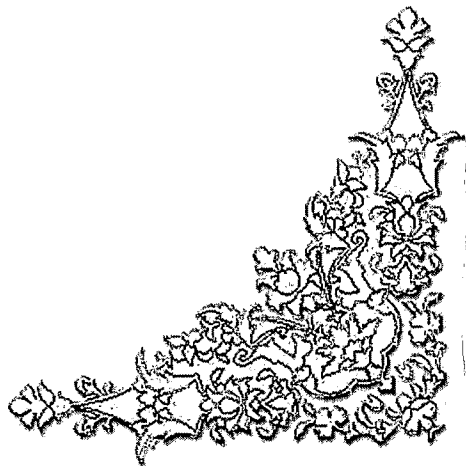
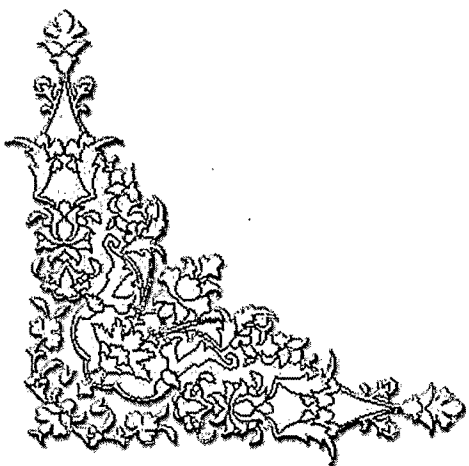


سلافة



سیال

دانشکده فنی

گروه مهندسی مکانیک

گرایش تبدیل انرژی

مطالعه انتقال حرارت یک سیال مدل هرشل-بالکلی عبورکننده از یک صفحه  
متحرک قائم در یک محیط متخلخل

از:

رسول علیزاده

موسسه تحقیقات و فناوری  
شیراز

استادان راهنما:

دکتر کورش جواهرده

دکتر محمد نقاش زادگان

۱۳۸۹ / ۷ / ۲



آبان ۱۳۸۸

۱۴۱۶۹۰

تقدیم به پدر و و مادر گرامی ام که موفقیت خود در تمام زندگی را

مدیون زحمات و تلاش های بی منت آنها می دانم.

خانواده عموی عزیزم که همواره مشوق من در طول تحصیل بوده اند.

تقدیم به پدر و و مادر گرامی ام که موفقیت خود در تمام زندگی را  
مدیون زحمات و تلاش های بی منت آنها می دانم.  
خانواده عموی عزیزم که همواره مشوق من در طول تحصیل بوده اند.

## تقدیر و تشکر:

خداوند متعال را سپاس که به من توان آموختن داد و مرا در انجام هر چه بهتر این پایان نامه مورد لطف خود قرار داد و با تشکر از جناب آقای دکتر جواهرده و دکتر نقاش زادگان که با حوصله به سوالاتم جواب دادند و در جهت بهتر شدن و پر بارتر شدن این پایان نامه راهنمایی ام کردند.

## فهرست مطالب

عنوان	صفحه
چکیده فارسی .....	ص
چکیده انگلیسی .....	ض
<b>فصل اول:</b>	
<b>مقدمه</b>	
۱-۱- مقدمه .....	۲
۲-۱- کلیات تحقیق .....	۲
۱-۲-۱- بیان مسأله .....	۳
۲-۲-۱- ضروریات و اهمیت تحقیق .....	۳
۳-۱- اهداف پایان نامه .....	۶
۴-۱- مروری بر کارهای انجام شده .....	۶
<b>فصل دوم:</b>	
<b>بررسی جریان مگنتوهیدرودینامیک و معرفی سیال غیرنیوتنی</b>	
۱-۲- بررسی جریان مگنتوهیدرودینامیک .....	۹
۱-۱-۲- تاریخچه و ماهیت مگنتوهیدرودینامیک .....	۹
۲-۱-۲- انتقال حرارت در سیستم‌های مگنتوهیدرودینامیک .....	۱۳
۲-۲- معرفی سیالات غیرنیوتنی و روابط رئولوژیکی حاکم بر آنها .....	۱۴
۱-۲-۲- سیال نیوتنی .....	۱۴
۲-۲-۲- سیالات غیرنیوتنی .....	۱۵
۱-۲-۲-۲- تقسیم بندی سیالات غیرنیوتنی .....	۱۶

۲۷	..... آشنایی مختصر با مایعات پلیمری
۲۸	..... انتقال حرارت سیالات غیرنیوتنی
۲۸	..... انتقال حرارت به روش جابجایی
۳۰	..... ساختار مواد متخلخل
۳۴	..... ۱-۴-۲ توصیف محیط های متخلخل: روش های میکروسکوپی و ماکروسکوپی
۳۴	..... ۲-۴-۲ تقسیم بندی مواد متخلخل بر حسب وضعیت حفره ها
۳۵	..... ۵-۲ اعداد بدون بعد مهم
۳۵	..... ۱-۵-۲ عدد گرافش
۳۵	..... ۲-۵-۲ عدد پرانتل
۳۶	..... ۳-۵-۲ عدد برینکمن

#### فصل سوم:

#### فرمول بندی ریاضی مساله

۳۸	..... ۱-۳-۱ تشریح مساله
۳۸	..... ۲-۳-۱ فیزیک مساله
۳۹	..... ۳-۳-۱ شبکه اعمال شده
۴۰	..... ۴-۳-۱ معادلات حاکم
۴۱	..... ۱-۴-۳ محاسبه نیروی مغناطیسی
۴۳	..... ۲-۴-۳ شرایط مرزی دمای سطح ثابت
۴۴	..... ۳-۴-۳ شبیه سازی سیال غیرنیوتنی با نیوتنی
۴۴	..... ۵-۳-۱ حل معادلات حاکم

۴۵	۳-۵-۱- بی بعد سازی معادلات حاکم بر جریان.....
۴۸	۳-۵-۲- شرایط مرزی دمای سطح ثابت بعد از بی بعد سازی.....
۴۸	۳-۶-۶- شبکه بندی .....
۴۸	۳-۶-۱- مقدمه .....
۵۰	۳-۶-۲- تبدیل معادلات دیفرانسیل پاره ای حاکم .....
۵۲	۳-۶-۳- متریک ها و ژاکوبین های تبدیل .....
۵۴	۳-۷-۷- روش حل عددی دیفرانسیل محدود ضمنی.....
۵۵	۳-۷-۱- انفصال و جداسازی معادلات.....
۵۹	۳-۸-۸- بدست آوردن عدد نوسلت موضعی، نوسلت متوسط و ضریب اصطکاک .....
۵۹	۳-۸-۱- عدد نوسلت موضعی .....
۶۰	۳-۸-۲- عدد نوسلت متوسط .....
۶۱	۳-۸-۳- ضریب اصطکاک .....
۶۱	۳-۹-۹- الگوریتم حل .....

#### فصل چهارم:

#### نتایج روش حل عددی

۶۶	۴-۱- مقدمه.....
۶۶	۴-۲- مقایسه نتایج حاضر با سایر نتایج.....
۶۶	۴-۳- بررسی اثر مگنتوهیدرودینامیک.....
۷۵	۴-۴- بررسی تاثیر عدد پرانتل (Pr).....
۸۴	۴-۵- بررسی تاثیر عدد برینکمن (Br).....
۹۳	۴-۶- بررسی تاثیر عدد گرافش (Gr).....
۹۶	۴-۷- بررسی تاثیر شاخص جریان (n).....



- ۸-۴- بررسی تاثیر پارامتر محیط متخلخل ( $K_p$ ) ..... ۹۷
- ۹-۴- بررسی تاثیر تنش تسلیم اولیه ( $\tau_y$ ) ..... ۱۰۱
- ۱۰-۴- نتیجه گیری ..... ۱۰۴
- ۱۱-۴- پیشنهاد برای ادامه کار ..... ۱۰۵
- مراجع ..... ۱۰۶

## فهرست جدول‌ها

عنوان	صفحه
جدول ۱-۲ - جدول معادلات رئولوژیکی پیشنهاد شده برای سیالات غیر نیوتنی مستقل از زمان	۲۲
جدول ۲-۲ - مدل‌های تجربی برای تنش برشی دیواره	۲۴

## فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱: نماهایی از انواع مبدل‌های صفحه‌ای	۵
شکل ۲-۱: نماهایی از انواع مبدل‌های صفحه‌ای	۶
شکل ۱-۲: افتادن یک ورق از فلز هادی در شکاف یک مغناطیس	۱۳
شکل ۲-۲: حالت ساده از پمپ الکترومغناطیس	۱۴
شکل ۳-۲: حرکت برشی آرام بین دو صفحه موازی برای سیال نیوتنی در حالت پایدار	۱۸
شکل ۴-۲: منحنی جریان سیال نیوتنی	۱۸
شکل ۵-۲: منحنی جریان سیالات مستقل از زمان	۲۰
شکل ۶-۲: تغییرات ویسکوزیته-شدت برش سیالات غیر نیوتنی فاقد تنش تسلیم	۲۳
شکل ۷-۲: منحنی لگاریتمی جریان سیال شبه پلاستیک	۲۰
شکل ۸-۲: منحنی ویسکوزیته ظاهری بر حسب شدت برش برای سیال غیرنیوتنی پاورلا	۲۰
شکل ۹-۲: نمودار تغییرات ویسکوزیته نسبت به زمان سیال وابسته به زمان	۲۶
شکل ۱۰-۲: منحنی‌های جریان سیالات غیرنیوتنی تابع زمان در آزمایشات منفرد پایدار	۲۷
شکل ۱۱-۲: منحنی آسودگی از تنش پس از قطع برش یکنواخت	۲۹
شکل ۱۲-۲: منحنی بازیابی کرنش (بازگشت الاستیک) پس از قطع یک تنش	۲۹
شکل ۱۳-۲: ساختار نمونه‌های از مواد متخلخل	۲۹
شکل ۱۴-۲: ساختار نمونه‌های از مواد متخلخل	۲۹
شکل ۱۵-۲: مدل ساده ای از ماده متخلخل	۲۹
شکل ۱-۳: جریان سیال در روی یک صفحه متحرک قائم و در یک محیط متخلخل تحت میدان مغناطیسی	۳۹

- شکل ۲-۳: نمایش شماتیک توزیع غیر همسان سلول های شبکه..... ۴۰
- شکل ۳-۳: یک قلمرو دو بعدی نمونه برای بدنه دوکی شکل متقارن محوری ..... ۴۵
- شکل ۴-۳: قلمرو محاسباتی با گامهای ثابت  $\Delta\eta$  و  $\Delta\xi$  ..... ۴۵
- شکل ۵-۳: شبکه نقاط فرمول بندی ضمنی ..... ۵۴
- شکل ۱-۴: مقایسه پروفیل سرعت برای سیال نیوتنی..... ۶۶
- شکل ۲-۴: پروفیل سرعت برای  $n=0.5$ ،  $x=2/0$  و در  $M_n$  های مختلف ..... ۶۷
- شکل ۳-۴: پروفیل سرعت برای  $n=1$ ،  $x=2/0$  و در  $M_n$  های مختلف..... ۶۸
- شکل ۴-۴: پروفیل سرعت برای  $n=1.5$ ،  $x=2/0$  و در  $M_n$  های مختلف..... ۶۸
- شکل ۵-۴: پروفیل دما برای  $n=0.5$ ،  $x=2/0$  و در  $M_n$  های مختلف..... ۶۹
- شکل ۶-۴: پروفیل دما برای  $n=1$ ،  $x=2/0$  و در  $M_n$  های مختلف..... ۶۹
- شکل ۷-۴: پروفیل دما برای  $n=1.5$ ،  $x=2/0$  و در  $M_n$  های مختلف..... ۷۰
- شکل ۸-۴: توزیع محوری عدد نوسلت موضعی برای  $n=0.5$ ،  $x=2/0$  و در  $M_n$  های مختلف ..... ۷۱
- شکل ۹-۴: توزیع محوری عدد نوسلت متوسط برای  $n=0.5$ ،  $x=2/0$  و در  $M_n$  های مختلف..... ۷۱
- شکل ۱۰-۴: توزیع محوری ضریب اصطکاک برای  $n=0.5$ ،  $x=2/0$  و در  $M_n$  های مختلف..... ۷۲
- شکل ۱۱-۴: توزیع محوری عدد نوسلت موضعی برای  $n=1$ ،  $x=2/0$  و در  $M_n$  های مختلف..... ۷۲
- شکل ۱۲-۴: توزیع محوری عدد نوسلت متوسط برای  $n=1$ ،  $x=2/0$  و در  $M_n$  های مختلف..... ۷۳
- شکل ۱۳-۴: توزیع محوری ضریب اصطکاک برای  $n=1$ ،  $x=2/0$  و در  $M_n$  های مختلف..... ۷۳
- شکل ۱۴-۴: توزیع محوری عدد نوسلت موضعی برای  $n=1.5$ ،  $x=2/0$  و در  $M_n$  های مختلف..... ۷۴
- شکل ۱۵-۴: توزیع محوری عدد نوسلت متوسط برای  $n=1.5$ ،  $x=2/0$  و در  $M_n$  های مختلف..... ۷۴
- شکل ۱۶-۴: توزیع محوری ضریب اصطکاک برای  $n=1.5$ ،  $x=2/0$  و در  $M_n$  های مختلف..... ۷۵
- شکل ۱۷-۴: توزیع محوری عدد نوسلت موضعی برای  $n=0.5$ ،  $x=2/0$  و در  $Pr$  های مختلف..... ۷۶

- شکل ۱۸-۴: توزیع محوری عدد نوسلت متوسط برای  $n=0.5$ ،  $x=2/0$  و در  $Pr$  های مختلف..... ۷۷
- شکل ۱۹-۴: توزیع محوری ضریب اصطکاک برای  $n=0.5$ ،  $x=2/0$  و در  $Pr$  های مختلف..... ۷۷
- شکل ۲۰-۴: توزیع محوری عدد نوسلت موضعی برای  $n=1$ ،  $x=2/0$  و در  $Pr$  های مختلف..... ۷۸
- شکل ۲۱-۴: توزیع محوری عدد نوسلت متوسط برای  $n=1$ ،  $x=2/0$  و در  $Pr$  های مختلف..... ۷۸
- شکل ۲۲-۴: یخ محوری ضریب اصطکاک برای  $n=1$ ،  $x=2/0$  و در  $Pr$  های مختلف..... ۷۹
- شکل ۲۳-۴: توزیع محوری عدد نوسلت موضعی برای  $n=1.5$ ،  $x=2/0$  و در  $Pr$  های مختلف..... ۷۹
- شکل ۲۴-۴: توزیع محوری عدد نوسلت متوسط برای  $n=1.5$ ،  $x=2/0$  و در  $Pr$  های مختلف..... ۸۰
- شکل ۲۵-۴: توزیع محوری ضریب اصطکاک برای  $n=1.5$ ،  $x=2/0$  و در  $Pr$  های مختلف..... ۸۰
- شکل ۲۶-۴: پروفیل سرعت برای  $n=0.5$ ،  $x=2/0$  و در  $Pr$  های مختلف..... ۸۱
- شکل ۲۷-۴: پروفیل دما برای  $n=0.5$ ،  $x=2/0$  و در  $Pr$  های مختلف..... ۸۲
- شکل ۲۸-۴: پروفیل سرعت برای  $n=1$ ،  $x=2/0$  و در  $Pr$  های مختلف..... ۸۲
- شکل ۲۹-۴: پروفیل دما برای  $n=1$ ،  $x=2/0$  و در  $Pr$  های مختلف..... ۸۳
- شکل ۳۰-۴: پروفیل سرعت برای  $n=1.5$ ،  $x=2/0$  و در  $Pr$  های مختلف..... ۸۳
- شکل ۳۱-۴: پروفیل دما برای  $n=1.5$ ،  $x=2/0$  و در  $Pr$  های مختلف..... ۸۴
- شکل ۳۲-۴: توزیع محوری عدد نوسلت موضعی برای  $n=0.5$ ،  $x=2/0$  و در  $Br$  های مختلف..... ۸۵
- شکل ۳۳-۴: توزیع محوری عدد نوسلت متوسط برای  $n=0.5$ ،  $x=2/0$  و در  $Br$  های مختلف..... ۸۵
- شکل ۳۴-۴: توزیع محوری ضریب اصطکاک برای  $n=0.5$ ،  $x=2/0$  و در  $Br$  های مختلف..... ۸۶
- شکل ۳۵-۴: توزیع محوری عدد نوسلت موضعی برای  $n=1$ ،  $x=2/0$  و در  $Br$  های مختلف..... ۸۶
- شکل ۳۶-۴: توزیع محوری عدد نوسلت متوسط برای  $n=1$ ،  $x=2/0$  و در  $Br$  های مختلف..... ۸۷
- شکل ۳۷-۴: توزیع محوری ضریب اصطکاک برای  $n=1$ ،  $x=2/0$  و در  $Br$  های مختلف..... ۸۷
- شکل ۳۸-۴: توزیع محوری عدد نوسلت موضعی برای  $n=1.5$ ،  $x=2/0$  و در  $Br$  های مختلف..... ۸۸

- شکل ۳۹-۴: توزیع محوری عدد نوسلت متوسط برای  $n=1.5$ ،  $x=2/0$  و در  $Br$  های مختلف..... ۸۸
- شکل ۴۰-۴: توزیع محوری ضریب اصطکاک برای  $n=1.5$ ،  $x=2/0$  و در  $Br$  های مختلف..... ۸۹
- شکل ۴۱-۴: پروفیل سرعت برای برای  $n=0.5$ ،  $x=2/0$  و در  $Br$  های مختلف..... ۹۰
- شکل ۴۲-۴: پروفیل دما برای  $n=0.5$ ،  $x=2/0$  و در  $Br$  های مختلف..... ۹۰
- شکل ۴۳-۴: پروفیل سرعت برای برای  $n=1$ ،  $x=2/0$  و در  $Br$  های مختلف..... ۹۱
- شکل ۴۴-۴: پروفیل دما برای  $n=1$ ،  $x=2/0$  و در  $Br$  های مختلف..... ۹۱
- شکل ۴۵-۴: پروفیل سرعت برای برای  $n=1.5$ ،  $x=2/0$  و در  $Br$  های مختلف..... ۹۲
- شکل ۴۶-۴: پروفیل دما برای  $n=1.5$ ،  $x=2/0$  و در  $Br$  های مختلف..... ۹۲
- شکل ۴۷-۴: توزیع محوری عدد نوسلت موضعی برای  $n=1.5$ ،  $x=2/0$  و در  $Gr$  های مختلف..... ۹۳
- شکل ۴۸-۴: توزیع محوری عدد نوسلت متوسط برای  $n=1.5$ ،  $x=2/0$  و در  $Gr$  های مختلف..... ۹۴
- شکل ۴۹-۴: پروفیل سرعت برای برای  $n=1.5$ ،  $x=2/0$  و در  $Gr$  های مختلف..... ۹۵
- شکل ۵۰-۴: پروفیل دما برای  $n=1.5$ ،  $x=2/0$  و در  $Gr$  های مختلف..... ۹۵
- شکل ۵۱-۴: پروفیل سرعت برای برای  $x=2/0$  و در شاخص های مختلف جریان..... ۹۶
- شکل ۵۲-۴: پروفیل دما برای  $x=2/0$  و در شاخص های مختلف جریان..... ۹۷
- شکل ۵۳-۴: توزیع محوری عدد نوسلت موضعی برای  $n=1.5$ ،  $x=2/0$  و در  $K_p$  های مختلف..... ۹۸
- شکل ۵۴-۴: توزیع محوری عدد نوسلت متوسط برای  $n=1.5$ ،  $x=2/0$  و در  $K_p$  های مختلف..... ۹۸
- شکل ۵۵-۴: توزیع محوری ضریب اصطکاک برای  $n=1.5$ ،  $x=2/0$  و در  $K_p$  های مختلف..... ۹۹
- شکل ۵۶-۴: پروفیل سرعت برای برای  $n=1.5$ ،  $x=2/0$  و در  $K_p$  های مختلف..... ۱۰۰
- شکل ۵۷-۴: پروفیل دما برای  $n=1.5$ ،  $x=2/0$  و در  $K_p$  های مختلف..... ۱۰۰
- شکل ۵۸-۴: توزیع محوری عدد نوسلت موضعی برای  $n=1.5$ ،  $x=2/0$  و در  $\tau_y$  های مختلف..... ۱۰۱
- شکل ۵۹-۴: توزیع محوری عدد نوسلت متوسط برای  $n=1.5$ ،  $x=2/0$  و در  $\tau_y$  های مختلف..... ۱۰۲

شکل ۴-۶۰: توزیع محوری ضریب اصطکاک برای  $n=1.5$ ،  $x=2/0$  و در  $\tau_y$  های مختلف..... ۱۰۲

شکل ۴-۶۱: پروفیل سرعت برای  $n=1.5$ ،  $x=2/0$  و در  $\tau_y$  های مختلف..... ۱۰۳

شکل ۴-۶۲: پروفیل دما برای  $n=1.5$ ،  $x=2/0$  و در  $\tau_y$  های مختلف..... ۱۰۳

## فهرست علائم

	<u>علائم انگلیسی</u>
عدد برینکمن	$Br$
قدرت میدان مقناطیسی	$\vec{B}_0$
ظرفیت گرمایی ویژه سیال	$C_p$
ضریب اصطکاک	$C_f$
میدان الکتریکی القایی	$E$
نیروی مغناطیسی	$\vec{F}_m$
عدد هارتمن	$Ha$
شدت میدان مغناطیسی	$H$
شتاب ثقلی	$g$
عدد گراشف	$Gr$
چگالی جریان	$\vec{j}$
شدت جریان هدایت	$\vec{j}_c$
طول صفحه	$L$
ضریب هدایت گرمایی	$K_f$
پارامتر محیط متخلخل	$K_p$
شاخص پایداری سیال غیرنیوتنی	$m$
عدد مگنتوهیدرودینامیک	$M_n$
شاخص جریان	$n$



عدد نوسلت موضعی	$Nu_x$
عدد نوسلت متوسط	$Nu_m$
عدد پرنتل	Pr
زمان	$t$
زمان در حالت بی بعد	$t'$
دمای سیال	$T$
دمای مرجع سیال	$T_0$
دمای دیواره	$T_w$
سرعت در راستای (x-y)	$u, v$
سرعت صفحه عمودی	$u_p$
سرعت بی بعد سیال در راستای (X-Y)	$U, V$
مختصات کارتیزین	$x, y$
مختصات کارتیزین در حالت بی بعد	$X, Y$

#### علائم یونانی

	$\alpha$
ضریب هدایت الکتریکی	$\sigma$
ضریب انبساط حرارتی	$\beta_f$
تنش آستانه حرکت	$\tau_y$
تنش آستانه حرکت در حالت بی بعد	$\tau_y$
ویسکوزیته دینامیکی سیال	$\mu$
ویسکوزیته دینامیکی سیال در حالت بی بعد	$\bar{\mu}$

ویسکوزیته دینامیکی سیال در مرجع	$\mu_0$
ویسکوزیته سینماتیکی سیال	$\nu$
ویسکوزیته سینماتیکی سیال در مرجع	$\nu_0$
چگالی سیال	$\rho$
دما در حلت بی بعد	$\theta$
دمای دیواره در حالت بی بعد	$\theta_w$
اتلاف ویسکوزیته	$\phi'$
اتلاف ژول	$\phi''$
اتلاف ویسکوزیته در حالت بی بعد	$\phi_1$
اتلاف ژول در حالت بی بعد	$\phi_2$
نرخ برش	$\dot{\gamma}$
<b>زیر نویس</b>	
سطح دیواره	$W$
شرایط دور از سطح (سطح آزاد)	$\infty$
شرایط اولیه	$0$

مطالعه انتقال حرارت یک سیال مدل هرشل-بالکلی عبور کننده از یک صفحه متحرک قائم در یک محیط متخلخل

رسول علیزاده

تعداد از سیالات مهم مورد استفاده در صنعت از قبیل پلاستیک های گداخته شده، پلیمرها، جسم خمیر مانند و غذاها، رفتار سیال غیرنیوتنی از خود نشان می دهند. به دلیل رشد و تعدد استفاده از سیالات غیرنیوتنی در صنایع مختلف، تلاش زیادی در جهت شناخت ویژگی های رفتاری این سیالات به عمل آمده است. مسائل مرتبط با سیال غیرنیوتنی و انتقال حرارت آن در حضور میدان مغناطیسی، موضوعی بسیار جالب بوده و کاربردهای زیادی در علوم مهندسی دارد.

در این پایان نامه یک جریان آرام، پایه، برای یک سیال غیر نیوتنی مدل هرشل-بالکلی، هادی الکتریسیته و غیر قابل تراکم، با حضور یک میدان مغناطیسی یکنواخت خارجی در روی یک صفحه متحرک قائم همراه با انتقال حرارت جابجایی آزاد در یک محیط متخلخل مورد مطالعه قرار گرفته است. در این تحلیل، معادلات پیوستگی، ممنوم و انرژی با روش دیفرانسیل محدود ضمنی حل شده است. یک حل عددی بر روی معادلات حاکم انجام شده که تاثیرات میدان مغناطیسی، شاخص رفتار جریان ( $n$ )، تنش تسلیم اولیه ( $\tau_y$ )، پارامتر محیط متخلخل ( $K_p$ )، عدد پرانتل، عدد گراشف و عدد برینکمن مورد بررسی قرار گرفته است و نتایج آن به صورت نمودارهای عدد نوسلت، نوسلت متوسط و ضریب اصطکاک و همچنین پروفیل های سرعت و دما آورده شده است.

نتایج نشان می دهد که با افزایش میدان مغناطیسی عدد نوسلت موضعی، عدد نوسلت متوسط و ضریب اصطکاک کاهش پیدا می کند. همچنین با افزایش میدان مغناطیسی، مقدار سرعت کاهش سرعت می یابد در حالیکه دمای سیال افزایش می یابد. بررسی اثر شاخص جریان ( $n$ ) نشان می دهد که با افزایش ( $n$ ) مقدار سرعت افزایش می یابد اما مقدار دما کاهش پیدا می کند. تاثیر عدد پرانتل نشان می دهد که افزایش عدد پرانتل باعث کاهش ضخامت لایه مرزی دما و سرعت می گردد و با افزایش عدد برینکمن ضخامت لایه مرزی سرعت و دما افزایش می یابد. تاثیر عدد گراشف نیز نشان می دهد که افزایش عدد گراشف باعث افزایش پروفیل می گردد. اما پروفیل دما با افزایش عدد گراشف کاهش می یابد. اثرات تنش تسلیم اولیه و پارامتر محیط متخلخل نشان می دهد که با افزایش تنش تسلیم اولیه و پارامتر محیط متخلخل مقدار سرعت و دما افزایش می یابد.

کلیدواژه: محیط متخلخل، سیال غیر نیوتنی مدل هرشل-بالکلی، انتقال حرارت

## Abstract

Study the Heat Transfer of a Herschel-Bulkley past a vertical moving plate in a porous medium.  
Rasool alizadeh

A number of industrially important fluids such as molten plastics, polymers, pulps and foods exhibit non-newtonian fluid behavior. Due to growing use of these Non-newtonian materials, in various manufacturing and processing industries considerable efforts have been directed towards understanding their flow characteristics. The problem of Non-newtonian fluids flow and heat transfer in the presence of an external magnetic field is of great interest in many engineering applications.

In this project, the heat transfer of incompressible, electrically conducting, Herschel-Bulkley Non-newtonian fluids past a vertical moving in a porous media in the presence of an external uniform magnetic field steady laminar flow is considered. In this analysis, the continuity, momentum and energy equations are solved by using an implicit finite difference method. A numerical solution for the governing partial differential equations is developed and the influence of the magnetic field, flow behavior index( $n$ ), initial yielding stress, porous media parameter, Prandtl number, Grashof number and Brinkman number on the velocity and temperature distribution, the friction factor, Nusselt number and average Nusselt number are discussed. Result show when imposing the magnetic field effect the friction factor, Nusselt number and average Nusselt number decrease. With increase in magnetic field, transient velocity is decreased. However, the temperature increase with an increase in magnetic field. Increasing flow behavior index ( $n$ ), increase velocity profiles but temperature profiles is d. Effect of prandtl number show, with Increasing prandtl number, temperature and velocity boundary layer thickness decrease with Increasing brinkman number, temperature and velocity boundary thickness. The effect of grashof number, on the temperature and velocity profiles show, the velocity is increased With Increasing grashof number. However temperature profiles decrease with Increases grashof number. Effect of initial yielding stress and porous media parameter shows with Increasing initial yielding stress and porous media parameter temperature and velocity profiles Increase.

**Keywords:** Porous medium, Herschel-Bulkley fluid, convection