

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



عنوان:

معرفی طرز کار نیروگاه خورشیدی

مقدمه:

**خورشید** نه تنها خود منبع عظیم انرژی است، بلکه سرآغاز حیات و منشاء تمام انرژیهای دیگر است. طبق برآوردهای علمی در حدود ۶۰۰۰ میلیون سال از تولد این گوی آتشین میگذرد و در هر ثانیه  $۲/۴$  میلیون تن از جرم خورشید به انرژی تبدیل می‌شود. با توجه به وزن خورشید که حدود  $۳۳۳$  هزار برابر وزن زمین است. این کره نورانی را می‌توان به عنوان منبع عظیم انرژی تا ۵ میلیارد سال آینده به حساب آورد.

جالب است بدانید که سوخته‌های فسیلی ذخیره شده در اعماق زمین، انرژیهای باد و آبشار و امواج دریاها و بسیاری موارد دیگر از جمله نتایج همین مقدار انرژی دریافتی زمین از خورشید می‌باشد. اولین بار انرژی خورشیدی در سال ۱۶۱۵ توسط مهندس فرانسوی به کار برده شد. او با استفاده از این انرژی یک پمپ آب را به کار انداخت. بعد از آن این انرژی توسط یک اینه هر می که انرژی خورشید را بروی محور خود متمرکز میکرد و مقدار زیادی آب را که روی محور هرم قرار گرفته بود به بخار تبدیل میکرد. این بخار می‌توانست برای بکار انداختن یک پمپ "موتور یا توربین" را بکار بیاندازد.





# کاربردهای نیروگاهی و غیر نیروگاهی

## انرژی خورشیدی

- یک نیروگاه خورشیدی شامل تاسیساتی است که انرژی تابشی خورشید را جمع کرده و با متمرکز کردن آن، درجه حرارت‌های بالا ایجاد می‌کند. انرژی جمع‌آوری شده از طریق مبدل‌های حرارتی، توربین ژنراتورها و یا موتورهای بخار به انرژی الکتریکی تبدیل خواهد شد. نیروگاه‌های خورشیدی بر اساس نوع متمرکز کننده‌ها به سه دسته تقسیم می‌شوند:

نیروگاه سهموی خطی (Parabolic Trough Collectors)

نیروگاه دریافت کننده مرکزی (C.R.S)

نیروگاه دیش استرلینگ

گرمایش آب مصرفی ( آب گرمکن‌های خورشیدی برای منارل، ساختمانها، کارخانجات از انرژی حرارتی خورشید علاوه بر استفاده نیروگاهی، می‌توان در زمینه‌های زیر بصورت صنعتی، تجاری و خانگی استفاده کرد: و استخرها)

گرمایش فضای داخلی ساختمانها

سرمایش فضای داخلی ساختمانها و یخچال‌های خورشیدی

آب شیرین‌کن‌های خورشیدی (در اندازه‌های خانگی و صنعتی)

خشک‌کن‌های خورشیدی ( برای خشک کردن مواد غذایی و محصولات کشاورزی)

خوراک پزهای خورشیدی

# نیروگاه های سهموی





نیروگاه با دریافت کننده مرکزی



آب گرم کن های خورشیدی





استفاده برای گرم کردن خانه



FOTORESEARCH



استفاده در روشنایی معابر و تلفن های بین راهی



# گردآورنده حرارتی با دمای پایین

## گردآورنده مسطح:

این جمع کننده شامل یک صفحه جذب کننده سیاه رنگ است که قابلیت جذب ان حدود یک است. یک روکش جذب کننده انتخابی با قابلیت گسیل حرارتی کم بروی این صفحه رسوب صفحه مذکور به لوله یا کانالهایی متصل است تا مایع انتقال دهنده بتواند داده شده است حرارت تولید توسط صفحه را جذب نماید.





# نیروگاههای فتوولتایی



# اجزای نیروگاه‌های فتوولتائیک:

نیروگاه‌های فتوولتاییبه طور کلی به چهار دسته زیر تقسیم میشوند:

۱- آرایه های خورشیدی

۲- تنظیم کننده زاویه آرایه های خورشیدی

۳- تنظیم کننده ولتاژ و میزان شارژ باتری

۴- واحد ذخیره سازی انرژی

۵- اینورتر ولتاژ



# نمای شماتیک نیروگاه خورشیدی فتوولتائی



# آرایه های خورشیدی:

کوچکترین و اساسی ترین قسمت یک آرایه خورشیدی را سلول های خورشیدی تشکیل میدهند. سلول ها زمانی که در برابر نور خورشید قرار میگیرند مانند باتری کوچک برق تولید مینمایند.

یک سلول فتوولتایک معمولاً به ضخامت ۳۰۰ میکرون و از صفحات دایره ای ۳ تا ۹ سانتیمتر ساخته میشوند.

مساحت سلول ها تاثیری روی ولتاژ تولید شده توسط آن ندارد. معمولاً ولتاژ تولیدی هر باتری برابر ۰/۵ ولت است. اما شدت جریان حاصل در سلول ها تابع مساحت سلول و شدت تشعشع خورشید میباشد. با از دیاد درجه حرارت قدرت تولیدی سلول ها کاهش مییابد.

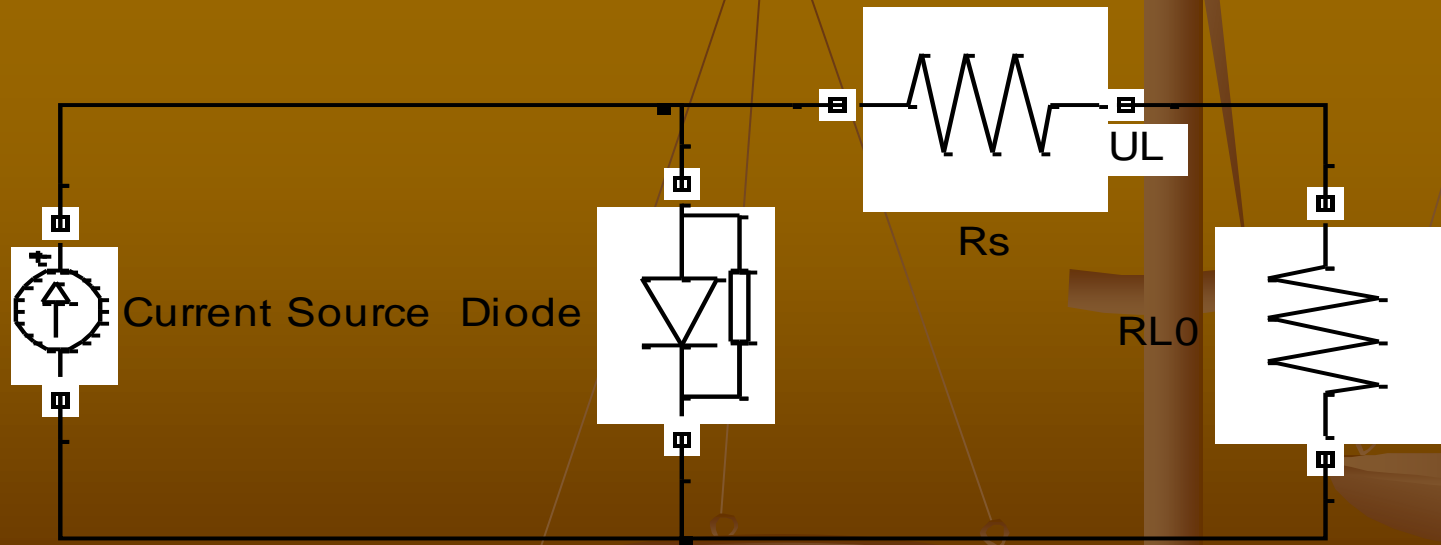
برای افزایش ولتاژ تولید شده سلول ها را به صورت گروهی با هم سری و موازی میکنند. به این واحد بزرگتر مدول گویند. با نصب تعداد زیادی از این مدول ها بر روی یک پایه یک پنل خورشیدی ساخته میشود. با اتصال تعدادی از پنل ها با یکدیگر یک زیر آرایه تشکیل میشود. زیر آرایه ها در یک میدان کنار هم قرار میگیرند که به آن میدان آرایه گفته میشود. در شکل صفحه بعد این موارد دیده میشود....



# سلول های خورشیدی

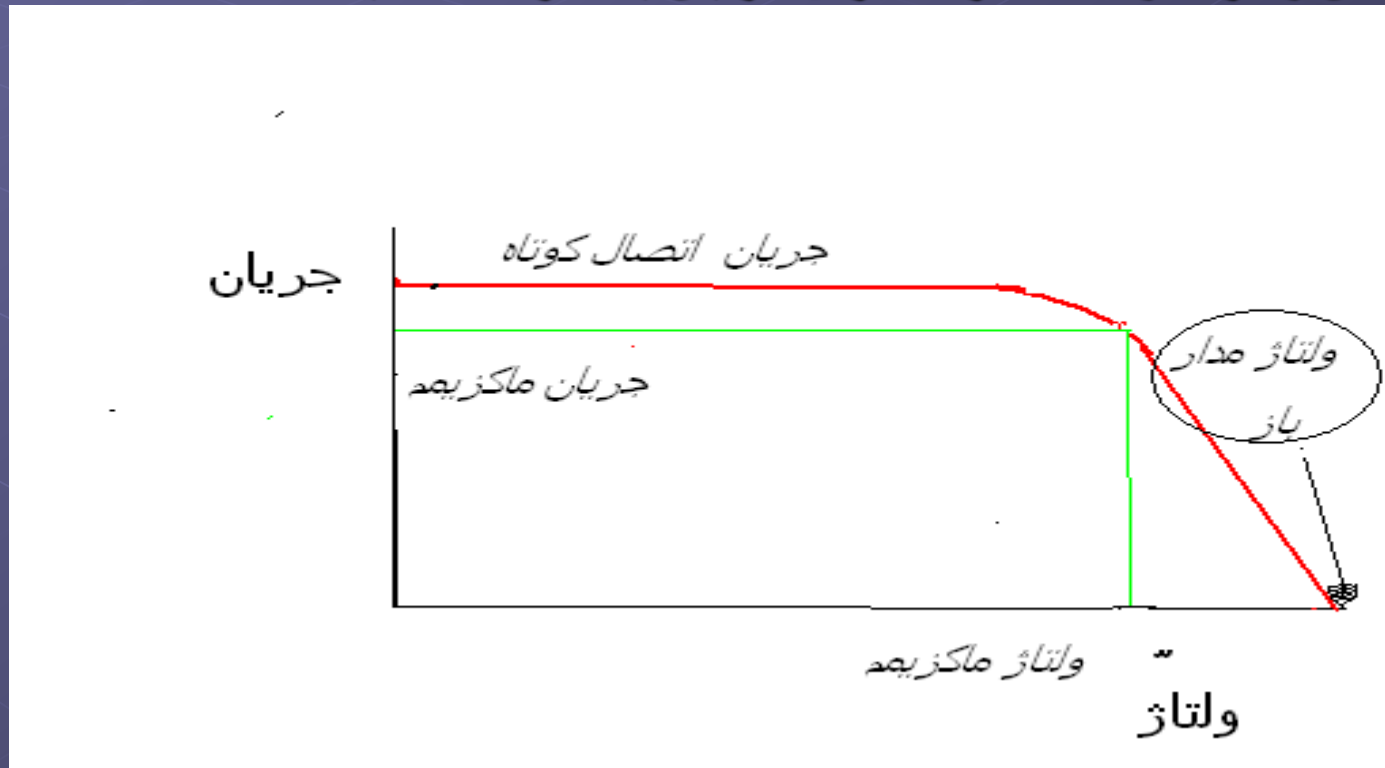
سلول های خورشیدی به عنوان جزء اساسی یک نیروگاه فتوولتاییک بدون استفاده از سیکل ترمودینامیک یا سیال عامل انرژی تشعشعی فوتون های نور خورشید را مستقیماً به انرژی الکتریکی تبدیل میکند. سلول های خورشیدی میتوانند با بازدهی ۵ تا ۲۵ درصد عمل تبدیل انرژی را انجام دهند. امروزه موثرترین و ارزان ترین سلول های خورشیدی سیلیسیومی اند.

در شکل زیر مدار معادل یک سلول خورشیدی در وضعیت تولید انرژی قرار دارد مشاهده میشود. مقاومت ها معرف تلفات در سلول است. تلفات در سلول معلول مواردی نظیر انعکاس نور خورشید در سطح سلول "جذب فوتون بدون ایجاد الکترون و حفره ازاد و... میباشد.



## مدول های خورشیدی:

سلول های خورشیدی به صورت سری و موازی بسته میشوند. در صورت خرابی یکی از سلول ها یا سایه گرفتگی آن کل آن واحد از کار میافتد. ترکیب سری- موازی سیستم باعث پایداری آن در مقابل خطاهای مذکور میشود. در نتیجه اتصال سری یا موازی سلول ها "منحنی مشخصه در محور ولتاژ (سری) و یا در محور جریان (موازی) با یکدیگر جمع میشوند. منحنی مشخصه با دو فاکتور تابش خورشید و دمای محیط تغییر میکند. افزایش دما اثر نامطلوبی بر روی ولتاژ خواهد داشت. این کاهش ولتاژ حدود ۳ تا ۴ درصد برای افزایش یک درجه دما میباشد.





# انواع تلفات در نیروگاه خورشیدی

# تلفات نوری :

۱- افت های باز تاب

۲- جذب خارجی غیر سودمند توسط لایه ها یا فصول مشترک.

تلفات نوری بین ۵ تا ۲۵ درصد تغییر میکند. که ۱۰ درصد این رقم مربوط به جذب خارجی است. افت های باز تاب چندین سطح مشترک از ۵ تا ۱۸ درصد متفاوت است. اگر یک اکسید هادی به کار رود تلفات بین ۰ تا ۲ درصد خواهد بود.

## تلفات الکتریکی:

۱- تلفات جریان که ناشی از عامل های اقلیتی که جمع آوری نشده اند و به حامل های اکثریت تبدیل نگشته اند.

۲- تلفات ولتاژ که تقلیل  $V_{OC}$  به کمتر از ولتاژ حداکثر احتمالی است که از تحریک حامل ها به باند هدایت درون نیمه هادی جذب کننده - تولید کننده ناشی میشود.

۳- تلفات مقاومت که ناشی از مقاومت سری - موازی و نیز مشخصه نا مطلوب دیود است.



## تلفات ناشی از فرایندهای تنزل کارایی:

پراکندگی ناخواسته مواد اتصال یا ناخالصی‌ها و حتی فرایند جداسازی الکتریکی ماده در مناطق

که چگالی جریان زیاد است. فرایندهای غیر ذاتی عبارتند از: اکسیداسیون لایه‌های نیمه هادی

فساد اتصال یا پوشش ضد بازتاب و تیرگی محفظه به علت تشعشع ماورای بنفش و قرار گرفتن آنها

در شرایط جوی مختلف و اثرات دوره‌ای دمای شدید حین کار است.

# واحد ذخیره سازی انرژی:

باتغییر شرایط محیط مانند دما و شدت نور توان تولید شده ارابه خورشیدی تغییر میکند ممکن است

گاهی بیشتر و گاهی کمتر از توان مورد نیاز باشد. بنابراین نیاز به یک واحد ذخیره انرژی

بخصوص در نیروگاههای منفصل میباشد همچنین می توان با پیوند یک سیستم مجزا نظیر دیزل

ژنراتور به سیستم فتوولتائیک پیوستگی مشترکین را در یک شبکه منفصل از شبکه سراسری ایجاد

نمود. در کشور های پیشرفته از سیستمهای متشکل از الکترو لایزرو پیل جهت پشتیبانی استفاده

میشود. در این سیستمها انرژی مازاد تولیدی در دستگاه الکتروتیزاب جهت تولید هیدروژن مورد

استفاده قرار میگیرد. هیدروژن حاصل در مخازنی ذخیره می گردد و در مواقع نیاز در پیل های

سوختی تولید برق میکند. همچنین از هیدروژن حاصله برای نیروگاههای حرارتی در تجهیزات

گرمایشی و حتی در خودروها به عنوان سوخت مورد استفاده قرار میگیرد.

امروزه واحدهای ذخیره سازی انرژی معمولاً بصورت باطریهای با قابلیت شارژ مجدد است.



# اینورترهای ولتاژ:

برای ایجاد خروجی متناوب نیاز به اینورتر میباشد که مقدار ولتاژ تولیدی توسط اینورتر از رابطه زیر بدست می آید.

$$V_{ph} = 2\sqrt{2}/\eta \times \cos(\pi/6) \cdot V_d$$

$\eta$  راندمان اینورتر میباشد.

یکی از معایب نیروگاه های خورشیدی ناشی از بازدهی کم آن

وچگالی کم انرژی خورشیدی میباشدکه در توان بالا نیاز به

مساحت زیاد دارد. مثلا برای تولید ۲۰۰ کیلو وات انرژی

مداوم در طول شبانه روز مقدار تقریبی زمین ۱۰۰۰ متر

مربع میباشد.

مزایا:

۱- قطعات متحرک ندارد

۲- عمر مفید طولانی دارند

۳- به تعمیر و نگهداری اندکی نیاز دارند

۴- امکان تولید متمرکز یا پراکنده



معایب :

۱- بازدهی کم (۳۰٪) و هزینه های بالای سرمایه گذاری

۲- محدودیت ساعات کارکرد در طول سال

۳- عدم امکان پیوند با سیستم پشتیبان با سوخت فسیلی

۴- گرانی باطری های الکتروشیمیایی و خطرات زیست محیطی آن

۵- نیاز به مساحت زیاد



نیروگاه های خورشیدی هلیواستایی  
دریافت کننده های مرکزی



در این نیروگاهها هلیواستایی (اینه های مسطح تعقیب کننده خورشید) با تعداد زیاد

نور را بر روی یک دریافت کننده مرکزی که بر روی برج بلندی نصب شده

منعکس و متمرکز می کنند. این دریافت کننده انرژی خورشید را به حرارت تبدیل

می کند و به سیالی که در آن جریان دارد منتقل می کند. سیال پس از دریافت گرما یا

خود تبدیل به بخار می گردد یا با انتقال حرارت سیال دیگری را به بخار تبدیل می کند.

ضریب تمرکز تابش بین ۱۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰ می باشد و درجه حرارت هایی تا هزار درجه سانتی گراد

در دریافت کننده مرکزی حاصل می گردد. پیوند یک سیستم پشتیبان با سوخت گاز طبیعی یا نفت راه

کاری برای تولید مستمر و بدون وقفه می باشد.



# مزایای شیوه تولید کننده مرکزی:

الف) بازدهی بالا

ب) دمای بالای بخار تولید شده

ت) پیوند ساده با سیستم پشتیبان سوختی

ج) توان بالا

چ) فرایند ساده کار

خ) تولید همزمان گرما و برق

# معایب شیوه تولید کننده مرکزی :

- ۱- اتلاف انرژی حرارتی
- ۲- بازدهی کم در سیستم های پیوندی با سوخت فسیلی
- ۳- نیاز به پایه های بسیار با دوام برای آئینه ها
- ۴- ضرورت نصب سیستم های ردیاب خورشیدی
- ۵- نیاز به آب در پروسه تولید و تمیز کردن آئینه ها

# سیستم های تولید برق در نیروگاه های هلیواستاتی

۱- هوا به عنوان سیال دریافت کننده مرکزی

۲- آب به عنوان سیال دریافت کننده مرکزی

۳- نمک نیترات به عنوان دریافت کننده مرکزی



# 1- هوا به عنوان سیال دریافت کننده مرکزی:

در این سیستم هوا پس از دریافت گرما از دریافت کننده اصلی با ورود پرفشار خود به توربین گازی و انبساط در آن توربین را به گردش در می آورد.

این نیروگاه دارای مخزن ذخیره حرارتی برای مواقع ابری بودن هوا و در شبها میباشد.

## ۲- آب به عنوان سیال دریافت کننده مرکزی:

در این سیستم آب تحت فشار ۱۰۰ بار و ۵۰۰ درجه سانتی گراد دریافت میشود و تبدیل به بخار داغ میشود. بخار مستقیم مورد استفاده قرار میگیرد. مازاد انرژی حرارتی را میتوان در یک سیستم ذخیره حرارت ذخیره کرد. به دین ترتیب که حرارت در تانکی پر از شن و سنگ به لوله های حرارتی روغن مخصوص انتقال و در آن ذخیره میشود تا نیروگاه بتواند در ساعات ابری و شبها به کار خود ادامه دهد.

### ۳- نمک نیترات به عنوان دریافت کننده مرکزی:

نمک نیترات مذاب نسبت به روغن و آب حرارت بیشتری را

در خود نگه میدارد. نمک را تا ۵۶۶ درجه سانتی گراد گرم

کرده حرارت آنرا به آب منتقل میکنند. نمک داغ میتواند

حرارت خود را تا ۱۳ ساعت حفظ کند.

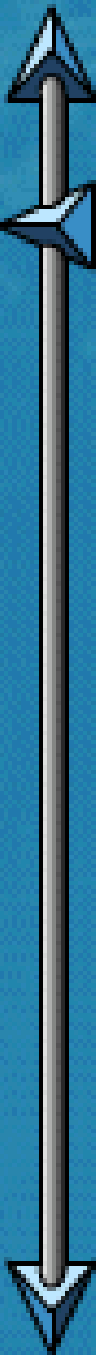


استفاده از انرژی خورشیدی در ایران



پروژه های انجام شده توسط دفتر خورشیدی سانا:

۱- ساخت نیروگاه خورشیدی سهموی خطی شیراز با ظرفیت ۲۵۰ کیلو وات  
این نیروگاه شامل دو بخش متمرکز کننده و دریافت کننده می باشد. بخش  
متمرکز کننده آن شامل یک سطح منعکس کننده سهموی است که روی  
سازه نگهدارنده قرار می گیرد و دریافت کننده آن یک لوله جاذب استوانه ای  
با پوشش گرم سیاه است که بوسیله شیشه پیرکس پوشانده شده و در  
طول خط کانونی قرار گرفته است. ردیابی خورشیدی از شرق به غرب روی  
تک محور دورانی انجام می گیرد به گونه ای که پرتوهای خورشیدی ردیابی  
شده بر روی لوله جاذب کننده کانونی می شوند. روغن انتقال حرارت در  
میان لوله های رسیور عبور کرده داغ می شود و در طول مبدل حرارتی آب را به  
بخار تبدیل می کند و با استفاده از این بخار تولید شده در ماشین بخار،  
انرژی الکتریکی تولید می گردد. این نیروگاه در حال حاضر مراحل انتهایی  
ساخت را طی می کند.

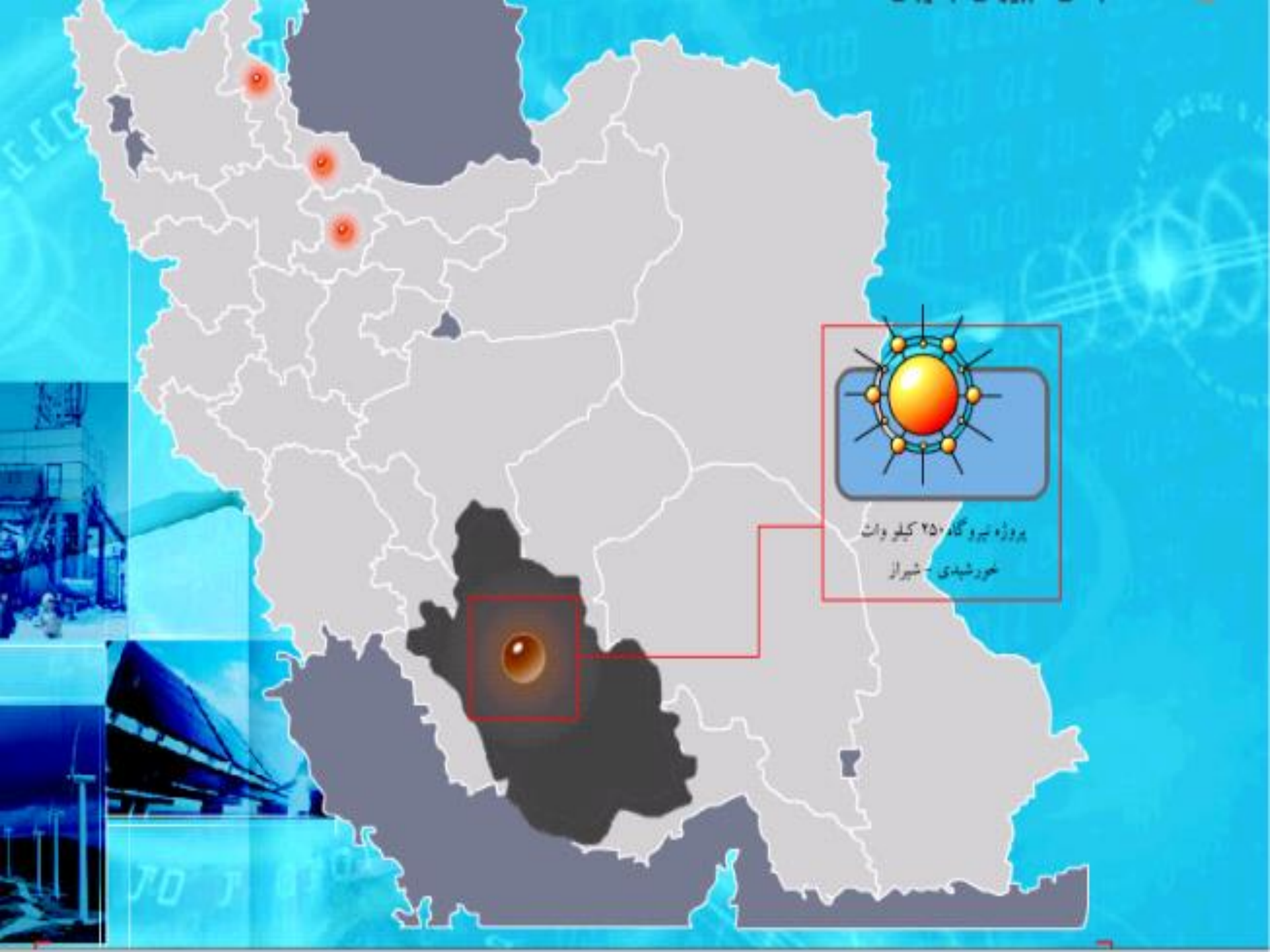


۲- طراحی، ساخت و بهره برداری از نیروگاه ۳۰ KW

کیلووات متصل به شبکه (بعنوان اولین نیروگاه فتوولتائیک متصل به شبکه در کشور) در سایت انرژیهای نو واقع در طالقان ( که در حال حاضر حدود ۷۱ مگاوات ساعت برق تولیدی را به شبکه سراسری تزریق نموده است).

۳- طراحی و ساخت و بهره برداری از نیروگاه ۵ کیلو وات فتوولتائیک متصل به شبکه در محل سازمان ( این نیروگاه از زمان بهره برداری تا کنون ۵ مگاوات ساعت برق به شبکه تزریق کرده است)

۴- استفاده از سیستمهای فتوولتائیک جهت تامین روشنایی تونلها و معابر و تامین برق مناطق دور از شبکه و پمپهای خورشیدی



پروژه نیروگاه ۲۵۰ کیلو وات  
خورشیدی - شیراز



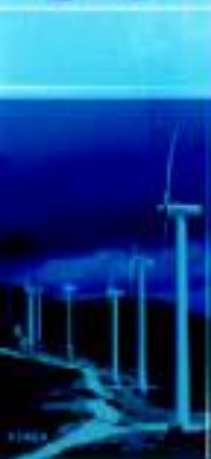




پروژه احداث سایت انرژیهای  
سازگار با محیط زیست - مازان



پروژه نیروگاه ۳۰ کیلو واتی  
خور و فلانیک متصل به شبکه  
مازانی

















## مزرعه کلکتور





پائیکر