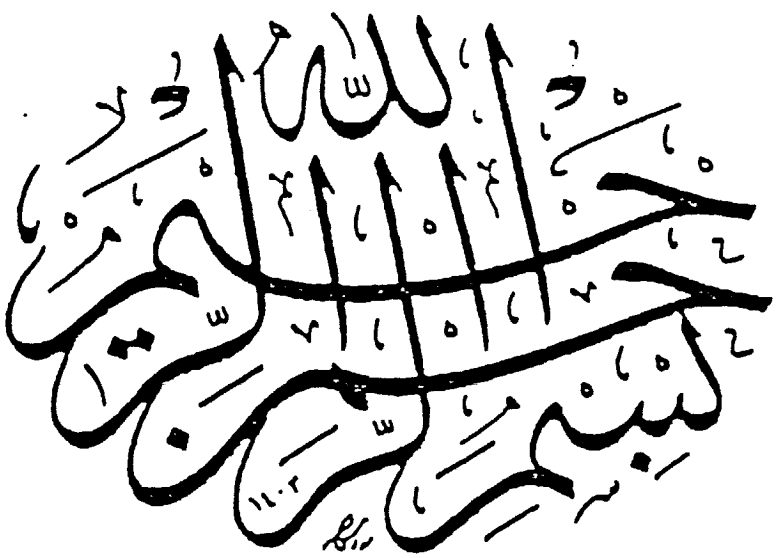

٣٣٠١٩

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران

۱۳۷۹ /۷/ ۲۵

دانشگاه شهید باهنر کرمان

دانشکده فنی - بخش مکانیک

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد مکانیک

تحت عنوان:

انتقال حرارت ترکیبی آزاد و اجباری ما بین دو صفحه موازی نامتناهی با جداره متخلخل

استاد راهنما:

دکتر علی کشاورز

1024

نگارش:

محمد محسن شاهمردان

اسفند ماه ۱۳۷۳

ب ۳۳۰۸۹

بسمه تعالی

این پایان نامه

به عنوان یکی از شرایط احراز درجه کارشناسی ارشد

به

بخش مهندسی مکانیک

دانشگاه شهید باهنر کرمان

تسلیم شده است و هیچگونه مدرکی به عنوان فراغت از تحصیل دوره مزبور شناخته نمی‌شود

دانشجو: محمدمحسن شاهمردان

امضاء

استاد راهنما: آقای دکتر علی کشاورز

داور ۱: آقای دکتر سید حسین منصوری

داور ۲: آقای مهندس محمد رهنما

دانشگاه شهید باهنر کرمان
اداره تحصیلات تکمیلی

حق چاپ محفوظ و مخصوص به مؤلف است

تشکر و قدردانی

با تقدیم برترین سپاس‌ها حضور جناب آقای دکتر علی کشاورز، که در شکل گیری این پایان نامه راهنمائی و همفکری ایشان از عنایت به لغایت رسید.

از جناب آقای دکتر سیّدحسین منصوری استاد مشاور و جناب آقای دکتر کریمی‌فر سرپرست بخش مکانیک و سایر اساتید بخش مکانیک دانشگاه شهید باهنر کرمان که همواره از نقطه‌نظرات مفید آنها بهره‌مند بوده‌ام سپاسگزاری می‌نمایم.

در خاتمه از مسئولین مؤسسه لیزرگراف خصوصاً خانم مهدی‌زاده که زحمت تایپ این پایان‌نامه را به عهده داشته‌اند صمیمانه تشکر می‌کنم.

تقدیم به :

خانواده‌ام که پرتو حمایتشان همواره مایه
امید و باعث دلگرمی است

از روز الستم
پیمان محکم بستم
دوستدار شما هستم
پیمان هرگز نشکستم

چکیده:

انتقال مومنتم و حرارت بطریق جابجائی ترکیبی، در جریان آرام و دائم ما بین دو صفحه موازی نامتناهی با تزریق و مکش از دیواره‌ها مورد مطالعه قرار گرفت. با استفاده از روش احجام محدود، معادلات حاکم دیفرانسیل انرژی، مومنتم و پیوستگی، بصورت جبری حاصل می‌گردد. این معادلات به دلیل وجود نیروی شناوری به یکدیگر وابسته و از اینرو بطور همزمان حل شده‌اند. نتایج حاصل از شبیه‌سازی عددی و انجام مطالعات پارامتریک، تاثیر اعداد گراشف، رینولدز ورودی و رینولدز دیواره بر انتقال مومنتم و حرارت در موارد مختلف صورت گرفته است که عبارتند از: اثرات تزریق و مکش از دیواره بر روی جابجایی اجباری، جابجایی آزاد خالص، جابجایی توأم آزاد و اجباری برای زوایای مختلف دو صفحه نسبت به افق، اثرات تزریق و مکش ثابت و متغیر از دیواره بر روی جابجایی آزاد و اجباری.

تغییرات دانسیته ناشی از اختلاف دما که بصورت نیروی شناوری برسیال اثر می‌گذارد باعث ایجاد جریانهای چرخشی در سیال می‌شود. بطور کلی طول این چرخشها و عدد نوسلت موضعی با افزایش عدد گراشف ازدیاد و با افزایش عدد رینولدز کاهش می‌یابد.تزریق از دیواره کانال باعث کاهش و مکش سبب ازدیاد طول چرخشها می‌شود. همچنین حداکثر عدد نوسلت موضعی که در ناحیه چرخش ایجاد می‌شود در اثر تزریق کاهش و در اثر مکش افزایش می‌یابد.

اثرات نیروی شناوری بر نرخ انتقال حرارت برای زوایای مختلف دو صفحه نسبت به افق مورد مطالعه قرار گرفت. با تغییرات زاویه دو صفحه نسبت به افق جهت نیروی شناوری با جهت جریان سیال تغییر کرده و می‌تواند موازی، عمود، مخالف و یا ترکیبی از این سه حالت قرار گیرد. در جریانهای موازی و عمود بر هم، نیروی شناوری نرخ انتقال حرارات را نسبت به حالت جریان اجباری خالص افزایش می‌دهد و در جریانهای مخالف نیروی شناوری در جهت کاهش این نرخ عمل می‌کند.

اثرات تزریق و مکش متغیر بر روی انتقال حرارات نیز مورد بررسی قرار گرفت. در این مطالعه دبی ورودی و خروجی جریان از دیواره تابعه‌ای از اختلاف فشار دیواره و محیط و ضریب نفوذ دیواره گرفته شده است. بنابراین در اثر تغییرات فشار در طول کانال دبی تزریق و مکش متغیر خواهد شد. بطور کلی، حداکثر مکش از دیواره در ناحیه چرخش ایجاد شده اتفاق می‌افتد که بدلیل کوچک بودن اثرات قابل ملاحظه‌ای بر روی جریان سیال و انتقال حرارت ندارد.

فهرست مطالب

عنوان ..... **صفحه**

فهرست علائم ..... ی

فصل ۱ **تاریخچه** ۱

۱-۱ مقدمه ۲

۱-۲ تاریخچه مقالات در مورد جابجائی آزاد و اجباری ۳

فصل ۲ **معادلات حاکم** ۸

۲-۱ مقدمه ۹

۲-۲ معادلات بقاء ۹

۲-۳ پارامترهای بی‌بعد ۱۰

۲-۴ تزریق مکش متغیر ۱۲

۲-۵ معادلات بقاء بصورت بی‌بعد ۱۴

۲-۶ معادله دیفرانسیل کلی ۱۵

فصل ۳ **حل عددی معادلات دیفرانسیل** ۱۷

۳-۱ مقدمه ۱۸

۳-۲ جابجائی و پخش ۱۸

۳-۲-۱ جابجائی و پخش یک بعدی دائم ۱۹

۳-۲-۲ معادلات انفصالی برای حالت دو بعدی ۲۳

۳-۳ محاسبه میدان جریان ۲۵

عنوان ..... **صفحه**

۳-۳-۱ چاره جویی: شبکه جابجا شده ۲۸

۳-۳-۲ معادلات مومنتم ۲۹

۳-۳-۳ تصحیح فشار و سرعت ۳۱

۳-۳-۴ معادله تصحیح فشار ۳۳

۳-۳-۵ الگوریتم سیمپل ۳۴

۳-۳-۶ الگوریتم اصلاح شده سیمپلر ۳۶

۳-۳-۶-۱ انگیزه ۳۶

۳-۳-۶-۲ معادله فشار ۳۶

۳-۳-۶-۳ الگوریتم سیمپلر ۳۸

۳-۳-۷ بحث ۳۸

۳-۳-۸ حل معادلات جبری انفصالی ۳۹

۳-۳-۹ شرایط مرزی ۴۲

فصل ۴ مقایسه و بحث و نتایج ۴۴

۴-۱ مقدمه ۴۵

۴-۲ اثرات تزریق و مکش از دیواره بر روی جابجائی اجباری خالص ۴۶

۴-۳ جابجائی آزاد خالص ۴۹

۴-۴ جابجائی توأم آزاد و اجباری بین دو صفحه موازی افقی ۵۶

۴-۵ جابجائی توأم آزاد و اجباری برای زوایای مختلف
دو صفحه نسبت به افق ۶۷

۴-۶ اثرات تزریق و مکش ثابت بر روی جابجائی توأم
آزاد و اجباری بین دو صفحه موازی افقی ۸۴

عنوان ..... **صفحه**

۴-۷ اثرات تزریق و مکش متغیر بر روی جابجائی توأم آزاد و اجباری ۹۲

۴-۸ بحث و نتیجه گیری ۱۰۵

ضمیمه ۱۰۷

مقدمه ۱۰۸

الگوریتم سیمپلر ۱۰۹

فلوچارت برنامه کامپیوتری *TEACH* با الگوریتم سیمپلر ۱۱۰

مراجع ۱۱۱

فهرست علائم

علائم اختصاری	
A	نسبت سطح حرارت داده به سطح کل صفحه
A_i	مساحت رویه حجم کنترلی$(i = e, w, s, n)$
a_i	ضرایب معادلات جبری $(i = E, W, S, N, P)$
b	ترم چشمه
C	گرمای ویژه
D	قطر هیدرولیکی
D_i	شار ترم انتشار$(i = e, w, s, n)$
F_i	شار جرمی $(i = e, w, s, n)$
Gr	عدد گراشف
g	شتاب ثقل
H	ارتفاع کانال
h	ضریب انتقال حرارت جابجائی
J_{φ_j}	شارφدر جهت j
k	ضریب انتقال حرارت هدایت، ضریب نفوذ صفحه
l	طول کانال
l_H	طول قسمت حرارت داده شده
Nu	عدد نوسلت
P	فشار
P_e	عدد پکلت
Q_c	انتقال حرارت از طریق هدایت خالص
R_e	عدد رینولدز
R_i	عدد ریچاردسون
R_w	عدد رینولدز دیواره

S_c	چشمه ثابت φ
S_f	ضریب شکل
S_φ	چشمه متغیرφ
T	درجه حرارت
u, v	مؤلفه‌های سرعت
x, y	جهت مختصات

سمبل

α	ضریب پخش حرارتی
β	ضریب انبساط حرارتی
θ	زاویه کانال نسبت به افق
μ	ویسکوزیته
ν	ویسکوزیته سینماتیکی
ρ	دانسیته
φ	متغیر عمومی
Γ_φ	ضریب انتشار
Δ	اختلاف

زیرنویس و بالانویس

a	محیط

b	بالک ، کپه‌ای
c	دیواره سرد
H	دیواره گرم
nb	همسایه
i	در جهت i
o	ورودی
r	مرجع
e	مربوط به رویه e از حجم کنترل
w	مربوط به رویه w از حجم کنترل ، دیواره
n	مربوط به رویه n از حجم کنترل
s	مربوط به رویه s از حجم کنترل
E	مربوط به گره اصلی E
W	مربوط به گره اصلی W
S	مربوط به گره اصلی S
N	مربوط به گره اصلی N
P	مربوط به گره اصلی P
۱, ۲	قسمت عایق شده
$'$	مقدار تصحیح
$*$	مقدار حدسی
$+$	نمایش بی بعد
$-$	متوسط

فصل اول

تاریخچه

۱ـ۱ مقدمه

بررسی انتقال حرارت و مومنتم بطریق جابجایی ترکیبی در جریان آرام ما بین دو صفحه موازی از مسائل اساسی مکانیک سیالات و انتقال حرارت می‌باشد. مسائل فوق‌الذکر در دهه‌های اخیر بعلت کاربردهای فراوان آن در زمینه‌های مختلف از جمله در مبدلهای حرارتی فشرده، قطعات الکترونیکی، راکتورها و غیره مورد توجه قرار گرفته است.

در بعضی از مسائل انتقال حرارت جابجائی حالاتی وجود دارند که در آنها اثرات جابجایی اجباری و آزاد قابل مقایسه بوده و از هیچکدام در مقابل دیگری نمی‌توان صرفنظر کرد. اگر در معادلات حاکم که عبارت از معادلات پیوستگی، مومنتم و انرژی می‌باشند، نسبت عدد گراشف (Grashof-Number) به مجذور عدد رینولدز (Reynolds-Number)خیلی کوچکتر از عدد یک باشد از اثرات جابجایی آزاد و اگر این نسبت خیلی بزرگتر از عدد یک باشد از اثرات جابجایی اجباری می‌توان صرفنظر کرد. جابجایی توأم آزاد و اجباری هنگامیکه این نسبت تقریباً نزدیک به عدد یک باشد بوجود می‌آید.

اثر نیروی شناوری بر انتقال حرارت به شدت تحت تاثیر جهت نیروی شناوری نسبت به جهت جریان قرار دارد. سه حالت خاصی که وسیعاً در مورد حرکت نسبی جابجایی آزاد و اجباری مورد مطالعه قرار گرفته‌اند عبارتند از جریانهای هم جهت، جریانهای مخالف و جریانهای عمود بر هم .

جریانهای اجباری رو به بالا و رو به پایین روی یک صفحه گرم عمودی به ترتیب مثالهایی از جریانهای موازی و مخالف می‌باشند و به عنوان مثالهایی از جریان عمود بر هم می‌توان از جریان اجباری افقی روی استوانه، کره یا صفحه افقی گرم شده نام برد.

در جریانهای موازی و عمود بر هم نیروی شناوری نرخ انتقال حرارت را نسبت به حالت جابجایی اجباری خالص افزایش می‌دهد و در جریانهای مخالف نیروی شناوری در جهت کاهش این نرخ عمل می‌کند.[۱]

اکنون به بحث مختصری راجع به تاریخچه مقالات، در مورد جابجایی آزاد و اجباری ما بین دو صفحه موازی هم بدلیل تکمیل مطالب و همچنین مقایسه نتایج می‌پردازیم.

۱ـ۲ تاریخچه مقالات در مورد جابجائی آزاد و اجباری

تغییرات فشار و سرعت برای جریان کاملاً توسعه یافته بین صفحات موازی از مسائل اساسی در مکانیک سیالات می‌باشد. تحلیل این مسائل در متن بیشتر کتابها مثل مقدمه‌ای بر مکانیک سیالات نوشته فاکس(Fox) و مک‌دونالد (Mcdonald) [۲] و انتقال حرارت و جرم نوشته کیز(Keys)[۳] آمده است.

برای مدخل ورودی جائیکه جریان هنوز کاملاً توسعه یافته نشده شیلیختنگ (Schichting)[۴] مسئله را با استفاده از لایه مرزی حل کرد. همین مسئله توسط بدیا(Bodoia) و استرل(Osterle) [۵] بررسی و تحت مطالعه قرار گرفت. آنها توزیع سرعت، افت فشار و ویژگیهای طول ورودی را با استفاده از روش تفاضل محدود تحلیل کردند.

اثر تزریق و مکش بر روی جریان بین دو صفحه موازی متخلخل توسط برمن (Berman)[۶] مورد بررسی قرار گرفت . برمن ابتدا با معرفی تابع جریان، معادلات ناویراستوکز (Navier- Stokes)را به یک معادله دیفرانسیل معمولی غیر خطی با یک پارامتر وابسته تبدیل کرد. حل معادله فوق برحسب عدد رینولدز دیواره($Re_w = \frac{2hV_w}{\upsilon}$) و با بکار بردن روش اختلال (Perturbation) مرتبه اول محاسبه گردید. بطوریکه Re_w عدد رینولدز دیواره، υ ویسکوزیته سینماتیکی (Kinematic Viscosity)، h فاصله بین دو صفحه و v_w سرعت تزریق یا مکش در دیواره است. او با بررسی نتایج بدست آمده دریافت که جوابها برای اعداد رینولدز کوچک ($|Re_w| < 2$) معتبر می‌باشد. هنوز هم تکنیکهای برمن اساس و پایه برای کارهای بعدی در این زمینه می‌باشد.

تریل(Terrill)[۷] با استفاده از روش اختلال مرتبه سوم کارهای برمن را برای دیواره‌های متخلخل توسعه داده و جوابهای دقیقتری برای رنج وسیعی از اعداد رینولدز دیواره بدست آورد. تریل همچنین نتایج بدست آمده از روش اختلال برای اعداد کوچک و بزرگ رینولدز دیواره ، بصورت مکش را با روش عددی مقایسه کرد.

وایت(White) و همکارانش [۸] نیز در این زمینه مطالعه کرده و نتیجه گرفتند که فشار در جهت جریان برای ($Re_w > -5/2$) افزایش و برای ($Re_w < -5/2$) کاهش و برای ($Re_w = -5/2$)