بررسی فنی

نیروگاه گازی CHP

تاریخ تهیه: تابستان ۱۳۸۹

بررسی فنی نیروگاه گازی CHP

مقدمه

در اوایل قرن بیستم تولید انرژی الکتریکی در آغاز راه خود بوده و بیشتر واحدهای صنعتی تمام قدرت الکتریکی موردنیاز را خود تولید می کردند و غالباً مازاد قدرت تولیدی را به واحدهای همجوار نیز ارائه می کردند.

این واحدهای صنعتی در واقع اولین تولیدکنندگان همزمان بوده اند. عمده محرکهای اولیه در آن زمان موتورهای بخار رفت و برگشتی بوده و بخار خروجی با فشار پایین برای کاربردهای گرمایشی استفاده می شد.

بین سالهای اولیه دهه ۲۰ تا دهه ۷۰ صنعت برق رشد سریعی پیدا کرد که دلیل آن افزایش تقاضای زیاد قدرت الکتریکی بود. همزمان با این رشد سریع یک کاهش عمومی در هزینه های تولید و تحویل نیروی برق بوجود آمد که عمدتاً بدلیل مسائل اقتصادی ناشی از ابعاد و اندازه ها، فناوریهای کارا و هزینه های کاهش یافته سوخت بود.

در خلال این مدت، اغلب صنایع تولید توان الکتریکی خود را به دلایل زیر فراموش کردند:

۱- نیروگاهها نرخهای برق تولیدی خود را کاهش دادند.

۲- قوانین مالیات بر درآمد به جای حمایت از سرمایه گذاری درآمد فوق به نفع هزینه های خریداران برق بود.

۳- هزینه های مربوط به دستمزدها افزایش یافت.

۴- صنایع علاقمند بودند تا به تولیدات توجه داشته باشند تا اینکه به مسائل جنبی مثل تولید قدرت الکتریکی بپردازند.

۵- پیشرفت تکنولوژی هایی نظیر دیگهای بخار نیروگاهی

۶- فراهم بودن سوختهای مایع و گازی در پایین ترین قیمت

۷- نبود محدودیت های زیست محیطی

بررسی فنی نیروگاه گازی CHP

طی دهه ۶۰ و ۷۰ صنعت گاز طبیعی تعریف جدید "انرژی کل" را از مفهوم تولید همزمان ارائه کرد. این تلاش به دلیل ضعفهای نسبی اقتصادی (مثل ارزانی نسبی برق و گرانی سوختها) و نبود قوانین دولتی برای هماهنگی و ارتباط بهتر، با نیروگاههای بزرگ خیلی موفق نبود.

در اواخر سال ۱۹۷۳ و مجدداً در سال ۱۹۷۹، آمریکا بحرانهای عمده ای را در خصوص انرژی تجربه کرد که عمدتاً ناشی از کاهش نفت وارداتی بود. بین سالهای ۱۹۷۳ و ۱۹۸۳، قیمتهای سوخت و قدرت الکتریکی ۵ برابر شد. در آن زمان تمام صنایع خریدار قدرت الکتریکی، بررسیهای خود را در رابطه با صرفه جویی های اقتصادی ناشی از تولید همزمان آغاز کردند.

در سال ۱۹۷۸ دولت آمریکا قانون انرژی ملی (NEA) را تصویب کرد.

قانون انرژی ملی در واقع قانون مصرف سوخت، قانون سیاست گاز طبیعی و سیاستهای قانونی نیروگاهها را شامل می شد.

دیگر قوانین تصویب شده در اواخر دهه ۱۹۵۰ تا ابتدای سال ۱۹۹۵، به نصب سیستم های تولید مشترک کمک کرد. بخصوص، قانون دولتی مربوط به مدیریت کیفیت آب و هوا تأثیر زیادی بر نصب سیستم های تولید همزمان گذاشت.

برای مدیریت آلودگی هوا، قانون اصلی عبارتست از قانون کیفیت هوا در سال ۱۹۶۷، که سالهای ۱۹۷۰، ۱۹۷۷ و ۱۹۹۰ اصلاحیه هایی به آن افزوده گردید.

با شروع قرن بیست و یکم، تولید همزمان رشد فزاینده ای را تجربه خواهد کرد، چرا که صرفه جویی انرژی و صرفه مالی را بهمراه دارد. تکنولوژی های جدید قابل استفاده و قوانین و مقررات جدید وضع خواهد شد.

تولید همزمان برق و حرارت

معمولاً برق موردنیاز واحدهای صنعتی، ساختمان های تجاری و ساختمان های مسکونی از نیروگاه های عمده کشور تأمین می شود. در حالیکه نیاز حرارتی تمام آنها در همان محل تولید می گردد. اما روش دیگری که از دیرباز وجود داشته و امروزه توجه بیشتری را معطوف خود کرده، تولید مشترک برق و حرارت است. که عبارتست از **تولید همزمان برق**، یا توان محوری **و حرارت مفید توسط یک سیستم**.

سالها پیش این فناوری برای اولین بار در نیروگاه های سیکل بخار بکار رفته و از بخار استخراج شده از سیکل برای مصارف گرمایشی کارخانه و واحدهای اطراف آن استفاده می شده است. این عمل گر چه کمی باعث کاهش راندمان نیروگاه می شود امّا با تأمین حرارت موردنیاز واحد، از مصرف حجم زیادی سوخت جلوگیری می نماید.

خوشبختانه این ایده تنها به نیروگاه های بخار محدود نشد و در طی این سالها، بویژه در سال های اخیر، فناوری تولید مشترک برق و حرارت، که بهره وری بالایی را در مصرف انرژی بدنبال دارد، به سایر مولدهای تولید قدرت (مکانیکی یا الکتریکی) گسترش داده شد. بعبارت دیگر امروزه با پیشرفت های

صورت گرفته، می توان هر سیستم مولد قدرت با هر اندازه و کاربردی را بصورت یک واحد مشترک طراحی نمود. به این ترتیب علاوه بر تولید توان الکتریکی یا مکانیکی توسط دستگاه، امکان استحصال حرارت اتلافی مولد یا موتور بصورت انرژی گرمایی قابل استفاده وجود دارد.

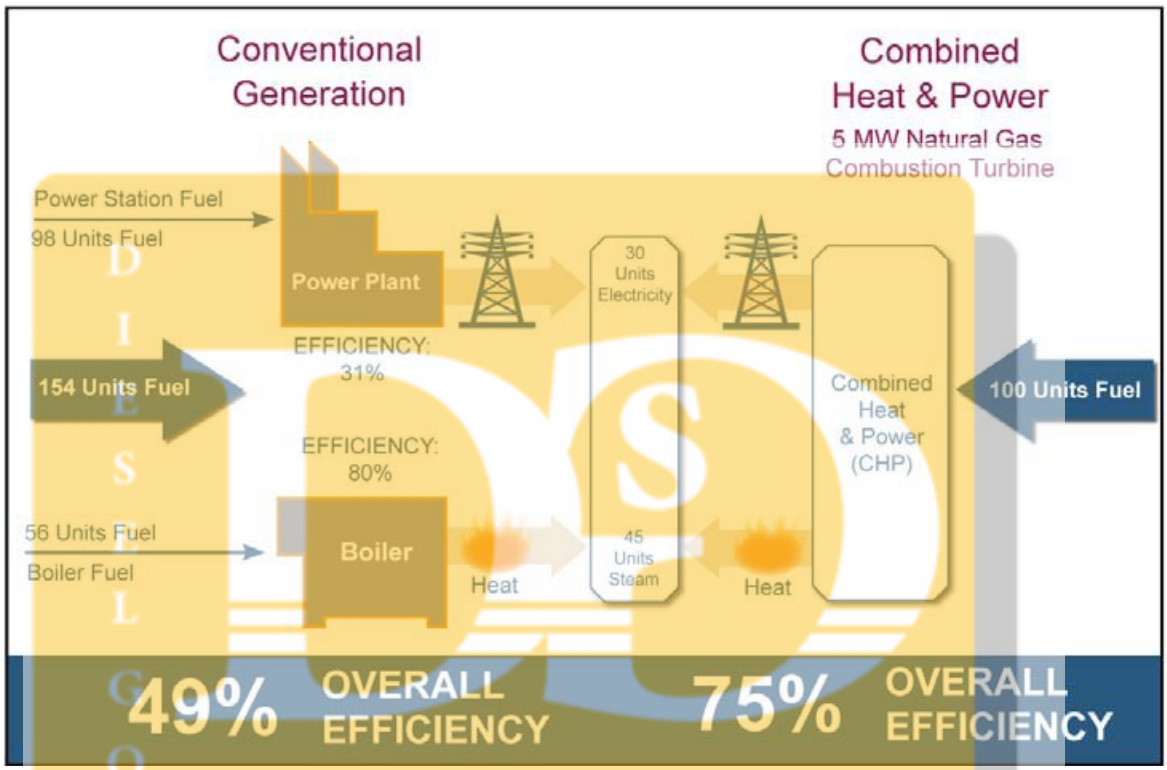
همانطور که گفته شد سیستم های CHP غالباً برای تولید برق و حرارت بصورت همزمان طراحی می شود. یک محرک اولیه (موتور یا توربین) انرژی شیمیایی سوخت را آزاد نموده و به توان مکانیکی در محور خروجی تبدیل می کند. در این موارد، محور محرک با یک ژنراتور کوپل شده و توان الکتریکی تولید

می شود . از طرف دیگر، حداکثر راندمان موجود برای محرک اولیه دستگاه و مولد کمتر از ۵۰٪ است و این به معنی اتلاف بیش از نیمی از انرژی سوخت به صورت حرارت می باشد.

در این نوع سیستم، منابع اتلاف حرارت، که عبارتند از گازهای خروجی از محرک اولیه، سیکل خنک کن و روغن روغنکاری، شناسایی شده و با قرار دادن مبدل های حرارتی، گرمای اتلافی بشکل حرارت با دمای بالا (حرارت قابل استفاده) بازیافت می شود. با فراهم شدن امکان استحصال حرارت اتلافی در سیستم تولید مشترک برق و حرارت خصوصیات منحصربفرد این سیستم بدست می آید.

دستگاه CHP بیشترین بهره وری در مصرف انرژی سوخت را دارد. به گونه ای که متوسط راندمان یک مولد برق در حدود ۳۲٪ و متوسط راندمان یک بویلر80 ٪است. در حالیکه یک سیستم CHP با تولید هر دوی این محصولات راندمانی بیش از ۷۵٪ دارد. یعنی راندمان الکتریکی آن حدود ۳۰٪ و راندمان حرارتی (منظور از راندمان حرارتی عبارتست از انرژی حرارتی تولید شده به انرژی سوخت مصرفی) ۵۰٪ است. از طرف دیگر در مقایسه با سیستم های تولید برق و تولید حرارت مشابه رایج که بصورت مجزا هستند، حدود ۳۵٪ سوخت کمتری مصرف می کند.

بررسی فنی نیروگاه گازی CHP



کاهش در مصرف سوخت، هزینه سوخت مصرفی را در سبد اقتصادی واحد کاهش می دهد. همچنین از دید ملی، این صرفه جویی در مصرف سوخت می تواند چه از طریق صادرات و چه از طریق فراهم آمدن شرایطی برای استفاده های سودمندتر از سوخت فسیلی مزیت محسوب شود. بعلاوه استفاده هر چه کمتر از سوخت های فسیلی باعث کاهش آلاینده های محیط زیست می شود. سیستم های CHP نه تنها توسط فیلترهایی از آزاد شدن آلاینده هایی مانند NO_x، CO_2، CO و UHC جلوگیری می کنند، بلکه کاهش ۳۵ درصدی سوخت در این دستگاه ها نقش بزرگی در کم شدن تولید آنها دارد.

یک بررسی مطالعاتی در خصوص یکی از تأسیسات CHP منصوب در آمریکا نشان می دهد که در مقایسه با سیستم های متداول تولید برق و حرارت بصورت مجزا، حداقل بمیزان ۲۱٪ سوخت کمتری در سال مصرف نموده است و انواع آلاینده های زیست محیطی نیز مطابق جدول ذیل بمیزان ۵۵ تا

۱۰۰ درصد کاهش داشته اند. این مقدار کاهش آلاینده ها معادل آلایندگی یکساله بیش از ۱۳۵۰۰ خودرو و حدود ۲۲۰۰۰ هکتار جنگل که برای جذب این آلاینده ها نیاز است، می باشد .

Annual Emissions Analysis					
	CHP System	Displaced Electricity Production	Displaced Thermal Production	Emissions Reduction	Percent Reduction
NOx (tons/year)	48.89	230.06	120.56	301.73	86%
SO2 (tons/year)	0.33	744.79	593.49	1,337.95	100%
CO2 (tons/year)	65,008	82,736	61,788	79,515	55%
Carbon (metric tons/year)	17,729	22,564	16,851	21,686	55%
Fuel Consumption (MMBtu/year)	1,111,249	807,202	602,806	298,760	21%
Acres of Forest				21,686	
Number of Cars				13,554	

سیستم CHP در زمینه های مختلف صنعتی و کشاورزی (بویژه گلخانه ها)، تجاری (Commercial) و مسکونی (residential) استفاده می شود و بنابراین اندازه های متنوعی از آن وجود دارد.

استفاده از CHP تنها به تولید برق و آب داغ یا بخار کم فشار محدود نمی شود و اتفاقاً در اندازه های بزرگتر آن از توان محور برای بکار انداختن کمپرسورهای چیلر، یخچال های صنعتی و یا هوای فشرده و از حرارت استحصالی برای گرمایش محیط بطور مستقیم، چیلرهای جذبی و حرارت موردنیاز فرآیندهای صنعتی مانند خشک کن استفاده می شود.

در نیروگاههای مرسوم حرارتی تنها یک سوم انرژی موجود و حاصل از سوختن نفت (و یا فرآورده های آن) یا زغال سنگ به توان الکتریکی تبدیل می شود و دو سوم انرژی از طریق آب نیم گرم در برجهای خنک کننده و (البته مقدار کمی) در مسیر فرآیند اتلاف می شود.

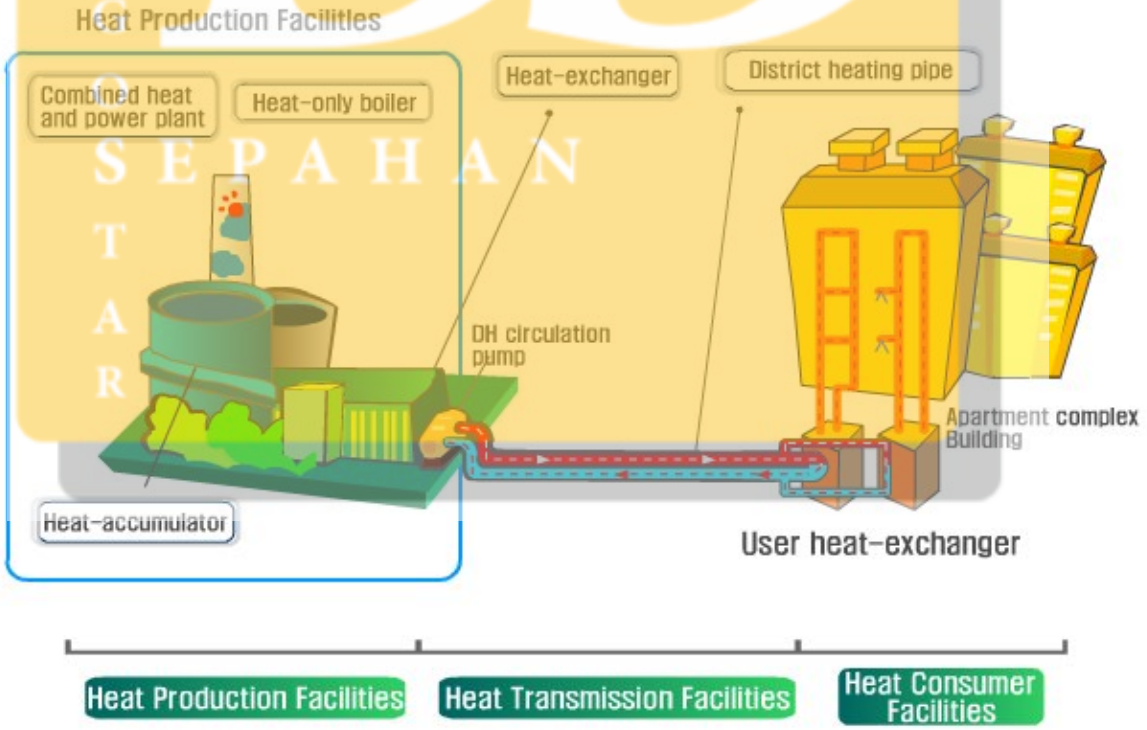
تغییر در طراحی و عملکرد یک نیروگاه تولید توان به تولید مشترک حرارت مفید و توان، کاربرد استفاده از انرژی را توسعه و بهبود می بخشد. البته حرارت بدست آمده بایستی کیفیت، مقدار و دمای بالا و

کافی را برای آب گرم موردنیاز خانگی، تجاری و ساختمانهای عمومی یا تولید بخار موردنیاز صنایع را جهت فرآیندهای صنعتی داشته باشد. بنابراین دو کاربرد مهم برای حرارت سودمند وجود دارد:

۱- گرمایش ناحیه یا بخش خاص (تجاری، مسکونی) (CHP/DH)
(Combined Heat and Power/District Heating)

۲- استفاده در صنعت جهت فرآیندها (CHP/IND)
(Combined Heat and Power/for Industry)

حالت اول مربوط می شود به شبکه گرمایش ناحیه ای که حرارت تغذیه توسط آب داغ در دمای بین ۸۰ °C - ۱۵۰ °C صورت می پذیرد. در حالت دوم (CHP/IND) بخار داغ یا گازهای داغ (خروجی از توربین گاز یا بخار) گرمای مورد تقاضا را برآورده می نمایند.



گرمایش ناحیه ای (CHP/ DH)

در واحدهایی که بطور همزمان به حرارت و توان نیاز دارند، پتانسیل ایجاد تولید مشترک وجود دارد. البته در صورتیکه سیستم مصرف انرژی خصوصیات زیر را داشته باشد صرفه جوئی قابل توجهی در هزینه انرژی صورت گرفته و سیستم تولید مشترک ،جذاب تر و مقرون به صرفه تر خواهد بود.

مشخصات یک سیستم ایده آل برای نصب و اجرای تولید مشترک بشرح ذیل می باشد:

- نیاز حتمی به توان الکتریکی
- افزونی نیاز به انرژی حرارتی نسبت به انرژی الکتریکی
- الگوهای بار پایدار و ثابت انرژی حرارتی و الکتریکی
- طولانی بودن ساعات بهره برداری فرآیند
- قیمت بالای برق شبکه یا عدم دسترسی به شبکه

انرژی حرارتی بازیافتی در موارد زیر مورد استفاده قرار می گیرد :

خشک کردن، پیشگرم نمودن، تولید بخار مورد نیاز فرآیند، محرک تجهیزات بازیافت حرارت ، تولید آب سرد، آب گرم، سیال داغ و غیره.

بعضی از کاربرد های مؤثر سیستم تولید مشترک عبارتند از:

الف- Utility (مصارف)

- سرمایش و گرمایش منطقه ای

ب- کاربرد در صنعت

- صنایع غذایی
- صنایع داروسازی
- صنایع کاغذ و مقوا

DIESELGOSTAR SEPAHAN

- پالایشگاه و پتروشیمی
- صنایع نساجی
- صنایع فولاد
- صنایع سیمان
- صنعت شیشه
- صنعت سرامیک

ج- کاربرد در تأسیسات خانگی و تجاری

- بیمارستان
- دانشگاه
- هتل
- ساختمان های مسکونی

همچنین برای تأمین برق و نیاز گرمایشی واحدهای مسکونی مانند آپارتمانها، برج ها و حتی برای واحدهای مسکونی تک خانوار می توان از آن استفاده کرد. بعبارت ساده تر سیستم CHP برای واحدهایی که نیاز توأمان به برق و حرارت داشته باشند، مفید است.

لذا برای ترویج فرهنگ استفاده از CHP شرکت های سازنده نیز برای جلب رضایت مشتریان و ساده تر شدن عرضه و خرید و نصب سیستم های CHP کوچکتر از ۱ ^{Mwe} آنها را بصورت پکیج شده (Packaged) تولید می کنند. به این ترتیب علاوه بر اطمینان مشتریان از سلامت دستگاه هنگام خرید، هزینه نصب و تعمیر و نگهداری آن نیز کاهش می یابد.

DIESELGOSTAR SEPAHAN

بررسی فنی نیروگاه گازی CHP

نمونه ای از سیستم CHP بصورت پکیج

دانستن نیاز واقعی واحد مصرف کننده به **برق و حرارت** در انتخاب درست اندازه و ظرفیت CHP تأثیر فراوان دارد.یک سیستم مطلوب بگونه ای است که حداقل ۴۵۰۰ ساعت درطول سال فعال باشد و حتی الامکان پی درپی قطع و وصل نشود.عدم رعایت این امر ممکن است هزینه های مضاعفی را برای خرید و تعمیرونگهداری دستگاه بر کاربر تحمیل نماید.

معمولاً سیستم CHP به تنهایی کاربرد ندارد، یعنی برای تأمین تمام نیاز واحد تنها CHP در نظر گرفته

نمی شود. از نظر تولید برق در زمانهایی از CHP استفاده می شود که هزینه برق تولیدی در مقایسه با برق خریداری شده از شبکه مقرون به صرفه باشد. (لذا در بعضی از مناطق دنیا ممکن است در برخی از ساعات شبانه روز خرید برق از شبکه مقرون به صرفه ترباشد.)

حرارت تولیدی CHP نیز در اغلب موارد تمام نیاز واحد را پوشش نمی دهد، لذا در کنار آن از یک بویلر نیز استفاده می شود. همچنین توصیه می شود در کنار سیستم CHP یک مخزن آب گرم (buffer storage) تعبیه شود که علاوه بر فراهم بودن همیشگی آب گرم، امکان نصب یک آب گرمکن

ثانویه (مانند بویلر مذکور) نیز میسر گردد. بدین ترتیب علاوه بر اقتصادی تر شدن سرمایه گذاری، عدم انطباق زمان تولید و مصرف آب گرم برطرف می شود.

از آنجائیکه امکان فروش برق تولیدی مازاد بر مصرف توسط CHP، به شبکه برق وجود دارد، لذا معیار اصلی در انتخاب اندازه CHP، **دیماند حرارتی** واحد می باشد، تا مازاد حرارت تولید نشود، اما از طرف دیگر نباید مصرف برق بگونه ای باشد که بار اعمالی کمتر از ۵۰٪ بار نامی سیستم شود چرا که این موضوع افت شدید راندمان را در پی خواهدداشت.

علاوه بر انتخاب اندازه مناسب، نوع سیستم CHP نیز اولاً از نظر توانایی تأمین نیازهای کاربر و ثانیاً از لحاظ صرفه اقتصادی، بسیار مهم می باشد.

در سیستم های تولید همزمان از انواع مختلف تجهیزات استفاده شده و ممکن است برای رفع نیاز خاص، در یک محل مشخص طراحی گردند. از طرف دیگر، بسیاری از واحدها دارای نیازهای مشابه بوده ولذا پکیج های سیستم تولید همزمان که از قبل طراحی و ساخته شده اند (pre-engineered) می توانند این احتیاجات را رفع کرده و از نظر اقتصادی بر سیستم هایی که برای آنها محاسبات جداگانه مهندسی وطراحی خاص صورت می گیرد، ترجیح داده می شوند.

آنچه در ذیل می آید مثالهایی برای سیستم های تولید همزمان در ۳ بخش مختلف اقتصادی می باشد.

سیستم های تولید همزمان در تمام بخشهای اقتصادی دنیا وجود دارند. برای سادگی مقایسه، سیستم های تولید همزمان را غالباً در یکی از ۳ گروه زیر تقسیم بندی می کنند.

۱- صنعتی

۲- اداری

۳- تجاری

انواع و اندازه های سیستم تولید همزمان در این ۳ بخش تا اندازه ای با یکدیگر تطابق دارند ولی برای تشریح انواع کاربردها این تقسیم بندی سه گانه کار را آسان تر می سازد. در این بخش مثالهایی در مورد انواع کاربردهایی که وجود دارند آورده می شود.

۱ بخش صنعتی (Industrial Sector)

بخش صنعت در مقایسه با دیگر بخش های اقتصادی، قدیمی ترین، بزرگترین و بیشترین تعداد را در سیستم های تولید همزمان دارا می باشد.

واحدهای صنعتی غالباً بطور پیوسته کار کرده و در آنها نیازهای برقی و حرارتی همزمان وجود داشته و پیشاپیش دارای نیروگاه و پرسنل متخصص مربوطه می باشند. صنایعی که مشخصاً مصرف کننده بالای انرژی هستند، مثل صنایع پتروشیمی و چوب و کاغذ ، صنایع غذایی بهترین موارد برای استفاده از سیستم تولید همزمان هستند.

بسیاری از این صنایع دارای ظرفیت تولید همزمان چند صد مگاوات الکتریسیته در محل هستند. بعلاوه صنایع با ظرفیت متوسط و کوچک نیز می توانند از تولید همزمان استفاده کنند.

۲ بخش اداری (Institutional Sector)

بخش اداری شامل طیف گسترده ای از مراکز غیر انتفاعی شامل دانشگاه ها، کالج ها و مدارس،

ساختمان های دولتی بزرگ، بیمارستان ها، مراکز نظامی و دیگر مراکز غیر انتفاعی می باشد. بسیاری از این مراکز اگر هم بطور پیوسته مورد استفاده قرار نگیرند در ساعات زیادی از روز مورد استفاده قرار می گیرند. بعضی از مراکز (مانند بیمارستانها) ممکن است برای رویارویی

با شرایط اضطراری دارای سیستم تولید برق اضطراری که بتوان از آن در سیستم تولید همزمان استفاده کرد، باشند. اگر چه یک بیمارستان بزرگ یا یک دانشگاه بزرگ را نمی توان با یک واحد صنعتی بزرگ مقایسه کرد، ولی گاهی در این موارد به ۵۰ مگاوات یا بیشتر،الکتریسیته تولید شده بصورت همزمان نیاز است.

۳ بخش تجاری (Commercial Sector)

بخش تجاری شامل طیف گسترده ای از مراکز انتفاعی شامل مراکز تجاری، هتل ها، متل ها، آپارتمانها و مجتمع های مسکونی، رستورانها، مراکز خرید، خشک شوئی های صنعتی و آزمایشگاه ها می شود. عموماً این بخش کوچک نیز تولید کننده های همزمان را شامل شده و مزایای اقتصادی در این بخش در مقایسه با دیگر بخش ها کمتر می باشد مگر اینکه نرخهای از قبل برق بطور غیر عادی بالا باشد. از آنجائیکه بسیاری از این مراکز خصوصیات مشابهی دارند، غالباً استفاده از سیستم های تولید همزمان آماده و از قبل طراحی شده (Packaged) امکان پذیر می باشد.استفاده از این واحدها ارزانتر از حالتی است که در آن طراحی از ابتدا صورت گرفته باشد.

مزایای سیستم های تولید مشترک برق و حرارت (CHP)

۱- افزایش بازده انرژی

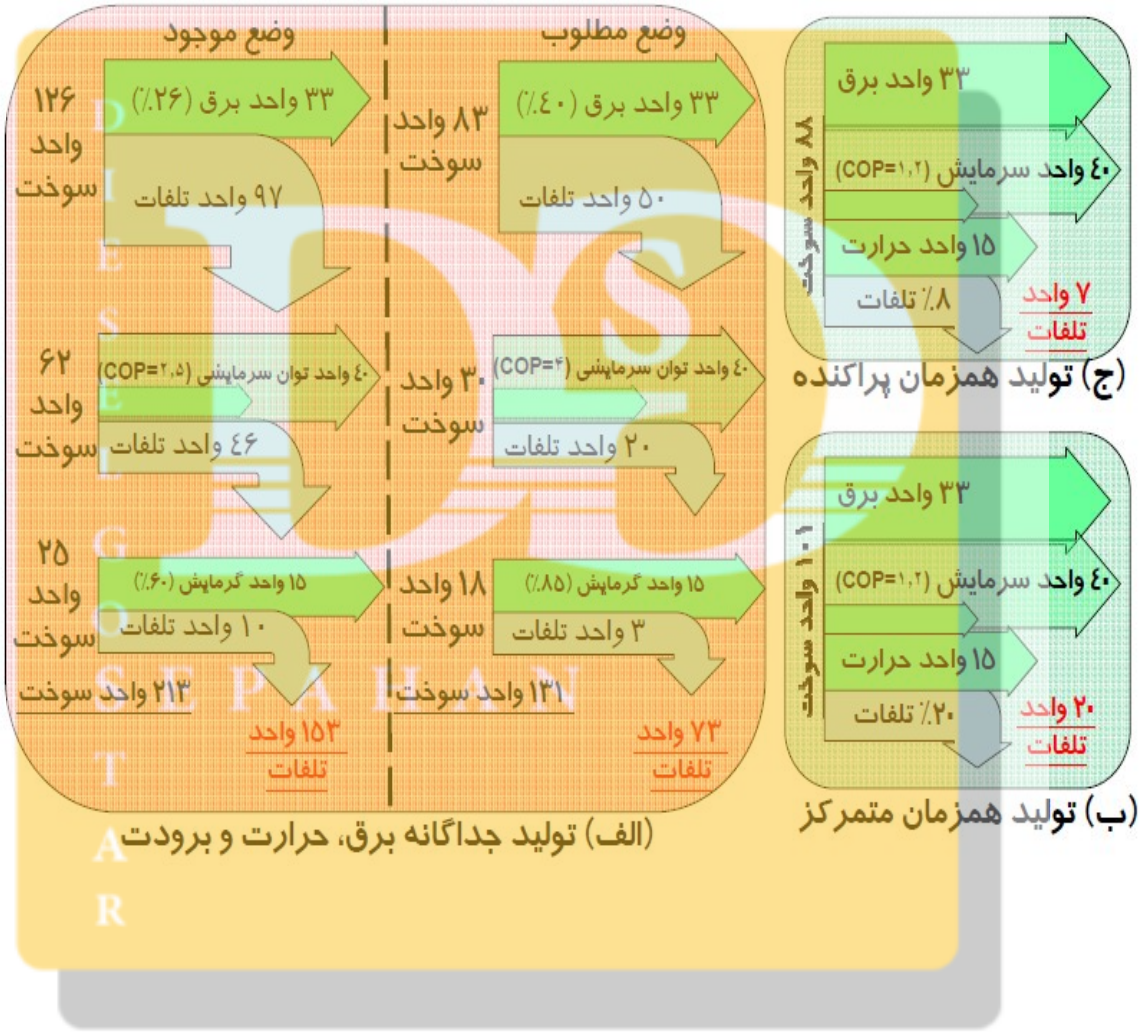
در سیستم های CHP بازده انرژی به طور قابل ملاحظه ای افزایش می یابد. در سیستم های متداول امروزی معمولاً از کل انرژی ورودی به سیستم تنها یک پنجم، معادل ۲۰٪ به انرژی مفید تبدیل می شود. البته بازده ترمودینامیکی نیروگاه های سیکل ترکیبی پیشرفته تا حدود زیادی افزایش یافته و به ۴۰ تا ۵۰٪ می رسد. با این حال تلفات زیادی در خطوط انتقال نیرو و مصارف داخلی نیروگاه ها وجود دارد که تقریباً اجتناب ناپذیر است.

ولی در سیستم های CHP حدود چهار پنجم انرژی ورودی به انرژی مفید تبدیل می شود. چنانچه از سیستم های نوظهوری مانند پیل سوختی استفاده شود بازده انرژی تا حد ۹۰٪ افزایش می یابد. بازده انرژی یکی از مهمترین مزایای CHP در کاربردهای صنعتی آن است.

۲- کاهش هزینه های تأمین انرژی اولیه برای مصرف کننده

در CHP از آنجایی که انرژی تولیدی (برق و گرما) از طریق یک سیستم واحد با ورودی سوخت معین تأمین می گردد، لذا هزینه های تأمین انرژی به طور قابل ملاحظه ای از سیستم های امروزی کمتر است. در سیستم های متداول که برق و گرما به صورت جداگانه تأمین می شوند، مصرف کننده مجبور است برق موردنیاز خود را از طریق شبکه های محلی خریداری کند و از سوی دیگر برای مصارف گرمایشی خود نیز باید گاز طبیعی یا سوختهای فسیلی دیگر را به طور جداگانه خریداری نماید. ولی در سیستم های CHP مصرف کننده از شبکه برق مستقل شده و از سوی دیگر چون از محتوای انرژی سوخت ورودی در حد بالایی استفاده می شود، لذا هزینه های مربوطه بسیار کاهش می یابد.

مزیت مولد پراکنده همزمان بر تامین جداگانه برق و حرارت



۳- تأمین انرژی الکتریسیته با کیفیت بسیار بالاتر

در سیستم های CHP معمولاً از یک Converter در خروجی ژنراتور برای تبدیل برق DC به AC استفاده می شود. خروجی این Converter بسیار یکنواخت و بدون نوسان ولتاژ یا فرکانس می باشد. از سوی دیگر مولدهای CHP دارای تکنولوژی بسیار پیشرفته تری نسبت به سیستم های متداول هستند و برق را با یکنواختی بسیار بیشتری تولید می کنند. در مولدهایی نظیر پیل سوختی کیفیت برق خروجی در حد بسیار بالاتری قرار دارد.

از این گذشته برقی که از شبکه های محلی خریداری می شود دارای نوسان ولتاژ و افت فرکانسی بسیار زیادی خصوصاً در نقاط انتهایی شبکه است که این می تواند آسیب های جدی به دستگاه ها و تجهیزات برقی وارد آورد. همچنین مقدار زیادی از انرژی الکتریسیته از طریق خطوط انتقال نیرو به هدر می رود که در سیستم های CHP چون برق در محل مصرف تولید می شود، عملاً این بخش از تلفات صفر می باشد.

۴- امکان فروش برق تولید شده اضافی به شبکه

در سیستم های CHP مصرف کنندگان قادر خواهند بود علاوه بر تأمین نیازهای الکتریسیته خود در ساعات اوج مصرف، برق تولیدی اضافی خود را به شبکه های محلی ویا سراسری بفروشند.

سیکل های بالادست و پایین دست(Bottoming Cycle & Topping Cycle).

یک سیستم CHP را می توان به دو صورت بالا دست و پایین دست تعریف کرد

در سیستم بالادست یک محرک اولیه با مصرف سوخت، قدرت لازم برای یک ژنراتور را تولید می نماید. این برق می تواند بصورت کامل در محل مصرف گردد یا اینکه به شبکه توزیع برق متصل گردد. گازهای داغ خروجی به یک دیگ بازیابی حرارت (HRB) هدایت می گردند تا بخار یا آب داغ تولید شود که به نوبه خود برای گرمایش ساختمانها یا فرآیند دیگری مورد استفاده قرار گیرد.

در سیکل پایین دست گازهای حاصل از احتراق با درجه حرارت بالا، در ابتدا بمنظور خاص (مانند ذوب فلزات) مورد استفاده قرار می گیرند و پس از آن در درجه حرارت پایین تر، بازیافت و جهت تولید توان الکتریکی استفاده می شوند.

سیستم های CHP با سیکل پایین دست کاربرد کمتری نسبت به سیستم های با سیکل بالادست دارند.

تجهیزات و مؤلفه های سیستم CHP و انواع آن

سیستم های تولید همزمان شامل چندین دستگاه عمده و بسیاری اجزاء کوچکتر می باشند. تجهیزات اصلی این سیستم ها عبارتند از:

۱- محرک های اولیه

۲- تجهیزات الکتریکی

۳- دستگاه های بازیابی حرارت و چیلرهای جذبی

محرک های اولیه (Prime Movers)

محرکهای اولیه شامل دستگاه هایی هستند که انرژی سوخت را به قدرت محور چرخنده تبدیل کرده تا ژنراتورهای برقی را به حرکت در آورند که عبارتند از: توربین های بخاری، توربین های گازی و موتورهای رفت و برگشتی.

تفاوت عمده بین محرک های اولیه در نوع سوخت مصرفی ، و در فرآیند احتراق آنها ، راندمان حرارت کلی، نوع، مقدار و درجه حرارت انرژی دفع شده می باشد. سیستم های CHP در سه دسته کلی بر اساس نوع محرک اولیه آن تقسیم بندی می شوند که هر دسته نیز زیر مجموعه هایی را در بر می گیرد.

- توربینی (توربین بخار،توربین گاز و میکروتوربین)
- پیل سوختی

- سیلندر پیستونی

در کابردهای تولید همزمان، یک پارامتر عمده برای هر یک از محرکهای اولیه، نسبت نرخ انرژی حرارتی تأمینی و توان الکتریکی خروجی می باشد. این نسبت را نسبت حرارت به توان الکتریکی نامیده که بدون بعد(KW/KW یا Btu.hr/Btu/hr) می باشد. مشخص بودن مقدار **نسبت حرارت به توان الکتریکی** در انتخاب نوع مناسب محرک اولیه برای یک کاربرد خاص مهم می باشد.

رهای پیستونی (Reciprocating Engines)

موتورهای احتراق داخلی پیستونی، یک تکنولوژی کاملاً شناخته شده و از لحاظ کاربردی بسیار گسترده هستند . انواع موتورهای احتراق داخلی در اتومبیل ها، کامیون ها، تجهیزات ساختمانی و معدنی، سیستم های پیشرانه دریایی، تولید انرژی و ... کاربرد دارند.

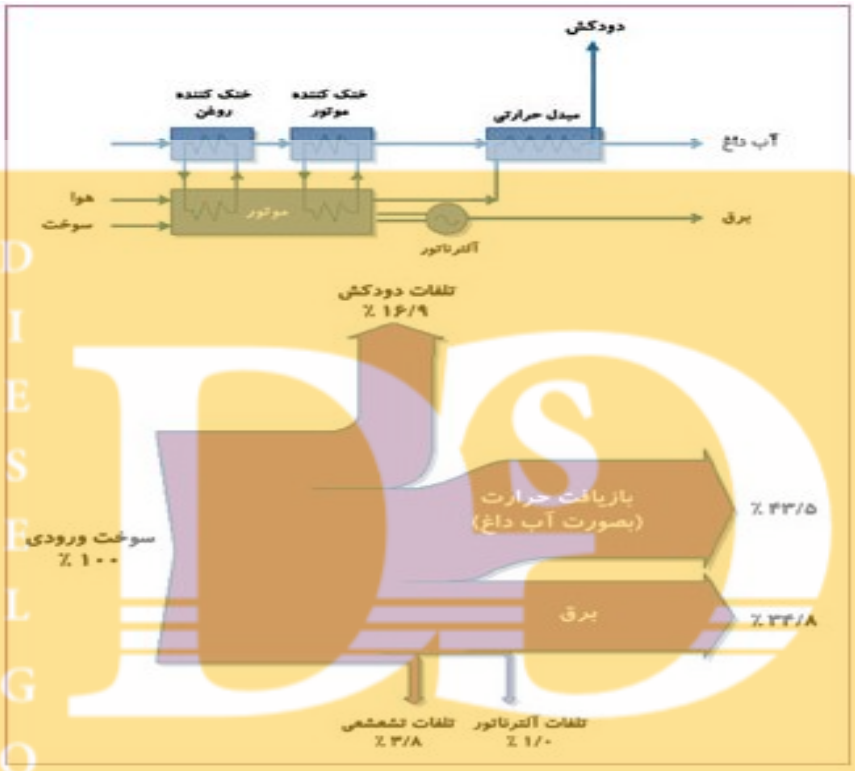
تنوعی از موتورهای صنعتی ثابت برای کاربردهای دائم کار، آماده بکار و یا اضطراری و CHP موجودند و ظرفیت آنها از کیلووات های کم تا بیش از ۵ مگاوات می باشند.

دو نوع عمده از موتورهای پیستونی موجود هستند: موتورهای جرقه ای (SI) و موتورهای کمپرسی(CI) . موتورهای جرقه ای معمول که برای تولید برق بکار می روند عمدتاً از گاز طبیعی استفاده می کنند هر چند که می توان آنها را برای استفاده از پروپان، بنزین یا گازهای دیگر طراحی نمود. موتورهای کمپرسی که معمولاً بعنوان موتور دیزل شناخته می شوند از گازوئیل یا سوخت سنگین (مازوت) استفاده می کنند و

می توان آنها را برای سوخت دو گانه (گاز طبیعی+درصد کمی گازوئیل) نیز تنظیم نمود. در حال حاضر موتورهای دیزلی بیشتر بمنظور بهره برداری محدود و اضطراری (که میزان کارکرد سالانه آنها کمتر از ۵۰۰ ساعت می باشد) بکار گرفته می شوند. در حالیکه موتورهای گازی (SI) اولین انتخاب در موتورهای دائم کار (Heavy Duty Base-load) می باشند. نسل موجود موتورهای گازسوز هزینه اولیه کمتر، راه اندازی سریعتر، قابلیت اعتماد اثبات شده بیشتر، مشخصات بهتر در تبعیت از تغییر بار و قابلیت بازیافت قابل ملاحظه حرارتی را در خود دارند. بازده الکتریکی آنها نیز از ۳۰٪ برای موتورهای کوچک (کوچکتر از ۱۰۰ کیلووات) تا ۴۰٪ برای موتورهای رقیق سوز (Lean burn) بزرگ (بیشتر از ۳ مگاوات) تغییر می کند.

حرارت بازیافتی از مایع خنک کن و نیز لوله اگزوز می تواند برای تولید بخار کم فشار و یا آب داغ مورد استفاده قرار گیرد. بازده کلی سیستم CHP برای این نوع موتورها بین ۶۵ تا ۸۵ درصد می باشد.

موتورهای گازسوز در سایز مشابه نسبت به توربین گازی از بازده الکتریکی بیشتری برخوردار هستند.



انرژی قابل مصرف و تلفات انرژی در سیستم موتور پیستونی

امروزه تکنولوژی پیشرفته کامپیوتری به کمک این موتورها آمده تا با کنترل دیجیتالی موتور نسبت به بهبود عملکرد آنها و افزایش قدرت نسبی و بازده سوخت و کاهش اثرات انتشار گازهای مضر، نسبت به حفظ محیط زیست و نیز صرفه جویی در انرژی مؤثر واقع شود. موتورهای رقیق سوز گازی پیشرفته می توانند سطح آلاینده NO_x را تا حد بسیار مطلوبی کاهش دهند.

کاربردهای موتورهای پیستونی در CHP

صرفه اقتصادی کاربرد موتورهای گازسوز در سیستم CHP با استفاده از انرژی حرارتی نهفته در اگزوز و سیستم خنک کننده آن است که بطور کلی ۶۰ تا ۷۰ درصد انرژی سوخت ورودی را در بر می گیرد.
چهار منبع برای بازیافت حرارت از موتور وجود دارد:

- گازهای خروجی (اگزوز)
- آب خنک کننده موتور
- آب خنک کننده روغن موتور
- سیستم خنک کننده هوای خروجی توربو شارژر

انرژی بازیافتی بشکل آب داغ یا بخار کم فشار (کمتر از ۳۰ psi) حاصل می شود. گازهای خروجی داغ تر
می توانند جهت تولید بخار با فشار متوسط (در حدود ۱۵۰ psi) مورد استفاده قرار گیرند.
برخی واحدهای صنعتی از حرارت گازهای خروجی مستقیماً جهت فرآیند خشک کردن استفاده می کنند. بطور کلی آب داغ و یا بخار کم فشار تولیدی برای مصارف دمای پایین، گرم کردن فضای ساختمانها، گرم کردن آب مصرفی و یا راه اندازی چیلرهای سرمایش یا تهویه مطبوع مناسب هستند.
کاربرد اولیه (اساسی)سیستم CHP با موتور پیستونی در بخش اداری، تجاری و مسکونی ، ساختمان هایی با نیاز بالا و همزمان الکتریسیته و حرارت می باشند نظیر کالج ها و دانشگاه ها، ساختمانهای مجتمع مسکونی، بیمارستانها و ... .
نمونه عملی یک سیستم با موتور گازسوز، سیستم منصوب در یک بیمارستان است که شامل چند موتور گازسوز ۲۰۰ تا ۳۰۰ کیلوواتی جمعاً به میزان یک مگاوات می باشد. سیستم برای جوابگویی به نیاز الکتریکی بیمارستان طراحی شده و حرارت بازیافتی از اگزوز و سیستم خنک کننده در حدود ۱/۶ مگاوات می باشد که صرف گرم کردن فضا و آب مصرفی شده و در تابستان نیز می تواند چیلر جذبی بیمارستان را بکار بیندازد. بازده چنین نمونه ای از ۷۰٪ تجاوز می کند.
بعنوان مثالهایی از کاربرد موتور گازسوز درسیستم CHP مشخصات و ظرفیت چند سیستم را که توسط یکی از سازندگان معتبر در اروپا نصب ودر حال بهره برداری است ذیلاً می آوریم:

- بیمارستان دانشکده پزشکی در هلند

۱۲ مگاوات برق، ۱۲ مگاوات حرارت و ۲/۶ مگاوات برودت (چیلر جذبی)

- فرودگاه باراخاس مادرید

۳۳/۶ مگاوات برق ، ۲۴ مگاوات حرارت ، و۱۸ مگاوات برودت (جذبی) و بازده ۷۴٪

- ساختمان شهرداری گیور ،مجارستان

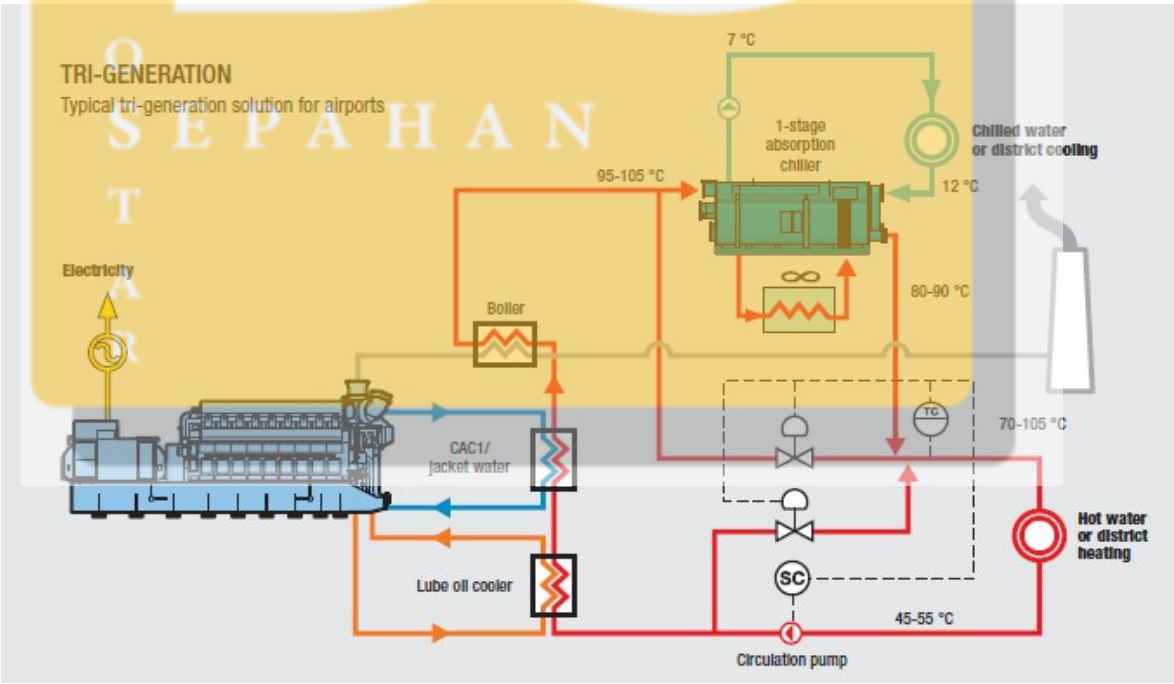
۱۹ مگاوات برق ، ۱۶/۴ مگاوات حرارت و بازده ۸۲/۹ ٪

- مولد پراکنده در رینگ کوبینگ دانمارک

۷/۹ مگاوات برق ،۹/۷ مگاوات حرارت و بازده ۹۶/۴۵ ٪

- مجتمع صنعتی در پیستیچی ایتالیا

۲۲ مگاوات برق ، ۱۷/۳ مگاوات حرارت و بازده ۷۴٪



تولید همزمان برق ، حرارت ، و برودت (CCHP) با استفاده از موتور گازسوز

بررسی فنی نیروگاه گازی CHP

جدول مقایسه پارامترهای عملکردی موتور گازسوز در سیستم CHP

ظرفیت توان بر اساس Base load	۱۰۰ کیلووات	۳۰۰ کیلووات	۸۰۰ کیلووات	۳ مگاوات	۵ مگاوات
هزینه کلی نصب *($/KW)	۲۲۱۰	۱۹۴۰	۱۶۴۰	۱۱۳۰	۱۱۳۰
نرخ حرارتی electric heat rate (Btu/KWh)	۱۲۰۰۰	۹۸۶۶	۹۷۶۰	۹۴۹۲	۸۷۵۷
بازده الکتریکی ٪	۲۸/۴	۳۴/۶	۳۵	۳۶	۳۹
سرعت موتور rpm	۱۸۰۰	۱۸۰۰	۱۸۰۰	۹۰۰	۷۲۰
نرخ سوخت ورودی MMBtu/hr	۱/۲	۴/۹۳	۹/۷۶	۲۸/۴۸	۴۳/۷۹
فشار گاز ورودی psig	< ۳	< ۳	< ۳	۴۳	۶۵
جریان خروجی (اگزوز) ۱۰۰۰ lb/hr	۱/۴	۶/۳	۱۲/۱	۴۸/۴	۶۷/۱
دمای اگزوز فارنهایت/سانتیگراد	۱۰۶۰ F ۵۷۰ c°	۹۳۹ F ۵۰۳ c°	۹۰۹ F ۴۸۷ c°	۶۸۸ F ۳۶۵ c°	۶۹۸ F ۳۷۰ c°
حرارت بازیافتی از اگزوز MMBtu/hr	۰/۲۸	۱/۰۳	۱/۸۵	۴/۹۴	۷/۰۱
حرارت بازیافتی از آب خنک کن موتور MMBtu/hr	۰/۳۳	۱/۱۳	۲/۴۵	۴/۳۷	۶/۲۸
حرارت بازیافتی از سیستم خنک کن روغن	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۱/۲۲	۱/۹۴
کل حرارت بازیافتی MMBtu/hr	۰/۶۱	۲/۱۶	۴/۳۰	۱۰/۵۳	۱۵/۲۳
کل حرارت بازیافتی KW	۱۷۹	۶۳۲	۱۲۶۰	۳۰۸۴	۴۴۶۳
شکل حرارت بازیافتی	آب داغ	آب داغ	آب داغ	آب داغ	آب داغ
بازده کل سیستم ٪	۷۹	۷۸	۷۹	۷۳	۷۴

نسبت حرارت خروجی به سوخت ورودی ٪	۵۱	۴۴	۴۴	۳۷	۳۵
نسبت قدرت به حرارت $\frac{P}{H}$	۰/۵۶	۰/۷۹	۰/۷۹	۰/۹۷	۱/۱۲
شدت حرارت خالص Net Heat Btu/KWh rate	۴۳۸۳	۴۴۷۰	۴۳۸۵	۵۱۰۷	۴۹۵۰
بازده الکتریکی مؤثر	۰/۷۸	۰/۷۶	۰/۷۸	۰/۶۷	۰/۶۹

Reference: Catalog of CHP Technologies ,EPA, Dec.2008

(*) ارقام مربوط به هزینه بر اساس نرخهای سال ۲۰۰۷ وشامل کلیه مواد ،ابنیه وتجهیزات ازجمله جایگاه نصب ، موتور، تأسیسات بازیافت حرارت ، وهزینه های مربوط به انشعاب گاز و اتصال آن و همچنین دستمزد ها در آمریکا می باشد. هزینه متعارف خرید مولد در ایران بدون تجهیزات بازیافت حرارت برای ظرفیتهای ۵۰۰ کیلووات تا ۲ مگاوات بین ۴۲۰ تا ۵۰۰ یورو بازای هر کیلووات می باشد.

تأثیرات محیط بر عملکرد موتور

عملکرد موتورهای پیستونی عموماً بر اساس شرایط ISO در $77^{\circ F}$ ($25^{\circ c}$) و فشار یک بار (۰/۹۸۷ اتمسفر) تعریف می شود. توان خروجی و بازده موتور با افزایش دمای محیط و ارتفاع از سطح دریا کاهش می یابد. بازده موتورهای پیستونی بازای هر ۱۰۰۰ فوت بالاتر از سطح دریا و ده درجه فارنهایت بیشتر از دمای تعریف شده ۴ درصد کاهش می یابد.

در دو صفحه بعدی خلاصه ای از مزایا ومعایب ،مشخصه های کارکردی ،هزینه های نصب وبهره برداری وسایر اطلاعات کاربردی انواع مختلف سیستم های CHP در دو جدول مجزا مقایسه وارائه گردیده است.

بررسی فنی نیروگاه گازی CHP

جدول مقایسه مزایا ومعایب انواع مختلف سیستم های CHP

نوع سیستم	توان تولیدی	مزایا	معایب
توربین گاز	۵۰۰ کیلووات تا ۲۵۰ مگاوات	- قابلیت اعتماد بالا - انتشار گاز های آلاینده کم - حرارت بازیافتی با کیفیت بالا - نیاز به سیستم خنک کاری ندارد	- نیاز به گاز با فشار بالا دارد. - بازده ضعیف در بارهای کم - کاهش راندمان در اثر افزایش دمای محیط
میکروتوربین	۳۰ کیلووات تا ۲۵۰ کیلووات	- تعداد کم قطعات متحرک - سایز کم حجم و سبک - انتشار گاز کم (Low Emission) - نیاز به سیستم خنک کاری ندارد	- هزینه بالا - بازده مکانیکی نسبتاً کم - محدودیت تولید همزمان در دماهای پایین تر دارد (Cogeneration)
موتورهای جرقه ای SI	تا ۵ مگاوات	- قابلیت انعطاف در ثبات راندمان در بارهای کمتر - راه اندازی سریع - هزینه سرمایه گذاری نسبتاً کم - قابلیت کاربری در موقعیت های منفرد - تابعیت از تغییر بار بسیار خوب - قابلیت تهیه در محل و با پرسنل معمولی - قابلیت کار با فشار کم گاز	- هزینه بالای نگهداری - محدودیت تولید همزمان در دماهای پایینتر دارد - میزان نسبتاً بالای انتشار گاز - نیاز به خنک کاری دارد - شدت صدا (noise) در فرکانس های پایین زیاد است
موتورهای کمپرسی CI پرسرعت	تا ۴ مگاوات		
موتور های کمپرسی CI کم سرعت	۴ تا ۷۵ مگاوات		
توربین بخار	۵۰ کیلووات تا ۲۵۰ مگاوات	- بازده کلی نسبتاً بالا - هرگونه سوختی قابل استفاده است - قابلیت پاسخگویی بیش از یک واحد - عمر نسبتاً طولانی و قابلیت اعتماد بالا - نسبت $\frac{H}{P}$ می تواند تغییر کند	-راه اندازی کند -نسبت $\frac{H}{P}$ پایین
پیل سوختی	۵ کیلووات تا ۲ مگاوات	- انتشار گاز و سر و صدای کم - بازده بالا در بارهای متفاوت - طراحی استاندارد شده	-هزینه بالا -عمر نسبتاً کم و چگالی کم انرژی قابل ارائه -نیاز به فرآوری سوخت ها مگر آنکه هیدروژن خالص بکار رود

جدول : مقایسه هزینه های نصب و بهره برداری و مشخصه های کاری سیستم های مختلف CHP

سیستم / فاکتور مورد ارزیابی	توربین بخار	موتورهای پیستونی	توربین گاز	میکروتوربین	پیل سوختی
راندمان مکانیکی (HHV)	۱۵ تا ۳۸درصد	۲۲ تا ۴۰ درصد	۲۲ تا ۳۶ درصد	۱۸ تا ۲۷ درصد	۳۰ تا ۶۳ درصد
راندمان کلی (HHV)	۸۰ درصد	۷۰ تا ۸۰ درصد	۷۰ تا ۷۵ درصد	۶۵ تا ۷۵ درصد	۵۵ تا ۸۰ درصد
راندمان مؤثر الکتریکی	۷۵ درصد	۷۰-۸۰ درصد	۵۰ تا ۷۰ درصد	۵۰ تا ۷۰ درصد	۵۵ تا ۸۰ درصد
ظرفیتهای متداول (مگاوات)	۰/۵ تا ۲۵۰MW	۱۰۰KW-۵MW	۰/۵ تا ۲ مگاوات	۴۰۰ تا ۷۰۰کیلووات	۱ تا ۲ مگاوات
نسبت قدرت به حرارت معمول	۰/۱ تا ۰/۳	۰/۵ تا ۱	۰/۵ تا ۲	۰/۴ تا ۰/۷	۱ تا ۲
انعطاف پذیری در بارهای کم	نرمال	نرمال	ضعیف	نرمال	خوب
هزینه نصب CHP (دلار/کیلووات)	۴۳۰-۱۱۰۰ (*)	۱۱۰۰-۲۲۰۰	۹۷۰-۱۳۰۰ (۵ تا ۴۰ مگاوات)	۲۴۰۰-۳۰۰۰	۵۰۰۰-۶۵۰۰
هزینه بهره برداری و نگهداری O&M	کمتر از ۰/۰۰۵	۰/۰۰۹ تا ۰/۰۲۲	۰/۰۰۴ تا ۰/۰۱۱	۰/۰۱۲ تا ۰/۰۲۵	۰/۰۳۲ تا ۳۸٪
قابلیت دسترسی	تقریباً ۱۰۰٪	۹۲ تا ۹۷ درصد	۹۰ تا ۹۸ درصد	۹۰ تا ۹۸ درصد	بیش از ۹۵٪
دوره تعمیرات (ساعت کارکرد)	بیش از ۵۰۰۰۰	۲۵ تا ۵۰ هزار ساعت	۲۵ تا ۵۰ هزار	۲۰ تا ۴۰ هزار	۳۲ تا ۶۴ هزار
زمان راه اندازی	یکساعت تا یکروز	ده ثانیه	۱۰ دقیقه تا یکساعت	۶۰ ثانیه	۳ ساعت تا دو روز
فشار گاز(سوخت) موردنیاز	نیاز ندارد	۱-۴۵ psig	۱۰۰-۵۰۰Psi	۵۰-۸۰Psi	۰/۵-۴۵psi
نوع سوخت	همه نوع	گازطبیعی-پروپان-بیوگاز-لندفیل	گازطبیعی-پروپان-بیوگاز-نفت	گازطبیعی-پروپان-بیوگاز-نفت	گازطبیعی-پروپان-هیدروژن-متانول
سطح صدا (noise)	زیاد	زیاد	متوسط	متوسط	کم
کاربرد حرارت بازیافتی	بخار پرفشارو کم فشار	آب داغ- بخار کم فشار	حرارت-آب داغ-بخارپروکم فشار	حرارت-آب داغ-بخار کم فشار	آب داغ-بخار کم فشار و پرفشار

بررسی فنی نیروگاه گازی CHP

چگالی توان (KW/m^2)	بیش از ۱۰۰	۳۵ تا ۵۰	۲۰ تا ۵۰۰	۵-۷۰	۵ تا ۲۰
انتشار گازهای مضر NO_x lb/MMBtu	برای گاز ۰/۱ تا ۰/۲ برای چوب ۰/۲تا۰/۵ زغال سنگ۰/۳تا۱/۲	۰/۰۱۳ سوخت غلیظ با کانالیت ۳ راهه ۰/۱۷ سوخت رقیق	۰/۰۳۶ تا ۰/۰۵	۰/۰۱۵ تا ۰/۰۳۶	۰/۰۰۲۵ تا ۰/۰۰۴۰
lb/MWh total	گاز ۰/۴-۰/۸ چوب ۰/۹-۱/۴ زغال سنگ۱/۲-۵	۰/۰۶ سوخت غلیظ ۰/۸ سوخت رقیق	۰/۱۷-۰/۲۵	۰/۰۸-۰/۲	۰/۰۱۱-۰/۰۱۶

(*) هزینه نصب دیگ بخار در این محاسبه منظور نشده است.

ارقام مربوط به هزینه نصب بر اساس نرخهای سال ۲۰۰۷ وشامل کلیه مواد ،ابنیه وتجهیزات ازجمله جایگاه نصب ، موتور، تأسیسات بازیافت حرارت ، وهزینه های مربوط به انشعاب گاز و اتصال آن و همچنین دستمزد ها در آمریکا می باشد.

Reference: Catalog of CHP Technologies ,EPA, Dec.2008

DIESEL GENERATOR SEPAHAN

بازیافت حرارت

سابقهٔ تاریخی

اولین سابقه تاریخی استفاده از گرمایش مرکزی به قرنهای سوم و چهارم پیش از میلاد باز می گردد. در آن زمان امپراتوریهای یونان و روم که از نظر فن آوری پیشرفته بودند، برای اولین بار آب گرم خروجی از لایه های آهکی را با حفر کانال به حما مهای عمومی، ورزشگاه، قصرها و قلعه های نظامی منتقل نمودند. در سال ۱۸۸۸ اولین تولید کننده همزمان برق و حرارت در آلمان شروع بکار نمود. در این سال در شهر هامبورگ از حرارت حاصل از تولید برق بمنظور تأمین حرارت تالار شهر (City Hall) استفاده شد. هم اکنون در بسیاری از نقاط جهان از سیستم های تولید همزمان استفاده میشود. جدول (۱) لیست ۱۰ کشور جهان و درصد تأمین حرارت بوسیلهٔ سیستم های تولید همزمان به نسبت کل حرارت مصرفی در این کشورها را نشان می دهد.

جدول 1- اطلاعات مربوط به 10 کشور استفاده کننده عمده سیستمهای تولید همزمان

نام کشور	درصد حرارت تأمین شده به روش متمرکز به کل تقاضای حرارت	سهم CHP	طول خطوط انتقال آب گرم (km)
ایسلند	٪85	---	---
روسیه	٪70	---	---
لهستان	٪52	---	16392
فنلاند	٪50	٪36	23900
دانمارک	٪50	٪62	23900
سوئد	٪42	٪6	11180
جمهوری چک	٪22	---	2501
اطریش	٪14	٪25	2646
آلمان	٪12	٪8	174969
کره	٪4	٪25	2646

خصوصیات گرمایش ناحیه ای

به طور کلی میتوان خصوصیات یک سیستم گرمایش ناحیه ای را در ۶ گروه اصلی دسته بندی نمود:

۱- ارتقاء کارآیی انرژی

در واحدهای تولید همزمان برق و حرارت، تلفات به حداقل می رسد. بازده کلی این واحدها بین ۸۰ تا ۹۰ درصد خواهد بود، این در حالی است که در یک نیروگاه متداول بازده حرارتی بین ۴۰ تا ۵۰ درصد است. شکل(۲) مقایسه یک نمونه نیروگاه حرارتی معمول و یک واحد CHP و تلفات آنها را نشان می دهد.

۲- تأمین حرارت مطمئن و انعطاف پذیری

با توجه به اینکه واحدهای تولید همزمان از حرارت تولیدی نیروگاهها استفاده می کنند، تولید انرژی حرارتی در آنها بدون وقفه انجام میشود. همچنین میزان تولید برق و حرارت، با توجه به تقاضای آنها قابل تغییر است.

۳- محیط زیست

راندمان بالای واحدهای تولید همزمان، این واحدها را بعنوان راه حلی قابل قبول برای تبدیل انرژی مطرح نموده است. همچنین بازدهی بالای این واحدها، باعث میشود تولید دی اکسید کربن وسایر آلاینده ها نظیر ترکیبات گوگردی و اکسیدهای نیتروژن کاهش یابد. از سوی دیگر در کشورهایی که قوانین

سخت گیرانه زیست محیطی در آنها اعمال میشود با کاهش تعداد واحدهای تبدیل سوخت به حرارت مفید، کنترل واحدهای تولید آلاینده راحت تر انجام خواهد پذیرفت.

۴- هزینه های کمتر

در توجیه پذیری واحدهای CHP باید محدودیتهای مالی را بدقت لحاظ نمود. لازمست در هر ناحیه انرژیهای رقیب با واحدهای تولید همزمان مقایسه و تصمیم گیری بدقت انجام پذیرد. معمولاً واحدهای تولید همزمان به

سرمایه گذاری بیشتری نسبت به سیستم های معمول تبدیل انرژی نیاز دارند. ولی باید دقت داشت که میزان مصرف انرژی در آنها بسیار پایینتر است: بعبارت دیگر، هزینه های متوسط تبدیل یک واحد انرژی در واحدهای CHP پایین تر از سایر روشهاست.

۵- کاهش فضای اشغال شده در ساختمانها

با استفاده از واحدهای تولید همزمان، تجهیزات نصب شده در تأسیسات گرمایشی ساختمانها کاهش می یابد، به همین دلیل فضای بیشتری در ساختمانها قابل استفاده خواهد بود.

۶- هزینه های پایین تر تعمیرات و نگهداری

با توجه به اینکه برای استفاده از حرارت تولیدی در یک واحد تولید همزمان، تجهیزات کمتری در هر ساختمان مورد نیاز است، هزینه های تعمیرات و نگهداری تجهیزات نیز کمتر خواهد شد.

- **سیستم توزیع و انتقال حرارت**

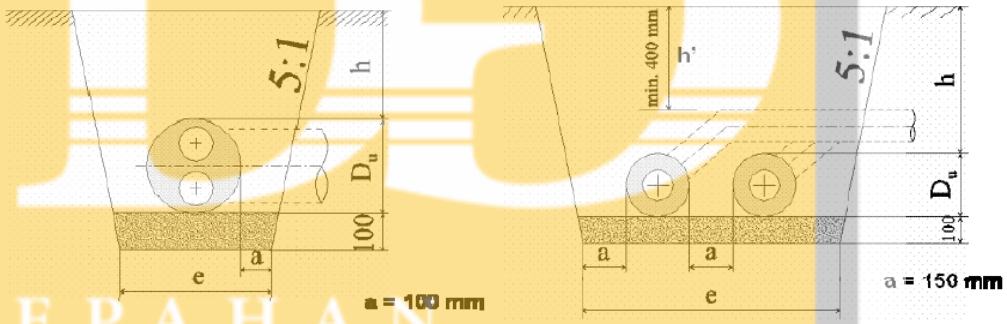
مشخصات لوله های انتقال آب گرم یا بخار به مصرف کننده ها یکی از مهمترین بخش های سیستم تولید همزمان برق و حرارت می‌باشد. استفاده از غلاف های پلی اتیلنی و فوم پلی اورتان که دور لوله های استیل پوشانده می‌شود معمولی ترین نوع لوله های انتقال می‌باشد که در گرمایش مرکزی بکار می‌روند.

همان طور که در شکل سمت راست مشاهده می‌گردد، استفاده از دو لوله تک مسیره یکی برای جریان آب رفت و دیگری برای جریان آب برگشتی از مصرف کننده ها یکی از روشهای استاندارد برای سیستم گرمایش مرکزی می‌باشد.

استفاده از یک لوله دو مسیره که در غلافی از پلی اتیلن می‌باشد روش دیگر برای لوله انتقال مـی‌باشـد که در شکل ۳-۲۸ در سمت چپ نشان داده شده است.

روش اول یعنی استفاده از لوله های تک مسیره ارزان قیمت تر بوده اما میزان خاکبرداری بیشتری نیـاز داشته و همچنین در مکانهایی که با محدودیت حفر کانال روبرو هستیم با مشکل روبرو می‌باشد.

عمق قرار گرفتن لوله های تک مسیره ۰/۶ متر در زیر زمین بوده ولـی لولـه هـای دو مسـیره در عمـق ۰/۴۵متر از سطح زمین قرار می‌گیرد.



نحوه قرار گرفتن لوله های انتقال در سیستم تولید همزمان برق و حرارت

افت ها در خطوط انتقال شامل افت فشار و دمای سیال انتقالی در لوله ها می باشد که برای محاسبه آن ابتدا براساس فشار، دما و دبی کل بخار خروجی از دیگ بازیاب و با در نظر گرفتن سرعت های مجاز آب

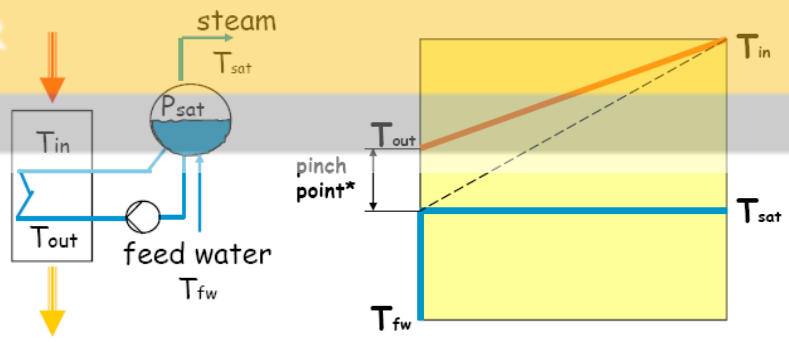
و بخار ، قطر و ضخامت لوله انتقال را تعیین نموده، سپس افت فشار و افت دمای مسیر انتقال محاسبه می گردد .

قطر لوله انتقال تابعی از $\dot{m}$ دبی سیال عبوری ، v سرعت سیال عبوری ، p حداکثر فشار کاری سیال برای لوله انتقال می‌باشد.

افت فشار سیال در لوله انتقال نیز تابعی از f ضریب اصطکاک لوله ، l و D به ترتیب طول و قطر داخلی لوله و v و p به ترتیب سرعت متوسط و جرم مخصوص متوسط سیال در لوله می باشد . افت دما در خط انتقال تابعی از R_t مقاومت عایق لوله ، R_P مقاومت لوله ، R_S مقاومت خاک ، t_f دمای سیال عبوری ، t_s حداقل دمای محیط و q تلفات حرارتی در لوله می باشند. برای پرهیز از افزایش پیچیدگی ، کلیه ملاحظات مربوط به افت فشار و افت دما به صورت ضریبی در محاسبات در نظر گرفته می‌شود.

- **میزان بخار و آب گرم تولیدی توسط موتورهای گازی**

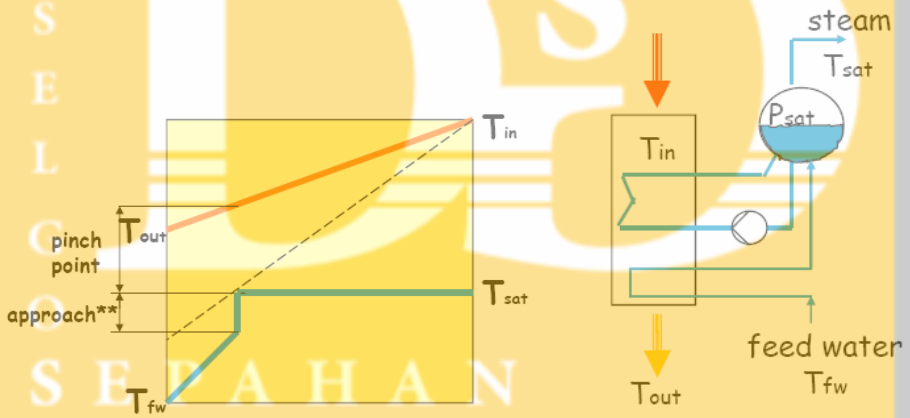
همانطور که گفته شد با عبور گازهای خروجی از بویلرهای بازیافت حرارت، می‌توان بخار یا آب داغ بدست آورد. در اشکال زیر به سادگی نحوه این تبادل حرارتی و نیز منحنی های گرما- دما برای گاز و آب نشان داده شده اند.



تبادل حرارتی در یک مولد بخار و منحنی گرما-دما برای گاز و بخار-آب

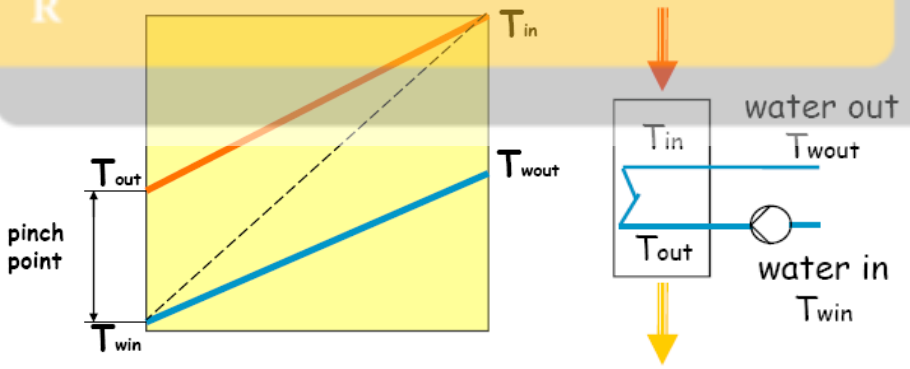
Pinch point حداقل اختلاف دما بین بخار/آب و گاز خروجی می‌باشد. مینیمم مقدار پیشنهادی برای Pinch point ، ۲۰ درجه سانتی گراد می‌باشد.

شکل زیر تبادل حرارتی در یک مولد بخار و نیز منحنی گرما- دما را وقتی آب پیش از ورود به بویلر از یک پیش گرم کن می‌گذرد نشان می‌دهد. Approach اختلاف دما بین T_{sat} و دمای آب خروجی از پیش گرم کن می‌باشد.



تبادل حرارتی در یک مولد بخار بهمراه یک پیش گرم کن و منحنی گرما-دما برای گاز و بخار-آب

شکل زیر تبادل حرارتی در یک بویلر و نیز منحنی گرما- دما را برای تولید آب داغ نشان می‌دهد.



تبادل حرارتی در یک بویلر و نیز منحنی گرما- دما

برای محاسبه نرخ تولید بخار توسط موتورهای گازی بایستی شار انرژی گرمایی ورودی به بویلر را با شار گرمایی خروجی از بویلر مساوی قرار دهیم. به بیان دیگر گازهای خروجی از موتور، انرژی گرمایی خود را در یک فشار ثابت جهت تولید بخار به آب منتقل می‌کند.

شار انرژی گرمایی ورودی به بویلر= شار انرژی گرمایی خروجی از بویلر

$$m_g \times c_g \times T_{in} + m_w \times H_{fw} = m_g \times c_g \times T_{out} + m_w \times H_s$$

$$\Rightarrow m_g \times c_g \times (T_{in} - T_{out}) = m_w \times (H_s - H_{fw})$$

که در آن:

m_g: جریان جرم گاز ورودی/خروجی بویلر (kg/h)

c_g : ظرفیت گرمایی ویژه گاز (J/kg^0C)

T_{in}: دمای گاز ورودی به بویلر (^0C)

T_{out}: دمای گاز خروجی از بویلر (^0C)

m_w: جریان جرم آب/بخار ورودی/خروجی بویلر (kg/h)

H_{fw}: انتالپی آب ورودی (J/kg)

H_s: انتالپی بخار خروجی (J/kg)

- میزان بخار و آب گرم تولیدی توسط موتورهای ۴ مگاواتی ساخت کارخانه دویتس

دمای گازهای خروجی از موتورهای مدل TCG 2032 V16 برابر ۴۷۶ درجه سانتی گراد می‌باشد و جریان جرم آن ۲۰۸۹۷ کیلوگرم بر ساعت است. ظرفیت گرمایی ویژه گاز نیز در حدود J/kg^0K k ۱/۱۲ می‌باشد.

میزان بخار تولیدی توسط این موتورها به طریق زیر محاسبه می‌شود (pinch point در حدود ۳۰ درجه سانتی گراد در نظر گرفته شده است):

DS SELGOSTAR SEPAHAN

$T_{in} = 476^{o}C$

$T_{out} = 200^{o}C$

$P = 8 \ \ bar \rightarrow H_s = 2767 \ \ kJ/kg$

$T_{fw} = 90^{o}C \rightarrow H_{fw} = 377 \ \ kJ/kg$

$c_g = 1.12 \ \ kJ/kg^{o}C$

$f_{loss} \approx 0.97$

$m_g = 20897 \ \ kg/h$

$c_g \times m_g \times (T_{in} - T_{out}) \times f_{loss} = (1.12 \times 20897 \times (476 - 200)) \times 0.97 = m_s \times (H_s - H_{fw})$

$= m_s \times (2667 - 377) \Rightarrow m_s = 2621 Kg/h = 2.62 \ \ ton/h$

چهار واحد به طور همزمان توانایی تولید ۱۰/۴۸ تن بخار در ساعت با فشار ۸ بار را دارند.

به همین ترتیب می‌توان میزان آب گرم تولیدی را حساب کرد:

$T_{in} = 476^{o}C$

$T_{out} = 50^{o}C$

$c_g = 1.12 \ \ kJ/kg^{o}k$

$m_g = 20897 \ \ kg/h$

$f_{loss} \approx 0.97$

$T_{win} = 20^{o}C \rightarrow H_{win} = 84 \ \ kJ/kg$

$T_{wout} = 90^{o}C \rightarrow H_{wout} = 377 \ \ kJ/kg$

$c_g \times m_g \times (T_{in} - T_{out}) \times f_{loss} = (1.12 \times 20897 \times (476 - 50)) \times 0.97 = m_w \times (H_{wout} - H_{win})$

$m_w = 33008 \ \ kg/h$

لذا هر یک از این موتورها توانایی تولید حدود ۳۳ مترمکعب آب ۹۰ درجه سانتی گراد در هر ساعت دارند.

در یک سیستم گرمایش ناحیه ای، آب گرم که از طریق لوله های "رفت" به مصرف کنندگان می‌رسد، گرمای خود را در مبدل های حرارتی از دست می‌دهد و لوله های "برگشت" آبی که حرارت خود را از دست داده برای گرمایش مجدد به سمت واحد تولیدی هدایت می‌کنند. دمای آب لوله های برگشت بین ۲۵ تا ۴۰ درجه سانتی گراد خواهد بود. لوله های انتقال آب گرم عمدتا از جنس فولاد که به طور

مطلوبی عایق کاری شده اند انتخاب می‌شوند. بطوریکه انرژی گرمایی تلف شده در خطوط توزیع بیشتر از ۱۰٪ کل انرژی منتقل شده نیست.

مصرف کنندگان، گرما را در موتورخانه های مرکزی دریافت می کنند که این موتورخانه ها شامل مبدل های حرارتی آب داغ به آب داغ جهت تأمین بارهای حرارتی مورد نیاز، منابع آب گرم مصرفی کویل دار جهت تأمین آب گرم مصرفی و یا چیلر جذبی جهت تأمین بارهای برودتی می‌باشند. همچنین تجهیزات دیگر نظیر پمپ های سیرکوله رفت و برگشت آب گرم مصرفی، پمپ های سیرکوله آب سرد و گرم سیستم سرمایش و گرمایش، برج های خنک کن برای چیلرها، تجهیزات کنترلی و حفاظتی و ...در نظر گرفته شود.

در موتورخانه ها بایستی ادوات لازم برای اندازه گیری گرمای مصرف شده لحاظ شوند. اندازه گیر گرما (heat meter) شامل یک سنسور اندازه گیر شدت جریان آب، یک زوج سنسور دما و یک واحد محاسباتی ساده است. سنسور جریان حجم آب گرم گردشی را اندازه می‌گیرد. سنسورهای دما، دمای آب ورودی به موتورخانه و خروجی را اندازه می‌گیرد. بر اساس اندازه گیری های سنسورهای دما و جریان، واحد محاسباتی میزان انرژی گرمایی را برحسب مگاوات ساعت محاسبه می‌کند.

شکل زیر یک نمونه اندازه گیر گرما را نشان می‌دهد.

یک نمونه اندازه گیر گرما نصب شده در موتورخانه

در طراحی شبکه توزیع آب گرم باید به محدودیتهای سرعت آب در لوله ها توجه گردد که شامل سرعت حداقل، حداکثر و اقتصادی می باشد.

سرعت حرکت آب در لوله نبایستی بسیار کم باشد چرا که این امر منجر به اتلاف انرژی گرمایی و رسوب املاح در سطح داخلی لوله می‌گردد. همچنین به منظور جلوگیری از ساییدگی سطوح داخلی لوله و وارد شدن ضربات به اتصالات و شیرآلات نباید سرعت آب در لوله ها بسیار زیاد باشد.

طبیعی است که با افزایش سرعت می‌توان قطر لوله را کاهش داد و برعکس. برای تعیین میزان بهینه این دو از منحنی هزینه های لوله و پمپ استفاده می شود که درسرعت معینی هزینه های پمپاژ و قطر به حداقل می رسد. توصیه شده است که سرعت آب در لوله در حدود ۳ متر بر ثانیه در نظر گرفته شود.

برای به دست آوردن قطر مناسب لوله بایستی دبی آب گرم مورد نیاز هر یک از صنایع معلوم باشد، با مشخص بودن دبی مورد نیاز و در نظر گرفتن سرعت اقتصادی آب می‌توان قطر لوله را به دست آورد. به عنوان مثال قطر لوله اصلی خروجی از یکی از واحدهای ۸/۷۳ مگاواتی که توانایی تولید ۶۶ متر مکعب آب در هر ساعت را دارد، با در نظر گرفتن سرعت اقتصادی آب در حدود ۸ سانتی متر بایستی انتخاب شود.

طراحی و محاسبه سیستم حرارتی ساختمان بر پایه بار حرارتی آن انجام می‌شود. بار حرارتی مقدار گرمایی است که ساختمان در روز طرح در فصل زمستان در واحد زمان (معمولا یک ساعت) از دست می‌دهد.

در سالن ها و سوله های صنعتی معمولا برای تأمین بار حرارتی در زمستان از یونیت هیتر استفاده می‌شود. یونیت هیتر از لوله های مسی پره دار موازی در یک یا چند ردیف تشکیل می‌شود که در پشت آنها یک فن پره دار قرار می‌گیرد. به یونیت هیتر دو لوله رفت و برگشت متصل می‌شود و از داخل لوله های آن می‌تواند آب گرم یا بخار عبور داده شود.

مراحل قانونی و اجرایی ایجاد یک نیروگاه گازی کوچک بصورت CHP

لازم قدم های اولیه این پروژه می‌باشند. مهم ترین راهنمای انجام مراحل راه اندازه نیروگاههای کوچک گازی دستورالعملی است که توسط وزارت نیرو تهیه گردیده و به پیوست به این گزارش ضمیمه گردیده است. این دستورالعمل ابتدا تعاریف و مفاهیم مربوط به کار را مورد شرح و بررسی قرار داده است. پس از آن ضوابط اجرایی شامل نحوه آماده سازی طرح احداث مولدهای کوچک و مراحل صدور پروانه احداث نیروگاه کوچک مطرح گردیده است. در فصل بعد این دستورالعمل حمایت های دولت از سرمایه گذار این طرح که شامل بحث سوخت و تسهیلاتیست که دولت در اختیار او قرار می‌دهد آورده شده است. در ادامه روش های عرضه برق و قراردادهای مربوط مورد بررسی قرار داده می‌شود. نمونه ای از این قراردادها به پیوست ارائه خواهد شد.

- **مشروح مراحل گردش‌کار**

در ابتدا، متقاضی با مراجعه به گروه نظارت و صدور مجوّز، اطّلاعات، مقرّرات و فرم‌های خام مربوط به تقاضای خود را دریافت می‌کند. ضمن آن که کارشناسان گروه نظارت و صدور مجوّز ملزم به ارایه‌ی اطّلاعات لازم به وی هستند. پس از مطالعه‌ی مقرّرات، متقاضی، فرم‌های درخواست را تکمیل و اسناد، مدارک و سوابق لازم را به آن پیوست و مبلغ مربوط به «بررسی درخواست» را به شماره‌ی حساب بانکی اعلام شده از طرف وزارت نیرو واریز می‌کند. (البتّه لازم به ذکر است که این مرحله هنوز عملیاتی نشده است.) پس از آن متقاضی از فرم درخواست کپی تهیه کرده و کپی فرم درخواست را به گروه نظارت و صدور مجوّز دفتر خصوصی‌سازی صنعت برق وزرات نیرو ارایه می‌کند. در این مرحله متقاضی، فرم درخواست و پیوست‌های آن، به همراه نامه‌ی پوششی مربوط را به دبیرخانه‌ی وزارت نیرو تحویل

می‌دهد و از دبیرخانه رسید دریافت می‌کند. دبیرخانه نیز ملزم به ارایه‌ی رسید ذکرشده به متقاضی است.

دبیرخانه‌ی وزارت نیرو ضمن شماره‌ی نامه‌ی پوششی، تمام مجموعه‌ای را که متقاضی به دبیرخانه تحویل داده است را به دفتر خصوصی‌سازی صنعت برق ارسال می‌کند.

پس از رسیدن مجموعه‌ی ذکرشده به دفتر خصوصی‌سازی صنعت برق و در صورت صلاحدید مدیر کلّ دفتر، ضمن اعمال دستور ایشان به رییس گروه نظارت و صدور مجوّز برای اقدام، مجموعه‌ی مذکور را به این گروه ارسال می‌شود.

رییس گروه نظارت و صدور مجوّز، ضمن بررسی اجمالی مستندات، در صورت صلاحدید، مجموعه‌ی مذکور را برای بررسی دقیق و اعلام نظر کارشناسی، به کارشناسان گروه نظارت و صدور مجوّز ارجاع می‌کند.

کارشناسان گروه نظارت و صدور مجوّز، فرم درخواست، اسناد، مدارک و سوابق مربوط به متقاضی را به دقّت بررسی و آنها را با چک لیست انتهایی فرم درخواست چک می‌کنند تا تمام اسناد و مدارک از طرف متقاضی ارایه شده باشد. اگر فرم درخواست به درستی تکمیل و تمام اسناد و مدارک ارایه شده باشد، کامل بودن درخواست و مستندات صورت کتبی به متقاضی اعلام می‌شود. در این نامه قید خواهد شد که تاریخ این نامه به عنوان «تاریخ ثبت درخواست» قلمداد می‌شود؛ ولی اگر فرم درخواست یا اسناد، مدارک و سوابق مربوط به متقاضی دارای نقص یا نواقصی باشد، باز هم این موضوع به صورت کتبی و شفاهی به متقاضی اعلام شده و متقاضی ملزم به رفع نواقص و ارایه‌ی مجدّد فرم درخواست، اسناد، مدارک و سوابق تکمیل‌شده به دبیرخانه‌ی وزارت نیرو می‌باشد.

در این مرحله، کارشناسان گروه نظارت و صدور مجوّز، مستندات ارایه‌شده، را از نظر اعتبار مجدّداً بررسی و در صورت لزوم، برای تأیید صحت و اعتبار مستندات، از مراجع دارای صلاحیّت استعلام و در

صورتی که، تمام مستندات ارایه‌شده از طرف متقاضی مورد تأیید قرار گرفت، «فرم پروانه» را تهیّه می‌کنند و «فرم پروانه»ی تهیّه شده را برای شماره شدن در سیستم اتوماسیون اداری قرار می‌دهند؛ ولی اگر مستندات ارایه‌شده از طرف متقاضی مورد تأیید و اعتبار نباشد، این موضوع به صورت کتبی و شفاهی به متقاضی اعلام خواهد شد. در صورتی که وی قادر به اصلاح و یا ارایه‌ی مستندات جایگزین باشد، ملزم به اصلاح و یا ارایه‌ی مستندات جایگزین و ارایه‌ی مجدّد اسناد، مدارک و سوابق جایگزین و اصلاح‌شده به دبیرخانه‌ی وزارت نیرو خواهد بود. ولی اگر متقاضی قادر به اصلاح و یا ارایه‌ی مستندات جایگزین نباشد، در صورت صلاحدید رییس گروه نظارت و صدور مجوّز، متقاضی، فاقد صلاحیّت لازم برای اخذ پروانه قلمداد و مراتب جهت استحضار به مدیر کلّ دفتر خصوصی‌سازی اعلام و موضوع جهت اطّلاع متقاضی، به صورت کتبی، به وی ابلاغ خواهد شد.

در مرحله‌ی بعد، «فرم پروانه»ای که در سیستم اتوماسیون اداری قرار گفته، توسّط کارشناسان دفتر وزیر یا دفتر معاون وزیر در امور برق و انرژی، شماره می‌شود. این شماره، «شماره‌ی پروانه» تلقّی خواهد شد. ضمن آن که همزمان با این مرحله، «فرم تعّهدنامه»ی مربوط به متقاضی نیز توسّط کارشناسان گروه نظارت و صدور مجوّز، تهیّه می‌شود.

پس از انجام مراحل بالا، پاراف‌های لازم بر روی «فرم پروانه»ی شماره‌دار، توسّط مدیر کلّ دفتر خصوصی‌سازی، رییس و کارشناسان گروه نظارت و صدور مجوّز، اعمال می‌شود که این به معنای تأیید کارشناسی پروانه قلمداد می‌شود.

پس از این تأیید، کارشناسان گروه نظارت و صدور مجوّز، «فرم اصلی پروانه» را تهیّه و «فرم اصلی پروانه» را به همراه مستندات لازم برای استحضار، تصویب و توشیح وزیر نیرو یا معاون وزیر در امور برق و انرژی ارسال می‌کنند.

پس از تصویب و توشیح وزیر نیرو یا معاون وزیر در امور برق و انرژی، کارشناسان آن دفاتر، «فرم اصلی پروانه»ی توشیح شده را به گروه نظارت و صدور مجوّز ارسال و کارشناسان گروه نظارت و صدور مجوّز، از «فرم اصلی پروانه»ی توشیح شده، به منظور بایگانی، کپی تهیّه می‌کنند.

همزمان با مراحل اعمال پاراف تا تهیه‌ی کپی از پروانه‌ی امضاشده، کارشناسان گروه نظارت و صدور مجوّز، «فرم تعّدنامه» و «فرم نظرخواهی» و «شماره‌ی پروانه» را برای متقاضی ارسال می‌کنند تا متقاضی نامه‌ی مربوط به دریافت پروانه (رسید دریافت پروانه) را با قید «شماره‌ی پروانه»ی خود در آن، تنظیم کند. متقاضی نیز «فرم تعّدنامه»، رسید دریافت پروانه و نامه‌ی معرّفی‌نامه را مهر، امضا، تاریخ و شماره و همچنین فرم نظرخواهی را تکمیل می‌کند. لازم به ذکر است، نامه‌ی معرّفی‌نامه، فقط در صورتی مورد نیاز است که متقاضی بخواهد شخص دیگری را برای تحویل پروانه معرّفی کند؛ سپس وی، با مراجعه‌ی حضوری به گروه نظارت و صدور مجوّز، «فرم تعّدنامه»، رسید دریافت پروانه، نامه‌ی معرّفی‌نامه و نیز فرم نظرخواهی تکمیل‌شده را به کارشناسان گروه تحویل می‌دهد. پس از بررسی مدارک ارایه شده از طرف متقاضی توسّط کارشناسان گروه نظارت و صدور مجوّز، ضمن ارایه‌ی پروانه به وی، از او خواسته می‌شود تا مفادّ پروانه را با دقّت مطالعه کند.

در مرحله‌ی آخر، پروانه به متقاضی یا نماینده‌ی وی تسلیم می‌شود و پس از آن کارشناسان گروه نظارت و صدور مجوّز، همه‌ی مستندات و اطّلاعات مربوط به متقاضی را در بانک اطلاعاتی الکترونیک و بایگانی کاغذی ثبت می‌کنند.

بررسی فنی نیروگاه گازی CHP

شماره فعّالیّت	انجام‌دهنده‌ی فعّالیّت	نحوه‌ی انجام فعّالیّت	زمان
۱	متقاضی	با مراجعه به گروه نظارت و صدور مجوّز، اطّلاعات، مقرّرات و فرم‌های خام مربوط به تقاضای خود را دریافت می‌کند.	-
۲	متقاضی	پس از مطالعه‌ی مقرّرات، فرم‌های درخواست را تکمیل و اسناد، مدارک و سوابق لازم را به آن پیوست می‌کند.	-
۳	متقاضی	مبلغ مربوط به «بررسی درخواست» را به شماره‌ی حساب بانکی اعلام شده از طرف وزارت نیرو واریز می‌کند. [این مرحله هنوز عملیاتی نشده است.]	-
۴	متقاضی	از فرم درخواست کپی تهیه می‌کند و کپی فرم درخواست را به گروه نظارت و صدور مجوّز دفتر خصوصی‌سازی صنعت برق وزارت نیرو ارایه می‌کند.	-
۵	متقاضی	فرم درخواست و پیوست‌های آن، به همراه نامه‌ی پوششی مربوط را به دبیرخانه‌ی وزارت نیرو تحویل می‌دهد و از دبیرخانه رسید دریافت می‌کند.	-
۶	دبیرخانه *	نامه‌ی پوششی را شماره و تمام مجموعه‌ای را که متقاضی به دبیرخانه تحویل داده است را به دفتر خصوصی‌سازی صنعت برق ارسال می‌کند.	۲
۷	مدیر کلّ دفتر *	در صورت صلاحدید، ضمن اعمال دستور به رییس گروه نظارت و صدور مجوّز برای اقدام، مجموعه‌ی مذکور را به این گروه ارسال می‌شود.	۲
۸	رییس گروه *	ضمن بررسی اجمالی مستندات، در صورت صلاحدید، مجموعه‌ی مذکور را برای بررسی دقیق و اعلام نظر کارشناسی، به کارشناسان گروه نظارت و صدور مجوّز ارجاع می‌کند.	۲
۹	کارشناسان گروه	فرم درخواست، اسناد، مدارک و سوابق مربوط به متقاضی را به دقّت بررسی و آنها را با چک لیست انتهایی فرم درخواست چک می‌کنند تا تمام اسناد و مدارک از طرف متقاضی ارایه شده باشد.	۳
۱۰	کارشناسان گروه	در صورتی که در فعّالیّت شماره‌ی ۹، فرم درخواست به درستی تکمیل و تمام اسناد و مدارک ارایه شده باشد، کامل بودن درخواست و مستندات صورت کتبی به متقاضی اعلام می‌کنند. در این نامه قید می‌شود که تاریخ این نامه به عنوان «تاریخ ثبت درخواست» قلمداد خواهد شد.	۲
۱۱	کارشناسان	مستندات ارایه‌شده، را از نظر اعتبار مجدّداً بررسی و در صورت لزوم، برای تأیید صحت و اعتبار	۲۰

بررسی فنی نیروگاه گازی CHP

شماره فعّالیّت	انجام‌دهنده‌ی فعّالیّت	نحوه‌ی انجام فعّالیّت	زمان
	گروه	مستندات، از مراجع دارای صلاحیّت استعلام می‌کنند.	
۱۲	کارشناسان گروه	در صورتی که در فعّالیّت شماره‌ی ۱۱، تمام مستندات ارایه‌شده از طرف متقاضی مورد تأیید قرار گرفت، «فرم پروانه» را تهیّه می‌کنند و «فرم پروانه»ی تهیّه شده را در سیستم اتوماسیون اداری قرار می‌دهند.	۱
۱۳	**دفتر وزیر** *	**«فرم پروانه»ای که در اتوماسیون قرار داده شده است را شماره می‌کنند. این شماره، «شماره‌ی پروانه» تلقّی می‌شود.**	**۱**
۱۴	کارشناسان گروه	در صورتی که در فعّالیّت شماره‌ی ۱۱، تمام مستندات ارایه‌شده از طرف متقاضی مورد تأیید قرار گرفت، «فرم تعّهدنامه»ی مربوط به متقاضی را تهیّه می‌کنند.	۱
۱۵	رییس و کارشناسان	پاراف‌های لازم را بر روی «فرم پروانه» اعمال می‌کنند.	۱
۱۶	کارشناسان گروه	«فرم اصلی پروانه» را تهیّه می‌کنند.	۱
۱۷	کارشناسان	«فرم اصلی پروانه» را به همراه مستندات لازم برای استحضار، تصویب و توشیح وزیر نیرو یا معاون وزیر در امور برق و انرژی ارسال می‌کنند.	۱
۱۸	دفتر وزیر	«فرم اصلی پروانه»ی توشیح شده را به گروه نظارت و صدور مجوّز ارسال می‌کنند.	۲
۱۹	کارشناسان	از «فرم اصلی پروانه»ی توشیح شده، به منظور بایگانی کپی تهیّه می‌کنند.	۱
۲۰	کارشناسان	«فرم تعّدنامه» و «فرم نظرخواهی» و «شماره‌ی پروانه» را برای متقاضی ارسال می‌کنند تا متقاضی نامه‌ی مربوط به دریافت پروانه (رسید دریافت پروانه) را با قید «شماره‌ی پروانه»ی خود در آن، تنظیم کند.	۱
۲۱	متقاضی	«فرم تعّهدنامه»، رسید دریافت پروانه و نامه‌ی معرّفی‌نامه را مهر، امضا، تاریخ و شماره و نیز فرم	-

DIESELGOSTAR SEPAHAN

بررسی فنی نیروگاه گازی CHP

شماره فعّالیّت	انجام‌دهنده‌ی فعّالیّت	نحوه‌ی انجام فعّالیّت	زمان
		نظرخواهی را تکمیل می‌کند. لازم به ذکر است، نامه‌ی معرّفی‌نامه، فقط در صورتی مورد نیاز است که متقاضی بخواهد شخص دیگری را برای تحویل پروانه معرّفی کند.	
۲۲	متقاضی	با مراجعه‌ی حضوری به گروه نظارت و صدور مجوّز، «فرم تعدّنامه»، رسید دریافت پروانه، نامه‌ی معرّفی‌نامه و نیز فرم نظرخواهی تکمیل‌شده را به کارشناسان گروه تحویل می‌دهد.	-
۲۳	متقاضی	مفادّ پروانه را با دقّت مطالعه می‌کند.	-
۲۴	کارشناسان	پروانه را به متقاضی یا نماینده‌ی وی تسلیم می‌کنند.	-
۲۵	کارشناسان	همه‌ی مستندات و اطلاعات مربوط به متقاضی را در بانک اطلاعاتی الکترونیک و بایگانی کاغذی ثبت می‌کنند.	۲
۲۶	کارشناسان	در صورتی که در فعّالیّت شماره‌ی ۹، فرم درخواست یا اسناد، مدارک و سوابق مربوط به متقاضی دارای نقص یا نواقصی باشد، این موضوع را به صورت کتبی و شفاهی به متقاضی اعلام می‌کنند و متقاضی ملزم به رفع نواقص و ارایه‌ی مجدّد فرم درخواست، اسناد، مدارک و سوابق تکمیل‌شده به دبیرخانه‌ی وزارت نیرو می‌باشد.	۲
۲۷	کارشناسان	در صورتی که در فعّالیّت شماره‌ی ۱۱، مستندات ارایه‌شده از طرف متقاضی مورد تأیید و اعتبار نباشد، این موضوع را به صورت کتبی و شفاهی به متقاضی اعلام می‌کنند.	۲
۲۸	رییس گروه	در صورتی که در فعّالیّت شماره‌ی ۱۱ و ۲۷، متقاضی قادر به اصلاح و یا ارایه‌ی مستندات جایگزین نباشد، در صورت صلاحدید، متقاضی را فاقد صلاحیّت لازم برای اخذ پروانه معرّفی می‌کند.	۰
۲۹	کارشناسان	موضوع عدم صلاحیّت متقاضی برای اخذ پروانه را به صورت کتبی به وی اعلام می‌کنند.	۲
۳۰	متقاضی	در صورتی که در فعّالیّت شماره‌ی ۱۱ و ۲۷، متقاضی قادر به اصلاح و یا ارایه‌ی مستندات جایگزین باشد، متقاضی ملزم به اصلاح و یا ارایه‌ی مستندات جایگزین و ارایه‌ی مجدّد اسناد، مدارک و سوابق جایگزین و اصلاح‌شده به دبیرخانه‌ی وزارت نیرو می‌باشد.	-

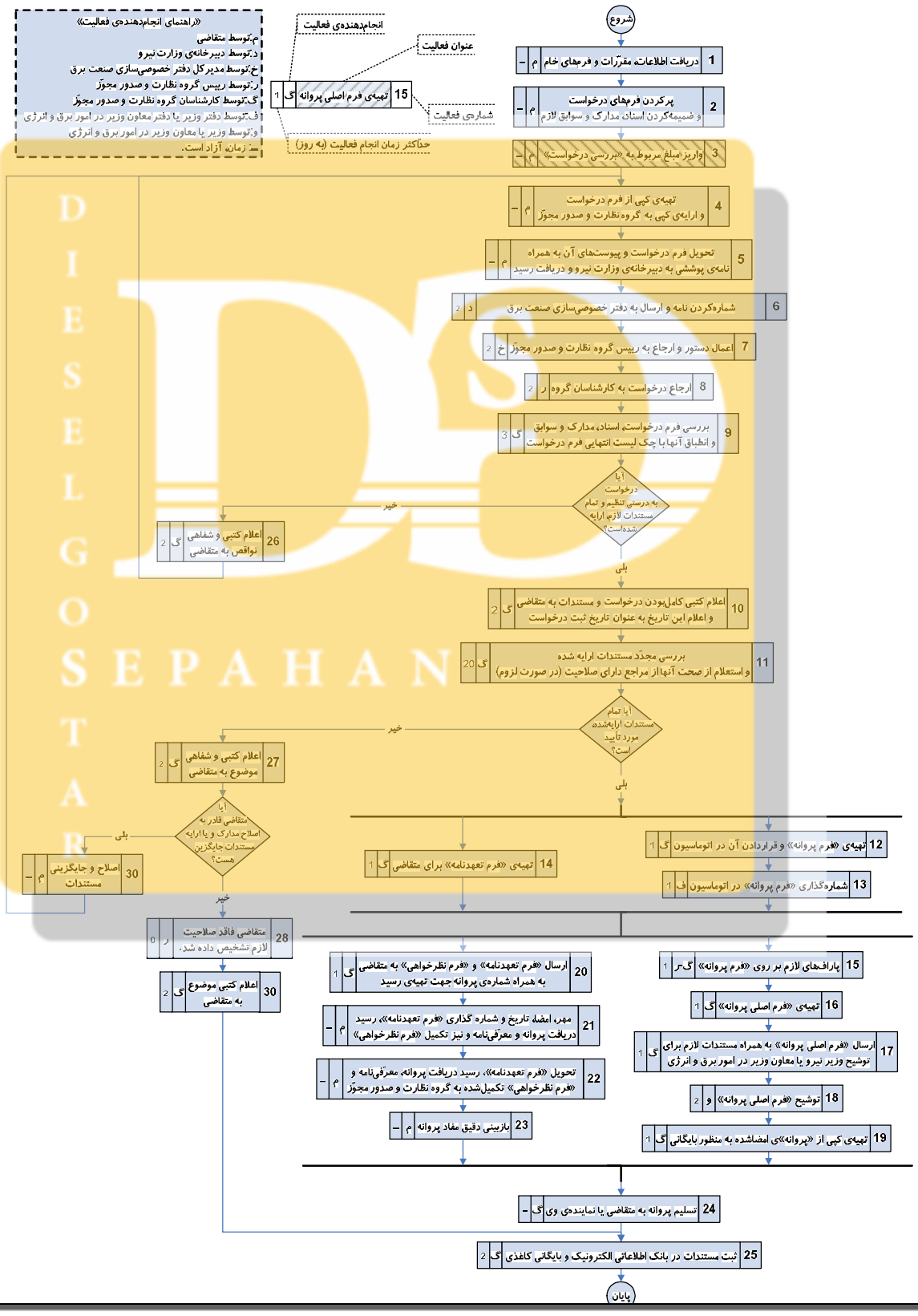
- روند انجام کارها به صورت فلوچارت

در زیر سعی شده روند مربوط به امور اداری و اخذ مجوز ها و پروانه های به صورت چارتهایی که اصلاعات آن از دستور العمل و کارشناسان وزارت نیرو استخراج شده ارائه گردد.

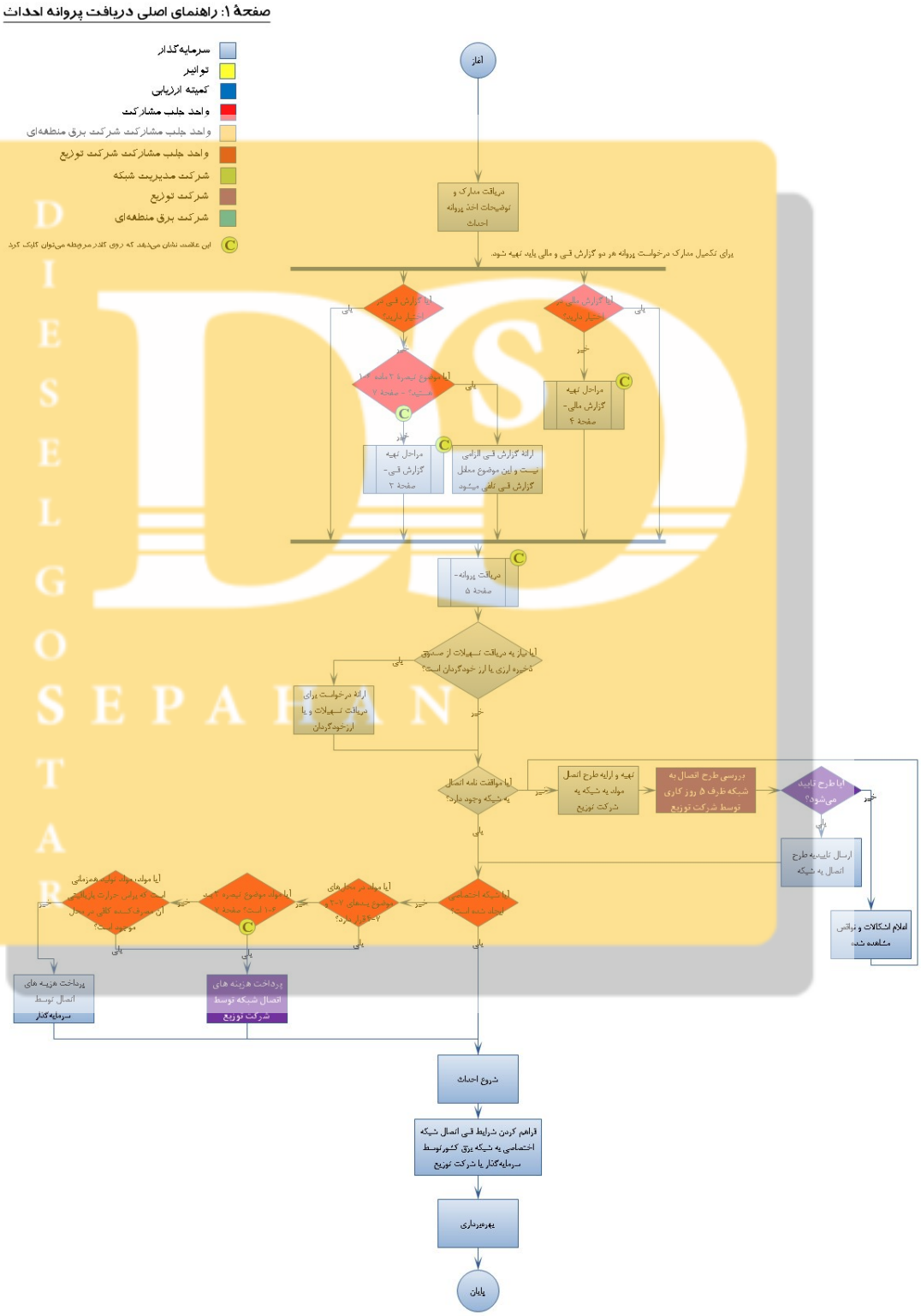
اوین چارت روند کلی کار، و چارتهای بعدی مراحل را جز به جز نشان می دهد.

DIESELGOSTAR SEPAHAN

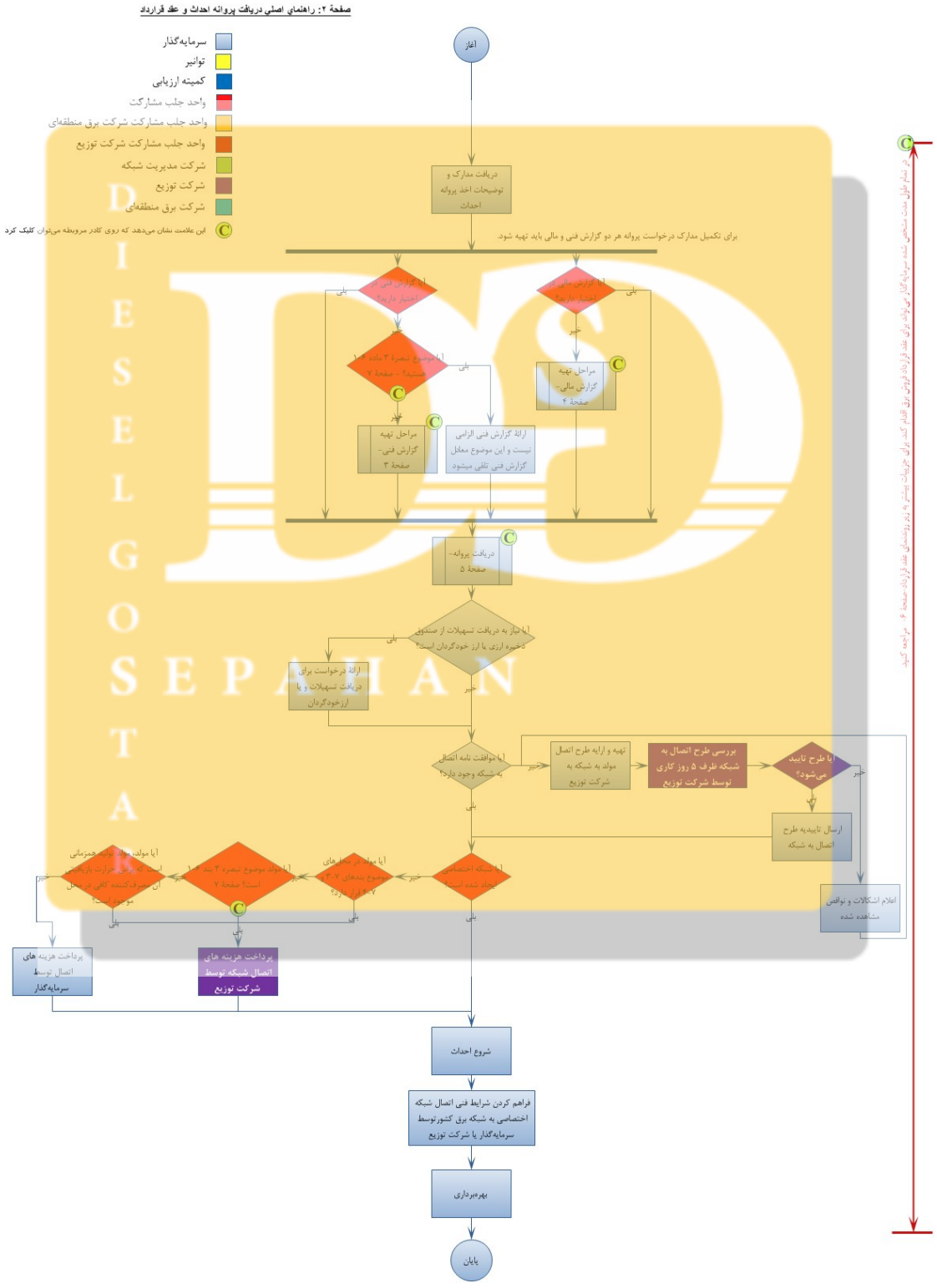
بررسی فنی نیروگاه گازی CHP



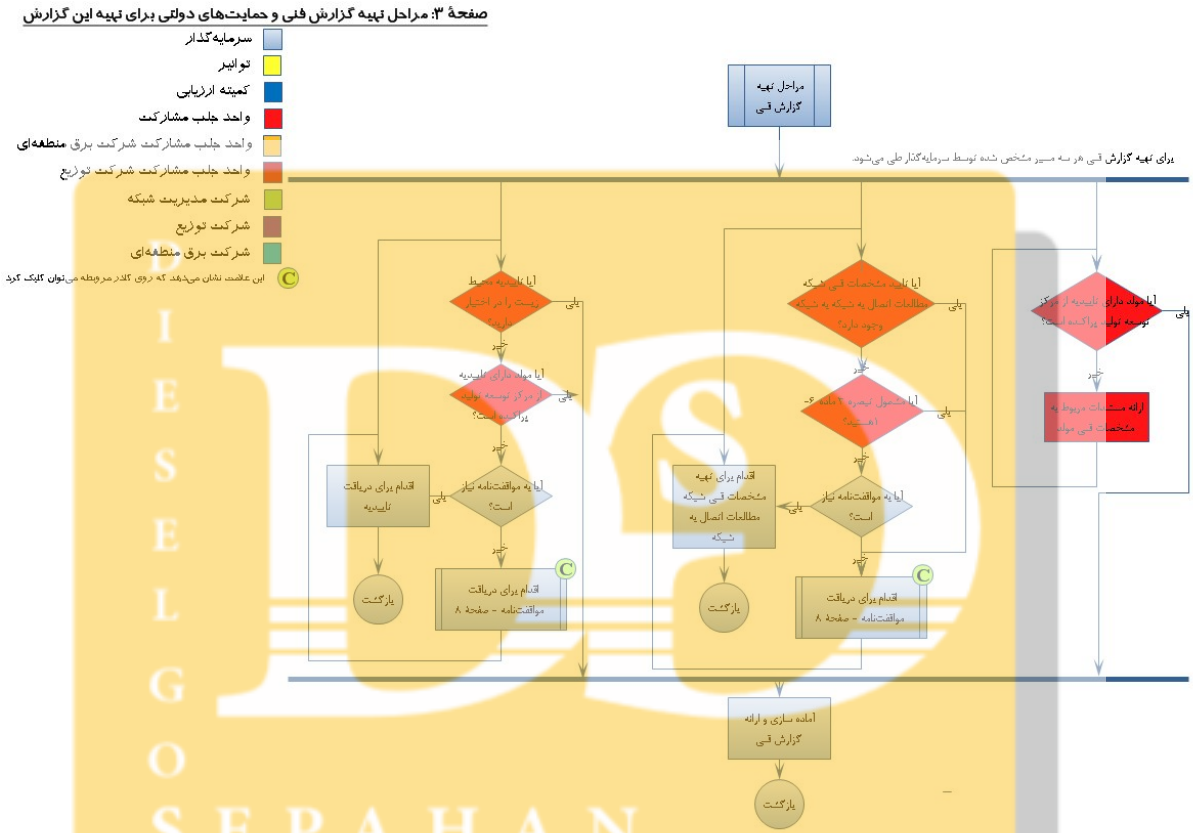
بررسی فنی نیروگاه گازی CHP



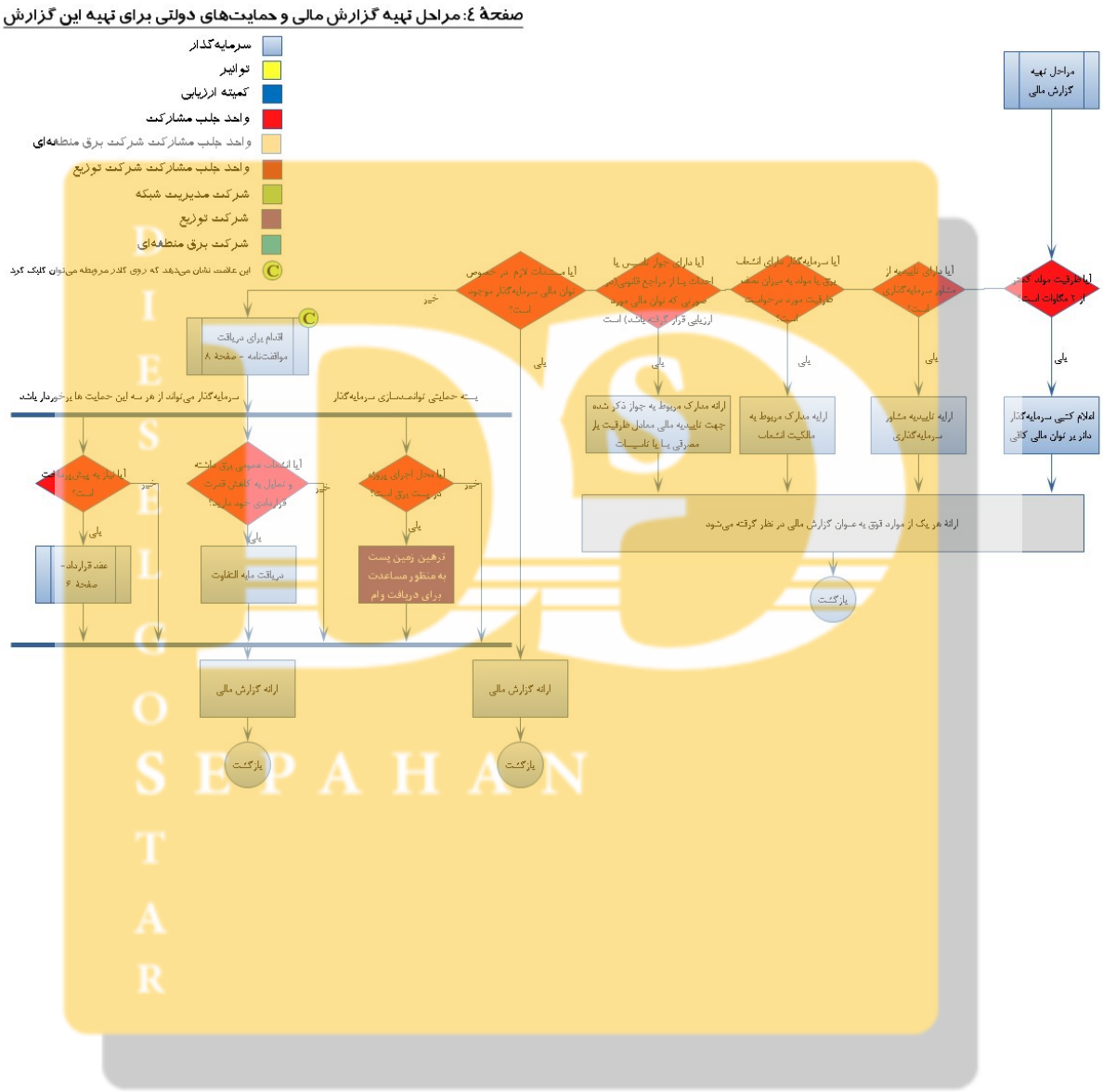
بررسی فنی نیروگاه گازی CHP



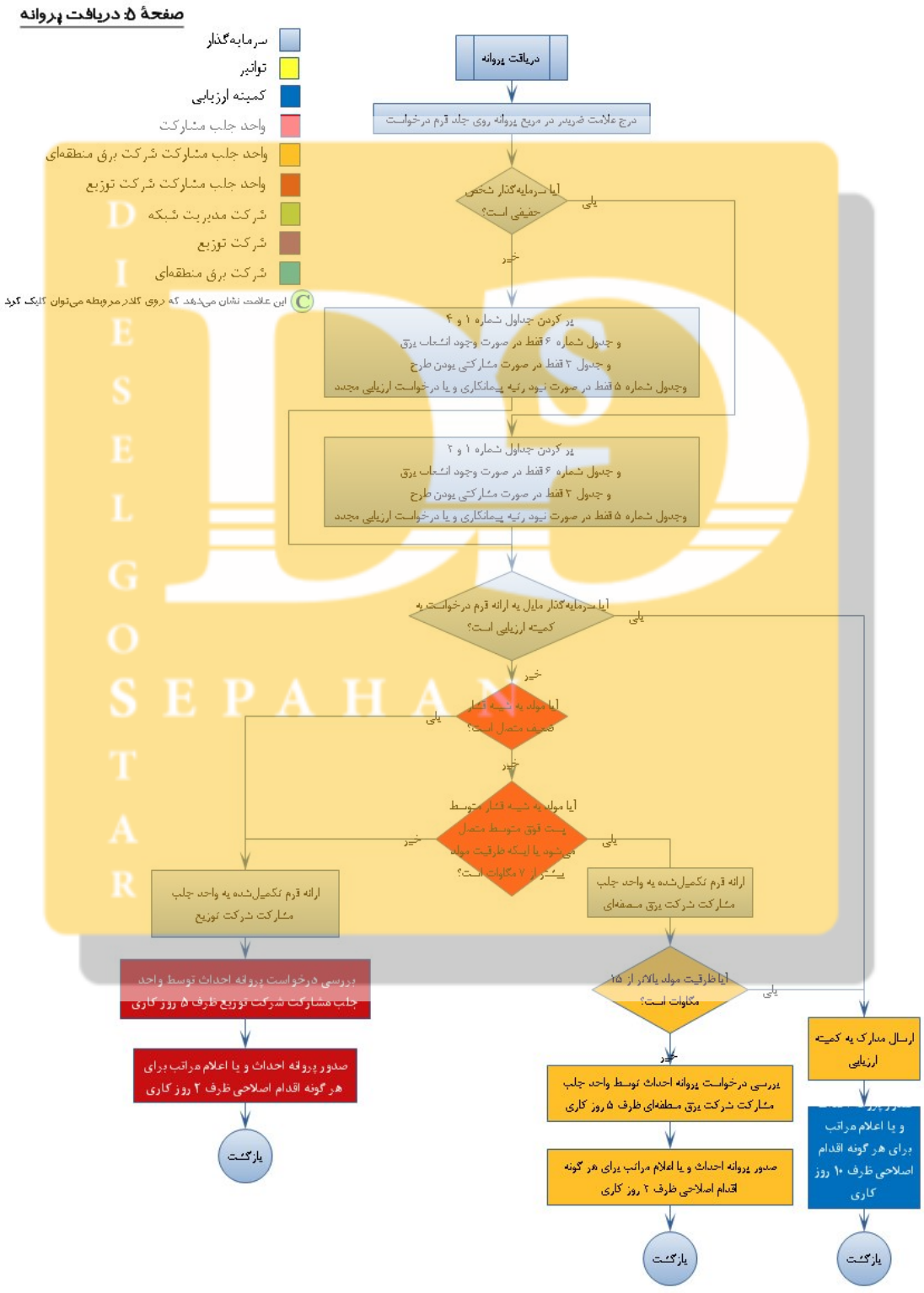
بررسی فنی نیروگاه گازی CHP



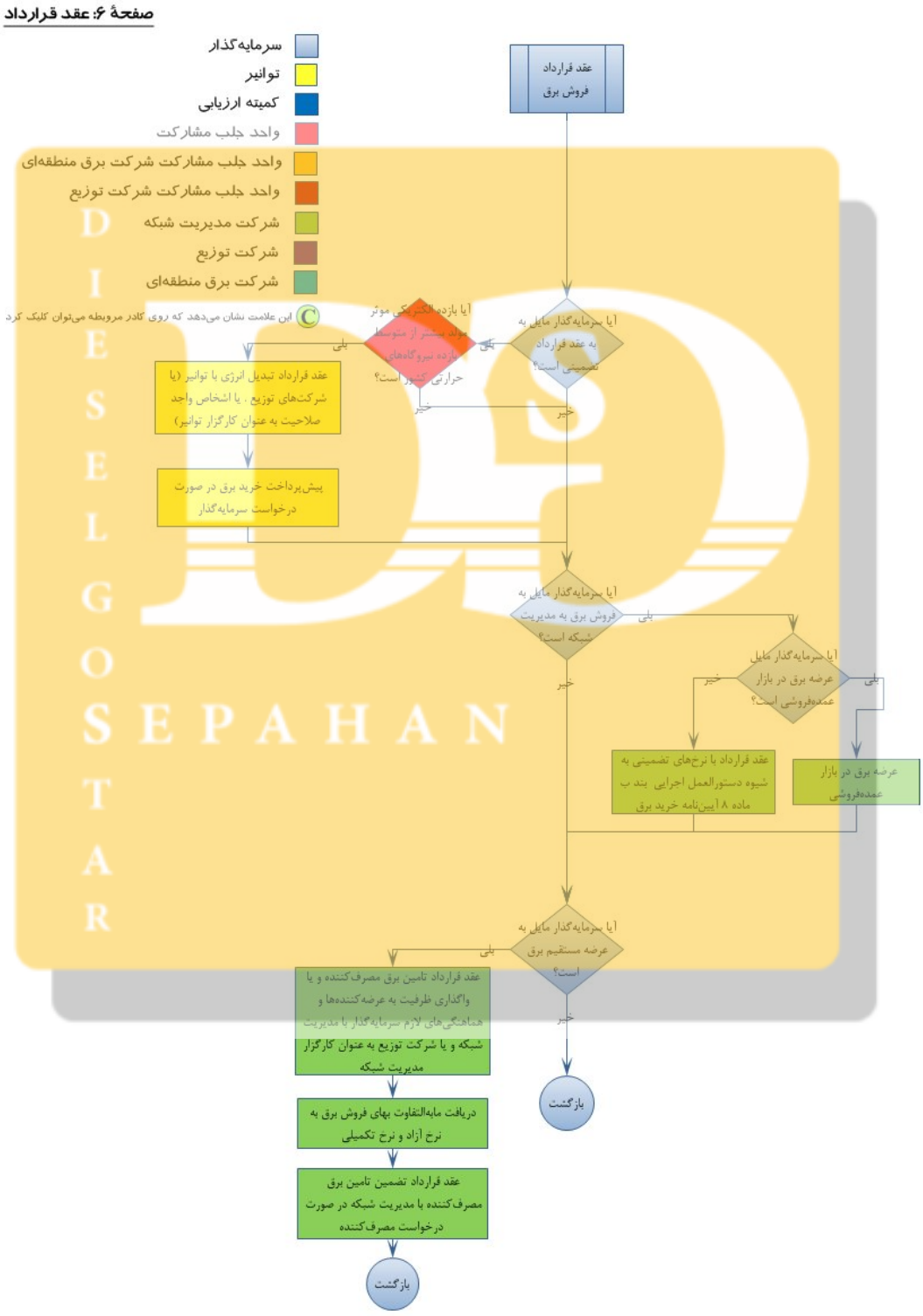
بررسی فنی نیروگاه گازی CHP

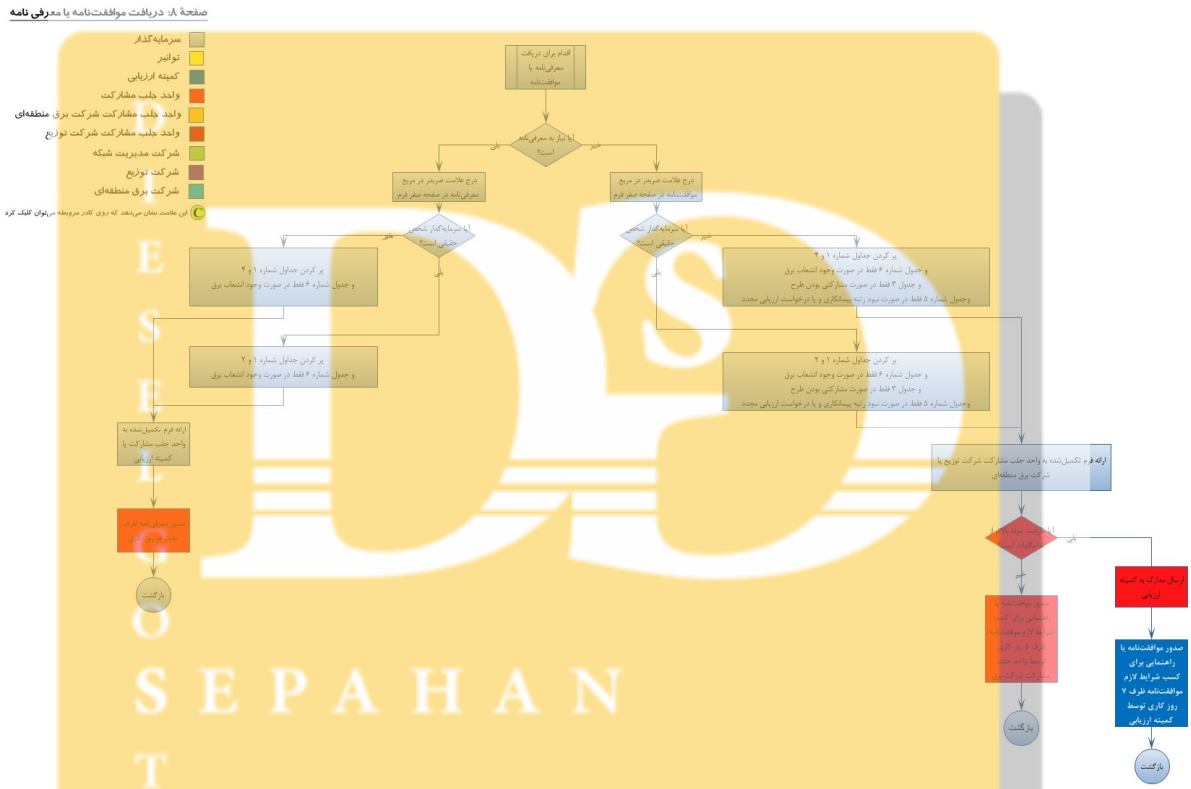


بررسی فنی نیروگاه گازی CHP



بررسی فنی نیروگاه گازی CHP




صفحهٔ ۸: دریافت موافقت‌نامه یا معرفی نامه
سرمایه‌گذار
توانیر
کمیته ارزیابی
واحد جلب مشارکت
واحد جلب مشارکت شرکت برق منطقه‌ای
واحد جلب مشارکت شرکت توزیع
شرکت مدیریت شبکه
شرکت توزیع
شرکت برق منطقه‌ای
این علامت نشان می‌دهد که روی کادر مربوطه می‌توان کلیک کرد
اقدام برای دریافت معرفی‌نامه یا موافقت‌نامه
آیا نیاز به معرفی‌نامه است؟
بلی
خیر
درج علامت ضربدر در مربع معرفی‌نامه در صفحه صفر فرم
درج علامت ضربدر در مربع موافقت‌نامه در صفحه صفر فرم
آیا سرمایه‌گذار شخص حقیقی است؟
پر کردن جداول شماره ۱ و ۴ و جدول شماره ۶ فقط در صورت وجود انتخاب برق
پر کردن جداول شماره ۱ و ۲ و جدول شماره ۶ فقط در صورت وجود انتخاب برق
پر کردن جداول شماره ۱ و ۴ و جدول شماره ۶ فقط در صورت وجود انتخاب برق و جدول شماره ۳ فقط در صورت مشارکتی بودن طرح و جدول شماره ۵ فقط در صورت نبود رتبه پیمانکاری و یا درخواست ارزیابی مجدد
پر کردن جداول شماره ۱ و ۲ و جدول شماره ۶ فقط در صورت وجود انتخاب برق و جدول شماره ۳ فقط در صورت مشارکتی بودن طرح و جدول شماره ۵ فقط در صورت نبود رتبه پیمانکاری و یا درخواست ارزیابی مجدد
ارائه فرم تکمیل‌شده به واحد جلب مشارکت شرکت توزیع یا شرکت برق منطقه‌ای
ارائه فرم تکمیل‌شده به واحد جلب مشارکت یا کمیته ارزیابی
صدور معرفی‌نامه طرف مدت ۵ روز کاری
بازگشت
ارسال مدارک به کمیته ارزیابی
صدور موافقت‌نامه یا راهنمایی برای کسب شرایط لازم موافقت‌نامه طرف ۷ روز کاری توسط کمیته ارزیابی
بازگشت

۸. حمایت‌ها و تسهیلات و قراردادها

نحوه و شرایط حمایت‌های وزارت نیرو از سرمایه‌گذاران تولید پراکنده در زمینه‌های زیر می باشد که به تفصیل در ضمایم و دستورالعمل شرح داده شده:

- در خصوص نحوه و شرایط واگذاری زمین
- تسهیلات لازم برای برقراری انشعاب آب، برق و سیستم ارتباطی
- انواع مساعدت‌های امکان‌پذیر در امر صدور مجوزات و پروانه‌های لازم
- خدمات قابل ارائه از سوی وزارت نیرو در زمینه خدمات مشاوره‌ای (فنی، حقوقی و بازرگانی و ...) و سایر خدمات قابل ارائه از سوی سازمان‌های مرتبط
- مساعدت در شناخت از شرکت‌های سازنده مولدهای DG گازسوز با توجه به پارامترهای فنی و سازگاری با شبکه برق و گاز و ...
- حمایت و پشتیبانی شرکت توزیع ذیربط در امر پشتیبانی شبکه تولید کننده

DIESELGOSTAR SEPAHAN