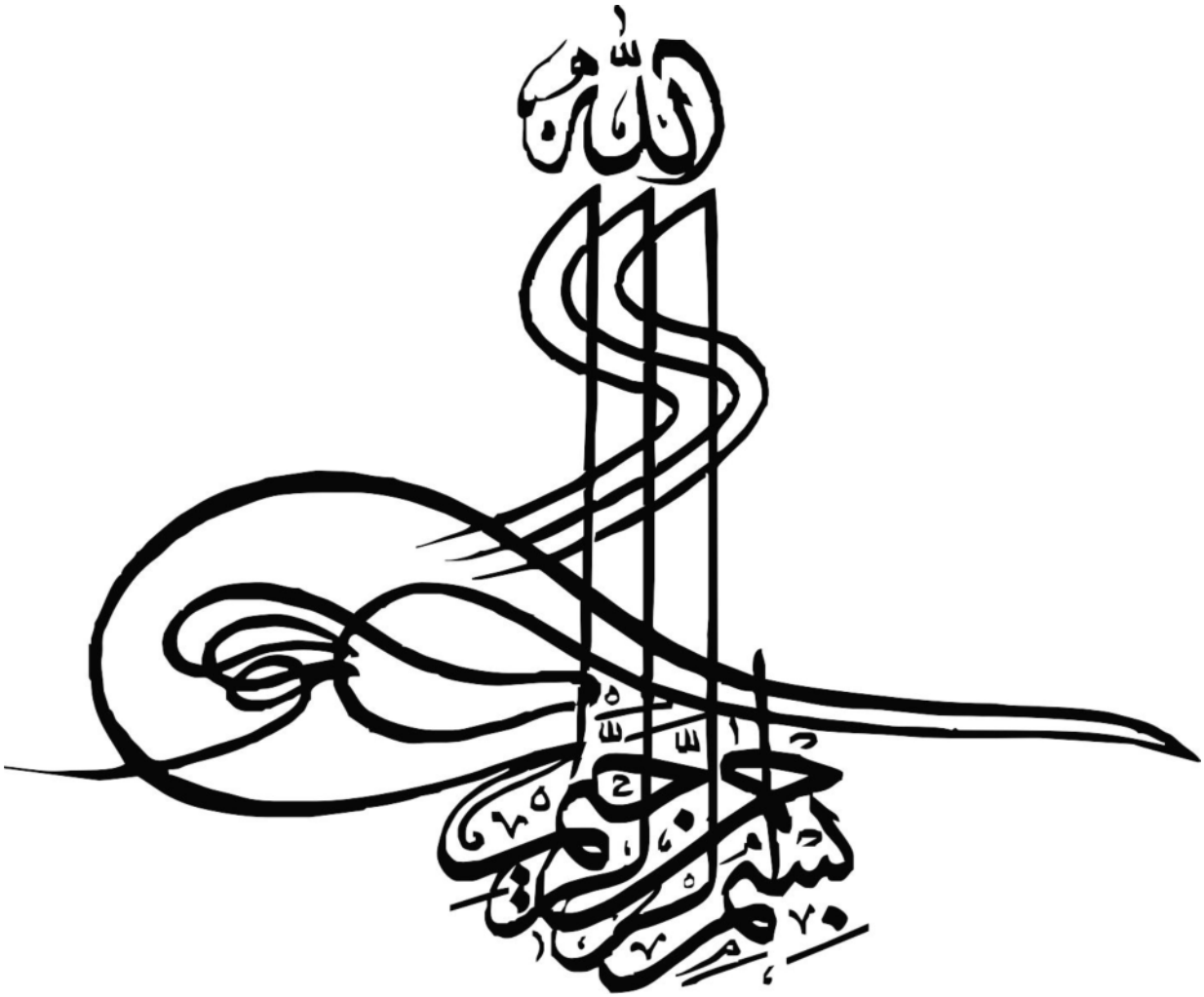
بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده مهندسی مکانیک
گروه حرارت و سیالات

بهینه سازی مصرف سوخت در ایستگاه‌های تقویت فشار

دانشجو:
محسن شمالی

استاد راهنما:
دکتر محمود فرزانه‌گرد

استاد مشاور:
دکتر جعفر فتحعلی

پایان نامه ارشد جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

دی ماه ۱۳۸۹

شماره :
تاریخ :
ویرایش :

بسمه تعالی

مدیریت تحصیلات تکمیلی

فرم شماره (۶)

فرم صورتجلسه دفاع پایان نامه تحصیلی دوره کارشناسی ارشد

با تأییدات خداوند متعال و با استعانت از حضرت ولی عصر (عج) جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مکانیک گرایش تبدیل انرژی آقای محسن شمالی تحت عنوان:" بهینه سازی مصرف سوخت در ایستگاه های تقویت فشار" که در تاریخ: ۸۹/۱۰/۲۶ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار گردید به شرح زیر است :

قبول (با درجه : عالی امتیاز ۱۸,۲۶) ☑ دفاع مجدد ☐ مردود ☐

۱ـ عالی (۲۰ ـ ۱۸)
۲ـ بسیار خوب (۱۷/۹۹ ـ ۱۶)
۳ـ خوب (۱۵/۹۹ ـ ۱۴)
۴ـ قابل قبول (۱۳/۹۹ ـ ۱۲)

a) عضو هیأت داوران	نام ونام خانوادگی	مرتبهٔ علمی	امضاء
۱ـ استادراهنمای اول	دکتر محمود فرزانه گرد	دانشیار	
۲- استاد راهنمای دوم			
۳ـ استاد مشاور	دکتر جعفر فتحعلی	دانشیار	
۴ـ نماینده شورای تحصیلات تکمیلی	دکتر محسن نظری	استادیار	
۵ـ استاد ممتحن	دکتر محمود چهارطاقی	استادیار	
۶ ـ استاد ممتحن	دکترسید مجید هاشمیان	استادیار	

تأیید رئیس دانشکده :

تقدیم به پدر و مادرم

که هستی و همه ی وجودم از آنهاست و تقدیم به همسر، خواهر و

برادرانم که یار و یاور من در راه پر پیچ و خم زندگی هستند.

عزیزانم با تمام وجود دوستتان دارم.

تشکر و قدردانی

در ابتدا از استاد راهنمای خود، جناب آقای دکتر محمود فرزانه گرد به خاطر راهنمایی و حمایتی که از من در طی انجام این تحقیق کرده‌اند، نهایت تشکر را می‌نمایم.

همچنین از دکتر جعفر فتحعلی به خاطر صمیمیتشان، بسیار متشکرم.

و نیز از تمامی همکاران و دوستانم در دانشگاه صنعتی شاهرود، تشکر می‌نمایم، کسانی که بدون حمایت و حضور آنها، انجام این تحقیق، میسر نبود.

از خانواده‌ام به خاطر حمایت‌های مادی و معنوی که در طی انجام این تحقیق و کل زندگی‌ام از من داشته‌اند، تشکر ویژه می‌نمایم.

همچنین این پایان نامه از حمایت مالی شرکت ملی گاز ایران (منطقه ۴ عملیاتی گاز کشور- ایستگاه تقویت فشار رضوی مشهد) برخوردار بوده است. لذا مراتب تقدیر و تشکر خود را از مدیر عامل محترم، مدیریت بخش پژوهش و فناوری و کارشناسان شرکت گاز ت منطقه چهار عملیات کشور- ایستگاه تقویت فشار رضوی مشهد اعلام می نماییم.

تعهد نامه

اینجانب محسن شمالی دانشجوی دوره کارشناسی ارشد / دکتری رشته سد های انرژی (عمران-سازه)

دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه/ رساله بهینه سازی مصرف سوخت در استگاه های تقویت فشار تحت راهنمائی آقای دکتر محمد رضا نوزانی گرد متعهد می شوم .

- تحقیقات در این پایان نامه/ رساله توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است .
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است .
- مطالب مندرج در پایان نامه/ رساله تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است .
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « Shahrood University of Technology » به چاپ خواهد رسید .
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه / رساله تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه/ رساله رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه/رساله ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است .
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه/رساله ، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است .

تاریخ : ۲۶/ ۱۰/ ۱۳۸۹

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج ، کتاب ، برنامه های رایانه ای ، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد . این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود .
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه / رساله بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

* متن این صفحه نیز باید در ابتدای نسخه های تکثیر شده پایان نامه/ رساله وجود داشته باشد .

چکیده:

گاز طبیعی یکی از منابع اصلی انرژی در دنیا می‌باشد، نیاز به انتقال گاز از مناطق تولید کننده به نواحی مصرف کننده در کشورها و یا از کشوری به کشور دیگر عاملی برای ساخت شبکه های انتقال گاز گردیده است. بدلیل طولانی بودن خطوط انتقال ، فشار و انرژی گاز به سبب اصطکاک بین گاز و دیواره داخلی لوله ها از دست می‌رود، برای غلبه بر این کاهش انرژی در خطوط انتقال، ایستگاه های تقویت فشار در مسیر نصب می‌شوند. بعلت بالا بودن حجم سالیانه گاز عبوری از خطوط انتقال، سوخت قابل توجهی در ایستگاه های تقویت فشار به منظور تامین انرژی کمپرسورها مصرف می‌شود و این امر موجب شده که محققان مطالعات بسیاری بر روی ایستگاه های تقویت فشار به منظور کاهش سوخت مصرفی درایستگاه ها و متناسب با آن کاهش در هزینه ها انجام دهند. عموماً هدف از شبیه سازی شبکه های انتقال گاز پیدا کردن شرایطی برای کاهش در هزینه ها و به عنوان اصلی‌ترین موضوع کمینه کردن مقدار سوخت مصرف شده در ایستگاه های تقویت فشارمی‌باشد. در این تحقیق هدف عمومی شبیه سازی یک ایستگاه تقویت فشار و هدف از بهینه سازی، پیداکردن وضعیت عملکردی است که مصرف سوخت را کمینه کند. ایستگاه تقویت فشار رضوی در مشهد به عنوان نمونه مطالعاتی در نظر گرفته شده و به شبیه سازی (در تمام تحقیقات قبلی سیکل راننده (توربین گاز) تنها به صورت یک رابطه که بازده کلی بستگی به توان ورودی دارد، تعریف می‌شود و اثراتی مانند دما و فشار محیط و غیره مورد بررسی قرار نگرفته‌اند. اما در این تحقیق تمام عوامل تاثیر گذار بر سیکل راننده مورد بررسی قرار گرفته‌اند.) آن برای تعیین مصرف سوخت و تعیین بهترین وضعیت عملکرد پرداخته شده است. ایستگاه دارای ۴ توربوکمپرسور است، که به صورت موازی چیده شده‌اند.

همچنین به آنالیز اگزرژی ایستگاه پرداخته شده و به عنوان کاری جدید و نو که تا به حال صورت نگرفته شده است به کمینه سازی اگزرژی نابود شده در ایستگاه برای تعیین چگونگی بهترین کارکرد هر واحد تراکم به عنوان تابع هدف در بهینه سازی پرداخته شده است. در انتها نیز نتایج حاصل از

شبیه‌سازی صورت گرفته برای ایستگاه تقویت فشار رضوی مشهد و نتایج حاصل از بهینه‌سازی آن برای دو تابع هدف مصرف سوخت و اگزرژی نابود شده آورده شده است.

کلمات کلیدی:

ایستگاه تقویت فشار، شبیه سازی، کمپرسور سانتریفوژ، توربین گازی ، بهینه‌سازی، مصرف سوخت، نابودی اگزرژی

مقالات مستخرج شده:

۱- آنالیز اگزرژی توربین های گازی دو شفت و اثر دمای ورودی به ژنراتور گاز بر اگزرژی سیستم (نمونه مطالعاتی: توربین گازی ایستگاه تقویت فشار رضوی مشهد) {اولین کنفرانس علوم حرارتی ایران }

۲- روشی برای شبیه سازی توربین های گازی در صنعت {دهمین کنفرانس هوا و فضای ایران }

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۱- فصل اول: مقدمه ۱

۱-۱-مقدمه ۲

۱-۱-۱کمپرسور گاز ۸

۱-۱-۲گرداننده کمپرسور گاز ۹

۱-۲-تاریخچه گاز طبیعی ۱۱

۱-۲-۱تاریخچه گاز در ایران و تاسیس شرکت ملی گاز ایران ۱۲

۱-۳-هدف از انجام این تحقیق ۱۴

۱-۴-ساختار پایان‌نامه ۱۶

۲- فصل دوم: مروری بر کارهای گذشته ۱۷

۲-۱-مقدمه ۱۸

۲-۲-کارهای صورت گرفته توسط دانشمندان و محققان در گذشته ۱۸

۳- فصل سوم: بررسی تجهیزات اصلی ایستگاه و فرمولبندی روابط آن ۳۳

۳-۱-مقدمه ۳۴

۳-۲-کمپرسور ۳۹

۳-۳-کمپرسورهای گریز از مرکز ۴۰

۳-۳-۱گرمای ویژه ۴۷

۳-۳-۲فاکتور تراکم پذیری ۴۷

۳-۴-توربین گازی ایستگاه تقویت فشار(توربین گازی دو شفت) ۴۹

۳-۴-۱تعیین قدرت خروجی توربین گاز ۵۰

۳-۴-۲وضعیت عملکرد توربین های گازی ۵۰

۳-۴-۳اجزای توربین گازی ۵۳

۳-۴-۴آنالیز اگزرژی ۵۷

۳-۴-۵پارامترهای موثر بر عملکرد توربین گازی دو شفت ۶۲

۳-۴-۶روش شبیه سازی توربین های گازی راننده کمپرسورهای گریز از مرکز ایستگاه
تقویت فشار رضوی مشهد ۶۹

۴- فصل چهارم: روشهای بهینه سازی ۷۳

۴-۱-مقدمه ۷۴

۴-۲-فرمول بندی بهینه سازی ۷۵

۴-۳-مسائل بهینه سازی ۷۷

۴-۴-دسته بندی روشهای بهینه سازی ۷۸

۴-۵-راه حل کلی ۷۹

۴-۶-نرخ همگرائی ۷۹

۴-۷-گرادیان تابع ۸۰

۴-۷-۱محاسبه گرادیان ۸۲

۴-۷-۲تعیین طول گام بهینه در جهت کاهش تابع ۸۳
۴-۸-معیار همگرائی ۸۴
۴-۹-روش متریک متغیر (روش دیویدون- فلچر- پاول) ۸۴
۴-۱۰- الگوریتم ژنتیک ۸۷
۴-۱۰-۱الگوریتم ۸۷
۴-۱۰-۲ساز و کار الگوریتم ژنتیک ۹۰
۴-۱۰-۳طرح کلی الگوریتم ژنتیک ۹۲
۵- فصل پنجم: نتایج ۹۴
۵-۱-مقدمه ۹۵
۵-۲-معرفی خط انتقال ۴ ایران و ایستگاه تقویت فشار رضوی ۹۷
۵-۳-نمودارهای عملکرد کمپرسور گریز از مرکز ۹۹
۵-۳-۱نمودارهای ارائه شده توسط شرکت سازنده ۹۹
۵-۳-۲نمودارهای بدست آمده از برازش ۱۰۱
۵-۳-۳مقایسه نمودارهای شرکت سازنده و نمودارهای حاصل از برازش ۱۰۲
۵-۴-مقایسه نتایج حاصل از شبیه سازی توربین گازی ایستگاه با مقادیر واقعی ۱۰۹
۵-۵-مقایسه نتایج شبیه سازی و مقادیر ثبت شدهی توربوکمپرسور ایستگاه تقویت فشار رضوی ۱۱۱
۵-۶-تاثیرگذاری پارامترهای مختلف بر مقدار سوخت مصرفی ایستگاه ۱۱۳

۵-۷-نمودارهای نشان دهنده شرایط بهینه در آنالیز انرژی (تابع هدف کمینه سازی مصرف سوخت ایستگاه) ۱۱۵

۵-۷-۱نمودارهای نشان دهنده مصرف سوخت بهینه ایستگاه به دبی حجمی واقعی ایستگاه برای چیدمان های مختلف واحدهای در حال کار ۱۱۵

۵-۷-۲نمودارهای نشان دهنده چگونگی بهترین مقدار عبور جریان گاز از هر واحد در حال کار ۱۲۳

۵-۸-نمودارهای نشان دهنده شرایط بهینه در آنالیز اگزرژی (تابع هدف کمینه سازی اگزرژی نابود شده در ایستگاه) ۱۲۷

۵-۸-۱نمودارهای نشان دهنده کمینه اگزرژی نابود شده ایستگاه به دبی حجمی واقعی ایستگاه برای چیدمان های مختلف واحدها ۱۲۷

۵-۸-۲نمودارهای نشان دهنده چگونگی بهترین مقدار عبور جریان گاز از هر واحد ۱۳۵

۶- فصل ششم: نتیجه گیری و پیشنهادات ۱۴۰

۶-۱- نتیجه گیری ۱۴۰

۶-۲-پیشنهادات ۱۴۱

پیوست الف: کمپرسورها ۱۴۴

الف-۱- تاریخچه کمپرسورها ۱۴۴

الف-۲- هدف از به کارگیری کمپرسورها ۱۴۸

الف-۳- دسته بندی کمپرسورها بر اساس دیدگاه فشار و ظرفیت ۱۴۹

الف-۴- دسته بندی کمپرسورها از جنبه رفتاری ۱۵۰
الف-۵- دسته بندی کمپرسورها از جنبه روغن کاری ۱۵۱
الف-۶- مزایای کمپرسور خشک نسبت به کمپرسور روانکاری شونده ۱۵۳
الف-۷- معایب کمپرسور خشک نسبت به کمپرسور روانکاری شونده ۱۵۳
الف-۸- چگونگی انتخاب کمپرسور ۱۵۳

پیوست ب: فاکتور تراکم پذیری ۱۵۵

ب-۱- روش ردلیک کوانگ با ۲ ثابت ۱۵۶
ب-۲- روش درانچاک و همکارانش با ۶ ثابت ۱۵۷
ب-۳- روش درانچاک، پورویس و رابینسون با ۸ ثابت ۱۵۷

پیوست ج: محدودیت های عملکرد کمپرسورها ۱۵۹

ج-۱- پدیده موجدارشدن ۱۶۰
ج-۲-محدودیت پدیده های موج و صخره ۱۶۳

پیوست د: توربین گازی ۱۶۶

د-۱- روش مستقیم ۱۶۷
د-۲- روش غیر مستقیم ۱۶۸

پیوست ه: روش متریک متغیر و الگوریتم ژنتیک ۱۷۰

ه-۱- طبیعت روش متریک متغیر: ۱۷۱
ه-۲- الگوریتم ژنتیک ۱۷۵
ه-۲-۱ مقدمه ۱۷۵
ه-۲-۲- پیشینه ۱۷۷
ه-۲-۳- الگوریتم ژنتیک چیست؟ ۱۷۸
ه-۲-۴- برتری ها و ضعف های الگوریتم ژنتیک ۱۸۰
ه-۲-۵- چند نمونه از کاربرد های الگوریتم های ژنتیک ۱۸۱
پیوست و: الگوریتم ژنتیک در MATLAB ۱۸۲
و-۱- فراخوانی الگوریتم ژنتیک در MATLAB ۱۸۴
و-۲- استفاده از جعبه ابزار الگوریتم ژنتیک در MATLAB ۱۸۵
و-۳- اصطلاحات جعبه ابزار الگوریتم ژنتیک در نرم‌افزار MATLAB ۱۸۹
و-۴- مراحل کمینه کردن الگوریتم ژنتیک ۱۹۶
مراجع ۱۹۸

فهرست شکل ها

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۱ :نمایش یک ایستگاه تقویت فشار و تجهیزات موجود در آن ۷
شکل ۳-۱:نقشه جانمایی یک ایستگاه تقویت فشار[۵] ۳۶
شکل ۳-۲:نمونه ای ازیک ایستگاه تقویت فشار[۵۸] ۳۷
شکل ۳-۳:شماتیک ساده ای از واحد تراکم یک ایستگاه تقویت فشار ۳۸
شکل ۳-۴:شکل برش خورده یک کمپرسور گریزازمرکز خط لوله انتقال[۵۹] ۴۱
شکل ۳-۵:نمودار عملکرد یک نمونه کمپرسور گریزازمرکز[۲۱] ۴۲
شکل ۳-۶:توربین گازی دوشفت[۵۸] ۵۰
شکل ۳-۷:تغییرات بازده بر حسب توان در توربین های گازی مختلف[۵۸] ۵۱
شکل ۳-۸:شماتیک سیکل ساده توربین گازی دوشفت[۷۳] ۵۲
شکل ۳-۹:دیاگرام T-S سیکل ساده توربین گازی دوشفت[۷۳] ۵۳
شکل ۳-۱۰:تاثیر دمای محیط بر توان خروجی توربین گازی[۵۸] ۶۳
شکل ۳-۱۱:تاثیر ارتفاع و فشار ورودی بر توان خروجی توربین گازی[۵۸] ۶۴
شکل ۳-۱۲:تاثیر افت فشار در ورودی و خروجی بر توان خروجی توربین گازی[۵۸] ۶۵
شکل ۳-۱۳:تاثیر رطوبت بر توان خروجی توربین گازی[۷۴] ۶۶
شکل ۳-۱۴:تاثیر نوع سوخت بر میزان قدرت خروجی توربین گاز[۷۴] ۶۷
شکل ۳-۱۵:تاثیر سرعت توربین قدرت بر عملکرد توربین گازی[۵۸] ۶۷
شکل ۳-۱۶:تاثیر دور توربین قدرت بر توان بهینه توربین گازی[۵۸] ۶۸
شکل ۴-۱: جهت های سریع ترین افزایش ۸۱
شکل ۴-۲:نمایش الحاق در الگوریتم ژنتیک ۹۱
شکل ۴-۳:نمایش جهش در الگوریتم ژنتیک ۹۱
شکل ۴ -۴:نمایش گلچین در الگوریتم ژنتیک ۹۲
شکل ۴-۵:نمایش نحوه عملیات الگوریتم ژنتیک شکل ۹۳
شکل ۵-۱:شمای کلی خط لوله اصلی انتقال گاز منطقه ۴ کشور ۹۸
شکل ۵-۲:شماتیک ایستگاه تقویت فشار رضوی مشهد ۹۹
شکل ۵-۳:نمودار عملکرد شرکت سازنده برای کمپرسور گریز از مرکز ایستگاه تقویت فشار رضوی ۱۰۰
شکل ۵-۴:نمودار بازده پلی تروپیک بر حسب دبی بدست آمده از برازش ۱۰۱
شکل ۵-۵:نمودار هد پلی تروپیک بر حسب دبی بدست آمده از برازش ۱۰۲
شکل ۵-۶:مقایسه نمودار هد پلی تروپیک بر حسب دبی شرکت سازنده و نمودار حاصل از برازش ۱۰۳
شکل ۵-۷:مقایسه نمودار بازده بر حسب دبی شرکت سازنده و نمودار حاصل از برازش ۱۰۳
شکل ۵-۸:مقدار بهینه سوخت مصرفی ایستگاه بر حسب جریان حجمی ورودی به ایستگاه برای تعداد واحدهای مختلف روشن برای شرایط جدول۵-۱۲ ۱۱۶
شکل ۵-۹:سرعت عملکرد کمپرسور گریز از مرکز مربوط به شکل ۵-۸ ۱۱۶
شکل ۵-۱۰:مقدار سوخت مصرفی ایستگاه بر حسب جریان حجمی ورودی به ایستگاه برای تعداد واحدهای مختلف روشن برای شرایط جدول۵-۱۳ ۱۱۷

شکل ۵-۱۱:سرعت عملکرد کمپرسور گریز از مرکز مربوط به شکل ۵-۱۰ ۱۱۷
شکل ۵-۱۲:مقدار سوخت مصرفی ایستگاه بر حسب جریان حجمی ورودی به ایستگاه برای تعداد واحدهای مختلف روشن برای شرایط جدول۵-۱۴ ۱۱۸
شکل ۵-۱۳:سرعت عملکرد کمپرسور گریز از مرکز مربوط به شکل ۵-۱۲ ۱۱۸
شکل ۵-۱۴:مقدار سوخت مصرفی ایستگاه بر حسب جریان حجمی ورودی به ایستگاه برای تعداد واحدهای مختلف روشن برای شرایط جدول۵-۱۵ ۱۱۹
شکل ۵-۱۵:سرعت عملکرد کمپرسور گریز از مرکز مربوط به شکل ۵-۱۴ ۱۱۹
شکل ۵-۱۶:مقدار سوخت مصرفی ایستگاه بر حسب جریان حجمی ورودی به ایستگاه برای تعداد واحدهای مختلف روشن برای شرایط جدول۵-۱۶ ۱۲۰
شکل ۵-۱۷:سرعت عملکرد کمپرسور گریز از مرکز مربوط به شکل ۵-۱۶ ۱۲۰
شکل ۵-۱۸:مقدار سوخت مصرفی ایستگاه بر حسب جریان حجمی ورودی به ایستگاه برای تعداد واحدهای مختلف روشن برای شرایط جدول۵-۱۷ ۱۲۱
شکل ۵-۱۹:سرعت عملکرد کمپرسور گریز از مرکز مربوط به شکل ۵-۱۸ ۱۲۱
شکل ۵-۲۰:مقدار سوخت مصرفی ایستگاه بر حسب جریان حجمی ورودی متفاوت به واحدها بر اساس شرایط جداول(۵-۱۲و ۵-۲۰) ۱۲۵
شکل ۵-۲۱:مقدار سوخت مصرفی ایستگاه بر حسب جریان حجمی ورودی متفاوت به واحدها بر اساس شرایط جداول(۵-۱۳و ۵-۲۰) ۱۲۵
شکل ۵-۲۲:مقدار سوخت مصرفی ایستگاه بر حسب جریان حجمی ورودی متفاوت به واحدها بر اساس شرایط جداول(۵-۱۴و ۵-۲۰) ۱۲۶
شکل ۵-۲۳:مقدار سوخت مصرفی ایستگاه بر حسب جریان حجمی ورودی متفاوت به واحدها بر اساس شرایط جداول(۵-۱۵و ۵-۲۰) ۱۲۶
شکل ۵-۲۴:مقدار کمینه اگزرژی نابود شده در واحد تراکم ایستگاه بر حسب جریان حجمی ورودی به ایستگاه برای تعداد واحدهای مختلف روشن برای شرایط جدول۵-۱۲ ۱۲۸
شکل ۵-۲۵:سرعت عملکرد کمپرسور گریز از مرکز مربوط به شکل ۵-۲۴ ۱۲۹
شکل ۵-۲۶:مقدار کمینه اگزرژی نابود شده در واحد تراکم ایستگاه بر حسب جریان حجمی ورودی به ایستگاه برای تعداد واحدهای مختلف روشن برای شرایط جدول۵-۱۳ ۱۲۹
شکل ۵-۲۷:سرعت عملکرد کمپرسور گریز از مرکز مربوط به شکل ۵-۲۶ ۱۳۰
شکل ۵-۲۸:مقدار کمینه اگزرژی نابود شده در واحد تراکم ایستگاه بر حسب جریان حجمی ورودی به ایستگاه برای تعداد واحدهای مختلف روشن برای شرایط جدول۵-۱۴ ۱۳۰
شکل ۵-۲۹:سرعت عملکرد کمپرسور گریز از مرکز مربوط به شکل ۵-۲۸ ۱۳۱
شکل ۵-۳۰:مقدار کمینه اگزرژی نابود شده در واحد تراکم ایستگاه بر حسب جریان حجمی ورودی به ایستگاه برای تعداد واحدهای مختلف روشن برای شرایط جدول۵-۱۵ ۱۳۱
شکل ۵-۳۱:سرعت عملکرد کمپرسور گریز از مرکز مربوط به شکل ۵-۳۰ ۱۳۲
شکل ۵-۳۲:مقدار کمینه اگزرژی نابود شده در واحد تراکم ایستگاه بر حسب جریان حجمی ورودی به ایستگاه برای تعداد واحدهای مختلف روشن برای شرایط جدول۵-۱۶ ۱۳۲
شکل ۵-۳۳:سرعت عملکرد کمپرسور گریز از مرکز مربوط به شکل ۵-۳۲ ۱۳۳
شکل ۵-۳۴:مقدار کمینه اگزرژی نابود شده در واحد تراکم ایستگاه بر حسب جریان حجمی ورودی به ایستگاه برای تعداد واحدهای مختلف روشن برای شرایط جدول ۵-۱۷ ۱۳۳
شکل ۵-۳۵:سرعت عملکرد کمپرسور گریز از مرکز مربوط به شکل ۵-۳۴ ۱۳۴

شکل ۵-۳۶:اگزرژی نابود شده ایستگاه بر حسب جریان حجمی ورودی متفاوت به واحدها بر اساس شرایط جداول(۵-۱۲و ۵-۲۰) ۱۳۶
شکل ۵-۳۷:اگزرژی نابود شده ایستگاه بر حسب جریان حجمی ورودی متفاوت به واحدها بر اساس شرایط جداول(۵-۱۳و ۵-۲۰) ۱۳۷
شکل ۵-۳۸:اگزرژی نابود شده ایستگاه بر حسب جریان حجمی ورودی متفاوت به واحدها بر اساس شرایط جداول(۵-۱۴و ۵-۲۰) ۱۳۷
شکل ۵-۳۹:اگزرژی نابود شده ایستگاه بر حسب جریان حجمی ورودی متفاوت به واحدها بر اساس شرایط جداول(۵-۱۵و ۵-۲۰) ۱۳۸
شکل الف-۱: نمونه ای از دمی آهنگری در مصر باستان ۱۴۴
شکل الف-۲ : نمونه ای از اولین کمپرسور صنعتی ۱۴۶
شکل ج-۱:منحنی مشخصه یک کمپرسور گریز از مرکز (نشان دهنده خط خفگی وشوک ۱۶۰
شکل و-۱: صفحه گرافیگی الگوریتم ژنتیک در MATLAB ۱۸۶
شکل و-۲: نمایش اطلاعات خروجی در صفحه گرافیگی الگوریتم ژنتیک در MATLAB ۱۸۷
شکل و-۳: رسم بهترین تابع تناسب در هر نسل در صفحه گرافیگی الگوریتم ژنتیک در MATLAB ۱۸۸
شکل و-۴: شرایط توقف الگوریتم در صفحه گرافیگی الگوریتم ژنتیک در MATLAB ۱۹۰
شکل و-۵: انتخاب چگونگی نمایش نتایج در صفحه گرافیگی الگوریتم ژنتیک در MATLAB ۱۹۱
شکل و-۶: چگونگی انتخاب نوع و اندازه و موارد مربوط به جمعیت (Population option) در صفحه گرافیگی الگوریتم ژنتیک در MATLAB ۱۹۲
شکل و-۷: انتخاب چگونگی مقیاس بندی تابع تناسب(Fitness scaling option) در صفحه گرافیگی الگوریتم ژنتیک در MATLAB ۱۹۳
شکل و-۸: چگونگی انتخاب والدین (Selection- option) برای تشکیل نسل بعدی در صفحه گرافیگی الگوریتم ژنتیک در MATLAB ۱۹۳
شکل و-۹: انتخاب چگونگی تولید نسل (Reproduction)در صفحه گرافیگی الگوریتم ژنتیک در MATLAB ۱۹۴
شکل و-۱۰: انتخاب چگونگی جهش (Mutation option)در صفحه گرافیگی الگوریتم ژنتیک در MATLAB ۱۹۴
شکل و-۱۱:انتخاب چگونگی ترکیب ژن ها (Crossover)در صفحه گرافیگی الگوریتم ژنتیک در MATLAB ۱۹۵
شکل و-۱۲: انتخاب جهت و ضریب مهاجرت (Migration)در صفحه گرافیگی الگوریتم ژنتیک در MATLAB ۱۹۵
شکل و-۱۳: انتخاب تابع بهینه ساز (Hybrid Function Option) بعد الگوریتم ژنتیک در صفحه گرافیگی الگوریتم ژنتیک در MATLAB ۱۹۶
شکل و-۱۴: چگونگی انتخاب جمعیت اولیه الگوریتم ژنتیک در MATLAB ۱۹۶

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول۱-۱:اطلاعاتی از گستره فشار، قطر لوله و مواد در سیستم حمل و نقل[۲] ۴
جدول۳-۱:ضرایب مربوط به نمودار عملکرد کمپرسور گریزازمرکزشکل ۳-۵ [۲۱] ۴۵
جدول۳-۲:مقادیر اندازه گیری شده برای توربین گازی ۷۱
جدول۳-۳:مقادیر فاکتورهای اصلاح کننده ۷۱
جدول۳-۴:مقادیر اصلاح شدهی اندازه گیری های جدول۳-۳ ۷۲
جدول۴ -۱ :دسته بندی روش های بهینه سازی ۷۸
جدول۵-۱:مقایسه بازده پلی تروپیک بدست آمده از نمودار عملکرد شرکت سازنده و جند جمله ای برازش شده ۱۰۴
جدول۵-۲:مقایسه هد پلی تروپیک بدست آمده از نمودار عملکرد شرکت سازنده و جند جمله ای برازش شده ۱۰۶
جدول۵-۳:ضرایب ثابت رابطه(۳-۶۱) ۱۰۹
جدول۵-۴:ضرایب ثابت رابطه(۳-۶۵) ۱۰۹
جدول۵-۵:مقایسه بین مقادیر واقعی و مقادیر بدست آمده از روش بخش ۳-۴-۶برای شرایط مختلف عملکرد ۱۱۰
جدول۵-۶:مقادیر اصلاح شده مربوط به شرایط جدول۵-۵ ۱۱۰
جدول۵-۷:شرایط گاز ورودی به ایستگاه (ثبت شده در فرم واحد دیسپچینگ ایستگاه تقویت فشار) ۱۱۲
جدول۵-۸:نتایج مقادیر شبیه سازی و ثبت شده در واحد دیسپچینگ ایستگاه رضوی برای شرایط جدول ۵-۷ ۱۱۲
جدول۵-۹:درصد خطای موجود در نتایج جدول۵-۸ ۱۱۲
جدول۵-۱۰:وابستگی مقدار سوخت مصرف شده در ایستگاه به پارامترهای مختلف ۱۱۳
جدول۵-۱۱:وابستگی مقدار سوخت مصرف شده در ایستگاه به پارامترهای مختلف ۱۱۴
جدول۵-۱۲:شرایط دما و فشار محیط و گاز ورودی به ایستگاه ۱۱۶
جدول۵-۱۳:شرایط دما و فشار محیط و گاز ورودی به ایستگاه ۱۱۷
جدول۵-۱۴:شرایط دما و فشار محیط و گاز ورودی به ایستگاه ۱۱۸
جدول۵-۱۵:شرایط دما و فشار محیط و گاز ورودی به ایستگاه ۱۱۹
جدول۵-۱۶:شرایط دما و فشار محیط و گاز ورودی به ایستگاه ۱۲۰
جدول۵-۱۷:شرایط دما و فشار محیط و گاز ورودی به ایستگاه ۱۲۱
جدول۵-۱۸:مقدار جریان حجمی گاز عبوری از هر واحد ۱۲۳
جدول ۵-۱۹: مقدار سوخت بهینه و مقادیر جریان عبوری از هر واحد برای جدول ۵-۱۸ ۱۲۴
جدول۵-۲۰:مقدار جریان حجمی گاز عبوری از هر واحد ۱۲۴
جدول۵-۲۱:مقدار کمینه اگزرژی نابود شده و مقادیر جریان عبوری از هر واحد شرایط جدول ۵-۱۸ ۱۳۶
جدول‌الف-۱:انواع پمپ خلاء ۱۴۹

فهرست علائم

ضرایب ثابت افت در توربین گازی	a_1,a_2,a_3,a_4,a_5,a_6	
ضرایب ثابت در هر کمپرسور	b_1,b_2,b_3,b_4,b_5,b_6	
گرمای ویژه در حجم ثابت	C_v	kj/kg.mol.k
گرمای ویژه در فشار ثابت	C_p	kj/kg.mol.k
اگزرژی	$\dot{E}$	kw
هوای اضافی	EA	
ارتفاع	elevation	ft
ضریب تصحیح هد پلی تروپیک	f	
نسبت جرم سوخت بر واحد جرم هوا	fa	
ثابت نمایی در تراکم آدیاباتیک	k	
انرژی جنبشی	KE	kj
ارزش حرارتی پایین سوخت	LHV	kj/kg
دبی جرمی	$\dot{m}$	kg/s
وزن مولکولی	M	
نمای پلی تروپیک	n	
فشار	p	kpa
فشار کاهیده	P_r	
انرژی پتانسیل	PE	kj
دبی حجمی	Q	$ft^3/\min$
ثابت گاز	R	kj/(kg.mol.k)
سرعت	S	rpm
آنتروپی	s	kj/kg.k
دما	T	k
دمای کاهیده	T_r	
انرژی داخلی	U	kj/kg
حجم	V	m^3
توان	W	kw
مشخصه قدرت موتور	WI	
نسبت مولی هر جزء گاز	y	
فاکتور تراکم پذیری	Z	
علائم یونانی		
بازده	η	