

بررسی اقتصادی استفاده از زغال سنگ برای تولید برق در ایران

چکیده

سوخت‌های فسیلی (نفت، گاز طبیعی و زغال سنگ) از جمله منابع مهم انرژی جهان هستند که اهمیت خود را به عنوان سوخت از گذشته تا به حال حفظ کرده‌اند. در این بین سهم زغال سنگ در تأمین سوخت نیروگاه‌های تولید برق بیش از سایر سوخت‌های فسیلی است. این نکته نشان‌دهنده اهمیت بالای این منبع انرژی در تولید برق است. استفاده از زغال سنگ جهت تولید برق فرصتی را ایجاد خواهد کرد تا تنوع بیشتری در سبد انرژی کشور ایجاد شده و فرصت بیشتری را برای استفاده از سوخت مایع و گاز طبیعی جهت صادرات یا ایجاد ارزش افزوده بالاتر از طریق صنایع انرژی بر ایجاد خواهد کرد. همچنین باعث کاهش بار پیک شبکه گاز کشور در زمستان شده و کمبود تأمین گاز طبیعی برای تولید برق و استفاده از سوخت نفت گاز بجای آن را کاهش داده و موجب خواهد شد تا اتکاء واحدهای نیروگاهی به سوخت مایع در زمستان کاهش یابد. در عین حال باعث شکوفایی و رونق اقتصادی (اشتغال‌زایی) در نواحی زغال‌خیز کشور به ویژه ناحیه طبس خواهد شد. روش مورد استفاده در این بررسی، هزینه تراز شده (LCOE) می‌باشد از این طریق بهای تمام شده برق تولیدی برای هر کیلووات ساعت تعیین و در نهایت با بهای تمام شده برق توسط نیروگاه‌های گازی، بخاری و سیکل ترکیبی مورد مقایسه قرار می‌گیرد.

گشته است. در نیروگاه‌های جهان منابع انرژی مختلفی بکار گرفته می‌شود که این منابع می‌توانند جزء سوخت‌های فسیلی (نفت، گاز و زغال سنگ) باشند یا جزء منابعی باشند که به آنها انرژی‌های نو (خورشید، باد، زمین گرمایی و ...) اطلاق می‌شود. در این بین زغال سنگ به عنوان سوختی فسیلی و تجدیدناپذیر از سالیان دور تا به امروز همواره نقش مؤثری در تولید الکتریسیته داشته است. زغال سنگ یکی از با ارزش‌ترین مواد معدنی انرژی‌زا در جهان امروز می‌باشد که از نظر ذخیره بیشترین حجم را در دنیا دارا است. نیاز به انواع مختلف انرژی مخصوصاً انرژی الکتریکی با روند روزافزون صنعتی شدن و افزایش جمعیت در جهان، روزه‌روز در

دکتر علی اصغر اسماعیل نیا - استادیار گروه اقتصاد انرژی
عباس حمزه خانی - کارشناس ارشد اقتصاد انرژی

مقدمه

انرژی عاملی حیاتی است که نقش اساسی در تولید دارد. منابع انرژی نقش موتور محرکه اقتصاد و تولید ملی را دارد و تعیین‌کننده جایگاه کشورها در نظام سرمایه‌داری جهان است. انرژی تأمین‌کننده نیازهای اولیه و خدماتی همچون گرمایش، سرمایش، روشنایی و حمل و نقل است. رشد سریع اقتصادی در کشورهای در حال توسعه و رشد مداوم در کشورهای صنعتی، باعث افزایش تقاضای انرژی

نیروگاه‌های کشور به کار برد. به لحاظ منابع، زغال‌سنگ حرارتی ۶۰ درصد کل ذخایر زغال‌سنگ در طبس، ۲۵/۲۳ درصد در البرز مرکزی، ۶/۱ درصد در کرمان، ۱/۳۴ درصد در البرز شرقی و ۰/۰۵ درصد در البرز غربی، آذربایجان و سایر مناطق قرار گرفته است. گستره‌های وسیع زغالی در شمال و شرق ایران شناسایی شده که بخشی از حوضه پهنای زغال‌دار شرق ایران در طبس قرار دارد. این بخش شامل چهار ناحیه (پرورده، ناینبد، مزینو و آبدوغی) می‌باشد. باتوجه به نیاز کشور به انرژی الکتریسیته در شرق و وجود ذخایر زیاد زغال‌سنگ حرارتی در طبس و گستردگی نواحی مزینو و آبدوغی و همچنین آثار زغالی پراکنده در سطح، امید می‌رود ذخایر نهفته فراوانی از انواع زغال‌سنگ در این منطقه از کشور وجود داشته باشد.

منطقه مزینو به خاطر فرآیند ساخت نیروگاه حرارتی سوخت زغال‌سنگ در سالیان اخیر مورد توجه بیشتری قرار گرفته و ذخیره احتمالی ۱۴۰۰ میلیون تن و ذخیره قابل استخراج ۴۹۰ میلیون تن برای آن برآورد شده است. این حوضه‌ها مجموعاً مساحتی نزدیک به ۳۰۰۰۰ کیلومتر مربع را در بر گرفته و از بخش شمالی کرمان تا نزدیک طبس در استان خراسان گسترش دارند. قسمت عمده مناطق زغال‌دار در کویرهای بین کویر مرکزی و دشت لوت واقع شده‌اند. حوضه مزینو با وسعتی حدود ۸۸۰۰ کیلومتر مربع در غرب نواحی پرورده و ناینبد قرار دارد. وجود منابع عظیم زغال‌سنگ حرارتی در کشور خصوصاً در منطقه مزینو طبس ضرورت استفاده بهینه و بهره‌برداری از این منبع انرژی را ایجاب می‌کند. می‌توان از انرژی حرارتی این منبع جهت تولید برق به‌عنوان یک جایگزین مناسب در سبد انرژی کشور استفاده کرد. لذا ضرورت بررسی و ارزیابی اقتصادی استفاده از منابع زغال‌سنگ جهت مصارف مختلف از جمله تولید الکتریسیته در کشور موضوعی مهم و قابل توجه خواهد بود. غنی بودن ایران از منابع سوخت فسیلی همچون نفت و گاز باعث شده که صنعت برق از ابتدای تأسیس به دلیل سهولت دسترسی و هزینه پائین، بیشتر از این منابع جهت تولید الکتریسیته استفاده کند. روند رو به رشد صنایع پتروشیمی در جهان و قابلیت تبدیل فرآورده‌های نفتی به مواد با ارزش افزوده بالاتر باعث شده که در کشورهای پیشرفته جهان استفاده از نفت و گاز به‌عنوان سوخت به تدریج تقلیل یابد و توجه جهان به منابع و سوخت‌های جایگزین دیگری غیر از نفت و گاز جلب شود. امروزه اکثر کشورهای جهان به دنبال استفاده از سوخت‌ها و منابع متنوع جهت استفاده در نیروگاه‌های خود هستند. ضمن آنکه به دلیل وضعیت غیر قابل پیش‌بینی بازار نفت و گاز توجه اغلب کشورها به استفاده از منابع زغال‌سنگ بخصوص در تولید برق بیشتر شده است. ایران با آن که یکی از کشورهای نفت‌خیز جهان و دارای منابع عظیم گاز طبیعی است به دلیل وجود ذخایر غنی زغال‌سنگ، می‌تواند صرفه‌جویی

حال افزایش است. زغال‌سنگ به‌عنوان سوختی فسیلی نقش غیر قابل انکاری در توسعه صنعتی کشورها داشته است. علاوه بر تولید برق، زغال سنگ نقش زیادی در بخش‌های مختلف از قبیل ذوب آهن و تولید فولاد جهان ایفاء نموده است. وجود پتانسیل فراوان زغال‌سنگ در کشور خصوصاً در منطقه طبس ضرورت استفاده اقتصادی از این منبع را ایجاب می‌کند. میزان ذخایر زغال‌سنگ کشور بسیار بالاتر از مقدار مورد نیاز صنایع فولاد است. لذا استفاده از انرژی حرارتی زغال‌سنگ جهت تولید الکتریسیته به‌عنوان یک گزینه مهم قابل طرح است. از این رو با توجه به وجود منابع عظیم زغال‌سنگ حرارتی در کشور، بررسی و امکان‌سنجی استفاده از زغال‌سنگ حرارتی جهت تولید برق خصوصاً در منطقه مزینو طبس موضوعی مهم جهت ارزیابی می‌باشد که در این مقاله به بررسی و ارزیابی اقتصادی بهره‌برداری و استفاده از منابع زغال‌سنگ جهت تولید الکتریسیته در کشور پرداخته می‌شود.

طرح مسئله

امروزه در جهان نیروگاه‌های تولید الکتریسیته بزرگترین مصرف‌کننده زغال‌سنگ حرارتی محسوب می‌شوند اما ایران با داشتن منابع شناخته شده احتمالی ۱۴-۱۱ میلیارد تن زغال‌سنگ، هنوز از این منبع انرژی جهت تولید برق استفاده نمی‌کند. تولید برق در کشور عمدتاً با استفاده از نیروگاه‌هایی صورت می‌گیرد که از سوخت فسیلی استفاده می‌نمایند. نیروگاه‌های موجود در کشور عبارتند از نیروگاه‌های حرارتی که شامل نیروگاه‌های گازی، سیکل ترکیبی، بخاری و دیزلی می‌گردد که از سوخت‌های مایع (نفت کوره، نفت گاز) یا گاز طبیعی جهت تولید الکتریسیته استفاده می‌کنند. همچنین نیروگاه‌های برق آبی که در آن از انرژی آب پشت سدها جهت تولید برق استفاده می‌گردد و در نهایت نیروگاه‌های بادی و خورشیدی قرار می‌گیرند. در سال ۱۳۸۶ از مجموع ظرفیت نصب شده توسط وزارت نیرو، سهم نیروگاه‌های بخاری ۳۴ درصد، نیروگاه‌های سیکل ترکیبی ۲۳/۹ درصد، نیروگاه‌های گازی ۲۴/۱ درصد، نیروگاه‌های آبی ۱۶/۹ درصد، نیروگاه‌های دیزلی ۱ درصد و نیروگاه‌های بادی و خورشیدی ۰/۲ درصد بوده است. (ترازنامه انرژی کشور ۱۳۸۶)

ایران دارای منابع قابل توجهی از زغال‌سنگ هم از نوع کک شو و هم از نوع حرارتی آن می‌باشد. عمده‌ترین ذخایر زغال‌سنگ کشور در نواحی شمالی، مرکز کشور و در مناطق کرمان، البرز مرکزی، البرز شرقی و البرز غربی واقع شده‌اند. در دهه‌های پیشین توجه کشور بیشتر در جهت مصرف زغال‌سنگ کک شو جهت تولید فولاد و مصرف در ذوب آهن و صنایع فرو آلیاژ بوده است. امروزه با توجه به اینکه در جهان نیروگاه‌های تولید الکتریسیته بزرگترین مصرف‌کننده زغال‌سنگ حرارتی محسوب می‌شوند می‌توان زغال‌سنگ حرارتی را جهت تأمین انرژی حرارتی

اهمیت و ضرورت موضوع

به خاطر پایان‌پذیری اکثر منابع انرژی، تأمین منابع انرژی لازم برای جمعیت رو به رشد جهان و به ویژه نیازهای توسعه اقتصادی و صنعتی به عنوان مسأله اصلی پیش‌روی کشورها شناخته می‌شود. سرمایه‌گذاری و گرمایش خانگی و تجاری در اغلب کشورها و همچنین ایران به‌شدت به منابع تجدیدناپذیر و سوخت‌های فسیلی وابسته است. محدودیت منابع فسیلی، افزایش جمعیت و تقاضای انرژی، مسائلی هستند که اکثر کشورهای جهان با آن روبرو هستند. منابع متنوع انرژی ثروت ملی هر کشوری است و باید به نحوی از آن استفاده شود که زمینه را برای توسعه پایدار به وجود آورد. صیانت از منابع انرژی به معنای حفظ این ثروت برای نسل‌های آتی است. در حال حاضر اکثر کشورهای جهان به نقش و اهمیت منابع مختلف انرژی در تأمین نیازهای حال و آینده پی برده و سرمایه‌گذاری‌ها و تحقیقات وسیعی را در جهت سیاست‌گذاری، استراتژی و برنامه‌های زیربنایی و اصولی انجام می‌دهند. منابع انرژی شامل انرژی‌های فسیلی (نفت، گاز و زغال سنگ) و انرژی‌های نو (انرژی خورشیدی، انرژی باد، انرژی امواج، انرژی جزر و مد اقیانوس‌ها و دریاها، انرژی زمین گرمایی، انرژی بیوگاز و بیوماس و...) است. سوخت‌های فسیلی پس از مصرف از بین رفته و قابل تجدید نمی‌باشد. در واقع سرعت تشکیل این سوخت‌ها به مراتب کمتر از سرعت مصرف آنها است این سوخت‌ها شامل نفت، گاز و زغال‌سنگ و هیزم و زغال چوب است. یکی از عوامل اساسی توسعه صنعتی هر کشوری، توسعه و گسترش نیروگاه‌های برق آن کشور است. از جمله موادی که در تولید برق نقش ضروری دارد، زغال‌سنگ است. زغال‌سنگ از منابعی است که در اغلب کشورها در تولید الکتریسیته بکار گرفته می‌شود. با توجه به معادن قابل توجه زغال‌سنگ در کشور باید برنامه‌های مناسبی جهت بهره‌گیری از این منبع تدوین و اعمال شود تا کمبود کشور در زمینه تولید برق تا حدی جبران گردد. زغال‌سنگ یکی از منابع عمده فسیلی است که به عنوان سوخت فسیلی از سال ۱۹۷۳ میلادی تاکنون همچنان اهمیت خود را در تولید برق حفظ کرده است و بیشترین برق تولیدی جهان از این منبع انرژی بدست می‌آید. ایران نیز با اینکه دارنده منابع قابل توجه زغال‌سنگ است، لیکن سهم تولید برق از زغال‌سنگ برابر صفر است. استفاده از زغال‌سنگ جهت تولید برق فرصتی را به کشور خواهد داد که زمان لازم جهت توسعه و سرمایه‌گذاری در سایر انواع انرژی

مهمی در مصرف سوخت‌های فسیلی داشته باشد. این امر به نوبه خود باعث طولانی شدن عمر ذخایر نفت و گاز طبیعی شده و این منابع برای آینده ذخیره شده و قابلیت تبدیل به مواد با ارزش افزوده بیشتر را خواهد داشت. ضمن آنکه تعدد منابع انرژی برای تولید برق می‌تواند به ثبات و پایداری تأمین انرژی کمک نموده و عرضه مطمئن توسط بخش انرژی کشور تضمین گردد. از این‌رو با توجه به ذخایر فراوان زغال‌سنگ در کشور بخصوص در مناطقی مثل طبس و لزوم ایجاد امنیت در بخش انرژی کشور با تکیه بر سبیدی از سوخت‌های متنوع، استفاده از انرژی حرارتی زغال‌سنگ در تولید برق به عنوان یک گزینه می‌تواند مورد توجه قرار گیرد.

باتوجه به اینکه تاکنون امکان استفاده از نیروگاه اتمی جهت تولید برق در کشور فراهم نشده و انرژی‌های تجدیدپذیر (بادی، خورشیدی و...) در حال حاضر بیشتر سهم بسیار ناچیزی داشت و یا جنبه مطالعاتی دارند و استفاده از منابع برق آبی نیز به دلیل کمی نزولات آسمانی و خشکسالی محدود است. لذا توجه به منابعی مثل زغال‌سنگ جهت تأمین سوخت نیروگاه‌ها می‌تواند در کنار استفاده از منابع فسیلی اهمیت زیادی داشته باشد. با توجه به سهولت صادرات نفت و گاز نسبت به زغال‌سنگ و با در نظر گرفتن سهولت امکان ایجاد ارزش افزوده از نفت و گاز و یا فرآورده‌های آن و ضرورت بهره‌برداری مفیدتر از این منابع و همچنین کمبود تأمین سوخت گاز طبیعی در کشور بویژه در فصل زمستان، بررسی راه‌کارهای استفاده از منابع زغال‌سنگ جهت تأمین سوخت نیروگاهها ضروری است. لذا این مقاله برآن است تا به سؤالات زیر پاسخ دهد:

- آیا ذخایر کافی زغال‌سنگ جهت استفاده به عنوان سوخت نیروگاه در کشور وجود دارد؟

- آیا تولید برق از زغال‌سنگ در مقایسه با نیروگاه‌های با سوخت فسیلی به لحاظ قیمت تمام شده برق اقتصادی است؟





در این گزارش سعی شده است حد توجیه‌پذیری سرمایه‌گذاری این نیروگاه در مقایسه با احداث نیروگاه بخاری گازسوز و نیروگاه سیکل ترکیبی در شبکه شمالی خراسان تعیین گردد. در این مطالعه نیروگاه بخاری گازسوز و نیروگاه سیکل ترکیبی گازسوز به عنوان نیروگاه رقیب در نظر گرفته شده است. با کمک نرم‌افزار مقایسه اقتصادی نیروگاه‌ها تحت عنوان EEPLANT قیمت برق تولیدی نیروگاه بخاری گازسوز معادل ۲/۴۳ cents/kwh و نیروگاه سیکل ترکیبی گازسوز معادل ۱/۹۹ cents/kwh به دست می‌آید. در این صورت بر اساس اطلاعات نیروگاه زغال‌سوز حداکثر سرمایه‌گذاری مجاز جهت تولید برق در مقایسه با نیروگاه بخاری برابر با ۹۶۰ دلار بر کیلووات و در مقایسه با نیروگاه سیکل ترکیبی حدود ۷۹۰ دلار بر کیلووات خواهد بود که این هزینه شامل خرید تجهیزات آماده‌سازی زغال نیروگاه، تجهیزات نیروگاه، عملیات ساختمانی و نصب و راه‌اندازی واحدها خواهد بود. در پایان گزارش، آنالیز حساسیتی بر روی قیمت زغال و ارزش حرارتی آن صورت گرفته است.

مریم ستاری (۱۳۷۵) در پایان نامه ارشد خود ابتدا به تشریح جایگاه زغال‌سنگ در میان دیگر حامل‌های انرژی پرداخته، سپس به منشأ تشکیل زغال‌سنگ و مشخصات فیزیکی و شیمیایی زغال سنگ‌ها و همچنین طبقه‌بندی انواع زغال‌سنگ پرداخته است. نویسنده چگونگی گازرسانی از زغال‌سنگ و کاربرد آن در نیروگاه‌های برق را تشریح می‌کند. و به نحوه گازرسانی از زغال‌سنگ، تکنولوژی موردنیاز و دستگاه‌های گازسازی، و مشخصات عمومی آنها می‌پردازد همچنین به انواع نیروگاه‌های زغال‌سنگی موجود در جهان و تکنولوژی‌های نیروگاه‌های برق زغال‌سوز و روند توسعه در نیروگاه‌های سیکل ترکیبی و همچنین به هزینه احداث نیروگاه‌های زغال‌سنگ سوز اشاره می‌شود. نیز به بررسی حمل و نقل زغال‌سنگ در مسافت‌های طولانی و کوتاه و همچنین جایگزینی خط لوله مایع و هزینه‌های حمل پرداخته شده و بالاخره سرمایه‌گذاری‌ها و منابع مالی مورد نیاز برای توسعه نیروگاه‌های برق زغال‌سوز و مقایسه سه

(انرژی‌های تجدیدشدنی) بدست آید و همچنین سوخت‌های فسیلی دیگر مثل نفت، گاز و ... آزاد شده و با ارزش افزوده بیشتر، درآمد ارزی بیشتری را نصیب کشور سازد. با وجود فناوری‌های نوین که استفاده از انرژی‌های نو و انرژی‌های تجدیدپذیر را مقدر می‌سازند، هنوز سوخت‌های فسیلی جزء منابع انرژی هستند که بیشترین نیاز صنعت را فراهم می‌سازند. با توجه به تجدیدناپذیری بودن این منابع و ارزش بالای صنعتی این مواد به عنوان ماده اولیه، استفاده بهینه و افزایش راندمان مصرف این مواد هم اکنون سرلوحه کار بسیاری از مراکز تحقیقاتی و پژوهشی جهان است. بهره‌برداری از معادن زغال سنگ کشور برای تولید برق همچون کشورهایی مثل آمریکا، چین، هند، استرالیا، ژاپن، کانادا و لهستان و همچنین کشورهایی مثل امارات عربی، عمان، پاکستان و ... با هدف و خط مشی مبتنی بر حمایت از انواع منابع انرژی و داشتن ترکیبی از انرژی‌ها باید صورت گیرد. با توجه به مصرف بسیار بالای گاز در ایران که طی چند سال گذشته در ماه‌های سرد سال مجبور به قطع گاز نیروگاه‌ها و اختصاص سوخت مایع (نفت گاز) به آنها شده است، می‌توان با توجه به ذخایر قابل توجه زغال‌سنگ در کشور، ساخت نیروگاه‌هایی با سوخت زغال‌سنگ را خصوصاً در مناطق دارای زغال‌سنگ از جمله طبس افزایش داد. این مسئله در حالی است که با وجود ذخایر فراوان زغال‌سنگ در ایران، هنوز یک نیروگاه زغال‌سوز در کشور وجود ندارد. استفاده از نیروگاه‌های زغال‌سنگی راهکاری برای افزایش ظرفیت و توان تولید برق در کشور است. استفاده از باطله‌های زغال‌شویی حاصل از شست و شوی زغال برای تهیه کک ذوب آهن اصفهان که خود یک معضل زیست محیطی است، می‌تواند در ترکیب با زغال‌سنگ با ارزش حرارتی بالاتر مورد استفاده قرار گیرد.

مطالعات داخلی

حوضه‌های زغالی ایران اولین بار توسط کارشناسان شرکت فولاد با کمک کارشناسان روسی از سالهای ۱۳۴۵ به بعد مورد مطالعه اصولی قرار گرفته است. کارشناسان روسی مثل ن. گرخشینکوف (N.Grechishnek) و آ. رشتکوف از مؤسسه تحقیقاتی ووخین این زغال‌سنگ‌ها را بر مبنای مدل ارائه شده جهت مطالعه معادن بزرگ زغال‌سنگ شوروی سابق رده‌بندی نمودند.

در گزارش ارائه شده توسط دفتر برنامه‌ریزی تولید شرکت توانیر (۱۳۸۰)، تحت عنوان بررسی اقتصادی احداث نیروگاه زغال‌سوز طبس، ابتدا به وجود معادن زغال‌سنگ حرارتی در نواحی پرورده و مزینو در طبس و استفاده بهینه از این ذخایر طبیعی اشاره شده و سپس در منطقه پرورده استخراج بیش از یک میلیون تن زغال‌سنگ در سال امکان‌پذیر اعلام شده است که این حجم زغال‌سنگ معادل تولید MW۳۴۰ برق با ضریب تولید ۰/۶۵ و راندمان ۰/۳۷ است.

۳- کشورهای بزرگ مانند ایالات متحده آمریکا که در آنها مراکز تولید و مصرف زغال سنگ فاصله زیادی با یکدیگر دارند که به حمل و نقل در داخل کشور با استفاده از راه آهن و جاده اهمیت زیادی داده می شود. و در آخر نتیجه گرفته است که، یکی از موارد بسیار ارزشمند که در نیروگاه های برق سوزانده می شود تا انرژی الکتریکی تولید شود گاز طبیعی است. این سوخت تمیز به دلیل سهولت مصرف طرفداران زیادی دارد. بهترین مکان مصرف آن در صنایع پتروشیمی است که به عنوان یک ماده اولیه بکار می رود و با تولید ارزش افزوده بر اقتصاد کشورهای مصرف کننده اثر می گذارد. باید توجه داشت که کشورهایمانند ژاپن از این ماده ارزشمند در صنایع پتروشیمی خود حداکثر بهره برداری را می نمایند بنابراین استفاده از این سوخت در نیروگاه های برق با توجه به ارزش ذاتی آن برای اقتصاد یک کشور مفید نیست. مگر در مواردی که جایگزین برای آن موجود نباشد و استفاده از آن بدلیل وجود مازاد تولید بهینه تلقی گردد. در عین حال برای کشوری مانند کشور ما که با کمبود فرآورده های نفتی روبروست و تولید فرآورده های نفتی در پالایشگاه ها جبران میزان مصرف آنها را در سطح کشور نمی کند و نیاز شدیدی به واردات برخی فرآورده های نفتی وجود دارد جایگزینی گاز طبیعی که در داخل کشور تولید می شود امری طبیعی است. همچنین در ایران زغال سنگ سوختی فراموش شده است. بنابراین گاز طبیعی تاوان این فراموشی را باید جبران کند. براساس آنچه که در این تحقیق مطرح گردید، با توجه به وارداتی بودن سوخت گران قیمتی مانند نفت گاز و همچنین ارزشمندتر شدن گاز طبیعی و نفت کوره طی چند سال اخیر، جایگزینی مصرف زغال سنگ به جای این سوخت ها در مناطقی که امکان جایگزینی وجود دارد، توصیه می شود. این در حالی است که جایگزینی این سوخت در منازل نیاز به منطقه یابی دارد زیرا در بعضی مناطق می توان با نگهداری زغال بریکت و مصرف آن به جای زغال چوب وضعیت بهتری بدست آورد. همچنین با احداث نیروگاه های زغال سوز در نواحی که ذخایر زغال سنگ کافی وجود دارد. می توان به استفاده بهینه انرژی در آن ناحیه منجر گردد و در کل منافع زیادی را برای تولید برق کشور فراهم آورد. در حال حاضر با توجه به نیاز روز افزون کشور به انرژی و همچنین حفظ درآمدهای صادراتی حاصل از آن، اهمیت ذخایر زغال سنگ در کشور بیشتر آشکار می گردد. زیرا با جایگزینی این سوخت در نیروگاه های جدید به جای سوخت هایی همچون گاز طبیعی، گازوئیل و نفت کوره در مناطقی که این جایگزینی از نظر اقتصادی منطقی می باشد. افزایش روز افزون مصرف این انرژی ها را در کشور کاهش می دهد.

سوخت اصلی نیروگاه ها پرداخته شده و نهایتاً هزینه های احتمالی استفاده از زغال سنگ و راه های کاهش آن توضیح داده می شود. مریم ستاری عنوان می کند که برای احداث یک نیروگاه با سوخت زغال سنگ باید مسائل زیر بدون توجه به نوع نیروگاه زغال سوز مدنظر قرار گیرد.

- ۱- اطمینان از وجود یک ذخیره عظیم زغال سنگ و استمرار تولید.
- ۲- مشخص بودن شرایط فیزیکی و شیمیایی زغال سنگ از قبیل رطوبت - مواد فرار- ارزش حرارتی و قابلیت خرد شدن و ...
- ۳- مقایسه اقتصادی احداث نیروگاه در جوار معدن و انتقال برق به مراکز مصرف و یا احداث نیروگاه در مراکز مصرف و انتقال زغال سنگ از معدن به محل نیروگاه.
- ۴- سیستم حمل و نقل زغال سنگ به نیروگاه.
- ۵- احداث سیلوهای ذخیره زغال سنگ با در نظر گرفتن شرایط مقایسه با خودسوزی زغال سنگ.
- ۶- سیستم خرد کردن و دانه بندی زغال سنگ.
- ۷- سیستم تأمین آب نیروگاه.
- ۸- رعایت مسائل زیست محیطی برای جلوگیری از آلودگی محیط زیست اطراف نیروگاه: که در این زمینه نیروگاه های سیکل ترکیبی که از زغال سنگ بعنوان سوخت استفاده می نمایند برای جلوگیری از آلودگی های زیست محیطی با استفاده از انواع فیلترها و جدا کننده ها و بهره گیری از تکنولوژی گازگیری از زغال سنگ حداکثر راندمان و کارکرد با کمترین آلودگی و بیشترین تولید را ارائه می دهند. نویسنده با اشاره به حمل و نقل با مسافت های طولانی و کوتاه کشورها را سه دسته در نظر گرفته که عبارتند از:
- ۱- کشورهای کوچکتر مثل انگلستان که توزیع زغال سنگ تولید شده نسبتاً خوب تنظیم شده است. و محل صنایعی که از زغال سنگ استفاده می کنند در نزدیکی معادن زغال سنگ در نظر گرفته شده است.
- ۲- کشورهایی که از زغال سنگ وارداتی هم استفاده می کنند مانند بعضی کشورهای اروپای غربی و ژاپن





بانک اطلاعات مهندسی برق (۱۳۸۵) در مقاله‌ای تحت عنوان، تولید الکتریسیته از زغال سنگ در نیروگاه‌ها اشاره کرده است که ایران دارای معادن عظیم زغال سنگ است به طوری که تنها در منطقه طبس در استان یزد معادنی با ذخیره بیش از یک میلیارد تن برآورد شده است و اینکه وجود منابع عظیم زغال سنگ در کشور و خصوصاً در منطقه طبس ضرورت استفاده بهینه و بهره‌برداری از این موهبت الهی را ایجاب می‌کند در این مقاله نویسنده اشاره می‌کند در حال حاضر بیش از ۹۰ درصد نیروگاه‌هایی که در سطح دنیا از طریق مصرف زغال سنگ فعال هستند از

توسعه سریع مصرف زغال به واسطه افزایش جمعیت و تقاضای انرژی در کشورهایی که دارای منابع عظیم زغال هستند. وجود موارد فوق سبب شد فن‌آوری‌های جدیدی به منظور مصرف زغال سنگ در جهت تولید الکتریسیته ابداع شود. در میان تکنولوژی‌های مرسوم تولید الکتریسیته از زغال فن‌آوری IGCC در مقایسه با سایر فن‌آوری‌های رقیب دارای محاسن محیط‌زیستی فراوانی است. هزینه تأسیس این واحدها برخلاف راندمان آنها در حال کاهش است به طوری که سایر کشورهای جهان نظیر چین و هند که از پتانسیل زغال بالایی برخوردار است در شرف تأسیس نیروگاه‌هایی با تکنولوژی IGCC هستند.

روش‌شناسی

روش تحقیق به شکل نظری و توصیفی و به شیوه مطالعه کتابخانه ای است که با استفاده از کتب و مقالات فارسی و انگلیسی، گزارش‌های سازمان‌های ذیربط این تحقیق تدوین می‌گردد. همچنین جهت نگارش و تدوین این تحقیق از پروژه‌های انجام شده در این زمینه استفاده شده است. بررسی منابع و گزارشات و مقالات علمی در داخل و همچنین بررسی مقالات و منابع خارجی، مهمترین روش بررسی برای دستیابی به اطلاعات و منابع مورد نیاز در این مقاله بوده است.

برای ارزیابی طرح و امکان مقایسه اقتصادی نیروگاه‌ها زغال‌سنگی با سایر نیروگاه‌های فسیلی از روش معادل هزینه یا هزینه تراز شده LCOE که روش متعارف مشخص نمودن قیمت تمام شده برق در ایران است، استفاده می‌شود. بر مبنای این روش، بهای تمام شده برق تولیدی برای هر کیلو وات ساعت برق تولیدی نیروگاه زغال‌سنگی محاسبه می‌شود و سپس با قیمت تمام شده از سایر روش‌های تولید مورد مقایسه قرار می‌گیرد. در این روش سه نوع هزینه سرمایه‌گذاری، تعمیر و نگهداری و سوخت مورد ملاحظه

تکنولوژی پودر کردن زغال (PC) استفاده می‌کنند. ایالات متحده و چین جزء مهمترین کشورهایی هستند که قسمت اعظم الکتریسیته خود را از این طریق تأمین می‌کنند. هزینه تأسیس، قابلیت واحد و کارایی این نوع سیستم‌ها با درجه اطمینان بالایی قابل پیش‌بینی است. فواید اقتصادی این نوع سوخت نسبت به سایر سوخت‌ها بستگی به هزینه تأمین زغال و دسترسی به سایر منابع سوختی دارد در صورت وجود گاز طبیعی استفاده از سوخت زغال بصورت معمولی قابل رقابت با نیروگاه‌های حرارتی با سوخت‌های مایع و گاز طبیعی نیست. در غیاب مقادیر کافی گاز طبیعی تکنولوژی PC یک راه‌حل اقتصادی برای تأمین انرژی بویژه در کشورهایی که دارای منابع عظیم زغال هستند، است. با این حال تکنولوژی PC دارای نقاط ضعفی نیز هست. نخست آنکه تولید الکتریسیته بر اساس تکنولوژی PC موجب انتشار موادی نظیر CO_2 ، CO ، SO_x ، NO_x ، ذرات معلق و فلزات سنگین می‌شود که باعث آلودگی محیط‌زیست می‌شوند. دومین نقطه ضعف تکنولوژی PC پایین بودن راندمان این تکنولوژی در مقایسه با سایر تکنولوژی‌های موجود است. در سال ۱۹۹۰ علاقمندی جدیدی به توسعه روش‌های استفاده از زغال بدون آلودگی مورد توجه قرار گرفت این علاقمندی‌ها در راستای شرایط زیر بود.

- افزایش آگاهی‌های عمومی در مورد مشکلات زیست‌محیطی منطقه‌ای، بومی و جهانی از قبیل آلودگی‌های شهری باران‌های اسیدی و تغییر آب و هوا.
- مشخص شدن سیمای آینده انرژی برای کشورهایی نظیر چین و هندوستان که دارای منابع عظیم زغال سنگ هستند و در آینده مصرف زغال سهم عمده‌ای در تأمین انرژی این کشورها دارد.
- توسعه صنایع پتروشیمی و تبدیل فرآورده‌های نفتی به محصولات با ارزش.

ظرفیت نیروگاه نیز به صورت زیر بیان کرد:

$$h = CR \times 8760$$

د) انرژی سالیانه ناخالص تولیدی نیروگاه (Eout)

کل انرژی سالیانه ناخالص تولیدی توسط نیروگاه بر حسب کیلووات ساعت تعداد ساعت کار نیروگاه برای تولید انرژی ناویژه در سال می باشد. مقدار کل انرژی ناخالص تولیدی (انرژی ناویژه) از رابطه زیر بدست می آید.

$$E_{out} = W \times CR \times 8760$$

در این رابطه W قدرت عملی نیروگاه و CR ضریب دسترسی یا فاکتور ظرفیت و ۸۷۶۰ تعداد ساعت کل سال می باشد.

ارزیابی اقتصادی نیروگاه زغال سوز طبس

حوضه پهناور زغال دار شرق ایران در طبس بخشی از گستره های وسیع شناسایی شده زغالی در شمال و شرق ایران است. این بخش شامل چهار ناحیه (پرورده، نایبند، مزینو و آبدوغی) می باشد. احداث نیروگاه زغال سوز، فصل جدیدی از اکتشاف زغال سنگ (زغال سنگ حرارتی) را پیش روی کشور گذاشته است. با توجه به نیاز کشور به انرژی الکتریسته و وجود ذخایر عظیم زغال سنگ حرارتی در طبس و گستردگی نواحی مزینو و آبدوغی و همچنین آثار زغالی پراکنده در سطح، امید می رود ذخایر نهفته فراوانی از انواع زغال سنگ در این منطقه از کشور وجود داشته باشد. بدین منظور، ناحیه مزینو هدف اکتشاف قرار گرفته است. موقعیت ویژه جغرافیایی ذخایر زغال سنگ طبس و همجواری آن با ذخایر سنگ آهن های بزرگی چون چادرملو، بافق، خوف با محوریت راه آهن مشهد - طبس - چادرملو - بافق یزد - طبس امکان توسعه پایدار جنوب خراسان را فراهم می آورد. احداث نیروگاه زغال سوز در طبس، بهره برداری از معادن عظیم زغال سنگ کک شو، با کلیه زیرمجموعه آن (کارخانه های زغال شویی، کک سازی، قطران و ...) که با توسعه فعالیت های معدن کاری گسترده همراه خواهد بود. ضمن اینکه موجب رونق اقتصادی، شکوفائی صنعت، اشتغال زایی و عمران شرق کشور خواهد شد به تولید برق در کشور کمک خواهد کرد.

در این منطقه، ذخیره احتمالی ۱۴۰۰ میلیون تن و ذخیره قابل استخراج ۴۹۰ میلیون تن برآورد شده است. این حوضه ها مجموعاً مساحتی نزدیک به ۳۰۰۰۰ کیلومتر مربع را در برگرفته و از بخش شمالی - زغالی کرمان تا نزدیک طبس در استان خراسان گسترش دارند. قسمت عمده مناطق زغال دار در کویر، بین کویر مرکزی و دشت لوت واقع شده اند. حوضه مزینو با وسعتی حدود ۸۸۰۰ کیلومتر مربع در غرب نواحی پرورده و نایبند قرار دارد. وجود منابع عظیم زغال سنگ حرارتی در کشور خصوصاً در منطقه مزینو طبس ضرورت استفاده بهینه و بهره برداری از این منبع انرژی را

قرار می گیرد. دو قید مهم برای استفاده از این شیوه و مقایسه آن با سایر روش ها وجود دارد. اول آنکه زمانی مقایسه بین طرح های مختلف با روش LCOE درست است که همگی خدمات مشابهی ارائه دهند. دوم زمانی روش LCOE جوابگو است که طرح های بکار رفته در محاسبات اقتصادی سازگار باشد. روش معادل هزینه به صورت ساده عبارتند از: تقسیم هزینه سالیانه بر انرژی خروجی سالیانه، طبق فرمول زیر:

$$LCOE = AC + O \& M + \frac{Pvf}{Eout}$$

AC = هزینه سالیانه سرمایه گذاری

OandM = هزینه تعمیر و نگهداری سالیانه

Pvf = هزینه سوخت مصرفی سالیانه

Eout = کل انرژی سالیانه ناخالص تولیدی توسط نیروگاه بر حسب

کیلووات ساعت

که در رابطه فوق نحوه محاسبه هر یک از متغیرها به صورت زیر خواهد بود:

الف) هزینه سرمایه گذاری سالیانه (AC)

هزینه سرمایه گذاری سالیانه هزینه یکنواختی است که در طول عمر نیروگاه دارای ارزش ثابتی است. برای بدست آوردن هزینه سرمایه گذاری سالیانه باید ابتدا ضریب بازگشت سرمایه CRF در کل هزینه سرمایه گذاری اولیه ضرب گردد.

$$AC = CRF \times C$$

در رابطه فوق C مقدار کل سرمایه اولیه و $CRF = \frac{r}{1 - (1+r)^n}$ است که در آن n طول عمر نیروگاه و r نرخ تنزیل اجتماعی است.

ب) هزینه های تعمیر و نگهداری (O&M)

جزء دیگر محاسبه LCOE مربوط به هزینه تعمیر و نگهداری است. در واقع در این روش هزینه تعمیر و نگهداری به صورت درصدی از هزینه سالیانه در نظر گرفته می شود.

ج) هزینه سوخت (PVF)

برای یافتن هزینه سوخت مصرفی باید توان مطمئن و بازده واحد نیروگاهی مشخص شود. مقدار هزینه سالیانه سوخت بدون در نظر گرفتن تعدیل، از رابطه زیر بدست می آید.

$$PVf = \frac{W \times h}{Ra \times NHv} \times Pg$$

W = توان نیروگاه

Ra = بازده نیروگاه

Pg = بهای پایه سوخت مصرفی

NHv = ارزش حرارتی سوخت خالص

h = مقدار ساعت کار واحدهای نیروگاه در سال

لازم به ذکر است که مقدار h را می توان بر حسب ضریب

۶۰ هزار تن و به مبلغ ۳۲۸۶ میلیارد ریال پیش‌بینی می‌شود.

ج) تأسیسات جانبی

این هزینه‌ها شامل هزینه‌های ماشین‌آلات و تجهیزات کمکی، تجهیزات آزمایشگاهی، جرثقیل و غیره می‌باشد که مبلغ ۳۰۱ میلیارد ریال برآورد می‌گردد.

د) تأسیسات عمومی

این تأسیسات شامل تأسیسات گرمایش، سرمایش، آبرسانی، تصفیه آب، تصفیه فاضلاب، تأسیسات روشنایی شامل لامپ‌ها، کابل‌ها، ترانسفورماتورها و ... می‌باشد که مبلغ ۶۱۶ میلیارد ریال برآورد می‌شود.

ه) اثاثیه و ملزومات اداری

پیش‌بینی می‌شود که مبلغ ۱۸۱۰ میلیون ریال بابت اثاثیه و ملزومات اداری مورد نیاز باشد.

و) هزینه‌های قبل از بهره‌برداری

این هزینه‌ها که شامل هزینه‌های مشاوران، هزینه‌های عمومی، سفر، مأموریت و بیمه می‌باشد جمعاً مبلغ ۳۱۸۴۰ میلیون ریال پیش‌بینی می‌شود.

ز) سرمایه در گردش

سرمایه در گردش طرح به مبلغ ۶۵۰۵۷ میلیون ریال برآورد می‌گردد.

س) هزینه‌های سوخت و مواد مصرفی

همان‌طور که قبلاً نیز اشاره شد سوخت مورد مصرف در این نیروگاه‌ها زغال‌سنگ است ولی علاوه بر زغال مقداری گازوئیل (۳ ماه از سال) و نفت سنگین نیز به طور سالیانه مصرف می‌گردد. عمده مواد مصرفی شامل آهک برای تأسیسات سولفورزدایی و اسید سولفوریک و محلول آمونوم برای تأسیسات تصفیه آب می‌باشد.

خ) هزینه تعمیرات و نگهداری و قطعات یدکی

هزینه مربوط به تعمیرات و نگهداری جمعاً به مبلغ ۸۴۱۰۹ میلیون ریال جهت تعمیرات و نگهداری در نظر گرفته شده است.

ز) هزینه پرسنلی

میزان حقوق دریافتی پرسنل (شامل حقوق پایه، بیمه و مزایا) جمعاً به مبلغ ۷۸۱۴۵ میلیون ریال سالانه در نظر گرفته می‌شود.

ک) هزینه‌های اداری و تشکیلاتی

از بابت هزینه‌های عمومی و اداری سالانه مبلغ ۲۶۰۰ میلیون ریال مشتمل بر هزینه‌های ارتباطات و مراسلات، ایاب و ذهاب، حسابرسی و وکلای حقوقی، هزینه‌های نظام مشارکت و بهنگام‌سازی و پویایی سازمانی، ملزومات اداری، بیمه سالانه دارائی‌ها و سوخت و انرژی مصرفی برآورد می‌گردد.

کل هزینه سرمایه‌گذاری طرح احداث نیروگاه در بخش ریالی معادل ۲۰۲۶ میلیارد ریال و در بخش ارزی معادل ۳۵۴ میلیون دلار و جمعاً معادل ۵۸۶۹/۵ میلیارد ریال به شرح جدول (۱) می‌باشد

ایجاب می‌کند. به دلیل اهمیت بالا و ذخایر شناسایی شده کشور در ناحیه مزینو، احداث نیروگاه زغال‌سوز در این ناحیه از نظر ذخیره زغال‌سنگ حرارتی می‌تواند مورد توجه و بررسی قرار گیرد. از سوی دیگر کویری بودن این ناحیه می‌تواند از نظر مسائل زیست‌محیطی مشکل کمتری را در خصوص مسایل محیط زیستی نیروگاه ایجاد نماید. در این خصوص تنها مشکل این ناحیه، تأمین منابع آب با کیفیت قابل قبول می‌باشد که با توجه به ذخیره و کیفیت زغال مناسبی که این ناحیه وجود دارد، مشکل تأمین آب آن از طریق پروژه‌های برداشت آب زیرزمینی توسط سازمان توسعه برق ایران مورد بررسی قرار گرفته و طبق مطالعات انجام شده، تأمین ۲۵۰ لیتر در ثانیه آب با املاح ۱-۵ گرم در لیتر قابل دسترسی است. بنابراین مشکل آب این منطقه با صرف منابع مالی قابل حل می‌باشد. از این رو می‌توان در صورت اقتصادی بودن تولید برق از زغال‌سنگ در این منطقه اقدام به احداث نیروگاه کرد که در ادامه ارزیابی اقتصادی آن ارائه می‌شود.

مفروضات ارزیابی اقتصادی تولید برق با استفاده از نیروگاه زغال‌سوز طبس

ظرفیت اسمی نیروگاه ۶۳۰ مگاوات و قدرت عملی آن ۴۶۳ مگاوات پیش‌بینی می‌شود. که در ذیل مفروضات احداث نیروگاه ارائه شده است:

W: توان عملی واحد نیروگاه ۴۶۳ مگاوات

Ra: بازده یا راندمان نیروگاه ۳۷/۵ درصد

NHV: ارزش حرارتی سوخت خالص ۸۷۶۳ کیلوکالری بر

مترمکعب

h: تعداد ساعت متوسط کار نیروگاه در سال برابر ۷۵۱۲

ساعت

Pg: بهای پایه سوخت مصرفی گازی ۵ سنت بر مترمکعب

n: طول عمر نیروگاه که ۳۰ سال است

r: نرخ تنزیل ۱۲ درصد در نظر گرفته شده است.

هزینه‌های احداث نیروگاه زغال‌سوز

هزینه‌های احداث یک نیروگاه زغال‌سوز در قالب موارد زیر قابل تفکیک و ارائه است:

الف) عملیات ساختمانی

هزینه‌های عملیات ساختمانی شامل ساختمان‌سازی‌های لازم برای هر قسمت، عملیات خاکبرداری و خاکریزی، مواد و مصالح لازم و غیره می‌باشد که جمعاً حدود ۸۹۱ میلیارد ریال برآورد می‌شود.

ب) ماشین‌آلات و تجهیزات

ماشین‌آلات و تجهیزات مورد نیاز برای احداث نیروگاه حدود

جدول (۱): هزینه‌های سرمایه‌گذاری در نیروگاه زغال‌سنگی (سال ۱۳۸۵)

سرمایه‌گذاری			شرح
جمع (میلیارد ریال)	هزار دلار	میلیون ریال	
۸۹۱۸۸۲		۸۹۱۸۸۲	عملیات ساختمانی
۳۲۸۶۶۷۷	۳۵۳۷۷۵	۳۱۲۴۰	ماشین آلات و تجهیزات
۶۱۶۱۴۹	۳۷۳۵۵	۲۷۲۴۰۸	تاسیسات عمومی
۳۰۱۷۶۸	۲۶۲۷۳	۶۰۰۰۰	تجهیزات جانبی
۲۶۵۰		۲۶۵۰	وسائط نقلیه
۱۸۱۰		۱۸۱۰	اثاثیه و ملزومات اداری
۱۲۵۹۹۹		۱۲۵۹۹۹	هزینه‌های پیش‌بینی نشده (۱۰ درصد)
۵۲۲۶۹۳۵	۳۵۳۷۷۵	۱۳۸۵۹۹۰	جمع سرمایه‌گذاری ثابت
۳۱۸۴۰	۲۰۰	۳۰۰۰۰	هزینه‌های قبل از بهره‌برداری بدون بهره
۵۴۴۸۸۶		۵۴۴۸۸۶	بهره دوران ساخت
۶۵۹۱۱		۶۵۹۱۱	سرمایه در گردش
۵۸۶۹۵۷۳	۳۵۳۹۷۵	۲۰۲۶۷۸۷	جمع کل سرمایه‌گذاری

مأخذ: گزارش بررسی فنی و اقتصادی نیروگاه زغال‌سوز طیس (تهیه شده توسط شرکت تکنوپرمواکسیپورت) - سازمان توسعه برق ایران - سال ۱۳۸۵

سوز طیس ۳/۶۱ سنت یورو خواهد شد.

مقایسه قیمت تمام شده برق از نیروگاه‌های مختلف

برای آنکه اقتصادی بودن تولید برق از نیروگاه زغال‌سنگی قابل جمع بندی باشد لازم است تا با سایر روش‌های تولید برق مورد مقایسه قرار گیرد. لذا قیمت تمام شده برق در چهار نوع نیروگاه در ایران با نیروگاه‌های زغال سوز در جدول (۲) مقایسه شده است.

آمار تفصیلی صنعت برق ایران سال ۱۳۸۷

(۱) شهید منتظری - (۲) ری - (۳) شهید رجایی -

(نرخ ارز در شهریور ماه سال ۱۳۸۵ در نظر گرفته شده است).
با توجه به مفروضات ذکر شده و اطلاعات جدول (۱) LCOE،
را برای نیروگاه زغال‌سوز طیس به شرح زیر قابل محاسبه است.

الف) هزینه سرمایه‌گذاری سالیانه (AC)

هزینه سرمایه‌گذاری سالیانه هزینه یکنواختی است که در طول عمر نیروگاه دارای ارزش حال ثابتی است. برای محاسبه هزینه سرمایه‌گذاری سالیانه نیاز به بازگشت سرمایه CRF و کل هزینه سرمایه‌گذاری C خواهد بود.

$$C = 630 \times 1000 \times 508 = 320040000$$

$$CRF = 0.1241$$

$$AC = 0.1241 \times 320040000 = 39730935/9$$

ب) هزینه‌های تعمیر و نگهداری (O&M)

در این روش هزینه‌های فوق به صورت درصدی از هزینه سالیانه خواهد بود. بگونه‌ای که در واحدهای گازی مقدار آن ۲ تا ۵ درصد، واحدهای بخاری ۱/۵ تا ۲ درصد، واحدهای زغال‌سوز ۲ درصد، در سیکل ترکیبی و نیروگاه هسته‌ای ۱/۵ تا ۳ درصد است.

$$O\&M = 0.39730935/99 = 794611871/98$$

مقدار NHV، ۸۷۶۳ کیلوکالری در نظر گرفته شده است.

$$Pf = 0.292032/409$$

ج) انرژی خروجی ناخالص تولیدی (تولید ناویژه) Eout

انرژی خروجی ناخالص تولیدی را می‌توان از فرمول زیر بدست آورد.

$$E_{out} = \text{قدرت عملی نیروگاه} \times \text{ساعت کل سال} \times \text{فکتور ظرفیت (ضریب دسترسی)}$$

مقدار انرژی ناویژه به شرح زیر می‌باشد.

$$E_{out} = 0.85 \times 8760 \times 463 = 3447498$$

بنابراین در نیروگاه زغال‌سوز طیس مقدار LCOE را بدست می‌آوریم.

$$LCOE = 371.08 \text{ EURO/MWh}$$

قیمت تمام شده هر کیلو وات ساعت برق تولیدی نیروگاه زغال

جدول (۲) - اطلاعات فنی و اقتصادی نیروگاه‌های مورد سنجش

نوع نیروگاه	ظرفیت اسمی نیروگاه (مگاوات)	قدرت عملی (مگاوات)	تولید ناخالص، ناویژه (مگاوات ساعت)	فکتور ظرفیت (درصد)	هزینه احداث سرمایه‌گذاری (یورو بر کیلووات) [*]	راندامان (درصد)	عمر مفید	قیمت تمام شده برق (سنت یورو به کیلو وات ساعت)
بخاری (۱)	۱۶۰۰	۱۵۸۵	۱۲۴۳۷۰۴۷	۷۸	۳۸۷	۳۶/۱	۳۰	۱/۹۶
گازی بزرگ (۲)	۱۰۲۷	۸۵۲	۲۶۷۹۰۰۵	۸۴	۱۶۶	۲۲/۶	۱۲	۱/۴۷
چرخه ترکیبی (۳)	۱۰۴۳	۹۰۰	۵۵۵۷۶۱۸	۸۲	۲۹۷	۴۳/۳	۳۰	۱/۶۲
زغال سنگی (۴)	۶۳۰	۴۶۳	۳۴۴۷۴۹۸	۸۵	۵۰۸	۳۷/۵	۳۰	۳/۶۱
گازی کوچک (۵)	۱۶۴	۱۲۷	۷۹۴۴۱۱	۹۷	۲۵۴	۲۰/۰	۲۰	۱/۷۸

* اطلاعات فنی، اقتصادی نیروگاه‌های کشور - شرکت توانیر - دفتر برنامه ریزی - آذر ۱۳۸۵

جدول (۴) - مقایسه قیمت تمام شده هر کیلو وات ساعت برق در نرخ تنزیل های مختلف (سنت یورو به کیلو وات ساعت)

نیروگاه	۰/۰۷=۳	۰/۱=۳	۰/۱۲=R
بخاری	۱/۳۳	۱/۷۰	۱/۹۶
گازی بزرگ	۱/۱۸	۱/۳۵	۱/۴۷
گازی کوچک	۱/۳۲	۱/۵۹	۱/۷۸
چرخه ترکیبی	۱/۱۰	۱/۴۰	۱/۶۲
زغالسوز	۲/۳۹	۳/۱۰	۳/۶۱

ذخایر نهفته فراوانی از انواع زغال سنگ در این منطقه از کشور وجود داشته باشد. در این منطقه، ذخیره احتمالی ۱۴۰۰ میلیون تن و ذخیره قابل استخراج ۴۹۰ میلیون تن برآورد شده است. حوضه مزینو با وسعتی حدود ۸۸۰۰ کیلومتر مربع در غرب نواحی پروده و نایبند قرار دارد. وجود منابع عظیم زغال سنگ حرارتی در کشور خصوصاً در منطقه مزینو طبعاً ضرورت استفاده بهینه و بهره برداری از این منبع انرژی را ایجاب می کند. به دلیل اهمیت بالا و ذخایر شناسایی شده کشور در ناحیه مزینو، احداث نیروگاه زغالسوز در این ناحیه از نظر ذخیره زغال سنگ حرارتی می تواند مورد توجه و بررسی قرار گیرد. از سوی دیگر کویری بودن این ناحیه می تواند از نظر مسائل زیست محیطی مشکل کمتری را در خصوص مسایل محیط زیستی نیروگاه ایجاد نماید.

چنانچه نیروگاهی با ظرفیت اسمی ۶۳۰ مگاوات و قدرت عملی ۴۶۳ مگاوات برای این منطقه در نظر گرفته شود. کل هزینه سرمایه گذاری طرح احداث نیروگاه در بخش ریالی معادل ۲۰۲۶ میلیارد ریال و در بخش ارزی معادل ۳۵۴ میلیون دلار و جمعاً معادل ۵۸۶۹/۵ میلیارد ریال خواهد بود که قیمت تمام شده هر کیلو وات ساعت برق تولیدی نیروگاه زغال سوز طبعاً ۳/۶۱ سنت یورو خواهد شد.

نتایج بررسی نشان می دهد که قیمت تمام شده برق در نیروگاه زغال سنگی در مقایسه با سایر روش های تولید برق بالاتر می باشد و این نشان دهنده آن است که در شرایط موجود توجیه اقتصادی برای تولید برق از نیروگاه زغال سنگی وجود ندارد.

ضمن آنکه چنانچه اثر تغییرات قیمت سوخت و نرخ تنزیل بر قیمت تمام شده هر کیلووات ساعت برق مورد بررسی قرار گیرد، ملاحظه می شود قیمت تمام شده برق از نیروگاه زغال سنگی در مقایسه با سایر روش های تولید برق بالاتر می باشد و این نشان دهنده آن است که در شرایط موجود توجیه اقتصادی برای تولید برق از نیروگاه زغال سنگی وجود ندارد. ♦

فهرست منابع در دفتر نشریه موجود است

(۴) طبعاً - (۵) کنگان

همان گونه که ملاحظه می شود قیمت تمام شده برق در نیروگاه زغال سنگی در مقایسه با سایر روش های تولید برق بالاتر می باشد و این نشان دهنده آن است که در شرایط موجود توجیه اقتصادی برای تولید برق از نیروگاه زغال سنگی وجود ندارد.

تحلیل حساسیت:

(الف) قیمت سوخت مصرفی (PF)

حال از آنجایی که سایر روش های تولید برق شدیداً به قیمت سوخت وابسته است لازم است تا اثر تغییرات قیمت سوخت بر قیمت تمام شده هر کیلووات ساعت برق مشخص شود. در جدول (۳) مقایسه قیمت تمام شده برق تولیدی نیروگاه های مختلف براساس قیمت های مختلف گاز طبیعی محاسبه شده است.

(ب) نرخ تنزیل

حال اگر نرخ تنزیل تغییر نماید قیمت تمام شده هر کیلووات ساعت برق در روش های مختلف در جدول (۴) ارائه شده است. همانگونه که در جداول (۳) و (۴) ملاحظه می شود قیمت

جدول (۳) - مقایسه قیمت تمام شده هر کیلووات ساعت برق در قیمت های مختلف گاز طبیعی (سنت یورو به کیلووات ساعت)

نیروگاه	قیمت گاز طبیعی				
	۴/۵ سنت یورو	۵ سنت یورو	۱۰ سنت یورو	۱۵ سنت یورو	۲۰ سنت یورو
بخاری	۱/۹۴	۱/۹۶	۲/۱۴	۲/۳۳	۲/۵۱
گازی بزرگ	۱/۴۶	۱/۴۷	۱/۶۳	۱/۷۹	۱/۹۵
چرخه ترکیبی	۱/۶۱	۱/۶۲	۱/۷۶	۱/۸۹	۲/۰۳
زغال سوز	۳/۵۹	۳/۶۱	۳/۷۶	۳/۹۱	۴/۰۷
گازی کوچک	۱/۷۶	۱/۷۸	۲/۰۲	۲/۲۵	۲/۴۹

تمام شده برق از نیروگاه زغال سنگی در مقایسه با سایر روش های تولید برق، در صورت تغییر قیمت گاز طبیعی و تغییر نرخ تنزیل باز هم بالاتر می باشد و این نشان دهنده آن است که در شرایط موجود توجیه اقتصادی برای تولید برق از نیروگاه زغال سنگی وجود ندارد.

جمع بندی و نتیجه گیری

باتوجه به نیاز کشور به انرژی الکتریسته و وجود ذخایر عظیم زغال سنگ حرارتی در طبعاً و گستردگی نواحی مزینو و آبدوخی و همچنین آثار زغالی پراکنده در سطح، امید می رود