بسم الله الرحمن الرحیم

# معرفی سیستمهای نوین تولید برق

- **C H P**
- **C C H P**
- **H P S**

# C H P

# Combined Heat & Power Generation

## سیستمهای تولید هم زمان برق و حرارت

# فهرست

- ضرورت استفاده از سیستم های تولید هم زمان
- تفاوت نیروگاه حرارتی و CHP
- میزان تولید برق سیستمهای CHP موجود در کشورهای مختلف بر حسب درصد از کل تولید برق
- محرک های اولیه در سیستم های CHP
- سیستم CCHP
- روشهای ارزیابی و مقایسه سیستمهای CHP
- امکان سنجی فنی و اقتصادی
- مدت زمان بازگشت سرمایه
- ارزیابی ومقایسه سیستمهای CHP و SHP
- آلودگی های اگزوز و آلایندگی های زیست محیطی

# ضرورت استفاده از سیستم های تولید هم زمان

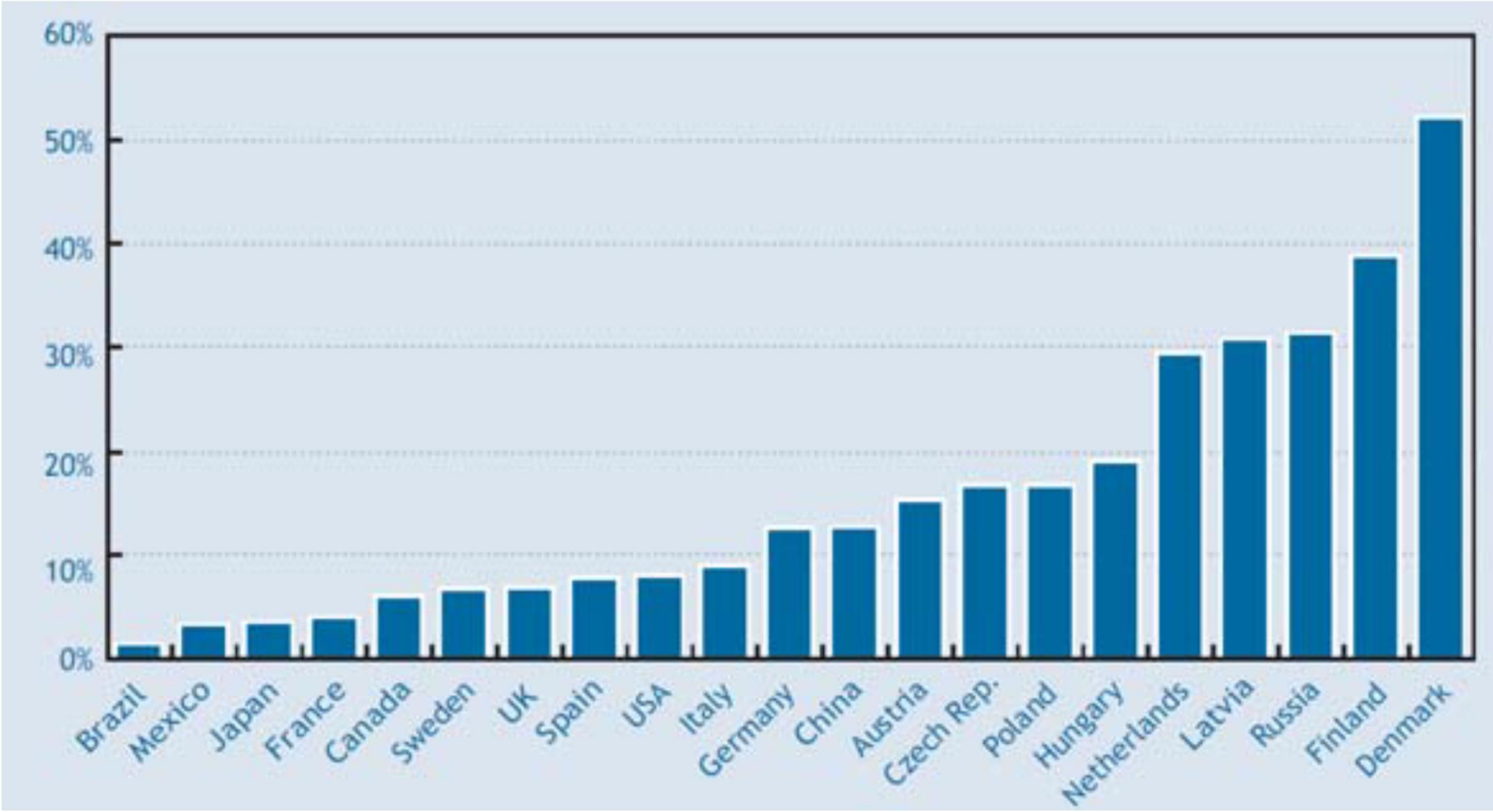
- محدود بودن منابع سوخت فسیلی و صرفه جویی در مصرف آنها
- پایین بودن راندمان فرایند تولید برق
- اتلاف حرارت زیاد در فرایند های متداول تولید برق
- انتشارگازهای گلخانه ای و حفاظت از محیط زیست
- امنیت تامین برق و پایداری شبکه برق

# تفاوت نیروگاه حرارتی و CHP

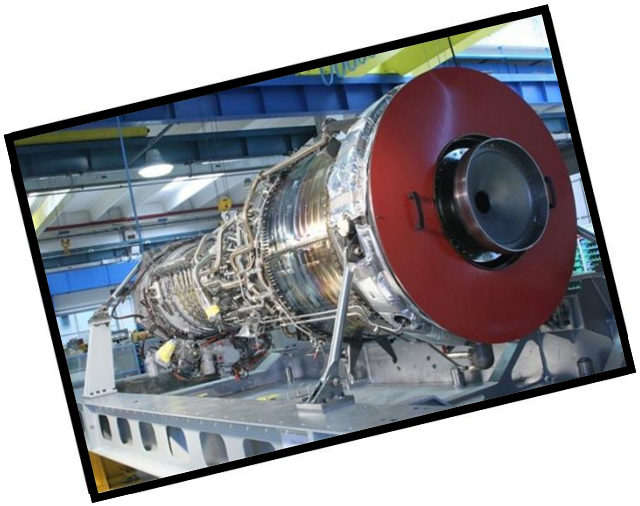
**نیروگاه حرارتی**

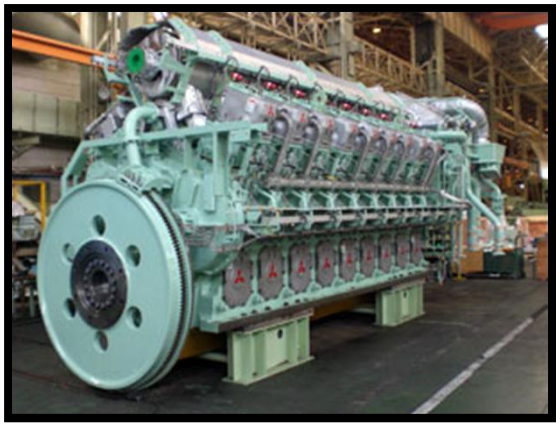
**CHP**

# میزان تولید برق سیستمهای CHP موجود در کشورهای مختلف بر حسب درصد از کل تولید برق



# محرک های اولیه در سیستم های CHP





- توربین گاز
- توربین بخار
- پیل سوختی
- فتوولتائیک
- میکرو توربین
- موتور رفت و برگشتی

# سیستم CHP با محرک توربین گاز

مزایا:

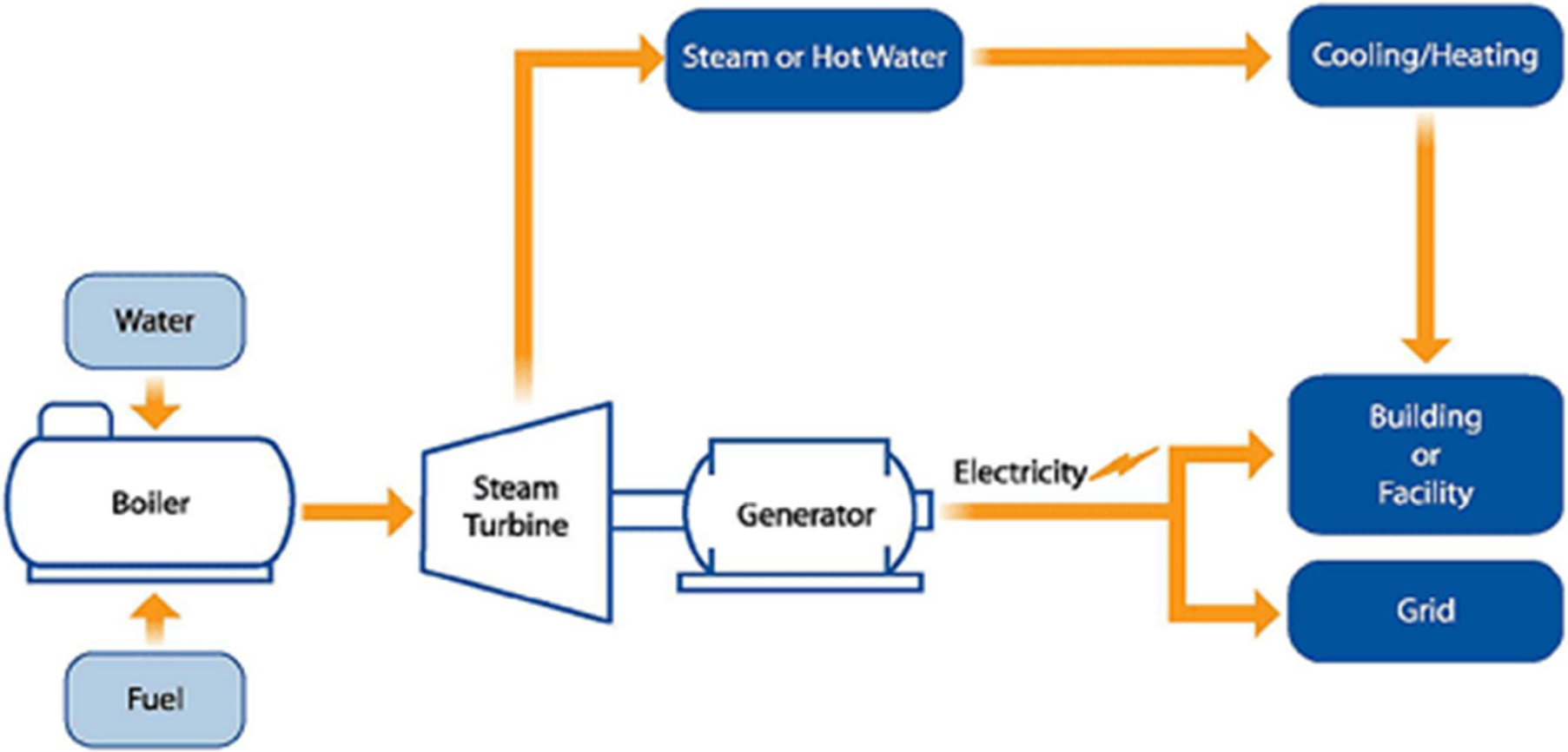
1. قابلیت اعتماد بالا
2. توان خروجی بالا
3. گرمای قابل دسترس زیاد
4. عدم نیاز به سیستمهای خنک کن

---

معایب:

1. نیاز به گاز طبیعی با فشار بالا
2. بازده پایین در بار جزئی
3. تاثیر پذیری زیاد از شرایط محیط
4. آلایندگی زیاد
5. سر و صدا ی زیاد , نامناسب برای سیستمهای محلی و تولید در مناطق شهری

# سیستمهای CHP با محرک توربین بخار



# سیستمهای CHP با محرک توربین بخار

مزایا:

1. بازده کلی بالا
2. استفاده سوختهای متنوع
3. طول عمر بالای سیستم
4. توانایی تامین بار حرارتی بیش از یک محل را دارد در نتیجه بصورت گرمایش متمرکز شهری

معایب:

1. زمان راه اندازی طولانی(5 الی 10 ساعت)
2. نسبت توان به گرمای کم
3. حجم بالا و تجهیزات زیاد
4. مساحت زیاد جهت نصب و نیاز به برج خنک کن

# C C H P

## Combined Cooling & Heating & Power Generation

سیستمهای تولید هم زمان برق و حرارت و سرما

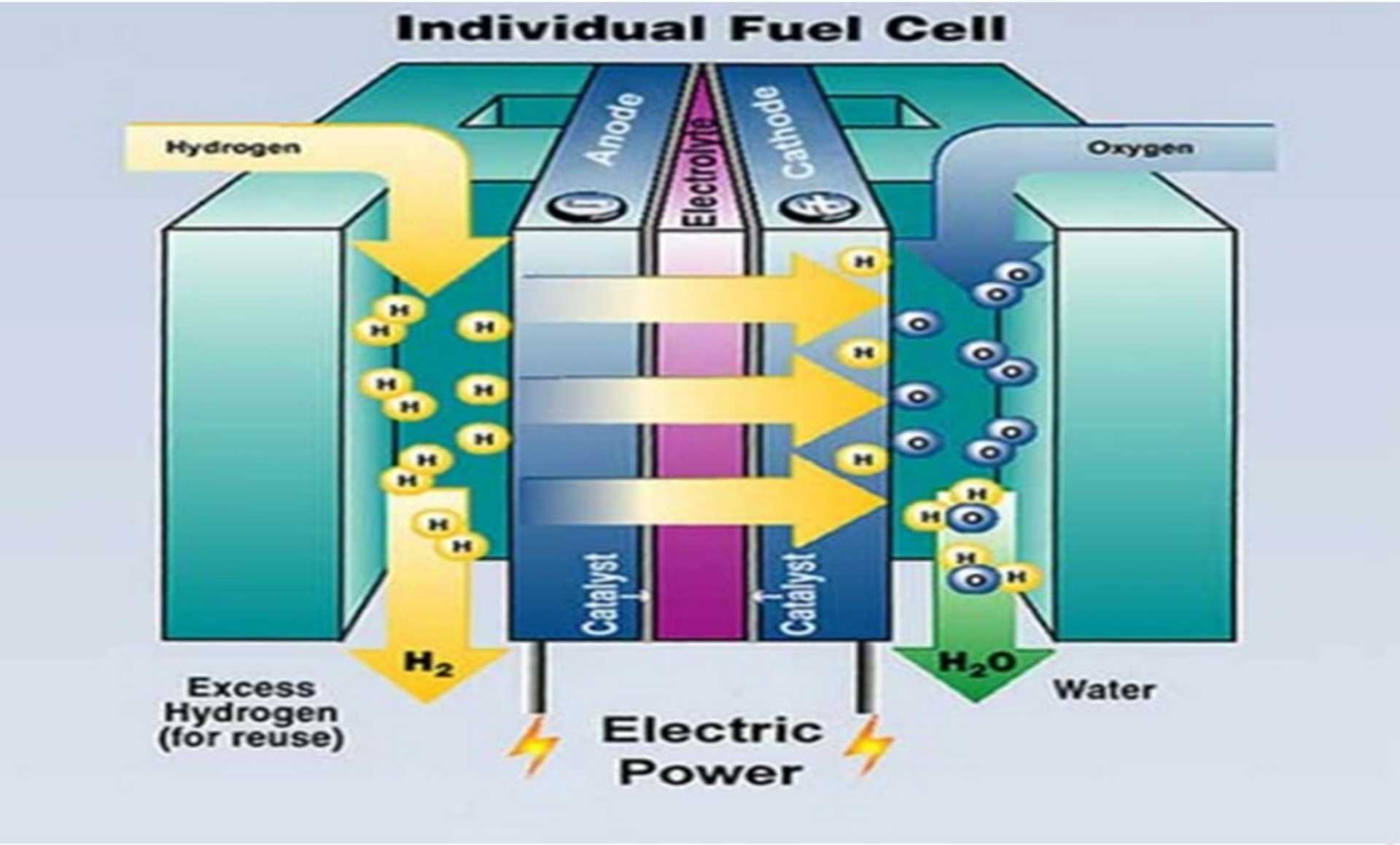
# سیستم تولید سه گانه (CCHP)

**گرمای تولید شده توسط این سیستم می‌تواند برای گرم کردن فضای خانه، آب گرم و حتی تولید همزمان بار سرمایشی مورد نیاز در صورتیکه با یک چیلر جذبی ترکیب شود، مورد استفاده قرار گیرد.**

# نیروگاه پیل سوختی

یک نیروگاه پیل سوختنی در حقیقت یک سلول الکتروشیمیایی می‌باشد که بطور مداوم انرژی شیمیایی یک سوخت (و یک اکسید کننده) را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌نماید. تفاوت اصلی یک پیل سوختی با باطری این است که باطریها پس از تأمین انرژی ، نیاز به شارژ مجدد دارند، ولی پیل سوختی با تأمین مواد اولیه آن ، می‌تواند بطور مداوم انرژی تولید نماید. این نوع نیروگاهها دارای انواع مختلفی می‌باشند و هنوز تحقیقات وسیعی برای کاربردهای بیشتر آنها ادامه دارد .مولدهای کوچک پیل سوختی در بعضی از کاربردهای ویژه مانند تأمین برق سفینه‌هایی مانند آپولو و بعضی از ماهواره‌ها بکار رفته است.

# سیستم CHP با محرک پیل سوختی(fuel cell)



# سیستم CHP با محرک پیل سوختی(fuel cell)

**مزایا:**

- ❖ راندمان الکتریکی بالا (45 الی 60 درصد)
- ❖ انتشار آلاینده های کم
- ❖ قابلیت اطمینان بالا
- ❖ کم حجم و سبک و بدون سر و صدا

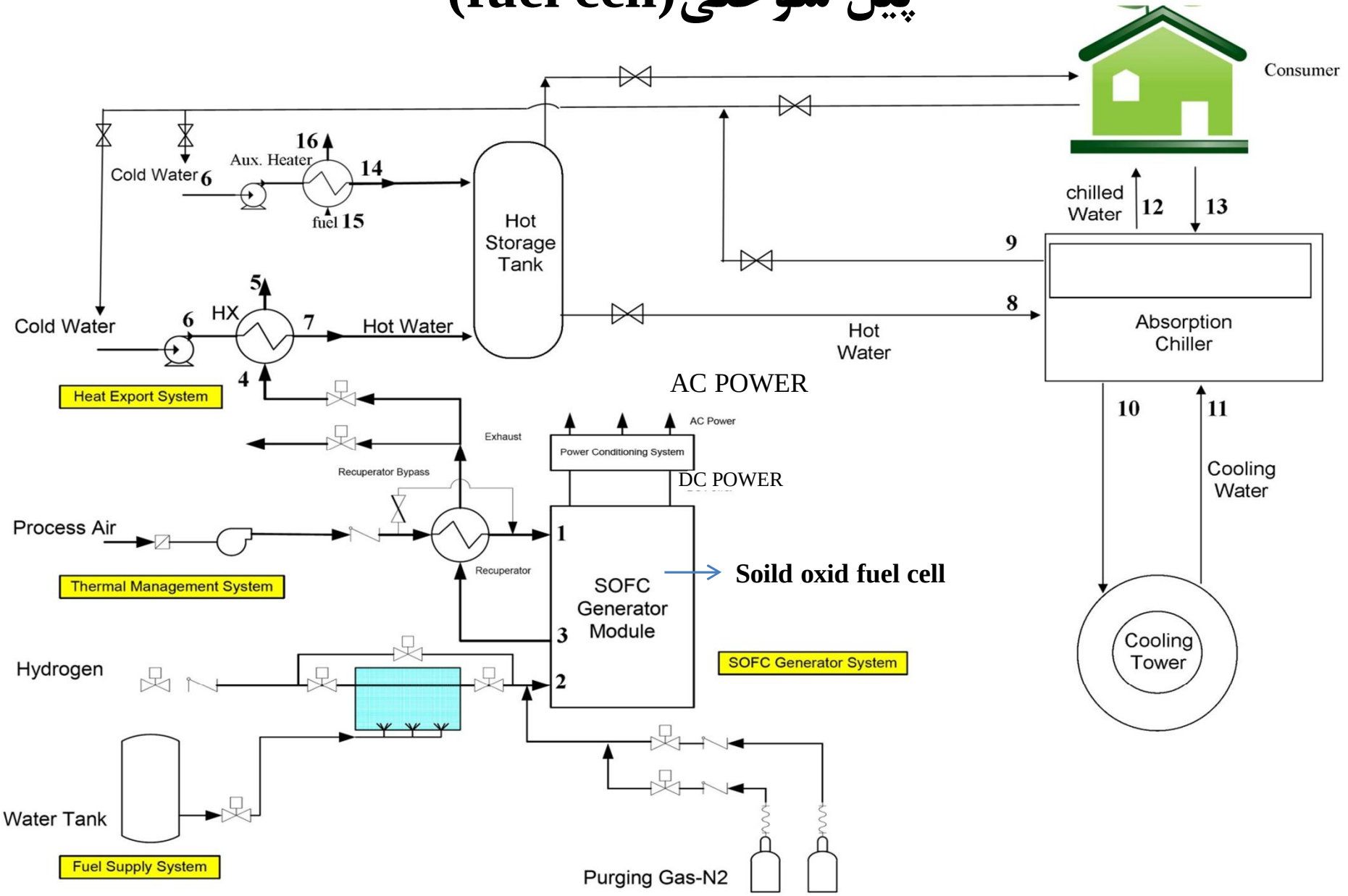
( کاملا مناسب برای تولید همزمان در محل مصرف )

- ❖ حرارت خروجی بالا( 800 تا 1000 $C^o$)
- ❖ کارایی و راندمان بالا در هر میزان بار جزئی

**معایب:**

- ➢ زمان راه اندازی طولانی
- ➢ هزینه بسیار بالا به دلیل صنعتی و تجاری نشدن ولی هزینه در حال کاهش

# سیستم های CHP و CCHP با محرک پیل سوختی(fuel cell)



# سیستم CHP با محرک فتوولتائیک (PV)

**صفحات نازک از جنس نیمه هادی که انرژی خورشید را مستقیما به انرژی الکتریکی تبدیل می کند.**

**مزایا:**

- ✓ تابش مناسب خورشید در اکثر نقاط ایران
- ✓ سازگاری با محیط زیست و عدم آلودگی صوتی
- ✓ قابلیت تولید در محل مصرف و صرفه جویی در هزینه های انتقال و توزیع انرژی الکتریکی
- ✓ عدم نیاز به سوخت فسیلی و مشکلات سوخت رسانی بویژه در مناطق صعب العبور
- ✓ امکان نصب بر نما و با روی سقف خانه ها و توانایی ذخیره سازی انرژی در باتری
- ✓ طول عمر مناسب و سهولت در بهره برداری

**معایب:**

- ✓ هزینه اولیه بسیار بالا (گرانترین نوع مولد)
- ✓ مساحت مورد نیاز زیاد ( به ازای کیلو وات تولیدی)
- ✓ وابستگی به تغییرات تابش خورشید در طی روز و شرایط مختلف جوی

# سیستم CHP با محرک موتور رفت و برگشتی

**موتورهای رفت و برگشتی**
- احتراق جرقه ای
- احتراق تراکمی

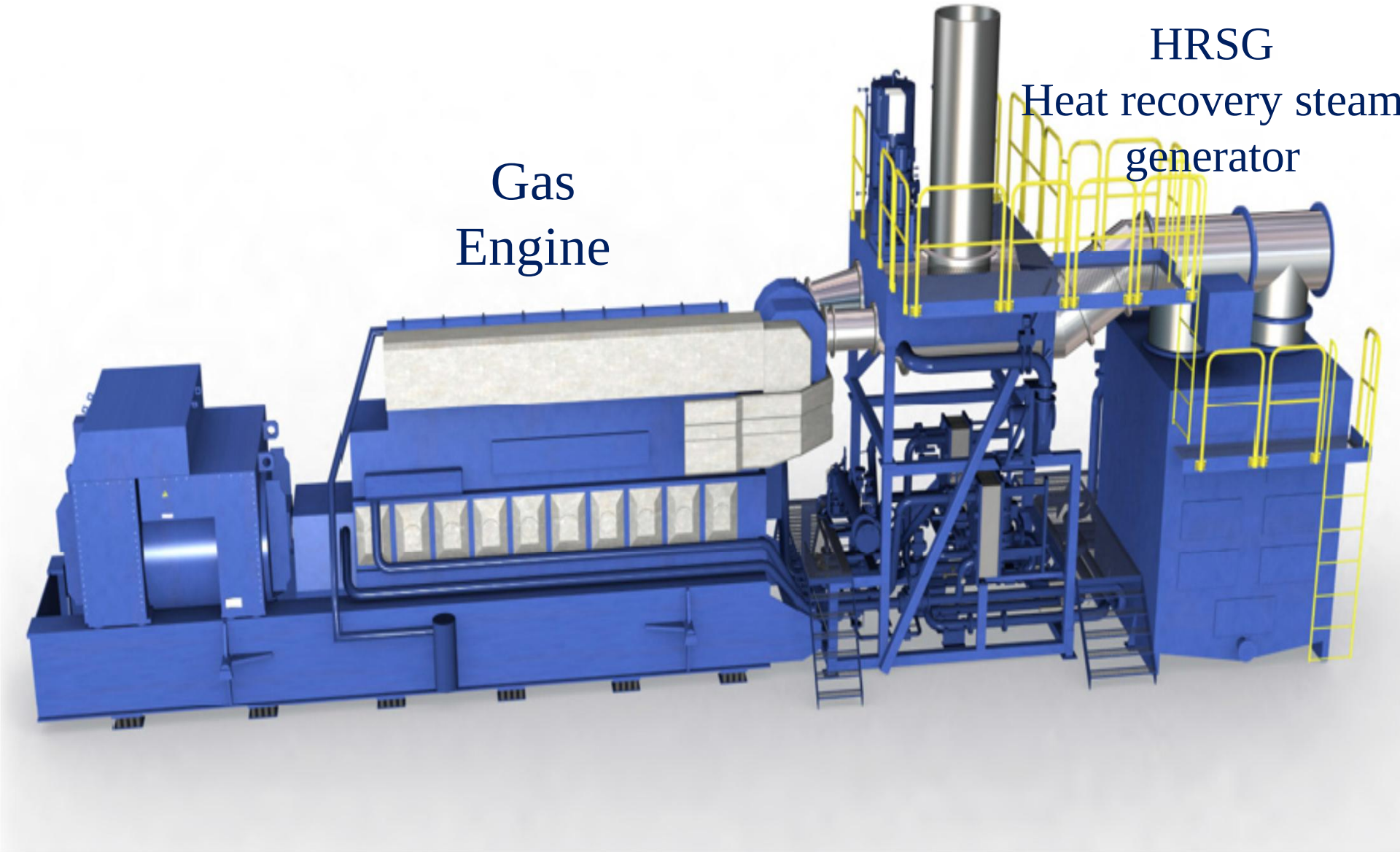
**احتراق جرقه ای:**

- ✓ مناسب برای سوختهای دارای درجه خود اشتعالی پایین مانند گاز طبیعی
- ✓ نسبت تراکم پایین تر
- ✓ قدرت خروجی کمتر (تا 9 مگاوات)

**احتراق تراکمی:**

- ✓ مناسب برای سوخت دیزل یا سوختهای سنگینتر
- ✓ دورهای پایین ( 150 تا 700 دور بر دقیقه)
- ✓ توانهای بالا ( تا 60 مگاوات)

# نمونه ای از موتور رفت و برگشتی گازسوز



# سیستم CHP با محرک موتور رفت و برگشتی

**مزایا:**

راندمان الکتریکی بالا( تا 47.5 درصد)

عدم افت بازده در بار جزئی

زمان راه اندازی کوتاه

عدم نیاز به مهارت زیاد برای بهره برداری

هزینه سرمایه گذاری پایین

فشار گاز طبیعی کم

**معایب:**

هزینه تعمیرات بالا

آلایندگی زیاد

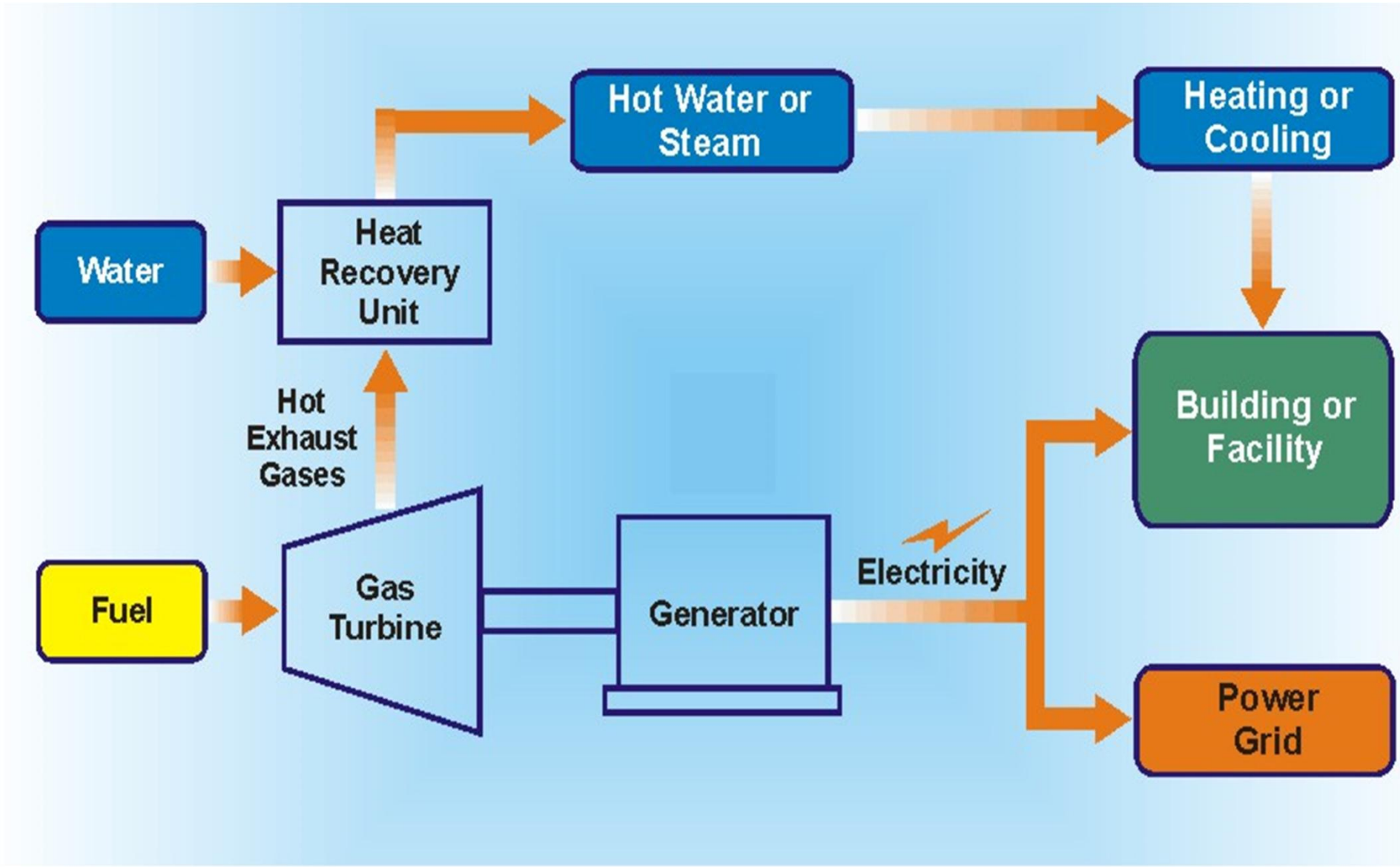
آلودگی صوتی( فرکانس پایین)

# سیستم CHP با محرک میکرو توربین

ویژگی ها:

- قابلیت استفاده در گستره وسیعی از سوختها شامل: گاز طبیعی، سوختهای اسیدی و سوختهای مایع مانند گازوئیل ، نفت سفید و دیزل و...
- وجود گاز داغ با دمای حدود 500 درجه سلسیوس در خروجی که می توان از آن در مصارفی مانند تولید آب گرم، چیلر جذبی، پروسه های نفتی و .... استفاده کرد.

# سیستم CHP با محرک میکرو توربین یا توربین گازی




Schematic of Gas Turbine Powered Cogeneration

# سیستم CHP با محرک میکرو توربین

# سیستم CHP با محرک میکرو توربین

**مزایا:**

- حجم کم
- وزن سبک
- آلایندگی نسبتا کم
- عدم نیاز به خنک کن
- آلودگی صوتی کم
- حرارت و دبی زیاد دود خروجی ( مناسب برای CHP )

**معایب:**

- قیمت بالا
- بازده کمتر نسبت به سایر سیستمها
- نیاز به دانش زیاد برای بهره برداری و تعمیرات

# میکروتوربین یا موتور رفت وبرگشتی

ویژگی های بارز میکروتوربین:

1. قابلیت بازیافت حرارت زیاد
2. سر وصدای کم
3. تکنولوژی ساخت بالا

ویژگی های بارز موتور رفت و برگشتی:

1. سهولت واردات به کشور
2. تعمیرات آسان
3. قیمت پایین
4. دور کارکردی پایین (700 تا 1500 rpm)

# روشهای ارزیابی و مقایسه سیستمهای CHP

## فاکتور بهره‌وری انرژی Energy Utilization Factor (EUF)

فاکتور بهره‌وری انرژی در یک سیستم تولید همزمان گرما و برق (CHP) نسبت توان حرارتی و الکتریکی (و توان برودتی در سیستم CCHP) تولید شده به توان حرارتی سوخت ورودی تعریف می‌شود.

$$EUF = \frac{W + Q}{F}$$

# شاخص ارزیابی اقتصادی

هزینه سالیانه سیستم CHP

درصد صرفه جوئی هزینه

$$CSR = \frac{C_{CON} - C_{CHP}}{C_{CON}} \times 100\,\%$$

هزینه سالیانه سیستم SHP

هزینه سالیانه سیستم SHP

$$C_{CON} = C_{CON}^{Inv} + C_{CON}^{Ele} + C_{Con}^{Gas}$$

هزینه های سرمایه گذاری سالانه

هزینه برق شبکه

هزینه گاز شبکه

هزینه سالیانه سیستم CHP

$$C_{CHP} = C_{CHP}^{Inv} + C_{CHP}^{Ele} + C_{CHP}^{Gas}$$

# الگوریتم محاسبات و فلورچارت شبیه سازی

# امکان سنجی فنی و اقتصادی

## - امکان سنجی فنی

- ✓ ظرفیت سیستم
- ✓ انتخاب مولد
- ✓ مشخصات فنی مولد
- ✓ خروجی مولد در شرایط سایت
- ✓ میزان انرژی حرارتی قابل بازیافت
- ✓ بار سرمایشی مورد نیاز
- ✓ مشخصات فنی چیلر جذبی
- ✓ طراحی مبدل  های بازیافت حرارت
- ✓ جا نمایی تجهیزات

## امکان سنجی فنی

# ظرفیت سیستم و مولد

- میزان مصرف
- میزان مورد نظر جهت نصب
- علت اضافه ظرفیت
- نوع مولد انتخاب شده
- دلیل انتخاب
- ظرفیت نامی

## سایر مسائل امکان سنجی فنی و اقتصادی جهت سیستم های کارآمد برای کاربری اداری و خانگی

**مسائل مطرح:**

- مالی و اقتصادی (اقتصاد مهندسی: زمان برگشت سرمایهPayback Period، نرخ برگشت سرمایه IRR ،...)
- تعمیرات و نگهداری
- سر و صدا و آلودگی
- قابلیت اطمینان

# سایر مسائل امکان سنجی فنی و اقتصادی

**مسائل مطرح:**

- مالی و اقتصادی (اقتصاد مهندسی: زمان برگشت سرمایه به طور مثال برای یک سیستم CHP توربین گازی 3.5سال و نرخ برگشت سرمایه 23 درصد می باشد)
- تعمیرات و نگهداری
- سر و صدا و آلودگی
- قابلیت اطمینان

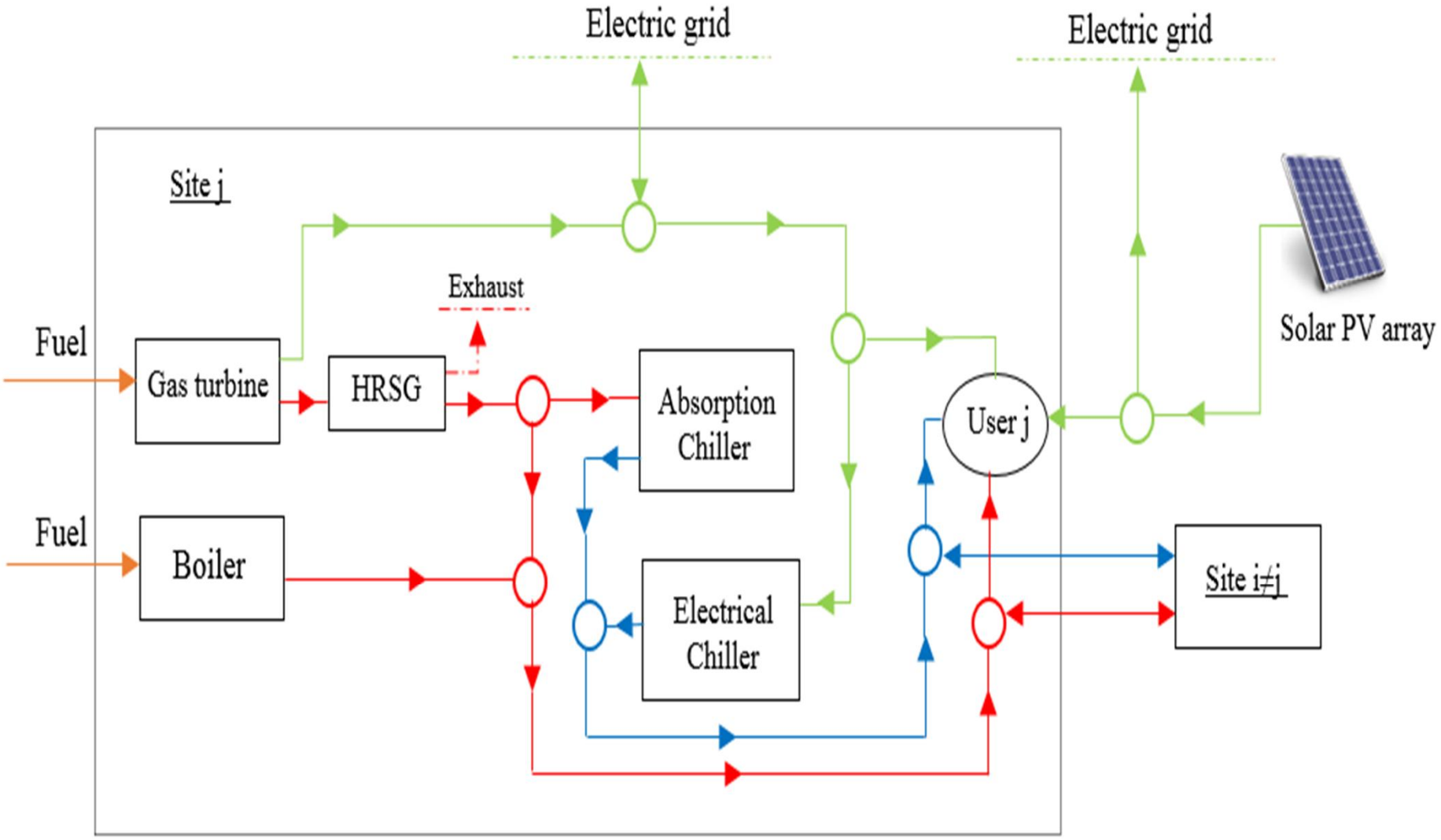
# مثال: طراحی بهینه یک سیستم CCHP برای گرمایش و سرمایش متمرکز شهری

Gas turbine : Suturn20
Boiler : B3
El chiller capacity : 3159 kW
Abs chiller capacity : 1725 kW
M2
Gas turbine : Centaure50
Boiler : B1
El chiller capacity : 4742 kW
Abs chiller capacity : 4246 kW
M4
Gas turbine : 0
Boiler : B4
El chiller capacity : 3025 kW
Abs chiller capacity : 0
M7
M1
Gas turbine : Suturn20
Boiler : B3
El chiller capacity : 3159 kW
Abs chiller capacity : 1725 kW
Gas turbine : 0
Boiler : B3
El chiller capacity : 2426 kW
Abs chiller capacity : 0
M5
M3
M6
Gas turbine : Suturn20
Boiler : B3
El chiller capacity : 3159 kW
Abs chiller capacity : 1725 kW
Gas turbine : 0
Boiler : B1
El chiller capacity : 637 kW
Abs chiller capacity : 0

- سناریو 1: سیستمهای مرسوم SHP ( تامین برق از شبکه و حرارت توسط بویلرهای فایر تیوب)
- سناریو 2: سیستم CCHP در هر سایت جهت تامین قسمتی از حرارت و برودت بجای قسمتی از بویلرها و چیلرها
- سناریو 3: سیستم CCHP/DHC (تمام سایتهای توسط یک شبکه DHC (Dynamic Host Configuration Protocol ) بهم متصل می باشند)
- سناریو 4: سیستم CCHP/PV/DHC(علاوه بر سیستمهای استفاده شده در سناریو 3 از سیستم PV جهت تولید برق از انرژی خورشید با یارانه 50% استفاده شده است)

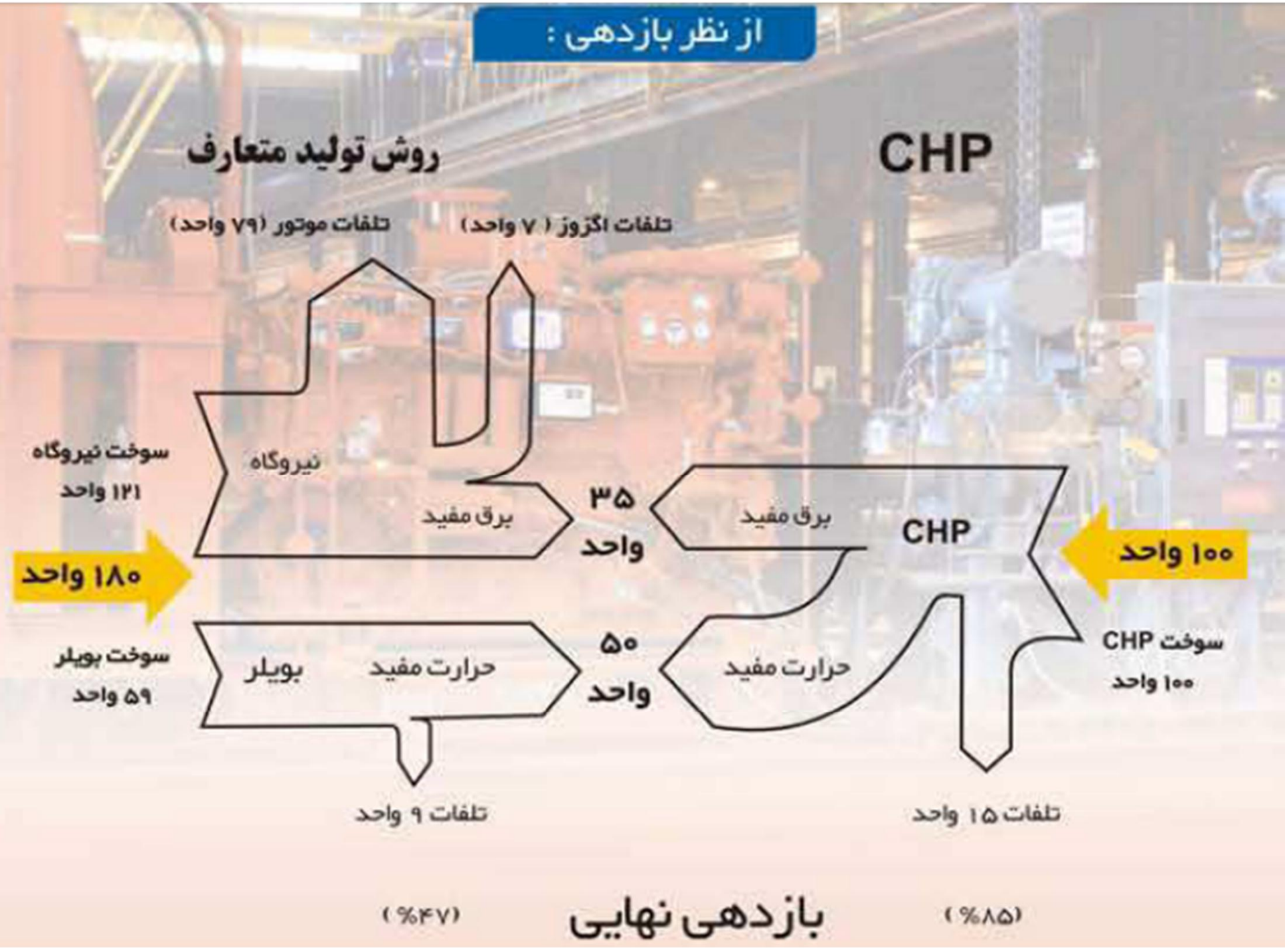
★ نتیجه گیری: سناریو 4 CCHP/PV/DHC باعث کاهش قابل توجه هزینه های انرژی به میزان 41% نسبت به حالت مرسوم No CHP و 39% صرفه جویی در مصرف انرژی اولیه می شود.

# ساختار سیستم برق شرح داده شده توسط مدل بهینه سازی



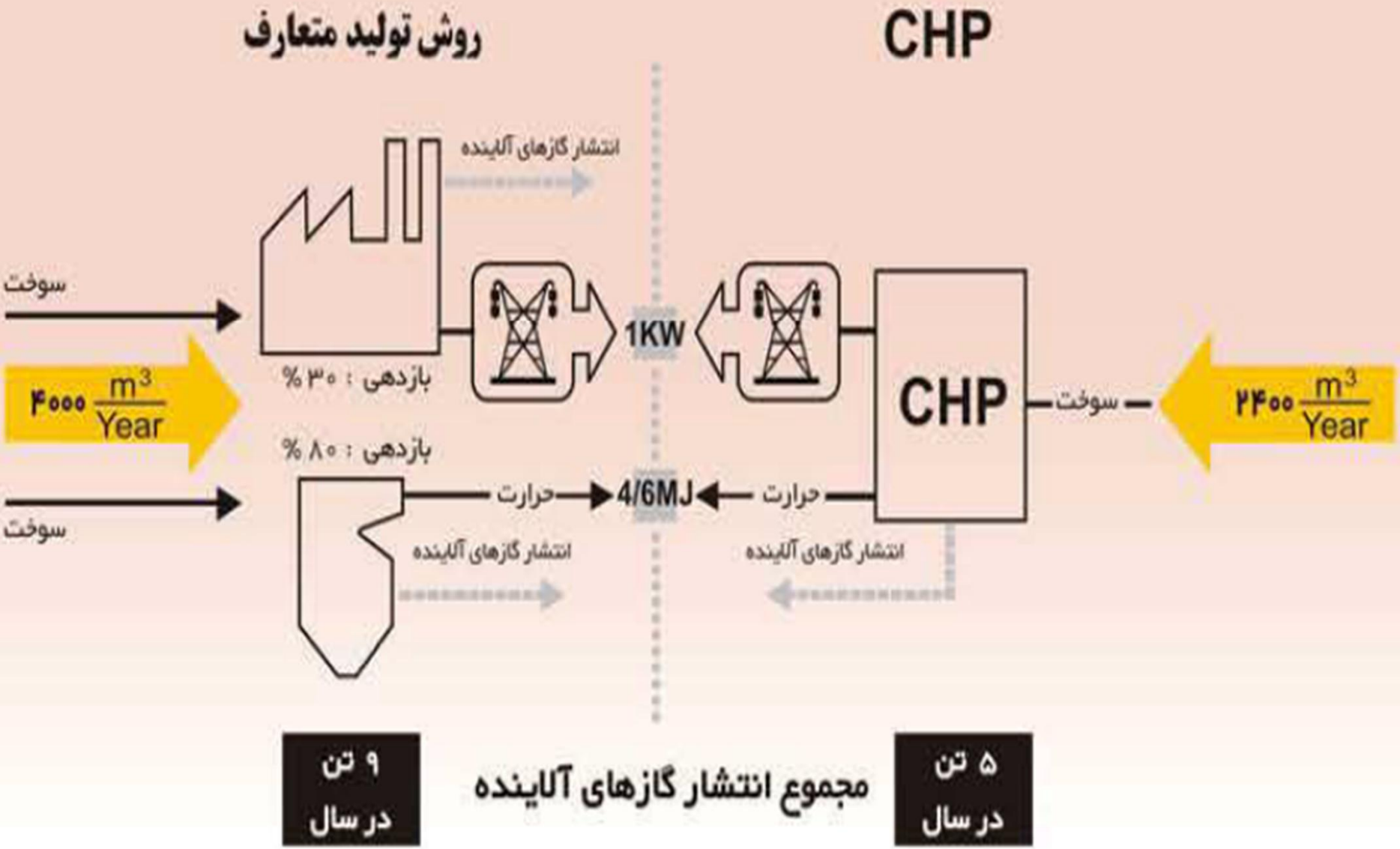
# ارزیابی ومقایسه سیستمهای CHP و SHP

| separate Heat & Power Generation | Combined Heat & Power Generation |
| --- | --- |


از نظر بازدهی :
روش تولید متعارف
CHP
تلفات موتور (۷۹ واحد)
تلفات اگزوز ( ۷ واحد)
سوخت نیروگاه
۱۲۱ واحد
نیروگاه
برق مفید
۳۵
واحد
برق مفید
CHP
۱۰۰ واحد
۱۸۰ واحد
سوخت بویلر
۵۹ واحد
بویلر
حرارت مفید
۵۰
واحد
حرارت مفید
سوخت CHP
۱۰۰ واحد
تلفات ۹ واحد
تلفات ۱۵ واحد
(%۴۷)
بازدهی نهایی
(%۸۵)

## از نظر زیست محیطی :

اعداد به تقریب داده شده است



# آلودگی های اگزوز و آلایندگی های زیست محیطی

| نوع مولد | NOx | CO | THC |
|---|---|---|---|
| موتور گازی ۵۰۰ kW تا 9 MW | ۱۰۰ | ۳۴۰ | ۱۵۰ |
| توربین گاز ۴.۵ MW | ۲۵ | ۵۰ | ۱۰ |
| توربین بخار با سوخت زغال سنگ ۵۰۰ MW | ۲۰۰ | - | - |
| د میکرو توربین | ۹ | ۲۵ | ۹ |

# H P S

# HIBRID POWER SYSTEM

تکنولوژی تولید برق هیبریدی

# فهرست

- معرفی تکنولوژی تولید برق هیبریدی
- اجزاء تکنولوژی تولید برق هیبریدی
- مزایا تکنولوژی تولید برق هیبریدی
- مدل سازی مولفه های هیبریدی
- مقایسه هیدروژن با سوخت های فسیلی رایج از نظر وزن و تراکم پذیری
- نمای کلی سیستم تولید برق هیبریدی
- سیکل 24 ساعته تولید مصرف انرژی

# معرفی تکنولوژی تولید برق هیبریدی HPS

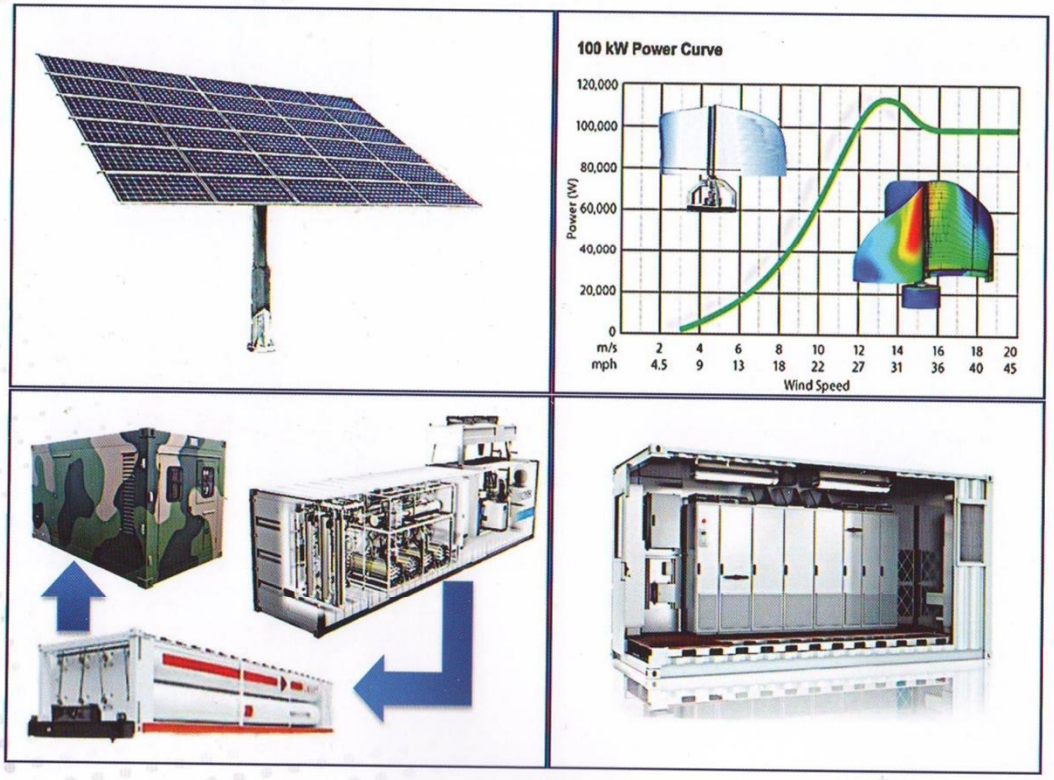
- HPS روشی هوشمندانه را برای تولید برق، بر مبنای یک پلتفورم ساده و ایمن معرفی می نماید.

این تکنولوژی برای پاسخگویی به نیازهای روز افزون انرژی در جهان، از منابع طبیعی به شکلی منسجم، خلاقانه و مقرون به صرفه بهره می برد.

- این تکنولوژی از جدیدترین تکنولوژی های باد، فوتوولتائیک و هیدروژن برای دستیابی به انرژی پاک و رایگان جهانی بهره برده و نتیجه را در قالب سیستم های آماده بکار برای تحقق همه نیازهای کارفرما ارائه می دهد.
- **دسترسی آسان و ایمن به انرژی تجدید پذیر، انرژی پاک به همراه ایمنی عملکرد از عوامل موفقیت HPS می باشد.**

# سیستم تولید برق HPS

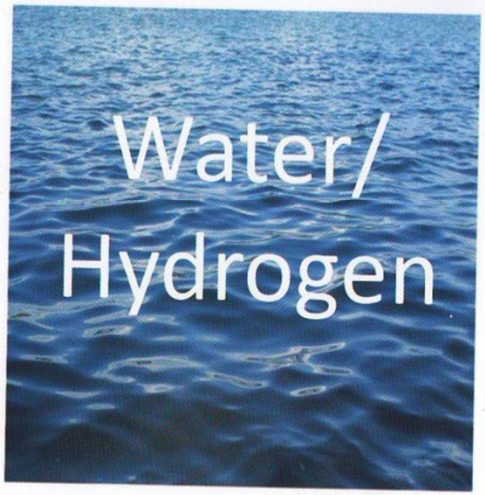
## اجـــــــــزاء

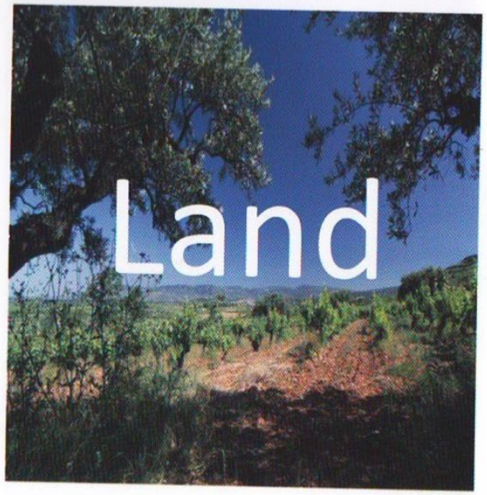



سیستم تولید برق هیبریدی از پنل های خورشیدی، توربین های باد (نسل جدید)، تجهیزات تولید هیدروژن، مخازن ذخیره سازی هیدروژن، هیدروژن ژنراتور یا پیل سوختی(تجهیزات تولید برق با سوزاندن هیدروژن)، باطری ، سیستم های ذخیره ساز انرژی و سیستم های پیچیده الکترونیک برای کنترل و تضمین فرآیند تولید برق یکنواخت استفاده می نماید.

# سیستم تولید برق HPS

## نیـــازمندی هـــا




- سیستم HPS برای تولید برق به هیچگونه سوخت فسیلی نیازی ندارد.
- این سیستم فقط به وزش باد، نور خورشید، آب (یا هیدروژن) و زمین (برای نصب تجهیزات) نیاز دارد.

~~Fossil fuels~~

~~Supply logistics~~

یکی از مشکلاتی که همواره تولید برق مبتنی بر منابع تجدید پذیر را در روش های قدیمی با چالش جدی مواجه کرده است، عدم خروجی یکنواخت برق در طول زمان بوده است. این امر غالباً بدلیل وابستگی این روش ها به وجود عوامل طبیعی مثل باد یا نور خورشید و مقدار آنها در هنگام تولید برق می باشد.

این امر بدین معنی است که برای مثال یک نیروگاه بادی ۱ مگاواتی فقط در زمانی برقی با این توان را تولید می کند که باد بوزد و سرعت آن نیز به میزان حداقل لازم در نظر گرفته شده در طراحی آن سیستم باشد.

بعبارت بهتر وقتی که بادی نوزد و یا سرعت آن کمتر باشد، بطور متناسب برق تولیدی نخواهیم داشت و یا مقدار آن بمراتب کمتر از ۱ مگاوات خواهد بود. این امر باعث می شود تا مفهومی بنام ضریب ظرفیت (Capacity Factor) برای روش های تولید برق مبتنی بر منابع تجدید پذیر مطرح باشد. این ضریب نشان می دهد که یک نیروگاه برق مبتنی بر منبع تجدید پذیر بطور میانگین چند درصد از توان اسمی آن را تولید می کند.

طبق آخرین آمار منتشر شده توسط وزارت نیرو ظرفیتی حدود ۱۱۰ مگاوات نیروگاه بادی در ایران نصب شده که ضریب ظرفیت آنها بسته به منطقه، سایز توربین های باد و نوع تکنولوژی مورد استفاده مقداری بین ۹ تا ۲۶ (میانگین ۲۱) درصد می‌باشد. همچنین ظرفیت نصب شده نیروگاه خورشیدی در ایران حدود ۸۷ مگاوات بوده و ضریب ظرفیت آنها بطور مشابه با توجه به منطقه و سایز پنل‌های خورشیدی و نوع تکنولوژی مورد استفاده مقداری بین ۱۴ تا ۱۹ (میانگین ۱۷) درصد می‌باشد.

این ارقام نشان می دهند که یک نیروگاه مبتنی بر برق تجدید پذیر در طول یک سال در بهترین حال حدوداً یک چهارم ظرفیت اسمی و در بدترین حالت حدود یک ششم آن انرژی برق تولید می کند.

بعبارت دیگر الباقی مدت زمان برقی وجود ندارد. به همین علت همه نیروگاه های برق مبتنی بر انرژی های تجدید پذیر که با روش قدیمی کار می کنند، بایستی به شبکه برق سراسری وصل شوند تا این ضعف خود را که عدم پیوستگی تولید برق در طول زمان است، پوشش دهند.

# مزایای تکنولوژی تولید برق هیبریدی

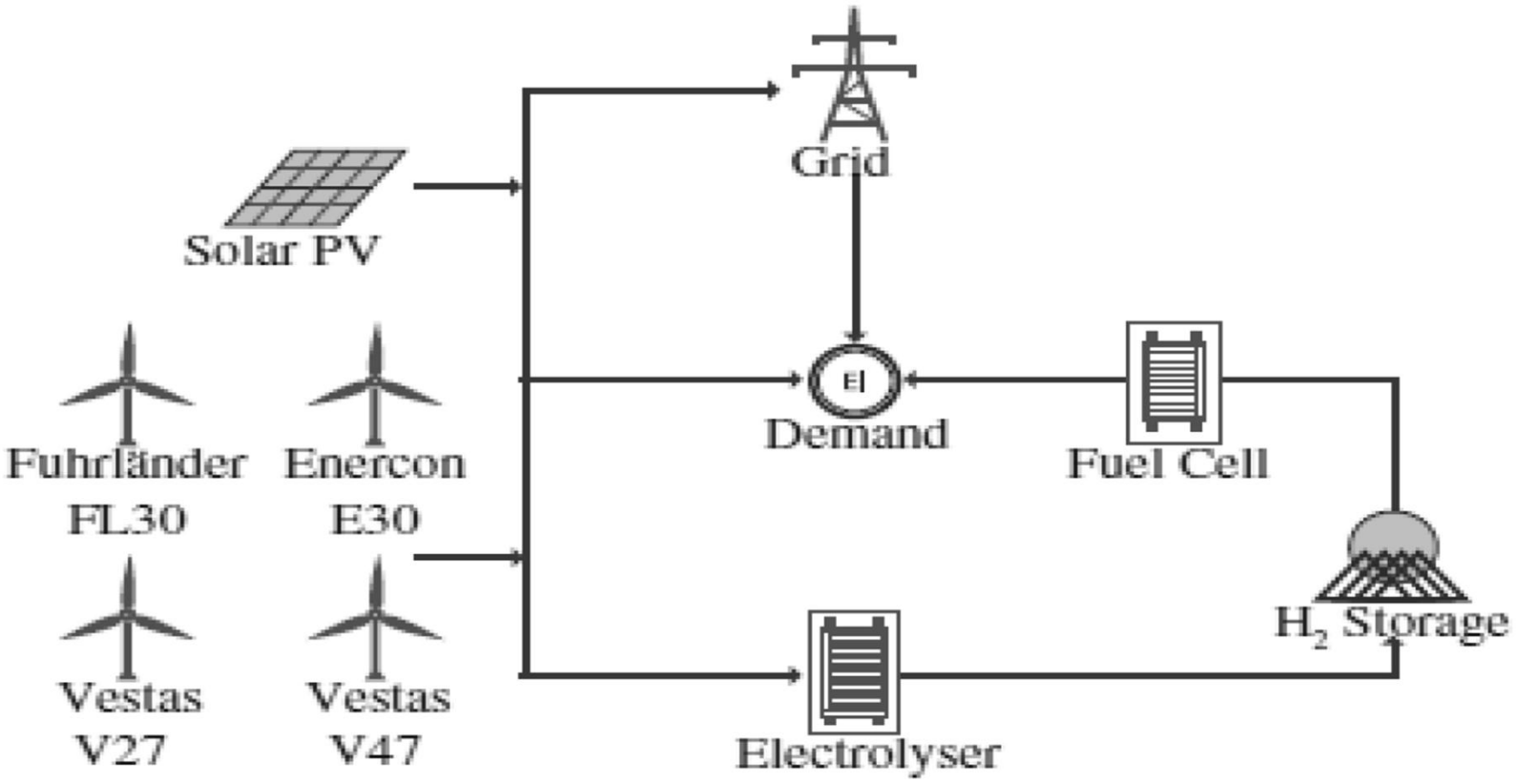
برخی از اهم مشخصات فنی، کاربردها و مزیت های این سیستم اشاره می‌شود:

- اولین و تنها سیستم تولید برق هیبریدی در مقیاس تجاری با خروجی برق پیوسته (ضریب ظرفیت ۱۰۰ درصد) با رنج ۵۰۰ کیلووات تا ۲۵۰ مگاوات
- دارای سیستم کنترل کاملا اتوماتیک (و حتی از راه دور) بدون نیاز به حضور دائمی اپراتور
- دارای کمترین تعمیرات و نگهداری لازم در نوع خود بعلت طراحی منحصر بفرد سیستم
- سازگاری کامل با محیط زیست و بدون هیچگونه آلایندگی (آلایندگی صفر)

# مدل سازی مولفه های هیبریدی

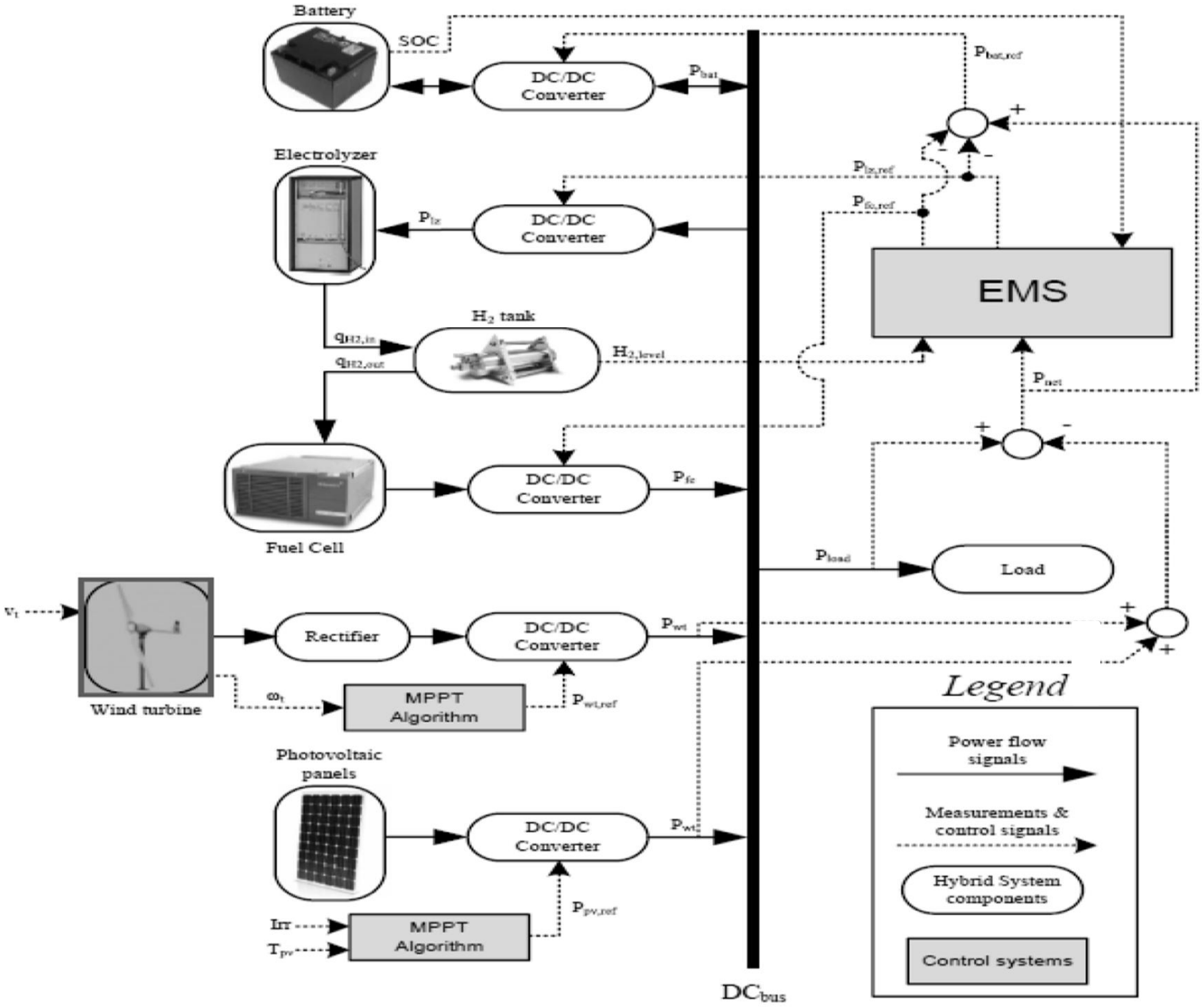
1- مدلسازی به صورت محلی
2- مدلسازی به صورت هوشمند با کنترلر پیش بین
3- مدل سازی با استفاده از ژنراتور هیدروژنی به جای پیل سوختی

# مدلسازی به صورت محلی

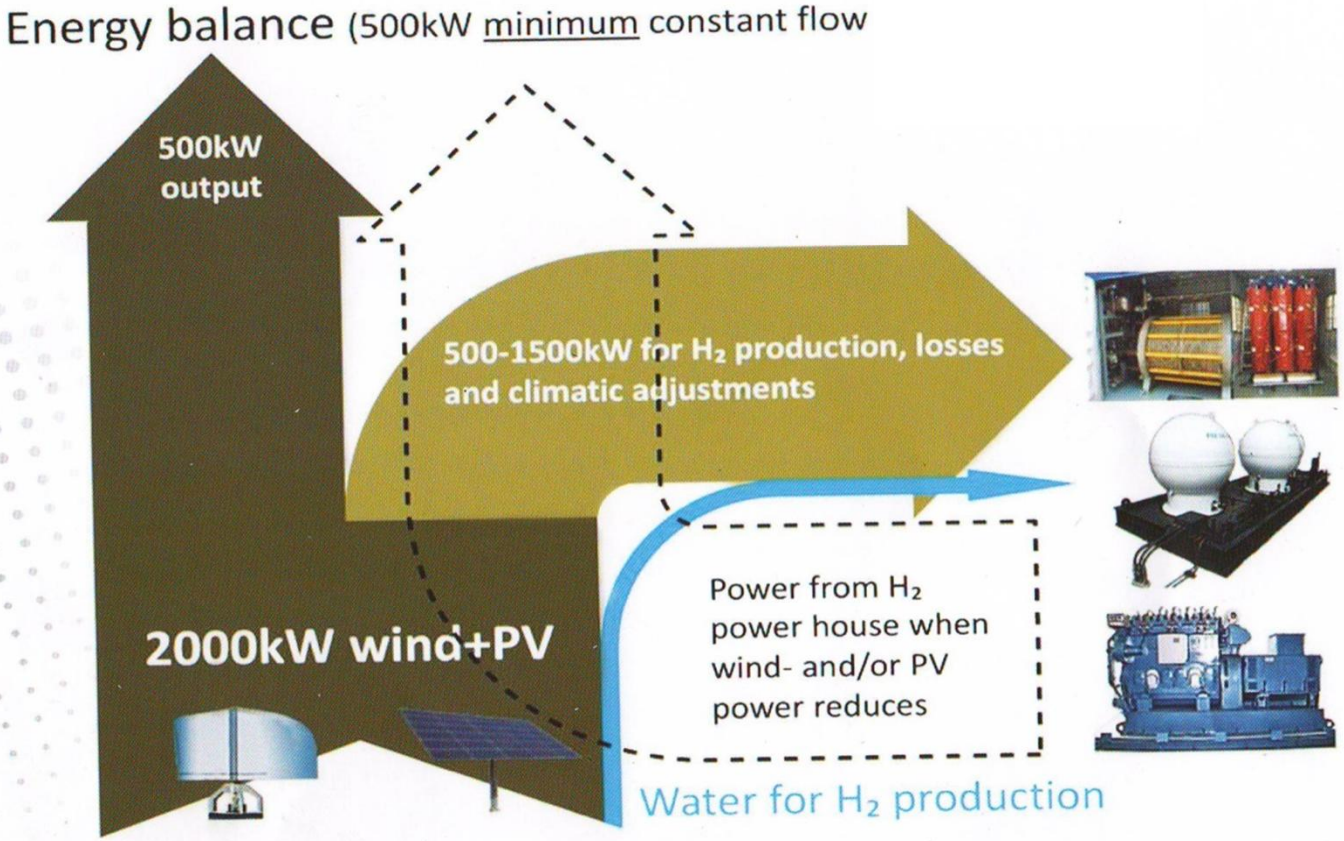



- الکتریسیته تجدید پذیر توسط انواع مختلفی از توربین های بادی و صفحات فتوولتائیک تولید شده است. الکتریسیته تولید شده می تواند برای تامین نیازهای محلی ، برای عملیات شارژ کردن الکترولیزور و یا ذخیره سازی هیدروژن استفاده شود. تحویل درخواست ها توسط عملیات تخلیه کردن پیل سوختی ، ذخیره سازی هیدروژن یا با وارد کردن الکتریسیته از قطعه اصلی ممکن می باشد.

# مدلسازی به صورت هوشمند با کنترلگر پیش بین



# مدل سازی با استفاده از ژنراتور هیدروژنی




کنترل سیستم فوق توسط یک سیستم مرکزی پیشرفته انجام شده و همواره کارکرد بهینه و پیوسته سیستم را تضمین می‌نماید. این کنترلر با توجه به شرایط جوی و خروجی طراحی شده، فرمان های لازم برای بالانس نمودن انرژی بین روش خورشیدی، بادی و هیدروژنی را صادر کرده و این در حالی است که بعلت پیوستگی برق تولیدی، مصرف کننده برق هیچگاه متوجه این تغییرات داخلی نمی‌گردد.

تولید برق، اکسیژن و گاهاً مازاد هیدروژن برای کاربردهای تجاری.

تولید برق مستقل از سوخت های فسیلی و استفاده صد در صد از منابع انرژی تجدید پذیر.

استفاده از تکنولوژی خاص برای ذخیره سازی انرژی در قالب گاز هیدروژن.

بالا بودن ساعات کارکرد موثر این سیستم به همراه ارزش محصولات جانبی علی الخصوص اکسیژن خالص هزینه تولید یک کیلووات برق تولیدی را به شدت کاهش می دهد.

این سیستم برق هیبریدی، صد در صد بی نیاز از سوخت های فسیلی و حمل و نقل سوخت بوده و به خاطر طراحی هوشمندانه و کم هزینه بودن آن برای بیشتر مناطق دنیا مناسب است

این سیستم برق هیبریدی را به همراه اکسیژن خالص بصورت ۲۴ ساعته و ۷ روز هفته با خروجی ثابت و یکنواخت از طریق منابع انرژی تجدید پذیر و روش ذخیره سازی گاز هیدروژن تولید می نماید.

بهره گیری از ترکیب سیکل های مختلف و منابع انرژی متفاوت برای تولید برق با خروجی مداوم، ثابت برای حد بالای ظرفیت نیروگاه.

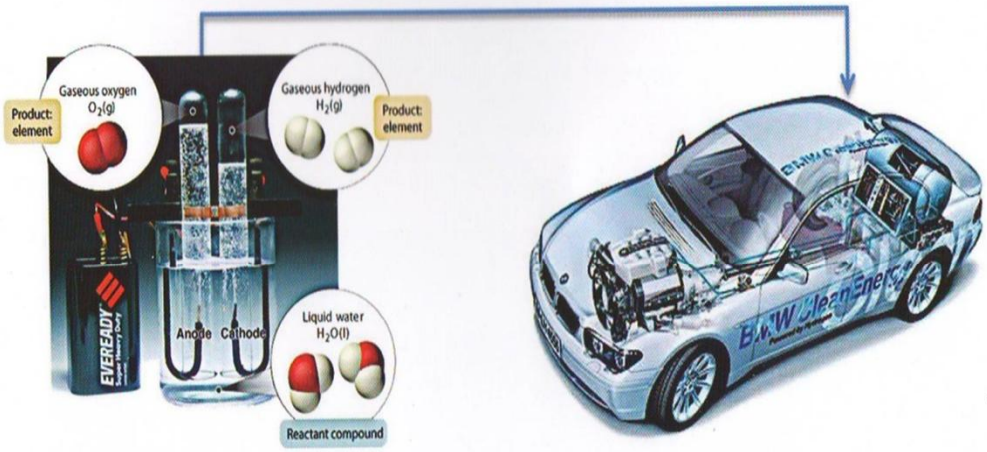
برخورداری از طراحی ماجولار و قابل توسعه و عدم وجود محدودیت برای حد بالای ظرفیت نیروگاه.

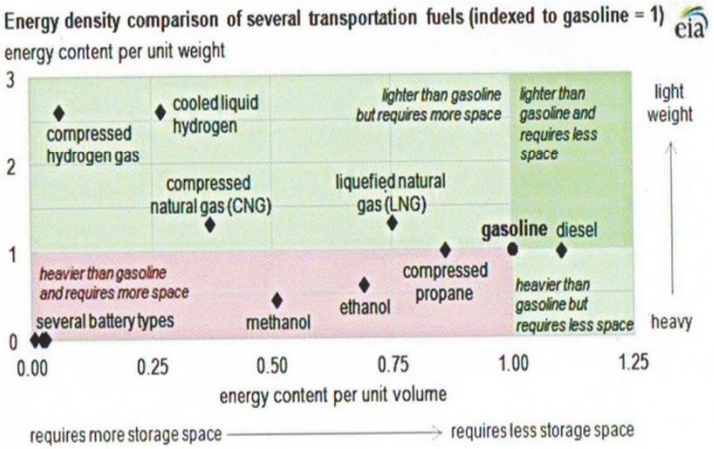
عملکرد کاملا مجزا و یا متصل به شبکه خرد یا کلان.

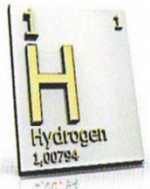
معمولا هر منطقه ای از زمین برای سیستم مناسب است، با این حال در شرایط فقدان کامل هر یک از عناصر خورشید، باد و آب، نسخه های ساده تر این سیستم قابل پیاده سازی می باشد.

# سیستم تولید برق HPS

**مقایسه هیدروژن با سوخت های فسیلی رایج از نظر وزن و تراکم پذیری**




سیستم تولید برق HPS، به جز برق دارای سه محصول جانبی (By-product) نیز می باشد که هر یک از ارزش ویژه ای برخوردار هستند. این محصولات جانبی شامل آب، گاز هیدروژن و گاز اکسیژن هستند. لذا حتی می توان ارزش این محصولات جانبی را نیز در مطالعه فنی و اقتصادی طرح در نظر گرفت.

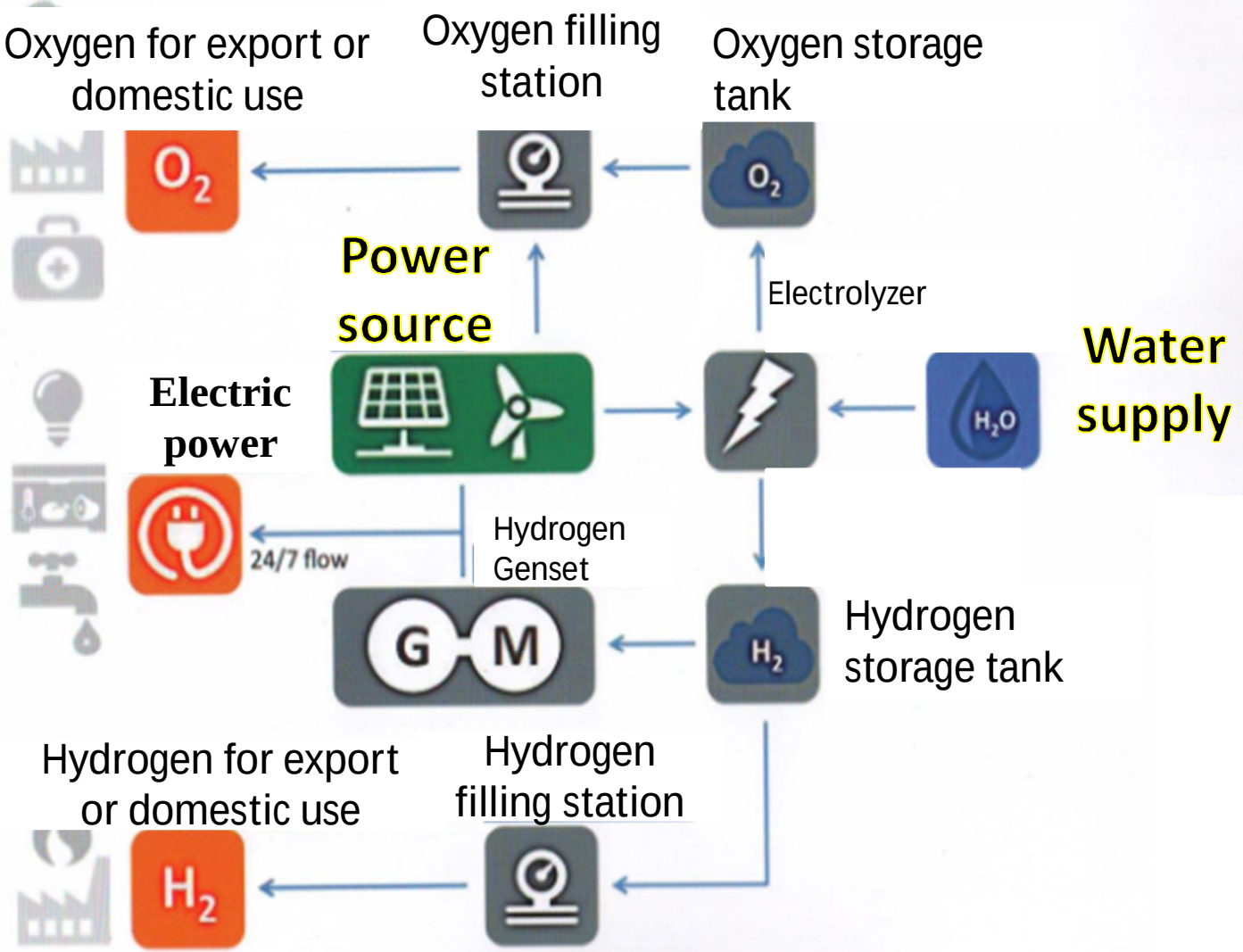
آب ورودی در سیستم تولید برق HPS از بین نمی رود. هیدروژن استخراج شده از آب ورودی، پس از ترکیب مجدد با اکسیژن هوا در ژنراتور، در انتها به آب مقطر تبدیل می شود. این آب با افزودن کمی املاح می تواند به آب آشامیدنی و یا حتی آب کشاورزی (بسته به ظرفیت نیروگاه و نوع آبیاری) تبدیل شود.

مازاد هیدروژن تولیدی در سیستم تولید برق HPS، صرف نظر از امکان فروش تجاری آن به سایر بنگاه های اقتصادی، می تواند کاربردهای متفاوتی داشته باشد. یکی از کاربردهای رایج هیدروژن، در موتورهای خودرو می باشد.

اکسیژن تولیدی در سیستم تولید برق HPS را می توان ذخیره کرده و آن را به صورت محصولی مجزا فروخت.

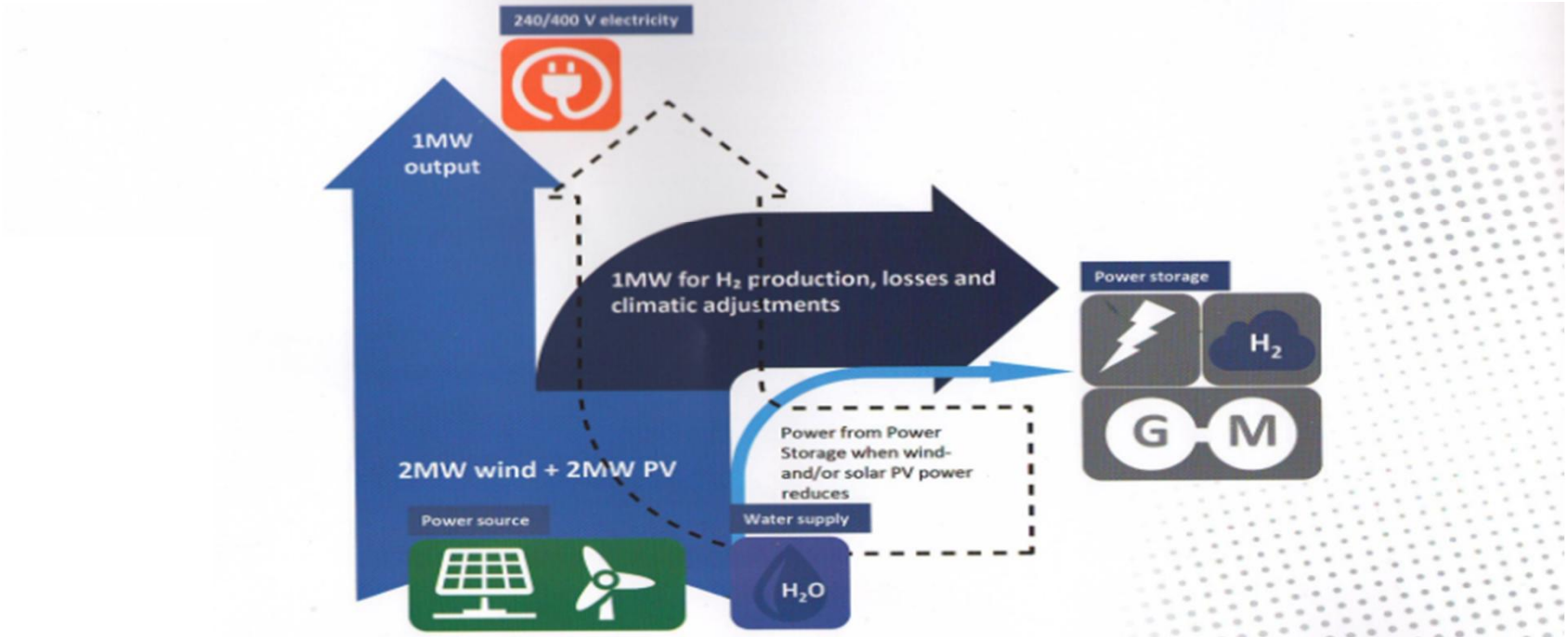
# نمای کلی سیستم تولید برق

# HPS



# سیستم تولید برق HPS

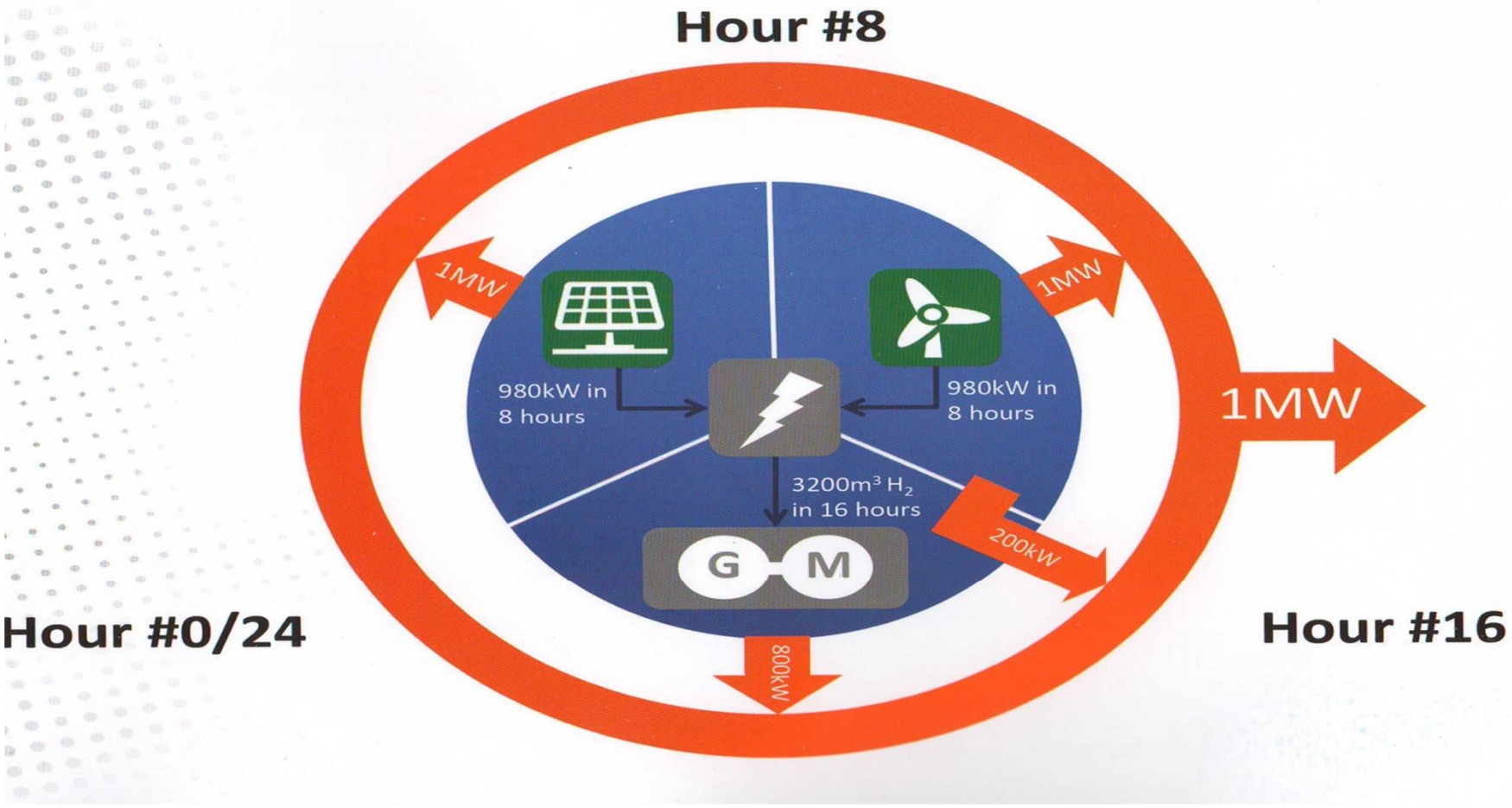
کلیات نمونه نیروگاه ۱ مگاواتی (مدل ۴۰۰۰) از نظر عملکرد




کنترل سیستم فوق توسط یک سیستم مرکزی پیشرفته انجام می شود. این کنترلر با توجه به شرایط جوی و خروجی طراحی شده، فرمان های لازم برای بالانس نمودن انرژی بین روش خورشیدی، بادی و هیدروژنی را صادر کرده و این در حالی است که به علت پیوستگی برق تولیدی، مصرف کننده برق هیچگاه متوجه این تغییرات داخلی نمی گردد.

# سیستم تولید برق HPS

کلیات نمونه نیروگاه ۱ مگاواتی (مدل ۴۰۰۰) از نظر توزیع برق



# سیستم تولید برق HPS

## سیکل ۲۴ ساعته تولید مصرف انرژی