بسم الله الرحمن الرحيم

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

تحت عنوان :

مدل سازی عددی عملکرد حرارتی هوا گرمکن خورشیدی در حالت گذرا

استاد راهنما:
دکتر حبیب اله صفرزاده

نگارش:
پیمان سامی جعفربیگلو

مهرماه ۱۳۸۸

دانشکده فنی مهندسی
گروه مهندسی مکانیک

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

دانشجو:

پیمان سامی جعفربیگلو

تحت عنوان:

مدل سازی عددی عملکرد حرارتی هوا گرمکن خورشیدی در حالت گذرا

در تاریخ ۱۳۸۸/۷/۲۹ توسط هیأت داوران زیر بررسی و با درجه به تصویب نهایی رسید.

۱- استادراهنما	دکترحبیب اله صفرزاده	با مرتبه ی علمی استادیار	امضاء
۲- استاد داور داخل گروه	دکتر فرزاد ویسی	با مرتبه ی علمی استادیار	امضاء
۳- استاد داور خارج از گروه	دکتر امیرفرهاد نجفی	با مرتبه ی علمی استادیار	امضاء

شرکت ملی نفت ایران
شرکت بهینه سازی مصرف سوخت

این پایان نامه با حمایت و پشتیبانی شرکت بهینه سازی مصرف سوخت اجرا شده است

سپاس پروردگار را به پاس پدری مهربان و مادری مهربان‌تر و سپاس که مرا مجال آموختن داد.

سپاس مادری که ذره ذره وجودم او را می‌پرستد و پدری که بندگی او بالاترین افتخارم است.

جا دارد از زحمات استاد گرانقدرم جناب آقای دکتر حبیب اله صفرزاده به جهت همکاری ها و راهنمایی های بی دریغ و دلسوزانه ایشان قدردانی و تشکرکنم.

همچنین از همکاری و همراهی موثر شرکت بهینه سازی مصرف سوخت به ویژه مدیریت محترم بخش پژوهش و فناوری جناب آقای مهندس شاکری و مشاور صنعتی اینجانب جناب آقای مهندس علی نوروزی منش قدردانی می نمایم.

تقدیم

به مادرم

دوست داشتنی ترین و ارزشمندترین آفریده خداوند

به پدرم

بزرگترین تکیه گاه زندگی ام

به روح دایی عزیزم

که یادش تا ابد در خاطره‌هاست

چکیده:

هدف از این پژوهش بررسی عددی عملکرد حرارتی یک هواگرمکن خورشیدی در حالت گذرا می‌باشد. هواگرمکن خورشیدی یک نمونه از گیرنده‌های مسطح خورشیدی است که برای تولید هوای گرم استفاده می‌شود. این گیرنده شبیه جعبه بزرگی است که دارای پوشش شیشه‌ای و صفحه فلزی تیره‌رنگ به عنوان صفحه جاذب می‌باشد. این گیرنده اغلب بر روی بام یا ضلع جنوبی ساختمان که پتانسیل بیشتری برای جذب انرژی خورشیدی دارند، نصب می‌شود. هوای سرد به پشت صفحه جاذب جریان پیدا کرده و ضمن تبادل حرارت با صفحه جاذب گرم می‌شود. در هواگرمکن قائم، هوا گرم و جرم آن کاهش یافته و به صورت آزاد به سمت بالا جریان می‌یابد. با یک طراحی مناسب، جریان تولید شده می‌تواند بر افت فشارهای کانال غلبه و به داخل ساختمان جریان یابد.

در بررسی حاضر، یک هواگرمکن خورشیدی قائم در غیاب ساختمان به ابعاد ۱/۵ متر در ۲/۵ متر رو به جنوب مورد تحلیل قرار گرفته است. با در نظر گرفتن شبکه حرارتی برای هر یک از اجزای هواگرمکن و نیز هوای داخل کانال مربوطه، معادلات انرژی در حالت گذرا نوشته شد و در یک برنامه کامپیوتری، معادلات اخیر به صورت اختلاف محدود (Finite Difference) با استفاده از روش اویلر پیشرو در محیط Matlab تحلیل شد.

این مدل قادر است با توجه به شدت روزانه تابش خورشید و درجه حرارت هوای محیط در شهرهای مختلف، گرمای خروجی، راندمان حرارتی و نرخ جریان جرمی هوا را در حالت گذرا محاسبه نماید. علاوه بر این، مدل مذکور می تواند عمق بهینه کانال را برای شهرهای مختلف محاسبه نماید. به عنوان مثال با استفاده از این برنامه، عمق بهینه برای شهر تهران و کرمانشاه به ترتیب ۵۵ میلیمتر و ۶۵ میلیمتر محاسبه شده است.

همچنین در این پژوهش تأثیر ارتفاع، عمق‌کانال و جنس صفحه‌جاذب بر عملکرد حرارتی هواگرمکن خورشیدی و تأثیر استفاده از هواگرمکن خورشیدی به عنوان یک سیستم گرمایشی مکمل بر روی یک ساختمان مشخص هم از لحاظ اقتصادی و هم از لحاظ بهینه سازی مصرف انرژی مورد بررسی قرار گرفته است.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

پیش گفتار ۱

فصل اول: مقدمه

۱-۱- تعریف انرژی ۴

۱-۲- وضعیت انرژی در ایران ۶

۱- ۳- گرمایش ساختمانها ۸

۱- ۴- انتقال حرارت درساختمان ۱۰

۱-۴-۱- انتقال حرارت هدایت در ساختمان ۱۱

۱-۴-۲- انتقال حرارت جابجایی در ساختمان ۱۲

۱-۴-۳- انتقال حرارت تابشی در ساختمان ۱۴

۱-۵- نگرشی بر انواع سیستم های انرژی خورشیدی ۱۵

۱-۵-۱- سیستم های فعال خورشیدی ۱۵

۱-۵-۲- سیستم های غیر فعال خورشیدی ۲۱

فصل دوم: تاریخچه

۲-۱- مقدمه ۲۸

۲-۲- مروری بر تحقیقات انجام شده ۲۹

۲-۲-۱- کارهای انجام یافته در جهت تعیین ضرائب انتقال حرارت همرفت آزاد ۲۹

۲-۲-۲- کارهای انجام یافته در جهت بهبود عملکرد هواگرمکن های خورشیدی ۳۴

۲-۲-۳- کارهای انجام یافته در جهت تعیین میزان جریان عبوری ۳۶

فصل سوم: روابط و مفاهیم پایه در محاسبه تابش انرژی خورشیدی

۳-۱- مقدمه ۳۸

۳-۲- اصول تابش خورشیدی ۳۸

۳-۳- بردار اشعه خورشید ۳۹

۳-۴- زمان طلوع و غروب خورشید ۴۱

۳-۵- شدت تشعشع خورشید ۴۱

۳-۵-۱- مقدمه ۴۱

۳-۵-۲- محاسبه تشعشع خورشید ۴۱

فصل چهارم: هواگرمکن خورشیدی

۴-۱- مقدمه ۴۵

۴-۲- دستگاه هواگرمکن خورشیدی ۴۵

۴-۳- مشخصات هواگرمکن خورشیدی مطالعه شده ۴۶

۴-۴- شبکه حرارتی هواگرم کن خورشیدی و تحلیل انرژی برای آن ۴۹

عنوان **صفحه**

۴-۴-۱- تحلیل انرژی برای صفحه شیشه ای ۵۰
۴-۴-۲- تحلیل انرژی برای هوای داخل کانال بین شیشه- جاذب ۵۱
۴-۴-۳- تحلیل انرژی برای صفحه جاذب ۵۲
۴-۴-۴- تحلیل انرژی برای هوای داخل کانال بین جاذب- عایق ۵۳
۴-۴-۵- تحلیل انرژی برای صفحه عایق ۵۳
۴-۵- ضریب انتقال حرارت جابجایی برای هواگرمکن خورشیدی ۵۴
۴-۶- ضریب انتقال حرارت تابشی برای هواگرمکن خورشیدی ۵۵
۴-۷- سرعت جریان هوای داخل کانال هوا گرمکن خورشیدی ۵۶
۴-۸- نرخ جریان جرمی هوای داخل کانال هواگرمکن خورشیدی ۵۶

فصل پنجم: محاسبات و نتیجه گیری

۵-۱- مقدمه.....۵۸
۵-۲- نتایج حاصل از تحلیل عددی هواگرمکن مطالعه شده در پروژه حاضر.....۵۹
۵-۲-۱- تاثیر عمق کانال بر راندمان حرارتی هواگرمکن در ۱۵ آذر ماه.....۶۱
۵-۲-۲- تاثیر عمق کانال بر دمای اجزای هواگرمکن.....۶۳
۵-۲-۳- تاثیر عمق کانال بر نرخ جریان جرمی روزانه هواگرمکن.....۶۳
۵-۲-۴- تاثیر عمق کانال برگرمای خروجی روزانه از کانال.....۶۴
۵-۲-۵- تاثیر ضریب صدور صفحه جاذب بر راندمان حرارتی دستگاه در عمق بهینه.....۶۵
۵-۲-۶- تاثیر ضریب صدور صفحه‌جاذب بر دمای اجزای دستگاه در عمق بهینه..... ۶۶
۵-۲-۷- تاثیر ضریب صدور صفحه جاذب بر نرخ جریان جرمی هوا در عمق بهینه.....۶۷
۵-۲-۸- تاثیر ضریب صدور صفحه جاذب برگرمای خروجی روزانه هواگرمکن در عمق بهینه.....۶۸
۵-۲-۹- تاثیر ارتفاع کانال بر راندمان حرارتی هواگرمکن در عمق بهینه.....۶۹
۵-۲-۱۰- تاثیر ارتفاع کانال بر دمای اجزای هواگرمکن در عمق بهینه.....۷۰
۵-۲-۱۱- تاثیر ارتفاع کانال بر نرخ جریان جرمی هواگرمکن در عمق بهینه..... ۷۱
۵-۲-۱۲- تاثیر ارتفاع کانال برگرمای خروجی روزانه هواگرمکن در عمق بهینه..... ۷۲
۵-۲-۱۳- تغییرات راندمان حرارتی دستگاه در طول روز در عمق بهینه.....۷۳
۵-۲-۱۴- تغییرات دمای اجزای مختلف دستگاه در طول روز هواگرمکن در عمق بهینه.....۷۴
۵-۲-۱۵- تغییرات نرخ جریان جرمی هوا در دستگاه هواگرمکن در طول روز درعمق بهینه.....۷۵
۵-۲-۱۶- تغییرات نرخ گرمای خروجی ازکانال در طول روز در عمق بهینه.....۷۶
۵-۳- معتبرسازی کد عددی.....۷۷
۵-۳-۱- مقایسه نتایج کد عددی با آزمایش مرجع[۲۶] ۷۷
۵-۳-۲- مقایسه نتایج با حل عددی مرجع[۲۵].....۸۱
۵-۴- نتیجه‌گیری.....۸۵
۵-۵- پیشنهادات برای ادامه کار حاضر.....۸۵

عنوان **صفحه**

پیوست ها

پیوست الف ۸۷
پیوست ب ۸۹
پیوست پ ۹۲
پیوست ت ۹۵
پیوست ث ۹۸
پیوست ج ۱۰۶

مراجع ۱۱۱

فهرست شکل ها

عنوان **صفحه**

شکل ۱- ۱- تبدیل و استفاده از انرژی خورشید برای کاربردهای گوناگون ۵
شکل ۱-۲- وضعیت مصرف انرژی و میزان آلودگی در ایران ۷
شکل ۱-۳- میزان مصرف انرژی در بخش های مختلف در ایران ۹
شکل ۱-۴- انواع مختلف انتقال حرارت ۱۰
شکل ۱-۵- چگونگی انتقال گرما و تغییرات دما در دیوار ۱۱
شکل ۱-۶- تغییر دما در یک دیوار ۱۲
شکل ۱-۷- مسیر جریان هوای جابجایی در یک اتاق ۱۳
شکل ۱-۸- مسیرهای انتقال حرارت تابشی در ساختمان ۱۴
شکل ۱-۱۳- اجزای یک کلکتور خورشیدی صفحه تخت ۱۶
شکل ۱-۱۴- خشک کن خورشیدی ۱۸
شکل ۱-۱۵- خوراک پز خورشیدی ۱۹
شکل ۱-۱۶- آبگرمکن خورشیدی ۱۹
شکل ۱-۱۷- حمام‌های خورشیدی: الف.استان خراسان رضوی، شهرستان بجستان، روستای مطرآباد ب.استان یزد، شهرستان یزد، روستای فهرج ۲۰
شکل ۱-۱۸- دیوار خورشیدی ۲۲
شکل ۱-۱۹- روش کارکرد دیوار خورشیدی ۲۳
شکل ۱-۲۰- دیوار ترومپ ۲۴
شکل ۱-۲۱- گلخانه های خورشیدی ۲۵
شکل ۱-۲۲- بهره گیری مستقیم و غیر مستقیم فضای خورشیدی ۲۶
شکل ۲-۱- مقدار متوسط ضریب انتقال حرارت جابجایی آزاد بین سیال جاری و دیواره های کانال عمودی ۲۹
شکل ۳-۱- روابط بین خورشید و زمین ۳۹
شکل ۳-۲- موقعیت خورشید در آسمان و بردار اشعه خورشید روی صفحه ۴۰
شکل ۴-۱ - شماتیک دستگاه هواگرمکن خورشیدی ۴۶
شکل ۴-۲ - دستگاه هواگرمکن خورشیدی ۴۸
شکل ۴-۳- شبکه حرارتی صفحه شیشه ای ۵۰
شکل ۴-۴- شبکه حرارتی مربوط به هوای داخل کانال بین شیشه و صفحه جاذب ۵۱
شکل ۴-۵- شبکه حرارتی مربوط به صفحه جاذب ۵۲

عنوان **صفحه**

شکل ۴-۶- شبکه حرارتی مربوط به هوای داخل کانال بین صفحه جاذب و عایق..... ۵۳
شکل ۴-۷- شبکه حرارتی مربوط به عایق..... ۵۴
شکل ۵-۱- نمودار گردشی برنامه کامپیوتری برای تحلیل هواگرمکن در۱۵ آذر ۶۰
شکل ۵-۲- تغییرات شدت تشعشع خورشید روی سطح عمودی رو به جنوب، ۱۵ آذرماه، تهران..... ۶۱
شکل ۵-۳- تغییرات دمای هوای محیط، ۱۵ آذرماه، تهران..... ۶۲
شکل ۵-۴- تاثیر عمق کانال بر راندمان حرارتی روزانه..... ۶۲
شکل ۵-۵- تاثیر عمق کانال بر دمای اجزای هواگرمکن..... ۶۳
شکل ۵-۶- تاثیر عمق کانال بر نرخ جریان جرمی هوا..... ۶۴
شکل ۵-۷- تاثیر عمق کانال برگرمای خروجی روزانه از هواگرمکن..... ۶۵
شکل ۵-۸- تاثیر ضریب صدور صفحه جاذب بر راندمان حرارتی هواگرمکن در عمق بهینه..... ۶۶
شکل ۵-۹- تاثیر ضریب صدور صفحه جاذب بر دمای اجزای هواگرمکن در عمق بهینه..... ۶۷
شکل ۵-۱۰- تاثیر ضریب صدور صفحه جاذب بر نرخ جریان جرمی هواگرمکن در عمق بهینه..... ۶۸
شکل ۵-۱۱- تاثیر ضریب صدور صفحه‌جاذب برگرمای خروجی روزانه هواگرمکن در عمق بهینه..... ۶۹
شکل۵-۱۲- تاثیر ارتفاع کانال بر راندمان حرارتی هواگرمکن در عمق بهینه..... ۷۰
شکل۵-۱۳- تاثیر ارتفاع کانال بر دمای اجزای هواگرمکن در عمق بهینه..... ۷۱
شکل۵-۱۴- تاثیر ارتفاع کانال بر نرخ جریان جرمی هواگرمکن در عمق بهینه..... ۷۲
شکل۵-۱۵- تاثیر ارتفاع کانال برگرمای خروجی روزانه هواگرمکن در عمق بهینه..... ۷۳
شکل ۵-۱۶- تغییرات راندمان حرارتی هواگرمکن در عمق بهینه بر حسب زمان..... ۷۴
شکل ۵-۱۷- تغییرات دمای اجزای مختلف هواگرمکن در عمق بهینه برحسب زمان..... ۷۵
شکل ۵-۱۸- تغییرات نرخ جریان جرمی هوا درهواگرمکن در عمق بهینه برحسب زمان..... ۷۶
شکل ۵-۱۹- تغییرات نرخ گرمای خروجی از هواگرمکن در عمق بهینه بر حسب زمان..... ۷۷
شکل ۵-۲۰- نمودار گردشی برنامه کامپیوتری برای تحلیل هواگرمکن ومقایسه با نتایج [۲۶]..... ۷۹
شکل ۵-۲۱- مقایسه نتایج حل عددی با آزمایش مرجع[۲۶]..... ۸۰
شکل۵-۲۲- شماتیک مدل هواگرمکن مرجع[۲۵]..... ۸۲
شکل۵-۲۳- نمودار گردشی برنامه کامپیوتری برای تحلیل هواگرمکن ومقایسه با نتایج [۲۵]..... ۸۳
شکل۵-۲۴- تاثیر شدت تشعشع خورشید بر روی نرخ جریان جرمی و راندمان دستگاه و مقایسه با نتایج مرجع [۲۵]..... ۸۴
شکل ۵-۲۵- تاثیر شدت تشعشع خورشید بر روی دمای شیشه وصفحه جاذب وهوای کانال و مقایسه با نتایج مرجع [۲۵]..... ۸۴

فهرست جدول ها

عنوان **صفحه**

جدول ۴-۱- مشخصات هندسی هواگرمکن خورشیدی تحلیل شده ۴۷
جدول ۴-۲- خواص مواد به‌کار رفته هواگرمکن خورشیدی تحلیل شده ۴۷
جدول ۵-۱- مشخصات هندسی مدل آزمایشی مرجع[۲۶]..... ۷۸
جدول۵-۲- مشخصات مدل آزمایشی مرجع[۲۶]..... ۷۸
جدول۵-۳- مقایسه دماهای به دست آمده برای اجزای هواگرمکن با نتایج مرجع [۲۶]..... ۸۰
جدول ۵-۴- مشخصات هندسی مدل عددی مرجع[۲۵]..... ۸۱
جدول ۵-۵- خواص مواد به‌کار رفته در مدل عددی مرجع[۲۵]..... ۸۱

فهرست علائم

مساحت، m^2	A
سرعت جریان هوای داخل کانال، $\frac{m}{s}$	V
ضخامت (عرض)، m	D
ارتفاع کانال، m	H
عمق کانال، m	s
قطر هیدرولیکی کانال، m	D_h
شتاب جاذبه زمین، $\frac{m}{s^2}$	g
جرم مخصوص، $\frac{kg}{m^3}$	ρ
گرمای ویژه، $\frac{J}{kg.K}$	C
گرمای ویژه هوا در فشار ثابت، $\frac{J}{kg.K}$	C_p
گرمای ویژه هوا در حجم ثابت، $\frac{J}{kg.K}$	C_v
عدد پرانتل	Pr
درجه حرارت هوای خروجی از کانال، K	T_o
درجه حرارت هوای ورودی به کانال، K	T_i
درجه حرارت متوسط هوای کانال، K	T_m
انتقال حرارت جابجایی بین هوای کانال و دیواره آن	$\dot{Q}$
نرخ جریان جرم هوا در کانال، $\frac{kg}{s}$	$\dot{m}$
ضریب لزجت دینامیکی هوا، $N.s/m^2$	μ
ضریب لزجت سینماتیکی هوا، $\frac{m^2}{s}$	ν
ضریب پخش حرارتی هوا، $\frac{m^2}{s}$	α
ضریب انبساط حجمی، $\frac{1}{K}$	β
ضریب انتقال حرارت جابجایی، $\frac{w}{m^2K}$	h_c
ضریب انتقال حرارت تابشی، $\frac{w}{m^2K}$	h_r
ضریب انتقال حرارت هدایتی، $\frac{w}{m.K}$	K
ضریب جذب	α
ضریب عبور	τ
ضریب صدور	ε
عدد نوسلت	Nu
عدد رایلی	Ra
ثابت استفان بولتزمن، $\frac{W}{m^2K^4}$ $5.67 * 10^{-8}$	σ
شدت تشعشع خورشید روی هر دیوار، $\frac{W}{m^2}$	I
شدت تشعشع خورشید خارج از جو روی صفحه افقی، $\frac{W}{m^2}$	I_{oh}

فهرست علائم

شدت تشعشع کل روی یک سطح افقی، $\frac{W}{m^2}$	I_h
شدت تشعشع پراکنده روی یک سطح افقی، $\frac{W}{m^2}$	I_{dh}
شدت تشعشع مستقیم روی یک سطح افقی، $\frac{W}{m^2}$	I_{bh}
ثابت خورشیدی برابر ۱۳۵۳ $\frac{W}{m^2}$	I_{sc}
میانگین ماهانه ضریب صافی هوا	$\overline{K_T}$
میانگین ساعتی ضریب صافی هوا	K_T
شماره روز از اول فروردین	N
ضریب انعکاس زمین مجاور دیوار	ρ_{gr}
زاویه انحراف بر حسب درجه	δ
زاویه ساعت بر حسب درجه	ω
زاویه ساعت در هنگام غروب خورشید بر حسب رادیان	ω_s
زاویه سطح یا دیوار با سطح افق	β
زاویه عرض جغرافیایی محل	ϕ
زاویه سمت الرأس یا اوج	θ_z
زاویه جهت سطح یا دیوار	γ

پیش گفتار:

حیات بشری از ابتدای خلقت تا کنون دستخوش تغییرات زیادی گردیده و تلاش انسان برای بدست 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 اما نیاز انسان امروزه به انرژی بسیار پیچیده‌تر می‌باشد بطوری 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 می‌داد. 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 آنکه عطش سیری ناپذیری او را اندکی فرو نشاند، 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 سوخت‌های فسیلی تشکیل می‌دهند به شدت در حال کاهش می‌باشند و مهمتر از همه توقعات مردم جهان با پیشرفت علم و تکنولوژی افزایش یافته است. آنها دوست دارند در کمترین زمان ممکن به محل مورد نظرشان مسافرت نمایند، آنها تلویزیون، کامپیوتر و... می‌خواهند. فراهم آوردن این امکانات وسیع و متنوع مستلزم تولید میزان بسیار بالای انرژی می‌باشد. بنابراین کاهش روز افزون منابع انرژی به خصوص انرژی فسیلی و افزایش جمعیت جهان به همراه مسائلی همچون آلودگی محیط زیست، تولید گازهای گلخانه‌ای، تخریب لایه ازن و... در سال‌های اخیر دانشمندان و محققان را به توجه جدی تر به استفاده از منابع انرژی تمیز، برگشت پذیر و بدون آلودگی که در رأس آنها انرژی خورشیدی قرار دارد، وا داشته است. اهمیت مسئله تا بدان جاست که دستیابی به منابع انرژی پاک و غیر مخرب اکنون بصورت یکی از دغدغه های دائمی دانشمندان، صاحبان صنعت و تکنولوژی و حتی دولتمردان در آمده است و تأمین انرژی شکل اقتصادی، اجتماعی و حتی گاه سیاسی به خود گرفته است. انرژی خورشیدی به عنوان یک منبع تمام نشدنی، تمیز و ارزان می‌تواند 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 مستقیم آفتاب و یا استخراج نمک و همچنین به صورت غیر مستقیم در سوخت‌های فسیلی یا گیاهان، محدود بوده است ولی در سال‌های 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 پتانسیل‌های گوناگون استفاده از منابع تجدید پذیر انرژی در سالهای 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 ساعات آفتابی بالا با تشعشع مناسب در اکثر نقاط ایران بیش از سایر موارد، قابل توجیه می‌باشد.

در نیم قرن اخیر با توجه به مسائلی که عنوان شد، روش های جدیدی برای بکارگیری انرژی خورشیدی در کاربردهای صنعتی 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 روش‌ها بوده و شامل طرح هایی مانند گردآورنده های تخت، آب شیرین‌کن، گردآورنده‌های مقعر و کوره‌های خورشیدی و... می‌گردد. طراحی گردآورنده‌های تخت[1] که شامل هواگرمکن و آب گرمکن‌های تخت می‌شوند، آسان‌تر بوده و به نگهداری کمتری نیاز دارند. مسائلی نظیر یخ زدن، خوردگی و نشتی که در آب گرمکن‌ها وجود دارد، در هواگرمکن‌ها وجود

1-*Flat plate collector*

ندارد و این دال بر مزیت آنهاست. اما به دلیل پایین بودن ضریب انتقال حرارت جابجایی بین هـوا و صـفحه جـاذب، میزان دریافت انرژی مفید و در نتیجه بازده حرارتی آنها پایین‌تر است. بـه همـین خـاطر بـالا بـردن ضـریب انتقـال حرارت جابجایی در طراحی هواگرمکن‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. امروزه استفاده از این نـوع هـواگرمکن‌هـا برای گرمایش منازل در بسیاری از کشورها مرسوم شده است. جریان هوا در این هواگرمکن ها، می‌تواند به صورت طبیعی و یا اجباری صورت گیرد.

این پایان‌نامه شامل پنج فصل بوده. درفصل اول به بیان مقدمه‌ای دربـاره وضـعیت انـرژی در ایـران و گرمـایش ساختمانها پرداخته می‌شود. همچنین در این فصل انواع سیستم‌های انرژی خورشیدی اعـم از سیسـتم‌هـای فعـال و غیرفعال بطور مختصر توضیح داده می‌شود. در فصل دوم تاریخچه و تحقیقات انجام شـده در جهـت تعیـین ضـرایب انتقال حرارت همرفت آزاد، بهبود عملکرد هواگرمکن‌های خورشیدی، تعیین میزان جریان عبوری، بـه تفکیـک آورده می‌شود. در فصل سوم در مورد روابط و مفاهیم پایه در محاسبه تابش انـرژی خورشـیدی بحـث مـی‌شـود. در فصـل چهارم دستگاه هواگرمکن خورشیدی و نحوه عملکرد آن، شبکه حرارتی و تحلیـل انـرژی بـرای هـر یـک از اجـزای هواگرمکن خورشیدی بصورت کامل تشریح می‌گردد. همچنین در این فصل ، روابط مربوط به ضرایب انتقال حـرارت جابجایی و تابشی، سرعت و نرخ جریان جرمی هوای داخل کانـال آورده مـی‌شـود. فصـل پـنجم شـامل دو بخـش می‌باشد. در بخش اول تاثیر پارامترهای مختلف بر راندمان هواگرمکن خورشیدی بررسی می‌شود. ضمناً عمـق بهینـه کانال مشخص می‌شود و به عنوان نمونه برای شهر تهران در تاریخ پانزدهم آذرماه، دمای سطوح و هوای‌کانال، نـرخ جریان جرمی و راندمان ساعتی مشخص می‌شود. در بخش دوم جهت اطمینان از صحت و اعتبار کـد عـددی، مـدل ارائه شده با کارهای تجربی انجام شده توسط محققان مقایسه می‌گردد.

فصل اول

مقدمه

۱-۱- تعریف انرژی

انرژی اساس زندگی انسان‌ها است. تحقیقات، اختراعات و بهره‌گیری از منابع انرژی‌های مختلف، از اساسی‌ترین و مهمترین گام‌هایی هستند که انسانها در طول تاریخ در راه پیشرفت جوامع خود برداشته اند. انرژی را می‌توان به عنوان بنیاد و اساس زندگی اجتماعی معرفی کرد. با مطالعه در تاریخ زندگی انسان‌ها، مشاهده می‌شود که انرژی قابل استفاده برای انسان نخستین، تنها قدرت بدنی او بود. مدت‌ها گذشت تا توانست با رام‌کردن حیوانات و همچنین سوزاندن درختان، احتیاجات خود را بر طرف کند. بالاخره با دستیابی به منابع سوختهای فسیلی مثل ذغال سنگ و نفت و گاز قدرت مادی خویش را به طرز بی‌سابقه‌ای افزایش داد. رشد علم و صنعت و فن‌آوری در جهان امروز، روش‌های مختلف استفاده از انرژی را که در دوران قبل از انقلاب صنعتی معمول بود دگرگون کرده و شناخت منابع انرژی های جدید، تحولی عظیم در توسعه صنعتی و تکامل اجتماعی بشر بوجود آورده است.

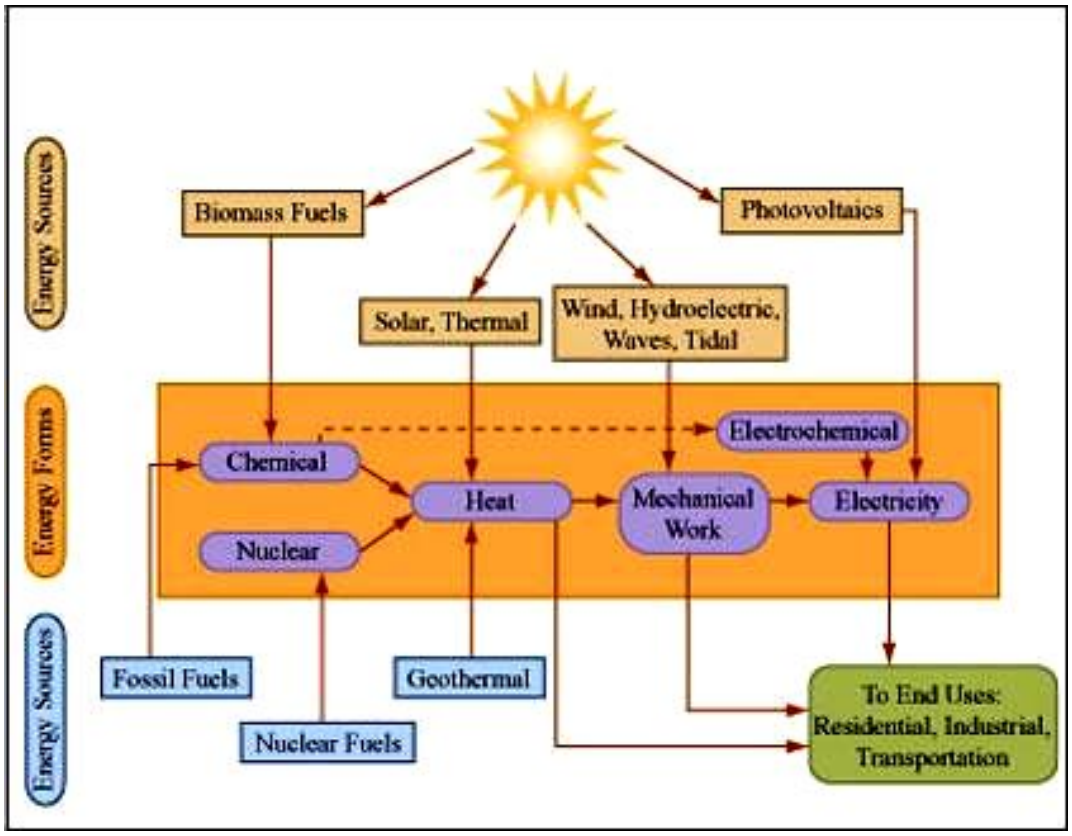
انرژی هسته‌ای را می‌توان یک استثناء کلی دانست، با اینکه امروزه یکی از منابع مهم تولید انرژی در جهان شناخته شده است. انرژی اتمی احتیاج به فن‌آوری بسیار پیشرفته و پرهزینه دارد که در موقع استفاده از آن خطرات احتمالی و مضرات آن را نیز باید مد نظر داشت. استفاده از قدرت باد در آسیاب‌ها و توربین‌ها و کشتیرانی، بکارگیری انرژی آب در چرخ‌ها و توربین‌های آبی، پس از گسترش معلومات علمی و فن‌آوری بشر امکان پذیر شد.

خورشید عامل و منشاء انرژی‌های گوناگونی است که در طبیعت موجود است از جمله:

- سوخت‌های فسیلی که در اعماق زمین ذخیره شده اند.
- انرژی آبشارها و بادها
- رشد گیاهان که انسان‌ها و بیشتر حیوانات برای بقای خود از آنها استفاده می‌کنند.
- مواد آلی که قابل تبدیل به انرژی حرارتی و مکانیکی هستند.
- امواج دریاها، قدرت جزر و مد که بر اساس جاذبه و حرکت زمین به دور خورشید و ماه حاصل می‌شود.
- و...

انرژی خورشید یکی از دو منبع مهم انرژی است که باید به آن روی آورد زیرا به فن‌آوری‌های پیشرفته و پرهزینه نیاز نداشته و می‌تواند به عنوان یک منبع مفید و تأمین‌کننده انرژی در اکثر نقاط جهان بکارگرفته

شود. به‌علاوه استفاده از آن بر خلاف انرژی هسته‌ای، خطرات و اثرات نا مطلوبی از خود باقی نمی‌گذارد و برای کشورهایی که فاقد منابع انرژی زیرزمینی هستند، مناسب‌ترین راه برای دستیابی به نیرو و رشد و توسعه اقتصاد می‌باشد. شکل ۱-۱ روش‌های مختلف تبدیل و استفاده از انرژی خورشید را، برای کاربردهای گوناگون نشان می‌دهد.



شکل ۱-۱- تبدیل و استفاده از انرژی خورشید برای کاربردهای گوناگون

طبق برآوردهای علمی، در حدود شش میلیارد سال از زمان شروع به هیدروژن‌گدازی خورشید می‌گذرد و در هر ثانیه ۴/۲ میلیون تن از جرم خورشید در تحولات هسته‌ای تبدیل به انرژی می‌شود. جرم خورشید معادل $۲/۲\times۱۰^{۲۶}$ تن می‌باشد و حداقل برای هزاران میلیون سال آینده جای نگرانی وجود ندارد[۱].