



سیستم های CHP و تولید همزمان برق و حرارت

مهندس کریم محرابی

کارشناس مهندسی آب، شرکت مهندسی و ساخت بویلر و تجهیزات مپنا

مهندس علی معدنی

رئیس توسعه و بهبود فرایندهای تولید، شرکت مهندسی و ساخت بویلر و تجهیزات مپنا

مهندس حسینعلی جوادی

مدیر تکنولوژی تولید، شرکت مهندسی و ساخت بویلر و تجهیزات مپنا

چکیده

فن آوری های تولید همزمان برق و حرارت، برق و یا توان مکانیکی تولید نموده و حرارت اضافی را برای مصارف مختلف بازیافت می نمایند. از روش یکی از روش های صرفه جویی انرژی است که در آن برق و حرارت به طور همزمان تولید می شوند. راهکاری های متعددی جهت بهینه سازی انرژی عرضه شده با استفاده از سیستم های تولید همزمان را می توان مطرح نمود. حرارت حاصل از تولید همزمان می تواند به منظور گرمایش در صنایع مختلف یا ناحیه ای مورد استفاده قرار گیرد. بر اساس استفاده، این سیستم ها می تواند از توربینهای گازی، بخار یا موتور های احتراقی بنا نهاده شود و در خصوص انرژی اولیه تولیدی نیز از سوخت های فسیلی، زیست تولید، زمین گرمایی یا خورشیدی می تواند استفاده کرد. در این مطالعه، به مرور انواع سیستم های CHP و تولید همزمان و کاربرد های آنها به همراه اطلاعات و داده های موجود مربوط به آنها خواهیم پرداخت. مقایسه اقتصادی نیز بین انواع روش های CHP نیز ارائه شده است که در نهایت به جهت بهبود راندمان سیستم ها، بهینه سازی انرژی و کاهش تولید آلاینده های زیست محیطی می توان آنها را بکار گرفت.

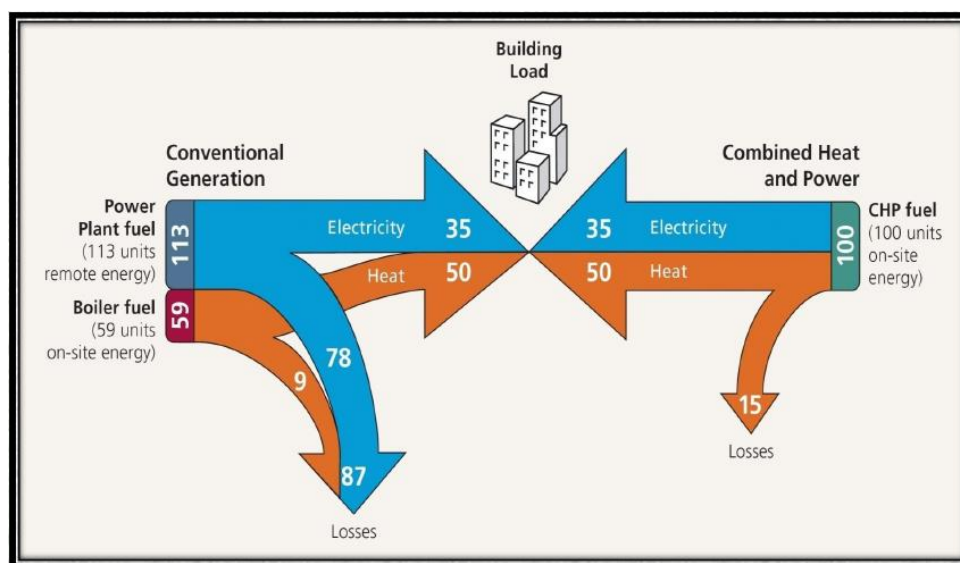
واژگان کلیدی: CHP، تولید همزمان، بهبود راندمان



مقدمه

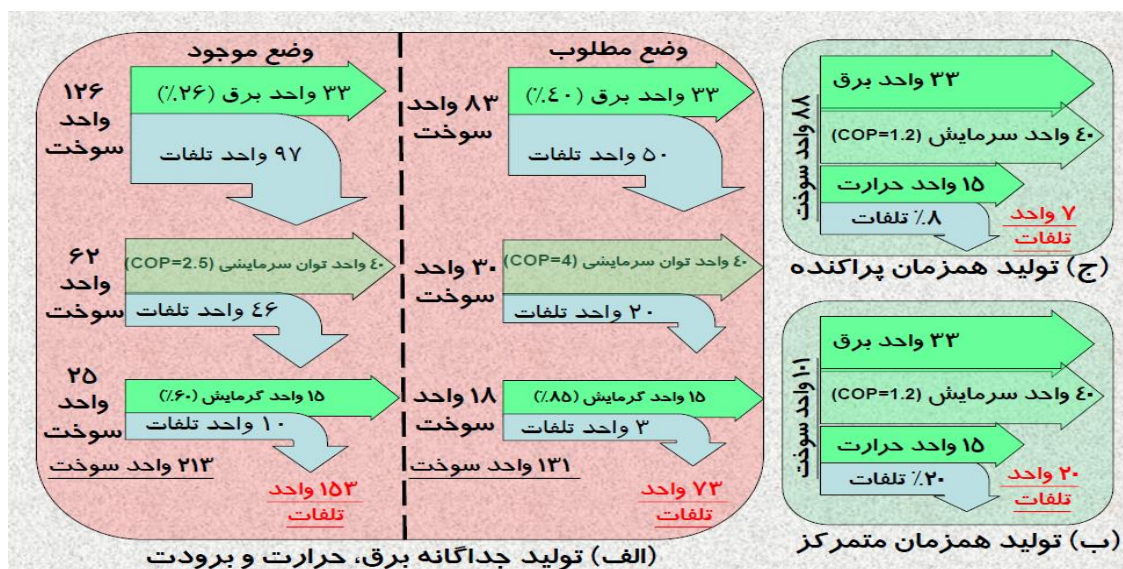
استفاده از فناوری های تولید همزمان برق و حرارت به دلیل وجود مقدار زیادی تلفات در هنگام تبدیل انرژی حرارتی به انرژی مکانیکی یا الکتریکی شکل گرفته است. روش معمول برای تامین نیاز الکتریکی و حرارتی مصرف کنندگان، خرید برق از شبکه و تولید حرارت از طریق سوزاندن سوخت در کوره ها و دیگهای بخار است. اما با بکارگیری فن آوری تولید همزمان، می توان مصرف سوخت و به طور کلی مصرف انرژی را تا حد قابل ملاحظه ای کاهش داد. بنا به تعریف، CHP عبارتست از تولید دو یا چند شکل انرژی مفید از یک منبع انرژی اولیه.

توسعه تولید پراکنده همزمان ابزاری مناسب به منظور تحقق بهبود کارایی و خصوصی سازی در صنعت برق ایران است. شکل 1-1 شماتیکی از مقایسه میزان تولید انرژی در روش های مرسوم با روش های تولید همزمان برق و حرارت را نشان می دهد. بهبود بازده تولید برق و مصرف آن در محل بدون نیاز به انتقال از یکسو و بازیافت اتلافات حرارتی تبدیل انرژی و تامین نیازهای حرارتی از سوی دیگر از دست آوردهای بهبود کارایی انرژی در توسعه تولید پراکنده همزمان است [6], [5]. کوچک بودن ظرفیت ها در تولید پراکنده همزمان و به تبع آن سهولت تامین مالی آن، زمینه را برای ورود گسترده بخش خصوصی در عرصه تامین برق مهیا می سازد. شکل 1-2 نیز میزان جمع منابع انرژی به کل مصرف نهایی به واحد میلیون بشکه معادل نفت خام را کشور نشان می دهد که نشان دهنده ناکارایی بخش عرضه انرژی می باشد. در خصوص مقایسه تولید متمرکز، همزمان و پراکنده، در شکل 1-3 درصد توزیع مصرف نمایان شده است که نشان می دهند پر بازده ترین انتخاب، تولید همزمان در محل مصرف می باشد. علاوه بر این در شکل 1-4 در خصوص میزان تلفات و مزیت مولد پراکنده همزمان بر تامین جداگانه برق و حرارت بر اساس واحد سوخت مقایسه نشان داده شده است [2].



شکل 1-1. مقایسه میزان تولید انرژی در روش های مرسوم با روش های تولید همزمان برق و حرارت

شکل 3-1. درصد توزیع مصرف در تولید برق و حرارت

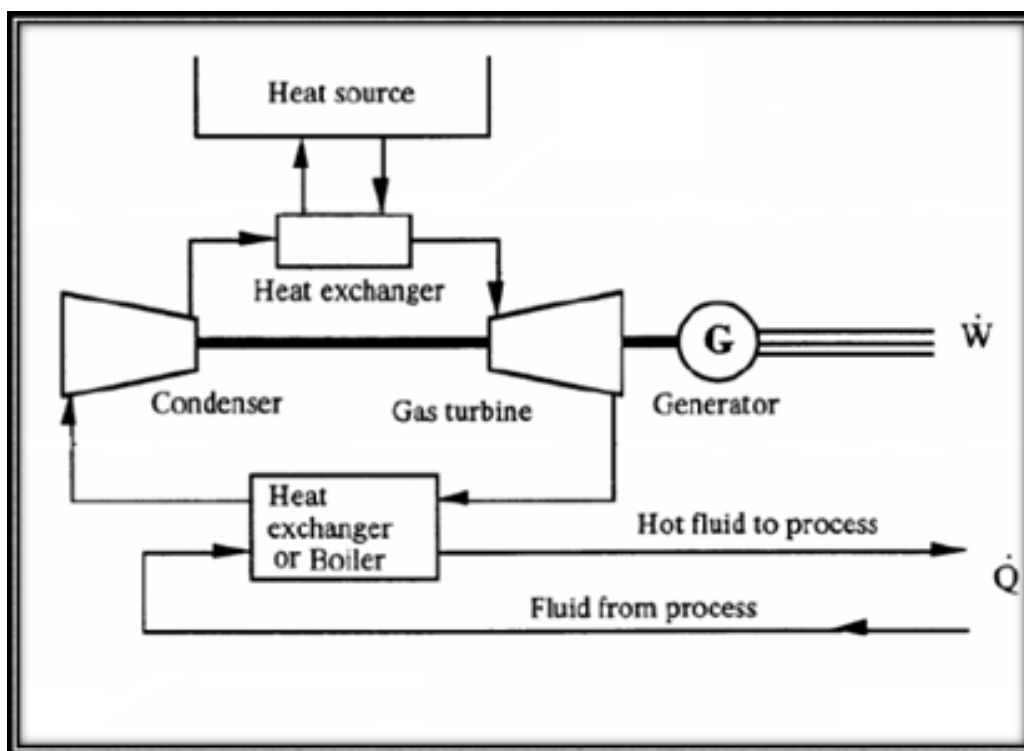


شکل 4-1. مزیت مولد پراکنده همزمان بر تامین جداگانه برق و حرارت

1- فن آوری های تولید پراکنده همزمان برق و حرارت [1]

1-1 مینی توربین های گازی

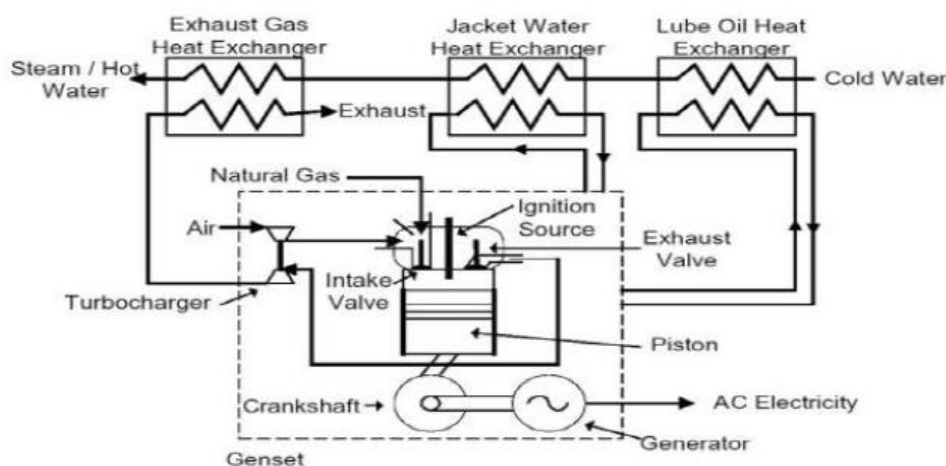
توربینهای گازی در اندازه های مختلف از چند صد کیلووات تا چند صد مگاوات موجود می باشند. این توربین ها حرارتی با کیفیت بالا (دمای بالا) تولید می کنند که می تواند برای گرمایش ناحیه ای یا صنعتی مورد استفاده قرار گیرد. همچنین ممکن است این حرارت بازیافت شود تا باعث بهبود بازدهی گردد و یا از آن برای تولید بخار استفاده شود و بخار حاصل در یک سیکل ترکیبی توربین بخار را به حرکت درآورد. آلودگی دود حاصل از توربین گاز را میتوان با استفاده از تکنیک های احتراق خشک تزریق آب یا بخار و یا تصفیه دود خروجی به مقدار کمی رساند. هزینه نگهداری بر واحد توان خروجی حدود نصف موتورهای پیستونی می باشد. کم بودن هزینه نگهداری و بالا بودن کیفیت حرارت اغلب باعث می شود توربین گازی انتخاب مناسبی برای بسیاری از CHP های صنعتی و تجاری بزرگتر از ۱ مگاوات باشد. طرحواره ای از یک مجموعه CHP بر پایه توربین گاز در شکل 5-1 نشان داده شده است.



شکل 5-1. مجموعه توربین گاز و سیستم بازیافت حرارت

1-2 موتور های پیستونی

انواع موتورهای ساکن برای تولید بازه گسترده ای از توان برای نیازهای بازار از جمله تامین بار قله، بار میانی و پایه ای، برق اضطراری و همچنین برای تولید همزمان برق و حرارت در دسترس می باشند. بازه ظرفیت موتورهای پیستونی مورد استفاده در تولید توان از چندین کیلووات تا بیش از 5 مگاوات می باشد. شماتیکی از موتور های پیستونی مورد استفاده در سیستم CHP در شکل 6-1 نشان داده شده است.



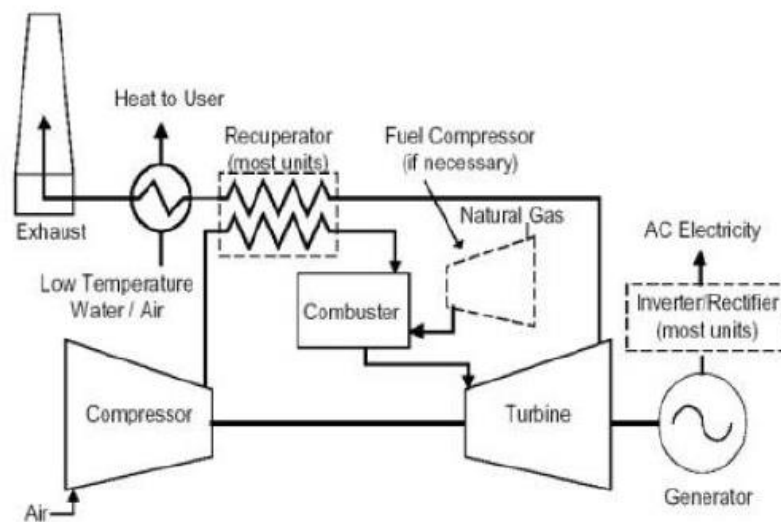
شکل 6-1. سیستم موتور پیستونی



3-1 میکروتوربین‌ها

میکروتوربین‌ها مولدهای کوچک برق هستند که سوخت گازی یا مایع می‌سوزانند و یک ژنراتور الکتریکی را با سرعت بالا به چرخش در می‌آورند. فناوری امروزی میکروتوربین‌ها در نتیجه پیشرفتهای توربین‌های گازی متحرک و ثابت توربوشارژرها و تجهیزات کمکی تولید توان می‌باشد که در صنایع خودروسازی و از سال ۱۹۵۰ انجام شده است. تست میکروتوربین‌ها از سال ۱۹۹۷ آغاز گردید و در سال ۲۰۰۰ به صورت تجاری، سرویس دهی اولیه این فناوری شروع شد. بازده الکتریکی میکروتوربین‌ها در حالت بدون ریکوپراتور حدود ۱۵ درصد است و همین، استفاده از این سیستم‌ها را برای مقاصد تولید همزمان به کمک بازیافت حرارت اتلافی مناسب ساخته است.

چنانچه بر روی میکروتوربین ریکوپراتور نصب شود، بازده الکتریکی آن تا ۳۰ درصد نیز قابل افزایش است. در شکل ۱-۷ شماتیکی از یک CHP با میکروتوربین ملاحظه می‌شود. بازده یک میکروتوربین ملاحظه می‌شود. بازده یک میکروتوربین مجهز به تجهیزات بازیافت حرارت می‌تواند به ۸۵ درصد برسد.



شکل ۱-۷. سیستم CHP با میکروتوربین

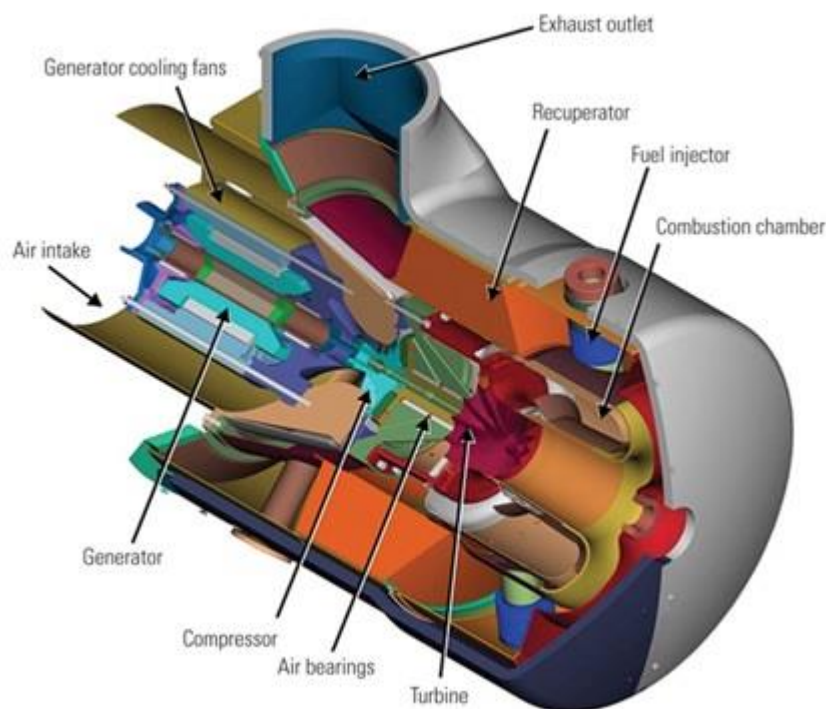
ساده‌ترین ترکیب CHP با میکروتوربین، در بخش‌های تجاری، صنعتی موارد زیر را در بر می‌گیرد:

- ❖ بارهای گرمایی و الکتریکی نسبتاً همزمان
- ❖ بارهای انرژی گرمایی به شکل آب داغ
- ❖ مصرف الکتریکی با نسبت‌های تقاضای حرارت در مانده ۰.۵ تا ۲.۵
- ❖ دارای ساعات کاری بیش از ۳۰۰۰ ساعت در سال

خروجی میکروتوربین‌ها برای تولید گرما مورد استفاده قرار می‌گیرد که می‌توان مستقیماً با استفاده از مبدل گرمایی آنرا به خشک‌کن یا فرایندهای پیش‌گرمایش فرستاد. این خروجی همچنین برای پیش‌گرمایش هوای احتراق بکار می‌رود. شکل‌های ۱-۸ و ۱-۹ به ترتیب نمونه‌ای از میکروتوربین‌ها و اجزای آن به صورت شماتیک می‌باشد.



شکل 8-1. نمونه ای از میکروتوربین ها



شکل 9-1. اجزای میکروتوربین

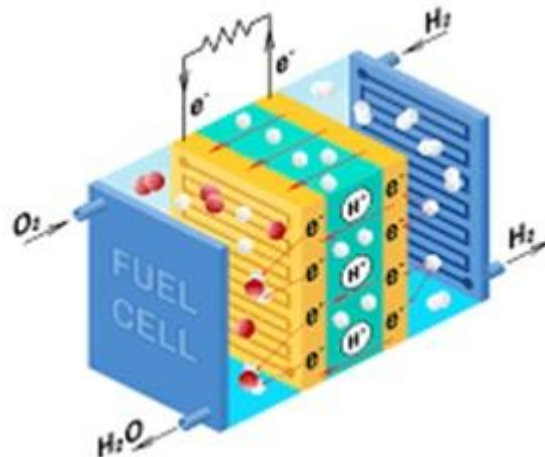
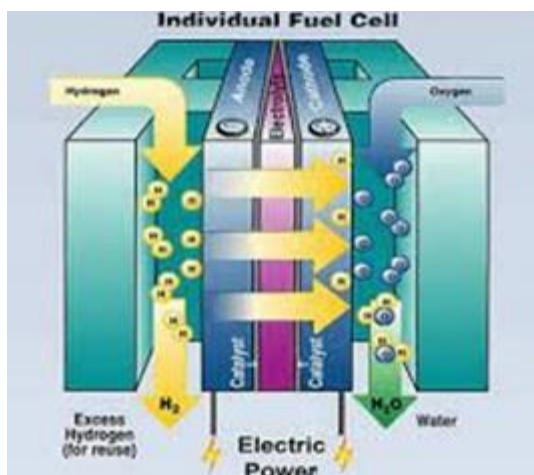
4-1 پیل های سوختی

تبدیل مستقیم انرژی شیمیایی یک سوخت به انرژی الکتریکی، نخستین بار در سال 1839 توسط سرویلیام گرو در انگلستان و در یک پیل سوختی هیدروژن - اکسیژن صورت گرفت. او نشان داد که هیدروژن و اکسیژن تولید شده از الکترولیز اسید



سولفوریک رقیق، در صورتی که در اطراف الکترودهای پلاتین جمع آوری شوند و سپس به صورت معکوس وارد سیستم شوند، تولید الکتریسته می نمایند.

شکل 10-1 شماتیکی از ورودی و خروجی و اجزای پیل های سوختی را نشان می دهد. پیل های سوختی این مزیت را دارند که بدون استفاده از سیکل های قدرت، انرژی شیمیایی سوخت را مستقیماً به انرژی الکتریکی تبدیل کنند. بدین ترتیب بازده تئوری یک پیل سوختی 100٪ است.



شکل 10-1. اجزا و ورودی و خروجی پیل های سوختی

5-1 موتور های استرلینگ

موتور استرلینگ، در مقایسه با موتور احتراقی درون سوز مرسوم، یک وسیله احتراق بیرونی است. چرخه متوسطه، موتور های استرلینگ می توانند با تقریباً هر سوختی عمل کنند (بنزین، الکل، گاز طبیعی یا بوتان). استفاده از یک بشقاب خورشیدی برای گرم کردن موتور استرلینگ بصورت بالقوه نیاز به احتراق بیرونی را حذف می کند. با احتراق بیرونی که کنترل روند احتراق را تسهیل می سازد و منجر به انتشار آلاینده کم، سر و صدای پایین و کارایی بیشتری دارد. بعلاوه، در کلاس بندی ماشین ها، از این نظر که قطعات متحرک کمتری در مقایسه با موتور های مرسوم و فرسایش کمتری در قطعات و کاهش سطوح لرزش دارد کلاس بندی بهتری را دارا می باشد. شکل 1-11 نیز اجزای یک موتور استرلینگ را نشان می دهد. از آنجا که فناوری موتور استرلینگ هنوز در حال توسعه خود است لذا هیچ داده آماری در خصوص قابلیت در دسترس بودن آن موجود نیست. هزینه سرمایه گذاری بالا نیز از یکی از موانع رواج عام این فناوری است. در عین حال جنبه های جالب موتورهای استرلینگ پژوهش بیشتر بخصوص برای کاربردهای CCHP را می طلبد و بر می انگیزد. اندازه کوچک و عملیات بدون سروصدا به معنی آن است که آنها در کاربرد های قابل حمل و مسکونی به خوبی جای خود را باز خواهند کرد.



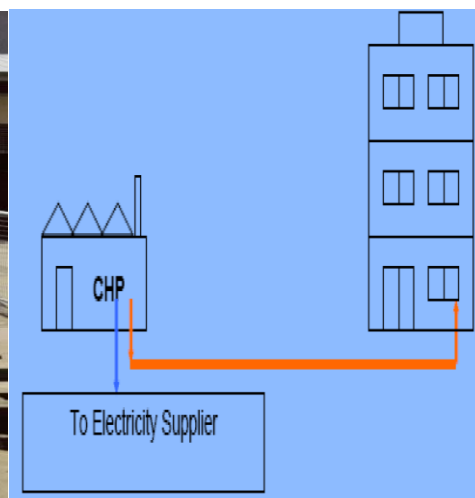
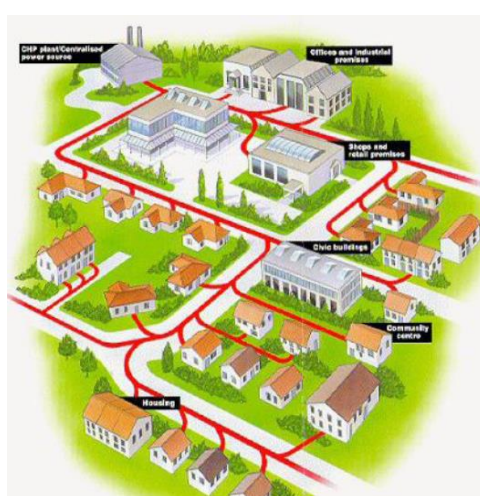
شکل 11-1. اجزای تشکیل دهنده یک موتور استرلینگ

2- بکارگیری تولید پراکنده همزمان برق و حرارت

کاربری سیستم های تولید همزمان معمولا بر اساس محل مورد استفاده و به شرح زیر قابل تقسیم بندی است:

- کاربردهای منطقه ای
- کاربردهای صنعتی
- بخش ساختمان (شامل ساختمان های مسکونی، تجاری، موسسه ای و عمومی)
- کاربردی در مناطق روستایی

شکل 1-2 نمونه ای از کاربرد های سیستم تولید پراکنده را به تصویر می کشد.



شکل 1-2. نمونه ای از کاربردهای سیستم تولید پراکنده برق و حرارت

1-2 کاربرد سیستم های تولید همزمان بصورت منطقه ای



منظور از این کاربری، بهره‌گیری از نیروگاه‌های حرارتی رایج جهت تامین برق و حرارت شهرهای مجاور (و یا بخش‌هایی از این شهر)، صنایع مجاور، کارخانه‌های آب شیرین کن و کاربردهایی از این قبیل است. در این نوع تولید همزمان، فاصله منطقه مصرف حرارت از نیروگاه و همچنین پراکندگی مصرف کنندگان در داخل این منطقه در امکان پذیر بودن پروژه از اهمیت بسزایی برخوردار است. هنگامیکه تقاضای گرمایش یک شهر یا یک ناحیه توسط سیستم تولید همزمان پاسخ داده شود آنرا با نام "گرمایش ناحیه ای" می‌شناسند. در چنین مواردی جهت مطالعات امکان سنجی تولید همزمان، علاوه بر فاصله و پراکندگی متقاضیان، کمیتهایی چون بار حرارتی مورد نیاز و روز درجات منطقه نیز مهم هستند. در بیشتر موارد فاصله اقتصادی بین محل تولید و مصرف ۱۰ تا ۳۰ کیلومتر است.

2-2 بخش صنعت

در بسیاری از فرآیندهای صنعتی جهت تکمیل فرآیند به حرارت نیاز است. در واقع میتوان فرآیندها را بر اساس درجه حرارت گرمای مورد نیاز به شکل ذیل طبقه بندی کرد:

الف: فرآیندهای با دمای پایین (کمتر از ۱۰۰) مانند خشک کردن محصولات کشاورزی، گرمایش و سرمایش محیط و یا تامین آب گرم

ب: فرآیندهای با دمای متوسط (بین ۱۰۰ تا ۳۰۰) مانند فرآیندهای صنعت چوب، کاغذ، نساجی، کارخانجات قند، برخی از صنایع شیمیایی و ... در چنین مواقعی، گرما عمدتاً بصورت بخار مورد نیاز است.

پ: فرآیندهای با دمای بالا (بین ۳۰۰ تا ۷۰۰) مانند برخی از صنایع شیمیایی

ت: فرآیندهای با دمای بسیار بالا (بیش از ۷۰۰) مانند کارخانجات سیمان فلزات اساسی و صنعت شیشه

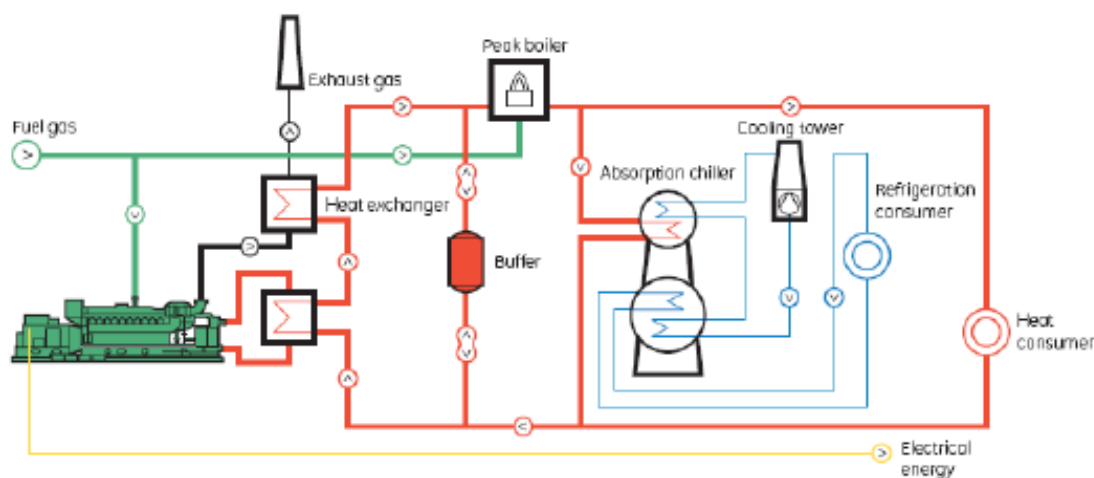
شکل 2-2، تصویری از پروژه تولید همزمان برق و آب قشم مپنا می باشد که برای نخستین بار در کشور با هدف صرفه جویی در مصرف سوخت‌های فسیلی و بالا بردن بازده نیروگاه گازی انجام گردید.



شکل 2-2. نیروگاه تولید همزمان برق و آب قشم مینا

2-3 بخش ساختمان

بخش ساختمان بدلیل نیاز به بارهای حرارتی و برقی توام و نیز با توجه به میزان و طول تقاضای آن، از بخش های مورد توجه برای بهره گیری از تکنولوژی تولید همزمان است. در موارد زیر امکان بهره گیری از این سیستم ها وجود دارد: خانه ها و آپارتمانها، هتل ها، بیمارستانها، مدارک و دانشگاهها، ساختمانهای اداری، فروشگاهها، سوپر مارکتها و مراکز خرید، رستورانها، استخرها و مراکز تفریحی. حرارت استحصالی از تولید همزمان را می توان برای تامین آب گرم مصرفی، گرمایش و سرمایش محیط، خشک کن ها و گرم کردن آب استخرها بکار برد. شکل 2-3 نیز شماتیکی از چرخه اجزای بکار رفته تولید پراکنده در حوزه ساختمان را نشان می دهد.



شکل 2-3. اجزای بکار رفته در تولید پراکنده حوزه ساختمان



دسترسی به گاز طبیعی و پکیج های تولید همزمان می تواند به اولویت بخشی استفاده از این سیستمها در محل مورد بررسی کمک کند. پکیج های مورد استفاده در ساختمانها دارای توان الکتریکی ۲۰۰۰-۱۰ کیلووات بوده و دارای مزایای زیر هستند:

قیمت مناسب

چگالی توان توان بر واحد حجم بالا نصب و راه اندازی آسان و سریع

فعالیت اتوماتیک و عدم نیاز به مراقبت دائم

سیستم های CHP مورد استفاده در بخش ساختمان معمولاً با سوخت گاز طبیعی کار می کنند، هر چند که فعالیت با سوخت های مایع نیز امکان پذیر است. گاز طبیعی بدلیل تمیزی، ارزانی نسبی و عدم نیاز به ذخیره سازی از اولویت استفاده در این سیستمها برخوردار است.

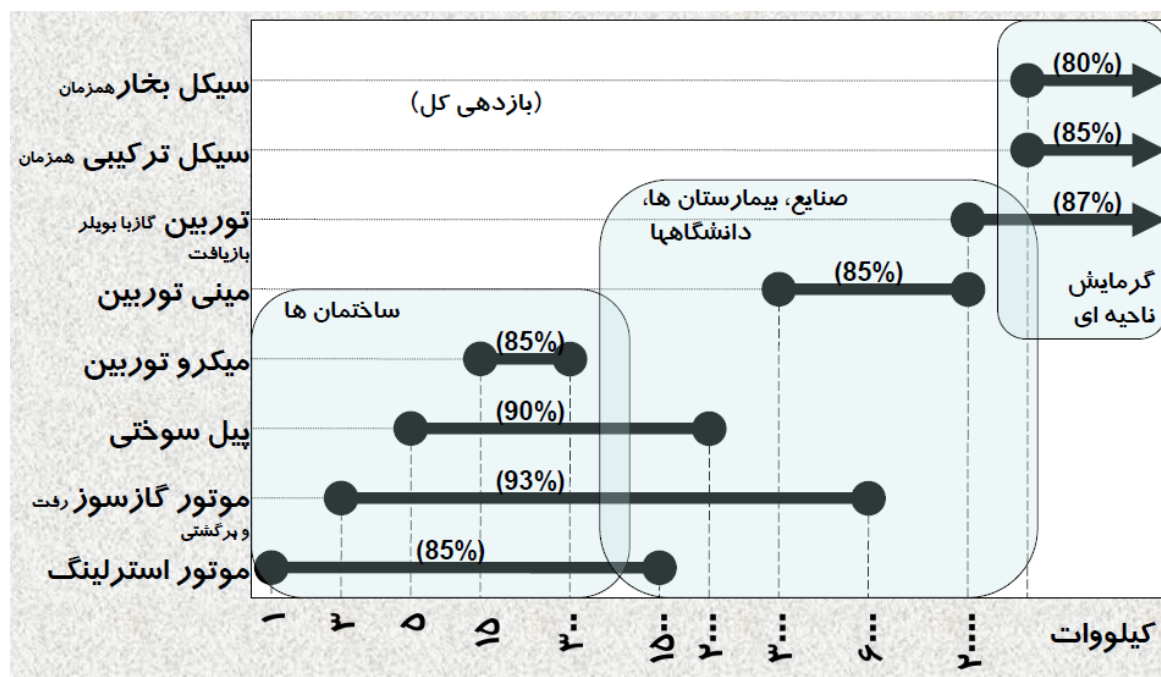
3- مکان های استقرار تولید پراکنده

در جدول ذیل، مکان هایی که سیستم تولید پراکنده می تواند پیاده سازی شود درج شده است:

صنایع	شیمیایی، پتروشیمی، پالایشگاهی، فولاد، سیمان، غذایی، چوب و کاغذ، نساجی، شکر
ساختمان	دانشگاه، هتل، مرکز تجاری و فروشگاه، سایت کامپیوتری، بانک ها، مساجد، مرکز عمومی، مجتمع مسکونی
کشاورزی	کشت گلخانه ای، چاه کشاورزی، ایستگاه پمپاژ آب، روستاها
مزارع بادی	منطبق با پتانسیل باد

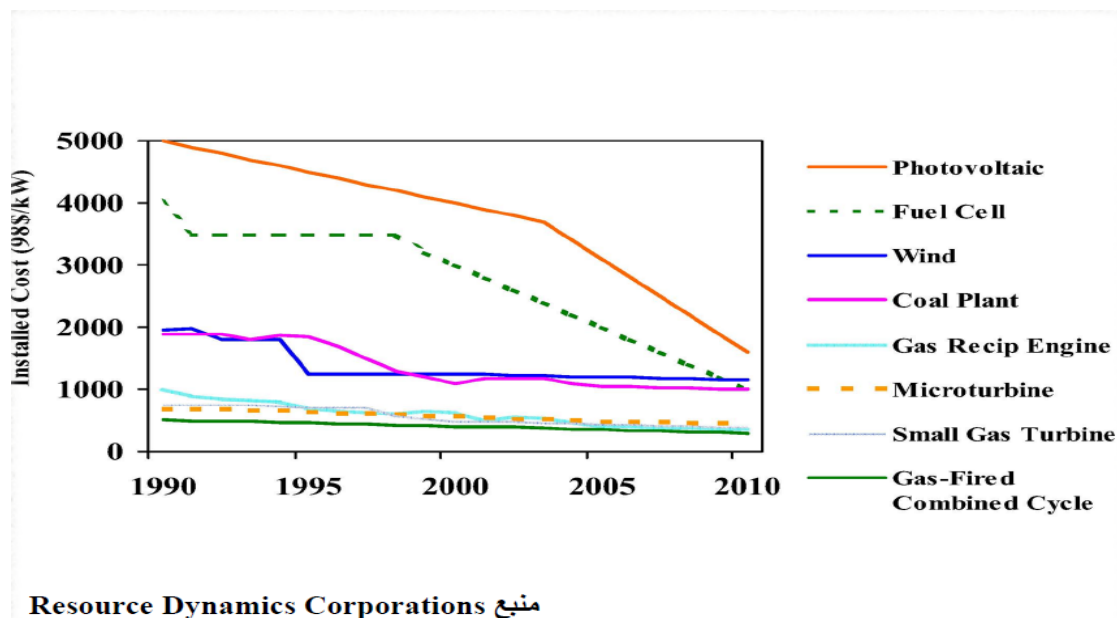
4- دامنه ظرفیت، کاربرد و بازده تولید همزمان پراکنده

در شکل 4-1 دامنه ظرفیت، کاربرد و بازده تولید همزمان پراکنده ارائه شده است [4].



شکل 1-4. دامنه ظرفیت، کاربرد و بازده تولید همزمان پراکنده

در شکل 2-4 نیز هزینه های کاهش یافته جهت سرمایه گذاری در مولدهای پراکنده در بین سال های 1990 تا 2010 ارائه شده است.



منبع Resource Dynamics Corporations

شکل 2-4. کاهش هزینه های سرمایه گذاری مولدهای پراکنده بر مبنای 98\$/kW بین سالهای 1990-2010 [7]



در خصوص سیستم های تولید همزمان برق و حرارت، بر اساس شاخص های متعددی می توان این سیستم ها را مقایسه و جهت کاربرد های مختلف و متناسب با نیاز خود اولویت بندی کرد. جدول 1-4، به همین ترتیب این سیستم ها را اولویت بندی کرده است.

جدول 1-4. اولویت بندی سیستمهای تولید همزمان برق و حرارت بر اساس شاخص های متفاوت

موتور ژنراتور	توربین گاز	مینی توربین	میکرو توربین	پیل سوختی	موتور استرلینگ
محدوده توان تولیدی	بیش از ۲۰ مگاوات	۳ تا ۲۰ مگاوات	۱۵ تا ۳۰۰ کیلووات	۵ کیلو تا ۲ مگاوات	۱ کیلو تا ۱/۵ مگاوات
فضای مورد نیاز (ft ² /kw)	۰/۳۱ تا ۰/۲۲	۰/۶۱ تا ۰/۰۲	۰/۱۵ تا ۱/۵	۰/۶ تا ۴	
سر و صدا (نیاز به پوشش صداگیر)	متوسط تا زیاد (نیاز به ساختمان مجزا)	زیاد	متوسط (معمولا دارای محفظه)	کم (بدون نیاز به محفظه و ساختمان)	بدون صدا
تولید NO _x (lb/MWh)	۲۸ تا ۲/۲	۴ تا ۰/۳	۲/۲ تا ۰/۴	کمتر از ۰/۰۲	
دمای قابل استحصال جهت (°F) CHP	۳۰۰-۵۰۰	۵۰۰-۱۱۰۰	۴۰۰-۶۵۰	۱۴۰-۷۰۰	
بلوغ تکنولوژی	موتور ژنراتور چگونه عمل می کند؟ (۷/۵ دقیقه)	کامل	کامل	در حال توسعه	در حال توسعه

علاوه بر این در صورت تولید در محل مصرف، ظرفیت تولید به نصف در روز کاهش می یابد. امنیت شبکه تولید متمرکز با 25 تا 30 درصد ذخیره چرخان تامین می شود، در حالیکه در تولید پراکنده نیاز به ذخیره چرخان ناچیز است. با احتساب ذخیره چرخان و تلفات ظرفیت برای تامین 24 هزار مگاوات بار در نقطه مصرف نیاز به 21 هزار مگاوات افزایش ظرفیت سازی در روش تولید متمرکز است.

5- مزایای مولد پراکنده [3]

- کاهش سه برابری هزینه سرمایه گذاری صنعت برق

$$1- \frac{600}{[(600 + 600 \times 0.85) \times 1.35 \times 1.25]} = 32\%$$

- کاهش دو و نیم برابری مصرف سوخت

2-



بازده برق و حرارت مولد

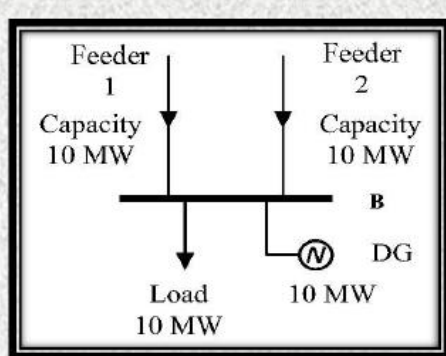
پراکنده به سوخت دریافتی

$$\frac{70\%}{27\%} = 2.5$$

بازده برق فروخته شده به سوخت

دریافتی تولید مقیاس بزرگ

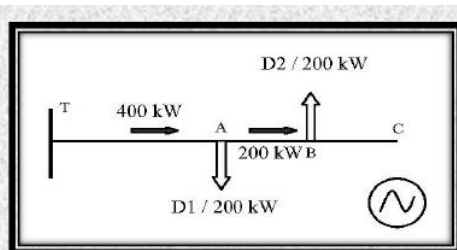
● افزایش قابلیت اطمینان



منبع تامین انرژی	نرخ خروج اضطراری (FOR)
فیدر ۱	۰.۰۴
فیدر ۲	۰.۰۴
مولد پراکنده	۰.۱۵

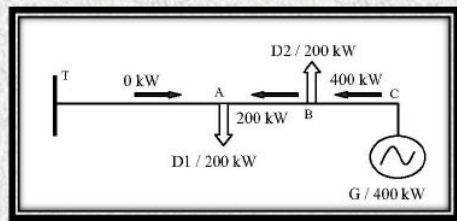
سناریو	احتمال عدم تامین بار (LOLP)
۱- بدون مولد پراکنده	$LOLP = 0.04 \times 0.04 \times 8760 = 14 \text{ hours / year}$
۲- با وجود مولد پراکنده	$LOLP = 0.04 \times 0.04 \times 0.15 \times 8760 = 2.1 \text{ hours / year}$

● کاهش ۴۴ درصدی تلفات توزیع



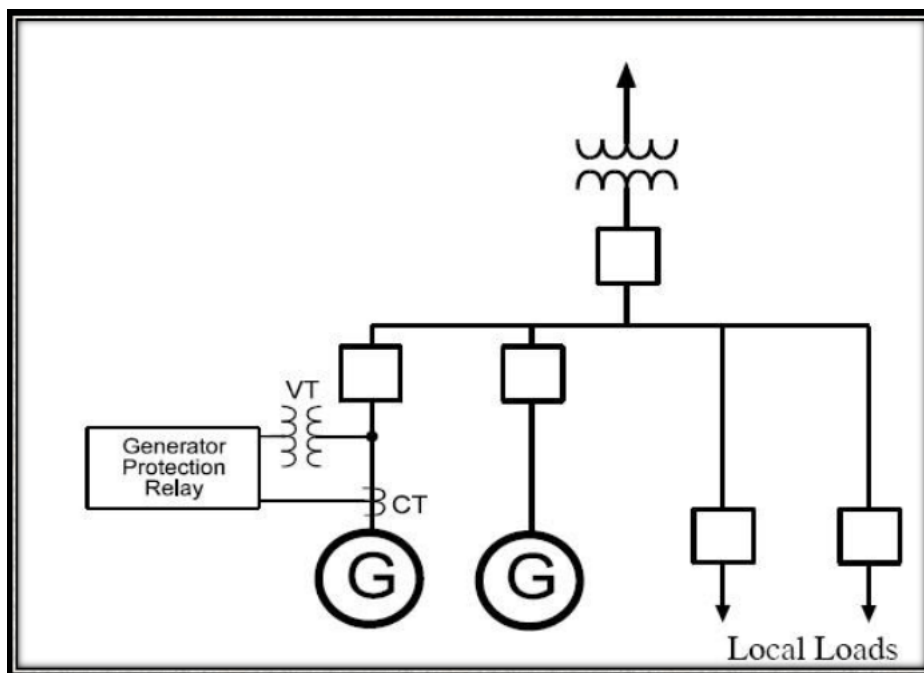
$$TA = 2 \times AB \quad AB = BC$$

$$Loss = 4^2(2 \times 0.001) + 2^2 \times 0.001 = 0.036 \text{ pu} = 3.6 \text{ kW}$$



$$Loss = 0.001[2^2 + 4^2] = 0.02 \text{ pu} = 2 \text{ kW}$$

● حفاظت مولد پراکنده

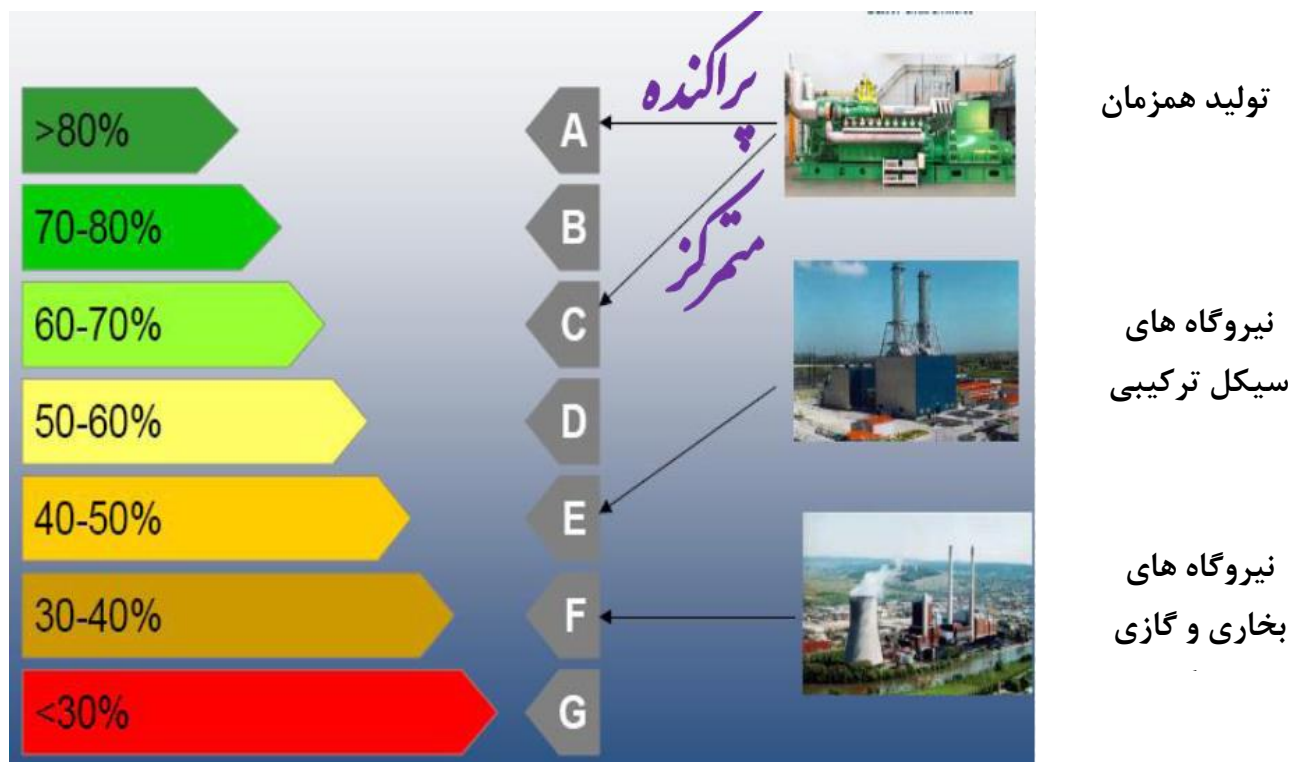


از سایر مزایای مولد های پراکنده نیز می توان به موارد ذیل اشاره کرد:

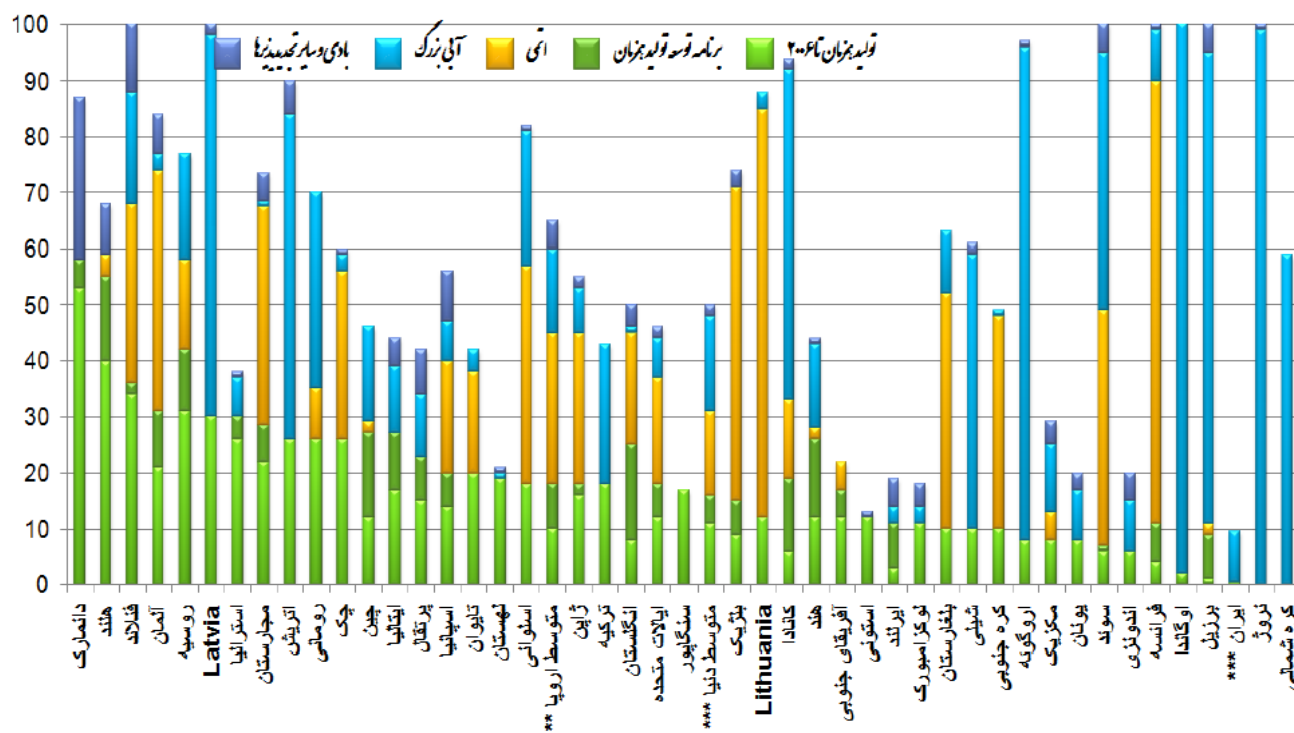
- توسعه واقعی بخش خصوصی در صنعت برق بدلیل کوچک بودن واحدها
- بهبود 5 برابری پدافند غیر عامل و امنیت صنعت برق در مقابل خرابکاری و حملات نظامی
- کاهش پرباری و نیاز به احداث ظرفیت های جدید شبکه و پست
- کاهش تملک زمین برای توسعه شبکه و کاهش تبعات مالی، اجتماعی و زیست محیطی
- اشتغال زایی و گسترش دانش فنی و مهندسی در سطح صنایع، شهرها و روستاها
- کاهش هزینه های بهره برداری شامل پرسنل، تعمیر و نگهداری و سوخت
- جایگزینی مناسب برای سیستم متمرکز و افزایش توان ریسک پذیری اداره شبکه
- تنظیم ولتاژ، بهبود ضریب قدرت و بهبود کیفیت توان

6- نتایج و جمع بندی

در نهایت مطابق شکل 1-6 مشخص است که سیستم های قدرت در حال جهت گیری از تولید متمرکز به سوی تولید همزمان پراکنده می باشند. سهم هر کشور در گسترده جهانی در تولید همزمان برق و حرارت نیز در شکل 2-6 نشان داده شده است. با افزایش توجه به این سیستم و بکارگیری روش تولید همزمان، می توان شاهد بهبود بهره وری سوخت، کیفیت توان و کاهش تراکم شبکه انتقال و توزیع و آسیب پذیری سیستم ها در آینده بود.



شکل 1-6. جهت گیری تولید متمرکز به تولید همزمان براکنده



شکل 2-6. گسترده جهانی تولید همزمان برق و حرارت (سهم از کل تولید برق)



7- منابع

- 1- کتاب مباحث منتخب انرژی - مؤلفان: ابوالفضل احمدی، مهدی‌علی اخیایی - ناشر: دانشگاه علم و صنعت ایران - سال چاپ: 1400- نوبت چاپ: 1 - تیراژ: 500
- 2- مقاله "مقدمه ای بر سیستمهای تولید مشترک برق و حرارت" - وزارت نیرو سازمان بهره وری انرژی ایران (سابا) - تهیه و تدوین: مطلب میری، غلامرضا بیاتی، محمد حسن زربخش
- 3- مقاله "راهنمای جامع تولید همزمان برق و حرارت" وزارت نیرو دفتر بهبود بهره وری و اقتصاد برق و انرژی سال 1388
- 4- مقاله "طرح توجیهی نیروگاه های CHP" <http://www.barghnews.com>
- 5- "تولید همزمان" ویکیپدیا فارسی
- 6- "Cogeneration" Wikipedia
- 7- "Cost of electricity by source" Wikipedia

CHP and Cogeneration Systems

Eng. Karim Mehrabi

Water Engineering Specialist at Mapna Boiler Co.

Eng. Ali Madani

**Technology Optimization and Development Chief
at Mapna Boiler Co.**

Eng. HosseinAli Javadi

Technology Manager at Mapna Boiler Co.

Abstract

Technologies of simultaneous production of electricity and heat produce electricity or mechanical power and recycle excess heat for various purposes. It is one of the energy saving methods in which electricity and heat are produced simultaneously. Moreover, the heat obtained from cogeneration can be used for heating purposes in different industries or regions. Several solutions can be proposed to optimize the supplied energy using cogeneration systems. Based on the use, these systems can be built from gas turbines, steam or combustion engines, and regarding primary production energy, fossil fuels, bio-production, geothermal or solar can be used. In this study, we will review the different types of CHP and cogeneration systems and their applications along with the available information and data related to them. An economic comparison is also provided between various CHP methods, which can be a reference for future use in order to improve the efficiency of systems, optimize energy and reduce the production of environmental pollutants.

Keywords: CHP, Cogeneration, Efficiency, Environment, Energy.