

سلامی

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و
نوآوری های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه
متعلق به دانشگاه رازی است



دانشکده فنی مهندسی
گروه مهندسی مکانیک

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته ی مهندسی مکانیک
گرایش تبدیل انرژی

عنوان پایان نامه:

**بررسی اثر نسبت عمق به ارتفاع و شیب کانال بر عملکرد حرارتی هواگرمکن
خورشیدی**

استاد راهنما:

دکتر حبیب اله صفرزاده

نگارش:

سعید خوانچه زر

اسفند ۱۳۹۱



دانشکده فنی مهندسی

گروه مهندسی مکانیک

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته ی مهندسی مکانیک

گرایش تبدیل انرژی

دانشجو:

سعید خوانچه زر

تحت عنوان:

بررسی اثر نسبت عمق به ارتفاع و شیب کانال بر عملکرد حرارتی هواگرمکن

خورشیدی

در تاریخ ۱۳۹۱/۱۲/۲۰ توسط هیأت داوران زیر بررسی و با درجه به تصویب نهایی رسید.

امضاء	با مرتبه ی علمی استادیار	۱- استاد راهنما دکتر حبیب اله صفرزاده
امضاء	با مرتبه ی علمی دانشیار	۲- استاد داور داخل گروه دکتر فرزاد ویسی
امضاء	با مرتبه ی علمی استادیار	۳- استاد داور داخل گروه دکتر تورج یوسفی

اسفند ماه ۱۳۹۱

چکیده

بررسی عملکرد حرارتی یک نمونه دستگاه هواگرمکن خورشیدی در تحقیق پیش رو ارائه شده است. هواگرمکن خورشیدی یک نمونه از گیرنده های مسطح خورشیدی است که به منظور تولید هوای گرم و نیز ایجاد تهویه مطبوع در ساختمان به کار می رود. اجزاء اصلی این دستگاه شامل یک کانال که دو ضلع آن صفحه جاذب و یک پوشش شفاف و دو ضلع دیگر دیواره های عایق می باشد. هوای سرد اتاق از قسمت زیرین کانال وارد می شود و بر اثر انتقال حرارت جابجایی طبیعی با صفحه جاذب، دمای آن افزایش، چگالی آن کاهش و بر اثر نیروی شناوری به سمت بالای کانال جریان و به درون فضای مسکونی وارد می شود.

در بررسی حاضر یک نمونه آزمایشگاهی از دستگاه ساخته شد و توان تشعشع خورشیدی ورودی به صفحه جاذب توسط یک گرمکن الکتریکی (هیتر) صفحه ای در پشت صفحه جاذب شبیه سازی شده است. پارامترهای توان ورودی به صفحه جاذب، نسبت عمق به ارتفاع کانال و زاویه صفحه جاذب با افق در این آزمایش بررسی شد. آزمایش ها برای فاصله صفحه جاذب تا شیشه در محدوده ۴ تا ۱۶ سانتی متر و توان ورودی ۲۰۰ تا ۱۰۰۰ وات بر متر مربع در سه زاویه ۴۵، ۶۰ و ۷۵ درجه انجام پذیرفت.

نتایج نشان می دهد با افزایش توان ورودی و عمق کانال، نرخ جریان هوای خروجی از کانال افزایش می یابد و در محدوده عمق بررسی شده، فاصله بهینه ای به منظور حداکثر نرخ جریان هوا بدست نیامد. همچنین در زاویه ۶۰ درجه بیشترین نرخ جریان هوا را می توان مشاهده کرد.

همچنین تأثیر پارامترهای مورد بررسی بر بازده حرارتی دستگاه بررسی و نتیجه گیری شد که با افزایش توان ورودی، بازده دستگاه برای زاویه های متفاوت از ۵ درصد تا ۱۸ درصد کاهش و با افزایش عمق کانال بازده از ۳ درصد تا ۱۷ درصد افزایش می یابد. و برای کانال با شیب ۶۰ درجه بیشترین بازده ۸۱ درصد می باشد.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	فصل اول: مقدمه
۱-۱-۲	تعریف انرژی
۱-۲-۳	وضعیت انرژی در ایران
۱-۳-۳	کاربردهای انرژی خورشید
۱-۳-۳-۱	سیستمهای فتوولتائیک
۵	الف) پنل های خورشیدی
۵	ب) مصرف کننده یا بار الکتریکی
۱-۳-۳-۲	مصارف و کاربردهای سیستم های فتوولتائیک
۱-۳-۳-۱	کاربردهای نیروگاهی
۷	الف) نیروگاه های حرارتی خورشید از نوع سهموی خطی
۷	ب) نیروگاه های حرارتی از نوع دریافت کننده مرکزی
۱۰	ج) نیروگاه های حرارتی از نوع بشقابی
۱۰	د) دودکش های خورشیدی
۱-۳-۴	مزایای نیروگاه های خورشیدی
۱۱	ث) عدم احتیاج به متخصص
	نیروگاه های خورشیدی احتیاج به متخصص عالی ندارند و می توان آنها را به طور اتوماتیک به کار انداخت، در صورتی که در نیروگاه های اتمی وجود متخصصین در سطح عالی ضروری بوده و این دستگاه ها احتیاج به مراقبتهای دائمی و ویژه دارند.
۱۲	۱-۳-۵ کاربردهای غیر نیروگاهی
۱۲	الف) آب گرمکن های خورشیدی و حمام خورشیدی
۱۳	ب) سیستم های گرمایش و سرمایش ساختمان و تهویه مطبوع خورشیدی
۱۳	پ) آب شیرین کن خورشیدی
۱۴	ت) خشک کن خورشیدی
۱۴	ث) اجاق های خورشیدی
۱۵	ج) کوره خورشیدی
۱۶	چ) خانه های خورشیدی
۱۷	ح) یخچال های خورشیدی
۱۷	خ) هواگرمکن خورشیدی:

فصل دوم: مروری بر کارهای گذشته:

فصل سوم: تئوری مسئله

۴۷.....	۱-۳-۱ دینامیک سیالات
۴۸.....	۲-۳-۲ شناوری
۴۸.....	۳-۳-۳ لایه مرزی
۴۹.....	۱-۳-۳-۱ لایه مرزی آشفته
۴۹.....	۲-۳-۳-۲ لایه مرزی گرمایی.....
۵۰.....	۴-۳-۴ مدل ریاضی یک هواگرمکن
۵۱.....	۱-۴-۳-۱ معادله موازنه انرژی برای پوشش شفاف عمودی
۵۲.....	۲-۴-۳-۲ معادله موازنه انرژی برای هوای درون کانال
۵۳.....	۳-۴-۳-۳ معادله موازنه انرژی برای صفحه جاذب.....

فصل چهارم: مدل آزمایش

۵۸.....	۱-۴-۱ ساخت دستگاه.....
۵۸.....	۱-۱-۴-۱ بدنه دستگاه
۵۹.....	۲-۱-۴-۲ عایق
۵۹.....	۳-۱-۴-۳ گرمکن الکتریکی
۶۰.....	۴-۱-۴-۴ نحوه چیدمان سیم
۶۷.....	۲-۴-۲ روش آزمایش

فصل پنجم: بررسی نتایج

۷۱.....	۱-۵-۱ توزیع دما در امتداد عمق کانال
۸۳.....	۲-۵-۲ توزیع دما در امتداد ارتفاع کانال
۸۸.....	۳-۵-۳ توزیع دمای بی بعد
۹۰.....	۴-۵-۴ نرخ جریان هوا
۹۳.....	۵-۵-۵ اعداد بی بعد
۹۸.....	۶-۵-۶ روابط ریاضی
۱۰۱.....	۷-۵-۷ بازده حرارتی دستگاه
۱۰۴.....	۸-۵-۸ نتیجه گیری
۱۰۵.....	۹-۵-۹ پیشنهادات
۱۰۵.....	منابع

فهرست شکل ها

صفحه	عنوان
۳	شکل ۱-۱: بنایی کویری در ایران
۴	شکل ۲-۱: یک سلول فتوولتائیک
۶	شکل ۳-۱: تأمین برق اروپا از طریق صحرای بزرگ آفریقا
۸	شکل ۴-۱: نیروگاه سهموی خطی
۹	شکل ۵-۱: نیروگاه حرارت مرکزی
۱۰	شکل ۶-۱: نیروگاه های حرارتی از نوع بشقابی
۱۱	شکل ۷-۱: نمای شماتیک از دودکش خورشیدی
۱۳	شکل ۸-۱: مدار یک آب گرمکن خورشیدی برای تامین آب گرم مصرفی ساختمان
۱۳	شکل ۹-۱: آب شیرین کن خورشیدی
۱۴	شکل ۱۰-۱: خشک کن خورشیدی
۱۵	شکل ۱۱-۱: دونوع اجاق خورشیدی
۱۶	شکل ۱۲-۱: کوره خورشیدی
۱۷	شکل ۱۳-۱: شماتیک خانه خورشیدی
۱۸	شکل ۱۴-۱: الف) نمایی از قسمت بیرونی یک هواگرمکن خورشیدی ب) شماتیک اجزاء هواگرمکن خورشیدی
۲۵	شکل ۱-۲: شماتیک مدل ارائه شده توسط هیرونلب [۸]
۲۵	شکل ۲-۲: تغییرات ساعتی دماهای میانگین، هوای اتاق (T_A)، هوای خروجی از کانال (T_{OUT}) و صفحه جاذب (T_M) برای ارتفاع ۱ متر و فاصله پوشش شفاف از صفحه جاذب ۱۰ و ۱۴/۵ سانت متر و شدت تابش متوسط به ترتیب ۵۳۵ و ۴۰۶ وات بر متر مربع [۸]
۲۶	شکل ۳-۲: تغییرات دمای صفحه جاذب و پوشش شفاف در ارتفاع های مختلف
۲۶	(برای شیشه با ارتفاع ۲ متر و فاصله ۱۰ سانتی متر) [۸]
۲۶	شکل ۴-۲: شماتیک سیستم مورد آزمایش توسط اسپنسر [۹]
۲۷	شکل ۵-۲: الف) مدل فیزیکی هوا گرمکن، ب) شبکه مقاومت دمایی هواگرمکن [۱۰]
۲۸	شکل ۶-۲: نمودار تغییرات نرخ جریان جرمی (M)، افزایش دمای هوای داخل کانال (ΔT_F) و بازده در برابر ارتفاع دیوار (شدت تابش ۴۰۰ وات بر متر مربع و فاصله پوشش شفاف از دیواره ۰/۱۴۵ متر) [۱۰]
۲۹	شکل ۷-۲: تغییرات بازده لحظه ای با عمق کانال هوا و شدت تابش [۱۱]

- شکل ۲-۸: شماتیک سیستم آزمایش و نحوه قرارگیری ترموکوپل ها توسط چن و همکاران [۱۲]..... ۳۰
- شکل ۲-۹: شماتیک دستگاه مورد آزمایش بورک و حبیب [۱۳]..... ۳۱
- شکل ۲-۱۰: توزیع دما در طول عمق کانال در ارتفاع های مختلف (عمق ۸۰ میلیمتر و شار ۱۰۰۰ وات ورودی) [۱۳]..... ۳۱
- شکل ۲-۱۱: توزیع دما در طول ارتفاع کانال (عمق ۱۰۰ میلیمتر و شار ۴۰۰ وات ورودی) [۱۳]..... ۳۲
- شکل ۲-۱۲: نرخ جریان جرم در برابر عمق کانال [۱۳]..... ۳۲
- شکل ۲-۱۳: هواگرمکن ترکیبی دیواری-سقفی استفاده شده در یک خانه مسکونی در امارات [۱۴]..... ۳۳
- شکل ۲-۱۴: مقایسه بین دماهای اندازه گیری شده و شبیه سازی شده برای (A) شیشه بیرونی (B) شیشه داخلی (C) هوای داخل کانال و (D) هوای اتاق [۱۵]..... ۳۴
- شکل ۲-۱۵: مقطع شماتیک سیستم مورد آزمایش بنسال و همکاران [۱۶]..... ۳۵
- شکل ۲-۱۶: تغییرات دما بر حسب تابش خورشیدی برای جریان هوای داخل کانال و صفحه جاذب [۱۶]..... ۳۵
- شکل ۲-۱۷: شماتیک دستگاه مورد آزمایش آفونسو و اولیویرا [۱۷]..... ۳۶
- شکل ۲-۱۸: ضرایب انتقال حرارت بر روی شیشه و صفحه جاذب (ماه ژانویه) [۱۷]..... ۳۷
- شکل ۲-۱۹: شماتیک دستگاه مورد آزمایش توسط ماتور [۱۸]..... ۳۸
- شکل ۲-۲۰: طرح اولیه هواگرمکن مورد آزمایش مارتی-هیرو و هراس-کلمین [۱۹]..... ۳۹
- شکل ۲-۲۱: دستگاه مورد آزمایش آدام و همکاران [۱۹]..... ۴۰
- شکل ۲-۲۲: نرخ جریان و شار حرارت [۲۲]..... ۴۰
- شکل ۲-۲۳: ضخامت کانال و نرخ جریان [۲۲]..... ۴۱
- شکل ۲-۲۴: شماتیک دستگاه مورد آزمایش باسیونی و کورا [۲۳]..... ۴۱
- شکل ۲-۲۵: تغییرات دمای شیشه، دیواره و هوای داخل کانال بر حسب میزان تغییرات شدت تابش [۲۳]..... ۴۲
- شکل ۲-۲۶: تغییرات سرعت هوای خروجی بر حسب تغییرات شدت تابش و تغییرات (A) اندازه ورودی و (B) عمق کانال [۲۳]..... ۴۲
- شکل ۲-۲۷: شماتیک مقطع هوا گرمکن مورد آزمایش (B) نمایی از مدل مورد آزمایش [۲۴]..... ۴۳
- شکل ۲-۲۸: سرعت متوسط هوا در مقابل زاویه هواگرمکن با ارتفاع های ۱ و ۴ متر برای نیم روز ماه جولای و دسامبر- محاسبه شده توسط مدل ریاضی [۲۴]..... ۴۳
- شکل ۳-۱: لایه مرزی روی صفحه تخت..... ۴۹
- شکل ۳-۲: لایه مرزی آشفته روی صفحه تخت..... ۴۹
- شکل ۳-۳: لایه مرزی گرمایی بر اساس عدد پرانتل..... ۵۰

- شکل ۴-۱: شماتیک دستگاه هواگرمکن ساخته شده..... ۵۸
- شکل ۴-۲: محفظه نگه دارنده ساخته شده از چوب نئوپان..... ۵۹
- شکل ۴-۳: عایق پشم شیشه نصب شده در زیر صفحه جاذب..... ۵۹
- شکل ۴-۴: مقایسه مقطع سیم معمولی گرمکن الکتریکی و سیم مورد استفاده در آزمایش..... ۶۰
- شکل ۴-۵: شماتیک موقعیت قرارگیری ردیف های سیم گرمکن الکتریکی..... ۶۱
- شکل ۴-۶: گرمکن الکتریکی ساخته شده..... ۶۱
- شکل ۴-۷: الف) شماتیک محل قرارگیری ترموکوپل ها روی صفحه جاذب و فاصله آنها از یکدیگر (ب) نمایی از صفحه جاذب و ترموکوپل های نصب شده..... ۶۲
- شکل ۴-۸: الف) شماتیک نحوه قرارگیری ترموکوپل های درون کانال، (ب) نمایی از میله، پایه های نگه دارنده آن و ترموکوپل های متصل به میله..... ۶۳
- شکل ۴-۹: نحوه محاسبه فاصله ترموکوپل ها برای دو حالت فاصله صفحه جاذب تا پوشش شفاف : ۴ سانتی متر و ۸ سانتی متر..... ۶۴
- شکل ۴-۱۰: چیدمان ترموکوپل های درون کانال (نما از پایین)..... ۶۵
- شکل ۴-۱۱: چیدمان ترموکوپل های درون کانال (نما از بالا)..... ۶۵
- شکل ۴-۱۲: چیدمان ترموکوپل های درون کانال (نما از کنار)..... ۶۶
- شکل ۴-۱۳: نمایی از ترموکوپل های نصب شده روی شیشه..... ۶۷
- شکل ۵-۱ : توزیع دما در امتداد عمق کانال در ارتفاع ۳۴ سانتی متر بالای ورودی کانال برای فاصله ۱۶ سانتی متر و توان های مختلف برای کانال با زاویه ۴۵ درجه..... ۷۱
- شکل ۵-۳: توزیع دما در امتداد عمق کانال در ارتفاع ۳۴ سانتی متر بالای ورودی کانال برای فاصله ۸ سانتی متر و توان های مختلف برای کانال با زاویه ۴۵ درجه..... ۷۲
- شکل ۵-۴: توزیع دما در امتداد عمق کانال در ارتفاع ۳۴ سانتی متر بالای ورودی کانال برای فاصله ۴ سانتی متر و توان های مختلف برای کانال با زاویه ۴۵..... ۷۳
- شکل ۵-۵: توزیع دما در امتداد عمق کانال در ارتفاع ۳۴ سانتی متر بالای ورودی کانال برای فاصله ۱۶ سانتی متر و توان های مختلف برای کانال با زاویه ۶۰ درجه..... ۷۳
- شکل ۵-۶: توزیع دما در امتداد عمق کانال در ارتفاع ۳۴ سانتی متر بالای ورودی کانال برای فاصله ۱۲ سانتی متر و توان های مختلف برای کانال با زاویه ۶۰ درجه..... ۷۴
- شکل ۵-۷: توزیع دما در امتداد عمق کانال در ارتفاع ۳۴ سانتی متر بالای ورودی کانال برای فاصله ۸ سانتی متر و توان های مختلف با زاویه ۶۰ درجه..... ۷۴
- شکل ۵-۸: توزیع دما در امتداد عمق کانال در ارتفاع ۳۴ سانتی متر بالای ورودی کانال برای فاصله ۴ سانتی متر و توان های مختلف برای کانال با زاویه ۶۰ درجه..... ۷۵

- شکل ۵-۹: توزیع دما در امتداد عمق کانال در ارتفاع ۳۴ سانتی متر بالای ورودی کانال برای فاصله ۱۶ سانتی متر و توان های مختلف برای کانال با زاویه ۷۵ درجه. ۷۵.....
- شکل ۵-۱۰: توزیع دما در امتداد عمق کانال در ارتفاع ۳۴ سانتی متر بالای ورودی کانال برای فاصله ۱۲ سانتی متر و توان های مختلف برای کانال با زاویه ۷۵ درجه. ۷۶.....
- شکل ۵-۱۱: توزیع دما در امتداد عمق کانال در ارتفاع ۳۴ سانتی متر بالای ورودی کانال برای فاصله ۸ سانتی متر و توان های مختلف برای کانال با زاویه ۷۵ درجه. ۷۶.....
- شکل ۵-۱۲: توزیع دما در امتداد عمق کانال در ارتفاع ۳۴ سانتی متر بالای ورودی کانال برای فاصله ۴ سانتی متر و توان های مختلف برای کانال با زاویه ۷۵ درجه. ۷۷.....
- شکل ۵-۱۳: مقایسه توزیع دمای بی بعد در امتداد عمق کانال در ارتفاع ۳۴ سانتی متر بالای ورودی کانال برای فاصله ۱۲ سانتی متر با زاویه ۶۰ درجه با نتایج مرجع [۲۴]. ۷۸.....
- شکل ۵-۱۴: تغییرات دمای صفحه جاذب، هوای درون کانال و پوشش شفاف بر حسب عمق کانال برای توان ۱۰۰۰ وات و زاویه ۴۵ درجه. ۷۸.....
- شکل ۵-۱۵: تغییرات دمای صفحه جاذب، هوای درون کانال و پوشش شفاف بر حسب عمق کانال برای توان ۶۰۰ وات و زاویه ۴۵ درجه. ۷۹.....
- شکل ۵-۱۶: تغییرات دمای صفحه جاذب، هوای درون کانال و پوشش شفاف بر حسب عمق کانال برای توان ۲۰۰ وات و زاویه ۴۵ درجه. ۷۹.....
- شکل ۵-۱۷: تغییرات دمای صفحه جاذب، هوای درون کانال و پوشش شفاف بر حسب عمق کانال برای توان ۱۰۰۰ وات و زاویه ۶۰ درجه. ۸۰.....
- شکل ۵-۱۸: تغییرات دمای صفحه جاذب، هوای درون کانال و پوشش شفاف بر حسب عمق کانال برای توان ۶۰۰ وات و زاویه ۶۰ درجه. ۸۰.....
- شکل ۵-۱۹: تغییرات دمای صفحه جاذب، هوای درون کانال و پوشش شفاف بر حسب عمق کانال برای توان ۲۰۰ وات و زاویه ۶۰ درجه. ۸۱.....
- شکل ۵-۲۰: تغییرات دمای صفحه جاذب، هوای درون کانال و پوشش شفاف بر حسب عمق کانال برای توان ۱۰۰۰ وات و زاویه ۷۵ درجه. ۸۱.....
- شکل ۵-۲۱: تغییرات دمای صفحه جاذب، هوای درون کانال و پوشش شفاف بر حسب عمق کانال برای توان ۶۰۰ وات و زاویه ۷۵ درجه. ۸۲.....
- شکل ۵-۲۲: تغییرات دمای صفحه جاذب، هوای درون کانال و پوشش شفاف با افزایش عمق کانال برای توان ۲۰۰ وات و زاویه ۷۵ درجه. ۸۲.....
- شکل ۵-۲۳: توزیع دما در امتداد ارتفاع کانال برای عمق ۸ سانتی متر و توان ۶۰۰ وات بر متر مربع و زاویه ۴۵ درجه. ۸۳.....

- شکل ۵-۲۴: توزیع دما در امتداد ارتفاع کانال برای عمق ۸ سانتی متر و توان ۶۰۰ وات بر متر مربع و زاویه ۶۰ درجه..... ۸۴
- شکل ۵-۲۵: توزیع دما در امتداد ارتفاع کانال برای عمق ۸ سانتی متر و توان ۶۰۰ وات بر متر مربع و زاویه ۷۵ درجه..... ۸۴
- شکل ۵-۲۶: توزیع دما در امتداد ارتفاع کانال برای عمق ۱۶ سانتی متر و توان ۶۰۰ وات بر متر مربع و زاویه ۴۵ درجه..... ۸۵
- شکل ۵-۲۷: توزیع دما در امتداد ارتفاع کانال برای عمق ۱۶ سانتی متر و توان ۶۰۰ وات بر متر مربع و زاویه ۶۰ درجه..... ۸۵
- شکل ۵-۲۸: توزیع دما در امتداد ارتفاع کانال برای عمق ۱۶ سانتی متر و توان ۶۰۰ وات بر متر مربع و زاویه ۷۵ درجه..... ۸۶
- شکل ۵-۲۹: توزیع دما در امتداد ارتفاع کانال برای عمق ۱۶ سانتی متر و توان ۱۰۰۰ وات بر متر مربع و زاویه ۴۵ درجه..... ۸۶
- شکل ۵-۳۰: توزیع دما در امتداد ارتفاع کانال برای عمق ۱۶ سانتی متر و توان ۱۰۰۰ وات بر متر مربع و زاویه ۶۰ درجه..... ۸۷
- شکل ۵-۳۱: توزیع دما در امتداد ارتفاع کانال برای عمق ۱۶ سانتی متر و توان ۱۰۰۰ وات بر متر مربع و زاویه ۷۵ درجه..... ۸۷
- شکل ۵-۳۲: توزیع دمای بی بعد در امتداد عمق کانال در ارتفاع ۹۹ سانتی متر بالای ورودی کانال برای توان های ۲۰۰ و ۶۰۰ وات بر متر مربع و برای عمق های ۴ و ۸ سانتی متر..... ۸۸
- شکل ۵-۳۳: توزیع دمای بی بعد در امتداد عمق کانال در ارتفاع ۹۹ سانتی متر بالای ورودی کانال برای توان های ۲۰۰ و ۶۰۰ وات بر متر مربع و برای عمق های ۱۲ و ۱۶ سانتی متر..... ۸۹
- شکل ۵-۳۴: توزیع دمای بی بعد در امتداد عمق کانال در ارتفاع ۹۹ سانتی متر بالای ورودی کانال برای توان های ۲۰۰ و ۶۰۰ وات بر متر مربع و برای عمق های ۴ و ۸ سانتی متر..... ۸۹
- شکل ۵-۳۵: توزیع دمای بی بعد در امتداد عمق کانال در ارتفاع ۹۹ سانتی متر بالای ورودی کانال برای توان های ۲۰۰ و ۶۰۰ وات بر متر مربع و برای عمق های ۱۲ و ۱۶ سانتی متر..... ۹۰
- شکل ۵-۳۶: سرعت جریان هوا بر حسب عمق کانال و برای توان های مختلف ورودی در زاویه ۴۵ درجه..... ۹۱
- شکل ۵-۳۷: سرعت جریان هوا بر حسب کانال و برای توان های مختلف ورودی در زاویه ۶۰ درجه..... ۹۱
- شکل ۵-۳۸: سرعت جریان هوا بر حسب فواصل مختلف صفحه جاذب تا شیشه و برای توان های مختلف ورودی در زاویه ۷۵ درجه..... ۹۲
- شکل ۵-۴۰: تغییرات عدد رینولدز بر حسب عدد رایلی برای $D/H=0.039$ ۹۸
- شکل ۵-۴۱: تغییرات عدد رینولدز بر حسب عدد رایلی برای $D/H=0.078$ ۹۹
- شکل ۵-۴۲: تغییرات عدد رینولدز بر حسب عدد رایلی برای $D/H=0.117$ ۹۹

شکل ۴۳-۵: تغییرات عدد رینولدز بر حسب عدد رایلی برای $D/H=0/156$ ۱۰۰

شکل ۴۴-۵: تغییرات بازده حرارتی برای کانال با زاویه ها و عمق های مختلف و توان ۲۰۰ وات بر متر مربع. ۱۰۲

شکل ۴۵-۵: تغییرات بازده حرارتی برای کانال با زاویه ها و عمق های مختلف و توان ۶۰۰ وات بر متر مربع. ۱۰۲

شکل ۴۶-۵: تغییرات بازده حرارتی برای کانال با زاویه ها و عمق های مختلف و توان ۱۰۰۰ وات بر متر مربع. ۱۰۳

فهرست علائم

a		فاصله ترموکوپل ها از یکدیگر (m)
A _g		مساحت پوشش شفاف (m ²)
A _o , A _i		مساحت مقاطع خروجی و ورودی کانال (m ²)
A _w		مساحت صفحه جاذب (m ²)
C		گرمای مخصوص (J/kg°C)
C _p		ظرفیت گرمایی مخصوص (J/kg°C)
d		فاصله بین صفحه جاذب و پوشش شفاف
f		نیروی حجمی (بدنی) (N)
F _R		ضریب تفکیک حرارت
g		شتاب گرانش (m/s ²)
Gr [*]		عدد گراشف اصلاح شده
h _c		ضریب انتقال حرارت هدایت از شیشه (W/m ² °C)
h _g		ضریب انتقال حرارت جابجایی میان پوشش شفاف و هوای درون کانال (W/m ² °C)
h _{rs}		ضریب انتقال حرارت تابشی از پوشش شفاف به آسمان (W/m ² °C)
h _{rwg}		ضریب انتقال حرارت تشعشع میان صفحه جاذب و پوشش شفاف (W/m ² °C)
h _w		ضریب انتقال حرارت جابجایی میان صفحه جاذب و هوای درون کانال (W/m ² °C)
h _{wind}		ضریب انتقال حرارت جابجایی توسط باد (W/m ² °C)
H		ارتفاع (m)
K		ضریب انتقال حرارت هدایت (W/m°C)
K _{ins}		ضریب رسانندگی حرارتی عایق پشت صفحه جاذب (W/m°C)
L		طول مشخصه (m)
L _s		ارتفاع انباشته (m)
L _w		طول دیواره گرم (m)
	\dot{m}	نرخ جریان جرم (Kg/s)
Nu		عدد ناسلت
P		فشار (N/m ²)
Pr		عدد پرانتل
	q_c	توان حرارتی به شکل انتقال حرارت جابجایی (W/m ²)
	q_{in}	توان حرارت منتقل شده از هیتر به صفحه جاذب (W/m ²)

R	مقاومت سیم هیتر (Ω)
Ra	عدد رایلی
Ra*	عدد رایلی اصلاح شده
Re	عدد رینولدز
S ₁	تابش رسیده به پوشش شفاف (W/m^2)
S _r	تابش رسیده به صفحه جاذب (W/m^2)
t	زمان
T _a	دمای محیط پیرامون ($^{\circ}C$)
T _f	میانگین دمای هوای درون کانال ($^{\circ}C$)
T _{f,i}	دمای هوا در ورودی کانال ($^{\circ}C$)
T _{f,o}	دمای هوا در خروجی کانال ($^{\circ}C$)
T _g	میانگین دمای پوشش شفاف ($^{\circ}C$)
T _m	دمای متوسط ($^{\circ}C$)
T _{sky}	دمای معادل آسمان ($^{\circ}C$)
T _w	میانگین دمای دیواره ($^{\circ}C$)
u	سرعت (m/s)
u _{wind}	سرعت باد (m/s)
U _t	ضریب تلفات حرارتی کلی از پوشش شفاف به محیط ($W/m^2 \cdot ^{\circ}C$)
U _b	ضریب تلفات حرارتی کلی از صفحه جاذب به محیط ($W/m^2 \cdot ^{\circ}C$)
V	ولتاژ مورد نیاز
\dot{V}	نرخ جریان حجمی (m^3/s)
W	توان الکتریکی مورد نیاز (W)
y	فاصله از صفحه جاذب (m)
z	ارتفاع ورودی کانال (m)
ΔW_{ins}	ضخامت عایق پشت صفحه جاذب (m)
ι	ضریب عبور
ν	ویسکوزیته سینماتیک هوا (m^2/s)
η	بازده حرارتی دستگاه
ρ	چگالی (kg/m^3)
ρ	تنش برشی (N/m^2)
τ	

μ	ویسکوزیته (kg/ms)
β	ضریب انبساط حجمی ($1/k$)
δ	ضخامت لایه مرزی مومنتوم (m)
δ_t	ضخامت لایه مرزی گرمایی (m)
α	ضریب جذب
σ	ثابت استفان بولتزمن ($5.67 \times 10^{-8} W/m^2 K^4$)
ε	ضریب گسیل
γ	ضریب تقریب دمای متوسط

پیش گفتار:

حیات بشری از ابتدای خلقت تاکنون دستخوش تغییرات زیادی گردیده و تلاش انسان برای به دست آوردن انرژی پیوسته به اشکال مختلف ادامه داشته است. نیاز به انرژی برای بشر اولیه تنها برای گرم کردن خود و یا تبدیل مواد خوراکی به غذای مطلوب بوده است، اما نیاز انسان امروزه به انرژی بسیار پیچیده تر می باشد به طوری که تصور زندگی بشر امروز بدون حتی یکی از انواع متداول انرژی ممکن نیست. انسان اولیه به دلیل محدود بودن نیازهایش به شکل محدودی طبیعت را مورد استفاده قرار می داد. از ابتدای قرن اخیر و آغاز انقلاب صنعتی منابع مورد استفاده از چوب و زغال آن به منابع فسیلی تغییر شکل یافت که با وجود آن که عطش سیری ناپذیر او را اندکی فرو نشانده، اما مشکلاتی را در ارتباط با محیط زیست برای انسان پدید آورد که همچنان گریبانگیر اوست. پس از انقلاب صنعتی، جمعیت کره زمین تا حد زیادی افزایش یافته است و منابع عمده انرژی که بیشتر آن را سوخت های فسیلی تشکیل می دهند به شدت در حال کاهش می باشند و مهمتر از همه توقعات مردم جهان با پیشرفت علم و تکنولوژی افزایش یافته است. بنابر این کاهش روز افزون منابع انرژی به خصوص انرژی فسیلی و افزایش جمعیت جهان به همراه مسائلی چون آلودگی محیط زیست، تولید گازهای گلخانه ای، تخریب لایه ازن و ... در سال های اخیر دانشمندان و محققان را به توجه جدی تر به استفاده از منابع انرژی تمیز، بازگشت پذیر و بدون آلودگی که در راس آنها انرژی خورشیدی قرار دارد، وا داشته است. اهمیت مسئله تا آنجاست که دستیابی به منابع انرژی پاک و غیر مخرب اکنون به یکی از دغدغه های دائمی دانشمندان، صاحبان صنعت و تکنولوژی و حتی دولت مردان در آمده است و تامین انرژی شکل اقتصادی، اجتماعی و حتی سیاسی به خود گرفته است. انرژی خورشیدی به عنوان یک منبع تمام نشدنی، پاک و ارزان می تواند به یکی از منابع مهم انرژی در آینده ای نزدیک تبدیل شود. استفاده از انرژی خورشیدی تا نیم قرن اخیر تنها به خشک کردن مواد غذایی در زیر نور آفتاب و یا استخراج نمک و همچنین به طور غیر مستقیم در سوخت های فسیلی یا گیاهان محدود بوده است. در سال های اخیر در کشورهای پیشرفته از این منبع انرژی به صورت نسبتاً گسترده ای برای تولید انرژی حرارتی و برق استفاده شده است. این موضوع هم در کشور ما با توجه به پتانسیل های گوناگون استفاده از منابع تجدید پذیر انرژی در سال های

اخیر مورد توجه قرار گرفته است. از میان این منابع استفاده از انرژی خورشیدی با توجه به تکنولوژی شناخته شده و نسبتاً ساده آن و همچنین تعداد ساعت های آفتابی بالا با تشعشع مناسب در اکثر نقاط ایران بیش از سایر موارد قابل توجه می باشد.

در نیم قرن اخیر با توجه به مسائلی که عنوان شد، روش های جدیدی برای به کار گیری انرژی خورشیدی در کاربردهای صنعتی و مسکونی ابداع شده است تا این انرژی را به یکی از صورت های حرارتی، الکتریکی و یا شیمیایی تبدیل نموده و مورد استفاده قرار دهند. تبدیل انرژی خورشیدی به حرارتی از متداول ترین این روش ها بوده و شامل طرح هایی مانند گردآورنده های تخت^۱، آب شیرین کن، گردآورنده های مقعر، کوره های خورشیدی و ... می گردند. طراحی گردآورنده های تخت که شامل آب گرم کن و هوا گرمکن های تخت می باشند، آسان تر بوده و به نگهداری کمتری نیاز دارند. مسائلی نظیر یخ زدگی، خوردگی و نشستی که در آب گرم کن ها وجود دارد در هوا گرمکن وجود ندارد. اما به دلیل پایین بودن ضریب انتقال حرارت جابجایی بین هوا و صفحه جاذب، میزان دریافت انرژی مفید و در نتیجه بازده حرارتی آنها پایین تر است. به همین دلیل بالا بردن ضریب انتقال حرارت جابجایی در طراحی هوا گرم کن ها از اهمیت ویژه ای برخوردار است. میزان هوای گرم خروجی از دستگاه نیز در طراحی هوا گرم کن اهمیت ویژه ای دارد. امروزه استفاده از این نوع هوا گرم کن ها برای گرمایش منازل و نیز ایجاد تهویه مطبوع در ساختمان در بسیاری از کشورها مرسوم شده است.

این پایان نامه شامل پنج فصل می باشد. در فصل اول به بیان مقدمه ای درباره انرژی خورشیدی و کاربردهای آن پرداخته می شود. همچنین انواع سیستم های انرژی خورشیدی به طور مختصر در این فصل توضیح داده می شود. در فصل دوم پیشینه تحقیقات مرتبط با دستگاه هوا گرم کن بیان شده است. در فصل سوم روابط و مفاهیم پایه در محاسبه انرژی خورشیدی بحث شده است. در فصل چهارم نحوه ساخت دستگاه مورد آزمایش، اجزاء مختلف دستگاه و نحوه آزمایش شرح داده شده است. فصل پنجم داده های بدست آمده از آزمایش بررسی و نتایج مورد نیاز به دست آمده است.

^۱ Flat plate Collector

فصل اول

مقدمه