توربین گاز ۷۸
۵-۲-۳- تحلیل سناریوی مرجع ۷۹
۵-۲-۳-۱- اطلاعات ورودی ۷۹
۵-۲-۳-۲- تحلیل توربین های گاز ۸۱
۵-۲-۳-۳- تحلیل سیکل بازتوانی شده ۸۱
۵-۲-۴- آنالیز حساسیت پارامترهای وابسته نیروگاه با داده های ورودی ۸۷
۵-۲-۴-۱- بررسی اثر تغییر پارامترها بر عملکرد توربین گاز ۸۷
۵-۲-۴-۲- بررسی اثر تغییر پارامترها بر عملکرد بویلر بازیاب حرارت ۹۰

۵-۲-۴-۳- بررسی اثر تغییر پارامترها بر عملکرد توربین بخار..... ۹۲
۵-۲-۵- بررسی اگزرژی سیستم..... ۹۳
۵-۳- تحلیل اقتصادی..... ۹۶
۵-۴- بهینه سازی و انتخاب سناریوی برتر..... ۹۹
جمع بندی و ارائه پیشنهاد..... ۱۰۳
فهرست مقالات ارائه شده..... ۱۰۵
مراجع..... ۱۰۶

فهرست جداول

جدول (۲-۱): تغیرات راندمان نیروگاههای حرارتی طی سالهای ۸۰ تا ۸۹ . ۱۵

جدول(۲-۲): سهم انواع نیروگاهها در واحدهای در دست اقدام تا سال ۱۳۹۲. ۱۶

جدول(۲-۳): سهم انواع نیروگاههای احداث شده در فاصله سالهای۱۳۸۵-۱۳۵۰. ۱۶

جدول(۲-۴): ظرفیت نیروگاه های در دست اجرای کشور طی سالهای ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۳. ۱۷

جدول(۳-۱): مشخصات روش های مختلف بازتوانی جزئی ۲۸

جدول(۳-۲): مشخصات فنی و ترمودینامیکی توربین گاز V94.2 و V94.3A. ۳۹

جدول(۴-۱): مقایسه تعاریف و مشخصه های انرژی و اگزرژی ۶۱

جدول(۵-۱): نتایج تحلیل نیروگاه بخار بندرعباس و مشخصات ترمودینامیکی و اگزرژی بدست آمده از تحلیل ۷۷

جدول(۵-۲): اعتبارسنجی داده های تحلیل با داده های نیروگاه ۷۸

جدول(۵-۳): اعتبار سنجی داده های تحلیل توربین گاز با داده های دو نیروگاه گازی ۷۸

جدول(۵-۴): اجزا گاز طبیعی و کسر حجمی هر کدام ۷۹

جدول (۵-۵): اطلاعات ورودی جهت تحلیل بازتوانی ۸۰

جدول(۵-۶): مشخصات ترمودینامیکی و اگزرژی نقطه به نقطه توربین گاز ۸۱

جدول(۵-۷): نتایج تحلیل در دبی های مختلف جرمی به کمک دو نوع توربین گاز V94.3A و V94.2 و با در نظر گرفتن تاثیر داکت برنر ۸۳

جدول (۵-۸): مشخصات ترمودینامیکی و اگزرژی نقطه به نقطه بخار در سناریوی مرجع ۸۵

جدول (۵-۹): مشخصات ترمودینامیکی و اگزرژی نقطه به نقطه دود در سناریوی مرجع ۸۶

جدول(۵-۱۰): محدوده تغییرات پارامترهای بهینه سازی ۱۰۰

جدول(۵-۱۱): نتایج حاصل از بهینه سازی پنج سناریو ۱۰۰

فهرست نمودارها

نمودار (۲-۱): راندمان انواع نیروگاه ها در ایران در سال ۱۳۸۹. ۱۴

نمودار (۲-۲): مقایسه تولید برق از انواع نیروگاه ها در سال های ۱۳۸۴ و ۱۳۸۹. ۱۵

نمودار(۲-۳): مقدار سوخت مصرفی در نیروگاه ها به تفکیک نوع سوخت طی سال های ۱۳۸۳ تا سال ۱۳۸۹. ۱۸

نمودار(۲-۴): راندمان نیروگاه های بخار کشور ۱۹

نمودار (۳-۱): تاثیر دمای پینچ بر توان تولیدی توربین بخار و سطح حرارتی مورد نیاز ۳۴

نمودار(۳-۲): تاثیر دمای پینچ بر میزان تولید بخار و هزینه ساخت بویلر ۳۴

نمودار(۳-۳): تاثیر دمای اپروچ بر نرخ تولید بخار، بازده بویلر بازیاب و توان توربین بخار ۳۵

نمودار (۴-۱): نمودار مقایسه آنتالپی واقعی و ایده آل در کمپرسور ۵۲

نمودار (۴-۲): نمودار تغییرات دمایی در طول بویلر بازیاب حرارت توسط کومار ۵۷

نمودار(۵-۱): مقایسه توان و اتلافات انرژی دود کش در ۲۴ شرایط بازتوانی ۸۴

نمودار(۵-۲): تغییرات دمای بخار و دود در طول بویلر بازیاب حرارت و حرارت دریافتی توسط بخار ۸۷

نمودار(۵-۳): تاثیر راندمان آیزنتروپیک کمپرسور و توربین بر راندمان کل ۸۸

نمودار(۵-۴): تاثیر نسبت هوا به سوخت و نسبت تراکم کمپرسور بر راندمان ترمودینامیکی توربین گاز ۸۸

نمودار(۵-۵): تاثیر دمای ورودی توربین و نسبت تراکم کمپرسور بر راندمان ترمودینامیکی ۸۸

نمودار(۵-۶): تاثیر نسبت تراکم کمپرسور و دمای ورودی هوا روی راندمان ترمودینامیکی ۸۹

نمودار(۵-۷): تاثیر دمای هوای ورودی به کمپرسور و دمای گاز ورودی به توربین بر راندمان ترمودینامیکی توربین گاز ۸۹

نمودار(۵-۸): تاثیر دمای هوای ورودی به کمپرسور بر پارامترهای مختلف ۹۰

نمودار(۵-۹): بررسی تاثیر K و Y بر دمای دود خروجی از بویلر بازیاب حرارت ۹۰

نمودار(۵-۱۰): بررسی تاثیر همزمان تغییرات K و Y بر راندمان اگزرژی نیروگاه ۹۱
نمودار(۵-۱۱): بررسی تاثیر همزمان تغییرات K و Y بر توان خالص نیروگاه ۹۱
نمودار(۵-۱۲): تاثیر تغییرات دمای خروجی بویلر بازیاب حرارت بر توان کل و راندمان اگزرژی نیروگاه ۹۲
نمودار(۵-۱۳): تاثیر دما و فشار بخار ورودی بر توان خالص خروجی توربین بخار ۹۳
نمودار(۵-۱۴): مقایسه انهدام اگزرژی در بخش های مختلف نیروگاه ۹۳
نمودار(۵-۱۵): تاثیر گرمایش هوای ورودی به محفظه احتراق و نسبت سوخت به هوا بر انهدام اگزرژی محفظه احتراق ۹۴
نمودار(۵-۱۶): مقایسه انهدام اگزرژی و درصد انهدام اگزرژی هر جزء در بویلر بازیاب حرارت ۹۴
نمودار(۵-۱۷): مقایسه راندمان بخش های مختلف نیروگاه ۹۵
نمودار(۵-۱۸): انهدام اگزرژی و درصد انهدام اگزرژی هر جزء در توربین گاز ۹۵
نمودار(۵-۱۹): بررسی تاثیر افزایش توان توربین گاز بر انهدام اگزرژی کل نیروگاه ۹۶
نمودار (۵-۲۰): تاثیر افزایش دمای گاز ورودی به توربین بر دبی جرمی هوا و سوخت و هزینه توربین ۹۶
نمودار(۵-۲۱): تاثیر دمای گاز ورودی به توربین بر هزینه خرید توربین و راندمان اگزرژی کل توربین گاز ۹۷
نمودار(۵-۲۲): بررسی اثر نسبت تراکم فشار کمپرسور بر دبی جرمی هوا و سوخت و هزینه خرید کمپرسور و توربین ۹۸
نمودار(۵-۲۳): بررسی تاثیر همزمان تغییرات دبی جرمی آب تغذیه و تغییرات دمای گاز ورودی به توربین ۹۸
نمودار(۵-۲۴): بررسی تاثیر همزمان تغییرات نسبت تراکم هوای کمپرسور و تغییرات Y. ۹۹
نمودار(۵-۲۵): نمودار نتایج بهینه سازی پنج سناریو ۱۰۱
نمودار(۵-۲۶): نمودار هموار شده نتایج پنج سناریو ۱۰۱
نمودار(۵-۲۷): مقایسه انهدام اگزرژی پنج سناریو ۱۰۲

فهرست شکل ها

شکل(۳-۱): شماتیک کلی نیروگاه بخار بندرعباس ۲۹

شکل(۳-۲): ساختار نیروگاه بخار بندرعباس پس بازتوانی کامل ۳۱

شکل(۳-۳): شماتیک بازتوانی نیروگاه بخار بندرعباس با حذف آبگرمکن های فشار بالا ۴۰

شکل(۳-۴): شماتیک بازتوانی نیروگاه بخار بندرعباس با حذف آبگرمکن های فشار بالا و اضافه نمودن مبدل های گرمایش آب تغذیه موازی ۴۳

شکل(۳-۵): شماتیک بازتوانی نیروگاه بخار بندرعباس با وجود تمامی آبگرمکن های آب تغذیه ۴۴

شکل(۳-۶): شماتیک بازتوانی نیروگاه بخار بندرعباس با وجود آبگرمکن های فشار پایین و فشار بالا و اضافه نمودن مبدل های گرمایش آب تغذیه موازی ۴۶

شکل(۴-۱): شماتیک کمپرسور هوا ۵۱

شکل(۴-۲): شماتیک محفظه احتراق ۵۳

شکل(۴-۳): شماتیک توربین ۵۴

شکل(۴-۴): شماتیک آبگرمکن های فشار بالا ۶۰

شکل(۴-۵): شماتیک آبگرمکن فشار متوسط ۶۰

شکل(۴-۶): شماتیک توربین بخار فشار بالا ۶۶

شکل(۴-۷): شماتیک توربین بخار فشار متوسط ۶۶

شکل(۴-۸): شماتیک توربین بخار فشار پایین ۶۶

شکل(۴-۹): شماتیک کندانسور ۶۷

شکل(۴-۱۰): شماتیک پمپ کندانسور ۶۷

شکل(۴-۱۱): شماتیک پمپ فشار پایین ۶۷

شکل(۴-۱۲): شماتیک پمپ فشار بالا ۶۸

شکل(۴-۱۳): شماتیک بویلر بازیاب حرارت ۶۸

شکل(۴-۱۴): شماتیک سیکل بازتوانی شده ۶۹

شکل(۵-۱): شماتیک توربین گاز ۸۱

فهرست علائم و اختصارات

علائم

ظرفیت گرمایی ویژه در فشار ثابت ($kj\ kg^{-1}\ k^{-1}$)	C_p
فاکتور برگشت سرمایه	CRF
ظرفیت گرمایی ویژه در حجم ثابت ($kj\ kg^{-1}\ k^{-1}$)	C_v
اگزرژی مخصوص ($kj\ kg^{-1}$)	e
اگزرژی (MW)	$\dot{E}$
انهدام اگزرژی (MW)	$\dot{E}^D$
اتلافات اگزرژی (MW)	$\dot{E}^L$
اگزرژی ناشی ازکار (MW)	$\dot{E}^W$
ضریب اتلافات حرارت	E_l
راندمان (%)	η
نسبت سوخت به هوا	FA
ضریب درجه اگزرژی سوخت	γ_f
آنتالپی مخصوص ($kj\ kg^{-1}$)	h
ساعات کارکرد نیروگاه (hour)	H
نرخ حرارت ($kJ.kw^{-1}.h^{-1}$)	HR
نسبت ظرفیت های گرمایی ویژه برای هوا	k_a
نسبت ظرفیت های گرمایی ویژه برای گاز	k_g
ارزش حرارتی پایین سوخت ($kj\ kg^{-1}$)	LHV
دبی جرمی ($kg.sec^{-1}$)	$\dot{m}$
تعداد توربین گاز	N
فشار (bar)	P
هزینه خرید تجیهزات ($)	PEC
نرخ انتقال حرارت (MW)	$\dot{Q}$
نسبت تراکم فشار	r_p
ثابت جهانی گازها ($kj\ kg^{-1}\ k^{-1}$)	R
نرخ بهره سالانه	r_n
آنتروپی مخصوص ($kj.kg^{-1}.k^{-1}$)	s
دما (K or ^oC)	T
هزینه سرمایه گذاری اولیه کل ($)	TCI

توان (MW)	$\dot{W}$
کار واقعی (kJ)	w_a
کار ایده آل (kJ)	w_s
هزینه ($ or $.kw^{-1}.h^{-1})	Z

زیرنویس ها

هوا	a
کمپرسور هوا	Ac
محفظه احتراق	Cch
کندانسور	Cond
اکونومایزر	eco
اواپراتور	eva
سوخت	f
آب تغذیه	fw
گاز	g
توربین گاز	GT
فشار بالا	HP
آبگرمکن فشار بالا	hph
فشار متوسط	IP
آبگرمکن فشار متوسط	iph
آیزنتروپیک	ise
فشار پایین	LP
آبگرمکن فشار پایین	lph
مکانیکی	mec
تعداد سال	n
تعمیر و نگهداری	OM
نیروگاه	pp
پیش کرمکن	pre
سیکل بازتوانی شده	RC
توربین بخار	St
فوق گرمکن	sup
آب دریا	sw
توربین	t