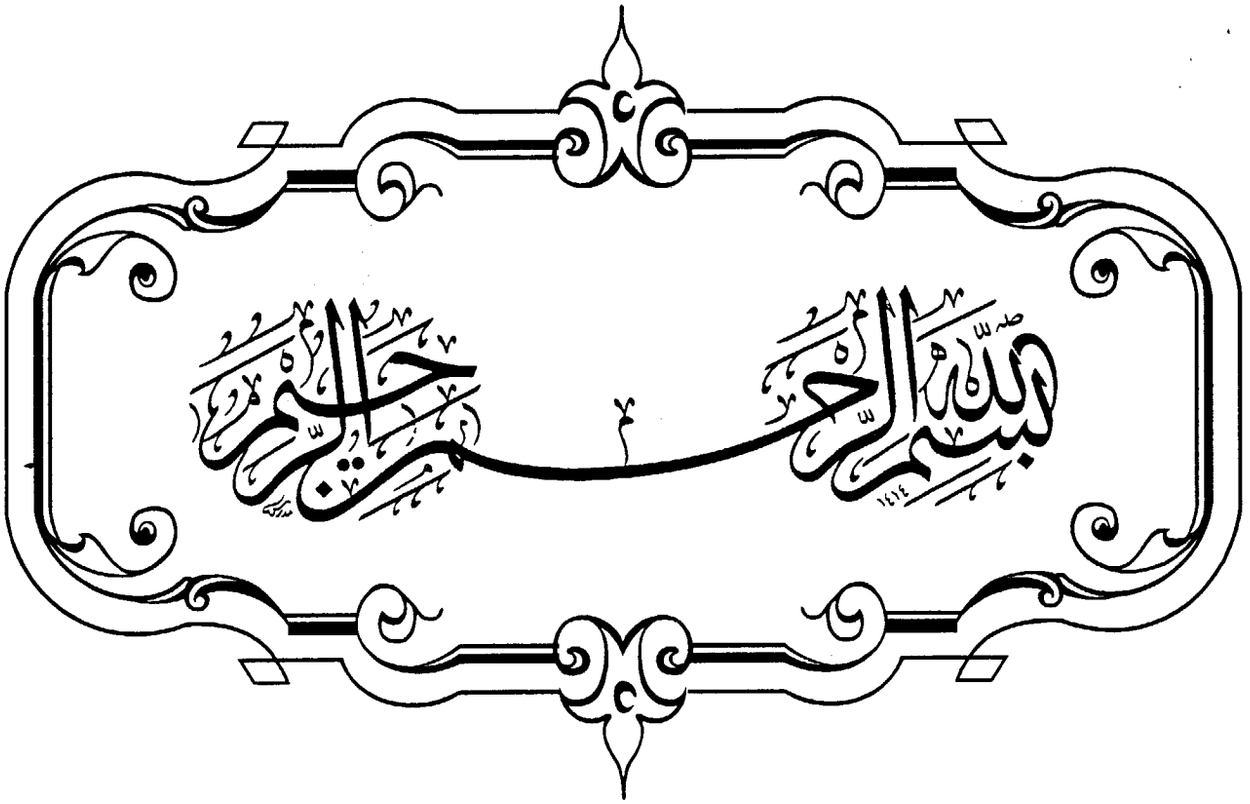


٣٠٨٧٥

مرکز اطلاعات شبکه مراکز علمی ایران
تحت پوشش مراکز
۱۳۷۹/۸/۱۹

دانشگاه شهید باهنر کرمان

دانشکده فنی - بخش مهندسی مکانیک

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک

تحت عنوان :

حل عددی جریان آرام در جابجایی آزاد بین دو استوانه هم مرکز و غیرهم مرکز

نگارش :

جاوید مکی

8364

استاد راهنما :

دکتر سید حسین منصوری

بهمن ماه ۱۳۷۸

۳۸۷۵

بسمه تعالی .

این پایان نامه

به عنوان یکی از شرایط احراز درجه کارشناسی ارشد

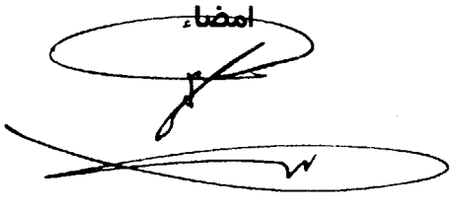
به

بخش مکانیک

دانشکده فنی دانشگاه شهید باهنر کرمان

تسلیم شده است و هیچ گونه مدرکی به عنوان فراغت از تحصیل دوره مزبور شناخته نمی شود.

دانشجو : آقای جاوید مکی امضاء

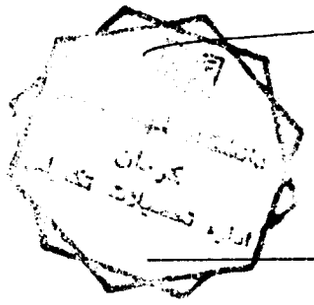


استاد راهنما: آقای دکتر سید حسین منصوری

داور ۱ : آقای دکتر محمد رهنما

داور ۲ : آقای دکتر مظفر علی مهرابیان

داور ۳ :



حق چاپ محفوظ و مخصوص به مولف است

تقدیم به :

تکیه گاه استوارم ؛ به پاس زحمات شبانه روزیت ، پدر

تقدیم به :

تک سوار سرزمین مهربانیها ، مادر

اکنون به بهانه فراغت از تحصیل ، قلم به دست گرفته و در پاسخ اقیانوس بیکران عشق و محبت پدری و مادری ؛ این مجموعه را به شما که بهترینید تقدیم می کنم.

تشکر و قدردانی

لحظات موفقیت ورسیدن به مقصود، آنچنان شادی بخش و غرور انگیز است که تمامی مشقات وسختیهای نیل به آن دریک دم به فراموشی سپرده می شود وآثار خستگی ازروح وروان آدمی رخت بر می بندد.

انجام پایان نامه حاضر، بعدار لطف و عنایت الهی که در همه حال دست توانایش بازیگر است، مدیون تلاش افراد بی شماری است که در تمام دوران زندگی و تحصیلات؛ با محبت، تشویق، آموزش و.... مرا مورد لطف خود قرار داده اند. بدینوسیله دوستی و سپاس بی پایان خود را به آنان تقدیم می نمایم و برایشان همیشه و همه جا آرزوی شادی، سلامتی و موفقیت دارم.

از استاد راهنمای گرامی، جناب آقای **دکتر سید حسین منصوری** که با آموزش و راهنمایی خود، چه در کلاسهایی که افتخار شاگردی ایشان را داشتم و چه درمراحل مختلف این کار در حقیقیت بار اصلی پایان نامه را بر عهده داشتند، بی نهایت سپاسگزارم. بی تردید بردباری، علاقه، تلاش و همراهی همیشگی ایشان اتمام این پایان نامه میسر نبود. امید آنکه بتوانم لایق محبتهای ایشان باشم.

از استاد ارجمند جناب آقای دکتر محمد رهنما که با محبت و راهنمایی خود در مراحل مختلف دوره کارشناسی ارشد و انجام پایان نامه مرا یاری نموده اند، نهایت تشکر را دارم.

همچنین از دوست عزیز و گرامی خود آقای مهندس حمید رضا صادقی و کلیه کسانی که مرا درانجام این پایان نامه یاری نموده اند، تشکر و قدردانی می نمایم.

از داوران محترم پایان نامه، آقایان دکتر رهنما و دکتر مظفرعلی مهرابیان که زحمت مطالعه و داوری این پایان نامه را بر خود هموار کرده اند واز نظرات و پیشنهادات خود مرا بهره مند ساخته اند کمال تشکر و امتنان را دارم. همچنین از همه معلمین و اساتید در تمام دوران تحصیلاتم تشکر میکنم زیراکه این اثر به نحوی حاصل کار آنان است.

از تمام اعضاء خانواده عزیزم که در کلیه مراحل زندگی و تحصیلات؛ عشق، ایمان و آرامش را به من هدیه کرده اند و در راه کسب دانش همواره مشوق و یاور من بوده و با قبول مشقات برای خود، راه تحصیل مرا هموار نموده اند بی نهایت سپاسگزارم.

درپایان بپاس مساعدتهای مختلف مرکز تحقیقات بین المللی علوم و تکنولوژی پیشرفته ماهانی که اینجانب را در انجام این پایان نامه یاری فرموده اند،از آن مرکز قدردانی می نمایم.

جاوید مکی - بهمن ماه ۷۸

چکیـده

در این پژوهش جریان آرام درجابجایی آزاد برای سیال غیر قابل تراکم و نیوتنی بـا اعـداد پرانتل کوچک بین دو استوانه هم مرکز و غیر هم مرکز افقی ساکن با دمای ثابت سطح مورد بحث وبررسی قرارگرفته است. استوانه داخلی گرم ترمی باشد. برای حـالت هـم مرکـز پـس از حل معادلات، تاثیر فرم شبکه بر روی جوابهـا بررسـی شـده اسـت.در ایـن حـالت معـادلات مشخصه جریان شامل بقاء جرم، ممنتوم و انرژی با استفاده از روش احجام محـدود حـل شـده اند. با تغییر فرم شبکه، تغییرات مهمی در میدان جریان ودما ایجاد می شود.برای حالت غیرهم مرکز از روش اجزاء محدود برای حل معادلات حاکم استفاده شده است. میدان جریـان ودمـا برای غیرهم مرکزیهای افقی و عمودی مختلف درعدد رایلی 10^5 ونسبت شعاع ۲/٦ حل شـده است. تاثیرات عدد پرانتـل برروی میـدان جریـان و توزیـع دمـا وانتقـال حـرارت بررسـی شـده است.برای کنترل صحت برنامه، ضریب انتقال حرارت هدایتی معادل (K_{eq}) برای عدد پرانتـل 0.7 با نتایج تجربی مقایسه شده است.

فهرست مطـالب

	عنـــوان	صفحـه
فصل اول	**پیشگفتار**	**۱**
۱-۱	مقـــدمه.....	۲
۱-۲	مروری بر کارهای گذشته.....	۳
۱-۳	روشهای تحقیق و پژوهش.....	٦
۱-٤	روش تحقیق و بررسی در این پژوهش.....	۷
فصل دوم	**مفاهیم اولیه در روش اجزاء محدود و معادلات حاکم**	**۹**
۲-۱	مقدمه.....	۱۰
۲-۲	روش باقیمانده هـــای وزنی.....	۱۰
۲-۳	تـابع شکل.....	۱۰
۲-٤	بی بعد(نرمالایز) کردن.....	۱۳
۲-٥	المانهای ایزوپارامتریک.....	۱٤
۲-٦	انتگرال گیری عـددی.....	۱٥
۲-۷	تبدیلات مشتقـات مرتبه اول.....	۱٥
۲-۸	جریانهای آرام و درهم.....	۱۷
۲-۹	معادلات حاکم بر جریان.....	۱۷
۲-۱۰	معادلات بی بعد حاکم بر جریان.....	۱۸
۲-۱۱	شرایط مرزی.....	۱۹
فصل سوم	**روش انفصال**	**۲۱**
۳-۱	مقـــدمه.....	۲۲
۳-۲	انفصال در روش تفاضل محدود و مفهوم آن.....	۲۲
۳-۲-۱	ساختمان معادله انفصال.....	۲۲
۳-۲-۲	روشهای بدست آوردن معادلات انفصال.....	۲۳
۳-۲-۳	بدست آوردن معادله انفصال با استفاده ازحجم کنترل.....	۲۳

۳-۲-۳-۱ معادله دیفرانسیل کلی..... ۲٤
۳-۲-٤ طرحهای تفاضل مرکزی، بالادست، نمایی، پیوندی، توانی..... ۲٤
۳-۲-٤-۱ طرح تفاضل مرکزی..... ۲٥
۳-۲-٤-۲ طرح بالادست(آپ ویند)..... ۲۷
۳-۲-٤-۳ طرح نمایی..... ۲۸
۳-۲-٤-٤ طرح پیوندی..... ۳۰
۳-۲-٤-٥ طرح قاعده توانی..... ۳۳
۳-۲-٥ شکل تفاضل محدود معادله کلیϕ..... ۳٤
۳-۲-٥-۱ خطی کردن جمله چشمه..... ۳۸
۳-۲-٥-۲ ضریب زیر تخفیف..... ۳۸
۳-۲-٦ شکل نهایی معادله انفصال..... ۳۹
۳-۳ گسسته سازی معادلات درروش اجزاءمحدود..... ٤۰
۳-۳-۱ شرایط مرزی..... ٤۳
فصل چهارم حل عددی معادلات دیفرانسیل **٤٤**
٤-۱ برنامه کامپیوتری..... ٤٥
٤-۲ شبکه نقاط..... ٤٥
٤-۳ لزوم استفاده از شبکه جابجاشده..... ٤٦
٤-٤ شبکه جابجاشده..... ٤۹
٤-٥ معادلات ممنتوم..... ٥۰
٤-٦ تصحیح فشار وسرعت..... ٥۱
٤-٦-۱ معادله تصحیح فشار..... ٥۳
٤-٦-۲ معادله فشار..... ٥٤
٤-٦-۳ الگوریتم سیمپلر..... ٥٥
٤-۷ ماتریس کلی و روش حل در روش اجزاء محدود..... ٥٦
٤-۷-۱ ماتریس کلی..... ٥٦
٤-۷-۲ اعمال شرایط مرزی..... ٥۹
٤-۷-۳ حل دستگاه معادلات..... ٦۰

فصل پنجم **ارائه نتایج و بررسی آنها** ۶۱

۵-۱ مقـــدمه ۶۲

۵-۲ بررسی صحت روش عددی ۶۲

۵-۲-۱ تاثیر فرم شبکه ۶۲

۵-۳ بررسی نتایج در حالت غیر هم مرکز ۶۶

۵-۳-۱ میدان جریان ۶۷

۵-۳-۲ میدان دما(خطوط همدما) ۷۱

۵-۳-۳ میدان جریان و دما برای غیرهم مرکزیهای افقی ۷۷

۵-۳-۴ بررسی توزیع شعاعی دما ۷۹

۵-۳-۵ بررسی ضریب انتقال حرارت هدایتی معادل موضعی ۸۴

۵-۴ بحث و نتیجه گیری ۹۱

مراجع ۹۳

پیوست ۹۶

فهرست علائم

ضرایب وزنی نقاط گوس	a_i
نیروهای حجمی	B
ظرفیت حرارتی	C_p
قطر استوانه داخلی وخارجی	D_i, D_o
المان	e
بردار شرایط مرزی	F
نیروی جاذبه	g
ضریب انتقال حرارت موضعی	$h = \frac{q_w}{(T_i - T_o)}$
ماتریس ژاکوبین	J
دترمینان ماتریس ژاکوبین	$\|J\|$
ضریب هدایت حرارتی	k
ضریب هدایت حرارتی موضعی	K_{eq}
طول مشخصه	$L = R_o - R_i$
تابع شکل چهار گره ای	M_i
تعداد نقاط گوس	m
تابع شکل هشت گره ای	N_i
فشار	P
فشار حدسی	$\tilde{P}_n$
تصحیح فشار	P'
عدد پرانتل	$Pr = \nu/\alpha$
شارحرارتی برواحدسطح(ازروی سطوح)	$q_w = -k\frac{\partial T}{\partial r}$
موقعیت شعاعی	r, R
فاصله ازمرکزاستوانه داخلی تااستوانه خارجی،برای حالت غیرهم مرکز	R'
نسبت شعاع	$RR = R_o/R_i$

شعاع استوانه داخلی وخارجی	R_i, R_o
موقعیت شعاعی بدون بعد	$r' = \frac{R - R_i}{R' - R_i}$
عدد رایلی	$\acute{R}a = \frac{\beta g L^3 T_m}{\nu\alpha}$
عدد رینولدز	Re
دما	T
دمای سطح استوانه های داخلی و خارجی	T_i, T_o
دمای متوسط	$T_m = \frac{T_i + T_o}{2}$
دمای بدون بعد	$T' = \frac{T - T_o}{T_i - T_o}$
مولفه سرعت در جهت x	u
سرعت حدسی در جهت x	$\tilde{u}_n$
مولفه سرعت در جهت y	v
سرعت حدسی در جهت y	$\tilde{v}_n$
مولفه سرعت در جهت r	V_r
مولفه سرعت در جهت θ	V_θ
مختصه کلی مرکز المان	x_c
مختصه کلی مرکز المان	y_c
گرادیان	∇

حروف یونانی

ضریب نفوذ حرارتی	α
ضریب انبساط حرارتی	β
دلتای کرونیکر	δ_{ij}
ضرایب چند جمله ای درونیاب	α_i
میزان غیرهم مرکزی	ε
میزان غیرهم مرکزی(بطرف راست مثبت)	ε_h
میزان غیرهم مرکزی(بطرف بالا مثبت)	ε_v

مختصه موضعی المان در جهت y	η
مختصه موضعی المان در جهت x	ξ
مقادیر گره ای	φ_i
دانسیته سیال	ρ
لزجت سینماتیکی سیال	μ
لزجت دینامیکی سیال	ν
موقعیت زاویه ا ی	θ
متغیر عمومی	ϕ
بردار مجهولات	λ
ضریب نفوذ	Γ

زیرنویس

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

بالا نویس

مقدار بی بعد	*
مقدار حدسی یا تکرار قبلی	*
مقدار تصحیح	'
مقدار کاذب	^

فصل اول

پیشگفتار

۱-۱ مقدمه

برروی جریان سیال و انتقال حرارت در داخل فضای بسته به دلیل اهمیتی که در سیستمهای تبدیل، ذخیره و انتقال انرژی دارند، مطالعات زیادی انجام شده است. انتقال حرارت دراثر جابجایی آزاد در بین دو استوانه هم مرکز و غیر هم مرکز نمونه ای از این جریانها می باشند.

مساله انتقال حرارت بین استوانه های هم مرکز و غیر هم مرکزافقی همراه با جابجایی آزاد یکی از مسائل مهم و قابل بررسی در کاربردهای مهندسی است. در بسیاری از وسایل و ابزارهای صنعتی همچون کلکتورهای خورشیدی، رآکتورهای هسته ای ، طراحی مبدلهای حرارتی سیستم های خنک کننده ، ایزوله کردن کابین سفینه ها، خنک کاری بسیاری از تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی همانند کابلهای انتقال برق ولتاژ بالا وهمچنین بویلرها و....از این هندسه استفاده میشود، لذا مطالعه و بررسی آن در طراحی ابزارهای علمی و صنعتی دارای جایگاه ویژه ای است.

بدلیل غیر متقارن بودن هندسه غیر هم مرکز و پیچیدگی در شبکه بندی و حل آن، تحقیقات کمتری نسبت به حالت هم مرکز انجام شده است. با این وجود مطالعات تجربی و تئوری بر روی جابجایی آزاد بین دو استوانه هم مرکز وغیرهم مرکز صورت گرفته است. این مطالعات مشخص کرده اند که نیروی شناوری تاثیر اصلی را برروی حرکت سیال بین دو استوانه هم مرکز داشته و باعث به وجود آمدن دو سلول هلالی شکل متقارن نسبت به محور عمودی می شود. سیال مجاور استوانه گرم داخلی، گرم شده وبطرف بالا حرکت می کند. نزدیک بالای استوانه داخلی، سیال بشکل جت حرارتی از روی آن جدا می شود. این جت به طرف استوانه خارجی در قسمت بالای مجرا حرکت می کند. بدلیل سرد بودن استوانه خارجی، سیال در مجاور آن بلافاصله سرد شده وبه طرف پایین استوانه خارجی حرکت می کند. سیال در حال حرکت بسمت پایین مجرا، در این ناحیه با گرادیان فشار معکوس مواجه می شود که این گرادیان نیرویی به سیال وارد کرده و آنرا از دیواره پایینی استوانه خارجی دور می کند و بطرف پایین استوانه داخلی می راند. در نتیجه این پدیده یک حرکت سیکلی تولید می شود.همین مسئله تاثیر قابل ملاحظه ا ی بر روی انتقال حرارت دارد زیرا مد انتقال حرارت را از هدایت خالص به ترکیبی از انتقال حرارت هدایتی و جابجایی تبدیل می کند.