امکان سنجی فنی - اقتصادی پروژه‌های نیروگاهی؛
دیدگاه‌ها و راهکارها

حمیدرضا صدری
اکبر ادیب فر
پرنو حمیدی
جهانگیر صیاد
Sadri@mapna.org

شرکت مدیریت پروژه‌های نیروگاهی ایران - مپنا
واژه‌های کلیدی: امکان سنجی- نیروگاه - فنی، اقتصادی - مدل مالی

خلاصه

در این مقاله روش تهیه گزارش امکان سنجی فنی - اقتصادی احداث یک نیروگاه ارائه می‌گردد. این روش که براساس تجربیات مولفین در پروژه‌های نیروگاهی و نیز نمونه‌های مشابه در سایر کشورها تهیه شده است، دو دیدگاه مالی و فنی را پیش از ساخت یک نیروگاه مورد ارزیابی قرار می‌دهد. در این راستا ابتدا ضرورت نیاز به پروژه بررسی شده و بر این اساس ویژگیهای مورد نیاز جهت مکان احداث نیروگاه مورد توجه قرار می‌گیرد. پس از این مرحله سیستم‌های مکانیکی و الکتریکی نیروگاه مورد نظر با توجه به داده‌های موجود و تجربیات حاصل از پروژه‌های قبلی بررسی و انتخاب می‌گردد. سپس براساس نتایج حاصل از برآورد سیستم‌های مکانیکی و الکتریکی، احجام ساختمانی مورد نیاز پروژه مورد محاسبه قرار می‌گیرد. نتایج حاصله به عنوان بخشی از ورودی‌های مدل مالی تهیه شده، مورد پردازش قرار می‌گیرد. مدل مالی پروژه با توجه به شرایط پروژه و ویژگی‌های آن از لحاظ مالی و نیز با توجه به هزینه‌های مربوط به تجهیزات فنی و نیز دیگر موارد قابل توجه، هزینه تمام شده پروژه، هزینه تولید بصورت Euro/kW و نیز سناریوهای مختلف تعرفه فروش برق را مورد محاسبه قرار می‌دهد.

مقدمه

امروزه در اغلب شرکت‌های بزرگ جهان با توجه به بالا بودن حجم پروژه‌هاو نیز محدود بودن تواناییهای فنی و سرمایه‌ای شرکت‌های مجری و سرمایه گذار، بمنظور اخذ تصمیم در اجرای پروژه‌های نیروگاهی، از روشهای امکان‌سنجی فنی- اقتصادی نوین و مبتنی بر دانش روز استفاده می‌گردد.

در یک گزارش امکان سنجی فنی- اقتصادی (Techno Economic Feasibility Report) یا TEFR برای پروژه‌های نیروگاهی، موارد مختلفی میبایستی بطور منظم مد نظر قرار گرفته و بکار بسته شود تا اهداف زیر را پوشش دهد:

- بررسی و تعیین مفاهیم اولیه نیروگاه و پروژه
- نیل به برآورد هزینه واقعی و هزینه تمام شده تولید
- کنترل امکان پذیر بودن اجرای پروژه با استفاده از تحلیل مالی و اقتصادی
- کسب مجوزهای قانونی مورد نیاز
- کسب مجوزهای محیطی مورد نیاز
- یافتن موسسات مالی برای جذب سرمایه مورد نیاز

بمنظور نیل به اهداف بالا، یک گزارش امکان سنجی فنی - اقتصادی با عناوین زیر تهیه و در اختیار مدیریت سازمان تصمیم گیرنده قرار داده می‌شود تا بعنوان ابزار تصمیم به مدیریت شرکت در اخذ تصمیم مناسب برای شرکت یا عدم شرکت در اجرای انواع مختلف پروژه‌های مطرح در سطح صنعت برق مانند EPC، BOT و BOO یاری رساند.

از مزایای انجام امکان سنجی فنی-اقتصادی TEFR برای پروژه‌های نیروگاهی موارد زیر را میتوان برشمرد:

- ایجاد دیدگاه روشن و علمی‌از کاری که قرار است انجام شود
- ایجاد دیدگاه روشن و علمی‌با ذکر کلیه جزئیات تا حد انجام امکان سنجی برای سرمایه گذار
- ایجاد دانش فنی در داخل کشور برای انجام امکان سنجی فنی- اقتصادی پروژه‌ها (ارزیابی فنی، مالی، حقوقی پروژه‌ها)

امکان سنجی فنی-اقتصادی پروژه‌ها، در زمانهای مختلف زیر می‌تواند صورت پذیرد:

- در پروژه‌های EPC، قبل از شرکت در مناقصه جهت ارائه دیدگاه روشن به مدیریت برای مشارکت یا عدم مشارکت در مناقصه
- در پروژه‌های BOT و BOO، قبل از اخذ تصمیم برای انجام اینگونه پروژه‌ها و بمنظور ارائه دیدگاه روشن به سرمایه‌گذار

توجیه و نیاز پذیری پروژه

نیروگاه یک پروژه زیربنایی است که نیازمند سرمایه گذاری عظیمی‌می‌باشد. لذا تصمیم به این سرمایه گذاری می‌بایست توجیه پذیر باشد.

اگر توان طرح ریزی شده برای آینده و نیاز به انرژی با توجه به ظرفیت موجود، بیانگر کمبود ظرفیت برای غلبه بر بارهای پیک و نیز نیازمندیهای انرژی باشد، می‌توان گفت که نصب نیروگاه توجیه پذیر است.

عموماً برنامه ریزی‌ها با ملاحظهٔ طرح‌های صنعتی، رشد اقتصادی، قدرت خرید، رشد جمعیت و نیز بسته به سیاست کشور و سازمان، برای دوره‌های ۵، ۱۰ و ۲۰ ساله طرح ریزی می‌شوند و توسعه ظرفیت تولید انرژی و خطوط انتقال نیز شامل این مورد می‌گردد.

لذا در اولین گام لازمست تا نیاز به توان پیک و انرژی مورد نیاز را برای یک دوره ۵ ساله با لحاظ کردن میانگین رشد مصرف بدست آوریم.

سپس به منظور بررسی قابلیت ظرفیت موجود برای تأمین نیازهای پیک، ظرفیت نصب شده و نیز در دست احداث را با لحاظ کردن فاکتورهای ذیل که موجب کاهش امکان دسترسی به حداکثر ظرفیت می‌گردند را در نظر می‌گیریم:

- قطع اجباری برق
- ضریب رزرو
- مصرف داخلی نیروگاهها
- دیگر فاکتورهای مرتبط

معمولاً قابلیت دسترسی نیروگاه‌ها بصورت ذیل در نظر گرفته می‌شود:

- نیروگاههای بخار بین ۸۰ تا ۸۵ درصد
- نیروگاههای سیکل ترکیبی و دیزلی بین ۸۵ تا ۹۰ درصد
- نیروگاههای گازی و آبی ۹۰ درصد

با لحاظ کردن ضرایب فوق در طرحهای آتی و محاسبه ظرفیت تولید در طول یک دورهٔ ۵ ساله از یک سو و مقایسه آن با میزان نیاز مصرف در ۵ سال آتی (با در نظر گرفتن نرخ رشد سالیانه مصرف) میزان مازاد/نقصان انرژی در دورهٔ فوق بدست می‌آید.

همچنین به منظور تعیین میزان نیاز به انرژی می‌بایست محاسبات مشابهی انجام پذیرد. از طرفی به منظور محاسبه انرژی در دسترس می‌بایست میزان مصرف داخلی را از آن کسر نمود. برای محاسبه میزان دسترسی به انرژی حاصل از نیروگاههای موجود، میانگین انرژی حاصل از این نیروگاه‌ها در دو سال گذشته را در نظر می‌گیریم. اما برای نیروگاه‌های جدید و یا نیروگاه‌هایی که در دست احداث می‌باشند، ضریب بار نیروگاه (PLF) می‌بایست مورد محاسبه قرار گیرد. این ضریب برای نیروگاه‌های مختلف بصورت زیر در نظر گرفته می‌شود:

- نیروگاه‌های بخار و یا سیکل ترکیبی ۸۰ درصد
- نیروگاه‌های گازی و یا دیزلی بسته به اینکه به عنوان بار پایه (Base Load) و یا بار پیک (Peak Load) استفاده شوند، متفاوت است.
- نیروگاه‌های آبی نیز به هیدرولوژی بستگی دارد

در قسمت بعد ویژگی‌های سایت مورد نظر مورد بررسی قرار می‌گیرد.

ویژگیهای سایت

• مکان سایت:

موقعیت سایت در کشور مورد نظر به ترتیب: استان، مشخص کردن فاصله و موقعیت جغرافیایی از نزدیکترین شهر بزرگ و مشخص کردن فاصله از نزدیکترین شهر کوچک در صورت نیاز مطرح می‌گردد.

• مباحث مربوط به ویژگیهای سایت

ملاحظات ذیل جهت نصب یک نیروگاه مورد بررسی قرار می‌گیرد:

الف) در دسترس بودن فضا جهت بخش اصلی نیروگاه، محوطه مربوط به ترانسفورماتورها، محوطه مربوط به پست و محوطه مربوط به نیازمندی‌های BOP

ب) در دسترس بودن فضای کافی برای کلیه فعالیتهای اجرایی

ج) فراهم بودن راه مناسب جهت دسترسی به محوطه نیروگاه جهت حمل تجهیزات، ابزارهای نصب، مواد شیمیایی و....

ارتباط سایت با جاده جهت حمل تجهیزات، مصالح مورد نیاز دورهٔ ساخت و مواد شیمیایی و سوخت مایع نیز می‌بایست به سهولت

برقرار باشد.

د) امکان تهیه سوخت و دسترسی به آن

ه) فراهم بودن منابع قابل اطمینان آب خام جهت نیازمندی‌های نیروگاه

و) مناسب بودن زمین از دید ملاحظات جغرافیایی و توپوگرافیکی و خصوصیات ژئوتکنیکی

ز) سهولت اتصال به شبکه سراسری جهت انتقال توان تولیدی

ح) ملاحظات زیست محیطی و ایجاد کمربند سبز

• تامین سوخت نیروگاه

گاز طبیعی مورد نیاز نیروگاه در ایران از نزدیکترین شبکه لوله گاز توسط شرکت ملی گاز ایران (NIGC) تأمین شده و یک ایستگاه اندازه‌گیری گاز مجزا برای هرنیروگاه در نظر گرفته می‌شود.

سوخت مایع در ایران توسط شرکت ملی نفت ایران (NIOC) از طریق تانکرهای حمل سوخت تأمین شده و در مخازن سوخت تعبیه شده در نیروگاه ذخیره می‌گردد.

با در نظر گرفتن ظرفیت نیروگاه و ضریب PLF، مقدار مصرف سالیانه سوخت اصلی مورد نیاز نیروگاه محاسبه و ارائه می‌گردد.

• سیستم انتقال توان تولیدی

انتقال توان تولیدی در سطح ولتاژ مورد نیاز در منطقه(۴۰۰، ۲۳۰ یا ۱۳۲ کیلو ولت) صورت می‌پذیرد و برای هر نیروگاه یک پست متناسب با سطح ولتاژ مورد نیاز در نظر گرفته می‌شود.

• توپوگرافی سایت و مشخصات ژئوتکنیک خاک منطقه

در این بخش شیب عمومی‌سایت نیروگاه و حداقل تراز و حداکثر تراز سایت مطرح می‌گردد. مشخصات لایه‌های خاک و کلیه مشخصات مکانیکی هرلایه می‌بایست مشخص گردد.

بعد از بررسی خاک منطقه پیشنهادات لازم در مورد تغییر و تحول خاک و تعیین حدود ابعاد زمین نیروگاه ارائه می‌شود. در نهایت با در نظر گرفتن کلیه ملاحظات فنی و بهینه سازی کلیه احجام خاکی، تراز نهایی برای هر قسمت از نیروگاه مشخص می‌گردد.

اطلاعات مربوط به سایت و هواشناسی منطقه، در پیوست گزارش آورده می‌شود.

• دسترسی به آب

نزدیکترین منابع آب مورد نیاز برای نیروگاه پیشنهادی نیز می‌بایست شناسایی شود. این منابع باید ظرفیت نیروگاه را جوابگو بوده و دسترسی و انتقال آب از آنها به نیروگاه بسهولت انجام پذیرد.

• Lay out نیروگاه

Pilot plan پیشنهادی نیروگاه در پیوست گزارش ارائه می‌شود. در جانمایی ساختمانها، ملاحظات عمومی‌ذیل می‌بایست لحاظ گردد:

جهت وزش باد غالب از دید کاهش آلودگی، انتقال انرژی جهت اتصال به شبکه سراسری کشور، دسترسی به آب خام، دسترسی به سوخت‌های گاز و گازوییل، جاده دسترسی نیروگاه به جاده اصلی، سهولت در جابجایی افراد و تجهیزات چه در طی زمان ساخت و چه در مراحل بعدی (از جمله تعمیر و نگهداری)، دسترسی به فضای مناسب جهت مونتاژ و جاگذاری تجهیزات ساخت

سیستمهای مکانیکی

پس از انتخاب نوع نیروگاه، نوع و ظرفیت توربین مربوطه در این بخش آورده می‌شود و در صورتی که نیروگاه از نوع گازی باشد میبایست با توجه به شرایط محیطی (که ذکر آن الزامی می‌باشد)، خروجی توربین در شرایط سایت محاسبه شده و با شرایط ISO مقایسه گردد. همچنین دیاگرام مربوط به بالانس حرارتی نیروگاه نیز می‌بایست تهیه شده و در پیوست گزارش آورده شود.

• توربین

در این قسمت تجهیزات اصلی توربین معرفی گشته و نوع تجهیزات معرفی شده مختصراً شرح داده می‌شود.

ارتفاع دودکش نیروگاه با در نظر گرفتن نوع سوخت (از نوع سولفور دار یا بدون سولفور) و نیز نوع نیروگاه، مشخص می‌شود.

• بویلرحرارتی یا بویلر بازیافت حرارتی

در نیروگاه حرارتی از بویلر حرارتی استفاده می‌شود که می‌بایست مشخصات اصلی بویلر از جمله ظرفیت بویلر، فشار و دمای بخار خروجی بویلر مشخص شود. در بویلر حرارتی مشعل‌ها داخل کوره بویلر قرار داشته و شامل سیستم FDFan و IDFan می‌باشند و بعلت افت فشار زیاد داخل بویلر، دودکش این نوع بویلرها از ارتفاع زیادی برخوردار می‌باشد.

در نیروگاه سیکل ترکیبی از بویلر بازیافت حرارتی استفاده می‌گردد. این نوع بویلر، انرژی گرمایشی خود را از دود خروجی توربین گاز دریافت می‌کند. برای کنترل دود ورودی به بویلر از دمپرهای متفاوت استفاده می‌کنند. ذکر مشخصات دبی، فشار و دما برای این تجهیز الزامی میباشد. در موارد خاص، برای افزایش بخار خروجی از مشعل درون داکت(Duct Burner) استفاده می‌شود. این دستگاه دارای دو دودکش اصلی و بای پس است.

• سیستم خنک کننده اصلی

در نیروگاه‌های بخاری و سیکل ترکیبی بواسطه داشتن توربین بخار و کندانسور می‌بایست سیستم خنک کننده کندانسور نیز وجود داشته باشد. سیستم خنک‌کننده کندانسور در ایران معمولا بصورت خشک بوده و در اغلب نیروگاه‌های ایران بواسطه موقعیت جغرافیایی و شرایط آب و هوایی از یکی از سیستم‌های زیر استفاده می‌گردد:

۱ - سیستم برج خشک (Heller)

۲ - سیستم یک بار گذر مناسب برای نیروگاه‌های در کنار دریا و یا رود خانه (Once through)

۳ - سیستم خنک‌کننده هوای کندانسور (ACC)

• سیستم سوخت

o سوخت گاز

معمولاً در ایران،گاز طبیعی، سوخت اصلی نیروگاه می‌باشد که این سوخت از شبکه سوخت گاز کشور و یا از نزدیکترین پالایشگاه گاز تامین می‌گردد. فشار سوخت در منابع ذکر شده معمولاً بین ۳۰ الی ۶۰ بار بوده و فشار مورد نیاز برای نیروگاه حدود ۲۰ بار و یا کمتر می‌باشد. در نتیجه برای استفاده از گاز شبکه به ایستگاه تقلیل فشار نیاز می‌باشد. ایستگاه تقلیل فشار می‌بایست توسط شرکت ملی گاز ایران احداث گشته و مقدار مصرف آن اندازه‌گیری شود. یک ایستگاه تقلیل فشار نیز برای استفاده داخل سایت در نظر گرفته می‌شود. توربین گاز می‌بایست شامل فیلتر گاز و شیرهای کنترلی باشد.

oسوخت گازوئیل

معمولاً در ایران، گازوئیل به عنوان سوخت کمکی بوده و در زمانی که گاز طبیعی در دسترس نباشد، از گازوئیل استفاده می‌شود. گازوئیل می‌بایست از پالایشگاه بوسیله تانکرهای سوخت تامین گردد. حداکثر روزهای سال که به این سوخت نیاز می‌باشد نیز می‌بایست محاسبه گردد. مصرف گازوئیل برای کل نیروگاه در ۱۰۰درصد بار می‌بایست ارائه شود. بنابراین برای ذخیره این حجم سوخت، تعداد تانک‌های ذخیره سوخت مایع باید محاسبه گردد. این سوخت بنا به موقعیت نیروگاه می‌بایست از یک هفته الی یک ماه در حالت بار کامل

بصورت مصرف مستمر تامین شده باشد. مخازن در صورت نیاز (در اثرسرمای هوا)می‌بایست از امکانات گرمائی برخوردار باشند. سیستم گرمایش لوله‌های سوخت می‌بایست از نوع گرمایش الکتریکی یا بخاری باشد. ایستگاه بارگیری و پمپ‌های متناسب با این سیستم نیز می‌بایست در نظر گرفته شوند.

• سیستم‌های جانبی

یک جرثقیل سقفی برقی (EOT) سنگین و یک جرثقیل سبک برای ساختمان توربین گاز در نظر گرفته می‌شود. در ضمن چندین جرثقیل کوچک تک ریله برای کارگاه، پمپخانه‌ها، ایستگاه آتش نشانی، بویلر کمکی و دیزل ژنراتور استفاده می‌شود.

کمپرسور هوا، سیستم بخار کمکی، سیستم تهویه مطبوع، سیستم تهویه و سیستم گرمایش از جمله سیستم‌های جانبی هستند که متناسب با نوع پروژه مختصراً توضیح داده می‌شود.

o سیستم آب

در تشریح سیستم آب، ابتدا منبع تامین آب مشخص می‌گردد. آب خام تهیه شده معمولاً در یک مخزن بتونی یا فلزی نگهداری می‌شود. در ضمن این مخزن بعنوان مخزن آب آتش نشانی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. مقدار آب مصرفی نیروگاه به تفکیک آب DM و آب غیر DM محاسبه و در یک جدول بطور جداگانه ارائه می‌گردد.(پیوست ۲)

o سیستم آب خنک کاری کمکی

تمام سیستم‌های جانبی توربین گاز می‌بایست توسط آب خنک شود. آب داخل لوله‌های فین دار توسط فن هوا خنک می‌شود (fin fan cooler).

o آب DM

مصرف آب DM در نیروگاههای گازی بسیار کم بوده و مصرف مداوم در نیروگاه وجود ندارد. ولی آب DM در نیروگاه‌های سیکل ترکیبی و بخار از حجم زیادی برخوردار می‌باشد. این حجم آب مورد نیاز می‌بایست توسط خود نیروگاه تولید شود. بنابراین این نوع نیروگاهها به تجهیزات تصفیه آب مجهز هستند. کیفیت آب خام، استفاده از تجهیزات پیش تصفیه را مشخص خواهد کرد.

o سیستم آب سرویس و آب شرب

آب خامی‌که توسط پمپ انتقال می‌یابد می‌بایست کلر زنی و فیلتر شود و در یک تانک هوایی ذخیره گردد.

o سیستم محافظت از آتش سوزی

سیستم محافظت از آتش سوزی از اجزاء مختلف تشکیل شده تا نیروگاه را از خطر آتش سوزی محافظت کند. موارد و نوع استفاده این سیستم در موقعیت‌های مختلف سایت نیز بایستی در گزارش بیان شود. علاوه بر موارد فوق، تجهیزات آزمایشگاه شیمیایی و تجهیزات و ابزارآلات کارگاه نیز متناسب با نوع نیروگاه می‌بایست انتخاب شود.

موارد جا نمایی ساختمان توربین گاز:

معمولاً توربین گاز در نظر گرفته شده، در داخل ساختمان نصب می‌گردد (Indoor). جهت و طرز قرارگیری توربین گاز با استفاده از مدل خروجی گاز تعیین می‌گردد. در یک ماشین تخلیه محوری، محور خروجی گازها از سمت توربین گاز می‌باشد و در نتیجه ژنراتور در سمتی قرار می‌گیرد که کمپرسور (طرف سرد ماشین) قرار دارد.

توربین گاز تخلیه محوری به صورت مورب قرار می‌گیرد، بطوریکه طول توربین گاز، کمپرسور و ژنراتور در پهنای ساختمان توربین گاز قرار گیرد. در جانمایی ساختمان، توربین گاز و ژنراتور به دو قسمت تقسیم شده است. یک قسمت برای توربین گاز، کمپرسور

جدول ۱ - پارامترهای اصلی نیروگاه

شماره	تجهیزات	واحد	مشخصات
۱	توربین گاز		
۱-۱	تعداد توربین گاز	دستگاه	
۱-۲	مدل توربین گاز	-	
۱-۳	خروجی در شرایط ISO	MW	
۱-۴	خروجی در شرایط سایت(۱۶/۵ °C)	MW	
۱-۵	نرخ حرارتی (گاز طبیعی)	KJ/KWH	
۱-۶	مصرف گاز طبیعی برای کل نیروگاه	KG/S	
۲	توربین بخار		
۲-۱	تعداد توربین بخار	دستگاه	
۲-۲	مدل توربین بخار	-	
۲-۳	خروجی توربین بخار	MW	
۲-۴	فشار ورودی توربین بخار	BAR	
۲-۵	فشار خروجی توربین بخار	BAR	
۲-۶	دمای بخار ورودی توربین بخار	C	
۳	بویلر		
۳-۱	فشار خروجی بویلر	BAR	
۳-۲	دبی بخار خروجی بویلر	TON/H	

و محفظه احتراق و قسمت دیگر برای ژنراتور در نظر گرفته می‌شود. سقف سالن توربین گاز به جهت قرارگیری یک جرثقیل سقفی برای تعمیرات بلندتر می‌باشد. لیکن قسمت ژنراتور از سقف کوتاهتری برخوردار می‌باشد.

در سالن توربین گاز یک اطاق کنترل محلی تعبیه شده است. سیستم‌های جانبی توربین گاز مانند پمپ روغنکاری و پمپ کنترل روغن به صورت جداگانه به همراه موتور پمپ‌ها بر روی یک شاسی در نزدیکی شاسی توربین گاز نصب می‌شوند. فیلترهای هوای ورودی و دودکش خروجی در دو طرف سالن توربین قرار داده شده اند تا از تاثیر گردش هوا جلوگیری به عمل آید.

پارامترهای اصلی نیروگاه با اشاره به توضیحات فوق، جهت انجام امکان سنجی فنی نیروگاه در جدول ۱ آورده شده است. مشابه این جدول بعنوان اطلاعات اولیه مورد نیاز برای شروع ارزیابی میبایست تهیه گردد.

سیستمهای الکتریکی

در بخش سیستم‌های الکتریکی، موارد ذیل مورد بررسی و تحلیل قرار می‌گیرد که به ترتیب زیر ارائه می‌گردد.

• ژنراتور

در این بخش ظرفیت ژنراتور (به مگاوات)، سطح ولتاژ، ضریب قدرت، روش خنک کاری، نوع سیستم تحریک و توضیحات دیگر بیان می‌شود.

برای توربین بخار، ظرفیت ژنراتور می‌بایست با مقدار MCR توربین بخار برابر باشد. برای توربین‌های گازی نیز ظرفیت ژنراتور بر طبق خروجی توربین گاز انتخاب می‌گردد. ضریب قدرت نیز عموماً برای ژنراتورهای تا ۱۵۰ مگاوات در حدود ۰/۸ و برای ظرفیت‌های بالاتر ۰/۸۵ در نظر گرفته می‌شود. سیستم خنک‌کاری نیز بسته به ظرفیت ژنراتور از میان یکی از روش‌های خنک‌کاری با هوا، هیدروژن و یا آب (برای استاتور) انتخاب می‌گردد. سیستم تحریک نیز بصورت استاتیک و یا بدون جاروبک در نظر گرفته می‌شود.

• باس داکت

در این بخش پارامترهای اصلی باس داکت شامل کلاس ولتاژ، مقدار جریان، حد جریان اتصال کوتاه، جنس‌هادی باس داکت و محفظه آن و نیز نوع سیستم خنک کنندگی آن مشخص می‌گردد.

سطح ولتاژ باس داکت بسته به سطح ولتاژ ژنراتور انتخاب می‌گردد. سطح جریان اتصال کوتاه نیز با انتخاب فرضیات مناسب برای راکتانس زیرگذر ژنراتور و ترانسفورماتور مورد محاسبه قرار می‌گیرد.

• ترانسفورماتور

در این قسمت ظرفیت، شیوه خنک کنندگی، نسبت ولتاژ، گروه‌برداری و نوع تپ چنجر مشخص می‌گردد. ظرفیت ترانسفورماتور متناسب با خروجی ژنراتور در شرایط ISO در نظر گرفته می‌شود. به منظور غلبه بر افت ولتاژ در امپدانس ترانسفورماتور، سطح ولتاژ ثانویهٔ ترانسفورماتور ۵٪ بیشتر در نظر گرفته می‌شود.

• کلید ژنراتور یاGCB
(Generator Circuit Breaker)

یک انتخاب برای تأمین انرژی مورد نیاز نیروگاه استفاده از GCB میباشد که در صورت استفاده از آن دیگر نیازی به استفاده ا ز ترانس Station نمی‌باشد. لذا یکی از مهمترین مواردی که می‌بایست برای احداث یک نیروگاه در مورد آن تصمیم گیری شود، بکارگیری یا عدم بکارگیری GCB می‌باشد. برای این منظور می‌بایست مقایسه ای از لحاظ فنی و اقتصادی برای دو گزینه فوق انجام شود تا گزینه مناسب انتخاب گردد.

در نیروگاه‌های سیکل ترکیبی به علت وجود واحدهای گازی امکان تأمین انرژی مورد نیاز از واحدهای موجود گازی برای راه‌اندازی واحدهای بخار فراهم است و لذا در نیروگاه‌های سیکل ترکیبی برای واحدهای بخار نیازی به استفاده از GCB و نیز ترانس Station نمی‌باشد.

همچنین لازم به ذکر است که در شرایطی که ولتاژ پست در سطح ۴۰۰ کیلو ولت باشد هزینه تأمین ترانس Station بالا رفته و در این شرایط استفاده از GCB مقرون به صرفه می‌باشد.

• سیستم انتقال توان و پست فشارقوی

در این بخش سطح ولتاژ خط انتقال مورد نظر (بسته به خط انتقال موجود در منطقه)، تعداد فیدرهای خروجی، نحوه شینه بندی پست، سطح جریان شینه و نیز سطح جریان اتصال کوتاه مورد بررسی قرار می‌گیرد.

برای شینه بندی پست معمولاً از یکی از حالت‌های دوبل یا یک و نیم کلیده استفاده می‌گردد. در محاسبه سطح جریان شینه و سطح اتصال کوتاه نیز لازمست تا طرح توسعه نیروگاه لحاظ گردد که برای سطح جریان اتصال کوتاه عموماً جریان اتصال کوتاه ۴۰ یا ۵۰ کیلوآمپر به مدت یک ثانیه انتخاب می‌گردد. به منظور تعیین میزان جریان خزشی لازمست تا میزان آلودگی محیط مشخص گردد. همچنین در صورت لزوم می‌توان از سیستم GIS به جای سیستم‌های سنتی برای پست فشارقوی استفاده نمود که این امر باعث می‌شود هزینه احداث پست در حدود ۵ برابر افزایش یابد.

• سیستم تغذیه کمکی

ابتدا سطوح مختلف ولتاژی انتخاب می‌گردد. برای سیستم فشار متوسط عموماً سطوح ولتاژ ۶، ۶/۶ و یا ۱۱ کیلو ولت انتخاب می‌گردد. از آنجا که هزینه‌های مربوط به تجهیزات ۱۱ کیلوولت بسیار زیاد می‌باشد عموماً از سطح ولتاژ ۶/۶ کیلوولت استفاده می‌گردد.

برای سیستم فشار ضعیف نیز مطابق استاندارد از سیستم ۴۰۰ ولت استفاده می‌گردد. ولتاژ مورد نیاز برای سطح فشار متوسط از طریق ترانس واحد و ولتاژ مورد نیاز برای سیستم فشار ضعیف از طریق ترانس‌های کمکی تأمین می‌گردد. در شرایطی که از GCB استفاده نمی‌شود لازمست تا از ترانس Station به منظور تأمین انرژی مورد نیاز برای راه اندازی استفاده شود. در این حالت به منظور تأمین افزونگی مورد نیاز از دو ترانس Station استفاده می‌گردد. همچنین اتصالات مورد نیاز میان واحدهای مختلف برای تأمین انرژی مورد نیاز یک واحد از طریق واحد دیگر نیز در طراحی لحاظ می‌گردد.

o ترانس‌های سرویس، واحد و Station

برای محاسبه ظرفیت ترانسهای سرویس ابتدا بر اساس Load Listهای اولیه، مجموع بارهای متصل به Switchgears مورد محاسبه قرار می‌گیرد. از آنجا که در مراحل تهیه این گزارش Load List مشخص نمی‌باشد، از مدارک و اطلاعات پروژه‌های مشابه به عنوان منابع اطلاعاتی جهت محاسبات فوق استفاده می‌شود. در این محاسبات ضریب قدرت ۰/۸ یا ۰/۸۵ در نظر گرفته می‌شود تا از طریق آن ظرفیت ترانس برحسب ولت آمپر بدست آید. ۲۰٪ به عنوان حاشیه اطمینان افزون بر ظرفیت بارهای متصل و نیز ۵٪ به عنوان تلفات ترانس در نظر گرفته می‌شود. در محاسبات مربوط به تعیین ظرفیت ترانس مبنای محاسبه ظرفیت را بدترین شرایط محتمل و عملی (برای کلیه ترانسها) در نظر

می‌گیریم. ظرفیت ترانس واحد نیز بر مبنای بارهای فشار متوسط متصل به آن محاسبه می‌گردد. یک حاشیه اطمینان ۱۰٪ به منظور بارهای احتمالی و نامعلوم و ۵٪ نیز برای تلفات در نظر گرفته می‌شود. در حالت وجود ترانس Station و برای محاسبه ظرفیت آن ملاحظات ذیل را در نظر می‌گیریم:

(۱) بروز خطا در یکی از ترانس‌های(۲) Station یک واحد در شرایط راه اندازی (۳) یک واحد در شرایط تریپ (٤) کلیه بارها متصل و آماده دریافت توان

در انتهای محاسبات نیز ۱۰ تا ۱۵ درصد به عنوان حاشیه اطمینان برای ترانس فوق در نظر می‌گیریم.

o سیستم‌های DC

در این قسمت بسته به ظرفیت نیروگاه و نوع آن، تعداد و ظرفیت باطریها و باطری شارژرهای نیروگاه برای مصارف مربوط به واحدها و مشترکات و نیز سیستم کنترل و ابزار دقیق مشخص می‌گردد.

o منابع تغذیه بدون وقفه

در این قسمت تعداد و ظرفیت UPSهای مورد نیاز برای تجهیزات کنترلی و تحلیلگرها و دیگر بارهای مورد نیاز مشخص می‌گردد.

o سیستم تغذیه اضطراری

در زمانی که امکان تهیه تغذیه AC مورد نیاز جهت Safe Shut down میسر نباشد، به منظور تهیه انرژی مورد نیاز لازمست که از دیزل ژنراتور استفاده گردد. لذا در این مرحله تعداد و ظرفیت دیزل ژنراتورهای مورد نیاز بسته به ظرفیت و تعداد واحدها و میزان بارهای ضروری مورد نیاز جهت تغذیه توسط دیزل صورت می‌پذیرد. در این مرحله همچنین کلیه تجهیزات مرتبط جهت تأمین و انتقال انرژی مذکور لحاظ می‌گردد.

o سیستم Black Start

در نیروگاههای گازی (یا سیکل ترکیبی) در مواردی که به علت قطع برق در شبکه لازمست تا نیروگاه به سرعت راه اندازی شده و خود شبکه را برقدار نماید (در انتظار برقدار شدن شبکه نباشد) لازمست تا از دیزل‌های با ظرفیت مخصوص این حالت استفاده شود. بدیهی است که وجود یا عدم وجود شرایط فوق تنها در صورت نیاز و تأکید کارفرما در نظر گرفته می‌شود.

• سیستم زمین و برق گیر (حفاظت در برابر صاعقه)

در این قسمت مشخصات سیستم زمین مربوط به ژنراتور، پست فشار قوی، سیستم‌های فشار متوسط، سیستم فشار ضعیف و سیستم‌های DC مربوط به بخش کنترل و ابزار دقیق، سیستم روشنایی و نیز همچنین سیستم‌های برق گیر معرفی و تعیین می‌گردد.

• سیستم Cabling

کابل‌های موجود در نیروگاه به سه بخش فشار متوسط، فشار ضعیف و نیز کابل‌های کنترل و ابزاردقیق تقسیم می‌گردند. در این قسمت برآورد مربوط به میزان حجم کابل‌های مورد نیاز جهت احداث نیروگاه، بر اساس اطلاعات حاصل از پروژه‌های قبلی و مشابه، به تفکیک انواع کابل ارائه می‌گردد.

• سیستم‌های روشنایی

سیستم‌های روشنایی به سه قسمت روشنایی نرمال، روشنایی ضروری و روشنایی اضطراری تقسیم‌بندی می‌شود که برآورد تجهیزات مورد نیاز و خصوصیات مربوط به هر قسمت مشخص و ارائه می‌گردد.

• سیستم‌های ارتباطی

بسته به درخواست‌های کارفرما، مساحت پروژه و نیز براساس اطلاعات حاصل از تجربه‌های قبلی، تجهیزات مربوط به سیستم ارتباطی داخل نیروگاه مشخص و ارائه می‌گردد.

• سیستم‌های تشخیص و اعلان حریق

در این قسمت بسته به میزان حساسیت و خطرناک بودن منطقه پروژه مورد نظر و نیز درخواستهای کارفرما و نیز براساس تجربیات و اطلاعات حاصل از پروژه‌های قبلی، مشخصات و تعداد تقریبی تجهیزات مربوط به سیستم تشخیص و اعلان حریق مشخص و ارائه می‌گردد.

بخش کنترل و ابزار دقیق

در بخش کنترل و ابزار دقیق از آنجا که عموماً سیستم‌های کنترل مربوط به توربین‌های گازی و بخاری در مجموعه توربین و ژنراتور در نظر گرفته می‌شوند و در صورت انتخاب توربین، کارفرما ملزم به انتخاب سیستم کنترل همان سازنده می‌باشد لذا بخش مهم مشخصات مربوط به سیستم کنترل و ابزاردقیق با انتخاب نوع توربین مشخص می‌گردد. در پروژه‌های اجرا شده در کشور، عموماً به علت سهولت ارتباطات و نیازهای کنترلی، پیمانکار سستم کنترل توربین به عنوان پیمانکار اصلی سیستم DCS انتخاب می‌گردد. لذا پس از انتخاب توربین و در نتیجه سیستم کنترل آن، سیستم‌های کنترل مربوط به دیگر تجهیزات و سیستم‌ها و نحوهٔ ارتباط این سیستم‌ها با سیستم DCS اصلی مشخص می‌گردد و در این راستا لیست تجهیزات و عملیات مورد نیاز معرفی و اعلام می‌گردد.

برآورد عملیات ساختمانی

پس از نهایی شدن مشخصات فنی مربوط به سیستمهای مکانیکی و الکتریکی و نیز وزن و احجام تجهیزات، همچنین با توجه به نیازهای کارفرما در طرح مذکور، کلیه احجام ساختمانی با در نظر گرفتن نکات فنی و با استفاده از تجربه‌های اجرایی قبلی، برآورد می‌گردد.

شرایط زیست محیطی

برای احداث نیروگاه می‌بایست شرایط زیست محیطی ذیل مدنظر قرار گیرد:

- خصوصیات سایت
- میزان آلودگی هوا
- میزان آلودگی آب
- میزان الودگی صوتی

۱. خصوصیات سایت:

در این بخش با توجه به نوع نیروگاه، موقعیت جغرافیایی آن و فاصله آن از مناطق مسکونی بررسی می‌گردد.

۲. میزان آلودگی هوا:

از آنجا که پس از انتخاب نوع نیروگاه، نوع سوخت نیز مشخص می‌گردد لذا متناسب با سوخت انتخابی میزان آلودگی ایجاد شده نیز میبایست مورد بررسی قرار گیرد.

میزان آلودگی سوخت‌ها به شرح ذیل می‌باشد:

سوخت گاز Nox، CO

سوخت مایع Nox، CO، Sox

میزان آلودگی ایجاد شده میبایست در محدوده تعیین شده از سوی سازمان محیط زیست باشد.

۳. میزان آلودگی آب:

در این بخش منبع تأمین آب مشخص می‌گردد و بسته به نوع نیروگاه نوع آلاینده‌های آب معرفی می‌گردند. همچنین پسابهایی که به محوطه تخلیه می‌شوند میبایست با استانداردهای محیط زیست مطابق باشد.

٤. میزان آلودگی صوتی:

میزان آلودگی صوتی بسته به فاصله نیروگاه از مناطق مسکونی تعیین می‌گردد که این مقدار در شبانه روز متغیر می‌باشد.

برای تمامی آلوده کننده‌های زیست محیطی می‌بایست دستگاه‌های مانیتورینگ اندازه گیری آلودگی نصب گردد تا میزان آلاینده‌های فوق الذکر مشخص گردد.

پارامترهای فنی- اقتصادی

به منظور آشنایی بیشتر با پارامترهای مربوط به برآورد فنی اقتصادی نیروگاه، پارامترهای برآوردی فنی مربوط به مرجع {۱} در پیوست‌های ۱ و ۲ آمده است.

برآورد مالی

امروزه تهیه مدل مالی یکی از بازوهای قدرتمند برای پروژه‌هایی که قرار است امکان سنجی فنی- اقتصادی بر روی آنها صورت پذیرد، می‌باشد.

این مدلها دربرگیرنده کلیه مفروضات و مراحلی که میبایستی از دیدگاه مالی در پروژه در نظر گرفته شود بوده و بکمک آنها میتوان نحوهٔ تعیین و برخورد با ذینفعان پروژه‌ها را مشخص نمود.

اهدافی را که تهیه مدل مالی در پی آن است، عبارتند از:

- توسعه تجربه‌های داخل کشور بمنظور ارزیابی امکان سنجی پروژه‌ها از دیدگاه‌های مالی و حقوقی و همچنین تحلیل موارد قانونی و تجاری.
- شناسایی و درک ارتباط متقابل بین جنبه‌های فنی، تجاری، اقتصادی، مدیریتی، زیست محیطی و اجتماعی پروژه
- تعیین امکان پذیری اجرای پروژه.

جدول شماره۲ - لیست مشخصات مورد نیاز جهت تهیه مدل مالی

مشخصات فنی مورد نیاز برای ارزیابی مالی	RLS	Fx	FxC	Total
زمین (شامل توسعه سایت)				
ساختمان				
تاسیسات و ماشین آلات:				
- موارد داخلی				
- قیمت CIF				
- حق گمرکی اقلام وارداتی				
- سایر حقوق گمرکی				
- هزینه های ترخیص و حمل				
- هزینه های محلی و بومی				
هزینه های داخلی				
- قیمت Invoice شامل مالیات لازم برای فروش				
- مالیاتهای درنظر گرفته شده				
- هزینه حمل				
- سایر هزینه ها				
هزینه های نصب و راه اندازی				
هزینه های مربوط به دانش فنی، مهندسی و مشاوره				
هزینه متخصصین خارجی و آموزش خارج از کشور متخصصین داخلی				
سرمایه های ثابت متفرقه				
موارد مربوط به سرمایه اولیه و هزینه های قبل از بهره برداری				
تهیه موارد پیش بینی نشده (Contingencies)				
هزینه سرمایه پروژه (Capital cost of the project)				
حاشیه سرمایه جاری (Working capital margin)				
کل هزینه پروژه				

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

- کمک به تغییر ماهوی در پروژه به منظور بهبود امکان اجرای آن.

• مشخصه‌های پروژه‌های زیربنایی

از آنجا که امکان سنجی فنی - اقتصادی غالباً برای پروژه‌های زیربنایی انجام می‌شود، لذا برای شناخت بیشتر چنین پروژه‌هایی، در زیر به بیان مشخصه‌های شاخص آنها پرداخته می‌شود:

- هزینه سرمایه‌گذاری در پروژه بسیار بالاتر از المانهای فاینانس و بدهی مورد نیاز در آن است.
- نیاز به منابع مالی برای دوره‌های طولانی در پروژه می‌باشد.
- طول دوران ساخت و به بهره‌برداری رسیدن پروژه بسیار طولانی است.
- احتمال از دست دادن نقدینگی در سالهای ابتدایی پروژه وجود دارد.
- راه اندازی و اجرای پروژه از طریق ثبت یک یا چند شرکت خاص صورت می‌گیرد بطوریکه این شرکت‌ها از نظر مالی مستقل از حامیان و بانیان آن باشند. به شرکت‌های ثبت شده شرکت مدیریت پروژه نیز گفته می‌شود.

• رویکرد به سوی امکان سنجی اقتصادی

هدف از این قسمت، اتخاذ فرایندی جهت توانمندسازی ارزیابی مستقل و هدفمند جنبه‌های مختلف سرمایه‌گذاری برای نیل به یک تصمیم اقتصادی می‌باشد. در این راستا میبایستی میزان دقت برآوردهای هزینه، تناسب الگوی مورد انتظار مالی و درستی کلی ساختار سرمایه را بتوان تعیین نمود. در این رابطه باید جنبه‌های زیر را تحلیل نمود:

هزینه بخش‌های مختلف پروژه، ابزارها و تواناییهای مالی و نیازهای سرمایه جاری و در گردش.

برای ارزیابی مالی پروژه، موارد زیر را باید بعنوان اطلاعات اولیه از بخش فنی پروژه دریافت نمود(جدول شماره ۲). ضمناً اطلاعات بیشتر در مورد پارامترهای مالی و نحوهٔ محاسبه آنها برای یکی از پروژه‌های برآورد شده {۱}در پیوستهای ۳ تا ٦ آمده است.

• موارد حقوقی

- تعیین محدوده سودآوری پروژه و تناسب آن در رابطه با التزام بازپرداخت وام و بهرهٔ ناشی از مشارکت حامیان (Sponsor) پروژه از جمله موارد حقوقی است که بایستی راهکاری برای آن اندیشید.

جنبه‌هایی که اثرگذار بر امکان سنجی پروژه بوده و میبایستی تحلیل شوند، عبارتند از:

- طرح سودآوری پروژه
- تحلیل نقطه سربه‌سری
- تحلیل حساسیت
- نسبت پوشش خدمات وام (Debt Service Coverage Ratio)
- دوره زمانی بازپرداخت
- نرخ برگشت اصل و فرع
- ارزش خالص فعلی (Net Present Value)
- نرخ برگشت داخلی (Internal Rate of Return)
- تحلیل سناریو

• موارد مدیریتی

جهت حصول اطمینان از موفقیت پروژه در اجرا و مدیریت کارایی آن پس از آغاز تجاری آن، بایستی به ارزیابی و بررسی افراد شایسته‌ای که پروژه را راهبری می‌کنند پرداخت. جنبه‌هایی که بر این موضوع اثر می‌گذارند، عبارتند از:

- ساختار سازمانی
- کیفیت افراد کلیدی درگیر اجرای پروژه
- تجربه اجرایی افراد درگیر عملیات بازرگانی پروژه
- الگوی سهامداران

• موارد محیطی

در خصوص مسائلی که در ارتباط با موارد محیطی در پروژه‌های احداث نیروگاه بایستی مد نظر قرار گیرند، موضوعات زیر را می‌توان برشمرد:

- حصول اطمینان از تطبیق پذیری پروژه با نگرشها و ملاحظات محیطی درگیر با پروژه و اثر موارد محیطی بر هزینه‌های ساخت و بهره‌برداری پروژه
- جنبه‌های لازم جهت تحلیل اثر مجوزهای لازم از منابع و ارگان‌های ذیربط مرتبط با مسائل محیطی بر پیشبرد و اجرای پروژه
- ارائه طرح مدیریت بحران و انجام مطالعات تاثیر این عوامل بر پروژه
- اندازه‌گیری و تحلیل آلودگی‌ها و روش‌های کنترلی لازم

• اثرات اجتماعی

در خصوص جنبه اجتماعی ساخت نیروگاه در کشور، موارد زیر میبایستی بررسی و در نظر گرفته شوند:

- ارزیابی ارزش اجتماعی پروژه و تعیین ارتباط نسبی با بازدهی و کارآیی از جنبه‌های مثبت و منفی آن
- تحلیل جنبه‌هایی که بر مسائل اجتماعی اثر می‌گذارد، مثل:
  - ارزش پروژه با توجه به موارد استراتژیک، سیاسی و اجتماعی
  - مقایسه ارزش اجتماعی با ارزش اقتصادی پروژه
  - انجام تغییرات قابل توجه در ارزیابی و بررسی پروژه بطوریکه حتی ممکن است میزان ارزش اجتماعی پروژه در مقابل ارزش اقتصادی آن بسیار با اهمیت تر ارزیابی گردد.

نتیجه گیری

با توجه به تجربه مؤلفین مقاله و دیگر کارشناسان شرکت مپنا در انجام امکان سنجی فنی - اقتصادی پروژه‌های EPC، BOO و BOT در سطح کشور و استفاده از روشهای انتقال تکنولوژی از منابع معتبر بین المللی، میتوان نتیجه گرفت که امکان سنجی فنی- اقتصادی پروژه و بویژه پروژه‌های نیروگاهی از درجه اهمیت بالایی در احداث نیروگاه‌ها از دیدگاه‌های فنی و اقتصادی برخوردار است و در این راستا هنوز دانش موجود در کشور نوپا بوده و نیاز به تلاش بیشتر، اطلاعات کاملتر و دقیقتر و برخورد علمی‌با موضوع مورد اشاره را نمایان می‌باشد. یکی از مواردی که میزان امکان سنجی فنی - اقتصادی پروژه‌ها را تهدید می‌کند، عدم وجود قوانین مشخص و مدون در سرمایه‌گذاریهای خارجی است که خطر بزرگی در جامه عمل نپوشاندن به اجرای پروژه‌های نیروگاهی خصوصاً از انواع BOO و BOT است. همچنین عدم شفافیت مطلب مورد اشاره برای کارفرمای نیروگاه و مجری آن از سوی دیگر در ارائه تضمینهای لازم به شرکت پروژه برای اجرای بی‌دغدغه پروژه و به سلامت به مقصد رساندن آن نیز تهدید دیگری بشمار می‌رود.

پیوست ۱ - پارامترهای برآوردی نیروگاه شش واحدی گازی

شماره	تجهیزات	واحد	مشخصات
۱	توربین گاز		
۱-۱	تعداد توربین گاز	دستگاه	۶
۱-۲	مدل توربین گاز	-	زیمنس V۹۴/۲
۱-۳	خروجی در شرایط ISO	MW	۱۵۹
۱-۴	خروجی در شرایط سایت(۱۶/۵ °C)	MW	۱۲۷
۱-۵	نرخ حرارتی (گاز طبیعی)	KJ/KWH	۱۰۵۸۴/۳
۲	ژنراتور		
۲-۱	ظرفیت	MW	۱۲۷
۲-۲	سطح ولتاژ	kV	۱۵/۷۵
۲-۳	ضریب قدرت نامی		۰/۸ پس فاز
۲-۴	فرکانس نامی	Hz	۵۰
۲-۵	سرعت نامی	RPM	۳۰۰۰
۲-۶	حداکثر راکتانس زیر گذر	P.U.	٪۱۵
۳	باس داکت		
۳-۱	نوع باس داکت		IPBD / سیستم خنک کن از نوع هوای طبیعی / از نوع پیوسته
۳-۲	ولتاژ نامی	kV	۲۴
۳-۳	جریان نامی	A	۸۰۰۰
۳-۴	سطح عایقی در برابر ولتاژ ضربه (۱,۲/۵۰ میکرو ثانیه)	kVP	۱۲۵
۴	ترانسفورماتور		
۴-۱	سیستم خنک کنندگی		ONAN/ONAF/OFAF
۴-۲	ظرفیت در حالت OFAF به مگا ولت آمپر		۲۰۰
۴-۳	نسبت ولتاژ kv/ kv		۱۵/۷۵ /۲۴۵
۴-۴	گروه برداری		Ynd۱۱
۴-۵	امپدانس به پر یونیت		٪۱۴
۵	ترانسفورماتورهای کمکی		
۵-۱	ظرفیت	مگا ولت آمپر	۲ / ۱۰/ ۳/۵
۵-۲	تعداد	عدد	۸ / ۲ / ۶
۶	پست فشارقوی		
۶-۱	ولتاژ نامی	kV	۲۳۰
۶-۲	سطح جریان خطا	kA	۵۰ کیلو آمپر rms برای مدت ۱ ثانیه
۶-۳	تعداد مدار		۱۴
۷	توربین بخار		
۷-۱	تعداد توربین بخار	دستگاه	در نیروگاه گازی وجود ندارد
۷-۲	مدل توربین بخار	-	"
۷-۳	خروجی توربین بخار	MW	"
۷-۴	فشار ورودی توربین بخار	BAR	"
۷-۵	فشار خروجی توربین بخار	BAR	"
۷-۶	دمای بخار ورودی توربین بخار	C	"
۸	بویلر		در نیروگاه گازی وجود ندارد
۸-۱	فشار خروجی بویلر	BAR	"
۸-۲	دبی بخار خروجی بویلر	TON/H	"

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پیوست۲- میزان برآوردی مصارف سوخت و آب مصرفی نیروگاه {۱}

شماره	ماده مصرفی	واحد	مشخصات
۱	سوخت		
۱-۱	سوخت گاز طبیعی	KG/S	۴۶/۲
۲	آب خام		
۲-۱	آب جبرانی بویلرهای کمکی	متر مکعب در روز	۴
۲-۲	آب شرب و مصرف سرویس نیروگاه	متر مکعب در روز	۱۰

پیوست ۳ : هزینه های ساخت در پروژه از نوع BOT

موضوع	هزینه های ریالی (RLS Mn)	تبدیل هزینه‌های ریالی به یورو (€ Mn)	هزینه های ارزی (€ Mn)	جمع کل (€ Mn)	جمع کل به درصد %
زمین					
هزینه های EPC					
هزینه های غیر EPC					
دارایی های ثابت					
مخارج اولیه					
مخارج قبل از بهره برداری					
میزان بهره پرداختی در طول دوران ساخت (IDC)					
هزینه های مالی					
بالاسری					
جمع هزینه های فوق					
حاشیه اطمینان سرمایه در گردش (Margin Money for WC)					
جمع کل					

پیوست ٤: موارد مالی پروژه (سرمایه گذاری و استقراض)

موضوع	بخش ریالی (RLS Mn)	تبدیل بخش ریالی به یورو (€Mn)	بخش ارزی (€Mn)	جمع کل به یورو (€Mn)	جمع کل به درصد %
بخش سرمایه گذاری					
سهم شرکت و سرمایه‌گذاران داخلی (۵۱٪)					
سهم سرمایه‌گذاران خارجی(۴۹٪)					
جمع کل بخش سرمایه گذاری					
بخش استقراض (وام)					
بخش ریالی(۵۰٪)					
بخش ارزی(۵۰٪)					
جمع کل بخش استقراض					
جمع کل					

پرتال جامع علوم انسانی

پیوست ۵: شاخص های مبالغ پیشنهادی برای استقراض

موضوع	استقراض داخلی	استقراض خارجی
مدت تصرف وام		
بازپرداخت		
نرخ بهره		
هزینه Up-Front		
هزینه های نگهداری وام نزد وام دهنده		
پیش پرداخت		
میزان بهره جریمه		
تضمین		

پیوست ٦: مبنای مقایسه تعرفه های برق

نام پروژه	تعداد سال بهره برداری	تعرفه فروش برق (RLS / kWh)
ری	۳۰	۲۳۰

توجه: در زمان تهیه این گزارش اطلاعات دیگری جهت مقایسه و بعنوان مبنا در دسترس نبود و صرفاً به اطلاعات ری اکتفا گردیده است.

پیوست ۷: طرح سودآوری پروژه

سال منتهی به ۳۱ دسامبر	۲۰۰۷	۲۰۰۸	۲۰۰۹
	به میلیون یورو (مگر آنکه ذکر شده باشد)		
ظرفیت پروژه (مگاوات)			
ضریب بار نیروگاه(%) (PLF)			
میزان واحدهای تولید شده قابل فروش(Mn kWh)			
تعرفه فروش (€ / kWh) یا (Rls/Kwh)			
میزان فروش			
PBDIT			
هزینه های ناشی از بهره پول و شارژهای مالی دیگر			
تورم			
PBT			
PAT			
میزان سرمایه (Equity)			
میزان ذخیره و مازاد			
ارزش خالص			
قرض بلند مدت			
نسبت بدهی به ارزش خالص			
DSCR- حداقل			
DSCR- میانگین			
نرخ بهره داخلی پروژه (Project IRR)			
نرخ بهره داخلی سرمایه (Equity IRR)			

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پیوست ۸ : تحلیل سناریوهای مختلف تعرفه های فروش برق

ردیف	شرح سناریو	دلیل انتخاب
A	کاهش طرفیت تا ۵٪ در سال	جهت مطالعه اثر کمبود در ظرفیت آزمایش شده روی DSCR و بازگشت سرمایه حامی پروژه
B	کاهش PLF تا ۵٪	جهت مطالعه اثر این کاهش روی تعرفه
C	کاهش بازدهی نیروگاه تا ۱٪	جهت مطالعه اثر افزایش نرخ حرارتی روی DSCR و بازگشت سرمایه حامی پروژه را در زمانیکه خریدار امکان جبران خسارت هزینه های ناشی از سوخت در اثر زیاد شدن نرخ حرارتی را نداشته باشد.
D	تغییر نسبت بدهی های ریالی به بدهی های خارجی از ۵۰:۵۰ به ۳۰:۷۰	جهت مطالعه اثر ناشی از بدهی ارزی خارجی برای تطبیق تقریبی نرخ تبدیل ارز در هزینه های پروژه با منبع مالی مشابه (ارز مشابه)
E	افزایش تغییرات نرخ ارز تا ۳٪	جهت مطالعه اثر ناشی از بالا رفتن نرخ ارز برای تطبیق تقریبی تورم و پوشش دادن افزایش نرخ تنزیل پول بطوریکه از ایجاد اختلال در اقتصاد پروژه جلوگیری نماید.

نام سناریو	نرخ بازگشت داخلی پروژه (Project IRR)	نرخ بازگشت داخلی سرمایه (Equity IRR)	نسبت پوشش خدمات وام (DSCR)		میزان تعرفه تسطیح شده (Levelized Tariff)
			حداقل	متوسط	(€/Unit)
شرایط پایه					
A					
B					
C					
D					
E					

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مراجع:

۱. گزارش امکان سنجی فنی- اقتصادی (TEFR) پروژه احداث ٦ واحد گازی نیروگاه فارس بصورت BOO / BOT، تیر ماه ۱۳۸۲، شرکت مپنا، معاونت برنامه ریزی

۲. گزارش امکان سنجی فنی- اقتصادی (TEFR) پروژه احداث ٦ واحد گازی نیروگاه علی آباد بصورت BOO، آذر ماه ۱۳۸۲، شرکت مپنا، معاونت برنامه‌ریزی

۳. گزارش امکان سنجی فنی- اقتصادی (TEFR) پروژه احداث نیروگاه سیکل ترکیبی کرمان بصورت BOT، خرداد ماه ۱۳۸۲، شرکت مپنا، معاونت برنامه‌ریزی

٤. دوره انتقال تکنولوژی TEFR، شرکت TCE، اردیبهشت ۱۳۸۲، شرکت مپنا، ایران

۵. دوره مدل مالی جهت ارزیابی طرحهای نیروگاهی، شرکت SBI CAP، خرداد ماه ۱۳۸۲، شرکت مپنا، ایران