

## امکان سنجی فنی - اقتصادی پروژه های نیروگاهی؛ دیدگاهها و راهکارها

حمیدرضا صدری  
اکبر ادیب فر      پرتو حمیدی      جهانگیر صیاد  
Sadri@mapna.org  
شرکت مدیریت پروژه های نیروگاهی ایران - مپنا

واژه های کلیدی: امکان سنجی- نیروگاه - فنی، اقتصادی - مدل مالی

### خلاصه

در این مقاله روش تهیه گزارش امکان سنجی فنی - اقتصادی احداث یک نیروگاه ارائه می گردد. این روش که براساس تجربیات مولفین در پروژه های نیروگاهی و نیز نمونه های مشابه در سایر کشورها تهیه شده است، دو دیدگاه مالی و فنی را پیش از ساخت یک نیروگاه مورد ارزیابی قرار می دهد. در این راستا ابتدا ضرورت نیاز به پروژه بررسی شده و بر این اساس ویژگیهای مورد نیاز جهت مکان احداث نیروگاه مورد توجه قرار می گیرد. پس از این مرحله سیستم های مکانیکی و الکتریکی نیروگاه مورد نظر با توجه به داده های موجود و تجربیات حاصل از پروژه های قبلی بررسی و انتخاب می گردد. سپس براساس نتایج حاصل از برآورد سیستم های مکانیکی و الکتریکی، احجام ساختمانی مورد نیاز پروژه مورد محاسبه قرار می گیرد. نتایج حاصله به عنوان بخشی از ورودی های مدل مالی تهیه شده، مورد پردازش قرار می گیرد. مدل مالی پروژه با توجه به شرایط پروژه و ویژگیهای آن از لحاظ مالی و نیز با توجه به هزینه های

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 می دهد.

### مقدمه

امروزه در اغلب شرکتهای بزرگ جهان با توجه به بالا بودن حجم پروژه ها و نیز محدود بودن تواناییهای فنی و سرمایه ای شرکتهای مجری و سرمایه گذار، بمنظور اخذ تصمیم در اجرای پروژه های نیروگاهی، از روشهای امکان سنجی فنی - اقتصادی نوین و مبتنی بر دانش روز استفاده می گردد. در یک گزارش امکان سنجی فنی - اقتصادی (Techno Economic Feasibility Report) یا TEFR برای پروژه های نیروگاهی، موارد مختلفی مبنایستی بطور منظم مد نظر قرار گرفته و بکار بسته شود تا اهداف زیر را پوشش دهد:

- بررسی و تعیین مفاهیم اولیه نیروگاه و پروژه

### توجیه و نیاز پذیری پروژه

نیروگاه یک پروژه زیربنایی است که نیازمند سرمایه گذاری عظیمی می باشد. لذا تصمیم به این سرمایه گذاری می بایست 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، می توان گفت که نصب نیروگاه توجیه پذیر است.

عموماً برنامه ریزی ها با ملاحظه طرح های صنعتی، رشد اقتصادی، قدرت خرید، رشد جمعیت و نیز بسته به سیاست کشور و سازمان، برای دوره های ۵، ۱۰ و ۲۰ ساله طرح ریزی می شوند و توسعه ظرفیت تولید انرژی و خطوط انتقال نیز شامل این مورد می گردد.

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 می گردند را در نظر می گیریم:

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

معمولاً قابلیت دسترسی نیروگاهها بصورت ذیل در نظر گرفته می شود:

- 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 دوره ۵ ساله از یک سو و مقایسه آن با میزان نیاز مصرف در ۵ سال آتی (با در نظر گرفتن نرخ

- 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 می شود تا بعنوان ابزار تصمیم به مدیریت شرکت در اخذ تصمیم مناسب برای شرکت یا عدم شرکت در اجرای انواع مختلف پروژه های مطرح در سطح صنعت برق مانند <sup>1</sup>EPC، <sup>2</sup>BOT و <sup>3</sup>BOO یاری رساند.

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

- ایجاد دیدگاه روشن و علمی از کاری که قرار است انجام شود
- ایجاد دیدگاه روشن و علمی با ذکر کلیه جزئیات تا حد انجام امکان سنجی برای سرمایه گذار
- ایجاد دانش فنی در داخل کشور برای انجام امکان سنجی فنی-اقتصادی پروژه ها (ارزیابی فنی، مالی، حقوقی پروژه ها)
- امکان سنجی فنی-اقتصادی پروژه ها، در زمانهای مختلف زیر میتواند صورت پذیرد:
- در پروژه های EPC، قبل از شرکت در مناقصه جهت ارائه دیدگاه روشن به مدیریت برای مشارکت یا عدم مشارکت در مناقصه
- در پروژه های BOT و BOO، قبل از اخذ تصمیم برای انجام اینگونه پروژه ها و بمنظور ارائه دیدگاه روشن به سرمایه گذار

<sup>1</sup> - Engineering, Procurement, Construction

<sup>2</sup> - Build, Operate, Transfer

<sup>3</sup> - Build, Operate, Ownership

الف) در دسترس بودن فضا جهت بخش اصلی نیروگاه، محوطه مربوط به ترانسفورماتورها، محوطه مربوط به پست و محوطه مربوط به نیازمندیهای BOP<sup>2</sup> (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 دوره 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 هر نیروگاه 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.

رشد سالیانه مصرف) میزان مازاد/نقصان انرژی در دوره 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<sup>1</sup>) 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:

<sup>2</sup> - Balance Of Plant

<sup>1</sup> - Plant Load Factor

### 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<sup>1</sup> 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.

#### • بویلر حرارتی 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 بعلاوه 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 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 عمومی سایت نیروگاه و حداقل تراز و حداکثر تراز سایت مطرح می‌گردد. مشخصات لایه‌های خاک و کلیه مشخصات مکانیکی هر لایه 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 بهینه‌سازی 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 جویگو بوده و دسترسی و انتقال آب از آنها به نیروگاه سهولت انجام پذیرد.

#### • Lay out نیروگاه

Plot plan پیشنهادی نیروگاه در پیوست گزارش ارائه می‌شود. در جانمایی ساختمانها، ملاحظات عمومی ذیل 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

<sup>1</sup> - International Standard Organization

مصرف گازوئیل برای کل نیروگاه در ۱۰۰ درصد 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 مستمر تامین شده باشد. مخازن در صورت نیاز (در اثر سرمای 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 ( $EOT^2$ ) سنگین و یک جرثقیل سبک برای ساختمان توربین گاز در نظر گرفته می‌شود. در ضمن چندین جرثقیل کوچک تک ريله برای کارگاه، پمپخانه‌ها، ایستگاه آتش‌نشانی، 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.

#### ○ 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 آتش‌نشانی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. مقدار آب مصرفی نیروگاه به تفکیک آب  $DM^3$  و آب غیر  $DM$  محاسبه و در یک جدول بطور جداگانه ارائه می‌گردد. (پیوست ۲)

#### ○ 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).

#### • 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 خنک کننده کندانسور در ایران معمولاً 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 رودخانه (Once through)

۳- سیستم خنک کننده هوای کندانسور ( $ACC^1$ )

#### • سیستم سوخت

##### ○ 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.

##### ○ سوخت 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.

<sup>2</sup> - Electric Overhead Transfer

<sup>3</sup> - Demineralized Water

<sup>1</sup> - Air Cooled Condenser

### ○ 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.

### ○ سیستم آب سرویس و آب شرب

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

### ○ 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 جانمایی 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 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 امکان‌سنجی فنی نیروگاه در جدول ۱ آورده شده است. مشابه این جدول بعنوان اطلاعات اولیه مورد نیاز برای شروع ارزیابی میبایست تهیه گردد.

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	

### سیستم‌های الکتریکی

در بخش سیستم های 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 توربین های 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 ظرفیت های بالاتر ۰٫۸۵ در نظر گرفته می‌شود. سیستم خنک کاری نیز بسته به ظرفیت ژنراتور از میان یکی از روشهای خنک کاری 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، جنس هادی 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، گروه برداری 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 ثانویه ترانسفورماتور ۵٪ بیشتر در نظر گرفته می‌شود.

## • کلید ژنراتور یا GCB

### (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 از ترانس Station نمی‌باشد. لذا یکی از مهمترین مواردی که می‌بایست برای احداث یک نیروگاه در مورد آن تصمیم‌گیری شود، بکارگیری یا عدم بکارگیری GCB می‌باشد. برای این منظور می‌بایست مقایسه‌ای 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 راه اندازی 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 بالاتر رود و در این شرایط استفاده از GCB مقرون به صرفه می‌باشد.

## • 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.

### ○ ترانس‌های سرویس، واحد و Station

برای محاسبه ظرفیت ترانسهای سرویس ابتدا بر اساس Load List های اولیه، مجموع بارهای متصل به Switchgear ها مورد محاسبه قرار می‌گیرد. از آنجا که در مراحل تهیه این گزارش Load List مشخص نمی‌باشد، از مدارک و اطلاعات پروژه های 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.

## • 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 دابل 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.



در حالت وجود ترانس Station و برای محاسبه ظرفیت آن ملاحظات ذیل را در نظر می‌گیریم:

۱- بروز خطا در یکی از ترانسهای Station ۲- یک واحد در شرایط راه اندازی ۳- یک واحد در شرایط تریپ ۴- 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.

#### ○ سیستم های 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.

#### ○ منابع تغذیه بدون وقفه

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

#### ○ 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.

#### ○ 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 برقرار نماید (در انتظار برقرار شدن شبکه نباشد) لازمست تا از دیزل های 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، سیستم های فشار متوسط، سیستم فشار ضعیف و سیستم های DC مربوط به بخش کنترل و ابزار دقیق، سیستم روشنایی و نیز همچنین سیستم های برق گیر معرفی و تعیین می‌گردد.

#### ● سیستم Cabling

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

#### ● سیستم های روشنایی

سیستم های روشنایی به سه قسمت روشنایی نرمال، روشنایی ضروری و روشنایی اضطراری تقسیم بندی می‌شود که برآورد تجهیزات مورد نیاز و خصوصیات مربوط به هر قسمت مشخص و ارائه می‌گردد.

#### ● سیستم های ارتباطی

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

#### ● سیستم های 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 پروژه های 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 ابزار دقیق با انتخاب نوع توربین مشخص می‌گردد. در پروژه‌های اجرا شده در کشور، عموماً به علت سهولت ارتباطات و نیازهای کنترلی، پیمانکار سیستم 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 نحوه 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:

0	خصوصیات سایت
0	میزان آلودگی هوا
0	میزان آلودگی آب
0	میزان آلودگی 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.

۴. 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 آلوده‌کننده‌های زیست محیطی می‌بایست دستگاه‌های مانیتورینگ اندازه‌گیری آلودگی نصب گردد تا میزان آلاینده‌های فوق‌الذکر 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 پیوسته‌های ۱ و ۲ آمده است.

**برآورد مالی**

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

این مدل‌ها دربرگیرنده کلیه مفروضات و مراحل که میبایستی از دیدگاه مالی در پروژه در نظر گرفته شود بوده و

- 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.
- بکمک آنها میتوان نحوه تعیین و برخورد با ذینفعان پروژه را مشخص نمود.
- اهدافی را که تهیه مدل مالی در پی آن است، عبارتند از:
  - توسعه تجربه های داخل کشور بمنظور ارزیابی امکان‌سنجی پروژه ها از دیدگاههای مالی و حقوقی و همچنین تحلیل موارد قانونی و تجاری.
  - شناسایی و درک ارتباط متقابل بین جنبه های فنی، تجاری، اقتصادی، مدیریتی، زیست محیطی و اجتماعی پروژه
  - تعیین امکان پذیری اجرای پروژه.
  - کمک به تغییر ماهوی در پروژه به منظور بهبود امکان اجرای آن.

#### ● رویکرد به سوی امکان‌سنجی اقتصادی

- هدف از این قسمت، اتخاذ فرایندی جهت توانمند سازی ارزیابی مستقل و هدفمند جنبه های مختلف سرمایه گذاری برای نیل به یک تصمیم اقتصادی می باشد. 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 جنبه های 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 نحوه محاسبه آنها برای یکی از پروژه های برآورد شده {۱} در پیوستهای ۳ تا ۶ آمده است.

#### ● مشخصه های پروژه های زیربنایی

- از آنجا که امکان‌سنجی فنی - اقتصادی غالباً برای پروژه های زیربنایی انجام می شود، لذا برای شناخت بیشتر چنین پروژه هایی، در زیر به بیان مشخصه های شاخص آنها پرداخته می شود:
  - هزینه سرمایه گذاری در پروژه بسیار بالاتر از المانهای فاینانس و بدهی مورد نیاز در آن است.
  - نیاز به منابع مالی برای دوره های طولانی در پروژه می باشد.
  - طول دوران ساخت و به بهره‌برداری رسیدن پروژه بسیار طولانی است.

جدول شماره ۲ - لیست مشخصات مورد نیاز جهت تهیه مدل مالی

Total	FxC	Fx	RLS	مشخصات فنی مورد نیاز برای ارزیابی مالی
				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 در نظر 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

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 شایسته ای که پروژه را راهبری می کنند پرداخت.
- جنبه هایی که بر این موضوع اثر می گذارند، عبارتند از:
- ساختار سازمانی
- کیفیت افراد کلیدی درگیر اجرای پروژه
- تجربه اجرایی افراد درگیر عملیات بازرگانی پروژه
- الگوی سهامداران

● موارد حقوقی

- تعیین محدوده سودآوری پروژه و تناسب آن در رابطه با
- التزام بازپرداخت وام و بهره ناشی از مشارکت حامیان
- (Sponsor) پروژه از جمله موارد حقوقی است که بایستی
- راهکاری برای آن اندیشید. جنبه هایی که اثرگذار بر امکان
- سنجی پروژه بوده و میبایستی تحلیل شوند، عبارتند از:
- طرح سودآوری پروژه
- تحلیل نقطه سربه سری
- تحلیل حساسیت
- نسبت پوشش خدمات وام (Debt Service Coverage Ratio)
- دوره زمانی بازپرداخت
- نرخ برگشت اصل و فرع

تکنولوژی از منابع معتبر بین‌المللی، میتوان نتیجه گرفت که امکان‌سنجی 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 علمی با موضوع مورد اشاره را نمایان می‌باشد. یکی از مواردی که میزان امکان‌سنجی 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.

### مراجع

۱. گزارش امکان‌سنجی فنی- اقتصادی (TEFR) پروژه احداث ۶ واحد گازی نیروگاه فارس بصورت BOO / BOT، تیر ماه ۱۳۸۲، شرکت مپنا، معاونت برنامه ریزی
۲. گزارش امکان‌سنجی فنی- اقتصادی (TEFR) پروژه احداث ۶ واحد گازی نیروگاه علی آباد بصورت BOO، آذرماه ۱۳۸۲، شرکت مپنا، معاونت برنامه ریزی
۳. گزارش امکان‌سنجی فنی- اقتصادی (TEFR) پروژه احداث نیروگاه سیکل ترکیبی کرمان بصورت BOT، خرداد ماه ۱۳۸۲، شرکت مپنا، معاونت برنامه ریزی
۴. 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

### • 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 کارایی از جنبه‌های مثبت و منفی آن
- تحلیل جنبه‌هایی که برمسائل 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.

### نتیجه‌گیری

با توجه به تجربه مؤلفین مقاله و دیگر کارشناسان شرکت مپنا در انجام امکان‌سنجی فنی - اقتصادی پروژه‌های EPC، BOO و BOT در سطح کشور و استفاده از روشهای انتقال

## 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 V94.2
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 خنک‌کنندگی		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		Ynd11
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		
۸-۱	فشار خروجی بویلر	BAR	"
۸-۲	دبی بخار خروجی بویلر	TON/H	"

پیوست ۲- 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: هزینه‌های ساخت در پروژه از نوع BOT

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

پیوست ۴: موارد مالی پروژه (سرمایه گذاری و استقراض)

موضوع	بخش ریالی	تبدیل بخش ریالی به یورو	بخش ارزی	جمع کل به یورو	جمع کل به درصد
	(RLS Mn)	(€Mn)	(€Mn)	(€Mn)	%
بخش سرمایه گذاری					
سهام شرکت و سرمایه‌گذاران داخلی (۵۱٪)					
سهام سرمایه‌گذاران خارجی (49%)					
جمع کل بخش سرمایه گذاری					
بخش استقراض (وام)					
بخش ریالی (50%)					
بخش ارزی (50%)					
جمع کل بخش استقراض					
جمع کل					

پیوست ۵: شاخص‌های مبالغ پیشنهادی برای استقراض

موضوع	استقراض داخلی	استقراض خارجی
مدت تصرف وام		
بازپرداخت		
نرخ بهره		
هزینه Up-Front		
هزینه‌های نگهداری وام نزد وام‌دهنده		
پیش‌پرداخت		
میزان بهره جریمه		
تضمین		

پیوست ۶: مبنای مقایسه تعرفه‌های برق

نام پروژه	تعداد سال بهره‌برداری	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
ظرفیت پروژه (مگاوات)			
ضریب بار نیروگاه (%) (PLF)			
میزان واحدهای تولید شده قابل فروش (Mn kWh)			
تعرفه فروش (€ / kWh)			
میزان فروش			
PBDIT			
هزینه‌های ناشی از بهره‌پول و شارژهای مالی دیگر			
تورم			
PBT			
PAT			
میزان سرمایه (Equity)			
میزان ذخیره و مازاد			
ارزش خالص			
قرض بلندمدت			
نسبت بدهی به ارزش خالص			
DSCR - حداقل			
DSCR - میانگین			
نرخ بهره داخلی پروژه (Project IRR)			
نرخ بهره داخلی سرمایه (Equity IRR) (بر حسب دلار)			



پیوست ۸: تحلیل سناریوهای مختلف تعرفه های فروش برق

دلیل انتخاب		شرح سناریو		ردیف	
جهت مطالعه اثر کمبود در ظرفیت آزمایش شده روی DSCR و بازگشت سرمایه حامی پروژه		کاهش ظرفیت تا ۵٪ در سال		A	
جهت مطالعه اثر این کاهش روی تعرفه		کاهش PLF تا ۵٪		B	
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.		کاهش بازدهی نیروگاه تا ۱٪		C	
جهت مطالعه اثر ناشی از بدهی ارزی خارجی برای تطبیق تقریبی نرخ تبدیل ارز در هزینه های پروژه با منبع مالی مشابه (ارز مشابه)		تغییر نسبت بدهی های ریالی به بدهی های خارجی از ۵۰:۵۰ به ۳۰:۷۰		D	
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.		افزایش تغییرات نرخ ارز تا ۳٪		E	
میزان تعرفه تسطیح شده (Levelized Tariff) (€/Unit)	نسبت پوشش خدمات وام (DSCR)		نرخ بازگشت داخلی سرمایه (Equity IRR)	نرخ بازگشت داخلی پروژه (Project IRR)	نام سناریو
	متوسط	حداقل			
					شرایط پایه
					A
					B
					C
					D
					E