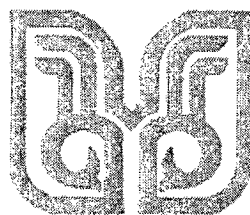


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه شهید بهشتی گرگان

دانشکده فنی و مهندسی

گروه مهندسی مکانیک

پایان نامه تحصیلی برای دریافت درجه کارشناسی ارشد مکانیک

طراحی منعکس کننده برای آبگرمکن خورشیدی کلکتور - منبع ذخیره یکپارچه
توسط مجموعه آینه های تخت با استفاده از الگوریتم ژنتیک

استاد راهنما :

دکتر محمد رهنما

مؤلف :

مهدی مصطفی زاده ابراهیمی

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
گروه مهندسی مکانیک
شهر گرجان

۱۳۸۷ / ۱ / ۲۳

بهمن ماه ۱۳۸۶

۱۰۸۲۹۰



دانشگاه شهید باهنر کرمان

این پایان نامه

به عنوان یکی از شرایط احراز درجه کارشناسی ارشد به

گروه مکانیک

دانشکده فنی و مهندسی

دانشگاه شهید باهنر کرمان

تسلیم شده است و هیچ گونه مدرکی به عنوان فراغت از تحصیل دوره مزبور شناخته نمی شود.

دانشجو: آقای مهدی مصطفی زاده ابراهیمی

استاد راهنما: آقای دکتر محمد رهنما

داور ۱: آقای دکتر سید حسین منصوری

داور ۲: آقای دکتر مظفر علی مهربان

داور ۳:

استاد مشاور: آقای دکتر مهرا ن عامری

معاونت پژوهشی و تحصیلات تکمیلی یا نماینده دانشکده: آقای دکتر مهرا ن عامری

حق چاپ محفوظ و مخصوص به دانشجو است

تقدیم به همسر و خانواده عزیزم

با تشکر و سپاس فراوان از زحمات استاد گرانقدرم جناب آقای دکتر محمد رهنما و دوست عزیزم جناب آقای عبدالعلی مومنائی که در انجام این پایان نامه مرا یاری نمودند.

فهرست مندرجات

VI		چکیده
VII		فهرست مندرجات
X		فهرست شکلها
XV		فهرست جدولها
۱		فصل ۱ مقدمه
۵	سیستمهای آبگرمکن خورشیدی کلکتور- منبع ذخیره یکپارچه	فصل ۲
۵	تاریخچه سیستمهای ICS	۱-۲
۶	زمینه های تحقیقاتی بر روی سیستمهای ICS	۲-۲
۶	منبع	۳-۲
۷	شکل و اندازه منبع	۱-۳-۲
۸	پیکر بندی و ارتباط منبعها	۲-۳-۲
۹	شیب و جهت قرار گرفتن منبعها	۳-۳-۲
۱۰	جنس منبع	۴-۳-۲
۱۱	روکش دهانه ورودی سیستم (Glazing)	۴-۲
۱۱	منعکس کننده ها	۵-۲

	شبیه سازی کامپیوتری سیستمهای ICS	فصل ۳
۱۴	روش پیمایش نور	۱-۳
۱۴	معرفی سیستمهای ICS شبیه سازی شده	۲-۳
۱۵	استفاده از روش پیمایش نور برای شبیه سازی سیستمهای ICS	۳-۳
۱۹	محاسبه نمودارها بر اساس موقعیت خورشید و شدت نور در طول روز	۴-۳
۲۶	استفاده از آینه شیشه ای منحنی به جای منعکس کننده فلزی منحنی	۵-۳
۲۹	استفاده از چند منعکس کننده تخت به جای منحنی منعکس کننده	۶-۳
۳۲	بررسی نتایج	۷-۳
۴۳		
	طراحی منعکس کننده با آینه های تخت توسط الگوریتم ژنتیک	فصل ۴
۴۵	مروری بر الگوریتم ژنتیک	۱-۴
۴۵	تصادفی بودن	۱-۱-۴
۴۶	جمعیت	۲-۱-۴
۴۶	ترکیب	۳-۱-۴
۴۶	جهش	۴-۱-۴
۴۶	انتخاب	۵-۱-۴
۴۷	شرط توقف الگوریتم ژنتیک	۶-۱-۴
۴۷	طراحی الگوریتم ژنتیک برای بهینه سازی منعکس کننده	۲-۴
۴۷	محدودیت اعمال شده و مدلسازی ساختار منعکس کننده	۱-۲-۴
۴۹	ساختار جمعیتی	۲-۲-۴
۴۹	انتخاب جمعیت اولیه	۳-۲-۴
۴۹	تابع معیار	۴-۲-۴
۵۰	انتخاب والدین	۵-۲-۴
۵۰	ترکیب	۶-۲-۴
۵۱	جهش	۷-۲-۴
۵۲	شرط توقف الگوریتم	۸-۲-۴

۵۲

۳-۴ بررسی نتایج الگوریتم ژنتیک

۵۷

فصل ۵ نتیجه گیری و پیشنهادات برای کارهای آینده

۵۹

فهرست مراجع

فهرست شکلها

۱۱	خلاصه ای از مکانیزم انتقال حرارت در ICS.	۱-۲
۱۲	شکل مقطع یک نمونه آبگرمکن خورشیدی با منبع دو تایی بررسی شده در [۴].	۲-۲
۱۳	نمونه های مختلفی از آبگرمکن خورشیدی ICS بررسی شده در [۳-۹].	۳-۲
۱۶	فرمول و شکل منحنی منعکس کننده سیستم ICS _۱ با هندسه Involute و زاویه دریافت ۱۸۰°	۱-۳
۱۷	فرمول و شکل منحنی منعکس کننده سیستم ICS _۲ با هندسه CPC و زاویه دریافت ۹۰°	۲-۳
۱۸	فرمول و شکل منحنی منعکس کننده سیستم ICS _۲ با هندسه CPC و زاویه دریافت ۶۰°	۳-۳
۲۰	نمایش برخورد و انعکاس شعاعهای نور تابیده شده به سیستم ICS _۱ با زاویه های تابش مختلف	۴-۳
۲۱	نمایش برخورد و انعکاس شعاعهای نور تابیده شده به سیستم ICS _۲ با زاویه های تابش مختلف	۵-۳
۲۲	نمایش برخورد و انعکاس شعاعهای نور تابیده شده به سیستم ICS _۳ با زاویه های تابش مختلف	۶-۳
۲۴	درصد جذب انرژی بر حسب زاویه برای منبع ذخیره و منعکس کننده و همچنین انرژی شعاعهای نور خارج شده برای سیستم ICS _۱ با منعکس کننده فلزی	۷-۳

	درصد جذب انرژی بر حسب زاویه برای منبع ذخیره و منعکس کننده و همچنین	۸-۳
۲۵	انرژی شعاعهای نور خارج شده برای سیستم ICS۲ با منعکس کننده فلزی	
	درصد جذب انرژی بر حسب زاویه برای منبع ذخیره و منعکس کننده و همچنین	۹-۳
۲۵	انرژی شعاعهای نور خارج شده برای سیستم ICS۳ با منعکس کننده فلزی	
۲۶	زاویه قرار گرفتن خورشید نسبت به سطح افق در هر ساعت از روز	۱۰-۳
	شدت نور وارد شده به سیستم در هر ساعت از روز که حاصلضرب نمودار شدت	۱۱-۳
	نور عمود بر سطح خورشید در کسینوس زاویه تابش با خط عمود بر سطح ورودی	
۲۷	سیستم مییاشد.	
	توان تابشی وارد شده به سیستم، توان جذب شده توسط منبع و درصد جذب انرژی	۱۲-۳
۲۸	منبع در طول روز برای سیستم ICS۱ با منعکس کننده فلزی	
	توان تابشی وارد شده به سیستم، توان جذب شده توسط منبع و درصد جذب انرژی	۱۳-۳
۲۸	منبع در طول روز برای سیستم ICS۲ با منعکس کننده فلزی	
	توان تابشی وارد شده به سیستم، توان جذب شده توسط منبع و درصد جذب انرژی	۱۴-۳
۲۹	منبع در طول روز برای سیستم ICS۳ با منعکس کننده فلزی	
	درصد جذب انرژی بر حسب زاویه برای منبع ذخیره و منعکس کننده و همچنین	۱۵-۳
۳۰	انرژی شعاعهای نور خارج شده برای سیستم ICS۱ با منعکس کننده آینه شیشه ای	
	درصد جذب انرژی بر حسب زاویه برای منبع ذخیره و منعکس کننده و همچنین	۱۶-۳
۳۱	انرژی شعاعهای نور خارج شده برای سیستم ICS۲ با منعکس کننده آینه شیشه ای	
	درصد جذب انرژی بر حسب زاویه برای منبع ذخیره و منعکس کننده و همچنین	۱۷-۳
۳۱	انرژی شعاعهای نور خارج شده برای سیستم ICS۳ با منعکس کننده آینه شیشه ای	
	نمایش برخورد و انعکاس شعاعهای نور تابیده شده به سیستم ICS۱ با منعکس کننده	۱۸-۳
۳۳	۱۰ تکه با زاویه های تابش مختلف	
	نمایش برخورد و انعکاس شعاعهای نور تابیده شده به سیستم ICS۲ با منعکس کننده	۱۹-۳
۳۴	۱۰ تکه با زاویه های تابش مختلف	
	نمایش برخورد و انعکاس شعاعهای نور تابیده شده به سیستم ICS۳ با منعکس کننده	۲۰-۳
۳۵	۱۰ تکه با زاویه های تابش مختلف	

۳۷	۲۱-۳	درصد جذب انرژی بر حسب زاویه برای منبع ذخیره و منعکس کننده و همچنین انرژی شعاعهای نور خارج شده برای سیستم ICS۱ با منعکس کننده ۱۰ تکه آینه تخت فلزی
۳۷	۲۲-۳	درصد جذب انرژی بر حسب زاویه برای منبع ذخیره و منعکس کننده و همچنین انرژی شعاعهای نور خارج شده برای سیستم ICS۱ با منعکس کننده ۵۰ تکه آینه تخت فلزی
۳۸	۲۳-۳	درصد جذب انرژی بر حسب زاویه برای منبع ذخیره و منعکس کننده و همچنین انرژی شعاعهای نور خارج شده برای سیستم ICS۱ با منعکس کننده ۱۰ تکه آینه تخت شیشه ای
۳۸	۲۴-۳	درصد جذب انرژی بر حسب زاویه برای منبع ذخیره و منعکس کننده و همچنین انرژی شعاعهای نور خارج شده برای سیستم ICS۱ با منعکس کننده ۵۰ تکه آینه تخت شیشه ای
۳۹	۲۵-۳	درصد جذب انرژی بر حسب زاویه برای منبع ذخیره و منعکس کننده و همچنین انرژی شعاعهای نور خارج شده برای سیستم ICS۲ با منعکس کننده ۱۰ تکه آینه تخت فلزی
۳۹	۲۶-۳	درصد جذب انرژی بر حسب زاویه برای منبع ذخیره و منعکس کننده و همچنین انرژی شعاعهای نور خارج شده برای سیستم ICS۲ با منعکس کننده ۵۰ تکه آینه تخت فلزی
۴۰	۲۷-۳	درصد جذب انرژی بر حسب زاویه برای منبع ذخیره و منعکس کننده و همچنین انرژی شعاعهای نور خارج شده برای سیستم ICS۲ با منعکس کننده ۱۰ تکه آینه تخت شیشه ای
۴۰	۲۸-۳	درصد جذب انرژی بر حسب زاویه برای منبع ذخیره و منعکس کننده و همچنین انرژی شعاعهای نور خارج شده برای سیستم ICS۲ با منعکس کننده ۵۰ تکه آینه تخت شیشه ای
۴۱	۲۹-۳	درصد جذب انرژی بر حسب زاویه برای منبع ذخیره و منعکس کننده و همچنین انرژی شعاعهای نور خارج شده برای سیستم ICS۳ با منعکس کننده ۱۰ تکه آینه

	تخت فلزی	
۳۰-۳	درصد جذب انرژی بر حسب زاویه برای منبع ذخیره و منعکس کننده و همچنین انرژی شعاعهای نور خارج شده برای سیستم ICS ^۳ با منعکس کننده ۵۰ تکه آینه تخت فلزی	۴۱
۳۱-۳	درصد جذب انرژی بر حسب زاویه برای منبع ذخیره و منعکس کننده و همچنین انرژی شعاعهای نور خارج شده برای سیستم ICS ^۳ با منعکس کننده ۱۰ تکه آینه تخت شیشه ای	۴۲
۳۲-۳	درصد جذب انرژی بر حسب زاویه برای منبع ذخیره و منعکس کننده و همچنین انرژی شعاعهای نور خارج شده برای سیستم ICS ^۳ با منعکس کننده ۵۰ تکه آینه تخت شیشه ای	۴۲
۳۳-۳	توان جذب شده در ساعات روز (به ازاء هر متر مربع از دهانه سیستم) توسط منبع آبگرم برای چند سیستم ICS با منعکس کننده های مختلف	۴۴
۱-۴	نمونه ای از یک آینه ۱۰ تکه که با اتصال نقاط آینه ۵۰۰ تکه ساخته شده است. نقطه ابتدایی با شماره ۰ و نقطه انتهایی با شماره ۵۰۰ مشخص شده اند و شماره ۹ نقطه اتصال وسط نیز در کنار آنها مشخص شده است.	۴۸
۲-۴	روش اول ترکیب عبارت از انتخاب ۹ عضو از بین ۱۸ عضو والدین به طور تصادفی و با توزیع یکنواخت.	۵۰
۳-۴	روش دوم ترکیب عبارت از میانگین گرفتن از دو عضو متناظر در دو مجموعه والد و حذف قسمت اعشاری عدد حاصل.	۵۱
۴-۴	روش اول جهش که یکی از عضوهای جواب (زیرمجموعه ۹ عضوی) به طور کاملاً تصادفی حذف میشود و یک عضو از اعداد بین ۱ تا ۴۹۹ که در زیر مجموعه وجود ندارد به آن اضافه میشود.	۵۱
۵-۴	روش دوم جهش که هر عضو از ۹ عضو یک جواب به اندازه یک عدد تصادفی کوچک با توزیع نرمال تغییر میکند و نتیجه حاصل گرد میشود.	۵۲
۶-۴	نمودار میزان کل انرژی جذب شده توسط منبع در طول روز برای بهترین جواب هر جمعیت که تکامل جمعیت الگوریتم ژنتیک و همگرا شدن به جواب بهینه را نشان	۵۳

	میدهد.	
۵۴	منعکس کننده های بهینه به دست آمده در طول الگوریتم ژنتیک به همراه عددهای مربوط به نقاط اتصال از آینه ۵۰۰ تکه	۷-۴
۵۵	عددهای مربوط به نقاط اتصال از آینه ۵۰۰ تکه (ادامه) منعکس کننده های بهینه به دست آمده در طول الگوریتم ژنتیک به همراه	۷-۴
۵۶	نمودار توان جذب شد توسط منبع آبگرم در ساعات روز (به ازاء هر متر مربع از دهانه سیستم) برای سیستم ICS با منعکس کننده های بهینه به دست آمده در طول الگوریتم ژنتیک	۸-۴
۵۶	نمودار کل انرژی جذب شده در طول روز توسط منبع آبگرم برای سیستم ICS با منعکس کننده های بهینه به دست آمده در طول الگوریتم ژنتیک	۹-۴

فهرست جدولها

۲۳	۱-۳ درصد انرژی جذب شده توسط منبع ذخیره و منعکس کننده و همچنین انرژی شعاعهای خارج شده از دستگاه برای سیستم ICS _۱ با زاویه های تابش مختلف
۲۳	۲-۳ درصد انرژی جذب شده توسط منبع ذخیره و منعکس کننده و همچنین انرژی شعاعهای خارج شده از دستگاه برای سیستم ICS _۲ با زاویه های تابش مختلف
۲۳	۳-۳ درصد انرژی جذب شده توسط منبع ذخیره و منعکس کننده و همچنین انرژی شعاعهای خارج شده از دستگاه برای سیستم ICS _۳ با زاویه های تابش مختلف
۲۹	۴-۳ کل انرژی جذب شده بر حسب MJ/m ^۲ در طول روز توسط منبع و منعکس کننده و انرژی خارج شده از سیستمهای ICS
۴۴	۵-۳ کل انرژی جذب شده در طول روز توسط منبع آبگرم و منعکس کننده و همچنین انرژی خارج شده از دستگاه و درصد کل جذب انرژی خورشیدی برای چند سیستم ICS با منعکس کننده های مختلف
۵۶	۱-۴ کل انرژی جذب شده در طول روز توسط منبع آبگرم و درصد جذب انرژی خورشیدی سیستم ICS با منعکس کننده های بهینه به دست آمده در طول الگوریتم ژنتیک

چکیده

در این پایان نامه روشی برای شبیه سازی آبگرمکنهای خورشیدی کلکتور- منبع ذخیره یکپارچه توسط کامپیوتر با استفاده از الگوریتم پیمایش نور، ارائه شده است. در این روش انعکاسهای متوالی دسته ای از شعاعهای نور خورشید تابیده شده به سیستم و میزان انرژی منتقل شده در هر انعکاس محاسبه میشود. با در نظر داشتن اطلاعات جغرافیایی محل دستگاه و استفاده از فرمولهای مربوط به شدت نور و موقعیت خورشید در طول روز، میزان جذب انرژی توسط منبع آبگرم، منعکس کننده و شعاعهای خارج شده از سیستم در هر ساعت از روز به دست آمد. با انتگرالگیری از این نمودار میزان کل انرژی جذب شده توسط سیستم محاسبه شد که معیار مناسبی برای مقایسه عملکرد دستگاه های ICS مختلف است.

از این روش شبیه سازی برای آبگرمکنهای خورشیدی کلکتور- منبع ذخیره یکپارچه با منعکس کننده های پیچدار و سهمی مرکب با زاویه های دریافت مختلف استفاده شد. همچنین تاثیر ضریب انعکاس منعکس کننده بر روی عملکرد این سیستمها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج شبیه سازیها نشان میدهد که افزایش میزان جذب انرژی توسط منبع با ضریب انعکاس منعکس کننده رابطه مستقیم دارد. همچنین استفاده از تعدادی آینه شیشه ای تخت به جای ورقه فلزی در منحنی منعکس کننده با تقریب منحنی با ۵۰ تکه و ۱۰ تکه، شبیه سازی شد. بهبود قابل ملاحظه در عملکرد سیستم با استفاده از ۵۰ تکه آینه تخت به دست آمد. اما تقریب ساده ۱۰ تکه از منحنی با آینه های شیشه ای تخت مقداری از کارایی سیستم را کاهش میدهد ولی به علت ضریب انعکاس بالای آینه شیشه ای نسبت به منعکس کننده فلزی، کارایی سیستم تقریباً مانند حالت اولیه با منعکس کننده منحنی فلزی باقی میماند.

سپس با استفاده از الگوریتم ژنتیک، اندازه و ساختار قرار گرفتن ۱۰ تکه آینه تخت شیشه ای به منظور افزایش کل انرژی جذب شده در طول روز، بهینه سازی شد. شبیه سازی این ساختار طراحی شده توسط الگوریتم ژنتیک نشان میدهد که منبع آبگرم این سیستم ۷ درصد بیشتر از سایر سیستمهای بررسی شده با منعکس کننده فلزی، در طول روز انرژی جذب میکند. در ضمن استفاده از آینه های شیشه ای تخت دارای مزایایی از قبیل کم هزینه بودن ساخت، تولید انبوه و حمل و نقل ساده تر نسبت به سیستمهای با منعکس کننده های منحنی فلزی میباشد.

فصل ۱

مقدمه

خورشید حدود ۵ بیلیون سال است که به طور ثابت از خود انرژی ساطع میکند و اختر شناسان ادامه این امر را برای ۵ بیلیون سال دیگر نیز تخمین میزنند. اما تنها بخش کوچکی از تشعشع خورشید (۱ بخش از ۲ بیلیون) به زمین میرسد و زمین در بالای جو $10^{15} \times 174$ وات انرژی تشعشعی خورشید را دریافت میکند. هنگامی که تابش خورشید به جو برخورد میکند ۶ درصد تابش منعکس و ۱۶ درصد آن جذب لایه بالای جو میشود. پس از آن شرایط عادی آتmosphری (ابر، گرد و غبار، آلودگیها) ۲۰ درصد از تابش رد شده از جو را از طریق انعکاس و ۳ درصد آن را از طریق جذب کاهش میدهند. این شرایط آتmosphری نه تنها میزان انرژی رسیده به زمین را کاهش میدهند، بلکه حدود ۲۰ درصد از نور رسیده را پراکنده میسازند (Diffuse) و قسمتهایی از طیف فرکانسی آنرا فیلتر میکنند. بعد از گذشتن از جو تقریباً نیمی از انرژی تابش در طیف فرکانسی مرئی و نیم دیگر آن در طیف فرکانسی نامرئی مادون قرمز میباشد (بخش کوچکی از انرژی در طیف فرکانسی ماوراء بنفش است).

مشکلات بزرگی که در راه استفاده از این انرژی قرار می گیرند، به دو دسته تقسیم میشوند: الف- انرژی تشعشعی خورشید به صورت متناوب و دوره ای به سطح زمین میرسد. ب- برای جذب یک میزان قابل قبول از انرژی، به سطح وسیعی نیاز است. با توجه به این مشکلات، روشهای مختلفی برای استفاده از انرژی خورشیدی تا کنون مورد استفاده قرار گرفته است [۱].

از عمده ترین کاربردهای انرژی حرارتی خورشید در حال حاضر گرم کردن استخرهای شنا، گرم کردن آب برای مصارف خانگی، خشک کردن محصولات کشاورزی و گرم کردن فضای داخلی ساختمانها میباشد. کاربرد سیستم آب گرم خورشیدی در منازل مسکونی طی چند سال اخیر رواج زیادی یافته است. معمولاً از آبگرمکنهای خورشیدی برای گرم کردن یا پیش گرمایش آب استفاده میشود که به واسطه آن مصرف وسایل گاز سوز یا الکتریکی به منظور تولید آب گرم کاهش پیدا میکند. میتوان

سیستم‌های آبگرمکن خورشیدی را به دو دسته که دارای پمپ گردش سیال و سیستم کنترل (Active) و دسته ای که فاقد این سیستمها هستند (Passive) تقسیم کرد [۱].

سیستم‌های Active شامل سه دسته اصلی مستقیم (Direct)، غیر مستقیم (Indirect) و برگشتی (Drain Back) میباشند. آبگرمکنهای خورشیدی از یک کلکتور خورشیدی برای جذب انرژی خورشید و یک منبع برای ذخیره سازی آب گرم تشکیل شده اند. در سیستم‌های مستقیم، آب آشامیدنی به طور مستقیم داخل کلکتور گردش میکند. زمانی که دمای کلکتور بیشتر از تانک ذخیره است پمپ باعث گردش آب از داخل منبع ذخیره به کلکتور میشود. سیستم‌های مستقیم عموماً برای آب و هواهایی که منجر به یخ زدگی سیستم یا جاهایی که آب سنگین یا اسیدی دارند، توصیه نمیشوند. برای جاهایی که حفاظت سیستم در برابر یخ زدگی مهم میباشد، سیستم‌های پیشنهادی میتوانند به صورت غیر مستقیم (با مدار بسته) یا برگشتی باشند.

سیستم‌های غیر مستقیم در کلکتور از سیال پروپیلن گلیکول برای انتقال حرارت استفاده میکنند. دمای پایین انجماد پروپیلن گلیکول از یخ زدگی سیستم جلوگیری میکند و امکان استفاده از سیستم‌های خورشیدی در جاهایی که مدت زمان بیشتری را در شرایط زیر صفر درجه سانتیگراد به سر میبرند را فراهم میکند. سیستم‌های غیر مستقیم برای جلوگیری از جریان معکوس ترموسیفون (Thermo-Siphon) در شب به یک شیر یکطرفه احتیاج دارند.

سیستم‌های برگشتی از آب به عنوان سیال انتقال دهنده حرارت استفاده میکنند. برای جلوگیری از خطر یخ زدگی هنگامی که دمای کلکتور کمتر از دمای تانک میشود پمپ خاموش میشود و آب داخل سیستم به منبع ذخیره برگشت میکند. سپس فضای داخل کلکتور توسط هوا پر میشود و از یخ زدگی سیستم را محافظت میکند. برای هر دو سیستم غیر مستقیم و برگشتی، چرخه سیالی که انرژی خورشید را جذب میکند به طور بسته با آبی که در تانک ذخیره وجود دارد تبادل حرارت میکند. بدین ترتیب، سیستمها از آب آشامیدنی که مورد مصرف خانگی قرار میگیرد، جدا میشوند.

سیستم‌های Passive به دو دسته ترموسیفون (Thermo-Siphon) و کلکتور-منبع ذخیره یکپارچه (Integral Collector Storage) ICS تقسیم میشوند. سیستم ترموسیفون از خاصیت بالا رفتن آب در زمانی که گرم میشود (کاهش چگالی)، استفاده میکند. در این سیستم یک تانک ذخیره در ارتفاعی بالاتر از کلکتور نصب میشود. هنگامیکه آب حرارت می بیند، سبکتر میشود و به طور طبیعی به طرف بالاترین نقطه داخل منبع ذخیره جریان می یابد. آب سردتر از پایین منبع از طریق لوله ها به طرف پایین ترین نقطه کلکتور جریان پیدا میکند و یک گردش طبیعی در سیستم بوجود می آید. به محضی که دمای داخل کلکتور از دمای تانک ذخیره کمتر شود گردش در سیستم متوقف میشود. این امر از انتقال حرارت سیستم به محیط در شب زمانی که دمای کلکتور کمتر از منبع ذخیره است، جلوگیری میکند. سیستم‌های ترموسیفون همچنین می توانند برای مسیرهای بسته طراحی شوند به نحوی که انتقال حرارت از طریق سیال خاصی انجام شود. کاربرد این سیستمها در جاهایی است که خطر یخ زدگی وجود دارد.

سیستمهای کلکتور- منبع ذخیره یکپارچه (ICS) ساده ترین آبگرمکنهای خورشیدی میباشند. در این سیستمها تانک ذخیره و کلکتور دو قسمت جدا از هم نیستند و یکی هستند. آب سرد به طور مستقیم به کلکتور متصل است و توسط خورشید گرم میشود. بر خلاف سیستمهای دیگر، تا زمانیکه مصرفی وجود نداشته نباشد آب گرم داخل کلکتور باقی میماند سپس به طور مستقیم از کلکتور مورد مصرف قرار میگیرد. سیستمهای ICS به منبعهای ذخیره بزرگتری (برای بالا بردن قابلیت جذب) نسبت به سیستمهای معمولی نیاز دارند، همین امر نیز از سیستم در برابر یخ زدگی محافظت میکند.

اصلاحات زیادی بر روی قسمت‌های مختلف سیستمهای ICS انجام گرفته است تا بتوان حداکثر میزان جذب انرژی تشعشعی و کمترین افت حرارتی را به طور همزمان برای سیستم اکتساب نمود [۲]. از جمله مسائلی که توسط محققان برای جلوگیری از افت حرارتی سیستم مورد بررسی قرار گرفته است میتوان به استفاده از روکش دهانه ورودی سیستم (Glazing)، عایقکاری قسمت‌های مختلف سیستم از جمله منبع، ایجاد خلأ در فضای بین منبع و روکش ورودی سیستم اشاره کرد. همچنین با استفاده از صفحه های جدا کننده (Baffle) در منبع، طبقه بندی حرارتی آب داخل آن و در نتیجه دمای آب خروجی را افزایش داده اند. همچنین تحقیقات گسترده ای بر روی شکل، جهت و محل منبع و منعکس کننده انجام شده است. به عنوان مثال، جهت قرار گرفتن سیستمهای ICS در راستای شمالی- جنوبی یا شرقی- غربی و اثر آن بر نحوه عملکرد دستگاه در [۳] و عملکرد سیستم با استفاده از دو منبع ذخیره در [۴] بررسی شده اند. شکلهای مختلفی برای منعکس کننده سیستمهای ICS بررسی شده اند مانند سهمی مرکب (Compound Parabolic Concentrator) CPC [۵ و ۶]، منحنی پیچشی (Involute) [۸] و منعکس کننده های متقارن و نامتقارن [۹ و ۴]. مرور کاملتری بر سیستم ICS و تحقیقات انجام شده بر روی آن در فصل بعدی ارائه شده است.

تا کنون کارهای انجام شده بر روی سیستمهای ICS به صورت ساخت سیستمهای پیشنهادی و آزمایش آنها در محیط واقعی بوده است. اما این کار پر هزینه است و آزمایش کامل سیستم در طول مدت سال به زمان زیادی احتیاج دارد. همچنین ساخت منعکس کننده به شکل منحنیهای پیشنهادی، مستلزم دقت زیادی است و هزینه بالایی در بر دارد. به همین دلیل در این پایان نامه روشی برای شبیه سازی کامپیوتری سیستمهای ICS مبتنی بر روش پیمایش نور (Ray Tracing) پیشنهاد شده است.

در فصل سوم ابتدا به ارائه روش پیشنهادی پرداخته شده است و سپس شبیه سازی کامپیوتری چند نمونه از سیستمهای ICS با منعکس کننده های پیچدار و سهمی مرکب با زاویه های دریافت مختلف انجام میگیرد. در سیستمهای ICS بررسی شده در تحقیقات گذشته برای منعکس کننده از ورقه های فلزی قابل شکل دادن به صورت منحنیهای مختلف، استفاده میشده است. اما این ورقه های فلزی در مقایسه با آینه شیشه ای، ضریب انعکاس پایینتری دارند که باعث کاهش انرژی منعکس شده به سوی منبع و در نتیجه کاهش کارایی سیستم میشود. به این دلیل ایده استفاده از آینه شیشه ای منحنی به عنوان منعکس کننده در سیستمهای ICS در این پایان نامه ارائه میشود. اما ساخت منحنیهای شیشه بسیار پرهزینه تر از ساخت منحنی های فلزی است. برای حل این مشکل میتوان منحنی منعکس کننده را با استفاده از تعدادی پاره خط تقریب زد. به همین منظور سیستمهایی با استفاده از تعداد مختلفی از

آینه های تخت در فصل ۳ شبیه سازی شده اند. استفاده از آینه های شیشه ای تخت دارای مزایایی از قبیل کم هزینه بودن ساخت، تولید انبوه و حمل و نقل ساده تر نسبت به سیستمهای با منعکس کننده های منحنی فلزی میباشد. نتایج این شبیه سازیها به صورت نمودارها و جدولهای مختلفی نشان داده شده که در انتهای فصل ۳ مقایسه و نتیجه گیری میشوند.

در فصل چهارم از الگوریتم ژنتیک برای بهینه سازی اندازه و ساختار قرار گرفتن ۱۰ تکه آینه تخت شیشه ای منعکس کننده سیستم ICS، استفاده شده است. در این پایان نامه، کل انرژی جذب شده توسط منبع آبگرم در طول روز به عنوان معیار بهینه سازی سیستمهای ICS توسط الگوریتم ژنتیک انتخاب شده است که توسط روش شبیه سازی فصل ۳ محاسبه میشود. نمودار و جدولهای مربوط به نحوه عملکرد سیستمهای تولید شده توسط الگوریتم ژنتیک در انتهای فصل ۴ مورد بررسی قرار گرفته اند. در فصل پنجم از کارهای انجام شده در طول این پایان نامه نتیجه گیری میشود و پیشنهاداتی برای ادامه کارهای تحقیقاتی بر روی سیستمهای ICS ارائه میشود.

فصل ۲

سیستم‌های آبگرمکن خورشیدی کلکتور - منبع ذخیره یکپارچه

۱-۲ تاریخچه سیستم‌های ICS

اخیراً در [۲] تاریخچه کاملی از سیر تکاملی سیستم‌های ICS منتشر شده است که خلاصه ای از آن در این بخش ذکر میشود. اولین سیستم‌های آبگرمکن خورشیدی ICS (Integrated Collector-Storage کلکتور- منبع ذخیره یکپارچه)، تانکهایی از آب بودند که در معرض نور خورشید به منظور گرم شدن آب قرار میگرفتند. این عمل در برخی از مزارع و دامداریهای جنوب غربی کشور آمریکا در قرن ۱۹ میلادی انجام میگرفت. اولین آبگرمکن خورشیدی یک نوع ICS بود که دارای امتیاز انحصاری در سال ۱۸۹۱ بود. این آبگرمکن میتواند از ماه آوریل تا اکتبر در ایالت مریلند در آمریکای شرقی مورد استفاده قرار گیرد، و در روزهای آفتابی آبی با دمای بالاتر از ۳۸ درجه سانتیگراد را تولید کند. این سیستم شامل چهار منبع استوانه ای ساده با وزن زیاد، ساخته شده از آهن گالوانیزه به رنگ سیاه بود که در یک محفظه چوبی عایق شده توسط ورقهایی از پشم و نمد قرار میگرفت و یک شیشه به عنوان روکش دهانه ورودی بر روی کل سیستم نصب میشد. تا سال ۱۹۱۱ دوازده طرح از ICS در کشور آمریکا ثبت اختراع شد. اما تعداد کمی از طرحها از نظر تجاری موفق بودند. طراحان اولیه در زمان قدیم سیستم ICS را به طور سیستماتیک مورد مطالعه قرار ندادند. در سال ۱۹۳۶ اولین مطالعه با جزییات را در مورد سیستم‌های ICS با حفاظ و بدون حفاظ، شامل یک یا چند منبع در دانشگاه " Agricultural Experimental Station" انجام شد. به هر حال کشف گاز طبیعی و میدانهای نفتی به همراه هم همچنین ترویج و کمکهای مالی مناسب بر روی این منابع انرژی، تحقیقات جدی در زمینه سیستم‌های ICS را در کشور آمریکا از رونق انداخت و تحقیقات تا سال ۱۹۷۰ متوقف ماندند.