بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه آزاد اسلامی

واحد تهران مرکزی

دانشکده فنی و مهندسی ، گروه مهندسی مکانیک

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد «M.Sc»

گرایش : تبدیل انرژی

عنوان :

حل عددی جابجایی ترکیبی آرام جریان سیالات پاورلا در امتداد صفحه قائم با شار حرارتی ثابت

استاد راهنما :

دکتر کورش جواهرده

استاد مشاور:

دکتر محمد افتخاری یزدی

پژوهشگر:

نیما حسنوند

تابستان ۱۳۹۲

سپاسگذاری :

با سپاس از درگاه خداوند متعال که توفیق گردآوری این مجموعه را عطا فرمود بر خود لازم می دانم از استاد راهنمای گرانقدر، **جناب آقای دکتر کورش جواهرده** که همواره از راهنمایی های ایشان فراوان بهره بردم و همچنین استادمشاور گرانقدر، **جناب آقای دکتر محمد افتخاری یزدی** تقدیر و تشکر کنم.

و بدینوسیله از مدیر گروه محترم مکانیک **جناب آقای دکتر آرمن آدامیان** که بعنوان استاد داور زمان خود را در اختیار اینجانب قرار دادند نهایت سپاسگذاری را دارم.

و در پایان از تمامی دوستان و اساتید عزیزی که اینجانب را یاری نموده اند و نامشان ذکر نشده است تشکر و قدردانی می نمایم.

تقدیم به :

بر خود لازم می‌دانم که تحفه ای از جنس علم

به منظور تقدیر از زحمات و تلاش های جبران ناپذیر

پدر و مادر عزیزم تقدیمشان نمایم.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول : اهداف تحقیق و مروری بر تحقیقات مرتبط

۱-۱ مقدمه..... ۲

۱-۲ بیان مسئله ٤

۱-۳ فرضیه تحقیق ٤

۱-٤ اهمیت و ضرورت انجام تحقیق ٥

۱-٥ اهداف تحقیق ٦

۱-٦ نحوه اعتبار سنجی ٦

۱-۷ مروری بر تحقیقات گذشته ۷

فصل دوم : معرفی سیالات نیوتنی و غیر نیوتنی

۲-۱ مقدمه..... ۱۲

۲-۲ معرفی انواع سیالات..... ۱۳

۲-۳ دسته بندی رفتار سیالات..... ۱۳

۲-۳-۱ تعریف سیال نیوتنی ۱۳

۲-۳-۲ رفتار سیال غیر نیوتنی ۱۹

۲-٤ تقسیم بندی سیالات غیر نیوتنی ۱۹

۲-٤-۱ سیالات غیر نیوتنی مستقل از زمان ۲۰
۲-٤-۱-۱ سیالات غیر نیوتنی دارای یک تنش تسلیم ۲۰
۲-٤-۱-۲سیالات غیر نیوتنی فاقد یک تنش تسلیم ۲۲
۲-٤-۱-۲-۱ سیالات شبه پلاستیک ۲۳
۲-٤-۱-۲-۲ سیالات دیلاتانت ۲٤
۲-٤-۲ سیالات غیر نیوتنی با ساختار تابع زمان ۲۵
۲-٤-۲-۱ سیالات تیکسوتروپیک ۲٦
۲-٤-۲-۲ سیال رئوپکتیک ۲۷
۲-٤-۳ سیال لزج ارتجاعی (ویسکوالاستیک) ۲۷
۲-۵ معرفی یک نمونه از سیال غیر نیوتنی مورد مطالعه در پژوهش فعلی ۲۹
۲-۵-۱ معرفی کربوکسی متیل سلولز یا C.M.C (بعنوان سیال غیرنیوتنی از نوع پاورلا) **۲۹**
۲-۵-۲ ویژگی های کاربردی C.M.C ۳۰
۲-۵-۳ خواص فیزیکی ۳۰
۲-۵-٤ دلایل تکنولوژیکی برای استفاده از C.M.C **۳۰**
۲-۵-۵ کاربردهای C.M.C **۳۱**

فصل سوم : مقدمه ای بر دینامیک سیالات محاسباتی

۳-۱ مقدمه ۳٦

۳-۲ مختصری در مورد دینامیک سیالات محاسباتی (CFD)..... ۳۷

۳-۲-۱ یک برنامه دینامیک سیالات محاسباتی چگونه کار می کند؟ ۳۹

۳-۳ کاربرد CFD..... ٤٠

٤-۳ امتیازات یک محاسبه ی عددی..... ٤١

۳-۵ روش عددی مورد استفاده در CFD..... ٤٢

۳-۵-۱ روش المانهای محدود ٤۳

۳-۵-۲ روش تفاضلات محدود ٤٤

۳-۵-۳ روش حجم محدود ٤۵

٦-۳ شبکه بندی ٤۸

۷-۳ انتگرال گیری از معادلات حاکم ۵٠

۳-۷-۱ طرح اختلاف مرکزی ۵۳

۳-۷-۲ طرح بالادست ۵٤

۳-۷-۳ طرح اختلاف پیوندی ۵٤

٤-۷-۳ طرح توان پیرو ۵۵

۸-۳ الگوریتم سیمپل ٦١

۹-۳ روش TDMA..... ٦۹

فصل چهارم : بررسی فیزیک مسئله و ارائه معادلات حاکم بر آن

٤-۱ مقدمه ۷۳

٤-٢ فیزیک مسئله ٧٣
٤-٣ بهینه سازی تعداد نقاط در شبکه محاسباتی ٧٤
٤-٤ شرایط مرزی و اولیه ٧٥
٤-٥ شرط مرزی سرعت ورودی ٧٦
٤-٦ شرط مرزی فشار خروجی ٧٦
٤-٧ شرط مرزی جریان خروجی ٧٦
٤-٨ شرط مرزی دیواره ٧٧
٤-٩ شرط مرزی تقارن ٧٧
٤-١٠ شرایط سیال ٧٨
٤-١١ خلاصه ای از روش حل مساله با نرم افزار تجاری فلوئنت..... ٧٨
٤-١٢ معادلات حاکم بر جریان..... ٨٠
٤-١٢-١ معادله پیوستگی ٨٠
٤-١٢-١-١ معادله پیوستگی برای سیالات نیوتنی ٨٠
٤-١٢-١-٢ معادله پیوستگی برای سیالات غیر نیوتنی ٨٢
٤-١٢-٢ اصل بقای اندازه حرکت(قانون دوم نیوتن)..... ٨٢
٤-١٢-٢-١ اصل بقای اندازه حرکت برای سیالات نیوتنی..... ٨٢
٤-١٢-٢-٢ اصل بقای اندازه حرکت برای سیالات غیر نیوتنی..... ٨٤
٤-١٢-٣ اصل بقای انرژی ٨٥
٤-١٢-٣-١ اصل بقای انرژی برای سیالات نیوتنی ٨٥

٤-١٢-٣-٢ اصل بقای انرژی برای سیالات غیر نیوتنی ٨٧

٤-١٣ معادلات ورودی به نرم افزارفلوئنت ٨٨

فصل پنجم : رسم نمودارها بر اساس حل عددی و تحلیل نتایج

٥-١ مقدمه ٩١

٥-٢ ترسیم کانتورها و نمودار های همگرایی ٩٢

٥-٣ بررسی صحت حل عددی انجام شده ٩٦

٥-٤ مقایسه نمودارهای سیالات با شاخص پایداری متفاوت..... ٩٩

٥-٥ فلوچارت حل عددی انجام شده..... ١٠٨

٥-٦ نتیجه گیری..... ١٠٩

پیشنهادات..... ١١١

فهرست منابع ١١٢

فهرست جدول ها

۲-۱ جدول مقادیر لزجت برای برخی مواد پر اهمیت در دمای اتاق..... ۱۷

۲-۲ جدول معادلات رئولوژیکی پیشنهاد شده برای سیالات غیر نیوتنی مستقل از زمان..... ۲۲

۳-۱ جدول جایگزین عبارات موجود در معادله شکل مشترک ۵۱

۳-۲ جدول تابع $A(|Pe|)$ برای روش های مختلف تقریب ϕ..... ۵۷

٤-۱ جدول روش های گسسته سازی معادلات ۷۹

٤-۲ جدول ضرایب زیر تخفیف به کار رفته برای معادلات مختلف ۷۹

۵-۱ جدول مقایسه $Nu/\sqrt{\mathrm{Re}}$ جابجایی ترکیبی بین صفحه صاف قائم وسیال نیوتنی در عدد پرانتل ۱۰..... ۹٦

فهرست شکل ها

۲-۱ شکل نمایش شماتیکی سیال تحت برش در یک جهت..... ۱٤

۲-۲ شکل منحنی جریان برای سیالات نیوتنی ۱۵

۲- ۳شکل داده های تنش برشی – نرخ برش برای شیره ذرت و روغن پخت و پز ۱٦

۲-٤ اجزاء تنش در جریان سه بعدی ۱۸

۲-۵ منحنی جریان سیالات غیر نیوتنی مستقل از زمان..... ۲۰

۲-٦ منحنی لگاریتمی برای سیالات شبه پلاستیک..... ۲۳

۲-۷ منحنی جریان برای چند سیال مستقل از زمان ۲۵

۲-۸ منحنی های جریان سیالات تیکسوتروپیک و رئوپکتیک در آزمایشات منفرد پایدار..... ۲٦

۲-۹ منحنی تغییرات ویسکوزیته برای سیالات تابع زمان و مستقل از زمان..... ۲۷

۲-۱۰ تفاوت های کیفی بین یک سیال لزج و یک جامد الاستیک..... ۲۹

۳-۱ نحوه قرار گیری حجم های کنترلی در حوزه محاسباتی..... ٤۸

۳-۲ نحوه قرار گیری جزء سیال سه بعدی نسبت به جزءهای سیال مجاور آن..... ٤۹

۳-۳ نمایش شبکه بندی و نحوه علامت گذاری آن..... ۵۰

۳-٤ مقایسه دقت روش های مختلف در تقریب ϕ ۵٦

۳-۵ تابع $A(|Pe|)$ برای روش های مختلف..... ۵۷

۳-٦ میدان فشار صفحه مشبک ٦۳

۳-۷ شبکه جابجا شده و نحوه قرارگیری المان های سرعت ٦٥
۳-۸ الگوریتم سیمپل ٦٨
٤-۱ شبکه محاسباتی مش بندی شده ٧٤
٤-۲ حجم کنترل برای بدست آوردن معادله پیوستگی ٨١
٤-۳ المانی برای بدست آوردن اصل بقای اندازه حرکت ٨٣
٤-٤ المانی برای بدست آوردن اصل بقای انرژی ٨٦
٥-۱نمودار همگرایی بعد از ۳۲٤ تکرار برای سیال با n=0.5 ..... ۹۲
٥-۲نمودار همگرایی بعد از ٤٥٥ تکرار برای سیال با n=0.8 ..... ۹۲
٥-۳ کانتور سرعت برای سیال با n=1.5 ..... ۹۳
٥-٤بزرگنمایی بردارهای سرعت نزدیک صفحه برای سیال با n=1.5 ..... ۹۳
٥-٥ بزرگنمایی کانتور سرعت نزدیک صفحه برای سیال با n=1.5 ..... ۹۳
٥-٦ خطوط برداری دما برای سیال با n=0.8 ..... ۹٤
٥- ۷بزرگنمایی بردارهای دما در نزدیک صفحه برای سیال با n=0.8 ..... ۹٤
٥- ۸ بزرگنمایی کانتور دما در نزدیک صفحه برای سیال با n=0.8 ..... ۹٤
٥-۹ کانتور فشار برای سیال با n=1.2 ..... ۹٥
٥-۱۰ بزرگنمایی بردارهای فشار در قسمت ورودی سیال روی صفحه برای سیال با n=1.2 ..... ۹٥
٥-۱۱ بزرگنمایی کانتور فشار در قسمت ورودی سیال روی صفحه برای سیال با n=1.2 ..... ۹٥

فهرست نمودارها

۵-۱ نمودار تغییرات عدد رینولدز سیال نیوتنی(n=1)..... ۹۷

۵-۲ نمودارتغییرات عدد ناسلت سیال نیوتنی(n=1) ۹۸

۵-۳ نمودار تغییرات عدد ریچاردسون سیال نیوتنی(n=1) ۹۸

۵-٤ نمودار تغییرات سرعت سیال با n=0.5 در هنگام عبور از ارتفاع صفحه..... ۹۹

۵-۵ نمودار تغییرات سرعت سیال با n=0.8 در هنگام عبور از ارتفاع صفحه..... ۹۹

۵-٦ نمودار تغییرات عدد رینولدز تعمیم یافته به ازای n های متفاوت..... ۱۰۰

۵-۷ نمودارتغییرات عدد ناسلت جریان همسو به ازای n های متفاوت..... ۱۰۱

۵-۸ نمودار تغییرات عدد رینولدز تعمیم یافته تعمیم بر روی ناسلت درn=0.5 ..... ۱۰۲

۵-۹ نمودار تغییرات عدد رینولدز تعمیم یافته بر روی ناسلت در n=0.8..... ۱۰۳

۵-۱۰ نمودار تغییرات عدد رینولدز بر روی ناسلت در n=1..... ۱۰۳

۵-۱۱ نمودار تغییرات عدد رینولدز تعمیم یافته بر روی ناسلت در n=1.2..... ۱۰٤

۵-۱۲ نمودار تغییرات عدد رینولدز تعمیم یافته بر روی ناسلت در n=1.5..... ۱۰٤

۵-۱۳ نمودار تغییرات عدد ریچاردسون به ازای n های متفاوت..... ۱۰۵

۵-۱٤ نمودار تغییرات ضریب اصطکاک به ازای n های متفاوت..... ۱۰۷

چکیده:

دراین پایان نامه حل عددی جابجایی ترکیبی (انتقال گرمای توامان از نوع جابجایی طبیعی و اجباری) رژیم آرام جریان سیالات غیرنیوتنی پاورلا در امتداد صفحه قائم با شار حرارتی ثابت برای یک سیستم دو بعدی مورد بررسی قرار گرفته است . معادلات حاکم بر مساله ، شامل معادلات پیوستگی ، اندازه حرکت و انرژی برای جریان سیال تراکم ناپذیر و آرام بدست آمده است . روش حل عددی بکار گرفته شده روش حجم محدود بوده و نرم افزار تخصصی مورد استفاده به منظور حل معادلات حاکم و تحلیل نتایج ، نرم افزار تجاری فلوئنت می باشد و هندسه صفحه قائم را با استفاده از نرم افزار مدلسازی گمبیت ترسیم نموده ایم . با حل عددی مساله ، مشاهده می شود که جابجایی ترکیبی موجب افزایش نرخ انتقال حرارت بیشتری بین سیال و سطوح جامد نسبت به حالت صرفاً جابجایی طبیعی یا اجباری میگردد .

عدد بی بعد ریچاردسون ($Ri = \frac{Gr}{\mathrm{Re}^2}$) نقش بسزایی در رسیدن به جریان کاملاً توسعه یافته حرارتی و سرعتی برروی صفحه قائم دارد . بطوریکه در اعداد کوچک $\frac{Gr}{\mathrm{Re}^2}$ در طولهای کوتاه از صفحه وقوع جریان کاملاً توسعه مقدور نمی‌باشد .

در تحقیق حاضر اثر تغییرات شاخص پایداری سیال غیرنیوتنی پاورلا (n) ، عدد رینولدز، عدد پرانتل ، عدد ناسلت ، عدد گراشف ، ضریب اصطکاک و ریچاردسون بررسی شده است. نتایج بدست آمده نشان می دهد که شاخص پایداری سیال غیرنیوتنی پاورلا نقش بسزایی بر انتقال حرارت دارد و با افزایش آن انتقال حرارت و ناسلت افزایش می یابد. همچنین با افزایش عدد رینولدز تصادم و برخورد بین مولکولها افزایش یافته و این امر باعث افزایش انتقال حرارت می گردد. در سیالات غیر نیوتنی با n های بزرگتر ، عدد ریچاردسون کاملاً در محدوده جابجایی ترکیبی قرار می گیرد و در حرکت رو به بالای سیال ، عدد ناسلت کلی آنها بزرگتر از سیالات با n کوچک می باشند.

واژگان کلیدی: جابجایي تركيبي ، سیال غیرنیوتنی (مدل پاورلا) ، شار حرارتی ثابت ، جریان آرام ، حل عددی

فصل اول

اهداف تحقیق و مروری بر تحقیقات مرتبط

۱-۱ مقدمه

در این فصل به بیان مسئله ، تشریح فرضیات بکار رفته ، اهمیت و ضرورت انجام تحقیق ، مراحل انجام پروژه ، خروجی های مورد نظر، بررسی اهداف مورد نظر و مروري بر تحقیقات گذشته در این پایان نامه می پردازیم . در این تحقیق با بررسی تغییر پارامترهای موثر بر روی پدیده انتقال گرما به طریق جابجایی ترکیبی برای جریان آرام سیالات غیرنیوتنی روی صفحه قائم ، تغییر نرخ انتقال حرارت را ارزیابی می کنیم . با توجه به اینکه در جابجایی ترکیبی (انتقال گرمای توامان از نوع طبیعی و اجباری) موجب افزایش نرخ انتقال حرارت بیشتری بین سیال و سطوح نسبت به حالت صرفآ جابجایی طبیعی یا اجباری میگردد ، لذا بررسی چنین پدیده ای برای سیالات غیرنیوتنی با رفتار رئولوژیکی از نوع مدل پاورلا نیز می تواند مورد توجه باشد .

در سالیان اخیر، با گسترش کاربرد مبدل های حرارتی در صنایع و همینطور بکارگیری سیالات غیرنیوتنی در پروسه های صنعتی ، اهمیت شناخت و تجزیه و تحلیل کاربرد انواع سیالات غیرنیوتنی در تجهیزات حرارتی و برودتی دو چندان شده است . طراحی و کارکرد بهینه سیستم های خنک کننده ، یکی از مهمترین دغدغه های کارخانه ها و صنایعی مانند الکترونیک و هر جایی است که به نوعی با انتقال گرما رو به رو می باشند . برای طراحی بهینه مبدل های حرارتی و خنک سازی سطوح داغ عموماً از سیالاتی استفاده میگردد که قابلیت جذب حرارت بیشتری را داشته باشند و در این بین سیالات غیرنیوتنی بواسطه دارابودن شرایط ترموفیزیکی مناسب می توانند در خنک کاری قطعات بکار گرفته شوند . با توجه به تنوع سیالات غیرنیوتنی از نظر رفتار رئولوژیکی و تغییرات لزجت آنان در تنشهای برشی متفاوت ، به نظر می رسد بررسی پدیده انتقال حرارت اینگونه سیالات دارای پیچیدگی خاص خود باشد . لذا در این پایان نامه ، بررسی تبادل حرارتی یک سیال غیرنیوتنی مدل پاورلا را بر روی یک صفحه قائم با شار حرارتی ثابت به روش عددی مورد توجه قرار می دهیم . سعی بر این است تا با ایجاد بهترین شرایط هیدرودینامیکی و حرارتی برای یک سیال غیرنیوتنی با شاخص پایداری متفاوت به حداکثر نرخ انتقال حرارت و حداقل افت فشار (ضریب اصطکاک) دست یابیم و در این صورت به هدف نهایی خود یعنی داشتن یک مبدل حرارتی بهینه نائل می شویم .

با درک درست از رفتار سیالات غیرنیوتنی در پروسه های تبادل حرارتی بر روی صفحه قائم ، می توان انواع مبدل های حرارتی مورد استفاده در صنایع نفت ، پتروشیمی و غذایی را با حداقل هزینه و حداکثر کارایی حرارتی طراحی نمود و این مهم در کشور ما که دارای تنوع صنایع رو

به توسعه می‌باشد ، می تواند فواید متعدد اقتصادی و مهندسی ، کوتاه مدت و دراز مدت داشته باشد .

نظر به افزايش و كاربرد وسيع سيالات غير نيوتني در صنايع مختلف اهميت بررسي جريان سيال و انتقال حرارت اينگونه سيالات افزايش يافته است . سيالاتي مانند مواد غذايي ، رنگ ها ، مواد مذاب ، محصولات پتروشيمي ، گريس ، گل حفاري چاه نفت ، خمير دندان ، مواد شوينده و بسياري از سيالات ديگر به دليل انحراف از رفتار سيالات نيوتني در گروه سيالات غير نيوتني قرار گرفته اند . برخي از صنايعي كه در آنها سيالات غير نيوتني وارد مي شوند عبارتند از : نفت پتروشيمي ، لاستيك‌ها ، الياف مصنوعي ، صابون ها و شوينده ها ، داروسازي ، انرژي اتمي ، سيمان ، صنايع غذايي ، خمير كاغذ و فرايندهاي تخميري ، عملياتي كه در آن ها روغن به كار مي رود ، چاپ و رنگ و بتن در اغلب اين صنايع مبدل هاي حرارتي يكي از اجزاي كليدي است ، طراحي درست و بهينه آنها ميتواند نقش اساسي در اقتصاد مهندسي و صرفه جويي انرژي در صنايع مزبور داشته باشد . از طرفي استفاده از مبدل حرارتي فشرده نيز ميتواند در افزايش بازدهی انتقال حرارت موثر باشد . در صنايع طول برخي از فرايندها كوتاه است و سيال در اين مبدل ها پيش از رسيدن به حالت توسعه يافته از مبدل خارج ميشود ، بنابراين دانستن توزيع سرعت ، دما و افت فشار در ناحيه در حال توسعه يافته نيز ضروري است . سيالات غير نيوتني به دليل بالا بودن چسبندگي ظاهري شان و نيز كوچك بودن قطر هيدروليكي مبدل هاي حرارتي فشرده معمولا بصورت جريان آرام حركت ميكنند ، رفتار هيدروليكي و حرارتي بيشتر سيالات غير نيوتني را ميتوان از طريق مدل تواني (power-law) تقسيم نمود . چسبندگي اين گونه سيالات با دما تغيير ميكند و در صورتي كه دما بالا باشد مي تواند اثرات تعيين كننده اي روي نرخ انتقال حرارت داشته باشد .

با توجه به اهمیت شناخت رفتار رئولوژیکی ، هیدرودینامیکی و انتقال حرارتی سیالات غیرنیوتنی در صنعت ، تحقیقات بسیاری در این زمینه بر روی این نوع سیالات انجام گرفته است . البته با توجه به گستردگی و تنوع سیالات غیرنیوتنی دور از انتظار نیست که در مورد برخی از این نوع سیالات تحقیقات کمتری صورت گرفته باشد که از آن جمله می توان به سیالات غیرنیوتنی مدل پاورلا اشاره کرد که با وجود اینکه تحقیقات نسبتا زیادی پیرامون شناخت رفتار رئولوژیکی این نوع سیالات انجام شده است اما همچنان با توجه به ضرورت کاربرد آنها در صنعت نیاز به تحقیقات بیشتر و دقیق تر در این زمینه احساس می گردد و اینجانب با جستجوهای فراوان در منابع گوناگون اعم از مقاله ها ، کتب ، گزارش های فنی صنایع و... نقصان منابع حل عددی با استفاده از این سیالات را متوجه شده و در فصول انتهایی این پایان نامه پیشنهاداتی را برای علاقه مندان به ادامه این موضوعات پرکاربرد در صنایع ارائه خواهم داد.

۱-۲ بیان مسئله :

در این تحقیق می خواهیم ببینیم با تغییر پارامترهای موثر بر پدیده انتقال گرما بطریق جابجایی ترکیبی برای جریان آرام سیالات غیرنیوتنی روی صفحه قائم ، نرخ انتقال حرارت چگونه تغییر می‌نماید ؟ و کدامیک از پارامترها (Gr, Ri, Re) و شاخص پایداری سیال غیرنیوتنی (n) در افزایش نرخ انتقال گرما تأثیر بیشتری دارند؟

۱-۳ فرضیه تحقیق:

با توجه به اینکه در جابجایی ترکیبی (انتقال گرمای توامان از نوع طبیعی و اجباری) عموماً نرخ انتقال حرارت بین سیال و سطوح نسبت به حالت صرفاً جابجایی طبیعی یا اجباری بیشتر می باشد لذا بررسی چنین پدیده ای برای سیالات غیرنیوتنی با رفتار رئولوژیکی از نوع مدل پاورلا نیز می تواند جذاب باشد بطوریکه اثر عدد شاخص پایداری سیال غیرنیوتنی (n) که در رابطه $\tau = K(\dot{\gamma})^n$ مستتر است قابل ملاحظه بوده و تغییرات آن شدیداً بر نرخ تبادل گرما موثر است وچگونگی اثر کمی آن و مقایسه آن با اثرات دیگر پارامترهای هیدرودینامیکی وحرارتی بر روی انتقال گرما و افت فشار سیال از اهداف اصلی تحقیق خواهد بود .

برای رسیدن به اهداف تحقیق فرضیات زیر در حل معادلات حاکم بر پدیده فیزیکی مورد توجه قرار می گیرد .

-رژیم جریان آرام و در حالت دوبعدی بوده وسیال را تراکم ناپذیر فرض می کنیم.

-محدوده تغییرات شاخص پایداری سیال غیرنیوتنی مدل پاورلا را بین ۰,۵ تا ۱,۵ در نظر میگیریم.

- محدوده تغییرات عدد ریچاردسون بین ۰,۱ تا ۱۰ برای جابجایی ترکیبی بوده وسعی می شود نتایج در این محدوده مورد بررسی قرار بگیرد .

-شار حرارتی در طول صفحه قائم را ثابت در نظر می گیریم و مقدار آن برای ایجاد جابجایی طبیعی قابل ملاحظه می باشد .

۱-۴ اهمیت و ضرورت انجام تحقیق:

درسالیان اخیر برای طراحی بهینه مبدل های حرارتی و خنک سازی سطوح داغ عموماً از سیالاتی استفاده میگردد که قابلیت جذب حرارت بیشتری را داشته باشند و در این بین سیالات غیرنیوتنی بواسطه دارابودن شرایط ترموفیزیکی مناسب می توانند در خنک کاری قطعات بکار گرفته شوند . لذا در این تحقیق می خواهیم با جابجایی اجباری جریان سیالات غیرنیوتنی مدل پاورلا در حرکت رو به بالا بر روی صفحه تخت قائم به بررسی پدیده انتقال حرارت ترکیبی بپردازیم تا با ایجاد بهترین شرایط هیدرودینامیکی و حرارتی برای یک سیال غیرنیوتنی با

شاخص پایداری متفاوت به حداکثر نرخ انتقال حرارت و حداقل افت فشار (ضریب اصطکاک) دست یابیم و در این صورت به هدف نهایی خود یعنی طراحی یک مبدل حرارتی بهینه نائل می شویم.

۱-۵ اهداف تحقیق:

۱-استخراج نتایج مرتبط با میزان انتقال گرما و افت فشار سیال بر اساس نرم افزار مهندسی Fluent همراه با اعمال شرایط مرزی حرارتی و هیدرو دینامیکی

۲-ترسیم اعداد بی بعد Nu و

Cf بر حسب پارامترهای موثر دیگر (n , Ri , Pr , Re) برای درک بهتر پدیده تبادل گرمای مورد مورد مطالعه

۳-بحث و نتیجه گیری بر اساس نتایج استخراجی و انتخاب شرایط بهینه تبادل حرارتی همراه با انتخاب نوع مناسبی از سیال غیر نیوتنی مدل پاورلا

۱-۶ نحوه اعتبارسنجی:

با توجه به اعتبار جهانی نرم افزار Fluent به منظور حل عددی و تحلیل نتایج از این نرم افزار تخصصی استفاده می شود تا در صورت نداشتن خطا در ورود اطلاعات به نرم افزار ، بتوان به نتایج قابل اعتباری در سطح جهانی دست پیدا کرد . از آنجائیکه به منظور رسم هندسه فیزیکی مورد مطالعه با وجود شرایط مرزی برای ورود به نرم افزار Fluent در اغلب مقالات معتبر داخلی و خارجی از نرم افزار مدلسازی Gambit استفاده می شود لذا ما هم برای اعتبار بیشتر از این نرم افزار کامپیوتری استفاده کردیم .امید است این نرم افزارها ما را به نتایج مطلوب در مورد تغییرات پارامترهایی چون Nu و Cf و... رهنمون سازند. در ضمن با استفاده از روابط و اصول کلاسیک حاکم بر انتقال حرارت و افت فشار در جریان تبادل گرما ضمن تحلیل مسئله می توان به صحت وسقم نتایج خودمان پی ببریم .

۱-۷ مروري بر تحقيقات گذشته

جريان سيال غيرنيوتني و تغيير شكل آنها موضوعاتي هستند كه هم در ذات فيزيكيشان و هم در زمينه هاي كاربردشان اهميت بسيار دارند . در واقع در بيشتر صنايع شيميايي و فرآيندها ، پيوسته با رفتار سيال غير نيوتني مواجه مي شويم . عواملي كه مشخصه هاي تغيير شكل يك ماده را تعيين ميكنند به شدت پيچيده است و درك كامل آنها نيازمند تركيبي از فيزيك، شيمي و رياضي كاربردي دارد . علاوه بر اين زمينه هاي كاربرد به شدت گسترده و گوناگون است و نياز به صرف نيروي زيادي از جانب مهندسان با سابقه دارد ، هرچند مهندسان شيمي و فرآيند با نقش مهم شان در راه اندازي و فرآورش مواد پيچيده (مانند كف ها ، محلول ها ، پليمرهاي مذاب ،

امولوسیون ها و ...) به این زمینه علاقه وافري دارند. علاوه بر این، این موضوع هم براي رياضيدانان محض و دانشمندان و مهندسان علمي با زمينه فرهنگي و ديد مختلف جالب است . در این بخش سعی شده است به موضوع تحقیقات برخی از محققین در مشابهت موضوع پایان نامه اینجانب نگاه کوتاهی شود.

محققینی همچون ال.اس.یائو[۱]و ام.ام.مولا [۲] در زمینه انتقال حرارت سیالات غیر نیوتنی در امتداد یک صفحه قائم راه حل هایی را ارائه نمودند و نتیجه گرفتند که عدد ریچاردسون ($Ri = \frac{Gr}{\mathrm{Re}^2}$) نقش بسزایی در رسیدن به جریان کاملاً توسعه یافته حرارتی و سرعتی برروی صفحه قائم دارد. بطوریکه در اعداد کوچک ریچاردسون ($Ri = \frac{Gr}{\mathrm{Re}^2}$) در طولهای کوتاه از صفحه وقوع جریان کاملاً توسعه مقدور نمی باشد[۱]. همچنین این دو محقق تحقیقات متعدد دیگری را در این زمینه ها ارائه داده اند از جمله آنها می توان به مواردی اشاره کرد مثلاً در سال ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹ پیرامون جریان سیالات غیرنیوتنی بر روی صفحه صاف کاوش هایی را ارائه داده اند و شرایط مرزی متفاوتی را در نظر گرفتند و متوجه قابلیت بالای خنک کاری سیالات غیرنیوتنی از نوع سیالات اتساعی (دایلاتانت) شدند [۲،۳،۴]. و در پروژه بعدی انتقال حرارت جابجایی اجباری سیالات غیرنیوتنی را مورد بررسی قرار داده اند و محدوده شاخص پایداری سیال غیرنیوتنی را بین ۰,۶ تا ۱,۴ در نظر گرفتند و در اعداد پرانتل ۱۰۰ و ۱۰۰۰ نمودارهای بی بعد پارامتر ناسلت و ضریب اصطکاک را ترسیم نمودند و نوع سیال بکار رفته در این پژوهش مدل پاورلا بوده است [۵]. و در سال ۲۰۰۸ پیرامون انتقال حرارت جابجایی آزاد سیالات غیرنیوتنی بر روی صفحه عمودی با شار ثابت مطالبی را ارائه نموده اند و تاثیر پارامترهای مختلف را بر روی انتقال حرارت بررسی نموده اند[۶].

در سال ۲۰۰۸ میلادی اس.جی.مولیک [۳] و ال.اس.یائو در زمینه انتقال حرارت جابجایی آزاد سیالات غیرنیوتنی بر روی صفحه صاف با دما ثابت مقاله ای را انجام داده اند [۷].

در سال ۲۰۰۴ میلادی جی.پی.دنییر[۴] و پی.پی دابروسکی [۵]بر روی معادلات شرایط مرزی برای سیالات پاورلا تحقیقی را به ثبت رسانده اند [۸].

در سال ۱۹۹۷ میلادی ای.کیم[۶] انتقال حرارت جابجایی آزاد سیالات غیرنیوتنی بین صفحه عمودی موجی شکل را مورد بررسی قرار داده است [۹].

در سال ۱۹۸۷ میلادی ال.اس.یائو پیرامون جابجایی ترکیبی دو بعدی روی صفحه تخت تحقیقی را انجام داده است [۱۰].

۱- L.S.Yao
۲- M.M.Molla
۳- S.G.Moulic
۴- J.P.Denier
۵- p.p.Dabrowski
۶- E.Kim