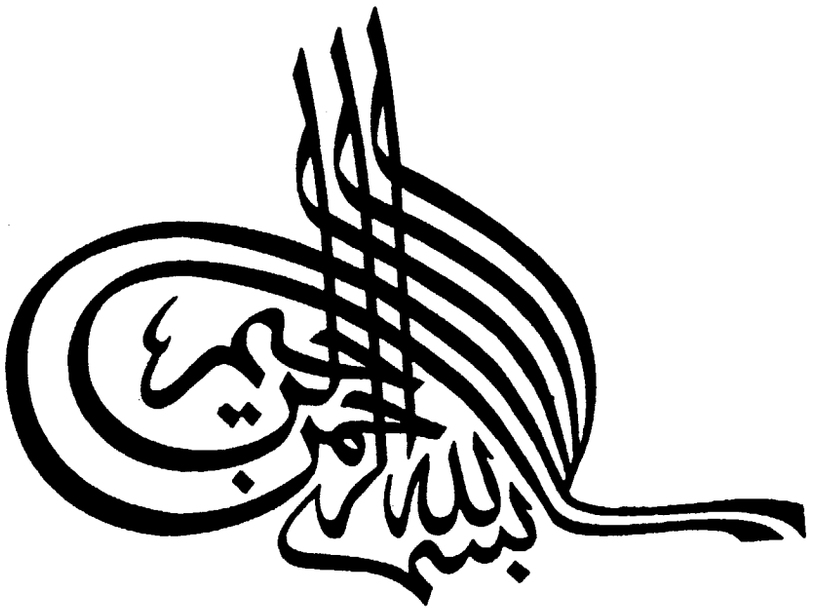

٣٤٩٢٣

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
تاسیس مدارک

۱۳۷۹ /۷/ ۲۵

دانشگاه شهید باهنر کرمان

دانشکده فنی - بخش مکانیک

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد مکانیک

تحت عنوان:

بررسی عددی انتقال حرارت و اختلاط دو سیال باجریان متلاطم در مجاری

استاد راهنما :

دکتر سید حسین منصوری

۱۰۳۹۵

نگارش:

قنبرعلی شیخ زاده نوش آبادی

شهریور ۱۳۷۵

۳۴۹۲۴

بنام خدا

این پایان نامه

به عنوان یکی از شرایط احراز درجه کارشناسی ارشد

به

بخش مهندسی مکانیک

دانشگاه شهید باهنر کرمان

تسلیم شده است وهیچگونه مدرکی به عنوان فراغت از تحصیل دوره مزبور شناخته نمی شود

امضاء

دانشجو : قنبرعلی شیخ زاده نوش آبادی

استاد راهنما : آقای دکتر سید حسین منصوری

داور ۱ : آقای دکتر علی کشاورز

داور ۲ : آقای مهندس محمد رهنما

دانشگاه شهید باهنر کرمان
اداره تحصیلات تکمیلی

تقدیم به :

تمام کسانی که به من کلامی آموختند؛

خانواده عزیزم که مشفقانه مرا در تمام
مراحل زندگی پشتیبان بوده اند و ...

" پدردلسوز ، مادر مهربان وهمسرگرامی ام"

و

کلیه *اساتیدبزرگواری* که افتخار شاگردیشان را داشته ام.

تشکر وقدردانی:

شکوه وافتخار لحظه موفقیت ، چنان غرور انگیز است که همهٔ آثار رنج ومرارت وسختی هائی را که در راه وصول به هدف کشیده شده بود، دریک لحظه به فراموشی می سپارد وشهد کامیابی حنظل مشقات را از یاد می برد.

اکنون که بیاری خداوند متعال این رساله بپایان رسیده است، لازم میدانم که از تلاشهای بی دریغ استاد محترم جناب آقای دکتر سیدحسین منصوری که عهده دار هدایت این رساله بوده اندو درامر راهنمائی ، بررسی، تکمیل وبه ثمر رسانیدن آن زحمات بسیار متحمل شده اند، صمیمانه قدردانی نمایم.

راهنمائی ها ونظرات اعضای محترم کمیته داوری پایان نامه آقایان دکتر علی کشاورز ومهندس محمد رهنما موجب کمال قدردانی است.

همچنین از زحمات سایر اساتیدگرامی خصوصاً آقایان دکتر سینائی ریاست محترم بخش مکانیک، دکتر کریمی فر، دکتر محسنی ودکتر خالقی که دراین دوره از کلاس های درس ایشان بهره برده ام کمال تشکر را دارم.

درپایان مراتب تشکر وقدردانی خود را از همکاریهای مرکز بین المللی علوم وتکنولوژی پیشرفته وعلوم محیطی که اینجانب را در انجام این پایان نامه یاری نموده اند، اعلام میدارم.

قنبر علی شیخ زاده نوش آبادی

شهریورماه ۱۳۷۵

چکیده

دراین پژوهش انتقال حرارت واختلاط دوسیال گازی با جریان متلاطم در مقـاطع دوبعـدی ومجاری باتقارن محوری بصورت عددی مورد مطالعه قرار گرفتـه اسـت. بـرای شبیه سـازی تنشهای رینولـدز در جریـان متلاطـم از مـدل $k-\varepsilon$ استاندارد استفاده شـده اسـت. خـواص دوسـیال از روابـط مربوط بـه گـاز کـامل ومخلـوط گازهـا محاسبه شـده اسـت. معـادلات دیفرانسیل حاکم با استفاده از روش احجام محدود و طرح پیوندی منفصل شده وبـه معـادلات جبری تبدیل گردیـده انـد. وابستگی فشـار ـ سـرعت بـا اسـتفاده از الگوریتـم سیمپلربرقرار میگردد. دستگاه معادلات جبری حاصل برای هر متغیر با استفاده از روش تکرار خط به خـط و الگوریتم ماتریس سه قطری حل شده اند. برای ارزیابی دقت محاسبات نتـایج عـددی بـرای چنـد حـالت مختلـف بانتـایج تحلیلی وتجربی موجـود مقایسـه شـده انـد. تطـابق خوبی بین جوابهای بدست آمده بانتایج تجربی مشاهده میشـود. مطالعـات پارامتریک نشـان میدهدکـه طول ناحیه چرخشی با افزایش نسبت انبسـاط بزرگـتر میشـود. درضمـن افزایـش دمـا برنحـوهٔ اختلاط دوسیال همدما با جریـان متلاطـم تاثیر چندانی نـدارد. باتوجـه بـه ارتبـاط مسـتقیم اختلاط باتلاطم جریان، هرچـه تلاطـم شـدیدتر باشـد مخلـوط یکنواخـت تـر در طـول کمـتری حاصل میگردد. همچنین انبساط ناگهانی مجرا نیز به اختلاط سریعتر کمک میکند.

فهرست مطالب

	عنوان	صفحه
	فهرست علائم	ی
فصل اول	**مقدمه**	**۱**
۱-۱	مقدمه	۲
۱-۲	مروری برکارهای گذشته	۳
۱-۳	هدف وموضوع این پژوهش	٦
۱-٤	روشهای تحقیق وبررسی یک پدیده	۷
۱-٤-۱	مطالعه تجربی	۷
۱-٤-۲	مطالعه تحلیلی	۷
۱-٤-۳	مطالعه عددی	۸
۱-٥	روش تحقیق وبررسی در این پژوهش.....	۸
فصل دوم	**معادلات حاکم**	**۱۰**
۲-۱	مقدمه	۱۱
۲-۲	معادلات کلی حاکم برجریان سیال	۱۱
۲-۳	معادلات حاکم بر جریان متلاطم	۱٤
۲-٤	مدل سازی تلاطم	۱٦
۲-٤-۱	ماهیت تلاطم	۱۷
۲-٤-۲	مفاهیم اساسی	۱۸
۲-٤-۳	مدل های جبری	۲۰
۲-٤-٤	مدل های دیفرانسیلی یک معادله ای	۲۲
۲-٤-٥	مدل های دیفرانسیلی دومعادله ای	۲٤

۲-٤-٦ مدل $k-\varepsilon$ ۲۵

۲-٤-۷ مدل های دیفرانسیلی چند معادله ای ۲٦

۲-۵ شکل نهایی معادلات حاکم ۲۸

۲-٦ معادلات حاکم برخواص سیال ۳۰

۲-۷ شرایط مرزی ۳۲

۲-۷-۱ دیواره جامد ۳۲

۲-۷-۲ محور تقارن ۳۵

۲-۷-۳ مرز ورودی ۳۵

۲-۷-٤ مرز خروجی ۳٦

فصل سوم **محاسبات عددی** **۳۷**

۳-۱ مقدمه ۳۸

۳-۲ شکل کلی معادله انفصال ۳۸

۳-۲-۱ شبکه میدان حل ۳۸

۳-۲-۲ معادله دیفرانسیل کلی ٤۰

۳-۲-۳ شکل تفاضل محدود معادله کلی ٤۰

۳-۳ تکمیل معادله انفصال ٤۸

۳-۳-۱ خطی کردن جمله چشمه ٤۹

۳-۳-۲ ضریب زیر تخفیف ٤۹

۳-۳-۳ شکل نهایی معادله انفصال ۵۰

۳-٤ انفصال جمله چشمه معادلات حاکم ۵۲

۳-٤-۱ انفصال جمله چشمه u ۵۲

۳-٤-۲ انفصال جمله چشمه v ۵٤

۳-٤-۳ انفصال جمله چشمه k ۵٦

۳-٤-٤ انفصال جمله چشمه ε ۵۸

۳-۵	ارزیابی میدان فشار	۵۸
۳-۵-۱	تصحیح فشار وسرعت	۵۹
۳-۵-۲	معادله تصحیح فشار	۶۰
۳-۵-۳	معادله فشار	۶۱
۳-۶	اعمال شرایط مرزی	۶۳
۳-۶-۱	شرایط مرزی معادله u	۶۳
۳-۶-۲	شرایط مرزی معادله v	۶۴
۳-۶-۳	شرایط مرزی معادله k	۶۵
۳-۶-۴	شرایط مرزی معادله ε	۶۶
۳-۶-۵	شرایط مرزی معادله T	۶۶
۳-۶-۶	شرایط مرزی معادله w	۶۷
۳-۷	روش حل معادلات	۶۸
۳-۸	نحوه حل دستگاه معادلات جبری	۶۸

فصل چهارم	**مقایسه و بررسی نتایج**	**۷۲**
۴-۱	مقدمه	۷۳
۴-۲	بررسی عملکرد برنامه کامپیوتری	۷۳
۴-۳	ارائه نتایج و بررسی آنها	۷۸
۴-۳-۱	جریان متلاطم درون یک مجرا	۷۸
۴-۳-۲	جریان متلاطم دوسیال همدما درون یک لوله	۸۵
۴-۳-۳	جریان متلاطم دوسیال گرم وسرد درون یک لوله	۸۸
۴-۳-۴	جریان متلاطم دوسیال گرم وسرد درون یک لوله با افزایش مقطع ناگهانی	۱۰۳
۴-۴	نتیجه گیری	۱۰۹

فهرست مراجع ۱۱۰

فهرست علائم

علائم اختصاری	
A	مقدار ثابت در قانون دیواره
A_i	ضرایب معادلات جبری (i =E,W,S,N,P)
C_i	قدرت جابجائی (i = e,w,n,s)
Cp_i	حرارت ویژه جزء iام
Cp_m	حرارت ویژه متوسط
C_μ	مقدار ثابت در مدل سازی تلاطم
C_τ	مقدار ثابت در مدل سازی تلاطم
d_i	نسبت مساحت وجوه به ضریب نقطه وسطی
D	ضریب نفوذ جرم
D	قطر پایین دست
D_i	شار نفوذ (i =e,w,s,n)
ER	ضریب انبساط
e	انرژی سیال
e_{int}	انرژی داخلی
e_{kin}	انرژی جنبشی
F	متغیر موضعی
$J_{\varphi j}$	شار φ در جهت j
H	ارتفاع سیال سرد Ro - Ri
HD	قطر هیدرولیکی پایین دست جریان
K	انرژی جنبشی

k_i	ضریب هدایت حرارتی جزء iام
Km	ضریب هدایت حرارتی متوسط
l_m	طول اختلاط در مدل سازی تلاطم
M_i	جرم مولی جزء i ام
Nu	عدد نوسلت
P	فشار یا تولید انرژی جنبشی تلاطم
q	شار حرارتی
R	ثابت گازها
R	شعاع ورودی
Ri	شعاع جریان داخلی
Ro	شعاع جریان خارجی
Re	عدد رینولدز
S	جمله چشمه
t	زمان
T	دما
u,v	مولفه های سرعت در جهت yوx
x , y , r	جهت مختصات
y_i	کسر جرمی جزء i ام
z	کمیت مقیاس طول در مدل سازی تلاطم

حروف یونانی

α	ضریب زیر تخفیف
δ_i	فاصله (i = x , r)

δ_{ij}	کرونکر دلتا
ε	نرخ تلفات انرژی جنبشی تلاطم
ϕ	متغیر عمومی
ϕ_{ij}	متغیر موضعی در محاسبه خواص مخلوط
κ	ثابت فون کارمن
λ	ضریب نفوذ
μ	لزجت دینامیکی
ν	لزجت سینماتیکی
θ	متغیر موضعی
ρ	جرم مخصوص
σ	تنش
σ_k	مقدار ثابت در مدل سازی تلاطم
σ_ε	مقدار ثابت در مدل سازی تلاطم
τ	تنش برشی
Δ	خالص جرم خروجی
Δ_i	فاصله $(i = x, r)$
Γ	ضریب نفوذ

زیرنویس

i, j	عنصر جمعبندی درشکل تانسوری معادلات
t	مربوط به جریان متلاطم
eff	مقادیر معادل درجریان متلاطم
w	مربوط به دیواره

E	گره شرقی
W	گره غربی
N	گره شمالی
S	گره جنوبی
P	گره وسطی
e	وجه شرقی حجم کنترل
w	وجه غربی حجم کنترل
n	وجه شمالی حجم کنترل
s	وجه جنوبی حجم کنترل
nb	همسایه

بالانویس

-	مقدار متوسط وزنی
'	مقدار تصحیح یا جزء نوسانی
~	مقدار متوسط زمانی
+	مقدار بی بعد درقوانین دیواره
*	مقدار حدسی یا تکرار قبلی
^	مقدار کاذب
j	معرف مختصات

فصل اول

مقـــدمـــه

۱-۱ مقدمه

اغلب جریانهای سیالات که در طبیعت ومسائل مهندسی اتفاق می افتند متلاطم *(Turbulent)* هستند. مسائلی ازقبیل رشد لایه مرزی روی اجسام پرنده، اغلب فرایندهای احتراق، جریانهای آب وگازونفت درخطوط لوله، جریان آب درورودخانه ها وکانالها و... مثالهایی از حرکت متلاطم سیال می باشند. بنابراین مطالعه این پدیده از اهمیت زیادی برخوردار است. علی رغم مطالعات انجام شده، ارائه تعریف جامعی برای تلاطم *(Turbulence)* ویا جریانهای متلاطم که کلیه خصوصیات این نوع جریان را دربرگرفته وبا دید علمی آن سازگار باشد آسان نیست.

همانطور که ذکر شد دراغلب فرایندهای احتراق جریان متلاطم سیال اتفاق می افتد. فعل و انفعال بین تلاطم واحتراق درفرایند طراحی محفظه های احتراق از اهمیت زیادی برخوردار می باشد. پدیده احتراق وپارامترهای مهم طراحی مانندانتقال حرارت دیواره به خطوط محترق شونده، تشکیل آلاینده ها، توزیع دمای خروجی وبازده احتراق توسط این واکنش کنترل میشود.

از طرفی مطالعه تغییر شکل مجاری مربوط به جریان سیال مورد علاقه بسیاری از اندیشمندان ومحققین بوده است، چراکه در بسیاری از پدیده های طبیعی وصنعتی وجودتغییر شکل اجتناب ناپذیر می باشد. این تغییر شکل در مجاری سیال میتواند بطورتدریجی یا بطورناگهانی باشد. هنگامی که مسیر عبور جریان سیال بطور ناگهانی تغییر میکند، پارامترها و مشخصه های مربوط به جریان سیال ومکانیزم انتقال حرارت تحت تأثیر قرارمیگرد. بطورکلی ایجاد ناحیه چرخشی که میتواند شامل پدیده جدایی*(Separation)* و منطقه برگشتی*(Reattachment)* باشد، اجتناب ناپذیر است. ناحیه چرخشی با جداشدن سیال از روی دیواره و پیوستن دوباره سیال به روی دیواره ایجاد می شود. باتغییر شکل جریان، در مکانیزم انتقال حرارت نیز تغییراتی رخ میدهد. مثلاً ضریب انتقال حرارت (ودر نتیجه انتقال حرارت) پس از ناحیه برگشتی به بیشترین مقدار خودمی رسد.

با آگاهی از تغییرات پارامترها و مشخصه های مربوط به جریان سیال و انتقال حرارت در مسائلی همچون مسئله ذکر شده، میتوان تجهیزات و وسایل متنوعی را بهینه سازی نمود.