بسم الله الرحمن الرحیم

دانشگاه کاشان

دانشکده مهندسی

گروه مهندسی مکانیک

پایان نامه

برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی مکانیک

عنوان

مطالعه‌ی تجربی و تئوری امکان سنجی ترکیب گردآورنده‌های خورشیدی حرارتی و الکتریکی

اساتید راهنما

دکتر حسین خراسانی‌زاده

دکتر رضا حسینی ابرده

بوسیله

نغمه حسینی

تیر ماه ۹۰

تشکر و قدردانی

با سپاس به درگاه خداوند یکتا که توفیق کسب دانش را به اینجانب عطا فرمود و با آرزوی پیروزی و سربلندی تمام کسانی‌که در راه علم تلاش می‌کنند، از تمامی عزیزانی که در خلق این پایان‌نامه و به نتیجه رسیدن آن مرا یاری فرمودند، قدردانی می‌کنم.

پیش از هرچیز، از زحمات بی‌دریغ اساتید محترم راهنما جناب آقای دکتر رضا حسینی و جناب آقای دکتر حسین خراسانی‌زاده که در تمامی مراحل مرا یاری نمودند، صمیمانه سپاسگزارم.

هم‌چنین، از خانواده‌ی عزیزم که در این راه همراه من بوده و همواره با صبر و مهربانی مرا یاری نموده‌اند، کمال قدردانی را دارم.

از مسئولین محترم دانشکده‌ی مکانیک و آزمایشگاه ترمودینامیک دانشگاه صنعتی امیرکبیر که امکان انجام آزمایش‌ها در آن دانشگاه را برای اینجانب فراهم کردند و دوستان خوب دانشجویم که مرا یاری نمودند بی‌نهایت تشکر می‌کنم.

در نهایت، از ناظر محترم تحصیلات تکمیلی جناب آقای دکتر روح‌الله صیادی که در جلسه‌ی دفاعیه‌ی اینجانب حضور داشتند، کمال قدردانی را دارم.

تقدیم به:

پدر و مادر عزیز و مهربانم

با بودنتان امید در دلم شکفته می‌شود و مرا به اوج دانستن می‌رساند. اکنون شاهد به بار نشستن لحظاتی هستید که همه مدیون لطف شما بوده است.

چکیده

امروزه، یکی از راه‌های تأمین انرژی استفاده از سیستم‌های حرارتی و سیستم‌های فتوولتائیک می‌باشد. یکی از مهم‌ترین مشکلات استفاده از سیستم‌های فتوولتائیک راندمان پایین تبدیل انرژی الکتریکی سلول‌های خورشیدی است. علاوه بر این، با افزایش دما از حد مشخصی راندمان الکتریکی این سیستم‌ها کاهش می‌یابد. انعکاس تشعشع خورشیدی از سطح پانل خروجی الکتریکی پانل را ۸ تا ۱۵ درصد کاهش می‌دهد. یکی از راه‌های افزایش راندمان سیستم فتوولتائیک خنک‌کاری پانل می‌باشد. در کار حاضر، یک سیستم فتوولتائیک ترکیبی طراحی شده است که با فیلم نازکی از آب خنک می‌شود و فرض می‌شود از آب گرم شده در یک سیستم جانبی استفاده شود. آزمایش برای بررسی عملکرد سیستم ترکیبی و هم‌چنین یک سیستم فتوولتائیک مرجع در شرایط و زمان‌های مشابه انجام شده است. نتایج حاصل از اندازه‌گیری‌های صورت گرفته نشان می‌دهند که دمای پانل فتوولتائیک در سیستم ترکیبی، کم‌تر از دمای پانل مرجع است. هم‌چنین، راندمان الکتریکی سیستم ترکیبی بیش از سیستم مرجع می‌باشد. با فرض این‌که حرارت خارج شده از پانل فتوولتائیک هدر نرود، راندمان کلی سیستم ترکیبی بالاتر از راندمان سیستم مرجع می‌باشد. هم‌چنین یک تحلیل تئوری از موازنه‌ی انواع انرژی و افت‌ها برای پانل و فیلم آب انجام شده است. نتایج حاصل از مدل‌سازی تئوری، مربوط به دمای سطح پانل و آب در پایین سطح پانل، موافق با نتایج کار تجربی می‌باشد. مقایسه‌ی راندمان اگزرژی سیستم مرجع و سیستم ترکیبی نشان‌دهنده‌ی راندمان اگزرژی بالاتر در سیستم ترکیبی است.

کلمات کلیدی: خنک‌کاری سیستم فتوولتائیک، سیستم ترکیبی، راندمان کلی، دمای آب پایین سطح پانل

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه ۱

۱-۱- مقدمه ۱

۱-۲- مروری بر کارهای گذشته ۴

۱-۳- هدف و روش انجام تحقیق حاضر ۱۴

فصل دوم: آشنایی با عملکرد سلول‌های فتوولتائیک و مدلسازی تحلیلی سیستم ترکیبی ۱۶

۲-۱- مقدمه ۱۶

۲-۲- مبدل‌های فتوولتائیک ۱۶

۲-۳- مشخصه‌های مولد فتوولتائیک ۲۰

۲-۳-۱- ولتاژ و جریان الکتریکی ۲۰

۲-۳-۲- توان الکتریکی ۲۰

۲-۳-۳- مقاومت الکتریکی ۲۱

۲-۳-۴- راندمان الکتریکی ۲۳

۲-۳-۴-۱ باند ممنوعه ۲۴

۲-۳-۴-۲ دما ۲۴

۲-۳-۴-۳ انعکاس ۲۹

۲-۳-۴-۴ عوامل دیگر ۳۱

۲-۴- سیستم ترکیبی ۳۲

عنوان **صفحه**

۲-۴-۱- معادلات حاکم برای تحلیل سیستم ترکیبی ۳۳

۲-۴-۱-۱ ضریب اتلاف حرارت از پشت پانل ۳۶

۲-۴-۱-۲ ضریب اتلاف حرارت از بالای پانل ۳۷

۲-۴-۱-۳ ضریب اتلاف حرارت از فیلم آب به محیط اطراف ۴۰

۲-۴-۱-۴ انتقال حرارت از طریق تبخیر ۴۱

۲-۵- برنامه‌ی کامپیوتری ۴۳

۲-۶- اگزرژی ۴۳

فصل سوم: شرح دستگاه آزمایش، روش و شرایط کار تجربی ۴۶

۳-۱- مقدمه ۴۶

۳-۲- معرفی دستگاه‌های مورد آزمایش ۴۶

۳-۲-۱- سیستم مرجع ۴۶

۳-۲-۲- سیستم ترکیبی ۴۸

۳-۳- روش انجام آزمایش و اندازه‌گیری‌ها ۵۱

۳-۳-۱- دمای محیط ۵۱

۳-۳-۲- دمای پانل در سیستم‌های مرجع و ترکیبی ۵۲

۳-۳-۳- دمای آب در نقاط مختلف ۵۲

۳-۳-۴- شدت تشعشع خورشیدی ۵۳

۳-۳-۵- ولتاژ ، جریان و مقاومت الکتریکی ۵۴

۳-۳-۶- دبی آب ۵۵

فصل چهارم: بررسی نتایج ۵۶

۴-۱- مقدمه ۵۶

عنوان **صفحه**

۴-۲- نتایج حاصل از انجام آزمایش ۵۶

۴-۲-۱- پارامترهای اندازه‌گیری شده ۵۹

۴-۲-۱-۱ شدت تشعشع ۵۹

۴-۲-۱-۲ دمای محیط و دمای پانل در سیستم‌های مرجع و ترکیبی ۵۹

۴-۲-۱-۳ دمای آب در سیستم ترکیبی ۶۰

۴-۲-۱-۴ ولتاژ و جریان الکتریکی ۶۲

۴-۲-۲- پارامترهای محاسبه شده ۶۴

۴-۲-۲-۱ توان الکتریکی ۶۴

۴-۲-۲-۲ راندمان الکتریکی ۶۵

۴-۲-۲-۳ راندمان حرارتی ۶۶

۴-۲-۲-۴ راندمان کلی ۶۶

۴-۲-۳- انرژی مفید روزانه ۶۷

۴-۲-۴- تحلیل اگزرژی ۷۰

۴-۳- مقایسه‌ی نتایج تحلیل تئوری با نتایج تجربی ۷۲

۴-۴- مقایسه با کار دیگران ۷۴

۴-۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادها ۷۷

فهرست مراجع ۷۹

ضمیمه ۱ داده‌های جمع‌آوری شده در دوره‌ی انجام آزمایش..... ..... ۸۲

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

جدول ۳-۱- مشخصات پانل فتوولتائیک ۴۷
جدول ۴-۱- اندازه‌گیری‌ها و محاسبات برای سیستم مرجع مربوط به روز ۲۷ شهریور ۱۳۸۹ ..... ۵۷
جدول ۴-۲- اندازه‌گیری‌ها و محاسبات برای سیستم ترکیبی مربوط به روز ۲۷ شهریور ۱۳۸۹..... ۵۸
جدول ۴-۳- محاسبات مربوط به راندمان اگزرژی برای روز ۲۷ شهریور ۱۳۸۹..... ۷۱

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۱- نمایی از یک کلکتور خورشیدی [۱] ۲

شکل ۱-۲- نمایی از یک سلول خورشیدی [۲]..... ۲

شکل ۱-۳- مقطع عرضی مدل های تجربی فتوولتائیک/ حرارتی [۱۰] ۸

شکل ۱-۴- توان خروجی فتوولتائیک شبیه‌سازی شده، با خنک‌کاری سلول‌های خورشیدی و بدون خنک‌کاری[۱۲] ۱۰

شکل ۱-۵- نمایی از سیستم خنک‌کاری طراحی شده توسط ویلسون [۱۷]..... ۱۲

شکل ۱-۶- نمایی از ایجاد فیلم آب روی سطح پانل توسط ۱۲ نازل [۱۸] ۱۳

شکل ۲-۱- طریقه‌ی قرار گرفتن سلول‌ها در کنار هم برای تشکیل واحدهای بزرگتر [۲۱]..... ۱۹

شکل ۲-۲- منحنی جریان-ولتاژ برای یک پانل فتوولتائیک [۲۲] ۲۰

شکل ۲-۳- منحنی توان ولتاژ برای یک پانل فتوولتائیک[۲۳]..... ۲۱

شکل ۲-۴- منحنی مقاومت اهمی بهینه برای سه شدت تشعشع مختلف[۲۴] ۲۲

شکل ۲-۵- منحنی ولتاژ-جریان پانل نمونه در مقادیر مختلف مقاومت اهمی [۲۵] ۲۳

شکل ۲-۶- وابستگی دمایی راندمان سلول خورشیدی برای چند نوع نیمه‌هادی در دماهای مختلف [۲۶] ۲۴

شکل ۲-۷- تغییرات دمایی انرژی باند ممنوعه برای ژرمانیم (منحنی پایینی)، سیلیکون (منحنی وسط) و گالیم آرسناید (منحنی بالایی) [۲۷] ۲۵

عنوان **صفحه**

شکل۲-۸- نمودار ولتاژ- جریان یک پانل نمونه فتوولتائیک در دماهای مختلف[۲۷] ۲۷

شکل۲-۹- تغییرات راندمان الکتریکی با دما برای چند نوع ماده حاصل از کارهای تجربی انجام شده[۲۶] ۲۸

شکل۲-۱۰- تغییرات راندمان بر حسب باند ممنوعه و برای دماهای مختلف[۲۶] ۲۹

شکل۲-۱۱- یک نیمه‌هادی در معرض تشعشع خورشیدی[۲۸] ۲۹

شکل۲-۱۲- نور تابیده شده به سطح نیمه‌هادی در زاویه‌ی غیرعمودی [۲۸] ۳۱

شکل۲-۱۳- تأثیر شدت تشعشع بر جریان و ولتاژ در یک پانل فتوولتائیک نمونه[۲۹] ۳۲

شکل۲-۱۴- نمایی از المان انتخاب شده روی سطح پانل فتوولتائیک ۳۳

شکل۲-۱۵- نمایش مقاومت حرارتی در سیستم ترکیبی ۳۵

شکل۲-۱۶- نمایش مقاومت حرارتی از پشت پانل ۳۶

شکل۲-۱۷- نمای مقاومت حرارتی برای اتلاف حرارت از بالای پانل ۳۷

شکل۲-۱۸- نمایی از سیستم مقاومت حرارتی مربوط به فیلم آب و محیط اطراف ۴۱

شکل۲-۱۹- سرعت نسبی وزش باد روی سطح پانل فتوولتائیک ۴۲

شکل۳-۱- نمای کلی سیستم ترکیبی (سمت راست) و مرجع (سمت چپ) ۴۷

شکل۳-۲- نمایی از سیستم مرجع ۴۸

شکل۳-۳- نمایی از ایجاد فیلم آب روی سطح پانل فتوولتائیک ۴۸

شکل۳-۴- نمای کلی سیستم ترکیبی ۴۹

شکل۳-۵- نمایی از پمپ مورد استفاده ۴۹

عنوان **صفحه**

شکل۳-۶- نمایش سیستم گردش آب ۵۰

شکل۳-۷- نمایی از مبدل حرارتی..... ۵۰

شکل۳-۸- نمایی از دماسنج جیوه‌ای ۵۱

شکل۳-۹- محل نصب ترموکوپل سطحی در پشت پانل فتوولتائیک..... ۵۲

شکل۳-۱۰- جانمایی ترموکوپل‌های اندازه‌گیری دمای آب ۵۳

شکل۳-۱۱- نمایی از سلاریمتر و محل نصب آن ۵۳

شکل۳-۱۲- مولتی‌متر مورد استفاده ۵۴

شکل۳-۱۳- مقاومت متغیر مورد استفاده..... ۵۴

شکل۳-۱۴- نمایش مدار به‌کار رفته در آزمایش ۵۵

شکل۳-۱۵- نمایی از نحوه‌ی قرارگرفتن فلومتر در سیستم ۵۵

شکل۴-۱- نمودار شدت تشعشع بر حسب زمان برای روز ۲۷ شهریور ۱۳۸۹ ..... ۵۹

شکل۴-۲- مقایسه‌ی دمای محیط، دمای پانل در سیستم مرجع و سیستم ترکیبی برای روز ۲۷ شهریور ۱۳۸۹ .....۶۰

شکل۴-۳- مقایسه‌ی دمای آب در ورود و خروج از پانل و در خروج از مبدل حرارتی برای روز ۲۷ شهریور ۱۳۸۹ .....۶۱

شکل۴-۴- مقایسه‌ی شدت جریان الکتریکی در سیستم‌های مرجع و ترکیبی برای روز ۲۷ شهریور ۱۳۸۹.....۶۲

عنوان **صفحه**

شکل۴-۵- مقایسه‌ی شدت جریان الکتریکی در سیستم‌های مرجع و ترکیبی برای روز ۲۷ شهریور ۱۳۸۹ ..... ۶۳

شکل۴-۶- مقایسه‌ی توان الکتریکی در سیستم مرجع و سیستم ترکیبی برای روز ۲۷ شهریور ۱۳۸۹ ..... ۶۴

شکل۴-۷- مقایسه‌ی راندمان الکتریکی سیستم مرجع و سیستم ترکیبی برای روز ۲۷ شهریور ۱۳۸۹ ..... ۶۵

شکل۴-۸- راندمان حرارتی سیستم ترکیبی برای روز ۲۷ شهریور ۱۳۸۹ ..... ۶۶

شکل۴-۹- مقایسه‌ی راندمان کل سیستم مرجع و سیستم ترکیبی برای روز ۲۷ شهریور ۱۳۸۹..... ۶۷

شکل۴-۱۰- مقایسه‌ی کل انرژی در دسترس و انرژی مفید قابل استفاده‌ی روزانه برای روز ۲۷ شهریور ۱۳۸۹ ..... ۶۸

شکل۴-۱۱- نمایش درصد انرژی کل، الکتریکی و مفید در یک روز (برای روز ۲۷ شهریور ۱۳۸۹) .. ۶۹

شکل۴-۱۲- مقدار انرژی حرارتی مفید در ساعات مختلف در مقایسه با انرژی باقیمانده برای روز ۲۷ شهریور ۱۳۸۹ ..... ۶۹

شکل۴-۱۳- مقایسه‌ی انرژی مفید در هر ساعت در سیستم مرجع و سیستم ترکیبی برای روز ۲۷ شهریور ۱۳۸۹ ..... ۷۰

شکل۴-۱۴- مقایسه‌ی راندمان اگزرژی در سیستم ترکیبی و سیستم مرجع برای روز ۲۷ شهریور ۱۳۸۹ ..... ۷۱

شکل۴-۱۵- مقایسه‌ی دمای سطح پانل تئوری و تجربی در سیستم ترکیبی ۷۳

شکل۴-۱۶- مقایسه‌ی دمای آب خروجی از سطح پانل تئوری و تجربی ۷۳

عنوان **صفحه**

شکل۴-۱۷- مقایسه‌ی راندمان حرارتی تجربی و تئوری در سیستم ترکیبی ۷۴

شکل۴-۱۸- مقایسه‌ی منحنی شدت تشعشع بر حسب زمان در کار عامری و عبدالزاده [۱۹] و کار حاضر ۷۵

شکل۴-۱۹- مقایسه‌ی تغییرات دمای محیط در کار حاضر، کراتر [۱۸] و عامری و عبدالزاده [۱۹]..۷۶

شکل۴-۲۰- مقایسه‌ی تأثیر خنک‌کاری بر دمای پانل در کار حاضر، کراتر [۱۸] و عامری و عبدالزاده [۱۹] ۷۶

شکل۴-۲۱- مقایسه‌ی تغییرات راندمان الکتریکی پانل مرجع و پانل همراه با فیلم آب در کار حاضر و کارهای کراتر [۱۸] و عامری و عبدالزاده [۱۹] ۷۷

فهرست علائم و اختصارات (Abbreviations)

A	سطح مقطع پانل (m^2)
A_c	سطح مقطع جریان عبوری (m^2)
c_P	ظرفیت حرارتی ویژه $(kJ\ kg^{-1}\ K^{-1})$
E	انرژی فوتون (ev)
E_g	انرژی باند ممنوعه (ev)
$\dot{E}x_{dest}$	نرخ اگزرژی اتلافی (W)
$\dot{E}x_{in}$	نرخ اگزرژی ورودی (W)
$\dot{E}x_{out}$	نرخ اگزرژی خروجی (W)
$\dot{E}x_{th}$	نرخ اگزرژی حرارتی (W)
$\dot{E}x_{el}$	نرخ اگزرژی الکتریکی (W)
$\dot{E}x_{sun}$	نرخ اگزرژی خورشیدی (W)
f	ضریب انعکاس
G	شدت تشعشع $(W\ m^{-2})$
h	ثابت پلانک
h_c	ضریب انتقال حرارت جابجایی $(W\ m^{-2}\ K^{-1})$
$h_{c\ p-w}$	ضریب انتقال حرارت جابجایی بین پانل و آب $(W\ m^{-2}\ K^{-1})$
$h_{r\ p-w}$	ضریب انتقال حرارت تشعشعی بین پانل و آب $(W\ m^{-2}\ K^{-1})$
$h_{r\ p-a}$	ضریب انتقال حرارت تشعشعی بین پانل و محیط $(W\ m^{-2}\ K^{-1})$
$h_{r\ w-a}$	ضریب انتقال حرارت تشعشعی بین آب و محیط $(W\ m^{-2}\ K^{-1})$
h_{wind}	ضریب انتقال حرارت جابجایی باد $(W\ m^{-2}\ K^{-1})$
I	شدت جریان الکتریکی (A)
I_{mp}	شدت جریان الکتریکی مربوط به نقطه‌ی توان بیشینه (A)
I_{sc}	شدت جریان الکتریکی اتصال کوتاه

k	ضریب هدایت حرارتی $(W\ m^{-1}\ K^{-1})$
L	طول پانل (m)
$\dot{m}$	دبی جرمی آب (kg/s)
n	ضریب شکست
P	توان الکتریکی (W)
$\dot{Q}$	دبی حجمی آب (m^3/s)
$\dot{Q}_u$	نرخ تغییر انرژی درونی آب (W)
q	بار الکتریکی (کولن) برابر با $۱/۶*۱۰^{-۱۹}$
t_w	ضخامت فیلم آب (m)
T_a	دمای محیط (K)
T_c	دمای سلول (K)
T_{dp}	دمای نقطه شبنم $(°C)$
T_{ref}	دمای مرجع$(°C)$
T_s	دمای آسمان (K)
T_{sun}	دمای خورشید (K)
T_{wi}	دمای آب ورودی به پانل (K)
T_{wo1}	دمای آب خروجی از پانل (K)
T_{wo2}	دمای آب خروجی از مبدل حرارتی (K)
U_b	ضریب اتلاف حرارت از پشت پانل $(W\ m^{-2}\ K^{-1})$
U_T	ضریب اتلاف حرارت از بالای پانل $(W\ m^{-2}\ K^{-1})$
U_{Tw}	ضریب اتلاف حرارت از آب به محیط اطراف $(W\ m^{-2}\ K^{-1})$
V	ولتاژ الکتریکی (V)
V_{mp}	ولتاژ الکتریکی مربوط به نقطه‌ی توان بیشینه (V)
V_{oc}	ولتاژ الکتریکی مدار باز (V)
V_{water}	سرعت آب (m/s)

V_{wind}	سرعت باد
w	عرض پانل (m)
W_{max}	کار بیشینه (J)
W_{real}	کار واقعی (J)

حروف یونانی

α_{pv}	ضریب جذب پانل
α_{w}	ضریب جذب آب
ε_{p}	ضریب تشعشع پانل
ε_{w}	ضریب تشعشع آب
$\boldsymbol{\tau}_{pv}$	ضریب عبور پانل
$\boldsymbol{\tau}_{w}$	ضریب عبور آب
$\boldsymbol{\eta}_{el}$	راندمان الکتریکی (٪)
$\boldsymbol{\eta}_{ex}$	راندمان اگزرژی (٪)
$\boldsymbol{\eta}_{mp}$	راندمان الکتریکی نقطه‌ی توان بیشینه (٪)
$\boldsymbol{\eta}_{th}$	راندمان حرارتی (٪)
$\boldsymbol{\eta}_{total}$	راندمان کلی (٪)
ν	فرکانس تشعشع (s^{-1})
ν	ضریب لزجت سینماتیکی آب (m^2/s)
ρ_{w}	چگالی آب ($kg\ m^{-3}$)

فهرست ضمایم

عنوان **صفحه**

جدول ض-۱- داده‌های اندازه‌گیری شده در روز ۲۳ شهریور ۱۳۸۹ برای سیستم مرجع ۸۲
جدول ض-۲- داده‌های اندازه‌گیری شده در روز ۲۳ شهریور ۱۳۸۹ برای سیستم ترکیبی ۸۳
جدول ض-۳- داده‌های اندازه‌گیری شده در روز ۲۴ شهریور ۱۳۸۹ برای سیستم مرجع ۸۴
جدول ض-۴- داده‌های اندازه‌گیری شده در روز ۲۴ شهریور ۱۳۸۹ برای سیستم ترکیبی ۸۵
جدول ض-۵- داده‌های اندازه‌گیری شده در روز ۲۸ شهریور ۱۳۸۹ برای سیستم مرجع ۸۶
جدول ض-۶- داده‌های اندازه‌گیری شده در روز ۲۸ شهریور ۱۳۸۹ برای سیستم ترکیبی ۸۷
جدول ض-۷- داده‌های اندازه‌گیری شده در روز ۳۰ شهریور ۱۳۸۹ برای سیستم مرجع ۸۸
جدول ض-۸- داده‌های اندازه‌گیری شده در روز ۳۰ شهریور ۱۳۸۹ برای سیستم ترکیبی ۸۹
جدول ض-۹- داده‌های اندازه‌گیری شده در روز ۳۱ شهریور ۱۳۸۹ برای سیستم مرجع ۹۰
جدول ض-۱۰- داده‌های اندازه‌گیری شده در روز ۳۱ شهریور ۱۳۸۹ برای سیستم ترکیبی ۹۱
جدول ض-۱۱- داده‌های اندازه‌گیری شده در روز ۱ مهر ۱۳۸۹ برای سیستم مرجع ۹۲
جدول ض-۱۲- داده‌های اندازه‌گیری شده در روز ۱ مهر ۱۳۸۹ برای سیستم ترکیبی ۹۳

فصل اول

مقدمه

فصل اول

مقدمه

۱–۱– مقدمه

نیازهای جدید برای تولید انرژی، نیاز به تعریف تکنولوژی‌های جدید برای تبدیل انرژی با راندمان بالا دارد. یکی از غنی‌ترین منابع انرژی در دسترس بشر، خورشید است.

انرژی خورشیدی، عبارت است از انرژی حاصل از تشعشعی که از خورشید به زمین می‌رسد. با توجه به رشد روز افزون آلودگی محیط زیست توسط سوخت‌های فسیلی، روند رو به کاهش منابع سوخت فسیلی و افزایش قیمت نفت، تکنولوژی‌های مربوط به انرژی خورشیدی روز به روز در حال توسعه هستند.

انرژی خورشیدی، تجدید پذیر، تمیز و در دسترس است و از لحاظ اقتصادی هم مناسب می‌باشد. از معایب انرژی خورشیدی این است که شدت تشعشعی که به سطح می‌رسد، کم است. در نتیجه، لازم است سطح کلکتور مورد استفاده به اندازه‌ی کافی بزرگ باشد. از طرفی، انرژی خورشیدی نه با شدت ثابت و نه به طور مداوم به یک سطح می‌تابد.

تکنولوژی‌های خورشیدی، از انرژی خورشیدی برای تولید الکتریسیته یا انرژی حرارتی استفاده می‌کنند. سیستم‌هایی که برای جمع‌آوری انرژی خورشیدی استفاده می‌شوند، عبارتند از: