٤١١٥٧

۱۳۸۱/۴/۱۰

دانشگاه تربیت مدرس
دانشکدهٔ فنی مهندسی

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران

پایان نامهٔ دورهٔ کارشناسی ارشد
مهندسی مکانیک تبدیل انرژی

شبیه سازی اثرات پروفیل پرهٔ توربین بر روی میدان جریان ردیف پره

تدوین کننده:
مصطفی محمودی

استاد راهنما:
دکتر محمدرضا انصاری

زمستان ۱۳۸۰

۴۱۱۸۷

دانشگاه تربیت مدرس

تاییدیه هیات داوران

آقای مصطفی محمودی پایان‌نامه ۶ واحدی خود را با عنوان شبیه‌سازی اثرات پروفیل پره توربین بر روی میدان جریان یک ردیف پره در تاریخ ۸۰/۱۲/۲۰ ارائه کردند. اعضای هیات داوران نسخه نهائی این پایان‌نامه را از نظر فرم و محتوی تایید و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی مکانیک باگرایش تبدیل‌انرژی پیشنهاد می‌کنند.

اعضای هیات داوران	نام و نام خانوادگی	امضاء
۱ـ استاد راهنمـــا :	آقای دکتر انصاری	
۲ـ استاد مشـــاور :	ـــــ	
۳ـ استادان ممتحن :	آقای دکتر قدیری	
	آقای دکتر معرفت	
	آقای دکتر نورآذر	
۴ـ مدیـــر گـــروه :	آقای مهندس قائم‌مقامی	
(یا نمایندهٔ گروه تخصصی)		

این نسخه به عنوان نسخه نهائی پایان‌نامه/رساله مورد تایید است.

امضای استاد راهنما:

بسمه تعالی

آیین‌نامهٔ چاپ پایان‌نامه (رساله)های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرّس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان‌نامه (رساله)های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرّس، مبیّن بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش‌آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

مادّهٔ ۱ در صورت اقدام به چاپ پایان‌نامه (رساله)ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اطلاع دهد.

مادّهٔ ۲ در صفحهٔ سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه)، عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد/رسالهٔ دکتری نگارنده در رشتهٔ مکانیک است که در سال ۱۳۸۰ در دانشکدهٔ فنی مهندسی دانشگاه تربیت مدرّس به راهنمایی سرکار خانم/جناب آقای دکتر انصاری، مشاورهٔ سرکار خانم/جناب آقای دکتر ——— و مشاورهٔ سرکار خانم/جناب آقای دکتر ——— از آن دفاع شده است.»

مادّهٔ ۳ به منظور جبران بخشی از هزینه‌های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می‌تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

مادّهٔ ۴ در صورت عدم رعایت مادّهٔ ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ‌شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرّس، تأدیه کند.

مادّهٔ ۵ دانشجو تعهد و قبول می‌کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می‌تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می‌دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در مادّهٔ ۴ را از محلّ توقیف کتابهای عرضه‌شدهٔ نگارنده برای فروش، تأمین نماید.

مادّهٔ ۶ اینجانب مصطفی محمودی دانشجوی رشته مکانیک - تبدیل انرژی مقطع کارشناسی ارشد تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می‌شوم.

نام و نام‌خانوادگی: مصطفی محمودی

تاریخ و امضا:

۱۳۸۱/۲/۱۹

تقدیم به

پدر و مادرم

که

خورشید مهرشان در آسمان قلبم

هرگز

غروب نخواهد کرد.

تقدیر و تشکر

بدینوسیله از آقای دکتر محمدرضا انصاری به خاطر راهنمایی‌های مفید در جریان انجام این پایان نامه صمیمانه تشکر می کنم.

سازمان اطلاعات و مدارک علمی ایران
مرکز اسناد

چکیده

در سالهای اخیر بکارگیری روشهای پیشرفتهٔ طراحی پره در موتورهای توربین گاز جهت کاهش افتهای انرژی از اهمیت ویژه ای برخوردار شده است. این روشها در طول زمان با مقایسه با نتایج آزمایشگاهی بهینه شده اند.در پایان نامهٔ حاضر پروفیل سه نوع پرهٔ توربین گاز در میدان جریان با استفاده از مدل آشفتگی $RNG.K\varepsilon$ و RSM در حالت دو بعدی و مدل $RNG.K\varepsilon$ در حالت سه بعدی بررسی شده و نتایج بصورت منحنی های توزیع ماخ و فشار برروی سطوح پره ها با نتایج آزمایشگاهی مقایسه شده است.مقایسهٔ نتایج بدست آمده از حل مدل آشفتگی $RNG.K\varepsilon$ و RSM با نتایج آزمایشگاهی ،دقت استفاده از مدلهای فوق،مخصوصاً در ناحیهٔ لبهٔ فرار پره ها را مشخص می کند.در تحقیق حاضر برای ایجاد شبکه از نرم افزار Gambit و برای حل جریان از نرم افزار Fluent نسخهٔ 5.23 استفاده شده است.

واژه های کلیدی:" توربین گاز"-"ردیف پره"-"Fluent"-" $RNG.K\varepsilon$ "-" RSM "

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول-مقدمه	۱
فصل دوم-مروری بر مطالعات انجام شده	۵
۲-۱ مطالعات با استفاده از روشهای عددی	۶
۲-۲ آزمایشهای تجربی و نتایج آزمایشگاهی	۸
فصل سوم-توربین گاز	۱۱
۳-۱ کاربردهای توربین گاز در صنایع مختلف	۱۲
۳-۱-۱ کاربرد در صنایع نفت و گاز	۱۳
۳-۱-۲ کاربرد در صنایع حمل و نقل	۱۳
۳-۱-۳ کاربرد در تولید انرژی الکتریکی	۱۳
۳-۲ معرفی اجزای اصلی توربین گاز	۱۳
۳-۲-۱ کمپرسور	۱۴
۳-۲-۲ محفظهٔ احتراق	۱۶
۳-۲-۳ توربین	۱۷
۳-۳ خصوصیات جریان در پره های توربین گاز	۱۸
۳-۳-۱ وابستگی به زمان	۱۹
۳-۳-۲ سه بعدی بودن جریان	۱۹

۳-۳-۳ اثرات تراکم پذیری ۲۰
۳-۳-۴ اثرات لزجت ۲۱
۳-۳-۵ اغتشاش جریان ۲۲
۳-۴ طراحی آیرودینامیکی پروفیل پرهٔ توربین ۲۲
۳-۴-۱ طراحی پروفیل پره با توزیع ایرفویل روی منحنی خم میانی ۲۷
۳-۴-۲ طراحی پروفیل پره بر پایهٔ انحناء مطلوب سطح ۲۸
فصل چهارم-معادلات حاکم ۳۰
۴-۱ معادلات دیفرانسیل حاکم بر جریان سیال ۳۱
۴-۲ جریان مغشوش ۳۴
۴-۳ مشخصات فیزیکی جریان آشفته ۳۵
۴-۳-۱ سه بعدی بودن ۳۵
۴-۳-۲ اختلاط قوی ۳۵
۴-۳-۳ استهلاک ۳۵
۴-۴ انتخاب مدل آشفتگی ۳۵
۴-۴-۱ استفاده از مدل دو معادله ای K-epsilon برای حل میدان جریان آشفته ۳۶
۴-۴-۱-۱ مدل K-epsilon استاندارد ۳۷
۴-۴-۱-۲ مدل آشفتگی RNG.K-epsilon ۳۹
۴-۴-۱-۳ معادلات حاکم برای تولید آشفتگی در معادلات K-epsilon ۴۳
۴-۴-۱-۴ اثرات شناوری در مدلهای آشفتگی K-epsilon ۴۴

۴-۴-۱-۵ مدل کردن اثرات تراکم پذیری در مدلهای آشفتگیK-epsilon ۴۵
۴-۴-۲ مدل تنش رینولدز ۴۵
۴-۴-۲-۱ متوسط گیری (مجموع) رینولدز ۴۶
۴-۴-۲-۲ معادلات انتقال تنش رینولدز ۴۷
۴-۴-۲-۳ معادلات حاکم در انتشار آشفتگی ۴۸
۴-۴-۲-۴ مدل کردن ویسکوزیتهٔ آشفتگی ۴۸
۴-۴-۲-۵ مدل کردن ترم کرنش فشاری ۴۸
۴-۴-۲-۶ تاثیر شناوری بر روی مدل آشفتگی ۵۳
۴-۴-۲-۷ مدل کردن انرژی جنبشی آشفتگی ۵۴
۴-۴-۲-۸ مدل کردن نرخ اتلاف آشفتگی ۵۴
۴-۴-۳ شرط مرزی دیواره ۵۵
فصل پنجم-مدل سازی و روند حل **۵۶**
۵-۱ مدل سازی ۵۷
۵-۱-۱ مدل سازی دوبعدی پره ها ۵۷
۵-۱-۲ مدل سازی سه بعدی پره ها ۵۸
۵-۲ شبکه بندی ۵۹
۵-۲-۱ انواع شبکه ۵۹
۵-۲-۲مراحل تولید شبکه ۶۰
۵-۳ شبکه بندی دوبعدی ۶۱

۵-۴ شبکه بندی سه بعدی ۶۲
۵-۵ تعریف شرایط مرزی ۶۳
۵-۶ روند حل ۶۴
فصل ششم-نتایج **۶۷**
۶-۱ مقدمه ۶۸
۶-۲ حل جریان بصورت دوبعدی ۶۸
۶-۲-۱ حل جریان دوبعدی برای پرهٔ پیشنهادی کیوک ۶۹
۶-۲-۲ حل جریان دوبعدی برای پرهٔ پیشنهادی دانکر ۷۵
۶-۲-۳ حل جریان دوبعدی برای پرهٔ پیشنهادی دیتر بوهن ۸۲
۶-۳ حل جریان بصورت سه بعدی ۸۴
۶-۴ نتیجه گیری ۹۰
۶-۵ پیشنهادات ۹۱
مراجع **۹۳**
ضمیمه۱ **۹۹**
ضمیمه۲ **۱۰۳**

علائم اختصاری

a	سرعت صوت
b	وتر محوری
$C_{1\varepsilon}, C_{2\varepsilon}, C_{3\varepsilon}$	ضرایب ثابت در معادلهٔ اتلاف آشفتگی
C_μ	ثابت ویسکوزیتهٔ سینماتیک
C_L	ضریب لیفت
e	انرژی درونی
E	مقدار ثابت در معادلهٔ لگاریتمی
f	نیروی بدنه
K	انرژی جنبشی آشفتگی
k	ثابت ون کارمن
K_P	انرژی جنبشی آشفتگی در نقطهٔ مجاور سطح
M	عدد ماخ
O	قطر گلوگاه ردیف پره
P	فشار
P_r	پرانتل
q	منبع تولید حرارت

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران

R_e	عدد رینولدز
R_{et}	عدد رینولدز آشفتگی
S	گام بره
S	ترم چشمه
t	زمان
T	دما
u_p	سرعت نقطهٔ مجاور سطح
u,v,w	مولفه های سرعت
y	نزدیکترین فاصله تا دیواره
y^+	مختصات بی بعد برای قانون دیواره
α_k	معکوس پرانتل در معادلهٔ انرژی جنبشی آشفتگی
α_ε	معکوس پرانتل در معادلهٔ اتلاف انرژی آشفتگی
α_s	ثابت چرخش
β	ضریب انبساط حرارتی
Ω	میزان چرخش سیال
λ	زاویهٔ نصب
ε	اتلاف انرژی آشفتگی
ρ	چگالی

τ_w	تنش برشی سیال
τ_w	تنش برشی دیواره
σ_k	عدد پرانتل در معادلهٔ انرژی جنبشی آشفتگی
σ_ε	عدد پرانتل در معادلهٔ اتلاف انرژی آشفتگی
μ	ویسکوزیته
Γ	ضریب پخش

فصل اول

مقدمه