



## انرژی خورشیدی چیست و چه مزایا و معایبی دارد؟

خورشید به عنوان یکی از منابع انرژی بی‌نهایت، تمیز و مقرون به صرفه می‌تواند آینده‌ی انرژی و سوخت را متحول کند

خورشید به عنوان یک رآکتور هسته‌ای طبیعی، بسته‌های کوچکی از انرژی به نام فوتون را آزاد می‌کند، فوتون‌ها در مدت زمان تقریبی  $5/8$  دقیقه فاصله‌ی ۱۵۰ میلیون کیلومتری خورشید تا زمین را طی می‌کنند. این ذرات برای تولید انرژی خورشیدی سالانه و برآورده ساختن نیازهای انرژی جهانی کافی هستند.

توان فتوولتائیک فعلی تنها پنجم از انرژی مصرفی ایالات متحده را تشکیل می‌دهد؛ اما فناوری خورشیدی در حال پیشرفت است و هزینه‌ی پیاده‌سازی این نوع انرژی هم با سرعت چشم‌گیری در حال کاهش است. فناوری‌های متعددی برای تبدیل نور خورشید به انرژی مصرفی ساختمان‌ها وجود دارند. متداول‌ترین فناوری‌های خورشیدی برای خانه‌ها و شرکت‌ها فناوری آب گرم خورشیدی، طراحی خورشیدی passive برای سرمایش و گرمایش محیط و فناوری فتوولتائیک خورشیدی برای برق هستند.

سازمان‌ها و صنایع از این فناوری‌ها برای افزایش منابع انرژی، بهبود بازدهی و کاهش هزینه‌ها استفاده می‌کنند. متداول‌ترین نوع انرژی خورشیدی، انرژی فتوولتائیک است. سیستم فتوولتائیک خورشیدی یک سیستم الکتریکی است که از پنل‌های خورشیدی، معکوس‌کننده و چند مؤلفه‌ی دیگر (مونتاز، کابل و ...) تشکیل شده است.

سلول‌های خورشیدی: عملکرد و انواع

سلول خورشیدی مؤلفه‌ی اصلی پنل خورشیدی است. گاهی به آن‌ها سلول‌های فتوولتائیک یا سلول‌های PV هم گفته می‌شود. این سلول‌ها با جذب نور خورشید، برق تولید می‌کنند. نام PV از فرآیند تبدیل نور (فوتون‌ها) به برق (ولتاژ) گرفته شده است که به آن اثر PV هم گفته می‌شود. اثر PV برای اولین بار در سال ۱۹۵۴ کشف شد یعنی زمانی که دانشمندان در ایستگاه تلفن Bell کشف کردند در صورتی که سیلیکون را در مقابل نور خورشید قرار دهند، بار الکتریکی تولید می‌کند. اندکی پس از این کشف، از سلول‌های خورشیدی برای تقویت ماهواره‌های فضایی و کالاهای کوچک‌تری مثل ماشین حساب و ساعت استفاده شد.



یک آرایه‌ی بزرگ سیلیکونی که روی بام یک ساختمان تجاری نصب شده است.

سلول‌های خورشیدی از مواد نیمه‌رسانا ساخته شده‌اند که متداول‌ترین نوع آن کریستالین سیلیکون است. دو نوع کریستالین سیلیکون وجود دارد، اما نوع مونو کریستالین سیلیکون کاربرد بیشتری دارد: این نوع سلول دارای یک ساختاری مربعی است و خاصیت سیلیکونی بالای آن قوی‌تر (و البته گران‌تر) از دیگر مصالح پنل خورشیدی است. نوع دیگر کریستالین سیلیکون، پلی کریستالین نمونه‌ی ارزان‌تر با کارایی و تأثیر کمتر است، از این نوع در فضاهای بزرگ (برای مثال مزرعه‌ی خورشیدی، مناطق غیرمسکونی) استفاده می‌شود.

نسل دوم سلول‌های خورشیدی، سلول‌های نواری (Thin film) هستند که از سیلیکون آمورفوس یا مواد غیرسیلیکونی مثل کادمیوم تلورید تشکیل شده‌اند. سلول‌های خورشیدی thin film از لایه‌های مواد نیمه‌رسانا با ضخامت تنها چندمیلیمتر استفاده می‌کنند. این سلول‌ها به دلیل انعطاف‌پذیری بالا می‌توانند برای پوشش‌های سقفی، ساخت نما یا لعاب شیشه‌ای نورگیرها به کار بروند.

نسل سوم سلول‌های خورشیدی علاوه بر سیلیکون از انواع مواد جدید از جمله مرکب‌های خورشیدی و با استفاده از فناوری‌های معمولی پرینت، رنگ‌های خورشیدی و پلاستیک‌های رسانا ساخته می‌شوند.



بعضی سلول‌های خورشیدی از لنزهای پلاستیکی یا آینه برای تمرکز نور خورشید بر یک بخش کوچک از مواد PV استفاده می‌کنند. مواد PV گران‌قیمت‌تر هستند اما به دلیل نیاز اندک به آن‌ها در صنعت و تأسیسات از نظر هزینه مقرون‌به‌صرفه خواهند بود. با این حال به این دلیل که لنزها باید به سمت نور خورشید قرار بگیرند، کاربرد کلکتورهای متمرکزکننده محدود به مناطق آفتابی است.

سازوکار و روش‌های ذخیره‌سازی سلول‌های خورشیدی

پتانسیل انرژی خورشیدی مصرفی انسان بر اساس معیارهایی مثل شرایط جغرافیایی، تغییرات زمانی، پوشش ابری و زمین متغیر است. شرایط جغرافیایی بر پتانسیل انرژی خورشیدی تأثیر می‌گذارند، زیرا نواحی نزدیک‌تر به استوا تشعشعات خورشیدی بیشتری را دریافت می‌کنند و از این رو استفاده از فتوولتائیک‌ها یا سلول‌های خورشیدی می‌توانند پتانسیل انرژی خورشیدی را در مناطق دور از استوا افزایش دهند. تغییرات زمانی هم بر پتانسیل انرژی خورشیدی تأثیر می‌گذارند زیرا در طول شب پرتوهای خورشیدی قابل جذب برای پنل‌های خورشیدی کمتر هستند. پوشش ابری می‌تواند نور خورشید را مسدود کند و نور موجود برای سلول‌های خورشیدی را کاهش دهد. معیار مهم دیگر زمین مناسب است، زمین باید بلااستفاده و مناسب برای تعبیه‌ی پنل‌های خورشیدی باشد. پشت‌بام‌ها موقعیت مناسبی برای نصب سلول‌های خورشیدی هستند، به این روش هر خانوار می‌تواند انرژی خود را به‌صورت مستقیم تأمین کند. مناطق مناسب برای نصب سلول‌های خورشیدی زمین‌هایی هستند که قبلاً برای اهداف تجاری یا اهداف دیگر به کار نرفته باشند و بتوان واحدهای خورشیدی را در آن‌ها نصب کرد.

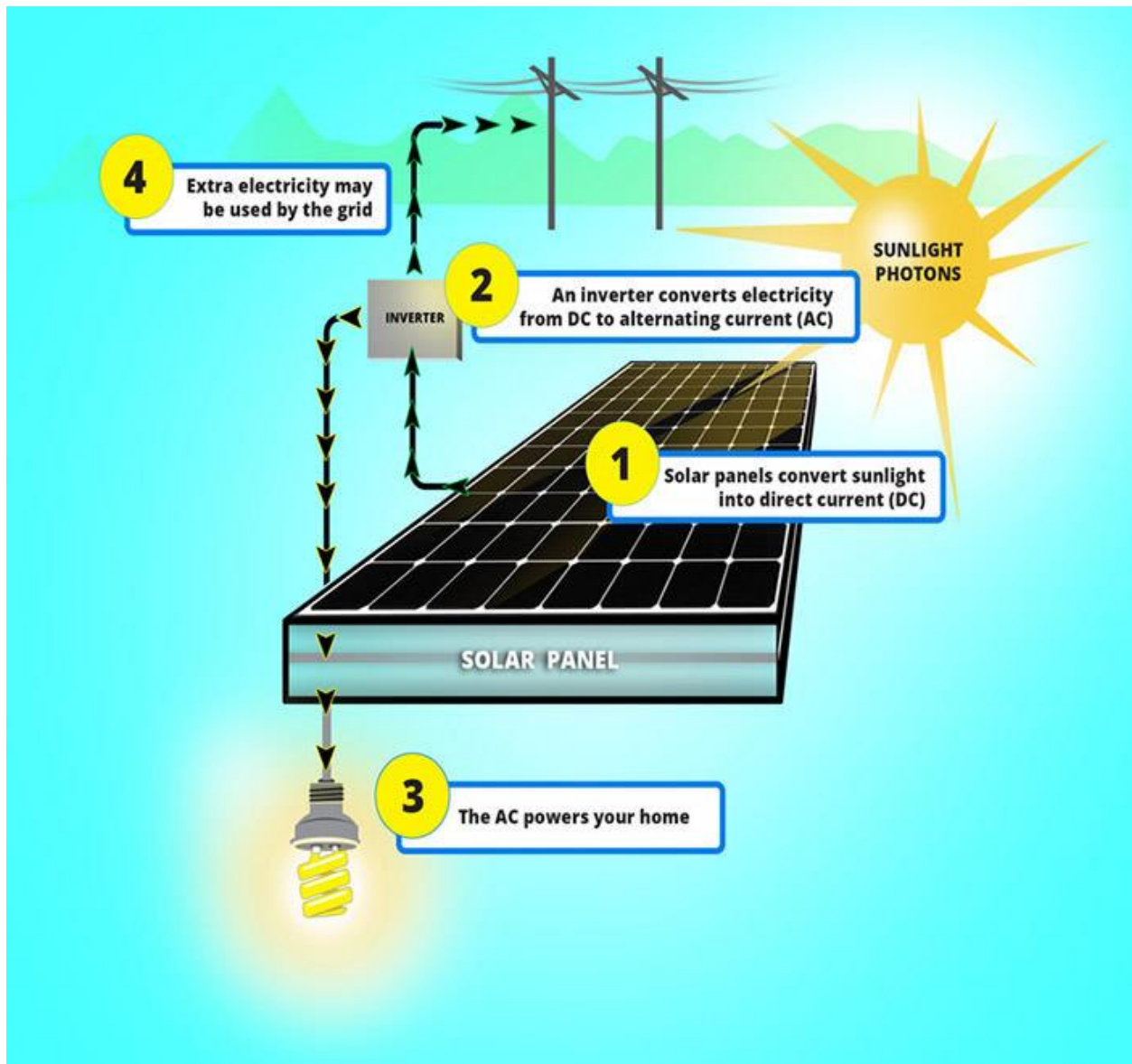
فناوری active متمرکز بر تأمین و فناوری passive متمرکز بر تقاضا است

فناوری‌های خورشیدی بر اساس روش دریافت، تبدیل و توزیع نور خورشید و کنترل انرژی خورشیدی در سطوح مختلف سراسر جهان و همین‌طور فاصله از استوا، به دو دسته‌ی active (فعال) و passive (منفعل) تقسیم می‌شوند. در روش active از فتوولتائیک‌ها، نیروی متمرکز خورشیدی، کلکتورهای گرمایی خورشیدی، پمپ‌ها و فن‌ها برای تبدیل نور خورشید به خروجی‌های مفید استفاده می‌شود. روش passive شامل انتخاب مصالحی با خواص گرمایی مناسب، طراحی فضاهایی برای تهویه‌ی هوا و قرار دادن موقعیت ساختمان در معرض نور خورشید است. فناوری‌های خورشیدی فعال تأمین انرژی را افزایش می‌دهند و متمرکز بر فناوری‌های سمت تأمین هستند؛ درحالی‌که فناوری‌های passive نیاز به منابع جایگزین را کاهش داده و به‌عنوان فناوری‌های سمت تقاضا در نظر گرفته می‌شوند.



## سازوکار تولید انرژی

پنل‌های خورشیدی PV، برق جریان مستقیم (DC) را تولید می‌کنند. در برق DC الکترون‌ها از یک جهت دور مدار به جریان درمی‌آیند. به‌عنوان یک مثال از جریان DC می‌توان به تقویت لامپ با یک باتری اشاره کرد. الکترون‌ها از قطب منفی باتری حرکت کرده از لامپ عبور می‌کنند و مجدداً به قطب مثبت بازمی‌گردند.





در برق AC (جریان متناوب)، الکترون‌ها در یک مسیر متناوب دچار نوسان می‌شوند، این وضعیت مشابه سیلندر موتور ماشین است. وقتی یک حلقه‌ی سیمی حول یک آهنربا پیچیده شده باشد، ژنراتور برق AC تولید می‌کند. بسیاری از منابع متفاوت انرژی مثل گاز، سوخت دیزلی، انرژی برق آبی، انرژی هسته‌ای، زغال‌سنگی، باد و انرژی خورشیدی می‌توانند این نوع ژنراتور را کنترل کنند.

به دلیل ارزان بودن انتقال برق AC در مسافت‌های طولانی، شبکه‌ی نیروی برق ایالات متحده از برق AC استفاده می‌کند. این در حالی است که پنل‌های خورشیدی برق DC تولید می‌کنند. حالا سؤال اینجاست که چگونه می‌توان برق DC را به شبکه‌ی AC منتقل کرد؟ پاسخ استفاده از مبدل یا معکوس‌کننده است.

#### عملکرد مبدل یا معکوس‌کننده‌ی خورشیدی

مبدل خورشیدی، برق DC را از آرایه‌ی خورشیدی دریافت کرده و آن را به برق AC تبدیل می‌کند. معکوس‌کننده‌ها مغزهای سیستم به شمار می‌روند. مبدل‌ها در کنار تبدیل توان DC به AC، وضعیت سیستم از جمله ولتاژ و جریان موجود در مدارهای AC و DC، تولید انرژی و ردیابی حداکثر توان را هم نمایش داده و از خطا جلوگیری می‌کنند.

از ابتدای شکل‌گیری صنعت خورشیدی، مبدل‌های مرکزی متداول‌ترین انواع مبدل بوده‌اند. ظهور مبدل‌های میکرو یکی از بزرگ‌ترین تحولات فناوری در صنعت PV بود. مبدل‌های میکرو عملکرد هر پنل را به صورت مستقل بهینه‌سازی می‌کنند و مانند مبدل‌های مرکزی بر کل سیستم تأثیر نمی‌گذارند. به این صورت هر پنل خورشیدی حداکثر پتانسیل خود را ارائه می‌کند. یکی از معایب دیگر مبدل مرکزی این بود که بروز مشکل روی یک پنل خورشیدی (برای مثال قرار گرفتن آن در سایه یا کثیف شدن آن) عملکرد کل آرایه‌ی خورشیدی را مختل می‌ساخت. مبدل‌های میکرو از جمله مبدل‌های موجود در سیستم خورشیدی خانگی

**SunPower Equinox** این مشکل را حل کردند. در صورتی که یک پنل خورشیدی مشکلی داشته باشد، بقیه‌ی آرایه‌های خورشیدی بدون هیچ مشکلی به کار خود ادامه می‌دهند.



## عملکرد سیستم پنل خورشیدی

بهتر است این مفهوم با یک مثال توضیح داده شود. در ابتدا، نور خورشید به پنل خورشیدی روی سقف می‌تابد. پنل‌ها انرژی را به جریان DC تبدیل می‌کنند تا در معکوس کننده جریان پیدا کند. معکوس کننده‌ی برق DC را به AC تبدیل می‌کند، در مرحله‌ی بعدی می‌توان از این برق برای تأمین نیروی یک خانه استفاده کرد. این انرژی ساده و پاک، مقرون‌به‌صرفه و بهینه است. اما ساعاتی که شما در خانه نیستید چه اتفاقی می‌افتد؟ یا مثلاً هنگام شب که سیستم خورشیدی، قادر به تولید برق نیست چه کار باید کرد؟ جای هیچ نگرانی نیست، در این شرایط می‌توان از سیستم

**net metering** استفاده کرد. این سیستم یک نوع سیستم معمولی PV مبتنی بر شبکه است که در ساعات اوج روز انرژی بیشتری را تولید می‌کند، بنابراین انرژی مازاد دوباره به شبکه بازمی‌گردد. مصرف کننده می‌تواند از انرژی اضافه در هنگام شب یا روزهای ابری استفاده کند **net meter**. نسبت انرژی ارسالی به انرژی دریافتی از شبکه را ثبت می‌کند. در مقیاس گسترده‌تر، سه نوع سیستم نیروگاهی برای انرژی خورشیدی وجود دارد که عبارت‌اند از:

- سیستم متمرکز کننده‌ی خطی
- سیستم dish/engine (بشقاب/موتور)
- سیستم power tower یا برج نیرو

سیستم متمرکز کننده‌ی خطی انرژی خورشید را با استفاده از آینه‌های مستطیلی و سهموی جمع‌آوری می‌کند. آینه‌ها به سمت خورشید منحرف می‌شوند، نور خورشید را رو لوله‌هایی (گیرنده‌ها) متمرکز می‌کنند که در طول آینه‌ها قرار گرفته‌اند. نور منعکس شده، جریان سیال داخل لوله‌ها را گرم می‌کند. سپس از این جریان داغ برای جوشاندن آب در یک ژنراتور معمولی توربینی به منظور تولید انرژی برق استفاده می‌شود.





سیستم dish/engine از یک بشقاب آینه‌ای مشابه بشقاب بزرگ ماهواره‌ها استفاده می‌کند. این سیستم با هدف حداقل سازی هزینه‌ها، از ترکیبی از آینه‌های مسطح ساخته شده که در یک شکل بشقابی کنار هم قرار گرفته‌اند. سطح بشقابی نور خورشید را به گیرنده‌ی گرمایی هدایت می‌کند، گیرنده‌ی گرمایی گرما را جذب و جمع‌آوری می‌کند و سپس آن را به ژنراتور موتور منتقل می‌کند.

متداول‌ترین نوع موتور گرمایی که امروزه در سیستم‌های dish/engine به کار می‌رود موتور استرلینگ است. این سیستم از سیال داغ برای جابه‌جایی پیستون‌ها و تولید نیروی مکانیکی استفاده می‌کند. سپس از این نیروی مکانیکی برای راه‌اندازی ژنراتور یا تناوبگر و تولید برق استفاده می‌شود.

سیستم برج نیرو (Power tower) از یک بخش بزرگ و مسطح از آینه‌های ردیابی خورشیدی موسوم به هلیوستات تشکیل شده که از آن‌ها برای متمرکز کردن نور خورشید روی یک گیرنده در قسمت بالای برج استفاده می‌کند. از سیال داغ موجود در گیرنده برای تولید بخار استفاده می‌شود، در مرحله‌ی بعدی از این بخار در یک ژنراتور توربینی معمولی برق تولید می‌شود. بعضی برج‌های نیرو از بخار یا آب به‌عنوان سیال داغ استفاده می‌کنند. طرح‌های پیشرفته‌ی دیگر به دلیل قابلیت‌های ذخیره‌سازی انرژی و انتقال گرمای نمک مذاب نیترا از این ماده استفاده می‌کنند. قابلیت ذخیره‌سازی انرژی یا ذخیره‌سازی گرمایی امکان توزیع برق در روزهای ابری یا هنگام شب را هم فراهم می‌کند.

#### فناوری نمک مذاب

از نمک مذاب می‌توان به‌عنوان روش ذخیره‌سازی گرمایی برای حفظ انرژی جمع‌آوری شده توسط برج خورشیدی استفاده کرد که در نهایت برای تولید برق در آب‌وهوای بد یا هنگام شب به کار می‌رود. بر اساس پیش‌بینی‌ها بازدهی این سیستم ۹۹ درصد است. نمک در دمای ۱۳۱ درجه‌ی سانتی‌گراد ذوب می‌شود. و تا ۲۸۸ درجه‌ی سانتی‌گراد در یک محفظه‌ی ذخیره‌سازی سرد به حالت مایع باقی می‌ماند. نمک مایع از طریق پنل‌ها به داخل یک کلکتور (جمع‌کننده) خورشیدی پمپ می‌شود، در این کلکتور دما به ۵۶۶ درجه‌ی سانتی‌گراد می‌رسد. در صورت نیاز به برق نمک داغ به یک ژنراتور بخار معمولی پمپ می‌شود تا بخار داغ را برای توربین یا ژنراتور در هر کدام از واحدهای نیروی هسته‌ای، زغال‌سنگی، نفتی و ... فراهم کند.



## کاربردهای انرژی خورشیدی

فناوری خورشیدی ساختمان‌های صنعتی، تجاری و مسکونی مشابه است) فتوولتائیک، گرمایش passive، نور روز و گرمایش آبی. (البته ساختمان‌های غیرمسکونی می‌توانند از انواعی استفاده کنند که کاربرد خانگی ندارند. این فناوری‌ها شامل تهویه‌ی هوا، گرمایش و سرمایش خورشیدی هستند. در ادامه به صورت مختصر به انواع کاربردهای انرژی خورشیدی در مقیاس خانگی و صنعتی اشاره شده است:

گرمایش، سرمایش، تهویه: دودکشی خورشیدی (دودکش گرمایی) یک سیستم تهویه‌ی خورشیدی passive است که از یک محور عمودی تشکیل شده است. این محور بیرون و درون ساختمان را به یکدیگر وصل می‌کند. با گرم شدن دودکش هوای داخل ساختمان هم گرم می‌شود و هوا را به داخل ساختمان می‌کشد. از گیاهان و درختان فصلی می‌توان به‌عنوان واسطه‌ای برای کنترل گرمایش و سرمایش خورشیدی استفاده کرد. اگر گیاه در بخش جنوبی ساختمان قرار بگیرد، برگ‌های آن در طول تابستان سایه تولید می‌کنند و در زمستان شاخه‌های لخت و بدون امکان عبور نور را فراهم می‌کنند.

آشپزی: اجاق‌های خورشیدی از نور خورشیدی برای آشپزی، خشک کردن و پاستوریزه‌سازی استفاده می‌کنند. این وسایل به سه دسته‌ی عمده تقسیم می‌شوند: اجاق‌های جعبه‌ای، اجاق‌های پنلی و اجاق‌های انعکاسی.

تصفیه‌ی آب: با فرآیند تقطیر خورشیدی می‌توان از آب شور یا بدمزه آب آشامیدنی تولید کرد. اولین بار شیمی‌دان‌های عرب قرن شانزدهم به این فناوری دست پیدا کردند. سپس پروژه‌ی تقطیر خورشیدی در مقیاس بزرگ‌تر در ۱۸۷۲ در لاس سالیناس شیلی آغاز شد.

معماری: نور خورشید از ابتدای تاریخچه‌ی معماری بر طراحی ساختمان تأثیرگذار بوده است. روش‌های پیشرفته‌ی معماری خورشیدی و برنامه‌ریزی شهری در ابتدا توسط یونانی‌ها و چینی‌ها به کار رفتند، آن‌ها برای حداکثر استفاده از نور و گرما ساختمان‌های خود را به سمت جنوب می‌ساختند.

در روش‌های جدید طراحی خورشیدی از مدل‌سازی کامپیوتر استفاده می‌شود و سیستم‌های گرمایش، نورپردازی و تهویه‌ی خورشیدی در یک مجموعه‌ی یکپارچه ارائه می‌شوند. تجهیزات خورشیدی active مانند پمپ‌ها، فن‌ها و پنجره‌های قابل جایگزینی می‌توانند مکملی برای طراحی passive باشند و عملکرد کلی سیستم را بهبود دهند.





کشاورزی و باغبانی. صنعت کشاورزی و باغبانی به دنبال بهینه‌سازی انرژی خورشیدی دریافتی و افزایش بهره‌وری واحدها است. روش‌هایی مثل چرخه‌های زمان‌بندی‌شده، جهت‌گیری سطری، ارتفاع متناوب بین سطرها و ترکیب گونه‌های گیاهی می‌توانند به توسعه‌ی برداشت محصول کمک کنند. در بعضی نقاط کشاورزها برای حداکثرسازی جذب انرژی خورشیدی از دیوارهای میوه‌ای استفاده می‌کنند. این دیوارها سرعت رسیدن میوه‌ها را از طریق گرم نگه‌داشتن آن‌ها افزایش می‌دهند. دیوارهای اولیه عمود بر زمین و به سمت جنوب ساخته می‌شدند؛ اما به مرور زمان، برای جذب بهتر نور خورشید از دیوارهای شیب‌دار استفاده شد. انرژی خورشیدی علاوه بر پرورش در دیگر کاربردهای کشاورزی مثل پمپ کردن آب، خشک کردن محصولات، جوجه‌کشی و خشک کردن کودهای کشاورزی هم نقش دارد. گلخانه‌ها هم نور خورشید را به گرما تبدیل می‌کنند. در این شرایط امکان پرورش بسیاری از محصولات به صورت طبیعی فراهم می‌شود.

حمل و نقل: یکی از اهداف مهندسين از دهه‌ی ۱۹۸۰ توسعه‌ی ماشین‌های خورشیدی بوده است. بعضی وسایل نقلیه از پنل‌های خورشیدی برای تأمین نیروی اضطراری از جمله تهویه‌ی هوا برای خنک کردن فضای داخل ماشین استفاده می‌کنند و به این صورت مصرف سوخت را کاهش می‌دهند.

تولید سوخت: فرآیندهای شیمیایی خورشیدی از انرژی خورشیدی برای اجرای واکنش‌های شیمیایی استفاده می‌کنند. این فرایندها می‌توانند انرژی خورشید را به سوخت‌های قابل انتقال و قابل ذخیره‌سازی تبدیل کنند. واکنش‌های شیمیایی خورشیدی را می‌توان به دو نوع ترموشیمیایی و فوتوشیمیایی تقسیم کرد. فناوری‌های تولید هیدروژن از دهه‌ی ۱۹۷۰ بخش گسترده‌ای از پژوهش‌های انرژی خورشیدی را در برمی‌گیرند.

نیروگاه‌های مطرح دنیا

در ژوئن ۲۰۱۷ چین و هند به‌عنوان پیشتازان توسعه‌ی پروژه‌های انرژی خورشیدی در مقیاس وسیع شناخته شدند. میزان تقاضای انرژی ایالات‌متحده وجود رکود اقتصادی به لطف تشویق‌های مالی دولت و افزایش نگرانی‌های زیست‌محیطی عمومی در حال افزایش است. اگرچه بزرگ‌ترین نیروگاه‌ها در خارج از ایالات‌متحده قرار دارند؛ اما دو نیروگاه در کالیفرنیا و نیومکزیکو در دست احداث هستند.



### نیروگاه تنگر چین، بزرگترین نیروگاه خورشیدی دنیا

احداث این دو نیروگاه می‌تواند تسلط اروپا بر بازار انرژی خورشیدی را کاهش دهد و تعادل ایجاد کند. از جمله نیروگاه‌های بزرگ و وسیع دنیا می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد:

۱. نیروگاه خورشیدی کاموتی هندوستان، با تولید توان ۶۴۸ مگاوات

تأسیسات کاموتی، تامیل نادو با ظرفیت تقریبی ۶۴۸ مگاوات تقریباً ۱۰ کیلومتر را پوشش داده است.

۲. پارک خورشیدی لونجیاواکسیا دام (چین)

این پارک خورشیدی از جدیدترین پروژه‌های انرژی خورشیدی در مقیاس وسیع است. در یک مزرعه‌ی خورشیدی در شهر سیکسی در استان شرقی ژيجانگ، ۳۰۰ هکتار پنل خورشیدی نصب شده است. انتظار می‌رود این مزرعه در یک سال ۲۲۰ گیگاوات برق تولید کند، این میزان می‌تواند انرژی موردنیاز تقریباً ۱۰۰,۰۰۰ خانوار را تأمین کند.

۳. پارک خورشیدی کورنول اولترا مگای هندوستان (۹۰۰ مگاوات)

این پارک با فراهم کردن ظرفیت نیروی خورشیدی ۹۰۰ مگاوات، در رتبه‌ی بالاتری نسبت به نیروگاه ۶۴۸ مگاواتی در تامیل نادو و نیروگاه Topaz (با ظرفیت ۵۵۰ مگاوات) در کالیفرنیا قرار می‌گیرد.



#### ۴. نیروگاه خورشیدی داتونگ چین (۱۰۰۰ مگاوات)

نیروگاه داتونگ چین، پس از تکمیل شدن بزرگ‌ترین نیروگاه خورشیدی دنیا خواهد بود. به نقل از آمار دولتی، از تاریخ جولای ۲۰۱۶ تا ژانویه ۲۰۱۷، داتونگ توان کلی ۸۷۰ مگاوات برق را تولید کرده است که برابر با بیش از ۱۲۰ میلیون وات در ماه می‌شود.

#### ۵. پارک خورشیدی تنگر چین (۱۵۰۰ مگاوات)

نیروگاه خورشیدی ۱۵۴۷ مگاواتی در ژونگی، بزرگ‌ترین نیروگاه خورشیدی جهان است که به دیواره‌ی خورشیدی چین هم معروف است. بیابان تنگر یک منطقه‌ی طبیعی و بایر است که ۳۶,۷۰۰ کیلومتر را پوشش می‌دهد و نیروگاه خورشیدی ۱۲۰۰ کیلومتر از این منطقه را اشغال کرده است (۳.۲ درصد از کل منطقه).

\*\*

#### نیروگاه‌های مطرح خورشیدی ایران

ایران با وجود ۳۰۰ روز آفتابی از مجموع ۳۶۵ روز سال در بیش از دوسوم مساحت خود و متوسط تابش ۵/۴ تا ۵/۵ کیلووات ساعت بر مترمربع در روز یکی از کشورهای با پتانسیل بالا در زمینه‌ی انرژی خورشیدی است. طبق مطالعاتی که مرکز هوافضای آلمان (DLR) انجام داده، در مساحتی بیش از ۲۰۰۰ کیلومترمربع، امکان نصب بیش از ۶۰ هزار مگاوات نیروگاه حرارتی خورشیدی وجود دارد.

بنا به گزارش وزارت نیرو خلاصه‌ای از فعالیت‌های انجام شده در حوزه‌ی خورشیدی به این شرح است:

۱. احداث نیروگاه حرارتی خورشیدی سهموی خطی شیراز به ظرفیت ۲۵۰ کیلووات تا مرحله تولید بخار و انجام تحقیقات در زمینه‌ی فناوری ساخت و تست قالب مربوط به آینه کلکتور نیروگاه شیراز، خمکاری شیشه و تولید آینه‌های سهمی، ایجاد پتانسیل علمی، فنی و تربیت کارشناسان ماهر برای طراحی و ساخت و راه‌اندازی نیروگاه‌های بزرگ خورشیدی در آینده و ساخت سیستم‌های کنترلی و نرم‌افزارهای کنترل کلکتورهای خورشیدی در نیروگاه‌های حرارتی خورشیدی در خصوص نیروگاه‌های حرارتی خورشیدی
۲. برق‌رسانی فتوولتائیک به روستاها (برق‌رسانی به ۳۵۸ خانوار روستایی) جمعاً به ظرفیت ۳۸۶ کیلووات
۳. طراحی، نصب و راه‌اندازی نیروگاه فتوولتائیک با ظرفیت اسمی ۹۷ کیلووات در منطقه سرکوبیر سمنان



۴. طراحی، نصب و راه‌اندازی نیروگاه فتوولتائیک با ظرفیت اسمی ۳۰ کیلووات متصل به شبکه در طالقان
۵. طراحی، نصب و راه‌اندازی نیروگاه فتوولتائیک با ظرفیت اسمی ۵ کیلووات در منطقه دربید یزد
۶. مطالعه و پژوهش برای تسلط بر فناوری طراحی و ساخت دیش استرلینگ خورشیدی (در حال انجام)
۷. انجام پتانسیل سنجی و تهیه اطلس خورشیدی کشور و زمینه‌سازی جهت تهیه نقشه‌های پتانسیل تابش خورشیدی ایران با سازمان فضایی آلمان (DLR)
۸. طراحی، ساخت و نصب انواع سیستم‌های برق خورشیدی نظیر چراغ‌های خیابانی فتوولتائیک، پمپ آب کش برای مصارف کشاورزی، تجهیز یک منطقه مرزی، روشنایی تونل به کمک سیستم‌های فتوولتائیک
۹. مطالعه و ساخت اتصالات اهمیتیک برای سلول‌های خورشیدی سیلیسیم لایه‌نازک
۱۰. طراحی، تدوین دانش فنی و ساخت اینورتر (معکوس‌کننده) متصل به شبکه با توان ۵ کیلووات و همچنین اینورتر متصل به شبکه بدون ترانس با توان ۱.۵ کیلووات
۱۱. مطالعات شناخت، امکان‌سنجی فنی، اقتصادی کاربرد و طراحی سیستم‌های هیبرید انرژی‌های تجدید پذیر (باد-دیزل-فتوولتائیک-زیست‌توده و خورشیدی) در ایران
۱۲. احداث پارک خورشیدی در سایت انرژی‌های نو طالقان
۱۳. طراحی مفهومی نیروگاه هیبریدی خورشیدی شیراز به منظور افزایش ظرفیت ۵۰۰ کیلووات با بهره‌گیری از کلکتورهای پیشرفته سهموی خطی (در حال انجام)
۱۴. مطالعه انواع فناوری‌های آب‌شیرین‌کن خورشیدی
۱۵. ارزیابی رفتار مصرف‌کنندگان سیستم‌های انرژی خورشیدی (آب‌گرم‌کن و اجاق) در منطقه جنگلی آرمرده
۱۶. طراحی و ساخت دستگاه تبرید ۵ تن خورشیدی به روش دسیکنت جامد خورشیدی



پیش‌ازاین در سال ۲۰۱۰ نیروگاه سیکل ترکیبی خورشیدی یزد به‌عنوان هشتمین نیروگاه بزرگ خورشیدی جهان شناخته شده بود. اولین بار بود که نیروگاهی از ترکیب انرژی خورشید و گاز طبیعی در جهان استفاده می‌کرد. این نیروگاه با دانش متخصصان ایرانی ساخته شده است و مجموع ظرفیت آن در زمان بهره‌برداری و در شرایط ایزو به ۳۰۸ مگاوات می‌رسید.

به گزارش تسنیم در تاریخ ۲۹ شهریور ماه سال گذشته، وزارت نیرو به‌منظور احداث یک نیروگاه ۶۰۰ مگاواتی خورشیدی با شرکت کورکس انگلیس به توافق رسید. این نیروگاه در صورت تکمیل و احداث به‌عنوان ششمین نیروگاه بزرگ خورشیدی جهان شناخته خواهد شد.

#### مزایا و معایب انرژی خورشیدی

با تهدید فزاینده‌ی تغییرات آب و هوایی بر اثر نشر بیش‌ازاندازه‌ی کربن، بسیاری از کشورها به‌دنبال جایگزین‌های انرژی تمیز برای سوخت‌های فسیلی سنتی خود هستند. از میان تمام جایگزین‌های انرژی، انرژی خورشیدی بیشترین هزینه را داشته است. با این حال، با در نظر گرفتن مزایا و معایب و کاهش ۸۰ درصدی قیمت پنل‌های خورشیدی در پنج سال گذشته، انرژی خورشیدی آینده‌ی درخشانی خواهد داشت. از جمله مزایای این انرژی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

#### پایداری

انرژی خورشیدی جایگزین پایداری برای سوخت‌های فسیلی به شمار می‌رود. با اینکه سوخت‌های فسیلی تاریخ انقضا دارند؛ اما انرژی خورشید حداقل چند میلیارد سال در دسترس خواهد بود. علاوه بر این، هر روز ۷۳ هزار تراوات انرژی خورشید به سطح زمین می‌رسد که ۱۰,۰۰۰ برابر بیشتر از مصرف روزانه‌ی انرژی در کل جهان است. برای استفاده از این منبع انرژی عظیم تنها لازم است فناوری موردنیاز آن پیاده‌سازی شود.



## تأثیر کم بر محیط

تأثیر انرژی خورشیدی بر محیط در مقایسه با سوخت‌های فسیلی، بسیار کمتر است. این انرژی گاز گلخانه‌ای منتشر نمی‌کند زیرا فناوری مربوط به آن نیاز به احتراق سوخت ندارد. اگرچه نیروگاه‌های گرمایی خورشیدی (CSP) به دلیل مصرف آب و بر اساس نوع فناوری به کاررفته، نسبتاً غیربهبینه هستند، استفاده از فناوری مناسب می‌تواند بازدهی را افزایش دهد برای مثال سلول‌های خورشیدی فتوولتائیک (PV) برای تولید برق نیازی به آب ندارند.



## استقلال انرژی

از آنجاکه نور خورشید در اغلب کشورهای دنیا فراوان است، بنابراین می‌تواند هر کشوری را به یک تولیدکننده انرژی بالقوه تبدیل کند و وابستگی کشورها به انرژی را کاهش دهد و از طرفی امنیت آن‌ها را افزایش دهد. انرژی خورشیدی تنها در سطح ملی امنیت و استقلال را افزایش نمی‌دهد؛ بلکه در مقیاس‌های کوچک‌تر برای مثال با نصب پنل‌های خورشیدی روی بام خانه‌ها هم می‌توان نیروی برق موردنیاز هر خانوار را تأمین کرد.

## معایب

یکی از بزرگ‌ترین مشکلات فناوری خورشیدی، این است که تنها هنگام تابش خورشید انرژی تولید می‌کند. به این معنی که هنگام شب یا در روزهای ابری ممکن است تأمین انرژی مختل شود. اگر روش‌های کم‌هزینه‌ای برای ذخیره‌سازی انرژی وجود داشته باشد این مسئله مشکل‌ساز نخواهد شد، زیرا دوره‌های آفتابی طولانی می‌توانند انرژی اضافه را تولید کنند. برای مثال آلمان یکی از پیش‌تازان فناوری خورشیدی، در حال حاضر بر توسعه‌ی ذخیره‌سازی انرژی کار می‌کند تا این مشکل را برطرف کند.



## خرابی زمین

یکی از نگرانی‌های انرژی خورشیدی، آسیب به زمین، فرسایش و از بین رفتن حیات وحش است. باینکه سیستم‌های خورشیدی PV را می‌توان در محل‌های ثابتی نصب کرد، اما ممکن است سیستم‌های بزرگ PV برای تولید هر مگاوات برق به ۳.۵ تا ۱۰ جریب زمین و تأسیسات CSP برای تولید همین میزان به ۴ تا ۱۶.۵ جریب زمین نیاز داشته باشند. برای حل این مشکل می‌توان تأسیسات را در بخش‌های کم کیفیت یا در امتداد جاده‌ها و بزرگراه‌ها نصب کرد.

## کمبود مصالح

بعضی فناوری‌های خورشیدی به مصالح نادری در تولید خود نیاز دارند. باین‌حال این مشکل فناوری PV هست نه فناوری CSP. برای مثال بسیاری از مصالح نادر و کمیاب محصولات جانبی فرآیندهای دیگر هستند و به‌طور مستقیم از معدن استخراج نشده‌اند.

بازیافت مصالح PV و پیشرفت‌های حاصل در نانو فناوری بازدهی سلول‌های خورشیدی را بالا برده و به افزایش تأمین توان کمک می‌کنند اما شاید یافتن جایگزین‌ها با فراوانی بیشتر بتوانند نقش عمده‌ای در حل این مشکل ایفا کنند.

باینکه فناوری خورشیدی معایبی دارد و در بعضی بازارها پرهزینه است، اما جایگزین بسیار مناسبی برای سوخت‌های فسیلی است. مشکلات هزینه با پیشرفت‌های آینده فناوری در افزایش بازدهی و ظرفیت ذخیره‌سازی قابل حل هستند. با در نظر گرفتن سودهای بالقوهی برداشت گرما و نور خورشید، انگیزه برای توسعه‌ی آینده‌ی انرژی خورشیدی بالا خواهد رفت

\*\*\*