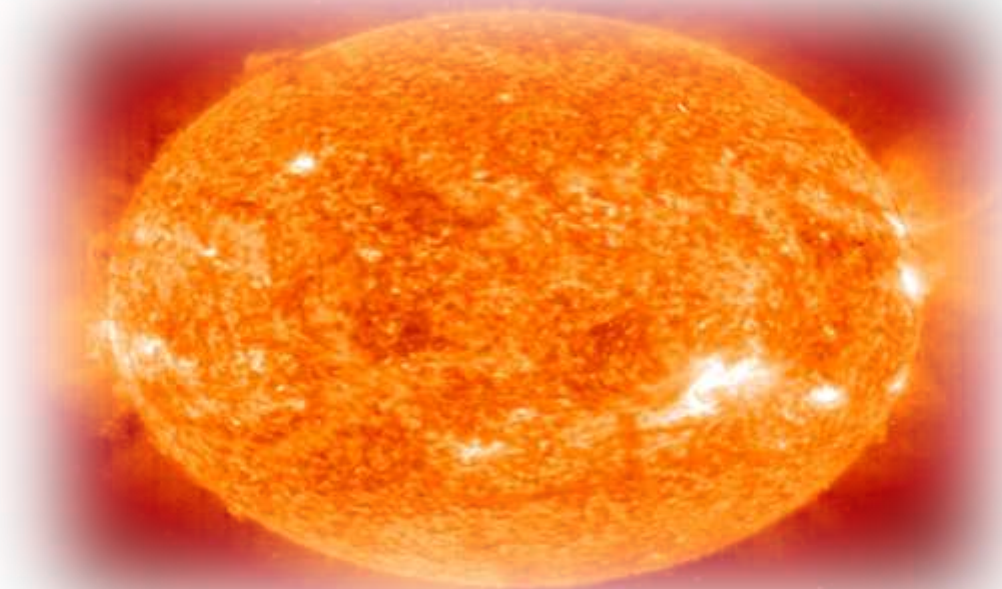


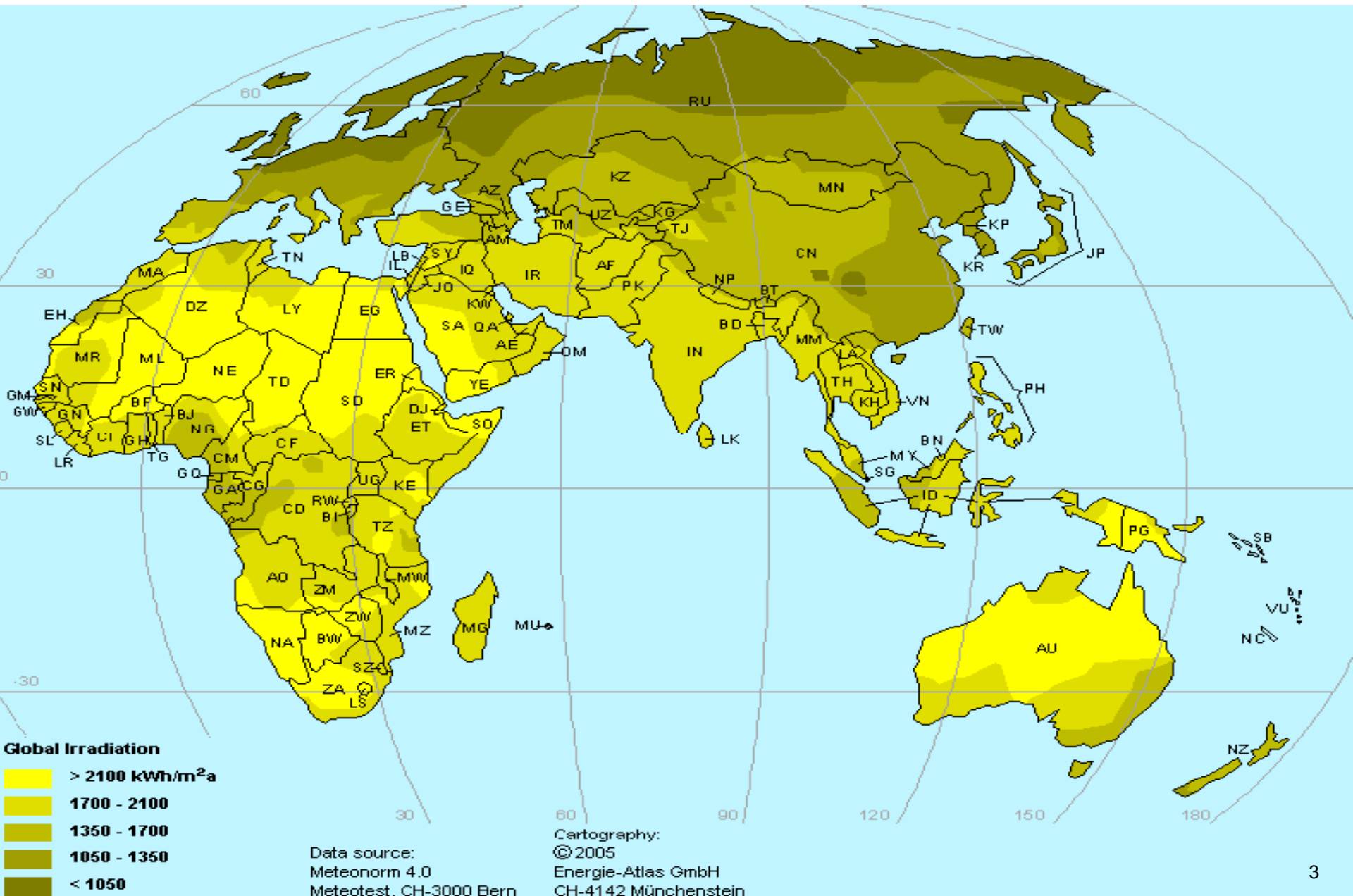
# نیروگاه های خورشیدی

# مقدمه

- ⊙ در هر ثانیه  $2/4$  میلیون تن از جرم خورشید به انرژی تبدیل می شود.
- ⊙ انرژی چهل روز تابش خورشید با انرژی مورد نیاز یک قرن برابر بوده
- ⊙ این کره نورانی را می توان به عنوان منبع عظیم انرژی تا ۵ میلیارد سال آینده به حساب آورد.



# انرژی تابش شده از خورشید به زمین



# ایران

◎ ایران دارای بیش از ۳۰۰ روز آفتابی و متوسط تابش ۲۲۰۰ کیلووات ساعت در هر متر مربع است.

◎ دو ماه تابش خورشید در ایران معادل کل ذخایر نفت و گاز شناخته شده در کشور است.

◎ اگر تنها ۱٪ مساحت ایران با انواع سیستم‌های خورشیدی پوشانده شود، قابلیت تامین کل انرژی مورد نیاز کشور وجود خواهد داشت.

◎ تاکنون بیش از یک صدهزار متر مربع کلکتور خورشیدی حرارتی با صرفه جویی سالانه ۶۰ میلیون مترمکعب گاز طبیعی در سراسر کشور نصب شده است.

# روشهای تولید برق از نور خورشید

◎ آینه خورشیدی از نوع سهموی خطی

◎ نیروگاه حرارتی دریافت کننده مرکزی

◎ آینه های بشقابی (استرلینگ)

◎ دودکش خورشیدی

◎ سلولهای نوری (فتو ولتائیک)

تقریباً ۸۰٪ از الکتریسیته خورشیدی توسط نیروگاه

حرارتی - خورشیدی و ۲۰٪ آن توسط نیروگاههای برق

نوری (فتوولتائیک) تولید می شوند.

# نیروگاههای حرارتی خورشید از نوع سهموی خطی



# مشخصات

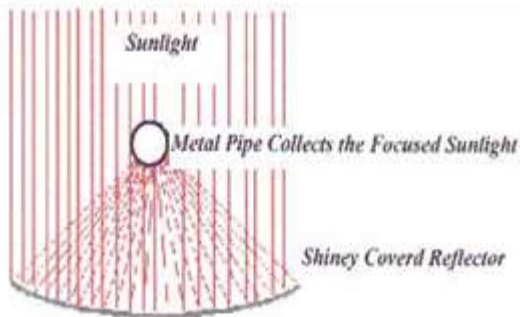
منعکس کننده‌ها به صورت سهموی خطی می‌باشند

گیرنده به صورت لوله‌ای در خط کانونی منعکس کننده‌ها قرار دارد.

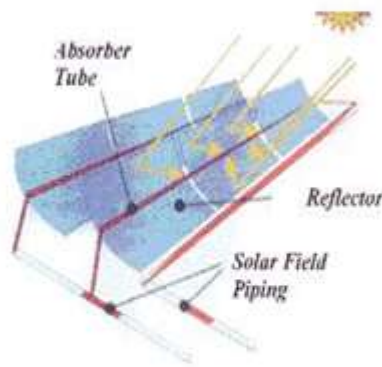
◎ سطح لوله‌ها را با اکسید فلزی (کرم سیاه) که ضریب جذب (۰.۹) بالایی دارد پوشش می‌دهند

در محیط اطراف آن لوله شیشه‌ای به صورت لفاف پوشیده می‌شود تا از تلفات گرمایی و افت تشعشعی جلوگیری گردد  
داخل این لوله روغن مخصوصی در جریان است

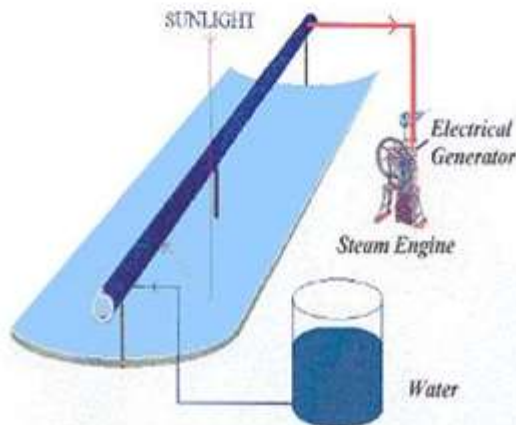
در این نیروگاه‌ها یک سیستم ردیاب خورشید نیز وجود دارد



شکل ۱- بازتاب نور خورشید بر روی لوله گیرنده انرژی



شکل ۲- شماتیک کلکتور سهموی خطی



شکل ۳- شماتیک تولید برق با استفاده از کلکتورهای سهموی



آخرین نوع از این نیروگاه ها SEG(IV-IX) دارای بازده ۱۱٪ تا ۱۳٪ می باشد.  
نوع جدیدی از لوله های جاذب اخیرا مورد استفاده قرار گرفته، که دیگر نیازی به چرخه سیال حامل گرما HTF ندارد و مستقیما بخار تولید می کند.

## مزایا

- فن آوری قابل اعتماد با بیش از ۵ هزار گیگا وات ساعت تجربه کارکرد
- پیوند ساده با سیستم پشتیبان
- امکان تولید قطعات انبوه
- امکان تولید گرما و برق هم زمان

## معایب

- برای آینه های جمع کننده به پایه های صلب پایدار نیاز است.
- انرژی قابل ملاحظه ای برای چرخش HTF نیاز است.
- اتلافهای قابل ملاحظه ای در زاویه تابش بخاطر تعقیب کننده ی تک محوری وجود دارد

# نیروگاههای حرارتی از نوع دریافت کننده مرکزی



## نحوه کار کرد



- در این نیروگاه‌ها پرتوهای خورشیدی توسط مزرعه‌ای متشکل از تعداد زیادی آینه منعکس کننده بنام هلیوستات بر روی یک دریافت کننده که در بالای برج نسبتاً بلندی استقرار یافته است متمرکز می‌گردد.
- سیال گرم شونده میتواند دریافت کننده های حجم باز هوایی، دریافت کننده لوله ای یا چرخه نمک مذاب باشد.
- در برخی از سیستم‌ها سیال عامل آب است و مستقیماً در داخل دریافت کننده به بخار تبدیل می‌شود.
- حرارت بوسیله مبدل حرارتی به سیستم آب و بخار مرسوم در نیروگاه‌های سنتی منتقل شده و بخار فوق گرم در فشار و دمای طراحی شده برای استفاده در توربین ژنراتور تولید می‌گردد.



- سیستم هوایی امکان افزایش دما تا ۸۰۰ درجه را می دهد که باعث افزایش بازده می شود.
- چرخه نمک مذاب برای افزایش بازده ذخیره گرمایی ، مناسب می باشد.
- برای استفاده دائمی در زمانی که تابش خورشید وجود ندارد، از سیستم‌های ذخیره کننده حرارت و یا از تجهیزات پشتیبانی که ممکن است از سوخت فسیلی استفاده کنند برای تولید برق کمک گرفته می شود.
- گستره تولید توان در این نیروگاه ها بین ۳۰ تا ۱۶۰ مگاوات است.



## مزایا

- دارای تعقیب کننده دو محوری
- بازده بالای انرژی خورشید
- دمای بالای بخار تولید شده
- پیوند ساده با سیستم پشتیبان سوخت نفت یا گاز طبیعی
- امکان تولید انبوه قطعات خورشیدی مشابه
- راهبری ساده کارکرد
- تولید بخار برای تولید همزمان گرما و الکتریسیته

## معایب

- اتلافهای انرژی گرمایی و نوسانهای مزاحم در شیوه تولید چرخه بازهوایی
- برای آینه ها و سیستم آفتابگردان به پایه های بسیار بادوام نیاز است
- برای تمیز کردن آینه ها به آب نیاز است ( جایگزینهایی موجود است )

# سیستم تولید برق خورشیدی بشقابی – استرلینگ



# مشخصات

- ◎ جمع کننده های خورشیدی ( آینه های بشقابی ) و موتور استرلینگ بر روی یک پایه قرار می گیرند.
- ◎ دارای تعقیب کننده های دو محوری.
- ◎ در کانون موتور استرلینگ که سیال عامل در آن گاز هلیوم است، قرار دارد.
- ◎ هر کدام به تنهایی قادر به تولید ۱۰ تا ۵۰ کیلووات الکتریسیته اند.
- ◎ پیوند این نیروگاهها با سوخت فسیلی امکان پذیر است.(اما هنوز محقق نشده)









## مزایای روش بشقابی – استرلینگ

- کاملاً به طور مستقل قابل نصب است .
- دارای نسبت تمرکز ، دمای کارکرد و بازده بالاست .
- در مدت طولانی به صورت نیروگاههای کوچک یا واحدهای مستقل کوچک آزمایش شده است .
- امکان تولید مجزا برای مناطق دور افتاده با تولید متمرکز برای شبکه با این روش وجود دارد .
- امکان تولید انبوه سیستمهای مشابه و بدون محدودیت در اندازه وجود دارد .
- راهبری ، کارکرد و نصب و نگهداری ساده ای دارد .

# معایب روش بشقابی – استرلینگ

- سیستم پشتیبان سوخت فسیلی پیوندی هنوز در دسترس نیست .
- توان تولید در ساعاتی از سال که سیستم کامل کار کند کم است .
- نیاز به پایه های صلب و آفتابگردان کامل دارد که هزینه را افزایش می دهد .
- برای تمیزکاری به آب نیاز دارد .

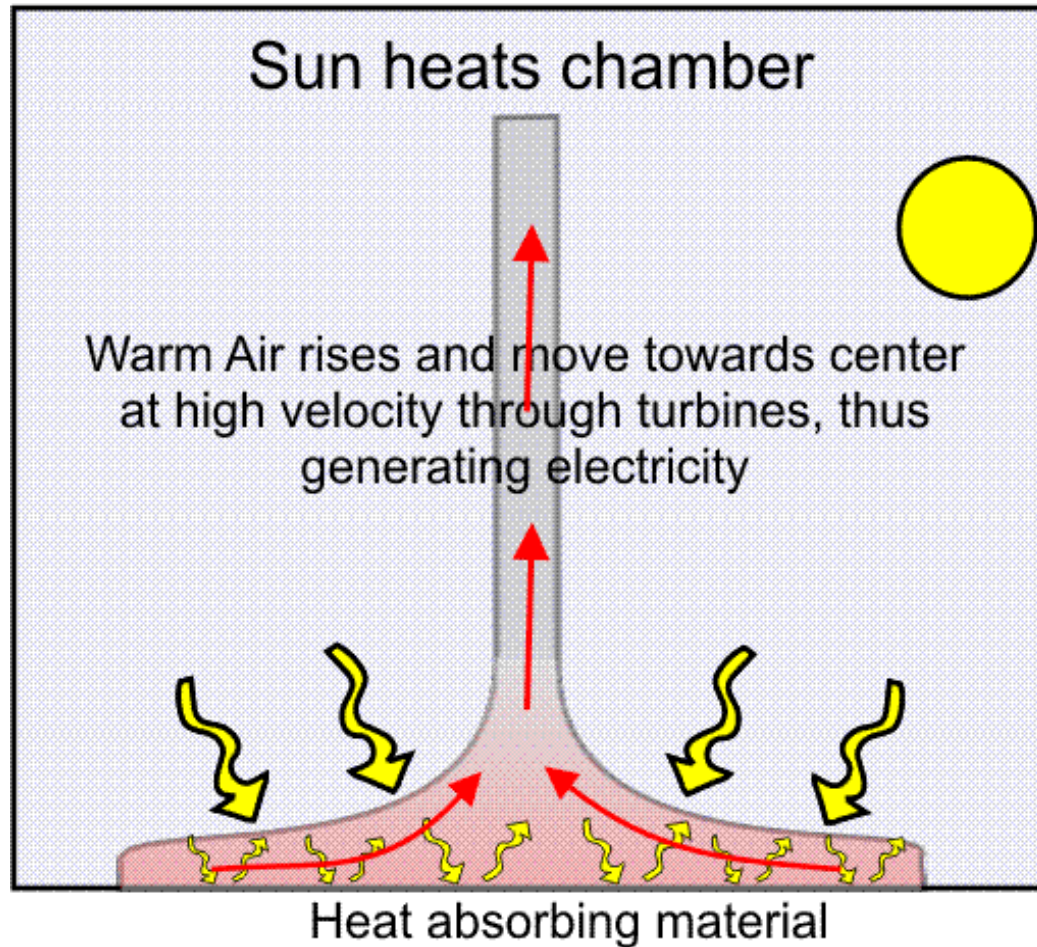


# دودکش خورشیدی

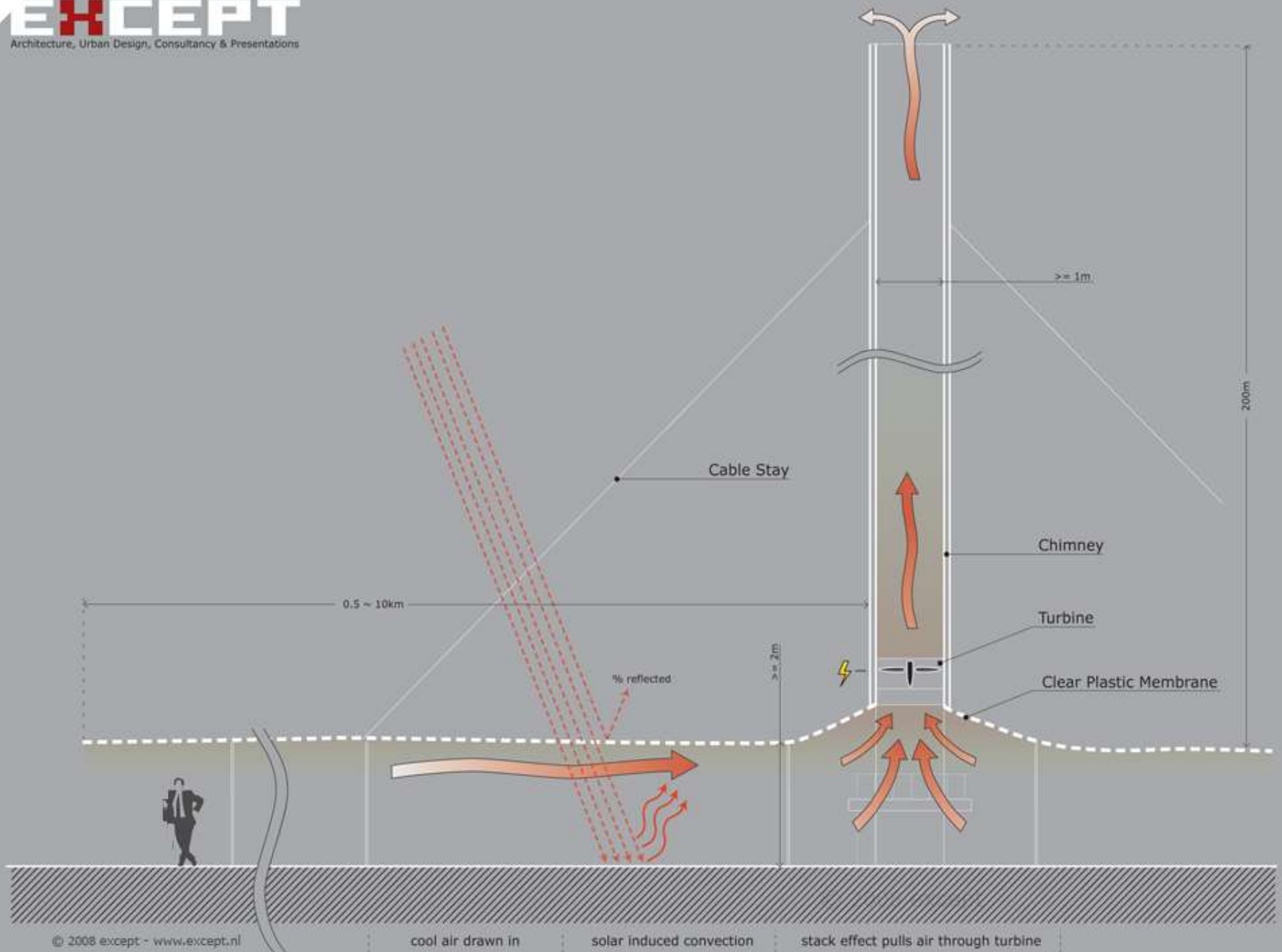




## عملکرد



- ⊙ خاک و هوای زیر پوشش شیشه ای تقریباً تا ۳۵ درجه سانتیگراد گرمتر از محیط
- ⊙ شیب ملایمی از مرکز به سمت کناره ها
- ⊙ در دود کش جریانی با سرعت  $15 \text{ m/s}$  ایجاد می شود.
- ⊙ نصب توربین بصورت افقی یا عمودی.



# مزایای دودکش خورشیدی

- امکان استفاده از تشعشع پراکنده یا مستقیم خورشید برای جمع کننده ها وجود دارد .

خاک زیر جمع کننده ها به عنوان ذخیره ساز گرما عمل می کند و از تغییرات شدید جلوگیری می کند.

- برای ساخت نیروگاه به مصالح ارزان قیمت که به سادگی در دسترس اند نیاز است .

- عملکرد نیروگاه بسادگی خودکار می شود .

- به آب نیاز نیست .

# معایب دودکش خورشیدی

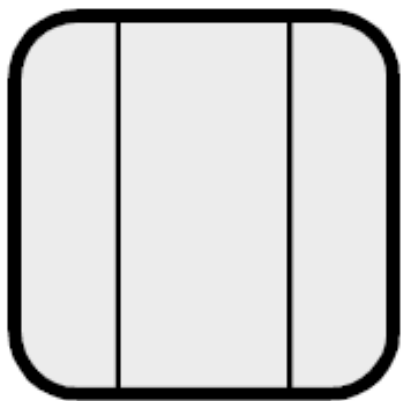
- بازده تبدیل انرژی خورشیدی به الکتریسیته بسیار کم است .
- پیوند با سیستم پشتیبان سوخت فسیلی ناممکن است .
- ساعات کامل کارکرد سالانه به دوهزار و ۵۰۰ ساعت محدود می شود .
- سطح زمین صاف و بزرگی برای ساخت دودکش و جمع کننده مورد نیاز است .
- مقادیر زیادی مواد اولیه برای ساخت دودکش و جمع کننده مورد نیاز است .
- برای توانهای تولید بالا به دودکش بسیار بلندی نیاز است. برای مثال برای تولید 300 MW نیاز به دودکش به ارتفاع 750m داریم.



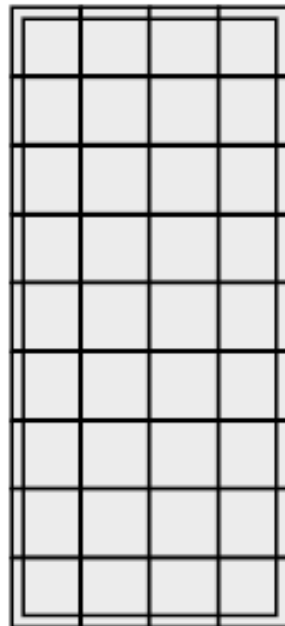
# سلولهای نوری (فتو ولتائیک)



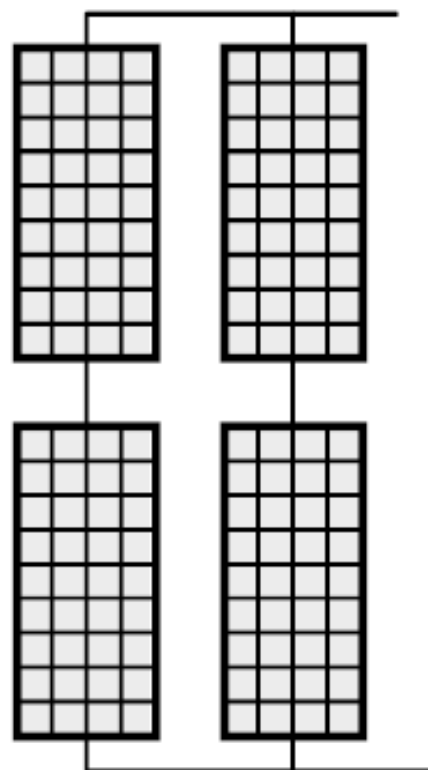




Cell



Module



Array

# انرژی فتوولتائیک

وقتی که یک کوانتوم انرژی نوری یعنی یک فوتون در یک ماده نفوذ می کند، این احتمال وجود دارد که بوسیله الکترون جذب شود. و الکترون انتقال پیدا می کند. ماده ای که سلولهای خورشیدی از آنها ساخته می شود سیلیکون و آرسینورگالیم هستند.

سلولهایی که از سیلیکون ساخته می شوند از لحاظ تئوری بازده ماکزیمم حدود ۲۲ درصد دارند. ولی بازده عملی آن حدود ۱۵ تا ۱۸ درصد است.

در صورتی که بازده سلولها یی که از آرسینورگالیم ساخته می شود بازده عملی آنها بیشتر از ۲۰ درصد است.

# مزایای نیروگاه های سلول نوری

- قطعات متحرک ندارند .
- عمر مفید طولانی دارند .
- به تعمیر و نگهداری اندکی نیاز دارند .
- امکان تولید متمرکز یا مجزا با این سیستمها وجود دارد .
- تجارب طولانی در فن آوری سلول نوری و قطعات که به شکل تجاری تولید شده اند، در دسترس است .

# معایب نیروگاههای سلول نوری

- ◎ – بازده نسبتاً کمی دارد .
- ◎ با وجود ساخت سالانه 80MW تجهیزات سلولهای فتوولتائیک، هزینه سرمایه گذاری آنها همچنان بسیار زیاد است .
- ◎ ساعت کارکرد با تمام ظرفیت در طول سال محدود است .
- ◎ پیوند با سیستم پشتیبان سوخت فسیلی ناممکن است .
- ◎ سلولهای نوری نیاز به سیستم مجزای پشتیبانی یا برق شبکه برای جبران نوسازی انرژی خورشیدی دارند .
- ◎ ذخیره سازی با باتریهای الکتروشیمیایی برای این شیوه تولید بسیار گران قیمت است .

# مزایای انرژی خورشیدی

- ◉ انرژی خورشیدی رایگان است و نیاز به تعمیر و نگهداری ندارد
- ◉ قبل از استفاده نیاز به استخراج و عمل آوری ندارد
- ◉ بعد از مصرف هیچگونه آلودگی و پسماندی ندارد
- ◉ انرژی خورشیدی کاملاً قابل پیش بینی است
- ◉ انرژی خورشیدی بیشترین امنیت انرژی را داراست

## محدودیت ها

- ⊙ نیاز سطح وسیع زمین
- ⊙ در دسترس نبودن در تمام ساعات
- ⊙ امکان تولید برق خورشیدی در ساعات اوج بار محدود است
- ⊙ گرانی قطعات
- ⊙ کنترل و اداره نیروگاه خورشیدی بسیار مشکل است

## راه حل

- ⊙ پیوند نیروگاه خورشیدی با چرخه سوخت فسیلی
- ⊙ اضافه کردن منبع ذخیره انرژی به نیروگاه خورشیدی