



تحلیل سرمایه گذاری مولد گازسوز با توجه به شرایط خرید تضمینی انرژی در بازار برق

جعفر عبادی	علی کریم پور	هانی رئوف شیبانی	یاسر محمدیان روشن
مربی گروه برق	استادیار گروه برق	دانشجوی کارشناسی ارشد	دانشجوی کارشناسی ارشد

گروه پژوهشی اقتصاد انرژی الکتریکی شرق
شرکت مهندسی انتقال نیرو و مخابرات شرق (مهام شرق)
دانشکده مهندسی - دانشگاه فردوسی مشهد، ایران

واژه‌های کلیدی: تولید پراکنده، موتور گازسوز، خرید تضمینی

چکیده

این مورد سبب می‌شود در کوتاه مدت شبکه برق با مشکلات عدیده‌ای روبرو باشد. مهمترین نمونه این مشکلات پیش بینی چندین مورد خاموشی سراسری در شبکه برق در سالهای جاری است. وجود اینگونه مشکلات در شبکه، ما را به سمت استفاده از مولدهایی که در زمان کوتاهی ساخته شوند و مورد بهره برداری قرار گیرند، رهنمون می‌سازد. اینگونه مولدها که در زمانهای کوتاه بهره‌برداری شده و نیاز به افزایش تولید را بطور موقت جبران می‌کنند، مولدهای تولید پراکنده (DG^1) نامیده می‌شوند. در کشورهای دیگر نیز استفاده از اینگونه مولدها روند رو به رشدی را دنبال می‌کند. یکی دیگر از مزایای این مولدها که در کشورهای دیگر به آن پرداخته شده- است، قابلیت استفاده انرژی‌های تجدیدپذیر (باد، خورشید و ...) به عنوان سوخت مصرفی اینگونه مولدهاست. اینگونه مولدها می‌توانند با هزینه پایین (نسبت به نیروگاههای بزرگ) ساخته شوند. مورد اخیر سبب جذب سرمایه گذاران

روند سریع و رو به رشد تقاضای برق در ایران، برنامه‌ریزان انرژی را به سمت روشهای جدید تولید برق سوق داده‌است. یکی از پرکاربردترین روشهای تولید برق در کوتاه مدت، استفاده از تکنولوژی تولیدات پراکنده می‌باشد. هدف این مقاله بررسی دلایل استفاده از تولیدات پراکنده در کشور، نوع تکنولوژی مورد استفاده و نحوه کاربرد آن در کشور، بررسی مزایای نصب تولیدات پراکنده و اثر آن در سرمایه گذاری‌های دولتی و در نهایت ارائه تحلیلی اقتصادی در راستای نصب این تکنولوژی می‌باشد. نتایج تحلیل اقتصادی، بیانگر موجه بودن استفاده از این تکنولوژی در ایران از دید سرمایه گذار بخش خصوصی است.

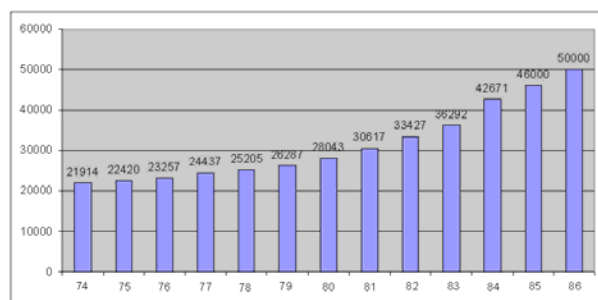
۱. مقدمه:

یکی از مهمترین چالشهایی که صنعت برق در سالهای اخیر با آن روبروست، روند سریع رو به رشد تقاضای برق است.

¹ Distributed Generation

بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق

همچنین تعداد مشترکان صنعت برق در تمامی حوزه‌های تحت پوشش شرکتهای برق منطقه‌ای افزایش یافت و با اینکه جمعیت کشور به نسبت سال ۵۷ حدود ۲ برابر افزایش یافته است اما تعداد مشترکان این صنعت به بیش از ۶ برابر رسیده است. در سالهای گذشته شاخصهای صنعت برق کشور در زمینه های مختلف از رشد توسعه‌ای قابل توجهی برخوردار بوده است. یکی از این شاخص‌های مهم افزایش تولید نیروگاهی، توسعه و احداث نیروگاهها است، به گونه ای که در سال ۱۳۸۶، ایران جزو ۱۰ کشور دنیا در ساخت و احداث انواع نیروگاههای گازی، حرارتی، آبی و ... بوده است. برنامه ریزی افزایش ظرفیت سیستم تولید برق کشور در سالهای آینده مبتنی بر جهت‌گیری به سمت توسعه نیروگاههای گازی و چرخه ترکیبی با توجه به پیشرفت فناوری ساخت داخل تجهیزات و افزایش راندمان این نیروگاهها است. در سالهای گذشته صنعت برق در جهت اصلاح ساختار نیز حرکت‌های گسترده‌ای داشته است. از جمله طرحهای در دست اجرا که تصمیم‌گیری آن در سالهای اخیر مورد توجه قرار گرفت، تصمیم برای واگذاری سهام چندین نیروگاه بزرگ دولتی به بخش خصوصی است. این حرکت به منظور اجرای سیاستهای اصل ۴۴ قانون اساسی در جهت پیشبرد اهداف خصوصی-سازي در صنعت برق کشور به مرحله اجرا رسیده است. افزایش ضریب ذخیره سیستم تولید و کاهش خاموشی و تداوم ایجاد فضای رقابتی و مشارکت بخش خصوصی در زمینه ساخت نیروگاهها از دیگر مواردی است که در حال حاضر دنبال می شود.



شکل ۱: قدرت نامی نیروگاههای نصب شده کشور (مگاوات)

خصوصی در این بخش خواهد شد. یکی از تسهیلاتی که به منظور جذب هرچه بیشتر سرمایه گذاران انجام می‌پذیرد، خرید انرژی تولیدی این نیروگاهها به صورت تضمینی است. این مورد سبب می‌شود ریسک سرمایه گذاری در این بخش به شدت کاهش پیدا کند. در حال حاضر یکی از چالشهای موجود در این بخش یافتن نرخ خرید تضمینی از این مولدها به صورتی است که نه فروشنده و نه خریدار متضرر نشوند. لذا هدفی که در این مقاله دنبال می‌شود، انجام تحلیلهای اقتصادی بر روند نصب و بهره برداری این مولدها و یافتن نرخ خرید تضمینی مطلوب (با در نظر گرفتن شرایط مختلف ممکن) است. نتایج، بیانگر توجیه پذیر بودن سرمایه‌گذاری بر این تکنولوژی با نرخ سود معقول می‌باشد.

بخش ۲ بطور اجمالی به مرور صنعت برق ایران و پیش‌بینی آینده آن می‌پردازد. در بخش ۳ مولدهای تولید پراکنده و انواع آنها معرفی می‌شوند. بخش ۴ و ۵ بترتیب به مزایای این مولدها و بررسی انواع کاربرد آنها در شبکه برق اختصاص دارد. بخش ۶ نیز به بررسی روند تحلیل اقتصادی یک مولد خاص می‌پردازد. در نهایت در بخش ۷ به نتیجه‌گیری از تحلیل‌های انجام شده و نتایج بدست آمده پرداخته خواهد شد.

۲. مروری بر صنعت برق ایران و آینده آن:

۱-۲ صنعت برق در ایران: صنعت برق در ایران در سالهای گذشته توسعه‌ای گسترده را در اقتصاد ملی تجربه کرده است و در مقایسه با سایر فعالیتهای اقتصادی از رشد بالاتری برخوردار بوده است. در سال ۱۳۸۵، قدرت نصب شده نیروگاهی کشور در مقایسه با سال ۱۳۵۷ به ۶ برابر رسید و قدرت نصب شده کشور تا پایان سال ۸۵ به ۴۶ هزار و ۵۴۳ مگاوات رسید و براساس برنامه‌های در دست اجرا پیش‌بینی می‌شود که در سال ۸۶ حدود ۴ هزار مگاوات به ظرفیت تولید برق کشور اضافه گردد. از طرف دیگر میزان برق تولید شده در سال ۸۵ حاکی از آن است که در این سال تولید برق کشور نسبت به سال ۸۴ به میزان ۷/۸ درصد رشد داشته است. شکل ۱ آخرین وضعیت تولید برق در ایران را نشان می‌دهد.

بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق

سبب می شود، این تکنولوژیها در برنامه ریزی کوتاه مدت بعنوان بهترین گزینه انتخاب شوند.

۳. تولید پراکنده:

۳-۱ تعاریف

تولید پراکنده دارای تعاریف متعددی است که از آن جمله CIGRE تعریف زیر را برای منابع تولید پراکنده ارائه داده است [۳]:

کلیه واحدهای تولیدی که حداکثر تولیدات آن ۵۰ تا ۱۰۰ مگاوات باشد و غالباً به شبکه توزیع متصل می باشند و نه به صورت مرکزی برنامه ریزی شده اند و نه به صورت مرکزی دیسپچ شده اند.

تعریف ارائه شده توسط کشورهای نظیر استرالیا و انگلیس به صورت تولیدی است که به سیستم توزیع تا ۱۳۲kV وصل شود و ممکن است بصورت متمرکز بهره برداری شود.

۳-۲ انواع تکنولوژیهای تولید پراکنده

با توجه به تعاریف مختلف ارائه شده برای مولدهای تولید پراکنده، واضح است که می توان طیف وسیعی از واحدهای تولید کننده انرژی را در محدوده مولدهای تولید پراکنده قرار داد. لیکن به لحاظ انرژی اولیه مورد نیاز، منابع تولید پراکنده را می توان در دو طیف استفاده کنندگان از انرژی تجدید پذیر و انرژی تجدید ناپذیر (سوختهای فسیلی) طبقه بندی نمود. جدول ۲ انواع تکنولوژیهایی که می توان در ردیف منابع تولید پراکنده قرار داد، را نشان می دهد [۲،۵].

جدول ۲: انواع تکنولوژیهای تولید پراکنده

تکنولوژی	اندازه واقعی موجود
موتور احتراقی	۵KW-۱۰MW
میکرو توربین	۳۵KW-۱MW
آبی کوچک	۱-۱۰۰MW
توربین بادی	۲۰۰W-۳MW
سلولهای فتوولتائیک	۲۰W-۱۰۰KW
زمین گرمایی	۵-۱۰۰MW
موتور استرلینگ	۲-۱۰KW

۲-۲: سیاست گذاری صنعت برق و آینده عرضه و تقاضا در این صنعت

حضور دولت در سیاستگذاریهای صنعت برق سبب می گردد تا رفتار صنعت برق از حالت بنگاهی خارج شود و رفتار آن به رفتار بنگاه عمومی نزدیک گردد. از اینرو در بسیاری از نقاط جهان می توان به اهداف مشترک در سیاستگذاری صنعت برق برخورد کرد. عمده ترین این اهداف عبارتند از: تخصیص بهینه منابع، تامین تقاضا، کاهش هزینه ها، اصل عدم تبعیض، ثبات در سیاست گذاری، تعادل در بودجه و اهداف اجتماعی.

در برنامه ریزی توسعه ظرفیت تولید انرژی الکتریکی دو دیدگاه بلند مدت و کوتاه مدت قابل بررسی می باشد. در دیدگاه بلند مدت توسعه، با توجه به اهمیت راندمان حرارتی در انتخاب نوع نیروگاه، همواره نیروگاههای بخاری و سیکل ترکیبی دارای ارجحیت می باشند. همچنین نیروگاههای آبی نیز به علت راندمان بالا، درخور توجه می باشند. جدول ۱ پیش بینی بلند مدت نیروگاههای کشور را نشان می دهد.

جدول ۱: پیش بینی بلند مدت نیروگاهها [۱]

نیروگاه	سهم از تولید کل کشور تا سال ۱۳۹۰ (درصد)
سیکل ترکیبی	۲۲/۱
گازی	۳۰/۷
بخاری	۲۵/۱
آبی	۱۹/۷

در برنامه ریزی کوتاه مدت نیز، امکان ورود سریع مولدهای تولید پراکنده به مدار در مواردی که:

- فشارهای اقتصادی سبب کاهش درآمد ارزی می شود
- جهش سریع در تقاضا نیاز به نصب سریع تجهیزات تولید را الزامی می سازد
- تاخیر در پروژه های نیروگاهی و عدم عرضه در برنامه زمانبندی شده احساس می گردد

بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق

۳-۳: بررسی آماری دیگر کشورها

جدول ۳ سهم تولید پراکنده در دیگر کشورها را نشان می‌دهد. همانطور که در این جدول مشاهده می‌شود، کشور دانمارک با تامین ۵۳٪ از انرژی برق خود از طریق تولیدات پراکنده، بیشترین استفاده را از این تکنولوژی دارد [۴، ۶]. دلیل این امر را می‌توان استفاده بسیار زیاد از نیروگاههای بادی در این کشور دانست. نکته قابل توجه دیگر در این جدول، کشور هند است که ساختاری مشابه ایران دارد. همانطور که در جدول نیز مشخص است، این کشور نیز مابین ۱۰ تا ۲۰ درصد از تولیدات انرژی برق خود را به کمک تولید پراکنده تامین می‌کند.

کاهش سرمایه‌گذاری در ساخت پستهای نیروگاهی و خطوط انتقال و فوق توزیع گردد. علاوه بر این استفاده از این مولدها می‌تواند از تلفات شبکه انتقال و توان تولیدی مورد نیاز برای پوشاندن این تلفات نیز جلوگیری کند. محاسبات نشان می‌دهد نصب هر مگاوات مولد تولید پراکنده می‌تواند باعث صرفه‌جویی برابر با ۳۷۶۳٫۵ میلیون ریال در سرمایه‌گذاری تولید، نسبت به ساخت نیروگاههای حرارتی گردد.

ج: امکان مشارکت بیشتر بخش خصوصی در بخش تولید: استفاده از مولدهای تولید پراکنده به علت سرمایه اولیه پایین مورد نیاز، نسبت به نیروگاههای حرارتی، می‌تواند به جذب هرچه بیشتر بخش خصوصی به مشارکت در بخش تولید بیانجامد.

د: نسبت بهینه مصرف سوخت به تولید انرژی: مولدهای تولید پراکنده عموماً راندمان بالایی دارند. لذا استفاده از اینگونه مولدها برای تولید الکتریسیته می‌تواند راهکار مناسبی باشد.

ه: کاهش تلفات در سطح توزیع: در صورتی که از این مولدها در مکانهایی مناسب در شبکه توزیع استفاده شود، این مولدها می‌توانند توان تلفاتی شبکه توزیع را به شدت کاهش دهند.

و: امکان حضور شرکتهای توزیع در بازار برق: استفاده از این مولدها به شرکتهای توزیع این امکان را می‌دهد که قابلیت‌های بیشتری برای مقابله با ریسک بازار داشته باشند.

همانطور که در جدول ۲ آمده است، انواع مختلفی از تولیدات پراکنده وجود دارند. در ایران استفاده از موتور گازسوز (موتور احتراق داخلی) توصیه می‌شود. از دلایل این انتخاب می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

الف: حداقل هزینه تولید و سرمایه‌گذاری نسبت به سایر تکنولوژی‌های تولید پراکنده در ابعاد گسترده

ب: منابع موجود گاز طبیعی و قیمت مناسب آن در کشور

ج: راندمان بالای اینگونه موتورها

د: ایجاد و نصب بدون محدودیت مکانی در کشور

ه: حداقل فضای مورد نیاز و امکان ایجاد به صورت طبقاتی

جدول ۳: سهم تولید پراکنده در دیگر کشورها

نام کشور	سهم تولید انرژی برق از تولیدات پراکنده (درصد)
دانمارک	۵۳
فنلاند، هلند، لتونی	۳۰-۴۰
چک، مجارستان، آلمان	۲۰-۳۰
ترکیه، اسلواکی، لهستان، کانادا، هند، ژاپن، پرغال، اتریش، آفریقای جنوبی، استونی	

۴. مزایای استفاده از مولدهای تولید پراکنده:

استفاده از تولیدات پراکنده در ابعاد گسترده در کشور مزایای بسیاری را برای ساختار و شبکه برق کشور بدنبال خواهد داشت که از بین آنها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

الف: سرعت بخشیدن به جلوگیری از خاموشی‌های پیش‌بینی شده در سالهای جاری: به دلیل سرعت زیاد راه‌اندازی و بهره‌برداری اینگونه مولدها، به کمک آنها می‌توان از خاموشی‌های پیش‌بینی شده شبکه سراسری برق کشور در سال‌های جاری جلوگیری نمود.

ب: صرفه‌جویی در هزینه‌های پستهای نیروگاهی و خطوط: از آنجا که مولدهای تولید پراکنده عموماً در سطوح ولتاژ پایین و در شبکه توزیع وارد مدار می‌شوند، لذا استفاده از اینگونه مولدها برای تامین انرژی مورد نیاز مشترکین می‌تواند به

بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق

۵. کاربردهای تولید پراکنده و استفاده آن در ایران:

از تکنولوژی تولید پراکنده در کاربردهای متفاوتی می توان استفاده نمود. در کشورهای مختلف با توجه به ساختار حاکم بر صنعت برق استفاده های متفاوتی از این تکنولوژی مورد توجه قرار دارد. از بین این کاربردها می توان به تولید مشترک برق و حرارت^۱، ژنراتور اضطراری، استفاده در پیک بار، ایجاد شبکه های محلی و دورافتاده، افزایش قابلیت اطمینان شبکه، افزایش توان رزرو و همچنین استفاده به عنوان بار پایه و تولید مستقل را نام برد. شکل ۲، درصد هریک از این کاربردها را در کشور آمریکا نشان می دهد [۴].

شکل ۲: درصد انواع مولدهای تولید پراکنده نصب شده در آمریکا (۲۰۰۴)



در ایران استفاده از موتور گازسوز در کاربرد بار پایه پیشنهاد می شود. استفاده از موتور گازسوز در شرایط دائم کار برای کشور ایران بیشتر از بسیاری از کشورهای دیگر توجیه اقتصادی دارد. دلایل این امر را می توان در دو مورد زیر بیان نمود:

– هزینه سوخت تحویلی به نیروگاهها در اکثر کشورها بسیار بیشتر از ایران است. در کشور ایران بدلیل وجود یارانه های دولتی بر سوخت مورد استفاده هزینه سوخت نیروگاهها بسیار پایین بوده و لذا کاربرد هرچه بیشتر از مولدها را توجیه پذیر می کند.

– اختلاف بین قیمت برق در ساعات پرباری و ساعات کم-باری، در ایران بسیار کم می باشد.

مجموع دو عامل فوق سبب می شود، تولید و عرضه برق در ساعات کم باری نیز توجیه داشته و در سرمایه گذار از تولید در این ساعات متضرر نگردد.

۶. تحلیل اقتصادی مولدهای تولید پراکنده:

در این بخش ابتدا به روش تحلیل اقتصادی موتورهای گازسوز پرداخته و سپس مولد تولیدی یکی از شرکتهای سازنده فعال در ایران، مورد بررسی قرار داده می شود. در تحلیل اقتصادی هر مولد کافی است تا هزینه ها و درآمدهای آن در بازه بهره برداری بررسی گردد.

۱-۶ هزینه استفاده از یک مولد گازسوز: هزینه های یک

مولد گازسوز عموماً به دو بخش کلی تقسیم می شوند:

– **هزینه های نصب:** این هزینه ها شامل موارد متعددی از قبیل خرید موتور و تجهیزات جانبی، بیمه و گمرک و حمل، نصب و راه اندازی تجهیزات و سایر هزینه های جانبی (مانند زمین و ساختمان) می شوند.

– **هزینه های بهره برداری:** این هزینه ها نیز شامل هزینه های ثابت بهره برداری (دستمزد کارکنان و هزینه های ثابت تعمیر و نگهداری سالیانه) و هزینه های متغیر (هزینه مواد مصرفی از قبیل سوخت و مواد روغنی مصرفی) می شوند.

۲-۶: درآمدهای استفاده از مولد گازسوز: مهمترین محل

درآمد مولدهای تولید الکتریسیته، فروش برق آنها از طرف سرمایه گذار به وزارت نیرو است. عموماً سرمایه گذار در ابتدای بهره برداری، برق تولیدی مولد را به کمک قراردادهای فروش تضمینی در طول بازه بهره برداری به فروش می رساند.

این قراردادها شامل تعرفه ای ثابت برای واحد توان تولیدی در طول سال بوده و در ابتدای هر سال بسته به توافقات انجام شده افزایش می یابد. درآمد دیگر این مولدها نیز از محل صرفه جویی در گاز مصرفی (تشویق به ازای بهبود راندمان)، با توجه به بند "ب" ماده ۱۰ آیین نامه اجرایی شرایط و تضمین خرید برق و به مقدار میزان صرفه جویی در گاز مصرفی می باشد.

۳-۶ موتور گازسوز مورد بررسی: شرکتهای فعال در زمینه

فروش مولدهای گازسوز در ایران عموماً سه شرکت Wartsila, Cummins و Deutz هستند. در این مقاله موتور گازسوز ۱,۷۵ مگاواتی شرکت Cummins بدلیل هزینه پایتتر سرمایه گذاری اولیه و کوتاهتر بودن زمان تحویل آن، برای

1. CHP: Combined Heat & Power

بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق

صرف نظر شده است. در نظر گرفتن هزینه سوخت سبب می شود، نرخ تعادل قراردادهای تضمینی تقریباً به میزان ۱۰ ریال به ازای هر کیلووات ساعت انرژی تولیدی افزایش یابد. با توجه به اینکه بخش خصوصی بیشتر مایل به سرمایه گذاری در نصب مولد گازسوز می باشد، شرایط نصب را در حالت های مختلفی که قابل اجرا توسط سرمایه گذاران کوچک خصوصی باشد، بررسی خواهد شد. زمان بهره برداری از مولد تا رسیدن زمان اولین دوره تعمیرات اساسی آن فرض می شود.

حالت اول: در این حالت فرض می شود هزینه های اولیه نصب مولد گازسوز تماماً از محل وام تأمین گردد. لذا سرمایه گذار در ابتدای پروژه متحمل هزینه ای نخواهد شد. این در حالی است که تا پایان دوره بازپرداخت وام، اقساط وام نیز به هزینه های بهره برداری از مولد اضافه می گردد. در این تحلیل وام ۵ ساله با بهره ۱۲ درصد و اقساط ثابت ماهانه در نظر گرفته شده است. زمان تنفس وام نیز ۹ ماه در نظر گرفته می شود. البته بدلیل ریسک و هزینه های ناشی از سفته های مربوط به وام، ۱ درصد نیز به بهره وام اضافه می شود تا بررسی در شرایط واقعی تری انجام پذیرد. جدول ۴ و شکل ۳ نتایج حاصل از تحلیل این حالت را نشان می دهند.

تولید ۸,۲۵ مگاوات توان در نظر گرفته شده است. برای تولید این میزان توان نیاز به ۵ عدد موتور گازسوز ذکر شده وجود دارد. با توجه به شرایط محیطی (دما و ارتفاع از سطح دریا) شهر تهران، توان خروجی این مجموعه ۸,۲۵ مگاوات خواهد بود. زمان تحویل این موتور ۸ ماه می باشد (در صورت دریافت وام، این ۸ ماه به معنای زمان تنفس وام نیز خواهد بود). راندمان این موتور ۳۹ درصد و مدت زمان رسیدن به اولین تعمیرات اساسی آن نیز ۶۰۰۰۰ ساعت است.

مجموعه هزینه های اولیه نصب و راه اندازی مجموعه برابر ۲۸۴۶۷۲۱ یورو برآورد می شود که به مفهوم ۳۴۵ یورو به ازای هر کیلووات توان است. هزینه ثابت سالیانه بهره برداری این مولد ۲,۲۴ یورو به ازای هر کیلووات و هزینه متغیر نگهداری سالیانه بهره برداری ۰,۶۳ یورو سنت به ازای هر کیلووات ساعت است. هزینه های بهره برداری در طول مدت بهره برداری با نرخ ۱۰ درصدی که برای تورم در نظر گرفته شده است، رشد خواهند کرد.

برای محاسبه درآمد حاصل از راندمان نیز راندمان متوسط کشوری ۳۶ درصد و قیمت گاز ۴۲۰ ریال برای هر متر مکعب در نظر گرفته شده است. علاوه بر این در این محاسبات از هزینه زمین و سوخت (به علت توافقات وزارت نیرو)

جدول ۴: یک نمونه نتایج تحلیل اقتصادی (بدون در نظر گرفتن پیش فروش برق)

سال	سال	سال	سال	سال	سال	وام		ورودی	
						مدت	تنفس		
						نرخ بهره	نرخ تورم		
۵سال	۵سال	۵سال	۵سال	۵سال	۵سال	۱۳%	۱۳%	۱۰%	۱۳%
۹ماه	۹ماه	۹ماه	۹ماه	۹ماه	۹ماه	۱۳%	۱۳%	۱۳%	۱۳%
۱۳%	۱۳%	۱۳%	۱۳%	۱۳%	۱۳%	۱۳%	۱۳%	شرایط اقتصادی	۱۳%
								شرایط فروش	
								قیمت فروش (ریال)	
								درصد افزایش	
								ضریب بار	
								Payback time (ماه)	
								IRR (درصد)	
								متوسط سود ماهیانه (هزار ریال)	
								NPV (میلیون ریال)	
۱۹۵	۱۹۰	۱۸۵	۱۸۰	۱۷۵	۱۷۰	۱۰%	۱۰%		
۱۰%	۱۰%	۱۰%	۱۰%	۱۰%	۱۰%				
۹۴%	۹۴%	۹۴%	۹۴%	۹۴%	۹۴%				
۶۱	۶۳	۶۵	۶۸	۷۱	۷۴				
۱۸.۷۳	۱۷.۵۶	۱۶.۳۵	۱۵.۱۱	۱۳.۸۴	۱۲.۵۲				
۱۰۳,۴۱۵,۶۳۷	۷۹,۳۲۵,۲۲۶	۵۵,۲۳۴,۸۱۵	۳۱,۱۴۴,۴۰۴	۷۰۵,۳۹۹	-۱۷,۰۳۶,۴۱۹				
۸,۴۸۰,۰۸۲,۲۷۱	۶,۵۰۴,۶۶۸,۵۴۵	۴,۵۲۹,۲۵۴,۸۱۹	۲,۵۵۳,۸۴۱,۰۹۳	۵۷۸,۴۲۷,۳۶۷	۱,۳۹۶,۹۸۶,۳۶۰				

بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق

جدول ۵: یک نمونه نتایج تحلیل اقتصادی (با در نظر گرفتن ۱ سال پیش فروش برق)

سال 5 ماه 9	سال 5 ماه 9	سال 5 ماه 9	سال 5 ماه 9	سال 5 ماه 9	سال 5 ماه 9	وام		ورودی	
						مدت	تنفس		
						نرخ بهره			
13%	13%	13%	13%	13%	13%				
							شرایط اقتصادی		
10%	10%	10%	10%	10%	10%	نرخ تورم	نرخ تنزیل		
13%	13%	13%	13%	13%	13%				
							شرایط فروش		
195	190	185	180	175	170	قیمت فروش (ریال)	درصد افزایش		
10%	10%	10%	10%	10%	10%				
							ضریب بار		
94%	94%	94%	94%	94%	94%				
							Payback time(ماه)		بررسی حتمی
55	57	59	62	64	67	IRR(درصد)			
18.73	17.56	16.35	15.11	13.84	12.52	متوسط سود ماهیانه (هزار ریال)			
130,804,413	106,011,725	81,219,037	56,426,350	31633662	6,840,975	NPV (میلیون ریال)			
10,725,961,830	8,692,961,449	6,659,961,068	4,626,960,686	2,593,960,305	560,959,923				

سرمایه گذار علاوه بر دریافت وام، ۱۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰ ریال از هزینه اولیه را شخصاً سرمایه گذاری نماید. البته شرایط پیش-فروش را برای این حالت در نظر نخواهیم گرفت. نتایج مربوط به تحلیل این حالت نیز در جدول ۶ و شکل ۵ نشان داده شده است.

حالت دوم: در این حالت علاوه بر دریافت وام با شرایط قبل، یکسال پیش فروش انرژی تولیدی را در شرایط تحلیل منظور می‌نمائیم. در جدول ۵ و شکل ۴ نیز نتایج تحلیل این حالت نشان داده شده است.

حالت سوم: در این حالت به بررسی سرمایه گذاری اولیه توسط سرمایه گذار خواهیم پرداخت، بصورتی که شخص

جدول ۶: نتایج تحلیل اقتصادی (با در نظر گرفتن ده میلیارد ریال سرمایه گذاری اولیه)

سال 5 ماه 9	سال 5 ماه 9	سال 5 ماه 9	سال 5 ماه 9	سال 5 ماه 9	سال 5 ماه 9	وام		ورودی	
						مدت	تنفس		
						نرخ بهره			
13%	13%	13%	13%	13%	13%				
							شرایط اقتصادی		
10%	10%	10%	10%	10%	10%	نرخ تورم	نرخ تنزیل		
13%	13%	13%	13%	13%	13%				
							شرایط فروش		
195	190	185	180	175	170	قیمت فروش (ریال)	درصد افزایش		
10%	10%	10%	10%	10%	10%				
							ضریب بار		
94%	94%	94%	94%	94%	94%				
							Payback time(ماه)		بررسی حتمی
53	55	58	60	62	65	IRR(درصد)			
18.73	17.56	16.35	15.11	13.84	12.52	متوسط سود ماهیانه (هزار ریال)			
170,600,610	146,510,199	122,419,788	98,329,376	74238956	50,148,554	NPV (میلیون ریال)			
13,989,250,036	12,013,836,310	10,038,422,584	8,063,008,858	6,087,595,132	4,112,181,406				

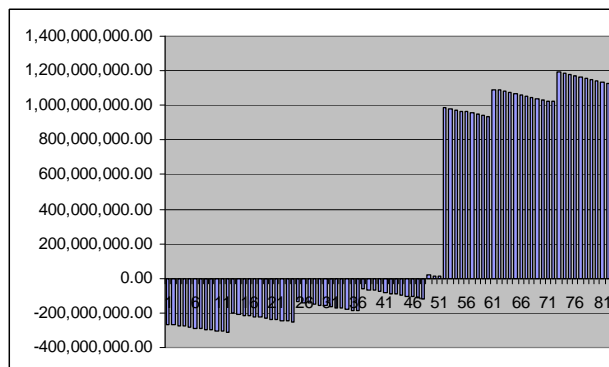
بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق

گزینه‌های پیشنهادی، موتورهای گازسوز و استفاده از آنها به صورت دائم کار در مدار خواهد بود. تحلیلهای انجام شده در بخش ۶ بیانگر این نتیجه هستند که سرمایه‌گذاری بخش خصوصی در بخش تولید انرژی و فروش انرژی به صورت قراردادهای خرید تضمینی (و در صورت لزوم پیش فروش انرژی تولیدی)، می‌تواند مورد توجه قرار گیرد.

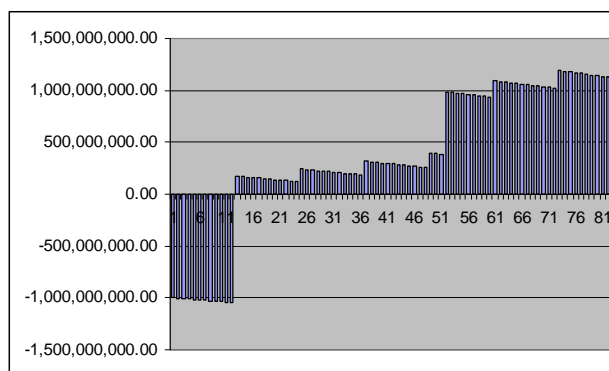
در بررسی‌های انجام شده، قیمت خرید تضمینی از مولدهای موتور گازسوز چنان باید باشد که تمام هزینه‌های نصب و بهره‌برداری را پوشش دهد. نتایج بدست آمده در این مقاله بیانگر نرخ حداقل خرید انرژی از مولدهای موتور گازسوز هستند. نرم افزار تهیه شده در طی انجام این پروژه، قابلیت محاسبه این نرخ را در شرایط (موتورهای گازسوز، شرایط خرید و یا وام و ...) متفاوت، دارد. شایان ذکر است که علاوه بر سود ناشی از فروش تضمینی انرژی، می‌توان از قابلیت‌های مختلف مولد گازسوز از جمله تولید همزمان انرژی و حرارت نیز برای کسب درآمد و سود بیشتر استفاده نمود.

مراجع

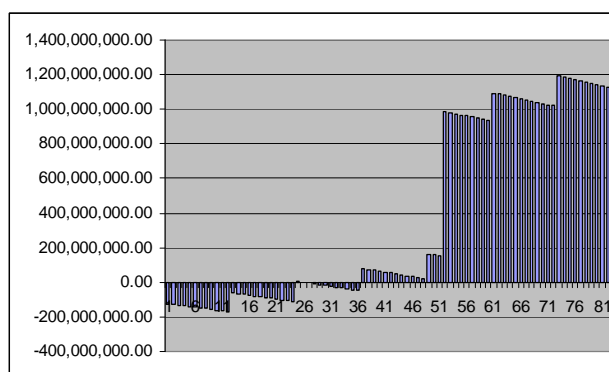
۱. سایت شرکت مدیریت شبکه برق ایران <http://www.igmc.ir>
۲. "بکارگیری مولدهای تولید پراکنده در تامین انرژی"، شرکت دویتس ام.و.ام ایران، بهار ۱۳۸۶.
3. Peter Fraser, "The economics of distributed generation", Energy Diversification Division, Office of Long Term Co-operation and Policy Analysis, 2002.
4. Paul Bautista, "Developments in reciprocating engines and industrial gas turbines", ONSITE SYCOM energy corporation, Nov. 1999.
5. "Distributed generation in liberalized electricity markets", International energy agency, 2002.
6. "Distributed Generation Strategic Plan", California energy commission, June 2002.



شکل ۳: نمودار میزان سود ماهیانه در دوره بهره برداری برای حالت اول (جدول ۴) - به ازای قیمت فروش ۱۹۵ ریال



شکل ۴: نمودار میزان سود ماهیانه در دوره بهره برداری برای حالت دوم (جدول ۵) - به ازای قیمت فروش ۱۹۵ ریال



شکل ۵: نمودار میزان سود ماهیانه در دوره بهره برداری برای حالت سوم (جدول ۶) = به ازای قیمت فروش ۱۹۵ ریال

۷- نتیجه گیری:

همانطور که در بخشهای قبل ذکر شد، با توجه به رشد فزاینده و سریع تقاضا در سالهای اخیر، نیاز به مولدهای پراکنده احساس می‌شود. با توجه به شرایط کشور، یکی از بهترین