



تولید پراکنده (DG)

و

تولید همزمان برق و حرارت

(CHP)

شرکت بهره‌برداری نیروگاه طرشت



# خلاصه مطالب :

- اهمیت و نقش انرژی در دنیا
- مطالعات موردی
- فرایند صدور تاییدیه فنی

## مقدمه :

انرژی یکی از مهمترین عوامل ضروری برای توسعه کشور میباشد. از طرف دیگر مصرف انرژیهای فسیلی رو به کاهش و در نهایت اتمام منابع و ذخایر آنها را در پیش رو داریم . همچنین مصرف انرژی، به خصوص سوختهای فسیلی، مهمترین عامل آلودگی هوا و تغییرات آب و هوایی میباشد. به همین دلیل استفاده بهینه از انرژی در فرآیند توسعه اقتصادی همواره به عنوان یک هدف مهم در توسعه پایدار مدنظر بوده است.



این امر با بهینه سازی و بهبود روشهای بهره برداری از منابع و فرآیندهای، تبدیل و انتقال انرژی امکان پذیر میباشد.

محدودیت منابع فسیلی ، رشد بالای مصرف سالانه انواع انرژی در ایران، خارج شدن کشورمان از جرگه صادر کنندگان نفت از اواخر قرن حاضر و بالطبع قطع درآمدهای ناشی از صدور نفت باعث میشود که در صورت عدم برنامه ریزی و پیش بینی های لازم روند توسعه کشور بطور جدی تحت تأثیر قرار بگیرد. عدم کارایی فنی و اقتصادی مصرف انرژی و هدر رفتن قریب به یک سوم از کل انرژی در

فرآیندهای مصرف و مشکلات فزاینده زیست محیطی ناشی از آن، ضرورت مدیریت مصرف انرژی و بالا بردن بازده و بهره وری انرژی را در کشورمان پیش از پیش آشکار می‌سازد.

همانطوری که می‌دانیم انرژی در گرانیهایی است که منابع تامین آن به طور برابر در تمام دنیا توزیع نشده است به خاطر همین موضوع، استعمار پیر از دیر باز با شناسایی این منابع سعی در تسخیر آنها را داشته و از آن موقع که نفت به عنوان منشأ انرژی شناخته شد تا به امروز حضور بیگانه در مناطق نفت خیز جزء لاینفک تاریخ کشورها شده است.



انرژی فسیلی تا به امروز پرکاربرد ترین منبع تامین انرژی است. خودروها، نیروگاهها، صنایع، حمل و نقل و ... با تبدیل مشتقات نفتی یا گاز به اقلام دیگر انرژی به فعالیت خود ادامه می دهند از همین روست که قیمت نفت در اقتصاد دنیا تاثیر بسیار زیادی دارد. بحران انرژی در دهه ۷۰ شوک بزرگی بود که دنیا را از خواب آسوده استفاده بی حد از این منبع خدادادی بیدار کرد و دنیا را به سمت سایر منابع انرژی و مصرف بهینه آن سوق داد.

متأسفانه در کشور ما به علت وفور منابع نفت و گاز و تخصیص یارانه برای مصرف آن، هنوز این بیداری صورت نگرفته است. بسیاری از صنایع ما، مصارف خانگی، نیروگاهها، خودروها و هر جایی که ما نشانی از مصرف انرژی می بینیم با مقوله ای با نام راندمان پایین و تلفات مواجه هستیم که منشاء تمام آنها قیمت پایین انرژی و نداشتن توجه اقتصادی مناسب برای اصلاح الگوی مصرف آن است.



برای رفع این مشکل دو راهکار توامان باید در نظر گرفته شود که دولت با طرح تحول اقتصادی تا حدودی به دنبال رفع این مشکل است:

۱- هدفمند کردن یارانه ها به خصوص در بخش انرژی

۲- اصلاح الگوی مصرف انرژی در بخشهای دولتی و پرمصرف مانند نیروگاهها

در حال حاضر راندمان نیروگاههای کشور در حدود ۳۶٪ و تلفات شبکه تا مصرف کننده چیزی در حدود ۲۰٪ است. به عبارتی راندمان تبدیل انرژی از گاز تا مصرف کننده نهایی انرژی الکتریکی ۲۹٪ است. ۲۹٪ یعنی تلف شدن سالانه ۳۵ میلیارد متر مکعب گاز طبیعی یا ۱۰ میلیارد دلار عدم نفع صادراتی آن، گذشته از زیانهای ناشی از ائتلاف سرمایه گذاری در بخشهای مختلف تولید و استحصال گاز، تولید، انتقال و توزیع نیروی برق، آلودگی محیط زیست، کاهش منابع نفت و گاز کشور، عدم نفع صادرات از محل صدور برق و ...



**یکی از راه حل‌های نهادینه مصرف بهینه انرژی**

**=**

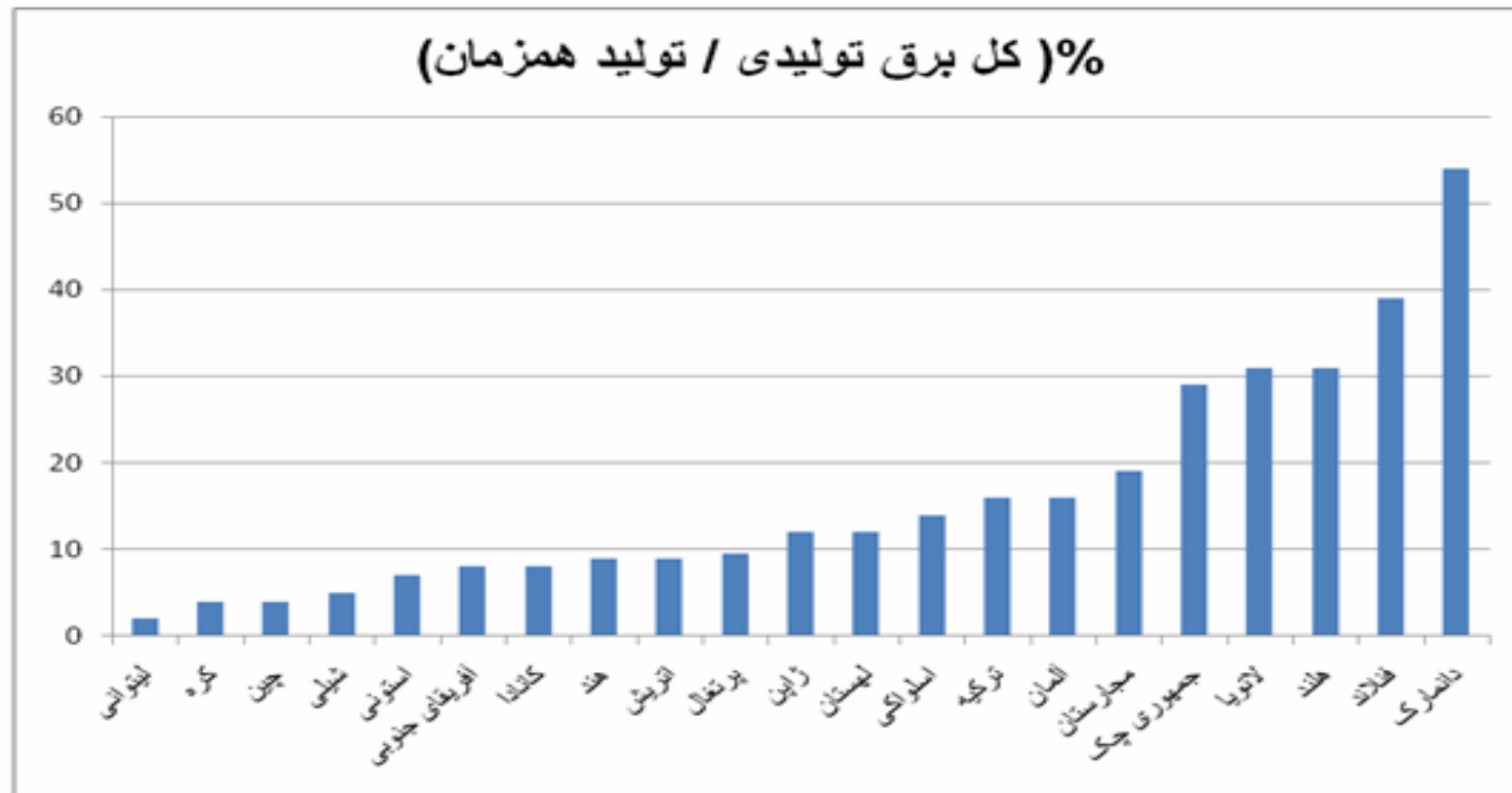
**استفاده از مولدهای تولید همزمان برق و حرارت می‌باشد**

گذر از تولید متمرکز برق به پراکنده دارای ویژگی بسیار مهمی است که استفاده از حرارت بازیافتی از مولدهای حرارتی برق را ممکن می‌سازد. نیروگاههای بزرگ هدر دهنده حجم عظیمی از انرژی هستند که به علت محدودیتهای فنی که در محل احداث آنها وجود دارد، امکان استفاده از حرارت بازیافتی آنها به هیچ وجه وجود ندارد یا به لحاظ اقتصادی دارای صرفه مناسبی نیستند. در بهترین راندمان نیروگاههای حرارتی مربوط به نیروگاههای سیکل ترکیبی نسل جدید است که دارای راندمان ۶۰ درصدی هستند در حالی که راندمان واحدهای کوچک با بازیابی حرارتی آنها تا ۹۳٪ افزایش را نشان می‌دهد.



## کشورهای دارای بیشترین ظرفیت نصب شده

کشور	ظرفیت نصب شده (MW)	کشور	ظرفیت نصب شده (MW)	کشور	ظرفیت نصب شده (MW)
ایالات متحده آمریکا	۸۴۷۰۷	اسپانیا	۶۰۴۵		
روسیه	۶۵۱۰۰	ایتالیا	۵۸۹۰		
چین	۲۸۱۵۳	فنلاند	۵۸۳۰		
آلمان	۲۰۸۴	دانمارک	۵۶۹۰		
هند	۱۰۰۱۲	انگلستان	۵۴۴۰		
ژاپن	۸۷۲۳				
لهستان	۸۳۱۰				
تایوان	۷۳۷۸				
هلند	۷۱۶۰				
کانادا	۶۷۶۵				
فرانسه	۶۶۰۰				



گرایش استفاده از این مدل از تولید انرژی برق در کشورهای مختلف نشان می‌دهد که در برخی کشورها نظیر دانمارک بیش از ۵۰٪ تولید شبکه را نیروگاههای کوچک بر عهده دارند.

عواملی که در کشورهای مختلف دنیا باعث گرایش به این نوع از تولید شده‌اند، عبارت هستند از:

۱- افزایش رشد مصرف برق و خصوصا "افزایش رشد در بار پیک (استرالیا، هند).

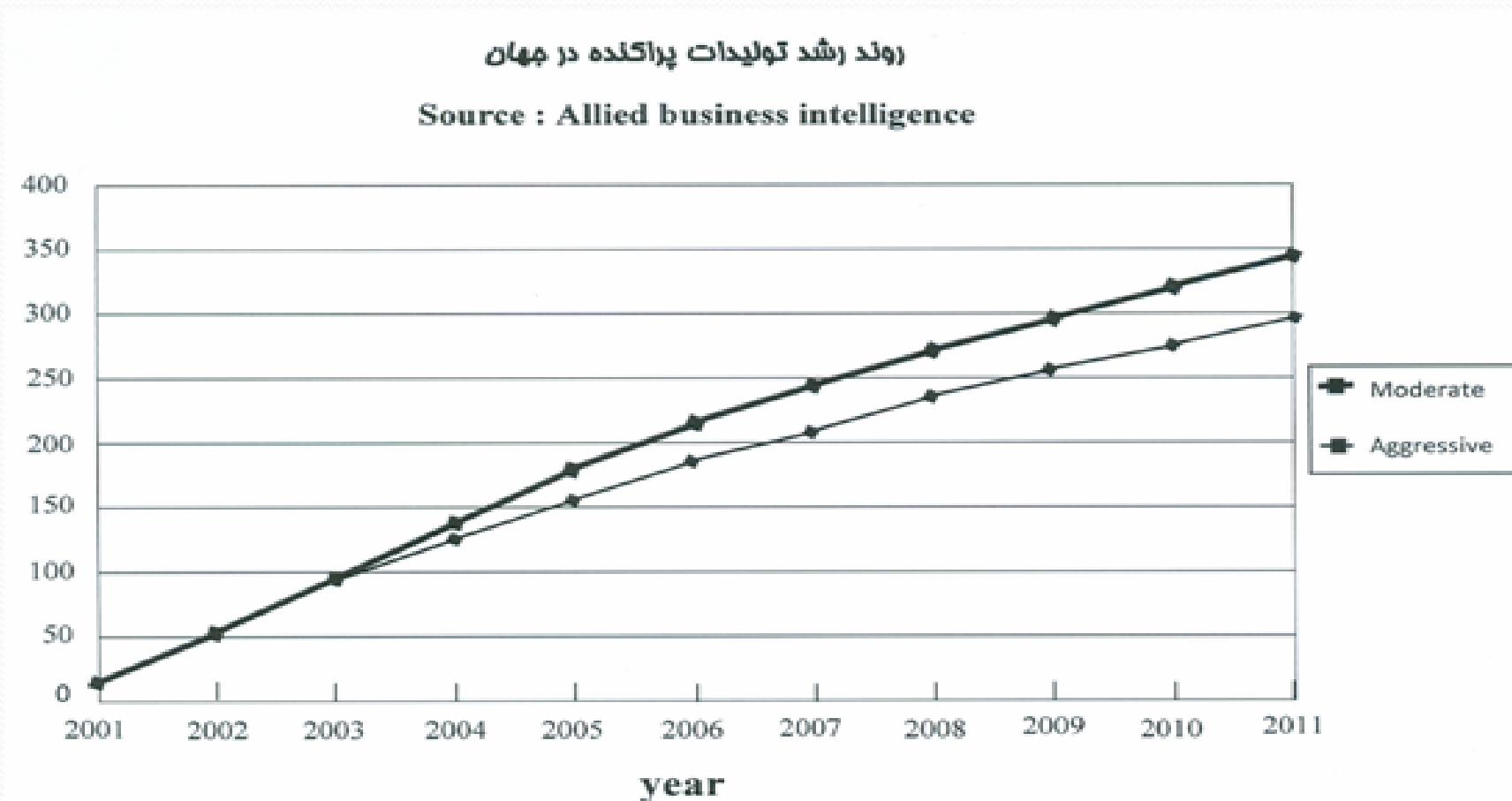
۲- افزایش قیمت حاملهای انرژی و توجه جدی به بهبود راندمان مصرف انرژی (استرالیا).

۳- تلفات بالا در شبکه های انتقال و توزیع، کیفیت پائین برق، افت های شدید فرکانس و خاموشیهای گسترده و به طور کلی قابلیت اطمینان پائین شبکه سراسری در عرضه برق (هند، ترکیه).



- ۴- تأسیسات قدیمی نیاز به جایگزینی دارند و همزمان تولید پراکنده بازار خوبی از طریق استفاده از تکنولوژیهای جدید بدست می آورد ( روسیه )
- ۵- اعطای تسهیلات از سوی بانک جهانی در رابطه با توسعه استفاده از انرژیهای تجدید پذیر در کشور (چین) و تخفیفهای مالیاتی برای تولید پراکنده در کشور (ژاپن).

- مطالعات نشان می‌دهد که کل ظرفیت نصب شده تولید پراکنده از ۲۰ GW در سال ۲۰۰۱ به حدود ۳۰ GW در سال ۲۰۱۱ خواهد رسید.



بدیهی است که نه نیروگاههای کوچک توان حذف نیروگاههای بزرگ را دارند نه محدودیتهای فنی این اجازه را به ما می دهد که تمام تمرکز ما بر روی این نیروگاهها باشند. خروج از تعادل در میزان استفاده از تولید پراکنده در شبکه سراسری، باعث برهم خوردن نفع اقتصادی اینگونه نیروگاهها شده و در مواردی نیز باعث ناپایداری و پایین آمدن امنیت شبکه سراسری نیز خواهد شد. این مهم امری است که هم اکنون در برخی از مناطق کشور بایستی به آن توجه جدی تری شود.



هم اکنون در کشور ما توجه به توسعه مولدهای مقیاس کوچک برق از ضروریات صنعت برق شده است، عوامل زیر را می توان بخشی از این ضروریات دانست :

۱. رشد فزاینده مصرف انرژی و عدم امکان تأمین ظرفیت مورد نیاز توسط دولت.
۲. مشارکت بخش خصوصی و کاهش تصدی گری دولت.
۳. افزایش رقابت در بازار برق.

۱. لزوم ارتقاء راندمان متوسط نیروگاههای حرارتی.
۲. فرسودگی درصد قابل توجهی از نیروگاهها و تاسیسات انتقال برق.
۳. امکان صادرات برق و گاز برای کشور و بازار مناسب
۴. این دو انرژی در کشورهای همسایه.
۵. سهولت صادرات برق به جای گاز و بالا بودن ارزش افزوده آن.



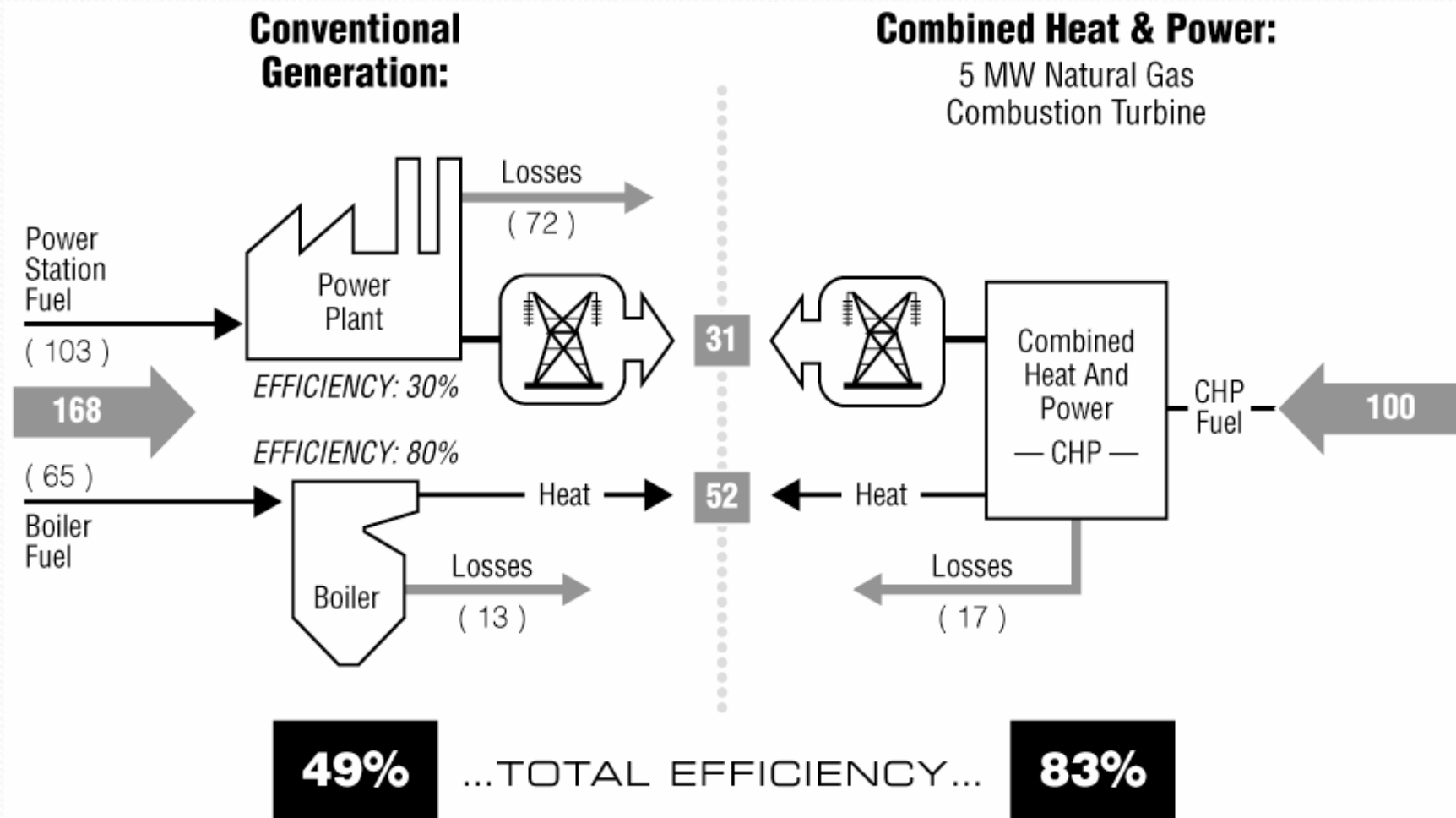
۸. پائین بودن حجم نقدینگی مورد نیاز سرمایه گذاری و وجود سرمایه‌های سرگردان در اقتصاد کشور .
۹. لزوم توجه به مسائل زیست محیطی ، کیفیت توان و کارایی صنعت.
۱۰. بالا بردن قابلیت اطمینان تامین برق مصرف‌کنندگان مهم نظیر بیمارستانها، مراکز خدماتی ، امنیتی و ...
۱۱. آسیب پذیری کشور در برابر حوادث طبیعی و لزوم توجه جدی به مدیریت بحران و پدافند غیر عامل
۱۲. کاهش خاموشیها و ارتقای کیفیت توان صنایع به منظور حفظ رونق اقتصادی کشور
۱۳. کاهش تلفات شبکه های توزیع و انتقال
۱۴. برق رسانی به مناطق دور افتاده



با درک این ضرورتها بود تا با ابلاغ دستورالعمل توسعه مولدهای مقیاس کوچک از سوی معاون محترم وزیر نیرو در امور برق و انرژی، فضای مناسب برای حضور بخش خصوصی در این صنعت فراهم شد. حفظ منافع دولت، توانیر و سرمایه‌گذار در این دستورالعمل باعث شده است تا متقاضیان زیادی برای مشارکت در این طرح پیش قدم شوند. ارائه ۴۳۰۰ مگاوات موافقت نامه احداث، ۷۰۰ مگاوات پروانه احداث و عقد قرارداد برای احداث ۷۰ مگاوات نشان از جذابیت ایجاد شده برای سرمایه گذاری در صنعت برق است. که ۴۶۰ مگاوات دیگر در حال عقد قرارداد می باشند.

طبیعی است که هر کار جدیدی با مشکلاتی همراه باشد یا بسیاری از این متقاضیان در عمل موفق به احداث نیروگاه نشوند ولی آن چیزی که بسیار مهم است ، بسترسازی مناسب برای حفظ این حرکت ارزشمند است. لازمه این کار صبر و بردباری و همیت مسولان و سرمایه گذاران در حل مشکلات موجود است تا این طرح نیز دچار سرنوشت طرحهای ناتمام گذشته نشود. ....

# Efficiency Benefits of CHP





## تولید پراکنده (Distributed Generation)

تولید پراکنده طبق تعریف عبارت است از تولید برق در محل مصرف یا در نزدیکی آن با استفاده از مولدهای برق نسبتاً کوچک که ظرفیت آنها معمولاً کمتر از ۲۵ مگاوات می باشد. سابقه استفاده از تولید پراکنده به درستی روشن نیست ولی آنچه مشخص است این است که بعد از دهه ۷۰ عوامل مختلفی دست به دست هم دادند و موجب بوجود آمدن مبحثی بنام **تولید پراکنده شدند.**

## تولید همزمان برق و حرارت

### (Combined Heat & Power - CHP)

تولید همزمان برق و گرما یا به اختصار تولید همزمان ؛ یکی از مهمترین کاربردهای تولید پراکنده است که عبارت از تولید همزمان و توأم ترمودینامیکی دو یا چند شکل انرژی از یک منبع ساده اولیه می باشد .

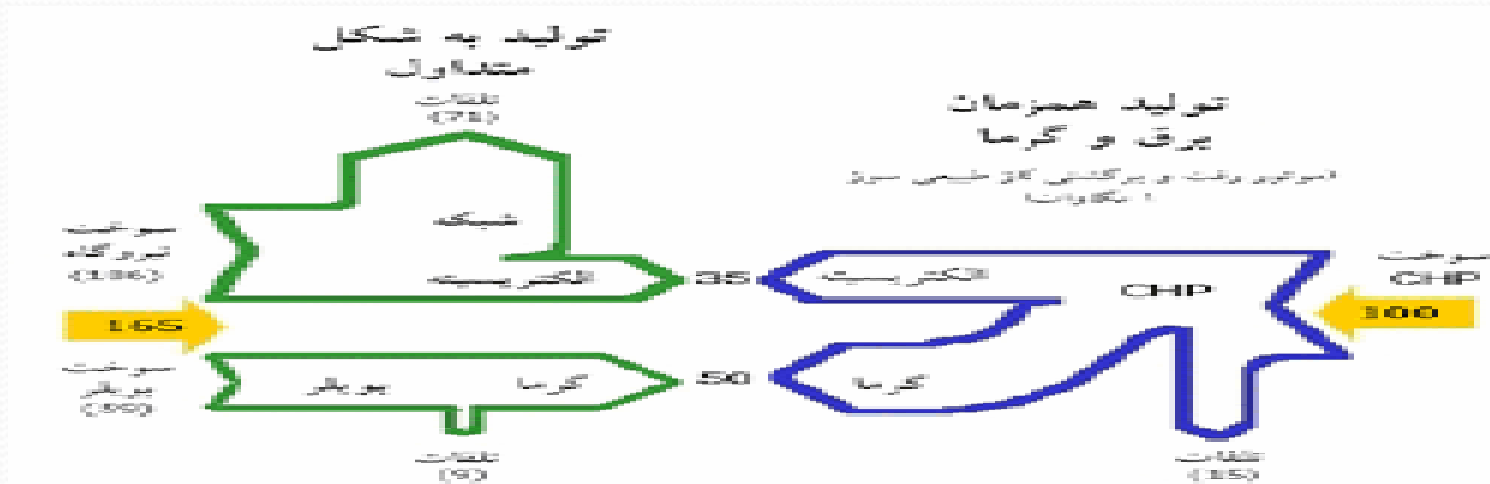
استفاده هر چه بیشتر از گرمای آزاد شده در حین فرآیند سوختن سوخت، باعث افزایش بازده انرژی و کاهش مصرف سوخت و در نتیجه کاهش هزینه های مربوط به تأمین انرژی اولیه می گردد. از گرمای اتلافی بازیافت شده از این سیستم ها می توان برای مصارف گرمایشی، سرمایشی و بسیاری از فرآیندهای صنعتی استفاده نمود. تولید همزمان برق و گرما، می تواند علاوه بر افزایش بازده و کاهش مصرف سوخت، باعث کاهش انتشار گازهای آلاینده نیز گردد. در گرمایی تولید شده در فرآیند تولید قدرت به عنوان منبع انرژی استفاده میشود.

مصرف کنندگانی که به مقدار انرژی گرمایی زیادی در طول روز نیاز دارند، مانند صنایع تولیدی، بیمارستان ها، ساختمان ها و دفاتر بزرگ، خشکشوی ها و ... می توانند از این انرژی (سیستم **CHP**) بهره ببرند.



مزایای تولید همزمان برق و حرارت :

- افزایش بازده انرژی
- کاهش هزینه های تأمین انرژی اولیه برای مصرف کننده
- تأمین انرژی الکتریکی با کیفیت بسیار بالاتر
- امکان فروش برق تولید شده اضافی به شبکه



مقایسه بازده انرژی در سیستم تولید برق متداول با یک سیستم تولید همزمان نوعی به ازای تولید مقدار مشخصی انرژی الکتریسیته و گرما

## خلاصه‌ای از نتایج مطالعات و تحقیقات انجام شده در کشور :

- مطالعه در یکی از کارخانجات خودروسازی
- مطالعه در یکی از بیمارستانهای تهران
- پژوهش پیرامون یکی از هتل‌های تهران
- مطالعه در یکی از مراکز آموزش عالی
- دانشگاه ماساچوست (MIT)



## بررسی موردی چند مصرف کننده حرارتی در کشور

### الف : صنایع

در این قسمت به عنوان نمونه به بررسی مزایای طرح تولید همزمان برق و حرارت در یک کارخانه اتومبیل سازی می پردازیم . بارهای حرارتی مجموعه کارخانجات شرکتهای اتومبیل سازی بسیار پراکنده و متنوع هستند. بسیاری از این بارها فصلی و تعدادی نیز در طول سال بطور دائم وجود دارند . دو بار مداوم و بزرگ این شرکتهای ، سالنهای رنگ و بدنه هستند که در مجموع ۷۶ میلیون کیلوکالری در ساعت انرژی به صورت آب گرم ۱۱۰ درجه مصرف می نمایند . با در نظر گرفتن فرضیات فوق یک نیروگاه ۵۴ مگاواتی بر اساس استفاده از توربینهای گاز پیشنهاد می گردد . این توربینها و مبدلهای حرارتی آنها ، آب گرم مورد نیاز سیستم را تامین می کنند . بویلرهای موجود نیز به صورت Stand by در سیستم خواهند ماند تا در صورت افت دما یا خارج شدن هر واحد از مدار بتوانند آب گرم مورد نیاز فرایندها را تامین نمایند .



بنابراین، این سیستمها به موازات تاسیسات موجود خواهند بود و تغییری در طراحی تاسیسات موجود نخواهند کرد و به صورت واحدهای موازی آماده به کار خواهند بود.

تولید عملی سالیانه (مگاوات ساعت)	قدرت نامی واحدها (مگاوات)
۳۷۸۴۰۰	۵۴

میزان حرارت تولیدی (میلیارد کیلو کالری)	سوخت صرفه جویی شده (میلیون متر مکعب)	ارزش گاز صرفه جویی شده (میلیون دلار)
۵۶۰۰۰۰	۶۴	۱۹

## ب : بیمارستان :

قطعی برق در مصارف مهمی چون بیمارستانها که با زندگی افراد ارتباط دارد بیش از اندازه مهم است ، از اینروست که در استاندارد ساخت چنین سازمانهایی تعبیه مولدهای اضطراری برق اهمیت دارد. اما قابلیت اطمینان مناسب شبکه‌های الکتریکی در برخی کشورها باعث سهل‌انگاری در نگهداری این تجهیزات می‌شود بطوریکه در زلزله کوبه ژاپن بیش از ۷۰٪ مولدهای اضطراری هنگام نیاز به مدار نیامدند. از منظر اقتصادی نیز این تجهیزات ، سرمایه خوابیده‌ای هستند که امکان دارد در مواقع اضطراری به کمک سیستم بیایند.



تولید برق در جایی مثل بیمارستان علاوه بر اینکه قابلیت اطمینان و کیفیت برق مجموعه را تضمین می کند ، محل درآمد دائم و مطمئنی برای مجموعه است. در این قسمت به بررسی مزایای طرح تولید همزمان برق و حرارت در یک بیمارستان نمونه می پردازیم . مصرف بار حرارتی و بخار مورد نیاز برای دو چیلر جذبی دو اثره این بیمارستان در حال حاضر از طریق دو دستگاه بویلر تولید بخار با ظرفیت حرارتی ۳ میلیون کیلوکالری بر ساعت تامین می گردد. بخار خروجی از این دو بویلر با فشار ۱۰ بار به سیستم مرکزی تاسیسات بیمارستان تزریق می گردد.



با توجه به اینکه اتصال واحدها به شبکه به صورت سنکرون می باشد بنابراین محاسبات با هدف حذف بار حرارتی بر اساس نیاز حداکثری حرارت بیمارستان ، در نظر گرفته شد و تولید ۳ مگاوات در این ساختگاه پیشنهاد گردید.

تولید عملی سالیانه (مگا وات ساعت)	قدرت نامی واحدها (مگا وات)
۱۴۰۰۰	۲

میزان حرارت تولیدی (میلیارد کیلو کالری)	سوخت صرفه جویی شده (میلیون متر مکعب)	ارزش گاز صرفه جویی شده (هزار دلار)
۱۹۰۰۰	۲،۴	۷۱۲

## ج : هتل :

در این قسمت به بررسی مزایای طرح تولید همزمان در یک هتل پرداخته شده است ؛ در حال حاضر در این هتل از ۳ بویلر با ظرفیت ۵ میلیون کیلوکالری در ساعت جهت تأمین حرارت مورد نیاز ، استفاده می‌شود که یکی از دو بویلر به صورت **BACK UP** می‌باشد و در زمستان دو بویلر و در تابستان تنها یکی از بویلرها مورد استفاده قرار می‌گیرند ، توان الکتریکی این مجتمع نیز در حدود ۲ مگاوات می‌باشد.

محاسبات انجام شده در این طرح با این هدف انجام گرفته‌اند که حرارت بازیافتی از آنها بتوانند تأمین کننده‌ی نیازهای حرارتی مجتمع باشند .

در این راستا پس از انجام محاسبات ،  
تولید ۷ مگاوات ، پیشنهاد شده است و حرارت بازیافتی از این واحد  
جایگزین ۲ بویلر ۵ میلیون کالری می گردد و بویلرها به عنوان  
Back up سیستم CHP در نظر گرفته می شوند .

تولید عملی سالیانه (مگا وات ساعت)	قدرت نامی واحدها (مگا وات)
۴۹۰۰۰	۷

میزان حرارت تولیدی (میلیارد کیلوکالری)	سوخت صرفه جویی شده (میلیون مترمکعب)	ارزش گاز صرفه جویی شده (میلیون دلار)
۶۸۰۰۰	۸،۳	۲،۵



## دانشگاه ماساچوست (MIT)

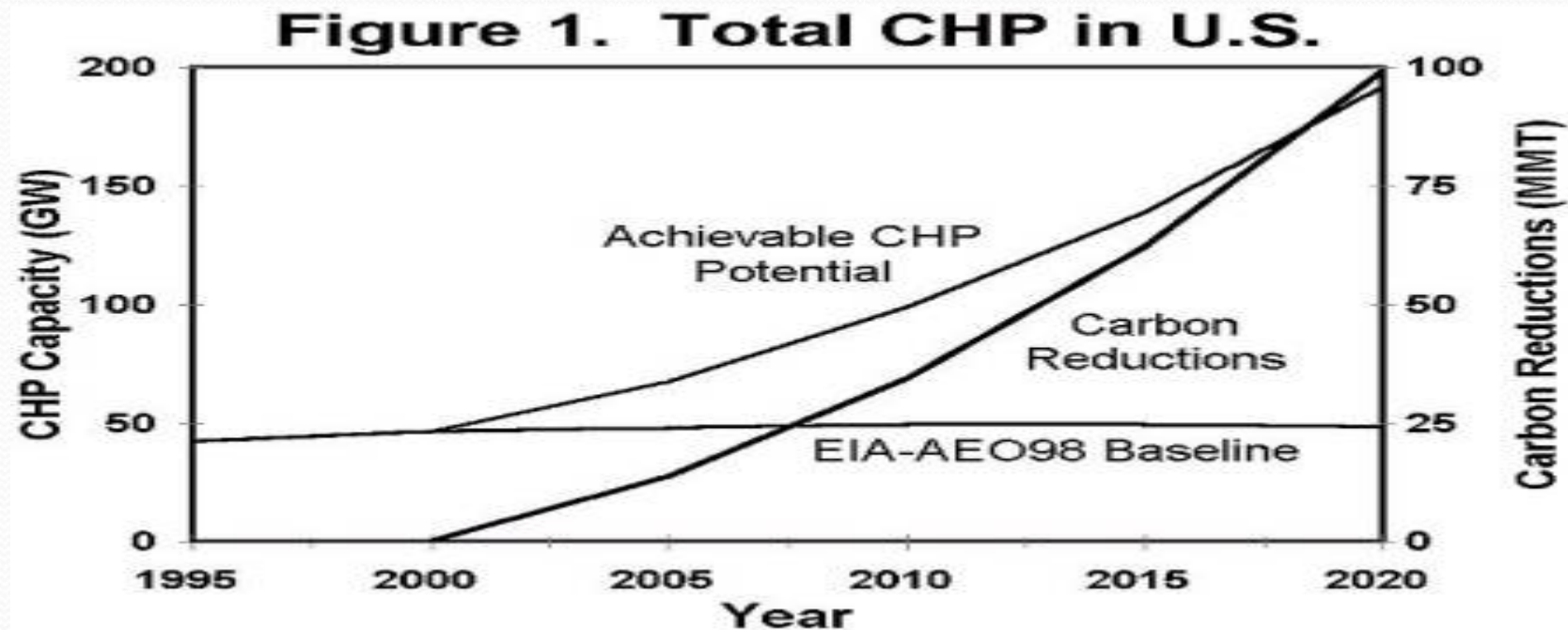
دانشگاه ماساچوست (MIT) از سال ۱۹۸۵ به دلائل مختلف در صدد تولید انرژی مورد نیاز خود بر آمد که این بیشتر بخاطر بالا رفتن هزینه مصرف انرژی دانشگاه بود. در این راستا دانشگاه یک نیروگاه گازی ۲۲ مگاواتی که گاز طبیعی مصرف می کند و توانا □ حرارت خروجی توربین را جهت سیستم گرمایش بکار می رود انتخاب نمود. این سیستم ۱۸٪ راندمان بالاتری در مقایسه با تولید الکتریسیته و بخار جداگانه داشته است. انتظار بر این بود که ۴۰٪ هزینه های مصرف انرژی کاسته شود □

اولین مشکل MIT اخذ مجوز زیست محیطی قبل از ساخت نیروگاه بود. دانشگاه تا آن زمان حرارت مورد نیاز خود را از دو بویلر قدیمی تأمین می کرد و کنار گذاشتن آنها و نصب سیستم CHP جدید ۴۵٪ آلودگی محیط را کاهش می داد. تأمین حداقل شرایط اداره محیط زیست بخصوص برای تولید NOx از مسائل اصلی طرح جدید بود. تکنولوژی که بتواند استاندارد محیط زیست را تأمین کند نیاز به سرمایه گذاری زیاد و تعبیه و ذخیره میزان قابل توجهی آمونیاک در محل دانشگاه است و این خطرناک می باشد.



امروزه در سیستم های □□□ با توجه به حجم حرارت و قدرت مورد نیاز از سیستم های نیروگاههای بخاری، نیروگاههای گازی یا دیزلی و سیکل های ترکیبی و حتی پیل های سوختی استفاده می شود در پیل های سوختی انرژی شیمیائی مستقیماً □ به انرژی الکتریکی تبدیل شده و حرارت نیز تولید می گردد. در سال ۱۹۹۷ ده کمپانی و گروه های عام المنفعه از دولت آمریکا خواستند جهت کاهش آلودگی تا میزان ۲۵ میلیون متریک تن تا سال ۲۰۱۰ **GW ۳۶** ، انرژی از نوع **CHP** پیش بینی شود □□





شکل (۱)

شکل (۱) میزان پتانسیل CHP و کاهش کربن طی سالهای آتی در آمریکا را نشان می دهد. این هدف معادل ۷۰٪ افزایش در مقایسه با پیش بینی قبلی برای CHP در سال ۲۰۱۰ که برای ۴۹ GW بوده است می باشد ولی همچنان کمتر از مقداری است که بر اساس نظر کارشناسان قابل حصول است.

## آیا نباید....؟

- **آیا نباید؛** چنانچه یک فناوری جدید ارائه شود و بتواند هزینه انرژی را **بیش از ۴۰٪**، آلاینده های اتمسفر را **بیش از ۵۰٪** کاهش و راندمان تولید را **بیش از ۳۰٪** افزایش دهد و سرمایه گذاری در آن را کمتر از **۵ سال** برگرداند، **آیا نباید؛** صنایع و مصرف کنندگان مختلف انرژی برای خرید این فناوری عجله کنند؛ این فناوری وجود دارد و تولید همزمان قدرت و حرارت که به آن **(CHP)** گفته می شود، در نزدیکی ما است.



## مراجع :

- (۱) “ Distributed Generation Business Modeling .Bus Mou Protect ” byi. Garcia Bosch .CIGRE ۲۰۰۴, C۶۱۰۱
- (۲) گروه مطالعات سیستم گزارش مرحله دوم پروژه «بررسی بازار و تعیین هزینه‌های تولید انرژی الکتریکی از نیروگاههای کوچک» پژوهشگاه برق ، پژوهشگاه نیرو ، دی ماه ۱۳۸۱
- (۳) N.jenkins.“ Impact of Dispersed Generation On Power Systems” ELECTRA, No. ۱۹۹ , Dec ۲۰۰۱
- (۴) “ [http ://www.allied world.com](http://www.allied world.com)”
- (۵) “srtategic Plan For Distributed Energy Resources Depurtment of Energy USA, Sep ۲۰۰۰.
- (۶) “ An approach to Quuntify The Technical Benefits of Distributed Generation” by Puthomathat chiradeja & R.Rama Kumar , In IEEE Transactions on Energy Conversion ۱۰,۱۱۰۹/TEC.۲۰۰۴
- (۷) L.Dale “Distributed Generation Transmission” in Proc. IEEE Power Engineering Society Winter meeting vol .۱.jan ۲۰۰۲, ۱۳۲-۱۳۴
- (۸) N.Erans, “Distributed Generation : A Utility PersPective” ,june ۲۰۰۲
- (۹) دفتر برنامه ریزی انرژی « ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۰ معاونت انرژی ، وزارت نیرو »
- (۱۰) جایگاه انرژیهای تجدیدپذیر در ساختار انرژی ایران و جهان «نشریه عملی برق شماره ۳۱ بهار ۱۳۸۰»
- (۱۱) نیروگاههای برق آبی کوچک جریانی در ایران «معاونت عمران و صنایع روستایی وزارت جهاد کشاورزی پاییز ۱۳۷۹»
- (۱۲) ترازنامه انرژی سال ۱۳۷۹ «معاونت امور انرژی ، وزارت نیرو»
- (۱۳) گروه انرژیهای نو، گزارشهای پروژه «امکان سنجی احداث نیروگاه حرارتی خورشیدی در ایران» پژوهشگاه نیرو
- (۱۴) «گزارش پتانسیل سنجی انرژی زیست توده و سهم آن در انرژی کشور»



# باتشکر از حوصله شما

