



ارزیابی زیرساخت انرژی‌های تجدیدپذیر

دکتر مجتبی بیرقی

فارغ التحصیل دانشگاه صنعتی شریف
عضو هیأت علمی دانشگاه
مدیر عامل شرکت آلتین تجهیز اورمان





بخش اول: انرژی های تجدید پذیر



وضعیت فعلی زیرساخت‌های انرژی تجدیدپذیر در ایران

انرژی آبی و زمین گرمایی

پتانسیل مناسب در مناطق شمال غربی برای انرژی آبی.

پروژه‌های پایلوت زمین گرمایی در حال تحقیق و توسعه هستند.

نیروگاه‌های بادی

مناطق مناسب مانند سیستان و بلوچستان و کهک، با پروژه‌های موفق متعدد.

ایران در توسعه مزارع بادی قدم‌های مؤثری برداشته است.

نیروگاه‌های خورشیدی

ظرفیت نصب شده بالا با پروژه‌های بزرگ در استان‌های مرکزی و جنوب کشور

پیشرفت‌های قابل توجه در نصب پنل‌های خورشیدی خانگی و صنعتی.



چالش‌های پیش روی توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر

موانع مالی



نیاز به سرمایه‌گذاری بلندمدت و کمبود منابع مالی پایدار

مشکلات تکنولوژیکی



کمبود فناوری پیشرفته و انتقال دانش محدود

مسائل قانونی



ضرورت اصلاح قوانین و تسهیل مقررات مربوط به انرژی‌های پاک

چالشهای شبکه



نیاز به ارتقاء شبکه انتقال و مدیریت هوشمند انرژی





فرصت‌های سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر

منابع زمین‌گرمایی

امکان استفاده از انرژی زمین‌گرمایی در مناطق کوهستانی و آتشفشانی.

منابع خورشیدی و بادی

ظرفیت‌های فراوان در مناطق مختلف ایران برای تولید انرژی پاک.

بازار منطقه‌ای

پتانسیل صادرات انرژی پاک به کشورهای همسایه و توسعه بازار.

حمایت دولتی

ارائه تسهیلات و مشوق‌های مالیاتی برای جذب سرمایه‌ها.



سیاست‌های دولتی و نقش آن در توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر



برنامه‌های توسعه پنج‌ساله

هدف‌گذاری ساخت نیروگاه‌های نوین و ارتقاء زیرساخت‌ها.

1

مشوق‌های مالیاتی

طرح تعرفه‌های خرید تضمینی برق از انرژی‌های پاک.

2

تسهیل مجوزها

کاهش بروکراسی برای تسریع صدور مجوزهای زیربنایی.

3

حمایت از تحقیق و توسعه

بودجه‌بندی ویژه برای پروژه‌های نوآورانه و علمی.

4

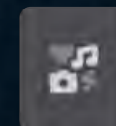


فناوری‌های نوین در انرژی‌های تجدیدپذیر



سیستم‌های ذخیره انرژی

افزایش قابلیت اطمینان و ثبات
شبکه برق.



شبکه‌های هوشمند

کنترل و مدیریت پویا مصرف و
تولید انرژی.



هوش مصنوعی

بهینه‌سازی عملکرد نیروگاه‌ها با
الگوریتم‌های پیشرفته.



بهبود راندمان

افزایش تولید برق با فناوری‌های
نوین و تجهیزات به‌روز.



نقش انرژی‌های تجدیدپذیر در توسعه پایدار

کاهش آلودگی هوا

جایگزینی سوخت‌های فسیلی، کاهش گازهای گلخانه‌ای.

ایجاد اشتغال

توسعه مشاغل در مناطق محروم و ارتقاء اقتصاد محلی.

افزایش امنیت انرژی

کاهش وابستگی به منابع خارجی و پایداری منابع انرژی.

محیط زیستی پایدار

حفاظت از منابع طبیعی برای نسل‌های آینده.



آینده انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران: چشم‌انداز و توصیه‌ها





بخش دوم: زیرساخت انرژی خورشیدی



اجزای اصلی سیستم‌های فتوولتائیک

پنل‌های خورشیدی

انواع مختلف با بازدهی متفاوت و تکنولوژی نوین مانند پنل‌های دوطرفه

اینورترها

تبدیل ولتاژ و جریان DC به AC برای هماهنگی با شبکه برق

سیستم‌های ذخیره انرژی

باتری‌ها به پایداری و استمرار انرژی کمک می‌کنند

سیم‌کشی و اتصالات

رعایت استانداردهای ایمنی برای اطمینان از عملکرد بهینه





طراحی و مهندسی نیروگاه‌های خورشیدی

استانداردهای مهندسی و ایمنی

تعیین ظرفیت سیستم

پیروی از IEC و IEEE تضمین کیفیت و ایمنی

برآورد مصرف و تعیین ظرفیت مناسب
برای نیازها

ملاحظات زیست محیطی

کاهش اثرات منفی بر محیط زیست و حفاظت از طبیعت

مکان یابی

ارزیابی تابش، زمین شناسی و دسترسی برای
مکان بهینه



سیستم‌های نصب و نگهداری



پایش عملکرد
شناسایی زودهنگام
مشکلات برای حفظ
کارایی



نگهداری و
تمیزکاری
تمیز نگه داشتن پنل‌ها
کلید بهره‌وری بالا
است



انواع نصب
سیستم‌های ثابت و
متحرک با ردیاب
خورشیدی برای
افزایش بهره‌وری



عمر و گارانتی
انتخاب تجهیزات با
تضمین کیفیت و طول
عمر بالا





شبکه‌های انتقال و توزیع انرژی خورشیدی

1

اتصال به شبکه سراسری

ادغام نیروگاه‌ها با شبکه برق ملی برای بهره‌برداری بیشتر

2

پایداری شبکه

چالش‌ها و راهکارهای تضمین ثبات در حضور انرژی خورشیدی

3

سیستم‌های هوشمند

مدیریت بهینه انرژی و کاهش تلفات با فناوری‌های نوین

4

کاهش وابستگی

کاهش استفاده از سوخت‌های فسیلی و افزایش نفوذ انرژی پاک



سیاست گذاری و مقررات انرژی خورشیدی در ایران

تعارف‌های خرید تضمینی

حمایت دولت با مشوق مالی برای سرمایه‌گذاران انرژی خورشیدی

قوانین نصب و بهره‌برداری

مقررات دقیق جهت حفظ کیفیت و ایمنی نیروگاه‌ها

نقش ساتبها

سازمان مسئول توسعه و نظارت بر انرژی‌های تجدیدپذیر

چالش‌ها و فرصت‌ها

موانع موجود و پتانسیل‌های رشد و توسعه





آینده انرژی خورشیدی: نوآوری‌ها و روندها

انرژی خورشیدی شناور

استفاده از سطح آب برای نصب پنل‌ها و حفظ زمین

هوشمندسازی و IoT

مدیریت هوشمند مصرف و تولید انرژی

تکنولوژی سلول‌های خورشیدی

پروسکایت و لایه نازک برای افزایش بازدهی

ادغام در معماری

ساختمان‌های خورشیدی با طراحی زیبا و کارآمد





بخش سوم: ادغام انرژی خورشیدی در معماری



BIPV چیست؟

تعریف BIPV

تلفیق فناوری فتوولتائیک در اجزای ساختمان
مثل نما و سقف.

تفاوت با سیستم‌های سنتی

BIPV جزئی از ساختار معماری ساختمان است و
و نه آپشنی که بعدها به ساختمان اضافه می گردد.

مزایا

- تولید انرژی پاک
- صرفه جویی اقتصادی بلندمدت
- زیبایی شناسی و طراحی مدرن



انواع سیستم‌های BIPV

نمونه واقعی

پنل‌های شیشه‌ای ۲۰۰ وات بر هر متر مربع.

سایبان‌های خورشیدی

ایجاد سایه و تولید انرژی با طراحی خلاق.

کاشی‌های خورشیدی

جایگزین کاشی‌های سنتی با تولید برق.

پنل‌های خورشیدی شیشه‌ای

کاربرد در نماها و سقف ساختمان‌ها.



مزایای انرژی خورشیدی در ساختمان‌ها

کاهش مصرف انرژی

تا ۷۰٪ صرفه‌جویی در هزینه‌های انرژی.

کاهش آلودگی

کاهش گازهای گلخانه‌ای و اثرات زیست‌محیطی.

افزایش ارزش ساختمان

بازگشت سرمایه در ۴ تا ۵ سال.

بهبود کیفیت زندگی

تأمین انرژی پایدار برای ساکنان.



چالش‌ها و موانع BIPV

هزینه اولیه بالا

۲۰ تا ۳۰ درصد بیشتر از مواد سنتی.

راندمان پایین‌تر

۸ تا ۲۰ درصد راندمان در برخی مواد BIPV.

مشکلات نصب و نگهداری

نیاز به تخصص و مراقبت مستمر.

محدودیت طراحی

یکپارچگی و هماهنگی با ساختار معماری.



نمونه‌های موفق معماری BIPV در جهان



ساختمان کریستال لندن
استفاده گسترده از شیشه‌های خورشیدی زیبا و کارآمد.



شورای شهر لندن

پنل‌های خورشیدی نصب شده روی نما.



نمونه‌های آلمان و آمریکا

پروژه‌های پیشرفته BIPV در ساختمان‌های تجاری.



اصول طراحی معماری با BIPV

بررسی سایه و حرارت

کاهش سایه‌های مضر و بهبود راندمان حرارتی.

یکپارچه‌سازی طراحی

هماهنگی BIPV با فرم کلی ساختمان.

انتخاب مواد مناسب

سازگار با شرایط آب‌وهوایی و دوام بالا.

جهت‌گیری ساختمان

بهینه‌سازی زاویه تابش خورشید برای حداکثر انرژی‌گیری.



آینده انرژی خورشیدی در معماری

پیشرفت فناوری

استفاده از سلول‌های خورشیدی پروسکایت با راندمان بالا.

کاهش هزینه‌ها

افزایش رقابت‌پذیری و دسترسی مالی بهتر.

گسترش کاربرد

استفاده وسیع در ساختمان‌های مسکونی و تجاری.

حمایت دولتی

مشوق‌ها و سیاست‌های تشویقی برای رشد بازار.





بخش چهارم: مشخصات فنی پنل‌های خورشیدی



انواع پنل خورشیدی

پنل‌های پروسکایتی

جدیدترین فناوری خورشیدی است که پتانسیل بالایی برای افزایش راندمان و کاهش هزینه‌ها دارد.

پنل‌های لایه نازک

فناوری نوظهوری است که امکان ساخت پنل‌های سبک و انعطاف‌پذیر را فراهم می‌کند، مناسب برای کاربردهای گوناگون.

پنل‌های سیلیکونی

شامل دو نوع مونوکریستال و پلی کریستال که سهم عمده بازار را در اختیار دارند و دوام و کارایی بالایی دارند.



پنلهای خورشیدی مونوکریستال

ساختار خالص کریستالی

ساخته شده از یک کریستال سیلیکون خالص که باعث افزایش راندمان در تبدیل انرژی می شود.

راندمان مناسب و طول عمر بالا

راندمان بین ۱۷٪ تا ۲۳٪ و عمری بیش از ۲۵ سال دارند که استفاده طولانی مدت را تضمین می کند.

ظاهر یکنواخت

ظاهر سیاه و یکنواخت دارند و قیمت آنها نسبت به پلی کریستال کمی بالاتر است.



پنل‌های پلی کریستال

تولید شده از چند کریستال

از چندین کریستال سیلیکون تشکیل شده که ساخت آن ساده‌تر و هزینه کمتر است.

راندمان متوسط

راندمان بین ۱۵٪ تا ۱۷٪ دارد که کمی کمتر از مونوکریستال است اما هنوز کارایی مناسبی ارائه می‌دهد.

ظاهر چند رنگ

با رنگ آبی و الگوی چند کریستالی شناخته می‌شود که ویژگی ظاهری خاصی به آن می‌بخشد.

قیمت پایین‌تر

به سبب هزینه تولید کمتر، گزینه اقتصادی‌تری برای پروژه‌های بزرگ است.

1

2

3

4





پنلهای خورشیدی لایه نازک

کارایی و کاربرد

- راندمان کم: حدود ۸ تا ۱۲ درصد
- وزن سبک، انعطاف پذیری بالا
- مناسب سطوح منحنی و خاص: کاربرد در BIPV
- قیمت مقرون به صرفه



ATA

راندمان بالا و پتانسیل کاهش قیمت

راندمان آزمایشگاهی بیش از ۲۵٪ گزارش شده
و امکان کاهش قیمت در آینده نزدیک وجود
دارد.

پنل‌های پروسکایتی

فناوری جدید

استفاده از مواد با ساختار کریستالی خاص که
باعث بهبود کارایی و کاهش هزینه تولید
می‌شود.

مطالعات بر روی پایداری عملکرد

اگرچه فناوری نوین است، اما چالش‌هایی مثل پایداری نسبت به پنل‌های سیلیکونی وجود دارد و تحقیقات
ادامه دارد.





مقایسه انواع تکنولوژی ساخت پنل خورشیدی

پروسکایتی	لایه نازک	پلی کریستال	مونو کریستال	ویژگی
خیلی بالا	پایین	متوسط	بالا	راندمان
در حال تعیین	پایین	متوسط	بالا	قیمت
در حال تخمین	متوسط	بالا	بالا	طول عمر
در حال توسعه	صنعتی، قابل حمل	مسکونی، تجاری	مسکونی، تجاری	کاربرد



توان خروجی (Pmax)

تعریف

حداکثر توان تولیدی پنل در شرایط استاندارد (STC)

واحد

وات (W)

مقدار معمول

300-730 وات

شرایط تست

دمای ۲۵ درجه سلسیوس و تابش ۱۰۰۰ وات بر متر مربع





ولتاژ مدار باز (Voc)

تعریف

ولتاژ پنل وقتی هیچ جریانی عبور نمی کند

واحد

ولت (V)

اهمیت

انتخاب اینورتر مناسب بستگی به این مقدار دارد

مقدار معمول

بین ۴۰ تا ۵۰ ولت



جریان اتصال کوتاه (Isc)

محدوده معمول	اهمیت	واحد	تعریف
۹ تا ۱۶ آمپر	مهم برای طراحی سیستم حفاظت	آمپر (A)	حداکثر جریانی که پنل می تواند تولید کند



جریان در نقطه حداکثر توان (Imp)

تعریف

جریانی که پنل در آن حداکثر توان تولید می کند

اهمیت

محاسبه تعداد پنلها یا استرینگهایی که می توانند به صورت موازی قرار بگیرند

ولتاژ در نقطه حداکثر توان (Vmp)

تعریف

ولتاژ تولید حداکثر توان

کاربرد

محاسبه تعداد پنل هایی که می توانند به صورت سری قرار بگیرند

ملاحظات نصب بر روی سطوح شیبدار

زاویه و جهت

حداکثر جذب نور خورشید با تنظیم مناسب

سایه اندازی

سایه کاهش دهنده عملکرد پنل

استاندارد و ایمنی

رعایت فاصله حداقل ۱۰ سانتیمتری از سقف





بخش پنجم: انواع سیستم های انرژی خورشیدی



Solar Inverters

Grid-Tie In

The matched tie inverter inverter is a high-end device to connect solar panels to the grid. It's a high-end device to connect solar panels to the grid. It's a high-end device to connect solar panels to the grid.

Off-Grid Inverter powers Battery for battery where no grid battery

Inverter the control and control by microcontroller. Inverter the control and control by microcontroller. Inverter the control and control by microcontroller.

And there are some features: battery charging, battery charging, battery charging.

Hybrid Inverter

Inverter the control and control by microcontroller. Inverter the control and control by microcontroller. Inverter the control and control by microcontroller.

The large battery inverter is a high-end device to connect solar panels to the grid. It's a high-end device to connect solar panels to the grid. It's a high-end device to connect solar panels to the grid.

نوع سیستم

1

متصل به شبکه (On-grid)

برای سیستم‌های متصل به برق شهری طراحی شده است.

2

مستقل از شبکه (Off-grid)

مناسب برای مناطق دورافتاده بدون دسترسی به شبکه.

3

هیبریدی (Hybrid)

ترکیب قابلیت ذخیره‌سازی و اتصال به شبکه.

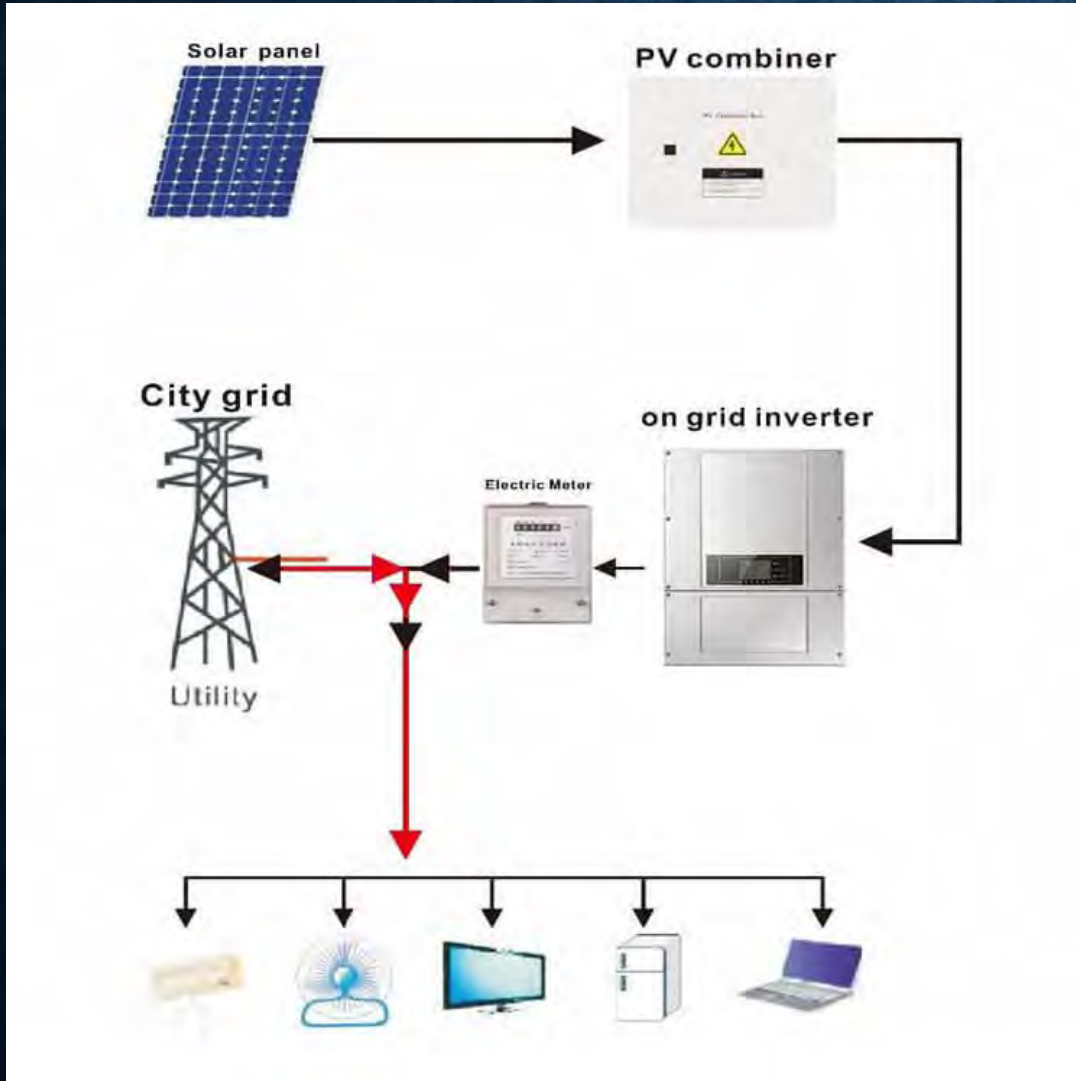
4

کاربرد

انتخاب بر اساس نوع سیستم و نیاز کاربر

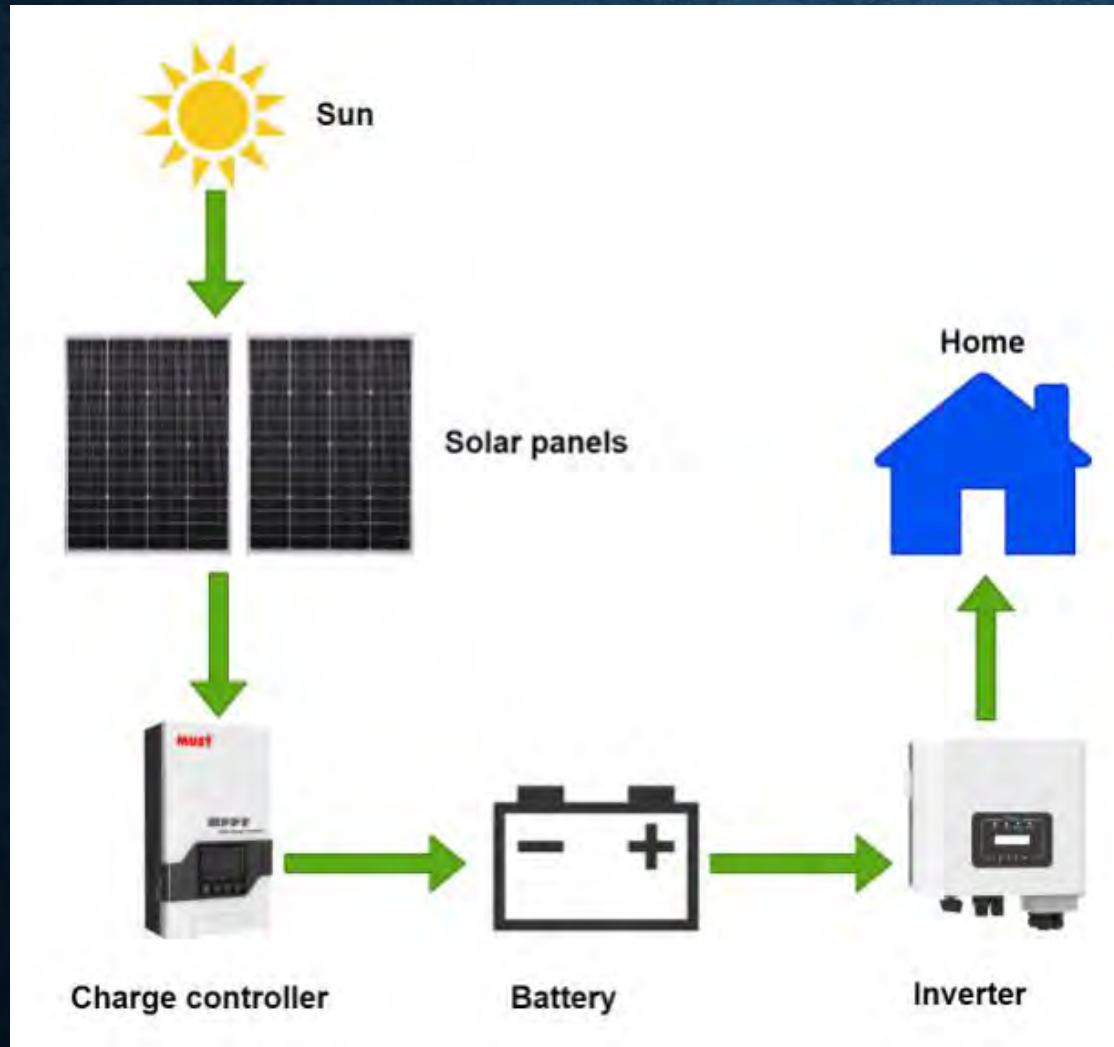


سیستم خورشیدی متصل به شبکه (On-grid)



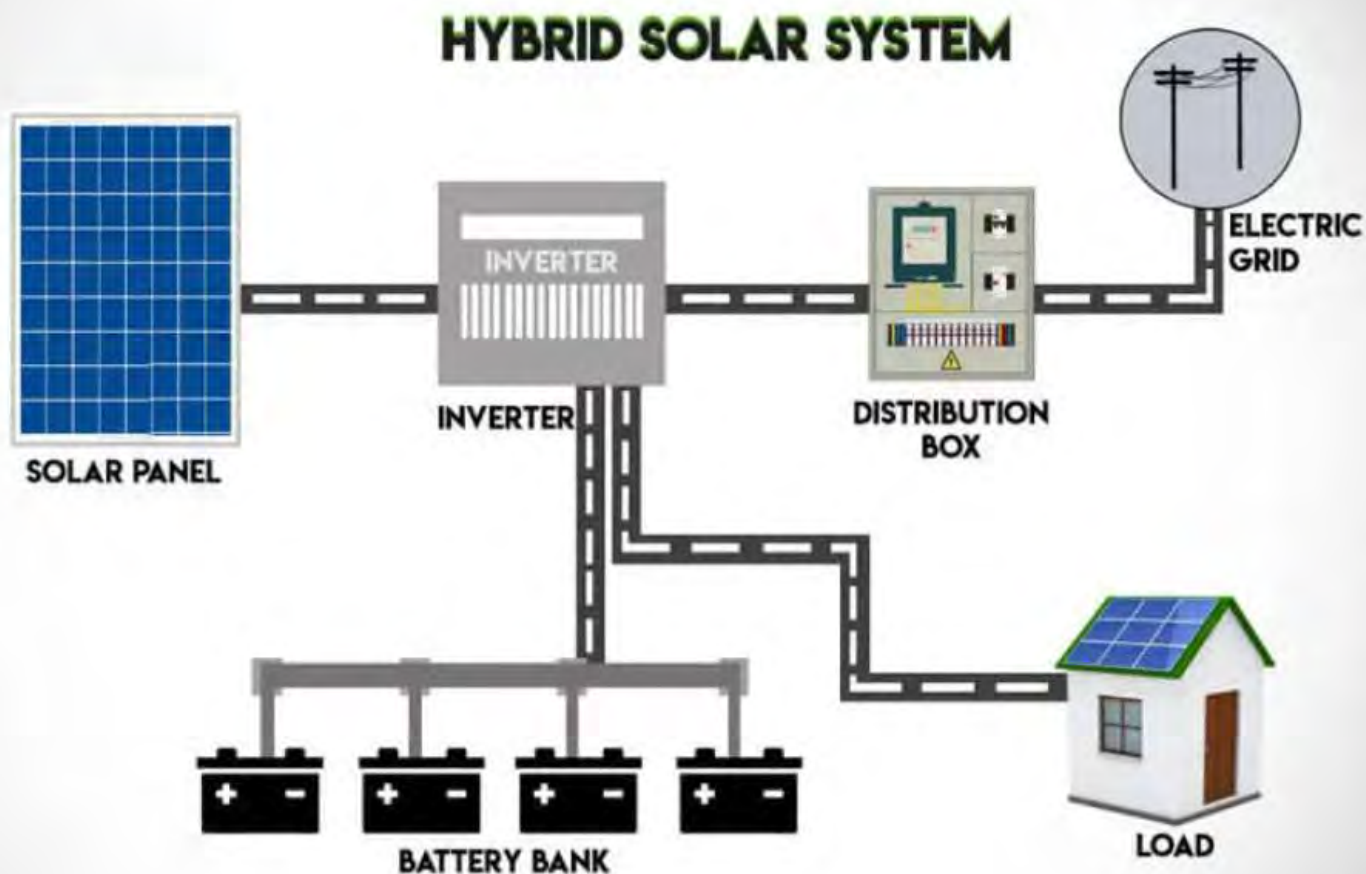


سیستم خورشیدی مستقل از شبکه (Off-grid)





سیستم خورشیدی هیبریدی (Hybrid Solar system)





استانداردها و گواهینامه‌ها

شرح	نوع استاندارد
استاندارد ایمنی بین‌المللی برای اینورترها	IEC 62109
استاندارد ایمنی برای بازار آمریکا	UL 1741
استاندارد عملکرد اینورترهای خورشیدی در اروپا	EN 50530
الزام فروش در بازار اروپا	گواهینامه CE





بخش ششم: محدودیتهای پیش روی انرژی خورشیدی



عدم پیوستگی انرژی خورشیدی

تأثیر بر شبکه برق



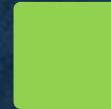
عدم پیوستگی تولید انرژی چالش‌های
پایداری شبکه را ایجاد می‌کند.

وابستگی به آب و هوا



تغییرات آب و هوا و زمان روز باعث
ناپایداری تولید می‌شود.

راه حل‌ها



سیستم‌های ذخیره انرژی و پیش‌بینی دقیق آب و هوا جهت بهبود عملکرد





محدودیت‌های ذخیره انرژی

هزینه‌های بالا

باتری‌ها و ذخیره‌سازهای موجود هزینه بالایی دارند

چالش طول عمر

کارایی و طول عمر باتری‌ها محدود است

تحقیق و توسعه

تمرکز بر نسل جدید ذخیره‌سازهای مقرون‌به‌صرفه و دارای طول عمر بالا



استفاده از زمین: نیاز به فضای گسترده

اثرات زیست محیطی

تغییر کاربری زمین می تواند به اکوسیستم ها آسیب برساند.

نیاز به فضا

انرژی خورشیدی نسبت به سایر منابع، مساحت زمین زیادی اشغال می کند.

راهکارها

- پنل های خورشیدی شناور روی آب ها
- استفاده از زمین های بلااستفاده و بایر



محدودیت‌های مواد اولیه

پایداری تامین مواد اولیه



تامین پایدار این مواد و اثرات محیطی حائز اهمیت است.

مواد کمیاب



سیلیکون، گالیوم و ایندیوم

راه حل‌ها



توسعه مواد جایگزین و بازیافت پنل‌های خورشیدی





زیرساخت شبکه برق

سرمایه گذاری لازم

زیرساخت‌های هوشمند برای مدیریت بهتر و پایداری شبکه ضروری است.

ادغام انرژی

انرژی پراکنده خورشیدی پیچیدگی‌هایی در شبکه ایجاد می‌کند.

شبکه‌های قوی‌تر

نیازمند شبکه‌های انتقال و توزیع به‌روز و قدرتمند هستیم.



جمع‌بندی و چشم‌انداز آینده

محدودیت‌ها و چالش‌ها

مسائل ذخیره‌سازی انرژی، مواد اولیه و زیرساخت شبکه قدرت مهم‌ترین چالش‌ها هستند.

اهمیت تحقیق و توسعه

پیشرفت‌های تکنولوژیکی و هوشمندسازی کلید غلبه بر محدودیت‌ها است.

آینده انرژی پایدار

انرژی خورشیدی سهم بزرگی در تأمین انرژی پاک خواهد داشت.





با تشکر از توجه شما