دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان‌نامه کارشناسی

عنوان :

مقایسه فنی-اقتصادی استفاده از شبکه و نیروگاه اختصاصی جهت تامین انرژی الکتریکی صنایع

استاد راهنما: دکتر جلیل زاده

نگارش: مهناز مرادی جز

تابستان ۸۹

مقدمه ۱

فصل اول:مزایای استفاده از تولیدات پراکنده

۱-۱مقدمه ۲

۱-۲ بررسی بازار ۲

۱-۳توجیه اقتصادی و فنی سرمایه گذاری در تولیدات پراکنده ۳

۱-۴انتشار آلاینده‌های زیست محیطی پایین ۵

فصل دوم :مقایسه اقتصادی تامین برق از طریق مولدهای موتور گازسوز با مقیاس کوچک با خرید برق از شبکه سراسری

۲-۱مقدمه ۹

۲-۲مقایسه تامین برق از طریق مولد موتور گاز سوز با خرید از شبکه سراسری ۱۰

۲-۳ نتیجه گیری ۱۸

فصل سوم:ارزیابی اقتصادی تولید برق با مولدهای دیزلی نیروگاهی

۳-۱چکیده ۲۰

۳-۲ملاحظات عمومی ۲۰

۳-۳هزینه تولید برق به‌وسیله مولدهای دیزل نیروگاهی ۲۲

۳-۴هزینه خرید برق از شبکه (وزارت نیرو) ۲۵

۳-۵مقایسه هزینه‌های تولید و خرید برق ۲۶
۳-۶هزینه‌های تولید و خرید برق در آینده و بررسی تطبیقی آنها ۲۹
۳-۷نتیجه‌گیری ۳۲
پیوست الف ۳۳
فصل چهارم: مقایسه تولید برق به وسیله میکروتوربین ها با خرید برق از شبکه سراسری
۴-۱مقدمه ۳۵
۴-۲ مفروضات ۳۵
۴-۳ قیمت گاز طبیعی ۳۷
۴-۴ بازده ۳۸
۴-۵ سیاست عمومی ۴۱
۴-۶ قابلیت اطمینان ۴۲
پیوست الف ۴۴
پیوست ب ۴۷
فصل پنجم:فناوری تولید همزمان برق و حرارت در نیرو گاه های اختصاصی
۵-۱ مقدمه ۵۱
۵-۲ مزایای تولید همزمان برق و حرارت در محل مصرف ۵۲
۵-۳ معرفی فناوری های تولید همزمان برق و حرارت ۵۶

۵-۴ توربین های گازی ۵۷
۵-۵ موتورهای پیستونی ۶۶
۵-۶ میکروتوربین ها ۷۲
۵-۷ مکان های مناسب برای نصب و اجرای تولید همزمان برق و حرارت ۷۸
۵-۸ نمونه های اجرا شده ۷۸
۵-۹ قیمت های تمام شده برق ۸۵
۵-۱۰ اجرای پروژه نمونه سیستم تولید همزمان برق و حرارت در وزارت نیرو ۹۱
پیوست یک ۹۳
نتیجه گیری ۹۶
منابع ۹۷

مقدمه

ابتدای قرن بیستم تولید قدرت الکتریکی در طفولیت خود بوده و بیشتر واحدهای صنعتی تمام قدرت الکتریکی مورد نیاز را خود تولید کرده و غالبا" قدرت تولیدی مازاد را به واحدهای همجوار نیز ارائه می کردند.

بین سالهای اولیه دهه 20 تا دهه 70 صنعت برق رشد سریعی پیدا کرد که دلیل آن افزایش دیماند قدرت الکتر یکی بود . همزمان با این رشد سریع یک کاهش عمومی در هزینه های تولید نیروی برق بوجود آمد که عمدتا" بدلیل مسائل اقتصادی ناشی از ابعاد و اندازه ها، فناوریهای کارآ 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 در امر 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 بپردازد.

تخمین های مربوط به تولید انرژی الکتریکی همزمان نشان داد که طی سالهای 1954 تا 1976تولید برق مشترک صنعتی آمریکا از 25 درصد به 9 درصد در کل تولید برق رسید.

بین سالهای 1973 و 1983 ، قیمتهای سوخت و قدرت الکتریکی 5 برابر شد . در آن زمان تمام صنایع خریدار قدرت الکتریکی، بررسی هایی را در رابطه با صرفه جویی های اقتصادی ناشی از تولید همزمان آغاز کردند.

در عصر حاضر افزایش قیمت انرژی بسیاری از مصرف کنندگان بزرگ را به تحقیق در مورد نیروگاه های اختصاصی واداشته است.در جهت ایجاد نیروگاه های اختصاصی تکنولوژی های فراوانی پیشنهاد شده است .این تکنولوژی ها شامل توربین های بادی وگازی کوچک(میکروتوربین ها)،سلول های خورشیدی،موتورهای دیزل،تولید همزمان برق و گرماو...می باشد.

فصل اول:مزایای استفاده از تولیدات پراکنده

۱-۱مقدمه

نیاز به انرژی الکتریکی در جامعه کنونی با توجه به انواع مصارف (خانگی، تجاری، صنعتی و کشاورزی) نیازی روزافزون می‌باشد که این نیاز دارای رشدی سالیانه حدود ۷٪ بطور متوسط در کشور می باشد. در چرخه انرژی الکتریکی سه بخش اساسی فعالیت می‌نمایند که عبارتند از:

بخش تولید که وظیفه تولید انرژی را بر عهده دارد که نیروگاههای برق را شامل می‌گردد.

بخش انتقال و فوق توزیع که وظیفه انتقال انرژی از مراکز تولید (نیروگاهها) به مراکز مصرف (شبکه توزیع) را بر عهده دارد.

بخش توزیع که وظیفه پخش انرژی به انواع مصارف بخصوص خانگی، تجاری و کشاورزی را بر عهده دارد.

جهت تامین انرژی نقاط مصرف می بایست انرژی الکتریکی در نیروگاهها تولید و توسط خطوط انتقال و فوق توزیع و در نهایت توزیع به نقاط مصرف رسانده شود. اما اگر جهت تامین بخشی از بار شبکه بتوانیم انرژی الکتریکی را در محل مصرف تولید کنیم، می توانیم صرفه جویی قابل توجهی را در بخش تولید، انتقال و فوق توزیع شاهد باشیم.

با توجه به هزینه بالای انتقال قدرت از نیروگاهها که عمدتا در مناطقی دور از نقاط مصرف واقع شده‌اند، امروزه توصیه می‌شود با احداث نیروگاههای مقیاس کوچک در محل مصرف، از هزینه‌های سرمایه گذاری جهت انتقال نیرو و همچنین تلفات آن در مسیر انتقال و فوق توزیع و شبکه توزیع بالادست کاسته شود.

۱-۲بررسی بازار

با توجه به رشد تقاضای انرژی برق در دهه آینده در کشور و عدم توانایی دولت در پاسخگویی به این تقاضا و نیز افزایش تدریجی حداکثر بار شبکه برق کشور و ادامه آن در سالهای آینده، نیاز به سرمایه گذاری بخش خصوصی در زمینه تولید برق بشدت احساس می شود.

نرخ رشد تقاضای برق در سالهای آینده بین ۸ تا ۹ درصد پیش بینی میشود، این موضوع سبب می گردد تا ریسک بازار برای سرمایه گذاری به حداقل ممکن کاهش یافته و بازار مصرف برق ایران به بازاری بسیار مطمئن و مستمر برای تولید کنندگان تبدیل شود.

شبکه برق ایران به شبکه های برق کشور های همجوار متصل است. اتصال به کشورهای همسایه سبب گسترش بازار برق و افزایش احتمال صدور برق تولیدی نیروگاهها به کشورهای همسایه میشود.این موضوع خود به کاهش بیشتر ریسک بازار مصرف برق در ایران کمک خواهد کرد.

ساختار سازمانی خریدار برق در ایران، ساختار دولتی است. این موضوع سبب کاهش ریسکهای درآمدی و عملیاتی میگردد.

از طرف دیگر در راستای سیاستهای کلی اصل ۴۴ قانون اساسی و مبانی قانون برنامه چهارم توسعه اقتصادی-اجتماعی و فرهنگی کشور از ابتدای مهر ماه ۱۳۸۴ مقرر گردیده است که در خواستهای تامین برق با قدرت بیش از ۲۵ مگا وات از طریق شبکه سراسری پاسخ داده نشود. لذا این موضوع وضعیت بهینه بازار تقاضا را تثبیت میکند.

۱-۳ توجیه اقتصادی و فنی سرمایه گذاری در تولیدات پراکنده

تولید پراکنده طبق تعریف عبارت است از تولید برق در محل مصرف یا در نزدیکی آن با استفاده از سیستمهای تولید برق نسبتا"کوچک که ظرفیت آنها معمولا"کمتر از ۳۰ مگاوات می‌باشد و به شبکه توزیع متصل میشوند. سابقه استفاده از تولید پراکنده به بعد از دهه ۷۰ برمیگردد .عوامل مختلفی دست به دست هم دادند و باعث بوجود آمدن مبحثی بنام «تولید پراکنده» شدند.شکلی از تولیدات پراکنده نیروگاه های اختصاصی هستند که در

آن ها مالک نیروگاه خود مصرف کننده نیز می باشد.مهمترین عواملی که سبب شد در این چند دهه توجه ویژه‌ای به تولید پراکنده شود را می‌توان به صورت زیر خلاصه نمود.

نیاز به تجدید ساختار در صنعت برق

کیفیت برق و مسائل قابلیت اطمینان

رشد اقتصاد جهانی وجمعیت

رشد سریع تکنولوژی و ظهور فناوریهای با راندمان بالا

آلودگی هوا و محیط زیست ناشی از سوزاندن سوختهای فسیلی در تکنولوژیهایی که هم راندمان پایین داشتند و هم آلودگی زیادی تولید می‌کردند.

لزوم صرفه‌جویی در مصرف انرژی با توجه به رو به زوال بودن منابع سوخت فسیلی

از سوی دیگر تولید پراکنده مزایای بالقوه‌ای دارد که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

کاهش نیاز به افزایش ظرفیت برق شبکه

احداث و بهره‌برداری بسیار آسان و سریع

تولید برق با کیفیت بالا و امکان استفاده از گرمای حاصله به صورت همزمان (CHP)

صرفه‌جویی زیاد در مصرف انرژی

کاهش تلفات و آزادسازی ظرفیت خطوط انتقال انرژی

بهبود پروفیل ولتاژ

پیک سایی

امکان استفاده از منابع انرژی اولیه متنوع مانند بیوگاز، گاز طبیعی و ...

صرفه‌جویی اقتصادی برای مصرف کننده نهایی

افزایش امنیت تأمین انرژی برای مصرف کننده نهایی خصوصا درصنایع

۱-۴انتشار آلاینده‌های زیست محیطی پایین

وضعیت شهرکهای صنعتی:

همچنین امروزه تعداد شهرک های صنعتی در حومهٔ شهرها قابل توجه شده است . بیشتر این شهرک ها بین ۵۰ تا ۲۰۰ هکتار وسعت دارند و صنایع سبک و نیمه سنگین در آنها احداث شده و یا در حال احداث است . برق درخواستی این شهرک ها بسته به وسعت و حجم صنایع احداث شده و یا در حال احداث در آنها ۷ یا ۸ مگاوات تا چند ده مگاوات و در موارد معدود تا چند صد مگاوات برآورد می گردد .

دراکثر موارد نیاز این شهرک ها به توان الکتریکی در حدود ۱۰ تا ۲۵ مگاوات است و از آنجا که صنایع بنا به ضرورت ، خواهان داشتن دسترسی پیوسته به برق مطمئن و دارای شاخص‌های قابل قبول می‌باشند وزارت نیرو برای برقرسانی به این صنایع و برای ارائه برق با قابلیت اطمینان بالا به آنها برای هر کدام از شهرک های صنعتی با مصرف برق بیش از ۷ مگاوات احداث یک پست تبدیل ولتاژ ۶۳/۲۰ کیلوولت و یا ۱۳۲/۲۰ کیلوولت دارای دو ترانسفورماتور ۱۵ مگاوات آمپر (که در صورت خارج شدن هر کدام از ترانسفورمرها ، دیگری بتواند به تنهایی برق مورد نیاز را در کوتاه مدت تأمین نماید) را ضروری می‌داند . هزینهٔ احداث این چنین پستی که باید از دو بی خط (یک بی خط ورودی و یک بی خط خروجی) ، باس کوپلر و دو ترانسفورمر قدرت و تعدادی فیدر خروجی ۲۰ کیلوولت (حداقل ۶ فیدر) تشکیل شده باشد ، بعهده شهرک صنعتی مربوطه است . امروزه یک پست ۶۳/۲۰ کیلوولت با تجهیزات اشاره شده بالغ بر حدود سی میلیارد ریال و یک پست ۱۳۲/۲۰ کیلوولت حدود چهل میلیارد ریال هزینه می‌برد . از طرف دیگر در راستای سیاستهای کلی اصل ۴۴ قانون اساسی و مبانی قانون برنامه چهارم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور و با توجه به عدم تعادل عرضه و تقاضای برق به ویژه در اوقات اوج بار و نیز محدودیتهای موجود در زمینه سرمایه گذاری بخش دولتی در احداث نیروگاهها جهت پوشش شکاف بین عرضه و تقاضا ، از ابتدای مهر ماه سال ۱۳۸۴ مقرر گردید که در خواستهای تامین برق با قدرت بیش از ۲۵ مگا وات به سمت نیرو گاههای خصوصی سوق داده شود. با توجه به شرایط بحرانی سال جاری احتمال اینکه این ازاد سازی به در خواستهای پایین تر تسری یابد، وجود دارد.

بعلاوه گاز طبیعی که یکی از پاک‌ترین سوخت‌های موجود در جهان است، درکشور ما به وفور موجود می باشد. گاز طبیعی با همت وزارت نفت به اقصی نقاط مملکت بخصوص به شهرک های صنعتی لوله‌کشی شده و

بنابراین می‌توان در اکثریت قریب به اتفاق موارد از این سرمایه‌گذاری انجام شده ، استفاده بهینه و دو منظوره نمود و علاوه بر تأمین سوخت این شهرک ها برای تولید برق نیز از آن بهره جست.

راندمان بالای موتورهای گازسوزی که با تکنولوژی امروزه ساخته می شود و عدم ایجاد آلودگی زیست محیطی، از جمله دلایل محکمی هستند که تولید محلی برق را با استفاده از گاز طبیعی تشویق می‌کنند .

این شهرک ها می‌توانند بیشتر از میزان مصرف خود نیز برق تولید نموده و در ساعات اوج مصرف که قیمت برق گرانتر است تولید مازاد بر مصرف خود را در سطح ۲۰ کیلوولت و از طریق خطوط ۲۰ کیلوولت بدون نیاز به احداث پست تبدیل ولتاژ به شبکه تزریق نمایند و در واقع این تولید مازاد را به وزارت نیرو بفروشند .

احداث واحدهای تولید پراکنده، ضمن کاهش تلفات شبکه و بهبود پروفایل ولتاژ و پایداری سیستم، بنحو قابل توجهی هزینه تمام شده احداث نیروگاه محلی توسط شهرک را به لحاظ صرفه‌جویی در عدم احداث یک پست تبدیل ولتاژ و درآمد حاصل از فروش برق به وزارت نیرو جبران خواهد نمود .

اکثر سازندگان باتجربه و مشهور موتورهای دیزل گازوئیل سوز در سالهای اخیر به ساخت موتورهای گازسوز رو آورده‌اند . می‌توان حداقل بیست سازنده معروف اروپایی ، امریکایی و ژاپنی فعال در این زمینه را نام برد . تعداد قابل توجه سازندگان این موتورها و رقابت بوجود آمده بین آنها منجر به حصول شاخصه‌های فنی جالب در طراحی و ساخت موتورهای گازسوز شده است. از آن جمله می توان به راندمان بالا ، عمر طولانی ، پایین بودن آلاینده‌های زیست محیطی ، پشتیبانی و خدمات پس از فروش خوب و هزینه پایین تعمیر و نگهداری و قطعات یدکی اشاره کرد به طوری که این موتورها را حتی در مقایسه با توربین‌های گازی برتری بخشیده و تنوع سازندگان، قدرت انتخاب خوبی در میان آنها ایجاد نموده است .

نیروگاه های اختصاصی در جهت کاهش آلودگی محیط زیست

از اغازتاریخ،بشر ابتدا به چوب سپس به ذغال و در نهایت به نفت روی آورده است.در روی آوردن از یک منبع به منبع دیگر بشر میزان انتشار گاز دی اکسید کربن را کاهش داده است اما این مساله با کمی تاخیر روی داده است.انتشار گاز دی اکسید کربن موجب گرم شدن کره زمین واین مساله نیز موجب بوجود آمدن طوفان ها می گردد.بنابراین باید به دنبال راهی برای کاهش انتشار گاز دی اکسید کربن بود.احداث نیروگاه های اختصاصی می تواند یکی از این راهکارها باشد.

بیشتر انرژی الکتریکی مصرفی ما امروزه از نیروگاه های بزرگی تامین می شود که سوخت اولیه ی آنها راذغال ،گازویاسوخت هسته ای تشکیل می دهد.در هر حال به جز نیروگاه های هسته ای نیروگاه های یاد شده دیگر همه نوعی از سوختهای فسیلی را مصرف می کنند که گاز دی اکسید کربن منتشر می کنند.علاوه بر انتشار گاز دی اکسید کربن این نیروگاه ها ویژگی بد دیگری نیز دارند.تامین انرژی الکتریکی از شبکه سراسری به دلیل مسافت طولانی انتقال موجب اتلاف انرژی الکتریکی زیادی در خطوط انتقال می گردد.یک نیروگاه های ذغال سوز بازدهی در حدود ۳۰در صد دارد بدین معنی که اگر ما ۱۰۰واحد انرژی را بسوزانیم انرژی خروجی تنها ۳۰واحد خواهد بود.انتقال و توزیع انرژی نیز حدود۹تا ۱۰درصد انرژی را تلف می کند.عیب دیگر این نیروگاه ها این است که اگر به هر دلیلی این نیروگاه ها از مدار خارج شوند کل منطقه تحت پوشش نیروگاه بدون برق خواهد بود یعنی همان مساله ای که امریکای شمالی در سال ۲۰۰۲ تجربه کرد و خسارات جبران ناپذیری دید.

یکی از راه های کاهش انتشار گاز دی اکسید کربن افزایش مزارع بادی است.این کار در کالیفرنیا ،تگزاس وبعضی مناطق دیگر انجام شده است.استفاده از باد به عنوان منبع انرژی موجب می گردد گاز دی اکسید کربن به محیط منتشر نگردد.این مزارع بادی در نواحی دور از مناطق مسکونی و دور از مصرف کننده ها قرار دارندو این مساله موجب تلفات انتقال و توزیع می گردد.

یکی از روش های محدود کردن این تلفات و افزایش بازده این است که واحد تولید کننده انرژی درست در محل مصرف کننده نصب شود .هر مصرف کننده ای می تواند نیروگاه تامین کننده توان منحصر به فرد خود را داشته باشد.هر مصرف کننده می تواند برق مازاد بر مصرف خود را به شبکه سراسری بفروشد و پول آن را بگیرد.نوعی از این نیروگاه ها که با دیزل ژنراتور کار می کنند امروزه در صنایع به عنوان تولید کننده برق در مواقع اضطراری به کار می روند که منظور ما این نیست و در اینجا تولید کردن همه انرژی مورد نظر می باشد.باید توجه داشت که این نوع نیروگاه ها مشکل الودگی هوا را حل نمی کنند زیرا ازسوخت های فسیلی استفاده می کنند.

توربین های کوچک بادی می توانند انرژی خود را از باد بگیرند بدون آنکه گاز دی اکسید کربن منتشر کنند در ضمن سوخت انها نیز بدون هزینه است.معمولترین نقدی که بر توربین های بادی وارد می گردد این است که عملکرد ان ها وابسته به وجود باد است که این مساله نیز اگر توربین های بادی با تکنولوژی سلول های خورشیدی ترکیب گردد حل می گردد. وقتی که شرایط برای عملکرد توربین های بادی بد است یعنی هوا آرام و آفتابی است شرایط برای عملکردسلول های خورشیدی خوب است و بالعکس.مصرف کننده ها می توانند از هر دو این منابع انرژی تجدید پذیر برای تولید انرژی الکتریکی مورد نیاز خود استفاده کنند.

تکنولوژی بعدی که برای نیروگا ه های کوچک به کار می رود سلول های سوختی می باشد.سلو ل های سوختی شکل دیگر باتری ها هستند که انرژی الکتریکی در آنها از انجام گرفتن یک واکنش شیمیایی بین دو ماده بوجود می آید.زمانی که انرژی شیمیایی مصرف می شود باتری خالی می گرددوشارژیا دور انداخته می شود.در سلول های سوخت دو ماده هیدروژن و اکسیژن هستند که از ترکیب آن ها آب و برق تولید می گردد.با تغذیع مداوم سلول با اکسیژن و هیدروژن انرژی الکتریکی نیز به صورت مداوم تولید خواهد شد.اکسیژن به مقدار زیادی وجود دارد و حدود ۲۱ درصد هوای اطراف ما را تشکیل می دهد اما هیدروژن به صورت خالص در طبیعت یافت نمی شود و باید آن را تولید کرد اما چگونه و از کجا؟

هیدروژن به مقدار زیادی در آب وجود دارد ولی همانطوریکه از ترکیب هیدروژن انرژی الکتریکی تولید می شود برای جدا سازی آنها نیز انرژی الکتریکی مورد نیاز است .این انرژی الکتریکی مورد نیاز برای جدا سازی هیدروژن از آب باید از منا بع دیگر تولید گرددکه مثلا از سوخت های فسیلی که آن نیز مشکل الودگی هوا را در پی دارد.

منابع دیگر هیدروژن گاز طبیعی و متانول می باشند که درصد زیادی از این مواد را هیدروژن تشکیل می دهد.به دلیل اینکه اکثر خانه ها دارای گاز طبیعی هستند می توانند هیدروژن مورد نیاز برای تامین برقشان را از گاز طبیعی استخراج کنند .در اتومبیل ها نیز می توان از متانول استفاده کرد زیرا ویژگی های گاز طبیعی را دارد.تکنولوژی سلول های خورشیدی و توربین های بادی کوچک امروزه مورد استفاده قرار می گیرند.سلول های سوختی نیز ممکن است در آینده ای نزدیک به این گروه بپیوندد.

دانشجویان محترم:

جهت دسترسی به متن کامل پایان نامه‌ها به کتابخانه دانشکده مهندسی و یا آزمایشگاه پروژه گروه برق مراجعه فرمایید.

نتیجه گیری

با توجه به بررسی های انجام گرفته می توان گفت که ایجاد نیروگاه های اختصاصی مزایای فراوانی دارد که از آن جمله می توان به کاهش نیاز به افزایش ظرفیت شبکه،احداث و بهره برداری بسیار آسان، حذف تلفات ناشی از انتقال و... نام برد .اقتصادی بودن نیروگاه های اختصاصی نسبت به خرید برق از شبکه سراسری نیز به نوع تکنولوژی به کار برده شده، زمان و مکان مورد بررسی بستگی دارد .در هر صورت برای هر مورد خاص باید بررسی ها و محاسبات خاصی را انجام داد تا بتوان تصمیم درست در رابطه با خرید یا تولید برق را اتخاذ نمود.

منابع

-**Paper:** ASSESSING THE CHALLENGES CONFRONTIN DISTRIBUTIVE ELECTRICITY GENERATION/ Henry Lee/HARVARD University/ January 2003

-**Paper:** A Sustainable Environment: Our Obligation to Protect God's Gift by George P. Nassos

- Dieter Dueblin and Angelika Steinhauser, "Utilization of biogas for the generation of electric

power and heat" WILEY-VHC 2008

- D. W. Wu, R.Z. Wang, "Combined cooling, heating and power: A review " , Elsevier Ltd 2006

- Electricity and Energy Reliability (http://www.eere.energy.gov/de/conf05_chp_roadmap_wkshp.html)

- Environmental Protection Agency, " Technology Characterization: Reciprocating Engines " 2008 (http://www.epa.gov/chp/basic/catalog.html)

- Environmental Protection Agency, " Technology Characterization: Gas Turbines" 2008

- http://energy.ca.gov/distgen/equipment/chp/cost.html

-شرکت توانیر، آمار تفصیلی صنعت برق1386

-اطلاعات قیمت سوخت سال 1387 اعلامی توسط شرکت توانیر

-سایت بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران

-وزارت نیرو، ترازنامه انرژی سال۱۳۸۵

-ماهنامه صنعت برق شماره ۱۵۰

-کاتالوگ های شرکت سهامی صنعت ماهیار

-سایت شرکت توزیع برق شیراز