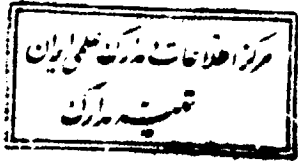


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

٢٧٩/٣

۱۳۲۸ / ۱۲ / ۱۶



دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده فنی و مهندسی

۵۱۳۴

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک

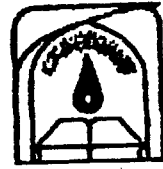
محاسبه ضریب انتقال حرارت خون با روش تحلیلی

نسرین امینی زاده

استاد راهنما: دکتر مهدی معرفت

زمستان ۱۳۷۷

۲۷۹۱۴



دانشگاه تربیت مدرس

تاییدیه هیات داوران

خانم نسرين امینی‌زاده پایان‌نامه ۶ واحدی خود را با عنوان معاسبه ضریب انتقال حرارت خون با روش تحلیلی در تاریخ ۱۳۷۷/۱۱/۲۷ ارائه کردند. اعضای هیات داوران نسخه نهائی این پایان‌نامه را از نظر فرم و محتوی تایید و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی مکانیک باگرایش تبدیل انرژی پیشنهاد می‌کنند. ۱۱ ب ۱۱

اعضای هیات داوران	نام و نام خانوادگی	امضاء
۱- استاد راهنما:	آقای دکتر معرفت	
۲- استاد مشاور:	_____	
۳- استادان ممتحن:	آقای دکتر حاجی‌زاده	
	آقای دکتر سید محمد حسینی	
۴- مدیر گروه:	آقای دکتر انصاری	
(یا نماینده گروه تخصصی)		

این نسخه به عنوان نسخه نهائی پایان‌نامه / رساله مورد تایید است.
امضای استاد راهنما:



شماره:

تاریخ:

پیوست:

آیین نامه چاپ پایان نامه (رساله) های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس مبین بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می شوند:

ماده ۱ در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله) ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به مرکز نشر دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲ در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه)، عبارت ذیل را چاپ کند:

و کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد / رساله دکتری نگارنده در رشته

است

که در سال در دانشکده دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی سرکار خانم / جناب

آقای دکتر و مشاوره سرکار خانم / جناب آقای دکتر از آن دفاع شده

است.

ماده ۳ به منظور جبران بخشی از هزینه های نشریات دانشگاه تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت

چاپ) را به مرکز نشر دانشگاه اهدا کند دانشگاه می تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض

فروش قرار دهد.

ماده ۴ در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت

مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵ دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می تواند خسارت

مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می دهد به منظور استیفای

حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده

برای فروش، تأمین نماید.

ماده ۶ اینجانب دانشجوی رشته مقطع تعهد فوق

و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

تقدیم به

آنانکه در فروغ نگاهشان ره پییدم:

پدرم، مادرم و همسر مهربانم محمد

تشکر و قدردانی:

حمد و سپاس ایزد منان که آفرینش را با تعلیم و تعلم همراه ساخت و با سپاسگزاری از پدرم و مادرم بعنوان اولین مربیانم و همسرم که همواره مشوق من بوده است. با تشکر و قدردانی از زحمات بی شایه جناب آقای دکتر معرفت که در طول نگارش پایان نامه، اینجانب را از راهنمایی ارزشمندشان بهره مند ساختند و همچنین اساتید محترم بخش مکانیک و آقابان دکتر حسینی و دکتر حاجی زاده که مرا در این امر مهم رهنمون بوده اند. در پایان از خانم رحیمی که با تلاش و دقت خود زحمت تایپ این پایان نامه را بعهده داشتند تقدیر مینمایم.

چکیده

علم انتقال حرارت بیولوژیکی از گذشته دور تا کنون مد نظر دانشمندان علم مهندسی و پزشکی بوده است. در این علم انتقال حرارت بین بافتها و اثرات گرما بر بافتها مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد. بررسی رفتار حرارتی خون مستلزم شناخت خصوصیات فیزیکی و روابط حاکم بر آن بعنوان یک سیال می‌باشد. در این تحقیق رفتار حرارتی خون بعنوان یک سیال غیر نیوتنی مورد بررسی قرار گرفته است. جریان خون در رگ، جریان سیال کیسن در یک لوله با مقطع دایره و با فرضیاتی چون سیال غیر قابل تراکم، جریان آرام، پایدار و کاملاً توسعه یافته مدل شده است و بر همین اساس پروفیل سرعت جریان بدست آمده است. معادله انرژی بعنوان یک مدل ریاضی مناسب برای بررسی رفتار حرارتی خون با وجود یا عدم وجود ترم انتقال حرارت ناشی از تلفات لزجت و با فرضیات حاکم بر جریان از در نظر گرفتن یک المان در رگ و بالانس انرژی آن بدست آمده است. در معادله موجود از اثر هدایت محوری نسبت به هدایت شعاعی صرف نظر شده است. معادلات بدست آمده همانند دیگر مسائل مهندسی مکانیک در دو حالت شار حرارتی ثابت و دمای دیواره ثابت با روش تحلیلی حل شده است. در حل دو معادله برای شرایط دمای دیواره ثابت از یک روش تقریبی تحلیلی استفاده شده است.

پس از حل و بررسی نتایج، مقادیر بدست آمده عدد نوسلت مقایسه شده است. و در نهایت جهت تأیید نتایج پیشنهاد ادامه کار و یا ارائه نتایج از روشهای تجربی تقدیم شده است.

واژگان کلیدی: ضریب انتقال حرارت خون، تلفات لزجت خون، ضریب انتقال حرارت سیال کیسن،

انتقال حرارت سیال غیر نیوتونی

فهرست مطالب

عنوان	شماره صفحه
فهرست جداول	ب.....
فهرست اشکال	پ.....
مقدمه	ا.....
فصل اول: آشنایی با دستگاه گردش خون	۴-۱۹.....
دستگاه گردش خون	۴.....
خون	۲.....
ویسکوزیته خون و عوامل موثر بر آن	۱۰.....
رابطه تنش برشی و نرخ کرنش	۱۱.....
فصل دوم: مدل ریاضی جریان خون	۱۹-۲۲.....
معادلات اساس و کاربرد آنها	۱۹.....
مدل پلاستیک بینگام	۲۰.....
سیال Power Law	۲۰.....
سیال الیس	۲۱.....
سیال کیسن	۲۱.....
مدل ریاضی برای خون با استفاده از سیال کیسن	۲۲.....
فصل سوم: انتقال حرارت خون	۲۷-۵۵.....
مروری بر تاریخچه تحقیقات انجام شده	۲۷.....
انتقال حرارت خون در رگ	۳۱.....
محاسبه ضریب انتقال حرارت بدون اثر تلفات لزجت	۳۸.....
شار حرارتی ثابت	۳۸.....
دما ثابت	۴۴.....
محاسبه ضریب انتقال حرارت با وجود حرارت ناشی از تلفات لزجت	۵۵.....
شار حرارتی ثابت	۵۷.....
دما ثابت	۶۷.....
فصل چهارم: بحث و نتایج	۷۴-۸۲.....
بحث و نتایج	۷۴.....
پیشنهادات	۸۲.....
منابع	۸۲-۸۷.....
ضمایم	۸۷-۹۳.....
چکیده انگلیسی

فهرست جداول

شماره صفحه

شماره و توضیح جدول

- ۲..... (۱-۱) اجزای خون
- ۸..... (۲-۱) مقادیر نرمال اجزای تشکیل دهنده خون
- ۷۶..... (۴-۱) مقادیر عدد Nu بر حسب β در حالت شار حرارتی ثابت
- ۷۸..... (۴-۲) مقادیر عدد Nu بر حسب β با فرض دمای رگ ثابت
- ۸۰..... (۴-۳) مقادیر عدد Nu بر حسب β و Br با فرض شار حرارتی ثابت
- ۸۱..... (۴-۴) مقادیر عدد Nu بر حسب β و Br با فرض دما ثابت

فهرست اشکال

شماره صفحه

شماره و توضیح شکل

-
- ۵.....(۱-۱) سیستم گردش خون
- ۶.....(۱-۲) گردش عمومی خون و گردش ششی
- ۹.....(۱-۳) تعادل بین تنش برشی و نرخ کرنش پلازما با هماتوکریت ۴۵٪
- ۹.....(۱-۴) رابطه بین تنش برشی و نرخ کرنش برای پلاسمای خون
- ۱۰.....(۱-۵) اثر هماتوکریت بر ویسکوزیته
- ۱۳.....(۱-۶) رابطه بین جدر نرخ کرنش و جدر تنش برشی
- ۱۴.....(۱-۷) رابطه بین جدر نرخ کرنش و جدر تنش برشی برای نرخ کرنشهای پایین
- ۱۵.....(۱-۸) رابطه جدر نرخ کرنش و جدر تنش برشی برای خون با هماتوکریت ۵۱٪ و دمای ۳۷.....
- ۱۵.....(۱-۹) تغییرات ریشه سوم تنش تسلیم خون نسبت به هماتوکریت برای پنج نوع خون
- ۱۷.....(۱-۱۰) پروفیل سرعت ذرات مختلف سوسپانسیون ۳۲٪
- ۲۲.....(۲-۱) منحنی تنش - کرنش سیالات غیر نیوتنی
- ۲۳.....(۲-۲) پروفیل سرعت جریان خون در رگ
- ۲۵.....(۲-۳) منحنی "Oka"

محاسبه ضریب انتقال حرارت
خون باروش تحلیلی

مقدمه

سلامتی یک شاخص مهم تحقیقات پزشکی و مهندسی پزشکی می باشد بنابراین اهمیت سیال خون و نقش بسزای آن در سلامتی، در مسائل پزشکی و فیزیولوژیکی نیاز به بررسی حرارتی رفتار خون براساس مدلی مناسب را می طلبد. دسترسی به یکسری پارامترها و بررسی رفتار خون با ایجاد شرایط مختلف آزمایشگاهی عملاً غیر ممکن است. برای رسیدن به نتایجی معقول در شرایط مختلف بهترین روش انتخاب مدل ریاضی مناسبی جهت بررسی انتقال حرارت بیولوژیکی می باشد.

یک نمونه از مواردی که اهمیت مدل حرارتی را نشان می دهد کاربرد پدیده هیپرترمیا (ازدیاد غیر طبیعی دمای بدن) در علم پزشکی برای درمان بیماری سرطان است. در این پدیده اغلب از دستگاهها با تشعشعات الکترومغناطیسی، ماکروویو، التراسونیک و غیره جهت تولید حرارت داخل بافت استفاده می شود. برای کنترل، اندازه گیری و مدل کردن حرارت داخل بافت نیاز به علم انتقال حرارت بیولوژیکی می باشد.

تفکر در امر سلامتی به دوران قبل از میلاد مسیح باز می گردد. ارسطو فیلسوف یونانی بعنوان اولین محقق به چهار عنصر اصلی گرما و سرما، خشک و تر اعتقاد داشت. ۶ قرن قبل از میلاد مسیح فیلسوف، پزشک و فیزیولوژیست آن زمان Alcmaeon اساس سلامتی را در تعادل نیروهای خشک و تر، گرما و سرما، تلخی و شیرینی با یکدیگر بیان داشت.

از آن موقع تا سال ۱۹۸۰ تحقیقات در مورد سلامتی و ارتباط آن با دمای محیط گسترش یافت.

بطوریکه آزمایشگاهها و مؤسسات زیادی به آزمایش در مورد انتقال حرارت بدن پرداختند

مؤسساتی مانند انستیتو مهندسی مکانیک آمریکا (ASME)، آزمایشگاه بیوفیزیک Naval Air

مؤسسه Air Force و غیره .

R.G . Nevins و دیگران اثر انتقال حرارت تشعشی بر پوست انسان را مورد بررسی قرار داد . انتقال حرارت هدایتی از طریق پوست موضوع مورد نظر بعدی بود . که یکی از مشکلات آن اثر تزریق خون در بافت بود . اندازه و قابلیت هدایت حرارتی در انتقال حرارت هدایتی با تزریق خون تغییر می کرد . در سال ۱۹۴۸ Pennes اولین معادله انتقال حرارت بیولوژیکی را در زمینه تزریق خون ارائه کرد . که این معادله هنوز هم یکی از معادلات مرجع بحث توزیع دمای بدن می باشد . بسط و بررسی معادله Pennes توسط محققین دیگر تاکنون ادامه دارد .

از سال ۱۹۸۰ به بعد موضوع انتقال حرارت خون بیشتر مد نظر محققین بوده است آنالیز دقیق توزیع درجه حرارت داخل بافتهای زنده یک مدل حرارتی مناسب را طلب می کرد . chen ، chato و Holmes انتقال حرارت بین سیستم شریانی و بافت محیطی را بررسی کردند . در آن زمان مدلها غیر واقعی بوده و چندان دقیق نبودند .

سری کارهای Weinbaum و Jiji ارائه مدلهای جریان متقابل در جفت رگ و یارگهای موازی بود . در همان دهه Hayes , Diller الگوریتمهای پیشرفته ای را برای مدل دما ارائه کردند . آخرین تحقیق موجود مربوط به Cousins می باشد . وی در حالت کلی به بررسی تبادل حرارتی بین رگ با بافت خون و خون با رگ پرداخت و معادلاتی را برای مدل حرارتی ارائه کرد . ایده و مدل مورد استفاده معادلات اساسی این پروژه با مدل Cousins مشابهت دارد و مستقل از دیگر کارهای انجام شده می باشد . در مواردی روابط بکار رفته در پروژه از مدل Cousins استخراج شده است .

سازماندهی پایان نامه :

این پایان نامه شامل چهار فصل می باشد . در فصل اول با دستگاه گردش خون آشنا شده و خصوصیات ویسکوزیته خون مورد بررسی قرار می گیرد . در فصل دوم ابتدا مدلهای مختلف سیالات بررسی شده سپس مدل کیسن بعنوان مدلی مناسب برای خون انتخاب می شود و در انتهای فصل معادله

جریان خون براساس مدل ریاضی سیال کیسن بدست می آید. در فصل سوم که عمده ترین مبحث این پایان نامه می باشد بررسی انتقال حرارت خون در دو حالت (بدون در نظر گرفتن اثر تلفات لزجت و با در نظر گرفتن تلفات لزجت) انجام می شود که هر کدام از این حالات با دو فرض شار حرارتی ثابت و دمای ثابت مورد بحث قرار می گیرد. فصل چهارم نتایج بدست آمده مورد بحث و بررسی قرار می گیرد.

فصل اول

آشنایی با دستگاه گردش خون

۱-۱ دستگاه گردش خون

بدن انسان یک جسم چند سلولی است که هر سلول آن مانند یک یاخته یا موجود تک سلولی برای حیات مواد مغذی را از محیط اطراف گرفته مازاد را به همان محیط پس می‌دهد. در جانوران پر سلولی برای گرفتن اکسیژن و مواد غذایی از محیط و تحویل آنها به سلولهای بدن توسط دستگاه گردش خون انجام می‌شود این دستگاه از سه جزء اصلی تشکیل شده است. خون: مایعی است که مواد غذایی و اکسیژن در آن حل می‌شود.

رگها: یک شبکه از لوله‌های الاستیک که خون در آنها حرکت می‌کند و انشعابات آنها به دورترین نقاط بدن می‌رسد.

قلب: یک عضو عضلانی که با تولید نیروی مکانیکی، خون را در رگها پمپاژ نموده و باعث حرکت آن می‌شود.

این سیستم عهده‌دار انتقال اکسیژن و مواد مغذی برای متابولیسم بدن، انتقال مواد زائد از متابولیسم سلولها به کلیه‌ها، انتقال هورمونها و الکترولیتها برای تنظیم اعمال بدن، توزیع و تنظیم درجه حرارت بافتها و جلوگیری از اتلاف خون در خونریزی از طریق انعقاد خون و همچنین دفاع بدن در مقابل مواد موجودات زنده میکروسکوپی می‌باشد. سیستم گردش خون شامل یک پمپ مرکزی (قلب) و رگهای خونی (سرخرگها، سیاهرگها و مویرگها) می‌باشد.

قلب اندامی است ماهیچه‌ای و حفره‌دار که با انقباض خود نیروی لازم را جهت انتقال خون در رگهای مختلف بوجود می‌آورد. و اما رگهای خونی ۳ نوع می‌باشند:

سرخرگها: که خون را از قلب به اندامهای مختلف می‌برد و هر چه از قلب دور می‌شوند انشعابات