

# مطالعه امکان‌سنجی طرح احداث نیروگاه مقیاس کوچک به ظرفیت ۲۵ مگاوات

## یونس هیالی

دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، گروه مهندسی صنایع، تهران، ایران  
yoneshayali@yahoo.com

## الهه نظری کیا

دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، گروه مهندسی صنایع، تهران، ایران  
elahe\_nazarikia@yahoo.com

## محمد خلیل زاده

عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، گروه مهندسی صنایع، تهران، ایران  
khalilzadeh@srbiau.ac.ir

## احسان رفیعی

دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، گروه مهندسی صنایع، تهران، ایران  
hrafei@gmail.com

موجود در صنعت برق ایران، (از جمله کاهش راندمان نیروگاه‌های کشور، عدم حضور فعال بخش غیر دولتی در بخش برق جهت افزایش رقابت، عدم تناسب برخی شاخص‌های اقتصادی برق با استانداردهای جهانی، استفاده از منابع مربوط به صنایع برق دولتی در جهت مقاصد سیاسی و...) تجدید ساختار در صنعت برق کشور امری اجتناب‌ناپذیر قلمداد می‌شود. گواه این مطلب آنکه اقدامات اولیه صورت گرفته در سال‌های اخیر جهت حرکت به سمت بازار رقابتی باعث بهبود نسبی برخی از ضعف‌های ایجاد شده گردیده است. در همین راستا و به لحاظ کمبود منابع عمومی دولت و منابع داخلی شرکت‌های برق جهت سرمایه‌گذاری و نیز تا حدی به دلیل وجود نظریه غالب برتر

تجدید ساختار / تبدیل انرژی / نیروگاه مقیاس کوچک.

## چکیده

هدف اصلی از اجرای این تحقیق، ارزیابی تولید ۲۵ مگاوات در ساعت برق و تحویل به شبکه برق سراسری در قالب قرار داد تبدیل انرژی با وزارت نیرو در پست فوق توزیع یکی از شهرهای شمالی ایران می‌باشد. طی قرارداد وزارت نیرو، گاز به واحد نیروگاهی داده شده و در ازای آن انرژی الکتریکی تحویل گرفته می‌شود علاوه بر این ضمن بررسی نقاط ضعف در ساختار فعلی صنعت برق ایران، راه کارهای اصلاحات ساختاری و تجدید ساختار در بخش برق را مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار می‌دهد. نتایج تحقیق بیانگر آن می‌باشد که با توجه به تنگناهای

سازوکار بازار بر سازوکار برنامه‌ریزی متمرکز، مشارکت بخش غیر دولتی در صنعت برق ایران ضروری است.

## مقدمه

استفاده از انرژی‌های خدادادی موجود در طبیعت، همیشه مورد نظر بوده است. مطالعات گوناگونی برای تغییر شکل انرژی، به طوری که به‌کارگیری آن ساده باشد، صورت گرفته است. حاصل این کوشش‌ها، انرژی الکتریکی است که از تبدیل سایر انرژی‌ها به دست می‌آید.

صنعت برق در هر کشوری، نقش تعیین‌کننده‌ای در رشد و شکوفایی اقتصادی دارد. رشد اقتصادی مستلزم افزایش تولید ناخالص ملی بوده و برای افزایش تولید نیز می‌بایست ظرفیت‌های لازم را فراهم ساخت. اغلب کشورها در مسیر رشد اقتصادی، توسعه بخش صنعت را به عنوان یک محور اصلی مورد توجه قرار داده‌اند. رشد صنعت نیز پیوند ناگسستنی با تأمین انرژی دارد. بهبود فن‌آوری، حرکت به سمت تکنولوژی‌های مبتنی بر انرژی الکتریکی را گسترش داده است. حتی اگر محور رشد و توسعه کشور بر توسعه صنعتی مبتنی نباشد، چیزی از اهمیت انرژی برق کاسته نخواهد شد. از سویی دیگر هزینه تأمین انرژی برق در مقابل خسارت ناشی از قطع جریان انرژی برق (خاموشی) به مراتب کمتر است. برخی مطالعات هزینه هر کیلووات ساعت خاموشی را بیش از یک دلار تخمین زده‌اند. این در حالی است که هزینه تأمین انرژی برق، حتی با قیمت‌های منطقه‌ای سوخت، معمولاً کمتر از ۰/۱ دلار برای هر کیلووات ساعت است. بنابراین اطمینان از توسعه مناسب صنعت برق، می‌تواند زیربنای محکم و مناسبی برای رشد و توسعه کشور باشد.

## ۱. مرور ادبیات موضوع

اسماعیل نیا و سجادیان (۱۳۸۹) روند تاریخی شکل‌گیری پروتکل کیوتو و ساز و کارهای انعطاف‌پذیر آن و همچنین پتانسیل‌های ایران در جذب پروژه‌های CDM [۱]، وضعیت احداث نیروگاه‌های بادی و فواید حاصل از آنرا مورد بررسی قرار داده و اظهار نمودند که در حال حاضر و با توجه به

محدودیت‌های موجود بر سر راه پروژه‌های CDM در بخش نیروگاه بادی در ایران، تولید برق بادی، چندان مقرون به صرفه نمی‌باشد.

انواع قراردادهای EPC [۲] با توجه به ویژگی‌های هر یک توسط آخوندی و همکاران (۱۳۹۲) بررسی گردید و در نهایت مناسب‌ترین مدل P.EPC [۳] پس از امتیاز دهی متخصصان و خبرگان به معیارها احداث نیروگاه خورشیدی پیشنهاد شد.

امکان‌سنجی احداث نیروگاه فتوولتائیک به‌منظور تأمین برق شهر گرمسار با استفاده از روش تجزیه و تحلیل سلسله‌مراتبی را منصور و شیعیه (۱۳۹۱) مورد بررسی قرار گرفته و قابلیت احداث نیروگاه فتوولتائیک در حوزه شهری گرمسار را به عنوان یکی از مناطق مرکزی ایران اعلام نمودند.

اکرامی و صادقی (۱۳۸۵) ارزیابی اقتصادی توسعه نیروگاه‌های خورشیدی با در نظر گرفتن ملاحظات زیست‌محیطی را به‌منظور بررسی هزینه تمام شده تولید برق از طریق نیروگاه‌های تولید برق و همچنین ارزیابی انتشار آلاینده‌ها و گازهای گلخانه‌ای از نیروگاه‌های غیر خورشیدی انجام دادند و مشخص نمودند استفاده از برق تولید شده از نیروگاه‌های خورشیدی توجیه اقتصادی ندارد.

حقی فام و علیشاهی (۱۳۸۹) در ارزیابی فنی و اقتصادی مدیریت اتفاقات در شبکه توزیع شهری (منطقه افسریه تهران) نشان دادند که استفاده از نشانگرهای خطای رادیویی تأثیر بسیار زیادی در کاهش مدت زمان خاموشی داشته و از لحاظ سوددهی اقتصادی از بقیه روش‌ها مفیدتر می‌باشد.

ارزیابی فنی و اقتصادی احداث توربین‌های کوچک برق بادی در بروجرد توسط رحیمی و ثقفی (۱۳۸۵) براساس داده‌های اقلیمی و هواشناسی ۱۰ ساله منطقه بروجرد و با استفاده از پیشرفته‌ترین نرم افزارهای پتانسیل‌سنجی انرژی و شبیه‌سازی صورت گرفته و در نهایت احداث توربین‌های برق بادی کوچک را در این منطقه مناسب و مقرون به صرفه اقتصادی اعلام نمودند.

امکان‌سنجی فنی و اقتصادی نصب توربین انبساطی در واحد سنتز متانول به کمک نرم افزار HYSYS (Ver.2006) توسط کاظمی و همکاران (۱۳۹۱) شبیه‌سازی شد و با مطابقت نتایج

حاصل با مدل مربوطه، ضمن انجام بررسی‌های اقتصادی طرح اذعان نمودند که با این روش می‌توان ۶/۵ مگا وات برق تولید نمود و زمان بازگشت سرمایه برای این پروژه کمتر از دو سال خواهد بود.

امکان سنجی فنی، اقتصادی و زیست محیطی بهره‌برداری بهینه از سیستم‌های تولید پراکنده، میکرو توربین - فتوولتائیک، با به‌کارگیری الگوریتم PSO [۴] را کاوسی نژاد و همکاران (۱۳۸۸) مورد مطالعه و بررسی قرار دادند و با برنامه ارائه شده در محیط Matlab سود آردترین ظرفیت‌های بهینه میکرو توربین و اینتور را جهت نصب در بیمارستان معرفی نمودند.

خوش اخلاق و همکاران (۱۳۸۴) در ارزیابی اقتصادی استفاده از نیروگاه خورشیدی (فتوولتائیک) در مقایسه با نیروگاه دیزلی و اتصال به شبکه سراسری برق به‌منظور تأمین برق روستاهای مرکزی ایران، اعلام نمودند که هزینه واحد انرژی سیستم فتوولتائیک با 960Rls/Kwh از هزینه واحد انرژی در گزینه‌های دیگر کمتر است.

بررسی مبانی فنی و اقتصادی احداث نیروگاه‌های برق با سوخت بیوگاز تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شمال اصفهان به روش لجن فعال توسط درخشان فر و همکاران (۱۳۹۰) انجام و با تجزیه و تحلیل شاخص‌های اقتصادی، احداث نیروگاه‌های تولید برق در تصفیه‌خانه‌ی فوق را از نظر توجیه اقتصادی، مناسب اعلام نمودند.

مهرنیا و حقیقی خوشخو (۱۳۹۲) اندازه بهینه اقتصادی مزرعه خورشیدی تلفیق شده با یک سیکل ترکیبی را مورد بررسی قرار دادند و مشخص نمودند اندازه بهینه اقتصادی مزرعه در نیروگاه‌های خورشیدی ترکیبی - تلفیقی تابعی از موقعیت نیروگاه، توان درخواستی اچ آر اس جی HRCG [۵] و قیود بلوک قدرت و مزرعه خورشیدی می‌باشد.

## ۲. بیان مساله

محصول این طرح انرژی الکتریکی برحسب کیلو وات ساعت و آب گرم می‌باشد به طوری که سالیانه با فرض ۸۰۰۰ ساعت کارکرد این سیستم و ضریب در دسترس بودن ۰/۹۴، تولید برق

۱۹۶,۹۴۶,۸۰۰ کیلووات ساعت خواهد بود. مطابق مطالعات انجام شده استفاده از نیروگاه‌های کوچک و پراکنده مزایای برجسته‌تری دارند به این نحو که با ایجاد مولدهای مقیاس کوچک پراکنده علاوه بر این که بخشی از نیاز جامعه با انرژی برق تأمین می‌شود، بهینه‌سازی مصرف انرژی نیز محقق خواهد شد. در این روش میزان راندمان تولید برق به نحو چشمگیری افزایش یافته و از تلفات انرژی جلوگیری می‌شود. در حال حاضر راندمان و بازده در تولید متمرکز و نیروگاه‌های بزرگ بین ۳۰ تا ۴۵ درصد است که این رقم در مولدهای مقیاس کوچک به ۸۰ تا ۹۵ درصد می‌رسد. همچنین حذف تلفات پیک بار به میزان ۳۰ درصد، تلفات انرژی به میزان ۱۸ درصد و کاهش نیاز به افزایش ظرفیت تولیدهای متمرکز از مزایای دیگر مولدهای مقیاس کوچک است.

افزایش امنیت صنعت برق به میزان پنج برابر نیروگاه‌های متمرکز از دیگر مزایای توسعه نیروگاه‌های مقیاس کوچک است که براساس موضوع پدافند غیرعامل در صورتی که یک نیروگاه بزرگ با آسیبی مواجه شود بخش مهمی از تولید برق دچار مخاطره می‌شود ولی در نیروگاه‌های کوچک و پراکنده این مشکل وجود ندارد و به راحتی می‌توان انرژی از دست رفته را جایگزین کرد. در روش مولدهای مقیاس کوچک امکان استفاده همزمان از انرژی برق و حرارت را در مراکز مصرف فراهم می‌کند. از دیگر مزایای نیروگاه مقیاس کوچک به شرح ذیل می‌باشد:

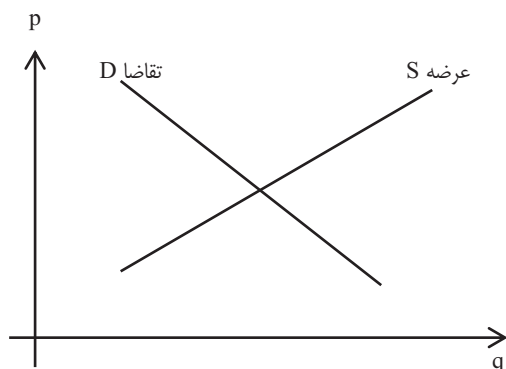
- قابلیت فروش برق به شبکه و ایجاد درآمد.
- کاهش هزینه‌های سرمایه‌گذاری تاسیسات.
- افزایش قابلیت اطمینان برای در دسترس بودن انرژی الکتریکی.
- کاهش هزینه‌های سرمایه‌گذاری مولدهای اضطراری.
- امکان بازیافت حرارت و تولید همزمان برق و حرارت.
- کاهش سرمایه‌گذاری و افزایش قابلیت مدیریت ریسک.

## عرضه و تقاضا

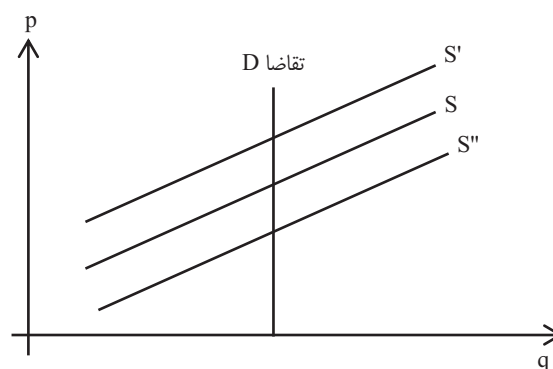
این محصول از جمله کالاهای ضروری سبد مصرفی خانوار ها، مشترکین صنعتی و کشاورزی و مشترکین عمومی بوده و به لحاظ اقتصادی کالایی کم کشش است و نسبت تغییر در مقدار مصرف

می‌توان تحلیل زیر را برای کالای برق وارد دانست:

آن به تغییر در میزان قیمت آن همواره کوچکتر از یک می‌باشد و



الف



ب

$$E_p < 1 \quad \& \quad TP = p \cdot q \quad \rightarrow \quad \frac{\% dq}{\% dp} < 1 \quad \rightarrow \quad \%dq < \%dp$$

### شکل ۱- منحنی عرضه و تقاضا

در ادبیات مهندسی توان تولید شده (مصرف شده) در واحد زمان (ثانیه) اصطلاحاً بار تولیدی (مصرفی) نامیده می‌شود از سوی دیگر، انرژی تولیدی (مصرفی) در یک بازه زمانی معین (مثلاً ۲۴ ساعت) نیز برابر حاصلضرب توان در آن بازه زمانی خواهد بود.

در بخش برق تقاضای مصرف کنندگان به گونه‌ای است که بار مصرفی آنها در ساعات مختلف روز متغیر است. معمولاً الگوی بار مصرفی به گونه‌ای است که از تقاضای بار از یک سطح حداقل در ساعات اولیه روز افزایش یافته و در حوالی اواسط روز بعد از یک کاهش ملایم دوباره شروع به افزایش کرده و در ساعات میانی شب حداکثر مقدار خود می‌رسد. حداکثر بار درخواستی در یک روز، پیک بار روزانه خوانده می‌شود. به این ترتیب بار تولیدی نیز به تناسب بار مصرفی در طول ساعات شبانه روز و متناسب با آن تغییر می‌کند. تقاضای بار متأثر از عوامل مختلف (از جمله دما در فصول مختلف) در طول سال تغییر پیدا می‌کند. با توجه به تغییرات بار در هر لحظه از زمان تنها کسری از کل توان تولیدی نصب شده برای تأمین تقاضای بار مورد استفاده قرار می‌گیرد زیرا توان تولیدی متناسب با حداکثر بار همزمان طراحی و نصب می‌شود. بنابراین در این حالت بجز

شکل "الف" منحنی عرضه و تقاضای کالا را به طور کلی در یک اقتصاد نشان می‌دهد D منحنی تقاضا و S منحنی عرضه را نشان می‌دهد. عرضه کننده تلاش می‌کند تا کالای خود را به بالاترین قیمت و تقاضاکننده تلاش می‌کند کالای مورد نظر را به کمترین قیمت خرید کند. این چانه زنی‌ها در نهایت به یک تعادل ختم می‌شود. در مورد کالای برق منحنی تقاضای آن عمودی است و گفته می‌شود که این کالا کم کشش است در شکل "ب" مشاهده می‌شود که چه مقدار عرضه کالای برق کم بشود و چه افزایش یابد باز مصرف آن تقریباً ثابت مانده و تغییر محسوسی در آن مشاهده نخواهد شد و این به آن معنی است که هر تغییری که در جهت افزایش قیمت بوجود آید باعث تغییر کوچکتري در کم شدن مقدار فروش خواهد شد که به طور کلی در بازار آزاد TR [۶] یا درآمد کل فروشنده را با افزایش قیمت در حالت اقتصاد بدون یارانه ایی ورقابتي کاهش نخواهد داد.

و این در صورتی است که در خصوص جایگاه این محصول توجه به این موضوع که راندمان برق و حرارت نیروگاه‌ها ۳۷ درصد است که براساس برنامه‌ریزی‌های انجام شده، این میزان در برنامه پنجم توسعه کشور به ۴۷ درصد افزایش خواهد یافت.

## جدول ۲- میزان واردات انرژی برق طی سال‌های

۱۳۸۵ - ۱۳۹۱ (مگاوات ساعت: واحد)

سال	میزان واردات
۱۳۸۵	۱/۰۲۴
۱۳۸۶	۱/۲۸۱
۱۳۸۷	۱/۶۰۲
۱۳۸۸	۲/۳۱۲
۱۳۸۹	۲/۵۴۰
۱۳۹۰	۲/۶۷۰
۱۳۹۱	۳/۱۰۵

مأخذ: برگرفته از آمار صنعت برق

## جدول ۳- میزان صادرات انرژی برق طی سال‌های

۱۳۸۵ - ۱۳۹۱ (مگاوات ساعت: واحد)

سال	میزان صادرات
۱۳۸۵	۳/۸۱۲
۱۳۸۶	۴
۱۳۸۷	۴/۲۳۶
۱۳۸۸	۴/۴۸۸
۱۳۸۹	۴/۹۳۰
۱۳۹۰	۵/۱۸۰
۱۳۹۱	۵/۸۹۰

مأخذ: برگرفته از آمار صنعت برق

## جدول ۴- روند مصرف در سال‌های گذشته

(مگاوات ساعت: واحد)

ردیف	سال / شرح	تولید داخلی	واردات	صادرات	موجودی انبار	مصرف ظاهری
۱	۱۳۸۵	۴۵/۳۹۱	۱/۰۲۴	۳/۵۵۰	۰	۴۲/۸۶۵
۲	۱۳۸۶	۴۷/۷۸۱	۱/۰۲۴	۳/۸۱۲	۰	۴۴/۹۹۳
۳	۱۳۸۷	۵۰/۲۹۶	۱/۲۸۱	۴	۰	۴۷/۵۷۷
۴	۱۳۸۸	۵۲/۹۴۴	۱/۶۰۲	۴/۲۳۶	۰	۵۰/۳۱۰
۵	۱۳۸۹	۵۵/۵۹۵	۲/۳۱۲	۴/۴۸۸	۰	۵۳/۴۱۹
۶	۱۳۹۰	۶۰/۰۳۸	۲/۵۴۰	۴/۹۳۰	۰	۵۷/۶۴۸
۷	۱۳۹۱	۶۷/۰۲۰	۳/۱۰۵	۵/۸۹۰	۰	۶۴/۲۳۵

مأخذ: برگرفته از آمار صنعت برق

لحظات حداکثر بار، در بقیه ساعات شاهد ظرفیت بیکار خواهیم بود. مقدار ظرفیت تولیدی بیکار، با افزایش یا کاهش بار، تغییر می‌کند.

## ۱-۲. ارائه ضریب مصرف محصول در بخش‌های

مصرف‌کننده

با توجه به بررسی‌های انجام شده عمده مصرف انرژی و ضریب مصرف آنها در هر بخش به شرح زیر می‌باشد.

## جدول ۱- ضریب مصرف محصول در بخش‌های

مصرف‌کننده (درصد: واحد)

عمده مصرف انرژی	ضریب مصرف انرژی سال ۱۳۹۰	ضریب مصرف انرژی سال ۱۳۹۱
خانگی	۳۰/۹	۳۱/۵
صنعت و معدن	۳۴/۸	۳۴
کشاورزی	۱۶/۳	۱۶/۷
عمومی	۹/۱	۸/۹
تجاری	۶/۹	۶/۹
روشنایی معابر	۲	۲

مأخذ: برگرفته از آمار صنعت برق

## ۲-۲. عرضه مستقیم برق

مولد مقیاس کوچک می‌تواند با عقد قرارداد تأمین برق مصرف‌کننده، برق تولیدی خود را مستقیماً به مصرف‌کننده‌های مورد نظر، عرضه (ترانزیت) نماید؛ همچنین می‌تواند حقوق و منافع ناشی از بهره برداری تمام و یا بخشی از ظرفیت تولیدی مولد خود را به سایر عرضه‌کننده‌ها واگذار کند. که در اینصورت براساس تبصره پنج ماده چهار آیین نامه تضمین خرید برق، برای عرضه مستقیم برق تولیدی مولد مقیاس کوچک به مصرف‌کننده از طریق شبکه فشار متوسط یا ضعیف، از سرمایه‌گذار هزینه ترانزیت دریافت نمی‌شود.

## جدول ۵- پیش بینی عرضه و تقاضا

(مگاوات ساعت: واحد)

سال	پیش بینی امکانات عرضه	پیش بینی تقاضا	مازاد (کمبود) امکانات عرضه
۱۳۹۲	۶۶/۱۵۴	۷۸/۲۲۵	(۱۲۱۰۱)
۱۳۹۳	۷۲/۴۱۹	۹۳/۹۵۱	(۲۱۵۳۲)
۱۳۹۴	۷۹/۰۱۵	۱۱۲/۹۳۹	(۳۳۹۲۴)
۱۳۹۵	۸۵/۹۵۷	۱۳۵/۹۱۷	(۴۹۹۶۰)
۱۳۹۶	۹۲/۵۱۸	۱۵۸/۵۴۸	(۶۶۰۳۰)

مأخذ: برگرفته از آمار صنعت برق

باشد. سقف قیمت پیشنهادی مجاز توسط هیأت تنظیم بازار برق ایران اعلام می‌شود.

از طرف دیگر خریداران (شرکت‌های توزیع)، تا سه روز قبل، در قالب فرمی، نیاز مصرف (تقاضای) خود را برای ۲۴ ساعت شبانه‌روز سه روز بعد به مدیر بازار اعلام می‌کنند.

گرچه برنامه ریزی توسعه بلند مدت بخش تولید صنعت برق ایران صرفاً مبتنی بر قیمت‌های یارانه‌ای داخلی سوخت‌های فسیلی نبوده است، با این حال قیمت واقعی سوخت نیز به طور کامل مبنای تصمیم‌گیری‌ها نبوده و سایر عوامل از قبیل استفاده از تکنولوژی‌های روز، راندمان نیروگاه، کاهش میزان آلودگی و قابل اعتماد بودن برق تولیدی در میزان تعیین قیمت نهایی نقش دارند.

### ۴-۲. بررسی راندمان نیروگاه‌های کشور

نیروگاه‌های حرارتی برق به عنوان واحدهای تبدیل انرژی، سوخت‌های فسیلی را دریافت کرده و انرژی برق را تولید و به شبکه تحویل می‌دهند. بدیهی است میزان سوخت مصرفی برای تحویل هر کیلووات ساعت انرژی برق به شبکه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در همین راستا، شاخص راندمان نیروگاه‌های حرارتی به صورت نسبت ارزش حرارتی انرژی برق تحویلی به شبکه به ارزش حرارتی سوخت مصرفی تعریف شده است. در این بخش به بررسی میزان راندمان نیروگاه‌های حرارتی پرداخته شده و میزان راندمان نیروگاه‌های حرارتی کشور با راندمان نیروگاه‌های حرارتی برخی کشورهای دیگر مقایسه شده است.

متوسط راندمان نیروگاه‌های بخار موجود کشور حدود ۳۷ درصد و متوسط راندمان نیروگاه‌های گازی موجود کشور حدود ۲۹ درصد بوده است. این شاخص برای نیروگاه‌های موجود در بازار جهانی، به‌منظور استفاده‌های تجاری، بین ۳۸ تا ۴۰ درصد می‌باشد. متوسط راندمان نیروگاه‌های چرخه ترکیبی کشور حدود ۴۵ درصد بوده است. این شاخص برای نیروگاه‌های موجود در بازار جهانی، به‌منظور استفاده‌های تجاری، حدود ۵۷ درصد می‌باشد.

با بررسی واحدهای فعال و درحال احداث در زمینه تولید برق و واردات و صادرات آن به پیش‌بینی تقاضا و عرضه آتی پرداخته‌ایم، بررسی‌ها نشان می‌دهد که با کمبود عرضه طی سال‌های آتی مواجه خواهیم بود. بدین منظور برای پاسخگویی به مازاد تقاضا، به موازات آن باید واحدهای تولید برق گسترش پیدا کنند.

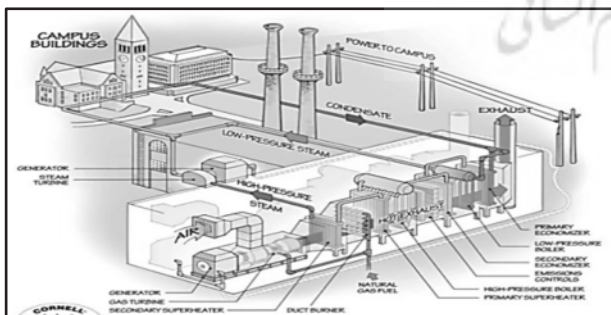
### ۳-۲. بررسی بازار داخلی محصول

متوسط مصرف هر مشترک در بخش خانگی به‌طور متوسط معادل با ۲۶۱۳ کیلووات ساعت و در بخش تجاری و صنعتی متوسط مصرف به ترتیب برابر ۵۲۳۷ و ۲۳۳۳۶۴ کیلووات ساعت می‌باشد. در پی فرآیند تجدید ساختار در صنعت برق ایران، بازار برق ایران به‌منظور ساختن چارچوبی رقابتی برای رقابت فروشندگان از یکسو و خریداران از سوی دیگر در سال ۱۳۸۳ کار خود را آغاز کرد. نحوه تعامل ارکان بازار در بازار برق ایران به شرح زیر است:

مالک نیروگاه، تا سه روز قبل از روز تحویل، پیشنهاد فروش برق خود را برای هر ساعت از شبانه‌روز موعده تحویل، در قالب فرمی استاندارد همراه با قابلیت تولید ابراز شده و برآورد خود از قابلیت تولید قابل گسیل، به مدیر بازار تحویل می‌دهد. این فرم برای هر ساعت از شبانه‌روز، در واقع نمودار عرضه مالک نیروگاه (رابطه حجم انرژی تحویلی و قیمت آن) برای آن ساعت به حساب می‌آید. این نمودار عرضه می‌تواند حداکثر ۱۰ پله داشته

است که دیزل ژنراتورهای موجود در کارخانجات و صنایع مختلف به دلیل مباحث فنی، امکان اتصال به شبکه برق سراسری و تولید مستمر سالانه برق را ندارند و در واقع به عنوان ژنراتورهای برق اضطراری از آنها استفاده می‌شود.

در حالی که مولدهای برق مقیاس کوچک امکان تولید بی وقفه برق در طی سال را دارند و در واقع مولد برق دائم کار گاز سوز با توان بسیار بالا و گارانتی بیش از ۸۰ هزار ساعت می‌باشند. پیشرفت فناوری مولدهای مقیاس کوچک گازسوز، سازگاری با استانداردهای زیست محیطی و امکان استفاده از این مولدها در محیط‌های مختلف (اعم از صنعتی، مسکونی و تجاری) و هم چنین بهره‌گیری از فناوری پیشرفته مواد و وضعیت ساده کنترل در این مولدها، شرایطی را فراهم کرده که هزینه تولید برق توسط SSG به ویژه در صورت بازیافت حرارتی تولید همزمان برق و حرارت (Combined Heat and Power) در اغلب موارد کمتر از روش‌های متداول برق و حرارت باشد. به مولدهای مقیاس کوچک که حرارت آن مستقیماً (همچون استفاده از دود و هوای خروجی در گلخانه یا کوره) مورد استفاده قرار بگیرد یا برای تولید آب گرم، بخار و یا سرمای مورد نیاز بازیافت شود مولدهای تولید همزمان برق و حرارت و سرما (CCHP & CHP) [۸] و [۹] می‌گویند که افزایش راندمان مولد و بهره‌وری بالای اقتصادی و حفاظت از محیط زیست را در پی خواهد داشت.



شکل ۲- روش تولید پراکنده

در مجموع، همان طور که ملاحظه می‌گردد، دامنه تغییرات راندمان نیروگاه‌ها در بازه حداقل ۱۱/۷ درصد تا حداکثر ۴۸ درصد قرار دارد. با این حال مولدهای با راندمان بسیار پایین تنها در شرایط خاص و بنا به الزام شبکه مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در حقیقت با راندمان کمتر از ۳۰ درصد، کمتر از ۱۰ درصد از کل تولید برق نیروگاه‌های حرارتی را به عهده داشته‌اند. بنابراین راندمان این نیروگاه‌ها، هزینه سوخت در تولید برق را به شکل معنی‌داری تحت الشعاع قرار نخواهد داد. مطالب فوق را می‌توان به صورت جدول (۶) خلاصه کرد.

جدول ۶- خلاصه وضعیت نیروگاه‌های حرارتی در ایران (مگاوات ساعت: واحد)

نام نیروگاه	تولید ناویژه		مصرف داخلی		تولید ویژه		راندمان درصد
	مقدار	درصد	مقدار	درصد	مقدار	درصد	
بخار	۸۸۹۶۱۷۱۹	۵۴/۷	۶۰۳۱۶۸۷	۶/۸	۸۲۹۳۰۰۳۲	۳۶/۷	
گاز	۳۳۳۶۷۵۲۵	۲۰/۵	۹۲۰۲۹	۰/۳	۳۳۱۶۴۵۰۰	۲۹/۰	
سیکل ترکیبی	۴۰۳۴۲۸۸۷	۲۴/۸	۶۹۰۴۶۲	۱/۷	۳۹۶۵۲۴۲۵	۴۴/۶	
مجموع	۱۶۲۶۷۲۱۳۱	۱۰۰	۶۸۱۴۱۷۸	۴/۲	۱۵۵۷۴۶۹۷۵	۳۷/۱	

مأخذ: برگرفته از آمار صنعت برق

همان طور که ملاحظه می‌شود، به طور تقریبی ۹۰ درصد تولید برق کشور از طریق سوخت‌های فسیلی و ۱۰ درصد آن نیز با استفاده از انرژی آب صورت می‌گیرد.

## ۲-۵. تحلیل ملاحظات اجرایی پروژه

### ۲-۵-۱. مطالعات فنی

#### • مولد مقیاس کوچک (تولید پراکنده)

مولد مقیاس کوچک SSG [۷] به مجموعه‌ای از دستگاه‌ها یا تأسیسات تولید برق گفته می‌شود که بهره‌برداری از آن به صورت متصل به شبکه توزیع برق سراسری کشور امکان‌پذیر بوده بطوری که ظرفیت عملی تولید آن در محل اتصال به شبکه توزیع از ۲۵ مگاوات بیشتر نباشد. توجه به این نکته ضروری

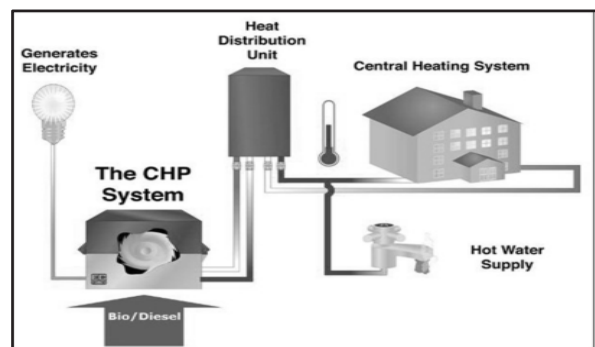
## • معرفی انواع روش‌های تولید برق در نیروگاه‌های مقیاس کوچک

در روش تولید پراکنده، بجای تولید متمرکز و توزیع، از نیروگاه‌های کوچک که در نزدیکی و یا در مجاورت محل مصرف تأسیس می‌شوند استفاده می‌شود لذا از میزان تلفات انرژی برق در نیروگاه‌های بزرگ شامل چهار درصد مصرف داخلی نیروگاه‌ها، ۴/۵ درصد تلفات شبکه‌های انتقال و ۱۷/۵ درصد تلفات شبکه توزیع که در روش تولید و انتقال و توزیع سنتی هدر می‌رفت جلوگیری می‌نماید همچنین محصول تولیدی برق در این طرح با فرکانس ۵۰ هرتز و ولتاژ بیست کیلوولت می‌باشد.

## • تولید حرارت همزمان با برق CHP

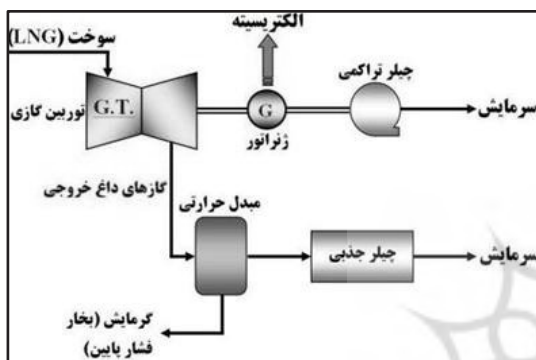
در روش تولید پراکنده، به علت نزدیکی به محل مصرف، امکان تولید حرارت همزمان با برق فراهم است. معمولاً تولید همزمان (DG) [۱۰] به تولید همزمان برق و حرارت (CHP) تبدیل می‌شود. تولید همزمان برق و حرارت یا CHP نیز عبارت از تولید همزمان چند نوع انرژی قابل استفاده (معمولاً مکانیکی و گرمایی) در یک سیستم واحد و یکپارچه است.

در تکنولوژی CHP بصورت همزمان حرارت قابل استفاده و انرژی الکتریکی در پروسه‌ای واحد و با بازدهی بالا تولید می‌شود. در حالی که در روشهای معمول ۶۰ درصد انرژی تولید شده به شکل بخار بر فراز برج خنک کننده هدر می‌رود، در سیستم CHP این حرارت همزمان با پروسه تولید انرژی الکتریکی جذب شده و مورد استفاده قرار می‌گیرد و این امر باعث افزایش بازدهی سیستم تا ۸۰ درصد در محل استفاده می‌گردد.



شکل ۳- سیستم CHP

یک سیستم CHP از اجزای مختلفی تشکیل شده است: مولد قدرت اولیه (Prime mover)، مبدلهای حرارتی بازیافت گرما، ژنراتور، لوله‌ها و اتصالات و سایر تجهیزات جانبی از قبیل پمپها، عایق بندی‌ها و ... همچنین در سیستم‌هایی که از گرمای بازیافت شده جهت مصارف سرمایشی، از یک چیلر تراکمی یا جذبی نیز در کنار سایر تجهیزات استفاده می‌شود. در شکل زیر شماتیک یک سیستم تولید همزمان توربین گاز که برای مصارف سرمایشی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد نشان داده شده است. به این قبیل سیستم‌ها که به طور همزمان برق، گرما و سرما تولید می‌شود، اصطلاحاً Trigeneration یا CCHP گفته می‌شود.



شکل ۴- شماتیک یک سیستم تولید همزمان

## توربین گاز

مزایای تولید همزمان برق و حرارت در محل مصرف عبارتند از: افزایش بازده مولدها از ۳۰ درصد به ۸۰ درصد، امکان حضور طیف گسترده بخش خصوصی بدلیل سهولت تأمین مالی، حذف تلفات انتقال توان شبکه سراسری، توسعه پدافند غیرعامل، کاهش نیاز به احداث ظرفیت‌های جدید انتقال و توزیع، کاهش پرباری شبکه (congestion)، تملک کمتر زمین برای توسعه شبکه، کاهش تبعات مالی، اجتماعی و زیست محیطی و افزایش پایداری و امنیت فنی سیستم قدرت.

مولدهای گاز سوزی که در سیستم‌های تولید پراکنده و CHP مورد استفاده قرار می‌گیرند، عبارتند از:

- میکرو توربین Micro Turbine
- توربین‌های گازی/ بخاری کوچک Mini Steam/Gas Turbine
- موتورهای گازسوز رفت و برگشتی Gas Reciprocating Engines
- توربین‌های بخار



• مواد اولیه

مواد اولیه مورد نیاز گاز طبیعی می‌باشد که از خطوط گازرسانی شرکت گاز قابل تأمین می‌باشد.

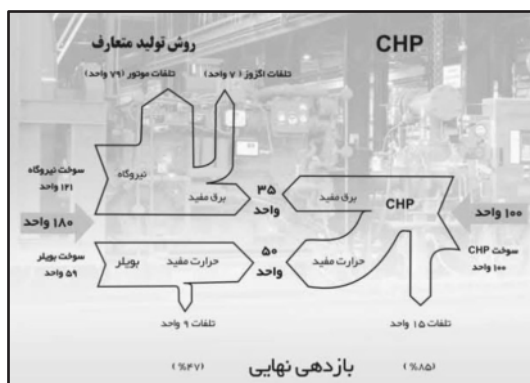
• لیست ماشین آلات مورد استفاده در این پروژه

۱- موتور و ژنراتور

۲- کنترل پنل

۳- سیستم بازیافت گرما

سه منبع تولید گرما از موتور وجود دارد؛ خنک‌کننده اینتر کولر؛ سیستم بازیافت گرما و گرمای بدست آمده از روغن موتور و پوسته آب موتور.



شکل ۵- مقایسه شماتیک تولید برق به روش متعارف و نیروگاه مقیاس کوچک گازی

جدول ۷- ظرفیت اسمی نیروگاه

(مگاوات ساعت: واحد)

ردیف	نام محصول	ظرفیت
۱	برق	۲۶۱۹۰

مأخذ: محاسبات محققین

جدول ۸- ظرفیت عملی نیروگاه

(مگاوات ساعت: واحد)

ردیف	نام محصول	ظرفیت
۱	برق	۲۶۱۹۰

مأخذ: محاسبات محققین

جدول ۹- تعداد نوبت کار در نیروگاه

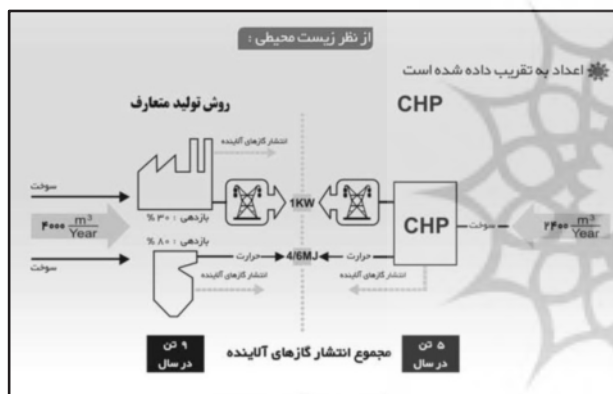
شرح	مقدار	واحد
تعداد روز کاری	۳۶۵	روز
تعداد نوبت کاری	۳	شیفت
زمان هر شیفت	۸	ساعت

مأخذ: محاسبات محققین

جدول ۱۰- پیش‌بینی میزان تولید نیروگاه (مگاوات ساعت: واحد)

سال	۱	۲	۳	۴	۵
شرح					
ظرفیت عملی برق (مگاوات)	۱۹۶۹۴۸۸۰۰	۱۹۶۹۴۸۸۰۰	۱۹۶۹۴۸۸۰۰	۱۹۶۹۴۸۸۰۰	۱۹۶۹۴۸۸۰۰
درصد استفاده از ظرفیت %	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

مأخذ: محاسبات محققین



شکل ۶- مقایسه شماتیک تولید برق به روش متعارف و نیروگاه مقیاس کوچک گازی

## • پیش‌بینی کل هزینه طرح

جدول ۱۱- پیش‌بینی کل هزینه طرح

هزینه			شرح
جمع (میلیون ریال)	ریالی (میلیون ریال)	ارزی (یورو)	
۱۸۰	۱۸۰	-	زمین
۳۰۲۶	۳۰۲۶	-	محوطه‌سازی
۲۸۷۱۲	۲۸۷۱۲	-	ساختمان
۴۹۷,۲۵۹	۴۹,۰۶۷	۱۴,۰۰۶,۰۰۰	ماشین آلات
۷۹۳۴	۷۹۳۴	-	تأسیسات
۹۹۰	۹۹۰	-	وسائط نقلیه
۸۵۰	۸۵۰	-	اثاثیه اداری
۹۰۷۶	۹۰۷۶	-	هزینه‌های پیش‌بینی نشده
۵۴۸,۰۲۷	۹۹۸۳۵	۱۴,۰۰۶,۰۰۰	جمع
۵۲,۴۴۸	۱۴,۸۰۰	۱,۱۷۶,۵۰۴	هزینه‌های قبل از بهره‌برداری
۶۰۰,۴۷۵	۱۱۴,۶۳۵	۱۵,۱۸۲,۵۰۴	جمع هزینه ثابت طرح
۱۸,۴۵۲	۱۸,۴۵۲	-	سرمایه در گردش
۶۱۸,۹۲۷	۱۳۳,۰۸۷	۱۵,۱۸۲,۵۰۴	جمع کل هزینه‌ها

مأخذ: محاسبات محققین

\*هر یورو معادل ۳۲۰۰۰ ریال منظور شده است.

هزینه خرید زمین معادل ۳۶ ماه اجاره ماهانه (۳سال) جمعاً معادل ۱۸۰ میلیون ریال پیش‌بینی گردیده است. مشخصات فنی ساختمان‌های طرح در بخش‌های تولیدی اسکلت فلزی، کف بتون مسلح، دیوار آجری، سقف ساندویچ پانل با عایق کاری به‌منظور جلوگیری از آلودگی صوتی می‌باشد.

## • ماشین آلات و تجهیزات

هزینه ماشین آلات و تجهیزات مورد نیاز بر اساس استعلام‌های دریافتی و سایر هزینه‌های مربوطه به شرح زیر پیش‌بینی گردیده است:

توضیحات در مورد اقلام مهم هزینه‌های طرح به شرح زیر

می‌باشد.

## • زمین

یک قطعه زمین با ابعاد ۷۵ × ۳۵ متر از طرف وزارت نیرو جهت اجرای طرح در یکی از شهرهای شمالی واقع در استان گلستان در اختیار شرکت قرارداد شده است که به موجب توافق بعمل آمده اجاره ماهانه آن پنج میلیون ریال بوده که تا مدت سه سال ادامه خواهد یافت. پس از انقضای مدت و در صورت اجرا و بهره‌برداری از طرح زمین به تملیک شرکت در خواهد آمد لذا

## جدول ۱۲- هزینه ماشین آلات و تجهیزات مورد نیاز

هزینه			شرح
جمع (میلیون ریال)	ریالی (میلیون ریال)	ارزی (یورو)	
۳۷۴,۴۰۰	—	۱۱,۷۰۰,۰۰۰	سه دستگاه موتور گاز سوز اروپای
۱۸,۲۴۰	—	۵۷۰,۰۰۰	سه دستگاه ترانسفورماتور (داخلی)
۳۰,۰۶۱	—	۹۳۹,۴۰۰	تجهیزات پست برق ۲۰ کیلو وات
۱۸,۰۷۹	—	۵۶۴,۹۶۰	هزینه حمل کشتی ماشین آلات از کشور آلمان تا بندرعباس
۳۷,۴۴۰	۳۷,۴۴۰	—	هزینه گشایش اعتبار و ترخیص
۴,۲۲۷	۴,۲۲۷	—	هزینه حمل داخلی
۱۴۸۱۲	۷۴۰۰	۲۳۱,۶۴۰	هزینه نصب
۴۹۷,۲۵۹	۴۹,۰۶۷	۱۴,۰۰۶,۰۰۰	جمع

مأخذ: محاسبات محققین

### • هزینه‌های پیش‌بینی نشده

### • هزینه‌های قبل از بهره‌برداری

هزینه‌های قبل از بهره‌برداری طرح به شرح زیر پیش‌بینی گردیده است:

معادل ۱۰ درصد هزینه‌های ریالی سرمایه‌گذاری ثابت طرح بمبلغ ۹۰۷۶ میلیون ریال تحت عنوان هزینه‌های پیش‌بینی نشده به منظور مقابله با هرگونه افزایش هزینه طرح در مدت اجرای آن (۲ سال) منظور گردیده است.

## جدول ۱۳- هزینه‌های قبل از بهره‌برداری

هزینه			شرح
جمع (میلیون ریال)	ریالی (میلیون ریال)	ارزی (یورو)	
۳۷,۶۴۸	—	۱,۱۷۶,۵۰۴	سود تسهیلات مالی بلند مدت در طول اجرای طرح
۴۸۰۰	۴۸۰۰	—	هزینه‌های اداری
۶۰۰۰	۶۰۰۰	—	هزینه‌های مهندسی
۲۰۰۰	۲۰۰۰	—	هزینه‌های راه‌اندازی
۲۰۰۰	۲۰۰۰	—	سایر
۵۲,۴۴۸	۱۴,۸۰۰	۱,۱۷۶,۵۰۴	جمع

مأخذ: محاسبات محققین

### • سرمایه در گردش

### • پیش‌بینی کل هزینه طرح و منابع تأمین آن:

خلاصه کل هزینه طرح و منابع تأمین آن به شرح زیر پیش‌بینی می‌گردد:

حداقل سرمایه در گردش مورد نیاز طرح در پایان اولین سال بهره‌برداری از آن (۱۳۹۶) به شرح زیر برآورد می‌گردد.

## جدول ۱۵- خلاصه کل هزینه طرح و منابع تأمین

(میلیون ریال: واحد)

شرح	هزینه (میلیون ریال)	درصد به کل
دارایی‌های ثابت	۵۴۸,۰۲۷	۸۸/۵
هزینه‌های قبل از بهره‌برداری	۵۲,۴۴۸	۸/۵
جمع هزینه ثابت طرح	۶۰۰,۴۷۵	۹۷

## جدول ۱۴- سرمایه در گردش (میلیون ریال: واحد)

شرح	مبلغ (میلیون ریال)
مواد کمکی (۳۰ روز)	۶۰۲
مطالبات (۳۰ روز)	۱۶۳۹۰
حداقل وجه نقد (۱۵ روز)	۱۴۶۰
جمع	۱۸۴۵۲

مأخذ: محاسبات محققین

### جدول ۱۶- هزینه آب و برق

شرح	مصرف سالانه	هزینه واحد (ریال)	جمع (میلیون ریال)
برق (کیلو وات ساعت)	۷۹۲۰۰۰	۵۰۰	۳۹۶
آب (متر مکعب)	۱۵۰۰	۱۰,۰۰۰	۱۵
گاز (متر مکعب)	۳۳۰۰۰	۸۰۰	۲۶/۴
جمع			۴۳۷/۴

مأخذ: محاسبات محققین

#### • حقوق و دستمزد:

هزینه حقوق و دستمزد بشرح زیر پیش‌بینی شده است:

### جدول ۱۷- هزینه حقوق و دستمزد

شرح	تعداد	حقوق ماهانه (هزار ریال)	حقوق سالانه (میلیون ریال)
مدیریت	۲	۶۰,۰۰۰	۱۴۴۰
تکنسین‌های فنی	۶	۲۸,۰۰۰	۲۰۱۶
کارمندان دفتری	۵	۱۶,۰۰۰	۹۶۰
کارگران غیرماهر	۸	۹,۰۰۰	۸۶۴
جمع	۲۱		۵۲۸۰
اضافه می‌گردد: ۷۰٪ مزایا			۳۶۹۶
جمع کل حقوق و دستمزد سالانه			۸۹۷۶

مأخذ: محاسبات محققین

#### • سربرار پیش‌بینی نشده

معادل ۳٪ هزینه‌های تولیدی منهای استهلاک به عنوان هزینه‌های سربرار و پیش‌بینی نشده تولید معادل مبلغ ۹۴۷ میلیون ریال در نظر گرفته شده است.

#### • هزینه استهلاک

هزینه استهلاک بر اساس عرف بررسی طرح‌های صنعتی به شرح زیر پیش‌بینی گردیده است.

شرح	هزینه (میلیون ریال)	درصد به کل
حداقل سرمایه در گردش	۱۸,۴۵۲	۳
کل هزینه طرح	۶۱۸,۹۲۷	۱۰۰
<b>منابع تأمین:</b>		
تسهیلات مالی صندوق توسعه ملی	۴۴۸,۱۹۲	۷۲/۴
سود و تسهیلات مالی صندوق توسعه ملی	۳۷,۶۴۸	۶/۱
جمع تسهیلات مالی	۴۸۵,۸۴۰	۷۸/۵
آورده سهامداران	۱۳۳,۰۸۷	۲۱/۵
جمع کل منابع تأمین طرح	۶۱۸,۹۲۷	۱۰۰

مأخذ: محاسبات محققین

#### • پیش‌بینی برنامه و هزینه‌های تولید

با توجه به پیش‌بینی مدت دو سال زمان مورد نیاز جهت اجرای طرح (سال‌های ۱۳۹۴ - ۱۳۹۵) بهره‌برداری از طرح و تولید برق از اول سال ۱۳۹۶ پیش‌بینی گردیده است. ظرفیت طرح با توجه به تولید ۲۶ مگاوات ساعت و بر مبنای ۸۰۰۰ ساعت کار در سال و ضریب در دسترس بودن ۹۴ درصد، تولید برق در تمام سال‌های بهره‌برداری بر اساس تأییدیه دریافتی از وزارت نیرو به میزان ۱۹۶,۹۴۶,۸۰۰ کیلو وات می‌باشد.

#### • مواد اولیه و کمکی

ماده اولیه تولید برق، گاز می‌باشد که به صورت رایگان در اختیار طرح قرار داده می‌شود. برای روغن کاری تجهیزات سالانه حدود ۶۶,۳۸۷ لیتر روغن با قیمت هر لیتر ۹۰,۰۰۰ ریال پیش‌بینی گردیده است.

#### • هزینه آب و برق

هزینه آب و برق به شرح زیر پیش‌بینی می‌گردد:

### جدول ۱۸- هزینه استهلاک

هزینه تعمیر و نگهداری			هزینه استهلاک	مبلغ دارایی			شرح
جمع (میلیون ریال)	ریالی (میلیون ریال)	ارزی (یورو)	درصد	جمع (میلیون ریال)	ریالی (میلیون ریال)	ارزی (یورو)	
۲۴۲	۲۴۲	-	۸	۳۰۲۶	۳۰۲۶	-	محوطه‌سازی
۲۲۹۷	۲۲۹۷	-	۸	۲۸,۷۱۲	۲۸,۷۱۲	-	ساختمان
۴۹۷۲۶	۴۹۰۷	۱,۴۰۰,۶۰۰	۱۰	۴۹۷,۲۵۹	۴۹,۰۶۲	۱,۴۰۰,۶۰۰	ماشین آلات و تجهیزات
۷۹۳	۷۹۳	-	۱۰	۷۹۳۴	۷۹۳۴	-	تأسیسات
۱۹۸	۱۹۸	-	۲۰	۹۹۰	۹۹۰	-	وسایل نقلیه
۱۷۰	۱۷۰	-	۲۰	۸۵۰	۸۵۰	-	اثاثیه اداری
۹۰۸	۹۰۸	-	۱۰	۹۰۷۶	۹۰۷۶	-	پیش‌بینی
۵۲۴۵	۱۴۸۰	۱۱۷,۶۵۰	۱۰	۵۲۴۴۸	۱۴۸۰۰	-	هزینه بهره‌برداری
۵۹۵۷۹	۱۰۹۹۵	۱,۵۱۸,۲۵۰		۵۴۸,۰۲۷	۹۹,۸۳۵	۱,۴۰۰,۶۰۰	جمع

مأخذ: محاسبات محققین

#### • صورت‌های مالی

منعکس گردیده است که با توجه به بهره‌برداری از طرح در تمام سال‌های تولید با ۱۰۰٪ ظرفیت، خلاصه بهای تمام شده محصولات طرح در سال مرجع (۱۳۹۸) به شرح جدول (۱۹) پیش‌بینی و محاسبه گردیده است.

#### جدول ۱۹- بهای تمام شده محصولات (میلیون ریال: واحد)

شرح	هزینه کل (میلیون ریال)	درصد به کل
مواد خام	۸,۷۴۸	۷
آب و برق و سوخت	۶۴۰/۴	۰/۵
تعمیرات و نگهداری	۲۲,۱۴۱	۱۷/۶
دستمزد	۱۵,۶۹۹	۱۲/۵
هزینه‌های سربار کارخانه	۱۱۳۶	۰/۹
هزینه‌های تولید کارخانه	۴۸,۲۶۵	۳۸/۶
هزینه‌های اداری	-	-
استهلاک	۵۹,۵۷۹	۴۷/۵
هزینه تأمین مالی	۱۷,۴۷۹	۱۳/۹
کل هزینه‌های تولید	۱۲۵,۴۲۳	۱۰۰
هزینه‌های بازاریابی	-	-
بهای تمام شده محصولات	۱۲۵,۴۲۳	۱۰۰

مأخذ: محاسبات محققین

به منظور بررسی مالی طرح، مبانی و مأخذ محاسبات و پیش‌بینی‌های به عمل آمده در بخش‌های قبلی گزارش با توجه به مدت زمان اجرای طرح از سال ۱۳۹۴ تا پایان سال ۱۳۹۵ و آغاز بهره‌برداری تجاری از آن در سال ۱۳۹۶ و در نظر گرفتن عمر مفید طرح به میزان ۱۰ سال در پیوست‌های مختلف این گزارش توسط نرم افزار کامفار ۳ تهیه و ارائه گردیده است.

در بررسی مالی طرح توجه به نکات زیر حائز اهمیت است: نرخ تسعیر هر یورو معادل حدود ۳۲۰۰۰ ریال و به طور ثابت در نظر گرفته شده است. درآمدهای طرح بر اساس قرارداد منعقد شده با اداره برق سالانه پنج درصد افزایش داده شده است. هزینه‌های تولیدی ریالی شامل: آب و برق و سوخت، تعمیر و نگهداری و سربار و پیش‌بینی نشده سالانه ۱۰ درصد و هزینه حقوق و دستمزد سالانه ۱۵ درصد افزایش داده شده است. با توجه به موارد فوق نکات مهم بررسی‌های مالی به عمل آمده به شرح زیر می‌باشد.

#### • بهای تمام شده سالانه محصولات طرح

بهای تمام شده سالانه محصولات طرح از سال اول بهره‌برداری از آن (۱۳۹۶) تا پایان عمر مفید طرح (سال ۱۴۰۵)

بر اساس محاسبات کامفار درآمد فروش خالص شرکت در سال سوم بهره‌برداری (۱۳۹۸) معادل مبلغ ۲۳۶٫۹۹۶ میلیون ریال گردیده که با توجه به بهای تمام شده محصولات در همین سال به میزان ۱۲۵٫۴۲۳ میلیون ریال، بهای تمام شده محصولات ۵۲/۹ درصد فروش می‌باشد.

#### • صورت‌حساب سود و زیان

در محاسبات کامفار صورت‌حساب سود و زیان طرح از سال اول بهره‌برداری تجاری از آن (سال ۱۳۹۶) تا پایان عمر مفید در نظر گرفته شده برای طرح (۱۰ سال) منعکس گردیده است. خلاصه صورت‌حساب سود و زیان برای سال ۱۳۹۸ (حداکثر ظرفیت پیش‌بینی شده) به شرح جدول (۲۰) می‌باشد.

#### جدول ۲۰- خلاصه صورت‌حساب سود و زیان برای سال ۱۳۹۸ (میلیون ریال: واحد)

شرح	میلیون ریال	درصد به فروش
درآمد فروش	۲۳۶٫۹۹۶	۱۰۰
کسر می‌شود: هزینه‌های متغیر	۴۰٫۲۸۰	۱۷
حاشیه سود	۱۹۶٫۷۱۴	۸۳
کسر می‌شود: هزینه‌های ثابت	۶۷٫۶۶۳	۲۸/۵
حاشیه عملیاتی	۱۲۹٫۰۵۳	۵۴/۵
کسر می‌شود: هزینه‌های تأمین مالی	۱۷٫۴۷۹	۷/۴
سود مشمول مالیات	۱۱۱٫۵۷۳	۴۷
مالیات	۵۵٫۷۹	۲/۴
سود خالص	۱۰۵٫۹۹۴	۴۴/۷
سود سهام	۱۰٫۵۹۹	۴/۵
مانده سهام	۹۵٫۳۹۵	۴۰/۲

مأخذ: محاسبات محققین

#### • جریان‌ات نقدی به‌منظور برنامه ریزی مالی

کل جریان‌ات نقدی ورودی و خروجی در سال‌های اجرای طرح (۱۳۹۵ - ۱۳۹۶) و سال‌های بهره‌برداری ۱۳۹۶ تا ۱۴۰۵ (به مدت ۱۰ سال) منعکس گردیده است و به طوری که از آن دیده می‌شود کل جریان‌ات نقدی ورودی در سال‌های بهره‌برداری قادر است تعهدات مالی طرح از جمله افزایش دارایی‌های جاری، بازپرداخت سود و اصل کمک‌های بلند مدت دریافتی و پرداخت

سود سهام را تأمین و طرح همه ساله با مازاد انباشته روبرو گردد به طوری که مازاد انباشته طرح در سال ۱۴۰۰ (سال پنجم بهره‌برداری) معادل ۳۰۸٫۸۳۵ میلیون ریال گردیده که به تدریج تا پایان عمر مفید طرح (سال ۱۴۰۵) به مبلغ ۱٫۱۰۹٫۸۴۹ میلیون ریال افزایش خواهد یافت که از این مازاد می‌توان نسبت به پرداخت سود سهام مازاد بر ۱۰٪ قانونی و انجام پاره‌ای از سرمایه‌گذاری‌های ثابت و در گردش مورد نیاز احتمالی استفاده نمود.

**وجوه نقد تنزیل شده - کل سرمایه سرمایه‌گذاری شده**  
خالص جریان‌ات نقدی به‌منظور محاسبه ارزش فعلی طرح و همچنین نرخ بازده داخلی آن منعکس گردیده است و به طوری که از آن دیده می‌شود. خالص ارزش فعلی با نرخ ۱۵٪ مبلغ ۲۳۱٫۳۸۱ میلیون ریال و نرخ بازده داخلی طرح در حدود ۲۳/۶۶ پیش‌بینی گردیده که نمایانگر سرمایه‌گذاری مناسب در طرح است.

#### • حساسیت IRR [۱۱]

نمودار و تغییرات نرخ بازده داخلی طرح با تغییرات فروش، افزایش دارایی‌های ثابت و هزینه‌های عملیاتی به طور جداگانه منعکس گردیده است و به طوری که از آن دیده می‌شود:

با کاهش ۴ و ۸ درصدی قیمت‌های فروش نرخ بازده داخلی به ترتیب معادل ۲۲/۳ و ۲۰/۹ درصد خواهد گردید.

با افزایش ۱۶ و ۲۰ درصدی هزینه دارایی‌های ثابت نرخ بازده داخلی طرح به ترتیب ۱۹/۹ و ۱۹/۱ درصدی خواهد رسید.

با افزایش ۱۶ درصدی و ۲۰ درصدی هزینه‌های عملیاتی نرخ بازده داخلی طرح به ترتیب معادل ۲۲/۵ و ۲۲/۲ درصد خواهد گردید.

پیش‌بینی نقطه سربه سر فروش:

تحلیل نقطه سربه سر در دو حالت شامل هزینه‌های تأمین مالی و به استثنای هزینه‌های تأمین مالی منعکس گردیده است و به طوری که از نمودارهای مربوطه دیده می‌شود نقطه سربه سر فروش در سال مرجع (۱۳۹۸) به ترتیب ۴۳/۳ و ۳۴/۴ درصد فروش کل محاسبه گردیده است.

## جمع‌بندی و ملاحظات

2. Engineering procurement construction.
3. Perfect Engineering procurement construction.
4. Particle swarm optimization.
5. Heat Recovery Steam Generator.
6. Total Revenue.
7. Small Scale Generator.
8. Combined Heat and Power.
9. Combined Cooling Heating and Power.
10. Distributed Generation.
11. Internal Return Rate.

## منابع

- اسکونژاد، محمد مهدی، اقتصاد مهندسی یا ارزیابی اقتصادی پروژه‌های صنعتی، تهران مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر، چاپ هفتم.
- اسماعیل نیا، علی اصغر و سجادیان، فائزه سادات، «ارزیابی اقتصادی احداث نیروگاه بادی با ملاحظات مکانیسم توسعه پاک (CDM)»، فصل نامه مطالعات اقتصاد انرژی، شماره ۲۵، تابستان ۱۳۸۹.
- اکرامی، عطیه و صادقی، مهدی، «ارزیابی اقتصادی توسعه نیروگاه‌های خورشیدی با توجه به ملاحظات زیست محیطی»، علوم و تکنولوژی محیط زیست، شماره ۲، تابستان ۱۳۸۷.
- بی‌نام، راهنمای توسعه مولد مقیاس کوچک، ویرایش نهم، آبان ۱۳۸۸.
- حقی فام، محمودرضا و علیشاهی، احسان، «ارزیابی فنی و اقتصادی سیستم مدیریت اتفاقات در شبکه توزیع شهری ایران»، نشریه مهندسی برق و مهندسی کامپیوتر ایران، شماره ۳، پاییز ۱۳۸۹.
- خوش اخلاق، رحمان؛ شریفی، علیمراد و کوچک زاده، میثم، «ارزیابی اقتصادی استفاده از انرژی خورشیدی در مقایسه با نیروگاه دیزلی»، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، شماره ۲۴، پاییز ۱۳۸۴.
- دهقانی، علی، اقتصاد خرد، انتشارات ترمه، ۱۳۸۹.

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 سرمایه‌گذاری بخش خصوصی در زمینه تولید برق بشدت احساس می‌شود.

مهمترین مزایای استفاده از نیروگاه مقیاس کوچک را میتوان در موارد ذیل عنوان نمود:

- ۱- با توجه به استقرار مولدهای تولید پراکنده در محل‌های مصرف، تلفات توزیع و انتقال کاهش یافته و همچنین کیفیت توانی که در اختیار مصرف‌کننده نهایی قرار می‌گیرد در مقایسه با واحدهای بزرگ نیروگاهی بهتر خواهد بود.
- ۲- از مزایای بارز احداث واحدهای تولید پراکنده میتوان به فرهنگسازی و ایجاد فضای اشتغال آنها اشاره نمود.
- ۳- کاهش هزینه‌های انرژی و دیماند، افزایش قابلیت اطمینان شامل تأمین توان اضطراری و جانشین، کاهش تلفات شبکه انتقال و توزیع، افزایش پیک سایی و بارهای قابل قطع، کاهش یا حذف نیاز به توسعه شبکه انتقال و توزیع، قابلیت تولید همزمان برق و گرما، بهبود ضریب بار شرکت برق، پراکندگی در منابع انرژی اولیه مورد نیاز، کاهش آلاینده‌ها، کاهش تراکم خطوط، قابلیت راه اندازی در شرایط اضطراری، پاسخ زمانی سریع.
- ۴- احداث این واحدها حجم سرمایه‌گذاری بالایی را در بر نخواهد داشت و لذا توسعه مشارکت بخش خصوصی را فراهم می‌سازد. زمان کوتاه ساخت و احداث واحدها از دیگر مزایای این مجموعه‌هاست. از طرفی بازگشت سرمایه کمتر از ۳/۵ سال و نرخ بازده داخلی سرمایه بالغ بر ۲۳ درصد شرایط جذابی را برای سرمایه‌گذاری ایجاد می‌نماید.
- ۵- امکان استفاده در مناطق محروم و حذف هزینه‌های توسعه شبکه

## پی‌نوشت

1. Clean Development Mechanism.

رحیمی، عبدالرحیم و ثقفی، مجید، «ارزیابی فنی و اقتصادی احداث توربین‌های کوچک برق بادی در بروجرد»، علوم و تکنولوژی محیط زیست، شماره ۳، پاییز ۱۳۸۵.

کاظمی، اکرم؛ سمیع پورگیری، محمد و عطایی، آبتین، «امکان سنجی فنی و اقتصادی نصب توربین انبساطی در واحد سنتز متانول»، نشریه تبدیل انرژی، شماره ۳، تیر ۱۳۹۱.

کاوسی نژاد، امیدرضا؛ محمدی اردهالی، مرتضی و قره پتیان، گئورک، «امکان سنجی فنی-اقتصادی-زیست محیطی بهره‌برداری بهینه از سیستم‌های تولید پراکنده،

میکروتوربین-فتوولتائیک، با به کارگیری الگوریتم PSO»، فصل نامه مطالعات اقتصاد انرژی، شماره ۱۸، پاییز ۱۳۸۷.

منصوری، نرگس و شیعه، اسماعیل، «امکان سنجی احداث نیروگاه فتوولتائیک به منظور تأمین برق شهر مطالعه موردی: حوزه شهری گرمسار»، فصلنامه مطالعات مدیریت شهری، شماره ۱۰، تابستان ۱۳۹۱.

پایگاه اینترنتی سازمان بهره‌وری انرژی ایران (سایا) به نشانی:

[www.saba.org.ir](http://www.saba.org.ir)

پایگاه اینترنتی شرکت مادر تخصصی توانیر به نشانی:

[www.tavanir.org.ir](http://www.tavanir.org.ir)

