******

***دانشگاه آزاد اسلامی***

***واحد تهران جنوب***

***دانشکده تحصیلات تکمیلی***

***پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد* “M.Sc”**

***مهندسي مکانیک – تبدیل انرژی***

***عنوان :***

***بررسی تئوری و تجربی عملکرد یک آب‌گرم‌کن خورشیدی با کلکتور لوله خلاء***

***(تحت حمایت شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور)***

***استاد راهنما :***

***استاد مشاور :***

***نگارش:***

***فهرست مطالب***

|  |  |
| --- | --- |
| ***عنوان مطالب*** | ***شماره صفحه*** |

|  |  |
| --- | --- |
| *چكيده* | *1* |
| *مقدمه* | *2* |
| ***فصل اول : كليات*** | ***3*** |
| ***فصل دوم : آشنایی با انواع کلکتور خورشیدی و استانداردهای تست کلکتورهای خورشیدی*** | ***8*** |
| * *2-1- مقدمه* | *9* |
| * *2-2- انواع کلکتورها* | *10* |
| * *2-2-1- کلکتورهای صفحه تخت* | *10* |
| * *2-2-2- کلکتورهای ترکیبی سهموی ثابت* | *12* |
| * *2-2-3- کلکتور لوله خلاء* | *13* |
| * *2-2-4- کلکتورهای دنبال‌کننده خورشیدی* | *17* |
| * *2-3- استانداردهای تست کلکتورهای خورشیدی* | *19* |
| * *2-3-1- استاندارد* ASHRAE 93 | *19* |
| * *2-3-1-1- تست ثابت زمانی- τ* | *19* |
| * *2-3-1-2- تست بازده حرارتی -* ηg | *19* |
| * *2-3-1-3- تست اصلاح‌کننده زاویه تابش -* Kθb(θ) | *20* |
| * *2-3-1-4- توزیع دمای ورودی به کلکتور برای تست بازده حرارتی* | *21* |
| * *2-3-1-5- مدت زمان انجام تست* | *21* |
| * *2-3-2- استاندارد* ISO 9806-1 *و* EN 12975-2 | *21* |
| * *2-3-2-1- تست ثابت زمانی- τ* | *21* |
| * *2-3-2-2- تست بازده حرارتی* | *22* |
| * *2-3-2-3- تست اصلاح‌کننده زاویه تابش -* Kθb(θ) | *23* |
| * *2-3-2-4- توزیع دمای ورودی به کلکتور برای تست بازده حرارتی* | *23* |
| * *2-3-3- روش تست شبه‌دینامیکی استاندارد* EN12975-2 | *23* |
| * *2-4- مقایسه استانداردها* | *24* |
| * *2-4-1- مقایسه سه استاندارد* 9806-1ISO*،* EN 12975-2 *و* ASHRAE 93 | *26* |
| * *2-4-2- مقایسه دو استاندارد* ISO 9806-1 *و* EN 12975-2 | *29* |
| ***فصل سوم : آشنایی با انواع سیستم‌های تست کلکتورهای خورشیدی و استانداردهای تست آن‌ها*** | ***35*** |
| *3-1- کارایی کلکتورهای خورشیدی* | *36* |
| *3-2- کارایی حرارتی کلکتور* | *37* |
| *3-3- روش تست دینامیکی* | *41* |
| ***فصل چهارم : روابط حاکم بر کلکتور‌های لوله خلاء و حل نمونه عددی*** | ***43*** |
| *4-1- مقدمه* | *44* |
| *4-2- محاسبه کارایی حرارتی کلکتور* | *44* |
| *4-3- توزیع دما در مسیر سیال* | *48* |
| *4-4- ضریب دفع گرمای کلکتور و ضریب جریان* | *49* |
| *4-5- بازده کلکتور* | *51* |
| *4-6- مشخصات تجهیزات مورد استفاده* | *51* |
| *4-7- حل نمونه عددی* | *55* |
| ***فصل پنجم : آزمایش، نتایج و ترسیم نمودارهای مربوطه*** | ***60*** |
| * *5-1- مقدمه* | *61* |
| * *5-2- روش انجام آزمایش* | *61* |
| * *5-3- نتایج* | *62* |
| * *5-4- نمودارها و تحلیل* | *67* |
| * *5-4-1- داده‌های هواشناسی* | *67* |
| * *5-4-2- تغییرات دمای خروجی از کلکتور بر حسب تغییرات دبی* | *69* |
| * *5-4-3- نمودارهای بازده مدل تئوری و آزمایش تجربی* | *74* |
| * *5-4-4- نمودارهای حرارت دریافتی مدل تئوری و آزمایش تجربی* | *78* |
| * *5-4-5- نمودارهای افت دما در مسیر آب ورودی* | *85* |
| * *5-5- نتیجه گیری کلی* | *86* |
| * *5-6- پیشنهادات برای ادامه تحقیق* | *87* |
| ***منابع و ماخذ*** | ***88*** |
| *فهرست منابع فارسي* | *88* |
| *فهرست منابع لاتين* | *89* |
| *چكيده انگليسي* | *91* |
| *اصالت نامه* | *92* |

***فهرست جدول‌ها***

|  |  |
| --- | --- |
| ***عنوان*** | ***شماره صفحه*** |

|  |  |
| --- | --- |
| *2-1- مشخصات انواع کلکتورهای متداول* | *9* |
| *2-2- شرایط تست شبه‌دینامیکی* | *23* |
| *2-3- دمای متوسط سیال و شرایط آب و هوایی برای هر نوع روز* | *24* |
| *2-4- بیشترین دمای خروجی بر اساس نوع کلکتور* | *24* |
| *2-5- مقایسه حدود مجاز پارامتر‌های مختلف جهت دست‌یابی به شرایط یکنواخت در سه استاندارد* | *24* |
| *2-6- شرایط آب و هوایی لازم در سه استاندارد* | *25* |
| *2-7- شرایط زمانی بازه داده و پیش بازه داده برای تست در حالت کلکتور ساکن* | *25* |
| *2-8- تشابه پارامتر‌های تست کلکتور خورشیدی در* ISO 9806-1،  EN 12975-2، ASHRAE 93 | *26* |
| *2-9 تفاوت‌ پارامتر‌های تست کلکتور خورشیدی در* ISO 9806-1،  EN 12975-2، ASHRAE 93 | *27* |
| *2-10- جدول تشابه پارامترهای تست کلکتور خورشیدی در دو استاندارد*  ISO 9806-1 *و* EN 12975-2 | *29* |
| *2-11- جدول تفاوت پارامترهای تست کلکتور خورشیدی در دو استاندارد*  ISO 9806-1 *و* EN 12975-2 | *33* |
| *4-1 - مشخصات فیزیکی کلکتور لوله حرارتی مورد آزمایش، ساخت شرکت* sunrain | *54* |
| *4-2 - پارامترهای موثر جهت حل یک نمونه عددی* | *56* |
| *5-1 - مقایسه نتایج تئوری و تجربی برای کلکتور با 19 لوله حرارتی*  *و دبی 100 لیتر بر ساعت* | *63* |
| *5-2 - مقایسه نتایج تئوری و تجربی برای کلکتور با 19 لوله حرارتی*  *و دبی 150 لیتر بر ساعت* | *63* |
| *5-3 - مقایسه نتایج تئوری و تجربی برای کلکتور با 19 لوله حرارتی*  *و دبی 200 لیتر بر ساعت* | *64* |
| *5-4 - مقایسه نتایج تئوری و تجربی برای کلکتور با 4 لوله حرارتی*  *و دبی 50 لیتر بر ساعت* | *64* |
| *5-5 - مقایسه نتایج تئوری و تجربی برای کلکتور با 4 لوله حرارتی*  *و دبی 37.5 لیتر بر ساعت* | *65* |
| *5-6 - مقایسه نتایج تئوری و تجربی برای کلکتور با 4 لوله حرارتی*  *و دبی 25 لیتر بر ساعت* | *65* |
| *5-7 - داده‌های ضریب جریان کلکتور بر حسب نرخ ظرفیت بدون بعد کلکتور* | *66* |

***فهرست شكل‌ها***

|  |  |
| --- | --- |
| ***عنوان*** | ***شماره صفحه*** |

|  |  |
| --- | --- |
| *2-1- شکل شماتیک بخش‌های مختلف یک کلکتور صفحه تخت* | *11* |
| *2-2 - صفحه جاذب یکپارچه* | *11* |
| *2-3 - صفحه جاذب با پره‌های جداگانه* | *11* |
| *2-4 - شماتیک انواع کلکتور‌های سهموی* | *12* |
| *2-5 - کلکتور سهموی تکی* | *13* |
| *2-6 - کلکتور سهموی یکپارچه* | *13* |
| *2-7 - کلکتور نوع لوله خلا* | *14* |
| *2-8 - نمونه یک لوله حرارتی* | *14* |
| *2-9 - شکل شماتیک یک لوله حرارتی* | *15* |
| *2-10 - نمای برش خورده از یک کلکتور لوله خلا جهت نمایش عملکرد آن* | *15* |
| *2-11 - نمونه لوله از یک کلکتور لوله خلاء‌تر (*Dewar Type*)* | *16* |
| *2-12 - نمونه لوله از یک کلکتور با لوله حرارتی* U-type | *16* |
| *2-13 - شماتیک دو نوع از کلکتورهای ترکیبی به همراه بازتاب‌کننده تخت (a) و سهموی (b)* | *17* |
| *2-14 - شماتیک دو نوع از کلکتورهای ترکیبی سهموی یکپارچه* | *17* |
| *2-15 - نمونه‌ای کلکتور‌های دنبال کننده خورشیدی* | *18* |
| *3-1 - مدار آزمون بسته استاندارد‌های* ISO *و* EN | *38* |
| *3-2 - مدار آزمون باز استاندارد‌های* ISO *و* EN | *38* |
| *3-3 - مدار آزمون بسته استاندارد* ASHRAE | *39* |
| *3-4 - مدار آزمون باز استاندارد* ASHRAE | *39* |
| *3-5 - مدار آزمون باز استاندارد* ASHRAE *با حرکت دائمی سیال* | *40* |
| *3-6 - نمودار مقایسه‌ای بازده دو کلکتور لوله خلاء و صفحه تخت* | *41* |
| *4-1 - مدار مقاومت حرارتی جهت مدل تئوری کلکتور لوله خلاء با لوله حرارتی* | *45* |
| *4-2 - شکل شماتیک یک کلکتور لوله خلاء* | *46* |
| *4-3 - موازنه حرارتی روی سیال جریان یافته در یک لوله* | *49* |
| *4-4 - نمونه‌ای از نمودار تغییرات ضریب جریان کلکتور* | *50* |
| *4-5 - تجهیزات مورد استفاده در آزمایش تجربی* | *53* |
| *4-6 - یکی از لوله‌های حرارتی کلکتور مورد آزمایش به همراه تصویر بزرگ شده بخش کندانسور و اواپراتور* | *55* |
| *4-7 - تصویر مجموعه تجهیزات تست کلکتور خورشیدی* | *55* |
| *5-1 - دیاگرام شماتیک مدار مورد استفاده جهت تست کلکتور خورشیدی* | *61* |
| *5-2 - ضریب جریان کلکتور بر حسب نرخ ظرفیت بدون بعد کلکتور*  *با استفاده از نتایج آزمایش* | *66* |
| *5-3 – داده‌های هواشناسی روز 8 آگوست 2011* | *67* |
| *5-4 - دمای هوا و میزان تشعشع در روز 8 آگوست 2011 برای نقاط داده* | *68* |
| *5-5 – داده‌های هواشناسی روز 15 آگوست 2011* | *68* |
| *5-6 - دمای هوا و میزان تشعشع در روز 15 آگوست 2011 برای نقاط داده* | *68* |
| *5-7 - اختلاف دمای ورودی و خروجی در حالت‌های تئوری و تجربی*  *در طول زمان با دبی آب 200 لیتر بر ساعت* | *69* |
| *5-8 - اختلاف دمای ورودی و خروجی در حالت‌های تئوری و تجربی*  *در طول زمان با دبی آب 150 لیتر بر ساعت* | *70* |
| *5-9 - اختلاف دمای ورودی و خروجی در حالت‌های تئوری و تجربی*  *در طول زمان با دبی آب 100 لیتر بر ساعت* | *70* |
| *5-10 - اختلاف دمای ورودی و خروجی در حالت‌های تئوری و تجربی*  *در طول زمان با دبی آب 50 لیتر بر ساعت* | *71* |
| *5-11 - اختلاف دمای ورودی و خروجی در حالت‌های تئوری و تجربی*  *در طول زمان با دبی آب 37.5 لیتر بر ساعت* | *71* |
| *5-12 - اختلاف دمای ورودی و خروجی در حالت‌های تئوری و تجربی*  *در طول زمان با دبی آب 25 لیتر بر ساعت* | *72* |
| *5-13 - مقایسه دمای خروجی‌ اندازه‌گیری شده و مورد انتظار برای کلکتور*  *با 4 و 19 لوله حرارتی و دبی‌های مختلف* | *73* |
| *5-14 - اختلاف دمای خروجی تجربی و دمای ورودی در دبی‌های مختلف*  *برای کلکتور با 19 لوله حرارتی* | *73* |
| *5-15 - اختلاف دمای خروجی تجربی و دمای ورودی در دبی‌های مختلف*  *برای کلکتور با 4 لوله حرارتی* | *74* |
| *5-16 - بازده مدل تئوری و تجربی با دبی آب گذرنده 200 لیتر بر ساعت*  *و 19 لوله حرارتی برای کلکتور* | *75* |
| *5-17 - بازده مدل تئوری و تجربی با دبی آب گذرنده 150 لیتر بر ساعت*  *و 19 لوله حرارتی برای کلکتور* | *75* |
| *5-18 - بازده مدل تئوری و تجربی با دبی آب گذرنده 100 لیتر بر ساعت*  *و 19 لوله حرارتی برای کلکتور* | *76* |
| *5-19 - مقایسه بازده مدل تئوری و تجربی با دبی‌های آب گذرنده متفاوت*  *و 19 لوله حرارتی برای کلکتور* | *76* |
| *5-20 - بازده مدل تئوری و تجربی با دبی آب گذرنده 50 لیتر بر ساعت*  *و 4 لوله حرارتی برای کلکتور* | *77* |
| *5-21 - بازده مدل تئوری و تجربی با دبی آب گذرنده 37.5 لیتر بر ساعت*  *و 4 لوله حرارتی برای کلکتور* | *77* |
| *5-22 - بازده مدل تئوری و تجربی با دبی آب گذرنده 25 لیتر بر ساعت*  *و 4 لوله حرارتی برای کلکتور* | *77* |
| *5-23 - مقایسه بازده مدل تئوری و تجربی با دبی‌های آب گذرنده متفاوت*  *و 4 لوله حرارتی برای کلکتور* | *78* |
| *5-24 - حرارت دریافتی در مدل تئوری و تجربی با دبی آب گذرنده*  *200 لیتر بر ساعت و 19 لوله حرارتی برای کلکتور* | *79* |
| *5-25 - حرارت دریافتی در مدل تئوری و تجربی با دبی آب گذرنده*  *150 لیتر بر ساعت و 19 لوله حرارتی برای کلکتور* | *79* |
| *5-26 - حرارت دریافتی در مدل تئوری و تجربی با دبی آب گذرنده*  *100 لیتر بر ساعت و 19 لوله حرارتی برای کلکتور* | *80* |
| *5-27 - مقایسه حرارت دریافتی در مدل تئوری و تجربی با دبی‌های آب گذرنده مختلف و 19 لوله حرارتی برای کلکتور* | *80* |
| *5-28 - حرارت دریافتی در مدل تئوری و تجربی با دبی آب گذرنده*  *50 لیتر بر ساعت و 4 لوله حرارتی برای کلکتور* | *81* |
| *5-29 - حرارت دریافتی در مدل تئوری و تجربی با دبی آب گذرنده*  *37.5 لیتر بر ساعت و 4 لوله حرارتی برای کلکتور* | *81* |
| *5-30 - حرارت دریافتی در مدل تئوری و تجربی با دبی آب گذرنده*  *25 لیتر بر ساعت و 4 لوله حرارتی برای کلکتور* | *81* |
| *5-31 - مقایسه حرارت دریافتی در مدل تئوری و تجربی با دبی‌های آب گذرنده مختلف و 4 لوله حرارتی برای کلکتور* | *82* |
| *5-32 - مقایسه حرارت‌ اندازه‌گیری شده و مورد انتظار برای کلکتور*  *با دبی 200 لیتر بر ساعت و 19 لوله حرارتی* | *82* |
| *5-33 - مقایسه حرارت‌ اندازه‌گیری شده و مورد انتظار برای کلکتور*  *با دبی 150 لیتر بر ساعت و 19 لوله حرارتی* | *83* |
| *5-34 - مقایسه حرارت‌ اندازه‌گیری شده و مورد انتظار برای کلکتور*  *با دبی 100 لیتر بر ساعت و 19 لوله حرارتی* | *83* |
| *5-35 - مقایسه حرارت‌ اندازه‌گیری شده و مورد انتظار برای کلکتور*  *با دبی 50 لیتر بر ساعت و 4 لوله حرارتی* | *84* |
| *5-36 - مقایسه حرارت‌ اندازه‌گیری شده و مورد انتظار برای کلکتور*  *با دبی 37.5 لیتر بر ساعت و 4 لوله حرارتی* | *84* |
| *5-37 - مقایسه حرارت‌ اندازه‌گیری شده و مورد انتظار برای کلکتور*  *با دبی 25 لیتر بر ساعت و 4 لوله حرارتی* | *84* |
| *5-38 - افت دمای مسیر مخزن تا ورودی کلکتور برای کلکتور با 19 لوله حرارتی و دبی‌های مختلف* | *85* |
| *5-39 - افت دمای مسیر مخزن تا ورودی کلکتور برای کلکتور با 4 لوله حرارتی*  *و دبی‌های مختلف* | *86* |
|  |  |

***فهرست علائم و نشانه‌ها***

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

|  |  |
| --- | --- |
| *مساحت کلکتور (m2)* | *Ar* |
| *ظرفیت گرمایی ویژه (J/kg.K)* | *Cp* |
| *قطر (m)* | *D* |
| *ضریب بازده کلکتور* | *F’* |
| *ضریب جریان کلکتور* | *F”* |
| *ضریب دفع حرارت کلکتور* | *FR* |
| *تشعشع (W/m2C)* | *G* |
| *ضریب انتقال حرارت (W/m2.K)* | *h* |
| *شدت تشعشع خورشید (W/m2)* | *I* |
| *ضریب رسانایی حرارتی (W/m.K)* | *k* |
| *دبی جرمی – نرخ انتقال جرم (kg/s)* |  |
| *دبی حرارتی - نرخ انتقال حرارت (W)* |  |
| *مقاومت حرارتی (W/K)* | *R* |
| *ضخامت دیواره (m)* | *t* |
| *دما (°C)* | *T* |
| *اختلاف دماي كاهش يافته (m2K/W)* | *T\** |
| *ضریب اتلاف انتقال حرارت کلکتور (W/m2C)* | *UL* |
| *ضریب انتشار* | *ε* |
| *بازده* | *η* |
| *ویسکوزیته دینامیکی (N.s/m2)* | *𝜇* |
| *چگالی (kg/m3)* | *ρ* |
| *ضریب جذب عبور* | *τα* |
| ***پانویس‌ها*** |  |
| *هوای محیط، دهانه* | *a* |
| *کندانسور* | *cond* |
| *اواپراتور* | *evap* |
| *سیال عامل* | *f* |
| *گاز، ناخالص* | *g* |
| *لوله حرارتی* | *hp* |
| *ورودی، درونی* | *i* |
| *مایع* | *l* |
| *مانیفولد* | *ma* |
| *نرمال، عمودی* | *n* |
| *خروجی، بیرونی* | *o* |
| *صفحه* | *p* |
| *تشعشع* | *rad* |
| *کلی - مجموع* | *t* |
| *مفید* | *u* |
| *بخار* | *v* |
| *دیواره* | *w* |

***چکيده:***

*کشور ايران در بين مدارهاي 25 تا 40 درجه عرض شمالي قرار گرفته است و در منطقه‌اي واقع شده كه به لحاظ دريافت انرژي خورشيدي در بين نقاط جهان در بالاترين رده‌ها قرار دارد. ميزان تابش خورشيدي در ايران بين 1800 تا 2200 كيلووات ساعت بر مترمربع در سال تخمين زده شده است كه البته بالاتر از ميزان متوسط جهاني است. در ايران به‌طور متوسط ساليانه بيش از 280 روزآفتابي گزارش شده است كه بسيار قابل توجه است. از این انرژی می‌توان به طرق مختلف، مثل تولید برق، گرمایش و سرمایش، تولید آب شیرین، تامین آب گرم و ... استفاده نمود. یکی از عمومی‌ترین روش‌های استفاده از انرژی خورشیدی گرمایش آب جهت مصرف در ساختمان یا صنعت است. مهم‌ترین بخش یک سیستم آب‌گرم‌کن خورشیدی کلکتور خورشیدی نام دارد که دارای انواع مختلف است. یکی از این انواع کلکتور که دارای بازده و دمای خروجی بالای آب است کلکتور لوله خلا است.*

*در این تحقیق کلکتور لوله خلاء از نظر ساختمان، بازده و سایر پارامترهای انتقال حرارت به‌صورت تئوری بررسی شده و نتایج مورد نظر برای حصول حداکثر بازده و بازده بهینه به‌دست آمده است. پس از آن با استفاده از یک سیستم آب‌گرم‌کن خورشیدی و استفاده از یک کلکتور لوله خلاء به عنوان جاذب انرژی خورشیدی، داده‌های مورد نیاز به‌طور تجربی استخراج شده‌اند. پس از این مرحله، نتایج تئوری و عملی با یکدیگر مقایسه شده‌اند. با مقایسه نتایج و به‌دست آمدن نتیجه قطعی می‌توان نمودار‌های مفیدی پیرامون بازده کلکتور بر اساس سایر پارامتر‌های رسم نمود. این نمودار‌ها علاوه بر استفاده در صنعت ساخت تجهیزات خورشیدی، می‌تواند به عنوان راهنما جهت تست سایر کلکتور‌های مشابه مورد استفاده قرار گیرد.*

***مقدمه:***

اکتشافات، تحقیقات و اختراعات و بهره گیری از انرژی‌های مختلف از اساسی‌ترین و مهمترین گام‌هایی است که انسان‌ها در طول تاریخ در راه پیشرفت خود برداشته‌اند. رشد علم و صنعت و تکنولوژی در جهان امروز، روش‌های استفاده از اشکال ساده انرژی را که در دوران قبل از انقلاب صنعتی معمول بود، دگرگون کرده و شناخت منابع انرژی‌های جدید، تحولی عظیم در توسعه صنعتی و تکامل اجتماعی بشر به وجود آورده است.

خورشید عامل و منشأ انرژی‌های گوناگونی است که در طبیعت موجود است از جمله سوخت‌های فسیلی که در اعماق زمین ذخیره شده‌اند، انرژی باد و آب، رشد و نمو گیاهان که حیوانات و انسان برای رشد از آن‌ها استفاده می‌کنند، همه مواد آلی که قابل تبدیل به انرژی حرارتی و مکانیکی هستند، امواج دریاها و اقیانوس‌ها، قدرت جذر و مد که بر اساس جاذبه و حرکت زمین به دور خورشید و ماه حاصل می‌شود، همگی نمادهایی از خورشید هستند.

با مطالعه در تاریخ زندگی انسان‌ها در می‌یابیم که انرژی قابل استفاده برای انسان نخستین، تنها قدرت بدنی او بود. مدت‌ها گذشت تا انسان توانست با رام کردن حیوانات یا به خدمت گرفتن نیروی سایر انسان‌ها و هم‌چنین سوزاندن درختان، احتیاجات اولیه خود به انرژی را مرتفع سازد. بالاخره انسان با دست‌یابی به منابع سوخت‌های فسیلی، مثل ذغال سنگ و نفت و گاز، قدرت خویش را به‌طور بی‌سابقه‌ای افزایش داد.

امروزه با مصرف روزافزون سوخت‌های فسیلی و نیاز بیشتر بشر به مصرف انرژی، دست‌یابی به منابع جدید انرژی و بهره‌برداری از آن‌ها یکی از اولویت‌های کشورهای در حال توسعه می‌باشد. استفاده از انرژی خورشیدی نیز به عنوان یکی از انرژی‌های پاک، ارزان و پایان ناپذیر می‌تواند یکی از این منابع جدید انرژی باشد. با پیشرفت تکنولوژی و فن آوری روز دنیا در همه زمینه بهره برداری از انرژی خورشید نیز روز به روز آسان‌تر شده و اهمیت بیشتری می‌یابد. در این تحقیق یکی از انواع استفاده از انرژی خورشیدی یعنی استفاده از انرژی خورشیدی و تبدیل آن به حرارت مورد نظر بوده است.

**فصل اول**

**کلیات**

**مقدمه و تاریخچه**

اکتشافات، تحقیقات و اختراعات و بهره‌گیری از انرژی‌های مختلف از اساسی‌ترین و مهمترین گام‌هایی است که انسان‌ها در طول تاریخ در راه پیشرفت خود برداشته‌اند. رشد علم و صنعت و تکنولوژی در جهان امروز، روش‌های استفاده از اشکال ساده انرژی را که در دوران قبل از انقلاب صنعتی معمول بود، دگرگون کرده و شناخت منابع انرژی‌های جدید، تحولی عظیم در توسعه صنعتی و تکامل اجتماعی بشر به وجود آورده است.

خورشید عامل و منشأ انرژی‌های گوناگونی است که در طبیعت موجود است از جمله سوخت‌های فسیلی که در اعماق زمین ذخیره شده‌اند، انرژی باد و آب، رشد و نمو گیاهان که حیوانات و انسان برای رشد از آن‌ها استفاده می‌کنند، همه مواد آلی که قابل تبدیل به انرژی حرارتی و مکانیکی هستند، امواج دریاها و اقیانوس‌ها، قدرت جذر و مد که بر اساس جاذبه و حرکت زمین به دور خورشید و ماه حاصل می‌شود، همگی نمادهایی از خورشید هستند.

با مطالعه در تاریخ زندگی انسان‌ها در می‌یابیم که انرژی قابل استفاده برای انسان نخستین، تنها قدرت بدنی او بود. مدت‌ها گذشت تا انسان توانست با رام کردن حیوانات یا به خدمت گرفتن نیروی سایر انسان‌ها و هم‌چنین سوزاندن درختان، احتیاجات اولیه خود به انرژی را مرتفع سازد. بالاخره انسان با دست‌یابی به منابع سوخت‌های فسیلی، مثل ذغال سنگ و نفت و گاز، قدرت خویش را به‌طور بی‌سابقه‌ای افزایش داد.

وابستگی شدید جوامع صنعتی به منابع انرژی بخصوص سوخت‌های نفتی و بکار گیری و مصرف بی‌رویه آن‌ها منابع عظیمی را که طی قرون متمادی در لایه‌های زیرین زمین تشکیل شده بود، تخلیه می‌نماید. [1]

با توجه به این‌که منابع زیر زمینی انرژی با سرعت فوق العاده‌ای مصرف می‌شوند و در آینده‌ای نه چندان دور چیزی از آن‌ها باقی نمی‌ماند نسل فعلی وظیفه دارد به آن دسته از منابع انرژی که دارای عمر و توان زیاد است روی آورد و دانش خود را برای بهره‌برداری از آن‌ها گسترش دهد. بدون تردید مصرف مداوم هر یک از سوخت‌های فسیلی یا هسته‌ای با آهنگ رشد یابنده در درازمدت مخاطرات زیست محیطی مشهود و هزینه‌های اقتصادی و اجتماعی فزاینده‌ای را به وجود می‌آورد که لزوم گسترش منابع دیگر انرژی را قطعی می‌کند. چنانچه به‌طور هوشمندانه رفتار شود، خورشید یکی از منابع انرژی خواهد بود که می‌تواند علاوه بر تأمین آب سرد و گرم مورد نیاز و گرمایش و سرمایش مورد نیاز ساختمان‌ها، انرژی لازم جهت ادامه زندگی صنعتی را فراهم نماید. [1 و 2]

انرژی خورشید بر خلاف انرژی هسته‌ای، خطر و اثرات نامطلوبی از خود باقی نمی‌گذارد و برای کشور‌هایی که فاقد منابع زیر زمینی هستند مناسب‌ترین راه برای دسترسی به نیرو و رشد و توسعه اقتصاد می‌باشد. [2]

در ایران با وجود اینکه یکی از کشورهای نفت خیز جهان به شمار می رود و دارای منابع عظیم گاز طبیعی نیز می‌باشد خوشبختانه به علت تابش خورشید در اکثر مناطق کشور اجرای طرح‌های خورشیدی الزامی و امکان استفاده از انرژی خورشیدی در شهرها و شصت هزار روستای پراکنده در سطح مملکت می‌تواند صرفه‌جویی مهمی در مصرف نفت و گاز را به همراه داشته باشد. از آن‌جا‌که کشور ایران به لحاظ دریافت انرژی خورشیدی و امکان استفاده از این انرژی جهت تأمین نیازهای خود بسیار غنی است و دریافتی این انرژی حدود 4000 برابر انرژی مصرفی آن می‌باشد، می‌توان کلیه نیازهای کشور را با استفاده از انرژی آفتاب تأمین نمود. البته در وضعیت کنونی بخاطر پایین بودن قیمت سوخت در کشور، استفاده از انرژی خورشیدی به‌جز در موارد استثنایی مقرون به‌صرفه نمی‌باشد. اثر اجتماعی پایین بودن قیمت سوخت باعث مصرف بی‌رویه آن و آلودگی بیش از حد محیط زیست شده است. چنانچه هزینه‌های مربوط به عوامل این آلودگی‌ها در سطح کشور و یا قیمت واقعی سوخت در نظر گرفته شود. آن وقت استفاده از انرژی خورشیدی مقرون به‌صرفه خواهد بود. [1 و 2]

از بدو پیدایش حیات در روی زمین انرژی خورشیدی در پدیده فتوسنتز کاربرد داشته است. در پیدایش ساختمان جهت سکونت، انسان از نور خورشید به‌طور طبیعی برای روشنایی و گرمایش خود استفاده نموده است. اولین و شاید تنها استفاده نظامی از انرژی خورشیدی توسط ارشمیدس در شهر سیراکوز در شرق جزیره سیسیل که در تصرف یونان بود انجام شد. او موفق گردید با منعکس کردن نور خورشید بوسیله چند آینه روی بادبان کشتی‌ها، آن‌ها را به آتش بکشد و بدین ترتیب کشتی‌های جنگی رومیان را که به جزیره سیسیل حمله کرده بودند از کار بیاندازد. امروزه از این اصل یعنی منعکس نمودن نور خورشید توسط چند آینه به یک نقطه، در تبدیل انرژی خورشیدی به گرمایی و سپس الکتریکی استفاده می‌شود. استفاده‌های صنعتی و پیشرفته انرژی خورشیدی از سال‌های 1770 میلادی آغاز گردید. شاید جالب‌ترین استفاده از آفتاب در کشف گاز اکسیژن صورت گرفته باشد. پریستلی در سال 1774 توانست نور خورشید را روی ظروف حاوی اکسید جیوه متمرکز نموده و گازی تولید کند که بعد‌ها اکسیژن نامیده شد. در سال 1872 اولین واحد خورشیدی برای نمک زدایی آب دریا در شمال کشور شیلی ساخته شد. این واحد با سطح 5100 متر مربع می‌توانست حدود 24 متر مکعب آب شیرین در روز تولید نماید. از اواخر سال‌های 1800 تا اوایل سال‌های 1900 ، تعدادی متمرکزکننده خورشیدی جهت دست‌یابی به دماهای بالا برای تولید بخار در فرانسه، آمریکا و مصر ساخته شد که از بخار حاصله برای راه‌اندازی ماشین‌های بخار و آبیاری استفاده می‌گردید. [2]

در سال 1880 اولین کلکتور تخت خورشیدی بوسیله چارلز تلیر ساخته شد. در سال 1888 وستر پیشنهاد استفاده از انرژی خورشیدی در ترموکوپل‌ها را ارائه داد به این ترتیب که با متمرکز کردن انرژی خورشیدی روی ترموکوپل و با استفاده از اساس کار آن‌ها و ایجاد منابع گرم و سرد، انرژی الکتریکی در دو سر سیم نیکل و آهن ایجاد نمود.

در قرن بیستم استفاده از کلکتورها جهت تولید بخار در نیروگاه‌های برقی مورد توجه زیادی قرار گرفت. گرم کردن ساختمان‌ها با استفاده از انرژی خورشید، ایده تازه‌ای بود که در سال‌های 1930 مطرح و در یک دهه به پیشرفت‌های قابل توجهی نایل آمد. اولین خانه خورشیدی در انستیتو تکنولوژی ماساچوست آمریکا در سال 1938 ساخته شد. پیشرفت در طراحی و ساخت خانه‌های خورشیدی و آب‌گرم‌کن‌ها آن چنان سریع بود که تصور می شد تا سال 1970 گرمایش میلیون‌ها خانه در کشورهای مختلف بوسیله انرژی خورشید تأمین خواهد شد اما نه تنها چنین نشد، آمار نشان می‌دهد که گرمایش خورشیدی در سال‌های 1970 نسبت به 1955 کمتر هم شده بود. بالا بودن هزینه‌های اولیه چنین سیستم‌هایی، و در عین حال عرضه نفت و گاز ارزان، سد راه پیشرفت این سیستم‌ها شده بود. اما بحران انرژی در سال 1974 و از طرفی پیشرفت تکنیک ساخت کلکتورهای مختلف خورشیدی، و احتمال کاهش یا اتمام بعضی از منابع زیر زمینی، بار دیگر توجه جهانیان را به انرژی خورشیدی جلب کرده و تلاش‌های زیادی در اکثر کشورهای جهان، در جهت تکامل و پیشرفت این تکنیک صورت می‌گیرد.

در عصر حاضر از انرژی خورشیدی توسط سیستم‌های مختلف و برای مقاصد متفاوت استفاده می‌شود که اهمّ آن‌ها عبارتند از:

1. سیستم‌های فتوبیولوژیک: تغییراتی که در حیات و زیست گیاهان و جانداران بوسیله نور خورشید و فتوسنتز ایجاد می‌گردد. (فرایند تجزیه کود حیوانات و استفاده از گاز آن)
2. سیستم فتوشیمیایی: تغییرات شیمیایی در اثر نور خورشید (الکترولیزهای نوری، سلول‌های فتوولتائیک الکتروشیمی، تأسیسات تهیه هیدروژن)
3. سیستم‌های فتوولتائیک: تبدیل انرژی خورشید به انرژی الکتریکی (سلول‌های خورشیدی)
4. سیستم‌های حرارتی برودتی: شامل سیستم‌های تهیه آب گرم، گرمایش و سرمایش ساختمان‌ها، تهیه آب شیرین، سیستم انتقال و پمپاژ، سیستم‌های تولید فضای سبز (گل‌خانه‌ها)، خشک‌کن‌ها و اجاق‌های خورشیدی، سیستم‌های سردسازی، برج‌های نیرو، خشک‌کن‌های خورشیدی. [1]

کشور ایران روی کمربند خورشیدی جهان قرار دارد. این کشور از 2800 ساعت تابش خورشید در طول سال برخوردار است و متوسط تایش خورشیدی در این کشور 2000 کیلووات ساعت بر مترمربع در سال می‌باشد. به همین دلیل ایران، پتانسیل بسیار خوبی جهت استفاده از انرژی خورشیدی دارد. این پتانسیل به گونه‌ای است که در صورت استفاده از 1 درصد مساحت کشور، نیاز انرژی کل کشور قابل تامین خواهد بود. [3] مطالعات انرژی خورشیدی در ایران در حدود سال 1348 شمسی در دانشگاه شیراز و یکی دو سال بعد در دانشگاه صنعتی شریف آغار گردید. این فعالیت‌ها در سال‌های قبل از پیروزی انقلاب اسلامی به اوج خود رسید و در آن زمان مرکز انرژی خورشیدی دانشگاه شیراز و مرکز پژوهش‌های خواص و کاربرد مواد و نیرو در تهران فعالیت‌های قابل توجهی داشتند. از جمله طرح‌های مهم قابل توجه در این مراکز، طرح و توسعه و ساخت سلول‌های فتوالکتریک بوده است. یکی از اولین مطالعات انجام شده در زمینه انرژی خورشیدی در سال‌های آغازین، بررسی امکان استفاده از گرمایش خورشیدی در ایران می‌باشد که توسط دکتر مهدی بهادری‌نژاد در دانشگاه شیراز و برای ساختمانی در حوالی این شهر صورت گرفته و به یازده شهر اصلی دیگر تعمیم داده شده است. [2]

در حال حاضر علاوه بر کارهای پژوهشی انجام شده توسط دانشگاه‌ها ، فعال‌ترین مؤسساتی که به کاربرد انرژی خورشیدی توجه دارند ، مرکز پژوهش‌های مواد و انرژی، سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی کشور، واحد انرژی‌های نوی سازمان انرژی اتمی، سازمان انرژی‌های نو وابسته به وزارت نیرو و شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور می‌باشد. برخی از این طرح‌های انجام شده عبارتند از: ذخیره سازی انرژی خورشیدی با استفاده از گرمای نهان ذوب، ژنراتور گرمازای خورشیدی، سلول خورشیدی سیلیکون، خانه خورشیدی فعال با مساحت 38 متر مربع، حمام‌های خورشیدی نصب شده در روستاهای مرکزی ایران و نیروگاه برق خورشیدی به روش فتوالکتریک در روستای دربید یزد. [1] بر اساس آمار، مجموع ظرفیت سلول‌های فوتوولتاییک نصب شده جهت تولید الکتریسیته 175 کیلووات است. در سال 2007 حدود 71000 کیلووات ساعت الکتریسیته توسط نیروگاه 30 کیلواتی تهران، دربید یزد و سرکویر سمنان تولید شده است. علاوه بر موارد فوق فعالیت‌هایی نیز در زمینه حرارت خورشیدی انجام گرفته است که برای نمونه می‌توان به راه‌اندازی نیروگاه 250 کیلوواتی شیراز اشاره نمود که یکی از مهمترین پروژه‌ها در این زمینه است. متاسفانه بر خلاف برنامه از پیش تعیین شده که می بایست تا پایان برنامه چهارم توسعه کل نیروگاه راه‌اندازی می‌شد، تا کنون تنها فاز اول این نیروگاه که تولید بخار است عملیاتی شده است. از دیگر اقدامات انجام شده در زمینه انرژی خورشیدی نصب و بهره‌برداری از 18000 آب‌گرم‌کن خورشیدی برای استفاده خانگی و تجاری است. در طول برنامه سوم توسعه بیش از 77000 مترمربع کلکتور خورشیدی در ابران نصب شده است. با این حال این فعالیت‌ها در مقایسه با فعالیت‌های انجام شده در کشور‌های دیگر هم‌چون ترکیه، آلمان و چین قابل قیاس نیست و تا آن اهداف راه زیادی در پیش است.[3]