

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

٤٨٢٤

به نام خدا

بررسی عددی انتقال حرارت جابجائی همراه با تشعشع در مجرای میان دو استوانه هم مرکز با  
پره های داخلی

به وسیله:

۱۳۸۲ / ۱ / ۳۰

ایمان متقی

پایان نامه

ارائه شده به معاونت تحصیلات تکمیلی به عنوان بخشی از فعالیت  
تحصیلی لازم برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

مرکز اطلاعات مدرک علمی ایران  
تماس مدرک

در رشته:

مهندسی مکانیک-تبدیل انرژی

از دانشگاه شیراز

شیراز، ایران

ارزیابی شده توسط کمیته پایان نامه با درجه: عالی

امضا، اعضای کمیته پایان نامه

..... دکتر علی اکبر گلشن، استادیار مهندسی مکانیک (رئیس کمیته)

..... دکتر محمد مهدی علیشاهی، استاد مهندسی مکانیک

..... دکتر خسرو جعفرپور، استادیار مهندسی مکانیک

شهریور ماه ۱۳۸۱

۲۵۸۲۴

تقدیم به:

پدرم که رنج تحصیل مرا به جان خرید

و

مادرم که غمخوار تمام لحظه‌های سختِ زندگیم بوده است.

## سپاسگزاری

حمد و سپاس خداوند را که به بنده کمترین خود مجالی دیگر برای بهره‌مندی از گوشه‌ای از دریای بی‌کران علم خود داد و در این راه تعلّم از محضر علم و اخلاق علوی جناب آقای دکتر علی‌اکبر گل‌نشان را سرمایه‌ای جاودان برای تمامی لحظات عمر من ساخت. چه اگر هدایت و راهنمایی ایشان در به پایان رساندن این رساله نبود، سختی راه دو صد چندان می‌نمود. پس مَنْ لَمْ يَشْكُرْ اَلْمَخْلُوقَ، لَمْ يَشْكُرْ اَلْخَالِقَ، که این سپاس از محضر تمامی اساتیدی است که در راه دانش‌اندوزی‌م سهمیم بوده‌اند علی‌الخصوص اساتید گرامی جناب آقایان دکتر محمدمهدی علیشاهی دکتر خسرو جعفرپور که با همفکری و کمک ایشان این پایان‌نامه شکل گرفته است.

همچنین از آقایان مهندس کیان عزیزیان و مهندس سید عطا... ستوده که در طول تحصیل و انجام این رساله مشوق و همراه من بوده‌اند، نهایت امتنان را دارم.

## چکیده

### بررسی عددی انتقال حرارت جابجایی همراه با تشعشع در مجرای میان دو استوانه هم مرکز با پره‌های داخلی

بوسیله:

ایمان متقی

چگونگی حرکت سیال و انتقال حرارت جابجایی همراه با تشعشع در مجرای میان دو استوانه هم مرکز عمودی با پره‌های داخلی بصورت عددی مورد بررسی قرار گرفت. جریان سیال بصورت آرام و خواص آن تابعی از دما در نظر گرفته شد. هدف از این تحقیق به دست آوردن ضرایب انتقال حرارت و اصطکاک در درون کانال به منظور محاسبه میزان گرمای منتقل شده از سیال و افت فشار دو سر کانال می باشد. اثر تغییر نسبت قطر استوانه‌ها، زاویه بین پره‌ها، عدد رینولدز سیال در ورود به کانال و دمای آن بر عدد نوسلت و ضریب اصطکاک مطالعه گردید. نتایج حاصله بیانگر آنست که وجود پره‌ها، افت فشار در درون کانال را به همراه دارد. قسمتی از این افت فشار بخاطر تنگ شدن مجرای عبور سیال و قسمتی دیگر بخاطر بوجود آمدن جریانهای برگشتی در اثر جابجایی آزاد بین سیال و سطوح سرد می باشد. همچنین اثر تشعشع از سطح استوانه داخلی به سطح پوسته و پره‌ها مورد بررسی قرار گرفت. تشعشع موجب افزایش انتقال حرارت و کاهش ضرایب اصطکاک می گردد.

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
ث	فهرست جداول
ج	فهرست شکلها
۱	فهرست نشانه های اختصاری
۴	۱-مقدمه
۴	۱-۱-مقدمه
۶	۱-۲-تاریخچه
۱۰	۱-۳-هدف از انجام تحقیق
۱۱	۱-۴-مقدمه ای بر فلوئنت
۱۲	۱-۴-۱-روش حل
۱۳	۱-۴-۲-شرایط مرزی
۱۳	۱-۴-۳-قدمهای اصلی حل مسئله
۱۵	۲-معادلات حاکم
۱۵	۲-۱-مقدمه
۱۶	۲-۲-کاربرد شرط مرزی
	۲-۳-انتقال حرارت تابشی و جابجایی بصورت توام در یک سیال عبور دهنده
۱۶	یا شفاف
۱۷	۲-۳-۱-تبادل تشعشع میان سطوح خاکستری
۱۹	۲-۴-معادله بقا جرم

۱۹	۵-۲-معادله بقاء اندازه حرکت
۲۰	۶-۲-معادله بقا انرژی
۲۲	۷-۲-شرایط مرزی
۲۳	۳-روش حل معادلات حاکم
۲۳	۱-۳-مقدمه
۲۵	۲-۳-شبکه بندی
۲۶	۳-۳-خواص شبکه
۲۷	۱-۳-۳-روشهای شبکه بندی
۲۷	۱-۳-۳-۱-روش جبری
۲۸	۲-۳-۳-۱-روش معادلات دیفرانسیل جزئی
۲۹	۲-۳-۳-۲-یکنواخت کردن شبکه
۳۰	۳-۴-روش عددی
۳۱	۱-۴-۳-نحوه انتخاب دقت نرم افزار
۳۲	۲-۴-۳-حل معادلات به روش جدا از هم
۳۳	۱-۴-۳-۲-همگرایی
۳۳	۳-۴-۳-جداسازی معادلات
۳۶	۱-۴-۳-۳-خطی کردن معادلات مجزا شده
۳۶	۴-۴-۳-مدل تشعشع
۴۰	۵-۴-۳-خواص سیال
۴۰	۱-۴-۳-۵-جرم حجمی
۴۱	۱-۴-۳-۵-۱-نحوه انتخاب چگالی مرجع در فلونت
۴۲	۲-۴-۳-۵-ویسکوزیته

۴۳	۳-۴-۵-۳-فشار عملکرد
۴۳	۳-۴-۵-۴-ضریب هدایت حرارتی
۴۳	۳-۴-۵-۵-گرمای ویژه گاز
۴۴	۳-۴-۵-۶-ضریب صدور گاز
۴۴	۳-۴-۶-خواص مواد جامد
۴۷	۴-نتایج حاصل از شبیه سازی عددی
۴۷	۴-۱-تضمین صحت عملکرد نرم افزار
۵۴	۴-۲-تولید شبکه
۵۷	۴-۳-محاسبه توزیع دما در طول کانال
۵۸	۴-۴-منحنی توزیع سرعت در درون کانال
۶۵	۴-۵-بررسی توزیع ضریب اصطکاک سطحی درون کانال
۷۳	۴-۶-تعیین ضریب اصطکاک کانال
۷۴	۴-۷-توزیع عدد نوسلت روی پره و پوسته
۸۶	۴-۸-تعیین نوسلت متوسط در کانال
۹۰	۴-۹-تعیین روابط برای نوسلت و ضریب اصطکاک در کانال
۹۰	۴-۱۰-ضریب کارآیی مبدل حرارتی
۹۲	۴-۱۱-بحث و نتیجه گیری
۹۵	۴-۱۲-پیشنهادات
۹۶	۴-۱۳-مراجع



## فهرست جداول

صفحه

عنوان

۵۵

جدول ۱-۴- نحوه توزیع نقاط شبکه روی دامنه فیزیکی

## فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۷	شکل ۱-۱- کانال حلقوی با پره‌های داخلی
۷	شکل ۲-۱- قطاعی از کانال حلقوی
۲۶	شکل ۱-۳- مقایسه دامنه محاسباتی با دامنه فیزیکی
۳۰	شکل ۳-۲- نتیجه عملکرد یکنواخت سازی بر روی موقعیت نقطه ( خط نازک شبکه اولیه و خط ضخیم شبکه نهایی )
۳۴	شکل ۳-۳- حجم کنترل استفاده شده در معادلات مجزا شده برای متغیر اسکالر $\phi$
۳۸	شکل ۴-۳- نحوه انتقال حرارت تشعشی
۳۹	شکل ۵-۳- صفحه تابش کننده
۴۹	شکل ۱-۴- تغییرات $Nu$ در کانال
۴۹	شکل ۲-۴- تغییرات $Re \times \tau_w$ بر حسب $Gz^{-1}$
۵۱	شکل ۳-۴- تغییر دمای بدون بعد بر حسب طول بدون بعد
۵۱	شکل ۴-۴- تغییرات $Nu_D$ بر حسب طول بدون بعد
۵۳	شکل ۵-۴- تغییرات دمای دیواره در طول کلکتور
۵۳	شکل ۶-۴- تغییرات $Nu$ روی دیوار بالایی بر حسب طول بدون بعد
۵۶	شکل ۷-۴- توزیع سرعت در طول کانال با دو شبکه مختلف
۵۶	شکل ۸-۴- توزیع دما در طول کانال با دو شبکه مختلف

- شکل ۹-۴- تغییرات دما در طول کانال با توجه به تغییرات نسبت قطر  
۵۹
- شکل ۱۰-۴- تغییرات دمای بدون بعد برحسب  $Gz^{-1}$   
۵۹ با توجه به تغییرات نسبت قطر
- شکل ۱۱-۴- تغییرات دمای بدون بعد برحسب  $Gz^{-1}$   
۶۰ با توجه به تغییرات نسبت قطر (تأثیر جریان برگشتی)
- شکل ۱۲-۴- تغییرات دمای بدون بعد برحسب  $Gz^{-1}$   
۶۰ با توجه به تغییرات نوع انتقال حرارت
- شکل ۱۳-۴- تغییرات سرعت در طول کانال با توجه به تغییرات نسبت قطر  
۶۲
- شکل ۱۴-۴- تغییرات سرعت بدون بعد برحسب  $Gz^{-1}$   
۶۲ با توجه به تغییرات نسبت قطر
- شکل ۱۵-۴- تغییرات سرعت بدون بعد برحسب  $Gz^{-1}$   
۶۳ با توجه به تغییرات نسبت قطر (تأثیر جریان برگشتی)
- شکل ۱۶-۴- تغییرات سرعت بدون بعد برحسب  $Gz^{-1}$   
۶۳ با توجه به نوع انتقال حرارت
- شکل ۱۷-۴- پروفیل سرعت روی سطح جانبی در فاصله ۰/۶m از ابتدای کانال  
۶۴
- شکل ۱۸-۴- پروفیل سرعت روی سطح جانبی در فاصله ۰/۸ m از ابتدای کانال  
۶۴
- شکل ۱۹-۴- تغییرات  $C_f$  برحسب  $Gz^{-1}$  با توجه به تغییرات نسبت قطر  
۶۸
- شکل ۲۰-۴- تغییرات فشار در طول کانالها با تغییر نسبت قطر کانال  
۶۸
- شکل ۲۱-۴- تغییرات  $C_f$  برحسب  $Gz^{-1}$  با توجه به تغییرات زاویه میان پره ها  
۶۹
- شکل ۲۲-۴- تغییرات  $C_f$  برحسب  $Gz^{-1}$  با توجه به تغییرات رینولدز ورودی  
۶۹
- شکل ۲۳-۴- تغییرات  $C_f$  برحسب  $Gz^{-1}$  با توجه به تغییرات دما در ورودی  
۷۰
- شکل ۲۴-۴- تغییرات  $C_f$  برحسب  $Gz^{-1}$  با توجه به نوع انتقال حرارت  
۷۰
- شکل ۲۵-۴- تغییرات  $C_f$  برحسب  $Gz^{-1}$  با توجه به تأثیر نیروی شناوری روی  
۷۱

تغییرات  $C_f$  در درون کانال

- شکل ۴-۲۶- تغییرات  $C_f$  روی سطوح مختلف در طول کانال ۷۱
- شکل ۴-۲۷- تغییرات رینولدز در طول کانالهای با دمای ورودی متفاوت ۷۲
- شکل ۴-۲۸- تاثیر انتقال حرارت تابشی بر تغییر رینولدز در درون کانال ۷۲
- شکل ۴-۲۹- تغییرات  $f$  بر حسب نسبت منظری با توجه به تغییرات نسبت قطر ۷۵
- شکل ۴-۳۰- تغییرات  $f$  بر حسب نسبت منظری با توجه به تغییرات نسبت قطر ۷۵
- شکل ۴-۳۱- تغییرات  $f$  بر حسب نسبت منظری با توجه به تغییرات نسبت قطر ۷۶
- شکل ۴-۳۲- تغییرات  $f$  بر حسب نسبت منظری با توجه به تغییرات نوع انتقال حرارت ۷۶
- شکل ۴-۳۳- تغییرات  $f$  بر حسب نسبت منظری با توجه به تغییرات نوع انتقال حرارت ۷۷
- شکل ۴-۳۴- تغییرات  $f$  بر حسب رینولدز ورودی با توجه به تغییرات دمای سیال در ورودی ۷۷
- شکل ۴-۳۵- تغییرات  $Nu$  بر حسب  $Gz^{-1}$  با توجه به تغییرات نسبت قطر ۸۱
- شکل ۴-۳۶- تغییرات  $Nu$  بر حسب  $Gz^{-1}$  با توجه به تغییرات زاویه میان پره ها ۸۱
- شکل ۴-۳۷- تغییرات  $Nu$  بر حسب  $Gz^{-1}$  با توجه به تغییرات رینولدز در ورودی ۸۲
- شکل ۴-۳۸- تغییرات  $Nu$  بر حسب  $Gz^{-1}$  با توجه به تغییرات دمای ورودی ۸۲
- شکل ۴-۳۹- تغییرات  $Nu$  بر حسب  $Gz^{-1}$  روی سطح پره و پوسته ۸۳
- شکل ۴-۴۰- تغییرات  $Nu$  بر حسب  $Gz^{-1}$  روی سطح پره و پوسته ۸۳
- شکل ۴-۴۱- تغییرات  $Nu$  بر حسب  $Gz^{-1}$  روی سطح پره و پوسته ۸۴
- شکل ۴-۴۲- مقایسه نوسلت تابشی با نوسلت جابجایی در کانالها با نسبت قطرهای ۸۴

## متفاوت

- شکل ۴-۴۳- تأثیر نیروی شناوری بر عدد  $Nu$  ۸۵
- شکل ۴-۴۴- تأثیر انتقال حرارت تابشی بر عدد  $Nu$  ۸۵
- شکل ۴-۴۵- تغییرات  $\overline{Nu}_L$  بر حسب نسبت منظری با توجه به تغییرات نسبت قطر ۸۷
- شکل ۴-۴۶- تغییرات  $\overline{Nu}_L$  بر حسب نسبت منظری با توجه به تغییرات نسبت قطر ۸۷
- شکل ۴-۴۷- تغییرات  $\overline{Nu}_L$  بر حسب نسبت منظری با توجه به تغییرات نسبت قطر ۸۸
- شکل ۴-۴۸- تأثیر نیروی شناوری بر  $\overline{Nu}_L$  ۸۸
- شکل ۴-۴۹- تغییرات  $\overline{Nu}_L$  بر حسب دمای ورودی با توجه به تغییرات رینولدز ورودی ۸۹
- شکل ۴-۵۰- تغییرات  $\overline{Nu}_L$  بر حسب نسبت منظری با توجه به نوع انتقال حرارت ۸۹
- شکل ۴-۵۱- مقایسه  $f$  بدست آمده از روابط با مقادیر حاصل از حل عددی ۹۱
- شکل ۴-۵۲- مقایسه  $Nu$  بدست آمده از روابط با مقادیر حاصل از حل عددی ۹۱
- شکل ۴-۵۳- تغییرات  $\mathcal{E}$  بر حسب نسبت منظری با توجه به تغییرات نسبت قطر ۹۳
- شکل ۴-۵۴- تغییرات  $\mathcal{E}$  بر حسب رینولدز ورودی با توجه به تغییرات دمای ورودی ۹۳
- شکل ۴-۵۵- تغییرات  $\mathcal{E}$  بر حسب نسبت منظری با توجه به نوع انتقال حرارت ۹۴
- شکل ۴-۵۶- تأثیر نیروی شناوری بر  $\mathcal{E}$  بر حسب تغییرات نسبت قطر ۹۴

## نشانه های اختصاری

$T$	دما
$q$	شار حرارتی
$R$	شار تشعشعی خارج شده از سطح
$\varepsilon$	ضریب کارایی کانال
$\sigma$	ضریب استفان بولتزمن
$H$	نسبت منظری
$F$	ضریب دید
$\rho$	چگالی
$t$	زمان
$S$	چشمه
$P$	فشار
$\tau$	تنش برشی
$\mu$	ویسکوزیته
$V$	سرعت
$E$	انرژی داخلی
$k$	ضریب هدایت حرارتی
$h$	ضریب انتقال حرارت جابجایی
$J$	شار حرارتی منتشر شده
$m$	کسر جرمی
$Br$	عدد برینکمن

$\phi$	کمیت اسکالر
$r$	بردار موقعیت
$a$	ضریب جذب
$n$	اندیس شکست
$I$	شدت تشعشع کلی
$\Omega$	زاویه جامد
$C_p$	ظرفیت گرمای ویژه
$M$	عدد ماخ
$\gamma$	نرخ گرمای ویژه
$Re$	عدد رینولدز
$Nu$	عدد نوسلت
$C_f$	ضریب اصطکاک سطحی
$\beta$	ضریب انبساط حرارتی
$Gr$	عدد گراشهف
$D_h$	قطر هیدرولیکی
$\nu$	لزجت سینماتیکی
$g$	شتاب ثقل
$\alpha$	ضریب پنخش حرارتی
$Ra$	عدد رایلی
$Bo$	عدد بولتزمن
$\tau_0$	ضخامت نوری
$Pr$	عدد پرانتل
$Gz$	عدد گریتس
$Pe$	عدد پکله
$d$	قطر داخلی کانال