بسم الله الرحمن الرحيم
بسم الله الرحمن الرحيم
بسم الله الرحمن الرحيم

١٣٨٢٤٥

دانشکده فنی و مهندسی

گروه مهندسی مکانیک

پایان نامه کارشناسی ارشد

عنوان :

مطالعه عددی انتقال حرارت و افت فشار روی لوله‌های فین‌دار و سطوح مختلف کلکتورهای خورشیدی

تهیه کننده:

کامبیز احمدی

استاد راهنما:

دکتر سید مهدی پسته‌ای

۱۳۸۹/۲/۸

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ارومیه

تهیه مدرک

۱۳۸۶۴۵

تقدیم به:

پدرم که عزتش دلگرمی راهم

مادرم که اشکهایش بدرقه راهم

همسرم که صبوریش قوت قلبم بود

تقدیر و تشکر:

سپاس بیکران پروردگارم که حضورش فریاد رس است و سرگردانی و ترس در پناه‌اش به شجاعت می‌گردید. اگر شخصی موفق شده است به خاطر سعی و زحمات بسیار او بوده است. مطمئناً اشخاصی او را راهنمایی و کمک نموده‌اند تا به این موفقیت برسد. پس وظیفه اوست که از این اشخاص تشکر و قدردانی نماید. با سپاس و تشکر خالصانه از راهنمایی‌های دلسوزانه و پرارزش استاد ارجمند جناب آقای دکتر سید مهدی پسته‌ای که در طول انجام پروژه از دانسته‌های علمی و انسانی ای‌شان بهره جستم. همچنین از حمایتهای خانواده، دوستان و کمکهای بی‌دریغ همسر گرامیم تشکر و قدردانی را داشته باشم. بدون شک بدون کمکهای ایشان انجام پایان‌نامه با این کیفیت میسر نبود.

تقدیر و سپاس از آنان که به من نه اندیشه که اندیشیدن را آموختند.

فهرست مطالب

عنوان | صفحه

تقدیم i

تقدیر و تشکر ii

فهرست مطالب iii

فهرست اشکال ixi

فهرست جداول xv

علایم اختصاری xvi

چکیده ۱

فصل اول

مقدمه ۲

۱-۱-کلکتور خورشیدی چیست؟ ۳

۱-۲-انواع کلکتور یا گردآورهای خورشیدی ٤

۱-۲-۱-کلکتورهای تخت ٥

۱-۲-۲-کلکتور لوله ای غیر متمرکز ٦

۱-۲-۳-کلکتور لوله‌ای خلائی ۷

۱-۲-٤- کلکتورهای متمرکز کننده ۹

۱-۳- تقسیم‌بندی کلکتورها از نظر سیال عامل ۱۲

۱-۳-۱- کلکتور با آب چکه ۱۲

۱-۳-۲- کلکتور با هوا ۱٤

۱-۳-۳-کلکتور با مایع ۱٤

۱-٤- اجزاء تشکیل دهنده کلکتورها ۱٥

۱-٤-۱- صفحه شفاف کلکتور ۱۵
۲-٤-۱- صفحه جاذب کلکتور ۱۷
۳-٤-۱- لوله‌ها و گذرگاه‌ها در کلکتورها ۱۸
۵-۱- مقایسه و جمع‌بندی انواع کلکتور در یک نگاه ۲۱

فصل دوم

مروری بر کار گذشتگان ۲٤

نتیجه‌گیری ۳۰

فصل سوم

مدل سازی مسئله در Gambit

۱-۳- مقدمه ۳۱
۲-۳- ساختار برنامهGambit ۳۲
۳-۳-روشهای حل ۳۳
۱-۳-۳- روش اختلاف محدود ۳٤
۲-۳-۳-روش عناصر محدود ۳٤
۳-۳-۳- روش طیفی ۳٤
٤-۳-۳- روش حجم محدود ۳۵
٤-۳- انواع شبکه‌ها ۳٦
۵-۳-انتخاب یک حلال ۳٦
٦-۳- تعریف هندسه مسئله ۳٦
۱-٦-۳- هندسه لوله‌های جذب کننده ۳۷
۲-٦-۳- هندسه کلکتورها از نظر شکل ۳۹
۳-٦-۳- هندسه کلکتورها از نظر تغییر زاویه ٤۱

۳-۷- تعریف شرایط مرزی مدلها ٤٣
۳-۷-۱- لوله ها ٤٣
۳-۷-۲- کلکتورها ٤٣
۳-۸-مدل‌سازی ٤٤
۳-۸-۱-مدلسازی لوله‌های جذب کننده ٤٤
۳-۸-۱-۱- ایجاد حجم اولیه ٤٤
۳-۸-۱-۲- ایجاد ضلع بر روی لوله ٤٦
۳-۸-۱-۳-شبکه‌بندی لایه مرکزی ٤٧
۳-۸-۱-٤-تعیین فاصله بین گره‌های شبکهٔ یک لبه ٤٨
۳-۸-۱-٥-شبکه‌بندی سطوح ٤٩
۳-۸-۱-٦- شبکه‌بندی حجم ٥٠
۳-۸-۱-۷- تعیین شرایط مرزی ٥٢
۳-۸-۱-۸-ارسال فایل جهت تحلیل برای نرم‌افزار Fluent ٥٣
۳-۸-۲- مدلسازی کلکتورها ٥٣
۳-۸-۲-۱- ایجاد نقطه برای رسم کلکتورها ٥٣
۳-۸-۲-۲- خطوط بین نقاط ٥٤
۳-۸-۲-۳- حجم توسط سطح ٥٥
۳-۸-۲-٤- تولید یک حجم با جاروب کردن یک سطح در امتداد یک مسیر مشخص ٥٦
۳-۸-۲-٥-ایجاد لوله در مرکز محور کانونی کلکتور ٥٧
۳-۸-۲-٦-ایجاد یک میدان بزرگ در اطراف کلکتور ٥٧
۳-۸-۲-۷-انتقال دستگاه مختصات به مرکز مدل ٥٨
۳-۸-۲-۸-ایجاد نقطه بر روی لبه‌ها ٥٨
۳-۸-۲-۹-مش بندی صفحه ٥٩
۳-۸-۲-۱۰- مش بندی حجم ٥٩

فصل چهارم

معادلات حاکم

٤-١- معادلات حاکم بر روی لوله‌های جذب کننده ٦٠

٤-١-١- معادله بقای جرم ٦٠

٤-١-٢- معادلات بقای مومنتم ٦٠

٤-١-٣- معادله انرژی ٦١

٤-٢-معادلات حاکم بر کلکتورهای خورشیدی ٦٣

٤-٢-١-آشنایی با انتقال حرارت تابشی ٦٣

٤-٢-٢- رابطهٔ انتقال حرارت تابشی (RTE) ٦٣

٤-٢-٣-کاربردهای انتقال حرارت تابشی ٦٤

٤-٢-٤- مدل تابشی Rosseland ٦٥

٤-٢-٥- فوائد و محدودیت‌های مدل تابشی Rosseland ٦٥

٤-٢-٦- روابط مدل تابشی Rosseland ٦٥

٤-٢-٧- رفتار شرایط مرزی در دیواره‌ها برای مدل تابشی Rosseland ٦٦

فصل پنجم

تحلیل پروژه در Fluent

٥-١-CFD چیست؟ ٦٧

٥-٢- یک برنامه CFD چگونه کار می‌کند؟ ٦٨

٥-٣- معرفی نرم‌افزار FLUENT ٦٨

٥-٤- مراحل حل مساله ٦٩

٥-٥-اجرای نرم افزار Fluent ٧٠

٥-٦-خواندن فایلهای Mesh ٧١

۵-۷- بررسی کردن شبکه ۷۲
۵-۸-یکنواخت سازی شبکه ۷۳
۵-۹-تغییر مقیاس شبکه ۷۴
۵-۱۰- نمایش شکل با تمامی مشخصه‌ها ۷۴
۵-۱۱- مدل‌سازی FLUENT ۷۵
۵-۱۱-۱-روش حل تفکیکی ۷۶
۴-۱-۱- روش حل پیوسته ۷۸
۵-۱۲-معادلات حاکم برای حل مدلها ۸۰
۵-۱۳-تعریف مواد ۸۰
۵-۱۳-۱-تعریف مواد برای لوله‌های جذب کننده ۸۱
۵-۱۳-۲-کلکتورها ۸۱
۵-۱۴- تعریف شرایط مرزی ۸۱
۵-۱۴-۱-تنظیم کردن شرایط مرزی ۸۲
۵-۱۴-۲-شرایط مرزی سرعت ورودی(Velocity Inlet) ۸۲
۵-۱۴-۳- تعیین شرایط مرزی دمایی ۸۳
۵-۱۴-۳-۱-شرایط مرزی شارگرمایی ۸۴
۵-۱۴-۳-۲- شرایط مرزی دما ثابت ۸۴
۵-۱۴-۴- شرایط سیال (Fluid Conditions) ۸۵
۵-۱۴-۵-شرایط مرزی جامد (Solid Conditions) ۸۶
۵-۱۴-۶-شرط مرزی جریان خروجی (Out flow) ۸۶
۵-۱۴-۷-شرایط مرزی متقارن (Symmetry) ۸۷
۵-۱۵-مراحل برای حل مسایل انتقال حرارت ۸۷
۵-۱۶-محاسبات ۸۸
۵-۱۷-رسم کانتورها ۸۸

فصل ششم

استخراج نتایج و تحلیل آنها

۱-٦-اعتبار بخشی مدل حاضر ۸۹

۲-٦-نتایج مربوط به لوله‌های جذب کننده ۹۰

۱-۲-٦-دیاگرام در صد افت فشار ـ رینولدز ۱۱۳

۲-۲-٦-دیاگرام درصد عدد نوسلت ـ رینولدز ۱۱۳

۳-۲-٦-دیاگرام C.B.R. ـ رینولدز ۱۱۳

۳-٦- نتایج مربوط به کلکتورها ۱۲۲

۱-۳-٦- نتایج مربوط به انتخاب کلکتورها از نظر شکل ۱۲۲

۲-۳-٦- نتایج مربوط به انتخاب کلکتورها از نظر تغییر زاویهٔ کلکتور ۱۲۵

٤-٦-نتیجه گیری پروژه ۱۲۸

٥-٦-پیشنهادات ۱۲۹

فصل هفتم

ضمائم

۱-۷- کانتورهای سرعت مربوط به لوله‌های جذب کننده ۱۳۰

۲-۷- کانتورهای دمایی مربوط به لوله‌های جذب کننده ۱٤۸

۳-۷- کانتورهای سرعت لوله با فین مربعی در فاصله‌های مختلف از طول لوله ۱٦٦

٤-۷- کانتورهای دمایی لوله بافین مربعی در فاصله‌های مختلف از طول لوله ۱۷۲

٥-۷- کانتورهای دمایی مربوط به تغییر شکل کلکتور ۱۷۸

٦-۷- کانتورهای دمایی مربوط به تغییر زاویه کلکتور ۱۸٥

مراجع ۱۹۲

فهرست اشکال

عنوان صفحه

فصل اول

شکل ۱-۱: کلکتور خورشیدی طراحی شده برای یک نیروگاه خورشیدی ۳

شکل ۲-۱:سطح مقطع یک نوع کلکتور تخت ۵

شکل ۳-۱:کلکتور لوله‌ای و سطح مقطع آن با نمایش سطوح منعکس کننده ٦

اشکال ٤-۱:محل اتصال گردآورهای لوله‌ای در نقاط مختلف ساختمان ۷

شکل ٥-۱:سطح مقطع یک لوله از کلکتورهای لوله‌ای غیر متمرکز با جزئیات آن ۸

شکل ٦-۱- الف: کلکتور لوله‌ای خلائی که چند مدل با هم روی سقفی نصب شده‌اند ۸

شکل ٦-۱- ب: موقعیت لوله‌ها و صفحهٔ منعکس کننده و تابش خورشید و ۳٦۰ درجه زاویه جذب ۸

شکل ۷-۱:انواع مختلف کلکتورهای متمرکز کننده ۹

شکل ۸-۱: متمرکز کننده ثابت و جذب کننده متحرک ۱۰

شکل ۹-۱: متمرکز کننده خط حرارتی ۱۱

شکل ۱۰-۱: نمونه‌ای از کلکتور آب چکه ۱۲

شکل ۱۱-۱: اجزاء تشکیل دهندهٔ یک کلکتور از نوع آب‌چکه ۱۳

شکل ۱۲-۱: مقاطع تعدادی از گردآورهای هوای گرم ۱٤

شکل ۱۳-۱: نمونه‌ای از یک نوع کلکتورمایع ۱٥

شکل ۱٤-۱: مقادیر درصد تشعشعات خورشیدی در یک کلکتور تخت ۱۷

شکل ۱٥-۱: طرح‌های مختلفی از جذب کننده‌های خورشیدی ۱۹

شکل ۱٦-۱: تعداد دیگری از جذب کننده‌های خورشیدی برای هوا گرم کنها ۲۰

شکل۱۷-۱: چند نمونه از کلکتورهای متمرکز کننده ۲۱

فصل سوم

شکل ۱-۳: چارت مربوط به ساختار برنامه Gambit ۳۲

شکل ۲-۳: چارت مربوط به انواع روشهای حل عددی ۳۳

شکل ۳-۳: نمایش مدلهای فین‌ها از نظر شکل و ابعاد هندسی ۳۸

شکل ٤-۳: نمایش مدلهای کلکتورها از نظر نوع شکل ٤۰

شکل ٥-۳: نمایش مدلهای کلکتور مثلثی از نظر تغییر زاویه ٤۲

شکل ٦-۳: تصاویر مربوط به نحوه ایجاد حجم اولیه برای مدلهای مختلف لوله‌ها ٤٥

شکل ۷-۳: تصاویر مربوط به نحوه ایجاد ضلع بر روی مدل لوله بدون فین ٤٦

شکل ۸-۳: چارت مراحل تولید مش بر روی لبه ٤۷

شکل ۹-۳: تصاویر مربوط به نحوه ایجاد شبکه‌بندی یک لبه برای لوله‌ها ٤۸

شکل ۱۰-۳: تصاویر مربوط به شبکه‌بندی سطوح برای لوله‌ها ٥۰

شکل ۱۱-۳: تصاویر مربوط به شبکه‌بندی حجم برای لوله‌ها ٥۱

شکل ۱۲-۳: تصاویر مربوط به تعیین نوع شرایط مرزی در لوله‌ها ٥۲

شکل ۱۳-۳: تصاویر مربوط به نحوه ارسال فایل به نرم‌افزار Fluent ٥۳

شکل ١٤-۳: تصاویر مربوط به نقاط رسم شده برای کلکتورها ٥٤

شکل ١٥-۳: اشکال مربوط به نحوه ایجاد خطوط بین نقاط ٥٤

شکل ١٦-۳: تصاویر مربوط به نحوه ایجاد سطح بین خطوط ٥٥

شکل ۱۷-۳: تصاویر مربوط به نحوه ایجاد حجم توسط سطح ٥٦

شکل ۱۸-۳: تصویر ایجاد لوله در مرکز کانونی کلکتور ٥۷

شکل ۱۹-۳: تصویر ایجاد میدان بزرگ در اطراف کلکتور ٥۷

شکل ۲۰-۳: تصویر انتقال دستگاه مختصات به مرکز مدل ٥۸

شکل ۲۱-۳: تصاویر مربوط به ایجاد نقطه بر روی لبه‌ها ٥۸

شکل ۲۲-۳: تصاویر مربوط به ایجاد مش بندی صفحه برای کلکتورها ٥۹

شکل ۲۳-۳: تصاویر مربوط به ایجاد مش‌بندی حجم برای کلکتورها ٥۹

فصل چهارم

شکل ۱-٤: توزیع انتقال حرارت تابشی یا تشعشی..... ٦٤

فصل پنجم

شکل ۱-۵: چارت روشهای پیشگویی یک پدیده فیزیکی ٦٧
شکل ۲-۵: چارت تقسیم‌بندی دینامیک سیالات..... ٦٧
شکل ۳-۵: خواندن فایل برای اجرای برنامه ٧١
شکل ٤-۵: تصاویر مربوط به نحوه خواندن فایلهای Mesh..... ٧٢
شکل ۵-۵: تصویر مربوط به بررسی کردن کل مدل جهت شناسایی ایرادهای ممکن..... ٧٣
شکل ٦-۵: تصاویر مربوط به نحوه یکنواخت سازی شبکه ٧٣
شکل۷-۵: تصاویر مربوط به نحوه تغییر دادن مقیاس شبکه..... ٧٤
شکل ۸-۵: تصاویر مربوط به نحوه نشان دادن مش ٧٥
شکل ۹-۵: تصویر الگوریتم روش تفکیکی..... ٧٧
شکل ۱۰-۵: تصویر الگوریتم روش پیوسته ٧٩
شکل ۱۱-۵: تصویر مربوط به چگونگی تعریف مدل‌های حاصل ٧٩
شکل ۱۲-۵:تصویر معادلات حاکم بر لوله‌ها (انرژی) و کلکتورها (روزلند)..... ٨٠
شکل ۱۳-۵: تصویر مربوط به چگونگی تعریف مواد برای مدلها..... ٨٠
شکل ١٤-۵: تصویر مربوط به چگونگی تعیین شرایط مرزی ٨٢
شکل ۱۵-۵: تصویر مربوط به تعیین شرایط مرزی سرعت ورودی ٨٣
شکل ١٦-۵: تصویر مربوط به تعیین شرایط مرزی شار گرمایی..... ٨٤
شکل ۱۷-۵: تصویر مربوط به تعیین شرایط مرزی دمای ثابت..... ٨٥
شکل ۱۸-۵: تصویر مربوط به تعیین شرایط مرزی سیال..... ٨٥
شکل ۱۹-۵: تصویر مربوط به تعیین شرایط مرزی جامد ٨٦
شکل ۲۰-۵: تصویر مربوط به تعریف خطاها قبل از شروع محاسبات..... ٨٧

شکل ۲۱-۵: تصویر مربوط به چگونگی انجام شروع محاسبات ۸۸

فصل ششم

شکل ۱-٦: شکل مقایسه بین نتایج تحلیلی (نرم‌افزار) و کار تجربی (آزمایشگاهی) در رینولدزهای مختلف ۸۹

شکل ۲-٦: نمودار رینولدز- نوسلت خروجی ۱۱۸

شکل ۳-٦: نمودار رینولدز- نوسلت دیواره ۱۱۸

شکل ٤-٦: نمودار رینولدز- درصد افت فشار ۱۱۹

شکل ٥-٦: نمودار رینولدز- درصد نوسلت خروجی ۱۱۹

شکل ٦-٦: نمودار رینولدز- درصد نوسلت دیواره ۱۲۰

شکل ۷-٦:نمودار رینولدز- درصد افت فشار بر درصد نوسلت دیواره ۱۲۰

شکل ۸-٦: نمودار رینولدز- درصد افت فشار بر درصد نوسلت خروجی ۱۲۱

شکل ۹-٦: نمودار شدت تابش- میزان انرژی دریافت کنندهٔ سیال در اثر تغییر شکل کلکتور ۱۲٤

شکل ۱۰-٦: نمودار شدت تابش- میزان انرژی دریافت کنندهٔ سیال در اثر تغییر زاویهٔ کلکتور ۱۲٦

فصل هفتم

شکل ۱-۷:کانتورهای توزیع سرعت V=۰/۰٤ m/s برای مدلهای مختلف پره ۱۳۲-۱۳۰

شکل ۲-۷: کانتورهای توزیع سرعت V=۰/۰٦ m/s برای مدلهای مختلف پره ۱۳۵-۱۳۳

شکل ۳-۷: کانتورهای توزیع سرعت V=۰/۰۸ m/s برای مدلهای مختلف پره ۱۳۸-۱۳٦

شکل ٤-۷: کانتورهای توزیع سرعت V=۰/۱ m/s برای مدلهای مختلف پره ۱٤۱-۱۳۹

شکل ٥-۷: کانتورهای توزیع سرعت V=۰/٥ m/s برای مدلهای مختلف پره ۱٤٤-۱٤۲

شکل ٦-۷: کانتورهای توزیع سرعت V=۱ m/s برای مدلهای مختلف پره ۱٤۷-۱٤٥

شکل۷-۷: کانتورهای توزیع دمایی برای مدلهای مختلف پره در سرعت V=۰/۰٤ m/s ۱٥۰-۱٤۸

شکل ۸-۷: کانتورهای توزیع دمایی برای مدلهای مختلف پره در سرعت V=۰/۰٦ m/s ۱٥۳-۱٥۱

شکل ۹-۷: کانتورهای توزیع دمایی برای مدلهای مختلف پره در سرعت V=۰/۰۸ m/s ۱٥٦-۱٥٤

شکل ۱۰-۷: کانتورهای توزیع دمایی برای مدلهای مختلف پره در سرعت V=۰/۱ m/s ۱٥۹-۱٥۷

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران

شکل ۱۱-۷: کانتورهای توزیع دمایی برای مدلهای مختلف پره در سرعت V=۰/۵ m/s ۱۶۰-۱۶۲
شکل ۱۲-۷: کانتورهای توزیع دمایی برای مدلهای مختلف پره در سرعتV=۱ m/s ۱۶۳-۱۶۵
شکل ۱۳-۷: کانتورهای توزیع سرعت برای V=۰/۰٤ m/s ۱٦٦
شکل ۱٤-۷: کانتورهای توزیع سرعت برای V =۰/۰٦ m/s ۱٦۷
شکل ۱۵-۷: کانتورهای توزیع سرعت برای V =۰/۰۸ m/s ۱٦۸
شکل ۱٦-۷: کانتورهای توزیع سرعت برای V =۰/۱ m/s ۱٦۹
شکل ۱۷-۷: کانتورهای توزیع سرعت برای V =۰/۵ m/s ۱۷۰
شکل ۱۸-۷: کانتورهای توزیع سرعت برای V =۱ m/s ۱۷۱
شکل ۱۹-۷: کانتورهای توزیع دما برای V =۰/۰٤ m/s ۱۷۲
شکل ۲۰-۷: کانتورهای توزیع دما برای V =۰/۰٦ m/s ۱۷۳
شکل ۲۱-۷: کانتورهای توزیع دما برای V =۰/۰۸ m/s ۱۷٤
شکل ۲۲-۷: کانتورهای توزیع دما برای V =۰/۱ m/s ۱۷۵
شکل ۲۳-۷: کانتورهای توزیع دما برای V =۰/۵ m/s ۱۷٦
شکل ۲٤-۷: کانتورهای توزیع دما برای V =۱ m/s ۱۷۷
شکل ۲۵-۷: کانتورهای توزیع دمایی صفحات جذب کننده برای شار حرارتی ۱۰۰ w/m^2 در اثر تغییر شکل کلکتورها ۱۷۸
شکل ۲٦-۷: کانتورهای توزیع دمایی صفحات جذب کننده برای شار حرارتی ۲۰۰ w/m^2 در اثر تغییر شکل کلکتورها ۱۷۹
شکل ۲۷-۷: کانتورهای توزیع دمایی صفحات جذب کننده برای شار حرارتی ۵۰۰ w/m^2 در اثر تغییر شکل کلکتورها ۱۸۰
شکل ۲۸-۷: کانتورهای توزیع دمایی صفحات جذب کننده برای شار حرارتی ۷۰۰ w/m^2 در اثر تغییر شکل کلکتورها ۱۸۱
شکل ۲۹-۷: کانتورهای توزیع دمایی صفحات جذب کننده برای شار حرارتی ۱۰۰۰ w/m^2 در اثر تغییر شکل کلکتورها ۱۸۲
شکل ۳۰-۷: کانتورهای توزیع دمایی صفحات جذب کننده برای شار حرارتی ۱۳۱۰ w/m^2 در اثر تغییر شکل کلکتورها ۱۸۳
شکل ۳۱-۷: کانتورهای توزیع دمایی صفحات جذب کننده برای شار حرارتی ۱۵۰۰ w/m^2 در اثر تغییر شکل کلکتورها ۱۸٤
شکل ۳۲-۷: کانتورهای توزیع دمایی صفحات جذب کننده برای شار حرارتی ۱۰۰w/m^2 در اثر تغییر زاویه کلکتورها ۱۸۵
شکل ۳۳-۷: کانتورهای توزیع دمایی صفحات جذب کننده برای شار حرارتی ۲۰۰ w/m^2 در اثر تغییر شکل کلکتورها ۱۸٦
شکل ۳٤-۷: کانتورهای توزیع دمایی صفحات جذب کننده برای شار حرارتی ۵۰۰ w/m^2 در اثر تغییر شکل کلکتورها ۱۸۷

شکل ۳۵-۷: کانتورهای توزیع دمایی صفحات جذب کننده برای شار حرارتی w/m^2 ۷۰۰ در اثر تغییر شکل کلکتورها..... ۱۸۸

شکل ۳۶-۷: کانتورهای توزیع دمایی صفحات جذب کننده برای شار حرارتی w/m^2 ۱۰۰۰ در اثر تغییر شکل کلکتورها ۱۸۹

شکل ۳۷-۷: کانتورهای توزیع دمایی صفحات جذب کننده برای شار حرارتی w/m^2 ۱۳۰۰ در اثر تغییر شکل کلکتورها ۱۹۰

شکل ۳۸-۷: کانتورهای توزیع دمایی صفحات جذب کننده برای شار حرارتی w/m^2 ۱۵۰۰ در اثر تغییر شکل کلکتورها ۱۹۱

فهرست جداول

عنوان | صفحه

جدول ۱-۱: ضرایب عبور و جذب نسبت به زوایای مختلف تابش خورشید ۱۶

جدول ۲-۱: نگاه کلی به انواع گردآورنده‌ها، ضریب تمرکز، درجه حرارت مفید و کاربرد آنها ۲۲

جدول ۱-۲: مجموع مقالات ارائه شده در سالهای اخیر در زمینه انرژی خورشیدی ۲۹

جدول۱-۳: انواع گزینه‌های نوع مش و خصوصیات آن ۴۹

جدول۲-۳: سازگاری هر یک از گزینه‌های Element با هر یک از گزینه‌های Type ۴۹

جدول ۳-۳: مختصات نقاط تعریف شده برای ترسیم کلکتورها ۵۳

جدول ٤-۳: سوئیچ‌های فرمان طراحی شده برای تولید احجام نامنظم ۵۵

جدول ۱-٦: جدول مقایسه دمای خروجی روش عددی و تجربی برای رینولدزهای مختلف ۸۹

جدول ۲-٦: نتایج مربوط به مدل بدون فین ۱۱۵

جدول ۳-٦: نتایج مربوط به فینهای مثلثی ۱۱۵

جدول ٤-٦: نتایج مربوط به فینهای مربعی ۱۱٦

جدول ۵-٦: نتایج مربوط به فینهای نیم‌دایره‌ای ۱۱٦

جدول ٦-٦: نتایج مربوط به فینهای دایره‌ای ۱۱۷

جدول ۷-٦: نتایج مربوط به فینهای ذوزنقه‌ای ۱۱۷

جدول ۸-٦: نتایج میزان شدت تابش انرژی حرارتی جذب شده توسط لوله به علت تغییر شکل کلکتور ۱۲۳

جدول ۹-٦: نتایج مربوط به درصد افزایش راندمان کلکتورها از نظر شکل در مقایسه با کلکتور تخت ۱۲٤

جدول ۱۰-٦: نتایج میزان شدت جذب انرژی حرارتی در لوله به علت تغییر زاویه کلکتور ۱۲٦

جدول ۱۱-٦: نتایج مربوط به درصد افزایش راندمان کلکتور مثلثی در مقایسه با کلکتور تخت ۱۲۷

علایم اختصاری:

A	مساحت (m^2)
C_v	گرمای ویژه در حجم ثابت (j/kg.K)
C_p	گرمای ویژه در فشار ثابت (j/kg.K)
E	انرژی مخصوص (j)
e	تغییر شکل (m)
g	شتاب گرانش زمین (m/s^2)
h	آنتالپی ویژه (kj/kg)
h	ضریب انتقال گرمای جابجایی ($w/m^2.K$)
h_0	آنتالپی ویژه کل (kj/kg)
i	انرژی داخلی (kj/kg)
k	ضریب انتقال حرارت (w/Km)
M	عدد بی‌بعد ماخ
P	فشار (Pa)
Pr	عدد پرانتل
q	شار حرارتی (W/m.m)
R	ثابت گازها (N.m/kg.K)
Re	عدد بی بعد رینولدز
S	چشمه اندازه حرکت (j)
T	دما (K)
t	زمان (s)
w , v , u	سرعت (m/s)
z , y , x	فاصله (m)

چکیده:

با توجه به اهمیت ویژه و رقابتی که در دنیا جهت استفاده از انرژی‌های نو وجود دارد و با در نظر گرفتن پتانسیل بالای کشور ما از لحاظ سطح و مدت زمان تابش خورشیدو همچنین رو به اتمام بودن سوختهای فسیلی و ایجاد آلودگی های زیست محیطی استفاده از این انرژی هر چه بیشتر ضرورت می‌یابد[۱]. لذا جهت استفاده بهتر از انرژی خورشیدی و همچنین بالا بردن کارایی حرارتی سیستم های خورشیدی، طراحی کلکتورهای خورشیدی از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد. در مجموعه حاضر به مطالعه عددی روی هندسه‌های مختلف فینهای داخلی (مربعی، مثلثی، دایره‌ای، نیم‌دایره‌ای و ذوزنقه‌ای) برای لوله‌های جذب کننده نسبت به حالت بدون فین جهت افزایش دمای خروجی سیال با در نظر گرفتن کمترین افت فشار را بررسی کرده و هندسه مناسب انتخاب شده است. برای اعتبار بخشی این بحث در ابتدا به کمک یک تحقیق آزمایشگاهی که بر روی یک لوله بدون فین صورت گرفته شده است جهت تعیین خطای بین نرم‌افزار و کار آزمایشگاهی که ٦٪ می‌باشد مورد مطالعه قرارداده شده است. تعیین هندسه مختلف کلکتور خورشیدی از نظر شکل و زاویه یکی دیگر از مسایلی است که دربالا بردن کارایی حرارتی سیستم تاثیر بسیار زیادی دارد. لذا در ادامه به بررسی عددی روی چهار هندسه مختلف صفحه جذب کننده (تخت، مثلثی، ذوزنقه ای وسهموی) پرداخته شده است. بعد از انتخاب شکل مناسب، روی زاویه کلکتور انتخاب شده (٦٠،٤٥،٣٠،٢٠،١٠) مطالعه عددی صورت گرفته شده است که در نهایت زاویه مناسب انتخاب شده است. نتیجه گیری نهایی که از این مطالعه به دست آمده است این مطلب را روشن می سازد که در بین هندسه مختلف فین، شکل فین دایره ای به عنوان هندسه مناسب انتخاب شده است. برای هندسه کلکتورها نیز اینگونه نتجه گیری شده است که هر چقدر هندسه آن چه از نظر شکل و چه از نظر زاویه تنگتر باشد، کارایی سیستم نیز افزایش خواهد یافت.

فصل اول: **مقدمه**

با توجه به مسائل و معضلات ناشی از استفاده منابع فسیلی تامین کننده انرژی، توجه به منابع جایگزین موجود در طبیعت بیشتر شده که دراین میان استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر توجه ویژه‌ای را به خود معطوف نموده است. منابع عمده انرژی تجدیدشونده عبارتند از باد، خورشید، انرژی گرمایی زمین، انرژی موجود در امواج دریاهاو غیره[۲]. در این بین مهمترین منبع انرژی‌های تجدید شونده که بیشترین مطالعه و کاربرد را به خود اختصاص داده است، انرژی خورشیدی می‌باشد. تاکنون فعالیت‌ها و مطالعات فراوانی در مورد استفاده از این انرژی در جهان انجام یافته و روز به روز نیز بر تعداد آنها افزوده می‌شود. انرژی خورشید به طرق و روش‌های متعددی می‌تواند توسط انسان مصرف شود که رفته رفته جایگاه ویژه‌ای برای خود دررفع بعضی از نیازهای زندگی اجتماعی افراد جامعه ایجاد نموده است[۳]. از انرژی خورشید برای کاربردها و مصارف بسیاری مانند گرمایش و سرمایش، تولید الکتریسیته، صنایع مربوط به کشاورزی، تولید آب مقطر یا شیرین کردن آب، تولید آب گرم برای مصارف خانگی و ... اشاره کرد. استفاده از انرژی خورشید می‌تواند باعث صرفه‌جویی در مصرف سوخت، جلوگیری از بوجود آمدن بحران‌های انرژی و جلوگیری از آسیب دیدن محیط زیست گردد[٤،٥]. امروزه در کشورهای پیشرفته مشاغل و صنایع زیادی به نحوی با انرژی‌های تجدیدپذیر در ارتباط بوده و علاقمند به مطالعه و سرمایه‌گذاری در زمینه راه‌های گسترش استفاده از این انرژی‌ها و اثرات اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی این منابع هستند[٦]. خورشید به عنوان یک منبع عظیم انرژی قابلیت تأمین بسیاری از نیازهای انرژی جهان را داراست. نرخ این انرژی که دائماً به سطح زمین می‌رسد در حدود ۱۷۳۰۰ بیلیون تخمین زده شده که تقریباً۳۰۰۰ برابر مصرف کنونی جهان می‌باشد[۷].

انرژی خورشیدی کاربردهای گوناگونی دارد، که از کاربردهای آن استفاده از متمرکز کننده‌های خورشیدی برای جمع‌آوری گرما در یک سیال و تولید برق با استفاده از توربین بخار می‌باشد. طی دو دهه گذشته تکنولوژی استفاده از متمرکز کننده‌های خورشیدی تخت و سهموی ناوادانی پیشرفت‌های قابل ملاحظه‌ای داشته است. از سال ۱۹۸۳ تا ۱۹۹۳ تعداد ۹ نیروگاه خورشیدی با ظرفیت‌های مختلف با حداکثر ۸۰ مگاوات وجمعاً در حدود ۳٥٤ مگاوات درآمریکا نصب گردیده که درحال کار می‌باشند که این مقدار الکتریسیته مجموعاً بیش از ۸۰ درصد برق خورشیدی تولید شده در دنیا را شامل می‌شود. درحال حاضر هزینه تولید الکتریسیته با استفاده از سوخت فسیلی در نیروگاه‌های بزرگ کمتر از هزینه مربوط به سیستم خورشیدی است ولی پیش‌بینی می‌شود بعد از سال ۲۰۰۰ نفوذ نیروگاه‌های خورشیدی در بازار شروع شود و در حوالی سال ۲۰۲۰