فرصت های سرمایه گذاری منطقه
ویژه اقتصادی سرخس

احداث نیروگاه سیکل ترکیبی ۵۰۰ مگاواتی در منطقه ویژه اقتصادی سرخس

۱- مقدمه

موضوع این پروژه احداث نیروگاه سیکل ترکیبی ۵۰۰ مگاواتی در منطقه ویژه اقتصادی سرخس است. یک عامل اساسی در رونق اقتصادی، رفاه اجتماعی و توسعه صنعتی و کشاورزی، انرژی الکتریکی است که نقش بسیار مهمی را در زندگی امروزی ایفا می نماید. درکشور ایران به دلیل رشد جمعیت، بالا رفتن سرانه مصرف انرژی الکتریکی، توسعه بخش‌های صنعتی و کشاورزی و غیره، میزان تقاضای مصرف انرژی الکتریکی پیوسته در حال افزایش بوده است. برای تأمین انرژی الکتریکی مورد نیاز، بار شبکه در سال‌های آتی پیش بینی شد و برنامه‌ریزی‌هایی برای توسعه شبکه صورت گرفت. نیروگاه‌ها به عنوان منابع تولید انرژی الکتریکی از مهم‌ترین بخش‌های شبکه‌های انتقال و توزیع محسوب می‌شوند و توسعه این شبکه‌ها نیازمند احداث نیروگاه‌های جدید و توسعه نیروگاه‌های موجود می‌باشد. یکی از مهم‌ترین بخش‌های برنامه‌ریزی توسعه شبکه‌های قدرت، برنامه‌ریزی توسعه نیروگاه‌ها می‌باشد که هدف از آن، یافتن الگوی مناسب جهت توسعه نیروگاه‌هاست که با احداث آن‌ها ضمن تأمین انرژی مورد نیاز مصرف‌کنندگان به صورت مطمئن، کم‌ترین هزینه نیز جهت تأمین بارها به شبکه تحمیل شده و هم‌چنین شبکه نیز به بیش‌ترین میزان پایداری خود دست یافته وتلفات خطوط انتقال در کم‌ترین مقدار خود قرار داشته باشند. بر این اساس، در برنامه‌ریزی یاد شده باید مشخص شود که نیروگاه‌های جدید با چه ظرفیتی، در چه زمانی و در چه مکانی باید احداث شوند تا اهداف فوق برآورده شود. این برنامه‌ریزی معمولاً برای یک دوره زمانی ۱۰ تا ۲۰ ساله انجام می‌شود.

نیروگاه‌های سیکل ترکیبی راه حل بسیار کارآمد، انعطاف‌پذیر، قابل اعتماد، مقرون به صرفه و سازگار با محیط زیست برای تولید برق است. نیروگاه سیکل ترکیبی در واقع ترکیبی از توربین بخار و توربین گازی می‌باشد، به نحوی که ژنراتور توربین گازی، برق را تولید می‌کند، درعین حال انرژی حرارتی تلف شده از توربین گاز (توسط محصولات احتراق) برای تولید بخار مورد نیاز توربین بخار مورد استفاده قرار می‌گیرد و به این طریق برق اضافی تولید می‌شود. با ترکیب کردن این دو سیکل، بهره‌بری از نیروگاه افزایش پیدا می‌کند. بازده الکتریکی از یک چرخه ساده کارخانه نیروگاه برق بدون استفاده از اتلاف گرما به طور معمول راندمانی بین ۲۵ تا ۴۰ درصد دارد، در حالی که همان نیروگاه با سیکل ترکیبی راندمان الکتریکی حدود ۶۰ درصد را دارا می‌باشد. همان‌طور که گفته شد این نیروگاه‌ها از ترکیب توربین‌های بخار و گاز ساخته می‌شوند و برحسب نوع توربین‌ها، دیگ‌های بازیافت گرما و دستگاه‌های بازیابی انواع متعددی دارند. با به کار گیری توربین‌های گازی در چرخه‌های ترکیبی می‌توان پایین بودن بازده آن را بر طرف کرد و در نتیجه آن را برای تأمین بار پایه به کار گرفت، در عین حال از مزایای دیگر آن نیز مانند راه‌اندازی سریع و انعطاف‌پذیری در محدوده‌ی گسترده‌ای از بار بهره‌مند شد. به صورت تئوریک، انرژی قابل بازیابی از اگزوز توربین‌های گازی حدود نصف انرژی تولید شده توسط خود توربین گاز است. بنابراین، توان توربین بخار حدود نصف توربین گاز خواهد بود. در برخی از طراحی‌ها، دو توربین گاز،

انرژی مورد نیاز برای یک توربین بخار را ایجاد می‌کنند و در نتیجه، توان تولیدی توربین‌های بخار در حدود توربین‌های گاز می‌شود. با توجه به موارد بیان شده با احداث نیروگاه‌های سیکل ترکیبی بازده انرژی بالاتر رفته و به رونق اقتصادی کشور و بالارفتن سطح رفاه در جامعه کمک شایانی می‌شود. بنابراین انتخاب مکان مناسب جهت احداث این نیروگاه‌ها بسیار ضروری به نظر می‌رسد .

منطقه ویژه اقتصادی سرخس به منظور جذب سرمایه‌های خارجی و داخلی و همچنین ایجاد بستر مناسب برای فعالیت‌های صنعتی، تولیدی و تجاری، با هدف افزایش صادرات کالا و ارائه بهینه خدمات جهت حضور فعال در بازارهای منطقه‌ای و بین‌المللی ایجاد شده است . احداث نیروگاه تولید برق در این منطقه علاوه بر تأمین انرژی مصرفی صنایع سنگین و نیمه سنگین در منطقه، امکان فروش برق، انتقال انرژی به کشورهای منطقه آسیای میانه و افغانستان و تقویت شبکه برق کشور را موجب می شود.

احداث نیروگاه سیکل ترکیبی در منطقه ویژه اقتصادی سرخس، علاوه بر افزایش ظرفیت تولید برق منطقه و شبکه سراسری کمک موثری در افزایش بازده تولید و همچنین پایداری شبکه برق استان خراسان رضوی خواهد بود.

۲- توصیف منطقه ویژه اقتصادی سرخس

سرخس نام یکی از شهرستان‌های شمال شرقی استان خراسان رضوی است و براساس سرشماری عمومی نفوس و مسکن در سال ۱۳۸۵، جمعیت شهرستان سرخس ۸۷۴۴۲ نفر بوده است. جمعیت این شهرستان در سال ۱۳۹۰ به ۸۹۹۵۶ نفر رسیده است. سرخس در گوشه شمال شرقی ایران، در مجاورت مرز ترکمنستان، تقریباً میان دو نصف النهار ۳۰ تا ۶۰ و ۱۵ تا ۶۱ درجه شرقی و میان دو مدار ۳۶ و ۳۶ تا ۴۰ درجه شمالی قرار گرفته است. حد طبیعی منطقه را در جنوب، رودخانه کشف رود و حد شرقی را رودخانه سرخس یا سرخس‌رود (از پیوستن رودخانه هریرود و کشف رود) و حدود طبیعی غربی و جنوب غربی را آخرین امتدادهای ارتفاعات کپه داغ مشخص می‌نماید. بر اساس مصوبه‌ی هیئت وزیران در تاریخ ۲۱ تیر ۱۳۶۸ شهرستان سرخس با جدا شدن از شهرستان مشهد، تأسیس شد. اکنون، این شهرستان دارای دو بخش، شش دهستان و دو شهر است.

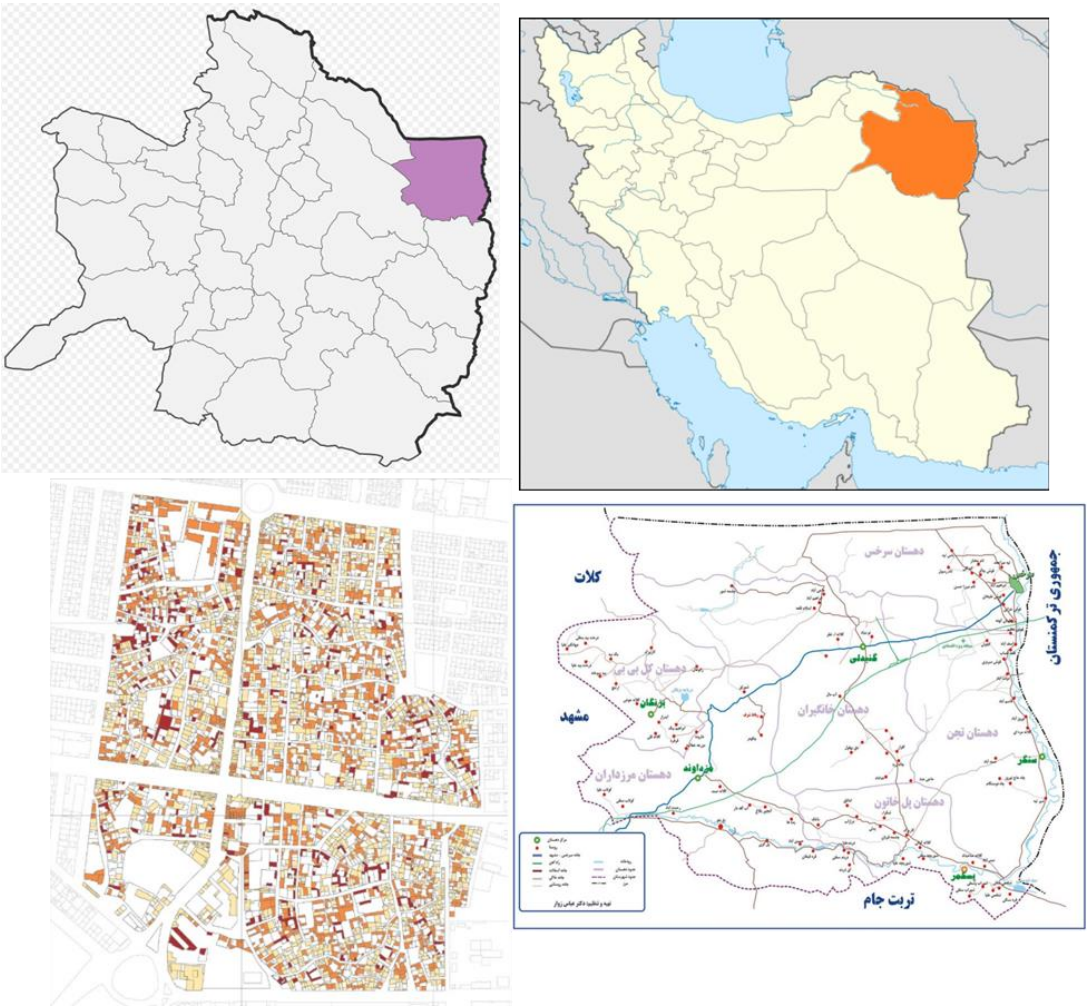
در راستای اهداف برنامه توسعه اقتصادی اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران و نیز بسط و گسترش روابط اقتصادی و فرهنگی با کشورهای همسایه، کشورهای اسلامی و سازمانهای منطقه ای نظیر سازمان همکاری‌های اقتصادی (اکو)، منطقه ویژه اقتصادی سرخس همزمان با واقعه مهم افتتاح راه آهن مشهد سرخس- تجن با حضور رهبران و نمایندگان بیش از صد کشور جهان آغاز به کار کرد.

منطقه ویژه اقتصادی سرخس طبق تصویب نامه شماره ۴۰۱۰۲ / ت ۱۶۴۶۶ ک مورخه۲۶/۱/۱۳۷۵ شورای عالی مناطق آزاد به وسعت ۵۲۰۰ هکتار در نقطه صفر مرزی با کشور ترکمنستان و در ۱۷ کیلومتری شهر سرخس در کنار جاده ارتباطی مشهد - سرخس و همجوار با خط آهن ارتباط دهنده ترکمنستان تاسیس شد. همچنین بر اساس مصوبه هیأت وزیران، آستان قدس رضوی به عنوان سازمان مسئول منطقه تعیین گردید.

منطقه ویژه اقتصادی سرخس در ناحیه شمالی ۸۰ و در ناحیه شرقی ۸۴ کیلومتر با کشور ترکمنستان مرز مشترک دارد. تا قبل از فروپاشی نظام سوسیالیستی در دهه ۱۹۹۰ نقطه دور افتاده و منزوی تلقی می شد. ولی بعد از فروپاشی نظام سوسیالیستی و باز گشایی مرزها به دروازه توسعه کشور و نقطه ترانزیت بین کریدور شمال جنوب کشورهای اسیای میانه تبدیل شد. با بهره برداری از راه آهن سرخس مشهد در سال ۱۳۷۵ عملا ترانزیت ریلی با اسیای میانه بر قرار شد. راه آهن بین المللی سرخس، ۸۵ درصد ترانزیت ریلی ایران را تامین می کند. پایانه مرزی سرخس از مزیت استقرار بر سر راه های کشورهای آسیا میانه برخوردار است. روزانه ۴۵۰ دستگاه تریلی از پایانه مرزی سرخس عبور می کنند. فرودگاه بین المللی سرخس، با امتیاز مرز هوایی قابلیت فرود و پرواز انواع هواپیماهای پهن پیکر را دارد و برای ورود و خروج ترافیک هوایی بین المللی مناسب است.

احداث آزادراه زمینی در کنار راه اهن از اقدماتی بود که سرخس را از یک نطقه مرزی منزوی به سمت گذرگاه توسعه به داخل تبدیل نمود. به طوری که جمعیت شهر از ۲۸۵۴۷ در سال ۱۳۷۵ به ۴۰۱۶۲ نفر در سال ۱۳۹۵ افزایش یافته است. در حال حاضر عمده ترین جریان حمل و نقل جاده ای کشورهای آسیای میانه به سوی آب های آزاد از طریق قلمرو ایران و مرزهای استان خراسان رضوی و به ویژه شهر سرخس انجام می شود.

از دیگر ویژگی های شهر سرخس وجود سد دوستی است که سدی مشترک با کشور ترکمنستان می باشد. پالایشگاه گاز خانگیران نیز از دیگر نقاط قوت و از جمله فرصت های موجود است که گاز مصرفی شش استان ایران را تأمین می نماید. سرخس بر اساس نظریات کلاسیک مکان یابی مورد غفلت دولت قرار گرفته و شهری محروم می باشد در صورتی که از پتانسیل های بسیار بالایی در هر زمینه ای برخوردار است. در شکل ۱ موقعیت شهر سرخس نشان داده شده است.



نقشه ۱- محدوده شهرستان سرخس در کشور و استان خراسان رضوی

۲-۱- فعالیت‌های منطقه ویژه اقتصادی سرخس

مناطق ویژه اقتصادی محدوده‌های جغرافیایی مشخصی در مبادی ورودی و خروجی کشور هستند که به منظور جذب سرمایه‌های خارجی و داخلی و همچنین ایجاد بستر مناسب برای فعالیت‌های صنعتی، تولیدی و تجاری، با هدف افزایش صادرات کالا و ارائه بهینه خدمات جهت حضور فعال در بازارهای منطقه‌ای و بین‌المللی ایجاد می‌شوند.

منطقه ویژه اقتصادی سرخس یکی از ۳۴ مناطق ویژه اقتصادی ایران است که در استان خراسان رضوی قرار دارد. تمرکز اصلی در این مناطق بر ساده‌سازی فرآیندهای تجاری است، به همین دلیل در این مناطق قوانین مبادلاتی آزادانه‌تر، معافیت‌های گوناگون در تعرفه‌ها و عوارض گمرکی و تشریفات ارزی ساده‌تری نسبت به سرزمین اصلی حاکم است. فعالیت

این منطقه ویژه اقتصادی در ۲۴ اردیبهشت ۱۳۷۵، همزمان با افتتاح راه آهن مشهد - سرخس - تجن با حضور رهبران و نمایندگان بیش از ۱۰۰ کشور جهان آغاز شد.

بطورکلی میتوان فعالیت‌های این منطقه را به شرح زیر بیان نمود:

- نگهداری امانی کالا
- تسریع و تسهیل در دستیابی به کالا برای نزدیک کردن صحنه فعالیت صاحبان کالا اعم از مواد اولیه، ماشین آلات و سایر کالاهای ساخته شده با مصرف کنندگان داخلی به منظور پشتیبانی از تولید داخلی کشور
- پردازش کالا یا ایجاد تغییرات در آن برای تحصیل ارزش افزوده با استفاده از امکانات بالقوه
- فراهم نمودن تسهیلات لازم جهت دستیابی خریداران عمده داخلی به کالاهای مورد نیاز خود در این مناطق، نزدیک کردن بازارهای تجاری منطقه ای و بسط و توسعه تجارت خارجی کشور
- ایجاد عرصه فعالیت‌های تجاری منطقه‌ای با توجه به بازارهای کشورهای آسیای میانه، قفقاز و ماوراء قفقاز
- ارتباط با کشورهای آسیایی و اروپایی و سایر نقاط و بهره برداری مفید از این بازارها با استفاده از تسهیلات ترانزیت داخلی و خارجی صادرات وصادرات مجدد
- جذب سرمایه و امکانات داخلی و خارجی برای موارد فوق‌الذکر به منظور نیل به اهداف مورد نظر با رعایت قوانین و مقررات مربوط

۲-۲- مشوق های قانونی سرمایه گذاری در منطقه ویژه اقتصادی سرخس

- صدور مجوزهای لازم از جمله جواز تاسیس ، پروانه ساخت ، پایان کار پروانه بهره برداری به واحدهای تولیدی توسط منطقه
- معافیت از حقوق گمرکی ، سود بازرگانی و کلیه عوارض ورود ماشین آلات ، تجهیزات ، مواد اولیه و کالا به منطقه
- معافیت گمرکی بر اساس محاسبه ارزش افزوده محصولات تولیدی جهت آن دسته از تولیداتی که منشاء مواد اولیه خارجی دارند.
- معافیت صد درصد سهم مجاز ورود محصولات تولیدی منطقه به داخل کشور با توجه به منشاء مواد اولیه داخلی
- معافیت مالیات بر ارزش افزوده در داخل منطقه
- معافیت مالیات مستقیم ۱۳ ساله از تاریخ صدور پروانه
- معافیت پرداخت مالیات بر ارزش افزوده در هنگام ورود ماشین آلات و تجهیزات از داخل کشور به منطقه
- عدم مطالبه کارت بازرگانی و اخذ مالیات بر درآمد توسط گمرک برای صادرکنندگان کالا در منطقه
- صدور پروانه اشتغال به کار اتباع خارجی از طریق منطقه توسط اداره اتباع خارجی
- حاکمیت قانون کار مناطق آزاد کشور

- آزادی کامل ورود و خروج سرمایه ، سود و منافع حاصل از فعالیتهای اقتصادی و تولیدی برای سرمایه گذاری خارجی و سرمایه های خارجی
- صدور و ترانزیت کالا از منطقه به بازارهای جهانی
- امکان فروش و واگذاری تمام یا بخشی از کالا به اشخاص دیگر در قرال قرض انرار تفکیکی و قابل معامله

۲-۳- امکانات زیربنایی منطقه ویژه در حوزه حمل و نقل و مرکز لجستیک

- اتصال جاده ای منطقه ویژه اقتصادی سرخس به گمرک سرخس که باعث حذف دوزبلاغ کامیونهای ورودی به منطقه از طریق ترکمنستان می گردد.
- منطقه از نظر ریلی نقطه صفر مرزی تعریف شده است.
- احداث بیش از ۵۰ کیلومتر ریل عریض و نرمال در مساحتی بالغ بر ۱۸۰ هکتار زمین
- تخصیص ۸۰ هکتار زمین جهت شرکتهای حمل و نقل بین المللی ریلی و جاده ای با مزیت دارا بودن ریل عریض و نرمال و همچنین توان ایجاد ریل اختصاصی در زمین سرمایه گذار
- مخازن نگهداری فرآورده های سوختی با حجم ۱۱۰۰۰ مترمکعب در مجاورت ریل عریض و نرمال منطقه
- وجود سردخانه ۴۰۰۰ تنی زیر صفر و بالای صفر در منطقه
- بیش از ۳۰ هزار مترمربع انبارهای اختصاصی و عمومی، هانگار، پلت فرم و بارانداز
- ایجاد سکوهای تخلیه و بارگیری بارهای لیفتراکی
- قابلیت توقف ۵۵۰ دستگاه واگن بر روی خطوط منطقه

۳- معرفی پروژه

با توجه به رشد متوسط سالانه ۶ درصد در مصرف برق کشور و ضرورت احداث بیش از سه هزار مگاوات نیروگاه جدید لازم است با در نظر گرفتن معیارهای مختلف اقتصادی، زیست محیطی، سیاسی و اجتماعی، امنیت انرژی و فنی در خصوص احداث نیروگاه های جدید تصمیم گیری صورت گیرد. براین اساس موضوع این پروژه، احداث نیروگاه سیکل ترکیبی به ظرفیت ۵۰۰ مگاوات بر ساعت در منطقه ویژه اقتصادی سرخس می باشد.

بر اساس آنچه اهداف استراتژیک صنعت برق در شاخه تولید خوانده می شود این پروژه نیز با اهداف زیر معرفی می گردد:

بهبود راندمان تولید: افزایش راندمان نیروگاههای موجود تا سطح راندمان نامی آنها و انتخاب نیروگاههای با راندمان بالا

کاهش آلودگی های زیست محیطی ناشی از فرآیند تولید: به این معناست که نیروگاه های قدیمی با بکارگیری تکنولوژی های حذف آلاینده ها و نیز با بهره برداری صحیح از نیروگاه میزان این آلاینده ها را تقلیل دهند و از طرف دیگر از همان ابتدا در زمان احداث و راه اندازی نیروگاه به مسائل زیست محیطی توجه گردد تا میزان نشر آلاینده ها کاهش یابد.

افزایش قابلیت اطمینان و دسترسی نیروگاه : به این معناست که خروج های غیرقابل پیش بینی به حداقل ممکن برسد و نیز به معنای افزایش در دسترس بودن و قابلیت اطمینان سیستم های تولید برق می باشد .

بهبود کیفیت برق تولیدی: به این معناست که برق تحویلی به مشتریان کمترین نوسانات ولتاژ، فرکانس و... را دارا باشد.

کاهش قیمت تمام شده هر کیلووات ساعت برق تولیدی : به این معناست که برق به مشتریان با حداقل قیمت البته بدون کاهش کیفیت آن تحویل گردد که این امر از طریق کاهش هزینه های سرمایه گذاری در زمان احداث و توسعه نیروگاه ها، کاهش هزینه های تعمیرات و نگهداری (که با بهره برداری صحیح از نیروگاه امکان پذیر است) محقق می شود و نیز با استفاده از نیروگاه های تولید پراکنده می توان هزینه های تولید و انتقال را کاهش داد که به تبع آن هزینه های تولید برق نیز کاهش می یابد .

دستیابی به ترکیب مناسب تولید: به این معناست که ما ترکیب بهینه ای از نیروگاه های آبی، حرارتی، خورشیدی و سایر نیروگاه ها را به گونه ای داشته باشیم که برق با اقتصادی ترین قیمت به دست مصرف کننده برسد و نیز حداکثر استفاده و صرفه جویی از منابع موجود به عمل آمده باشد .

استفاده مؤثر از دیگر منابع انرژی: از سایر منابع انرژی (خورشیدی، بادی،...) به غیر از سوخت های مایع و گاز به نوعی استفاده شود که برق با قیمت مناسب به مشتریان تحویل داده شود .

افزایش ظرفیت تولید: با توجه به میزان رشد مصرف در واحدهای تجاری، خانگی و لزوم جایگزینی نیروگاه های فرسوده و قدیمی، میزان تولید بایستی به گونه ای جوابگوی این رشد باشد که این امر یا با توسعه نیروگاه های موجود و یا احداث نیروگاه های جدید محقق خواهد شد

افزایش ایمنی نیروگاه ها: به این معناست که با بهره گیری از سیستم های لازم بتوان امنیت جانبی کارکنان را افزایش و از میزان خسارت مالی در نیروگاه ها جلوگیری نمود .

افزایش زمان بهره برداری اقتصادی از نیروگاه ها: به این معناست که با بهره برداری صحیح از تکنولوژی ها بتوان از نیروگاه بطور اقتصادی و در زمان طولانی تری بهره برداری نمود .

کاهش تلفات آب: کم کردن تلفات آب در حین عملیات تولید

رسیدن به ظرفیت نامی: به این معناست که با جایگزین کردن تجهیزات معیوب بتوان ظرفیت نیروگاه را به ظرفیت نامی آن رساند.

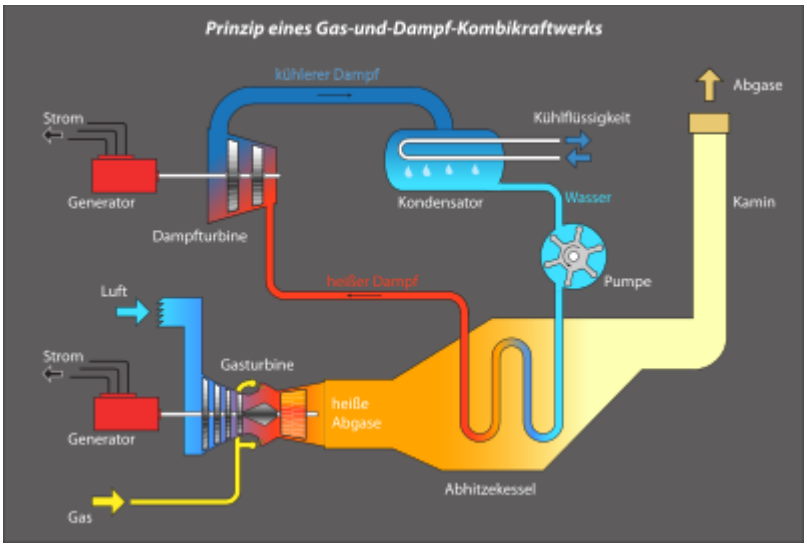
۱-۳- تعاریف و اصطلاحات

۳-۱-۱- نیروگاه های سیکل ترکیبی

نیروگاه سیکل ترکیبی نیروگاهی است که شامل تعدادی توربین گاز و توربین بخار می‌شود. در این نوع نیروگاه، با استفاده از بویلر بازیاب، از حرارت موجود در گازهای خروجی از توربین‌های گاز، برای تولید بخار آب مورد نیاز در توربین‌های بخار استفاده می‌شود. اگر توربین گاز به صورت سیکل ترکیبی نباشد، گازهای خروجی آن، که می‌توانند تا ۶۰۰ درجه سانتیگراد دما داشته باشند، مستقیماً وارد هوا شده و انرژی باقی‌مانده در آن هدر می‌رود. در حالی که در نیروگاه سیکل ترکیبی، از این انرژی استفاده شده و بویلر توربین بخار بدون نیاز به سوخت، بخار آب تولید می‌کند. بنابراین، با استفاده از این روش، راندمان سیکل افزایش می‌یابد.

به صورت تئوریک، انرژی قابل بازیابی از اگزوز توربین‌های گازی حدود نصف انرژی تولید شده توسط خود توربین گاز است. بنابراین، توان توربین بخار حدود نصف توربین گاز خواهد بود. در برخی از طراحی‌ها، دو توربین گاز، انرژی مورد نیاز برای یک توربین بخار را ایجاد می‌کنند و در نتیجه، توان تولیدی توربین‌های بخار در حدود توربین‌های گاز می‌شود.

نیروگاه های سیکل ترکیبی (Combined cycle power plant) راه حل بسیار کارآمد، انعطاف پذیر، قابل اعتماد، مقرون به صرفه و سازگار با محیط زیست برای تولید برق است



نیروگاه سیکل ترکیبی در واقع ترکیبی از توربین بخار و توربین گازی می باشد به نحوی که ژنراتور توربین گازی برق را تولید می کند، درعین حال انرژی حرارتی تلف شده از توربین گاز (توسط محصولات احتراق) برای تولید بخار مورد نیاز توربین بخار مورد استفاده قرار می گیرد و به این طریق برق اضافی تولید می شود. با ترکیب کردن این دو سیکل بهره بری از نیروگاه افزایش پیدا می کند. بازده الکتریکی از یک چرخه ساده کارخانه نیروگاه برق بدون استفاده از اتلاف گرما به طور معمول راندمانی بین ۲۵ تا ۴۰ درصد دارد، در حالی که همان نیروگاه با سیکل ترکیبی راندمان الکتریکی حدود ۶۰ درصد را دارد. همانطور که گفته شد این نیروگاه ها از ترکیب توربین های بخار و گاز ساخته می شوند و بسته به نوع توربین ها، دیگ های بازیافت گرما، و دستگاه های بازیابی انواع متعددی دارند.

با به کار گیری توربین های گازی در چرخه های ترکیبی می توان پایین بودن بازده آن را بر طرف کرد و در نتیجه آن را برای تامین بار پایه به کار گرفت، در عین حال از مزایای دیگر آن نیز مانند راه اندازی سریع و انعطاف پذیری آن در محدوده ی گسترده ای از بار بهره مند شد.

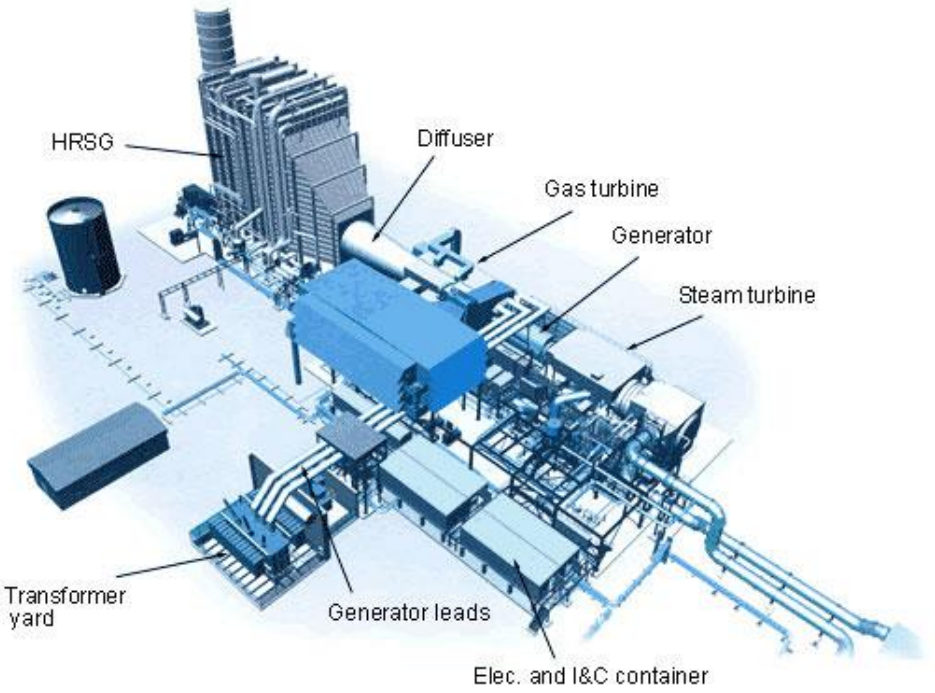
۳-۱-۲- تاریخچه نیروگاه سیکل ترکیبی

برای اولین بار ایده سیکل ترکیبی برای بهبود بازده سیکل ساده برایتون از طریق استفاده از حرارت گاز های خروجی توربین گازی در سال ۱۹۴۰ (۱۳۱۹ ه.ش) پیشنهاد شد.

این امر به‌وسیله بازیافت گرما مورد آزمایش قرار گرفت. بازیافت گرما توانست انرژی که از خروجی توربین گازی هدر می‌رفت را از ۷۰ به ۶۰ درصد انرژی داده شده برساند. مبادله گر گرما امکان افزایش توان خروجی را ندارد و فقط راندمان

را افزایش می‌دهد. ازآنجایی‌که مبادله گر گرما افت فشار زیادی را به سیکل وارد می‌کند، استفاده از آن باعث کاهش نسبت فشار توربین و در نتیجه کاهش توان خالص خروجی می‌شود. باتوجه‌به توان بیشینه چرخه‌های ساده، از آنها در جاهایی بهره می‌گیرند که راندمان خروجی از اهمیت کمتری برخوردار باشد. درحالی‌که چرخه‌های بازیابی را در مواردی مورداستفاده قرار می‌دهند که راندمان بالا نیاز است.

در نتیجه توان خروجی سیکل بازیاب در حدود ۱۱ تا ۱۴ درصد پایین‌تر از سیکل ساده است که در یک ارزیابی کلی به این نتیجه می‌رسیم که بازده نیروگاه توربین گازی همراه با بازیاب روش پرهزینه‌ای است. ازاین‌رو باید به دنبال روشی بود که از طریق آن بتوان به هر دو نیاز، یعنی راندمان و توان بالادست یافت. راه حلی که پیشنهاد شد در واقع بهره‌گیری از انرژی حرارتی بسیار بالای گازهای خروجی توربین گازی برای تولید بخار موردنیاز نیروگاه بخار بود. توربین گازی دارای گازهایی با دمای حدود ۱۲۰۰ تا ۱۶۰۰ درجه سانتی‌گراد، و توربین گازی ماشینی با دمای حدود ۵۳۰ تا ۶۴۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد که با ترکیب هم‌زمان توربین گازی در طرف گرم و توربین بخار در طرف سرد را نیروگاه سیکل ترکیبی می‌گویند. اولین نیروگاه سیکل ترکیبی در ۱۹۵۰ (۱۳۲۹ ه.ش) ساخته شد. از آن به بعد تعداد نیروگاه‌های سیکل ترکیبی به‌خصوص در دهه ۱۹۷۰ (۱۳۴۹ ه.ش) به‌سرعت افزایش یافت.



۲-۳ خلاصه مطالعات بازار (توصیف عرضه و تقاضا)

۱-۲-۳- تقاضای برق در استان خراسان رضوی

بررسی تعداد مشترکین مصرف برق در بخش‌های خانگی، کشاورزی، صنعتی، تجاری، عمومی و روشنایی

مشترکین برق در ایران با توجه به نوع مصرف به بخش‌های خانگی، عمومی، تجاری، صنعتی، کشاورزی و روشنایی معابر تقسیم‌بندی شده‌اند. قابل ذکر است که مشترکین بخش حمل‌ونقل جزو بخش صنعت محسوب می‌شوند. تعداد مشترکین برق در سال ۱۳۹۸ با افزایش بیش از ۹۵۵,۹ هزار مشترک (بدون احتساب مشترکین بخش روشنایی معابر) به حدود ۳۶,۶ میلیون مشترک بالغ گردید که نسبت به سال قبل از آن ۲,۷ درصد رشد داشته است. در این سال بخش خانگی با ۲۹,۴ میلیون مشترک، ۸۰,۳ درصد از کل مشترکین را به خود اختصاص داده است. همچنین بخش خانگی با افزایش ۶۷۸ هزار مشترک و بخش تجاری با افزایش ۱۸۴ هزار مشترک دارای بیشترین افزایش نسبت به سال قبل بوده‌اند. استان تهران با ۱۸,۷ درصد مشترکین از لحاظ تعداد مشترک در رتبه نخست قرار دارد و بعد از آن به‌ترتیب استان‌های خراسان رضوی با ۷,۹ درصد و اصفهان با ۷,۳ درصد از کل مشترکین در رتبه‌های بعدی قرار می‌گیرند.

براساس اطلاعات آماری، نسبت استان به کشور طی سال‌های ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۸ در بحث مشترکین برق خانگی در حدود ۴ درصد به‌صورت ثابت باقی ماند. اما روند تعداد مشترکین برق در بخش عمومی با کاهش همراه شد. در سال ۱۳۹۴ نسبت استان خراسان رضوی به کل کشور ۱۰,۴ درصد بود که این نسبت در سال ۱۳۹۸ به ۵,۳۴ درصد تغییر پیدا کرد. این در حالی است که روند تغییرات تعداد مشترکین در طی سال‌های مذکور در بخش تجاری افزایش یافت. در سال ۱۳۹۴ جایگاه استان خراسان به لحاظ تعداد مشترکین از کل کشور ۴,۵ درصد بود که این نسبت در سال ۱۳۹۸ با ۲ درصد افزایش به ۶,۵۴ درصد رسید. بررسی تعداد مشترکین در بخش صنعتی و کشاورزی نیز با کاهش همراه بوده است. در سال ۱۳۹۴ سهم استان به در تعداد مشترکین بخش صنعتی معادل ۱۰,۲۳ درصد بود که در سال ۱۳۹۸ این میزان به ۷,۳۹ درصد کاهش یافت. مشترکین برق کشاورزی نیز طی سال‌های یادشده به میزان ۱ درصد کاهش یافتند. بررسی مشترکین بخش روشنایی نیز در این سال‌ها ثابت و بدون تغییر باقی ماند.

جدول ۱. مقایسه تعداد مشترکین برق به تفکیک بخش‌های مختلف میان استان و کشور (هزار مشترک)

سال		خانگی	عمومی	تجاری	صنعتی	کشاورزی	روشنایی
۱۳۹۴	کشور	۲۶۶۲۰	۱۴۶۵	۴۱۵۲	۲۱۷	۳۷۸	۱۶۲
	خراسان	۱۵۵۹	۱۵۳	۱۸۷	۲۲	۱۹	۸
	جایگاه استان در کشور	۵,۸۶٪	۱۰,۴۲٪	۴,۵۱٪	۱۰,۲۳٪	۵,۰۰٪	۴,۹۴٪
۱۳۹۵	کشور	۲۷۳۵۴,۲	۱۵۴۳,۴	۴۳۰۱,۱	۲۲۵,۳	۴۰۰,۳	۱۸۶,۱
	خراسان	۱۶۲۷	۸۰	۲۷۹	۱۵	۱۵	۱۰
	نسبت استان به کشور	۵,۹۵٪	۵,۱۷٪	۶,۴۹٪	۶,۷۸٪	۳,۷۵٪	۵,۱۴٪
۱۳۹۶	کشور	۲۸۱۰۱	۱۶۱۱	۴۴۶۵	۲۳۶	۴۲۲	۲۲۵
	خراسان	۱۶۶۱	۸۳,۹۶	۲۸۵	۱۶	۱۵	۱۰

	نسبت استان به کشور	۵,۹۱٪	۵,۲۱٪	۶,۳۹٪	۶,۸۲٪	۳,۶۵٪	۴,۶۶٪
۱۳۹۷	کشور	۲۸۷۴۹	۱۶۶۶	۴۵۸۳	۲۴۶	۴۴۴	۲۱۵
	خراسان	۱۷۰۷	۸۹	۳۰۰	۱۸	۱۷	۱۱
	جایگاه استان در کشور	۵,۹۴٪	۵,۳۲٪	۶,۵۵٪	۷,۲۵٪	۳,۸۹٪	۴,۹۶٪
۱۳۹۸	کشور	۲۹۴۲۷	۱۷۳۲	۴۷۶۶	۲۵۵	۴۶۴	۲۲۱
	خراسان	۱۷۵۷	۹۳	۳۱۲	۱۹	۱۹	۱۱
	جایگاه استان در کشور	۵,۹۷٪	۵,۳۴٪	۶,۵۴٪	۷,۳۹٪	۴,۰۵٪	۵,۰۷٪

ماخذ: ترازنامه انرژی ۹۸ و اطلاعات دریافتی از سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی

مصرف برق

در این بخش به مقایسه میزان مصرف برق در بخش‌های مختلف در کشور و استان پرداخته می‌شود. مصرف برق در بخش خانگی عمدتاً شامل روشنایی و استفاده از لوازم‌خانگی و دستگاه‌های خنک‌کننده می‌باشد. مصرف کل برق در این بخش در سال ۱۳۹۸ در حدود ۸۸,۵ تراوات ساعت بوده است. سرانه مصرف برق به ازای هر مشترک خانگی در سال ۱۳۹۸ حدود ۳۰۰۷۰۵ کیلووات ساعت است که نسبت به سال قبل از آن ۱,۶ درصد افزایش نشان می‌دهد. براساس اطلاعات ترازنامه انرژی، نسبت استان به کشور طی سال‌های ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۸ در بحث مصرف برق خانگی در حدود ۴ درصد به‌صورت ثابت باقی مانده است. در سال ۹۴ مصرف برق خانگی مشترکین استان خراسان رضوی در جایگاه ۱۹ و در سال ۱۳۹۵ در جایگاه ۱۶ استان قرار داشته. همچنین جایگاه استان با دو پله تغییر در سال ۱۳۹۶ به جایگاه ۱۸ تغییر نموده است. در سال ۱۳۹۹ نیز جایگاه استان خراسان در بحث مصرف برق خانگی به‌عنوان ۲۱ استان منظور شده است.

همچنین روند مصرف برق در بخش عمومی و تجاری نیز به همین ترتیب است. طی سال‌های مذکور نسبت استان به کشور در بخش عمومی ۴ درصد و در بخش تجاری به میزان ۵ درصد ثابت باقی مانده است. خاطرنشان می‌سازد که جایگاه استان خراسان رضوی در این حوزه مصرف برق در سال ۱۳۹۴ به‌عنوان ۱۲ استان بوده که این جایگاه در سال ۱۳۹۵ به ۱۱ استان تغییر نموده است. در سال ۱۳۹۶ مصرف برق استان در بخش تجاری در بین سایر استان‌ها در جایگاه ۱۳ قرار داشت. مصرف کل برق در بخش عمومی ۲۵,۶ تراوات ساعت و متوسط مصرف هر مشترک این بخش ۱۴۷۷۲ کیلووات ساعت بوده که نسبت به سال قبل ۲,۲ درصد افزایش داشته است. در بخش تجاری مصرف کل برق ۲۰,۱ تراوات ساعت بوده است. در این سال میانگین مصرف هر مشترک ۴۲۲۴,۷ کیلووات ساعت بوده که ۲ درصد نسبت به سال ۱۳۹۷ افزایش داشته است. برخی از صنایع کشور دارای مصرف بالای انرژی می‌باشند. این امر آن‌ها را بر آن داشته که برای تامین بخشی از انرژی مصرفی خود اقدام به ساخت نیروگاه‌های اختصاصی کنند. مصرف برق بخش صنعتی (بدون احتساب بخش حمل‌ونقل) در سال ۱۳۹۸ معادل ۹۷ تراوات ساعت بوده که نسبت به سال قبل از آن ۵,۸ درصد در کشور افزایش داشته است. در مصرف برق صنعتی نیز سهم استان در کشور در طی سال‌های مذکور به میزان ثابت و بدون تغییر ۳ درصد باقی‌مانده است. اما در بخش کشاورزی روند مصرف برق طی سال‌های ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۹ با کاهش همراه بوده است. مصرف کل برق در بخش کشاورزی نیز معادل ۳۸,۲ تراوات ساعت بوده

که نسبت به سال قبل ۱,۸ درصد افزایش داشته است. تا پایان سال ۱۳۹۸ حدود ۳۰۹ هزار حلقه چاه کشاورزی به پمپ‌های برقی مجهز گردیده‌اند. در سال ۱۳۹۴ سهم استان خراسان از برق مصرف‌شده کشاورزی در حدود ۱۱,۹ درصد بود اما این سهم در سال ۱۳۹۸ به ۱۰,۲۳ درصد کاهش یافت.

جدول ۲. میزان مصرف برق به تفکیک بخش‌های مختلف در استان خراسان رضوی در مقایسه با کشور طی سال‌های ۱۳۹۸-۱۳۹۴ (گیگاوات ساعت)

سال		خانگی	عمومی	تجاری	صنعتی	کشاورزی
۱۳۹۴	کشور	۷۶۱۰۳	۲۲۱۹۶	۱۶۶۸۰	۷۱۶۷۸	۳۶۰۸۹
	خراسان	۳۲۵۲	۹۷۱	۹۵۰	۲۱۸۴	۴۲۹۸
	جایگاه استان در کشور	۴,۲۷٪	۴,۳۷٪	۵,۷۰٪	۳,۰۵٪	۱۱,۹۱٪
۱۳۹۵	کشور	۷۸۳۷۸	۲۲۹۱۴	۱۷۶۲۰	۷۷۱۶۷	۳۶۲۲۲
	خراسان	۳۴۸۶	۱۰۵۲	۱۰۳۱	۲۳۲۱	۳۹۹۷
	نسبت استان به کشور	۴,۴۵٪	۴,۵۹٪	۵,۸۵٪	۳,۰۱٪	۱۱,۰۳٪
۱۳۹۶	کشور	۸۳۴۰۳	۲۴۳۲۸	۱۸۶۸۱	۸۴۱۷۷	۳۸۹۵۲
	خراسان	۳۳۴۱	۱۱۲۰	۱۰۱۷	۲۵۰۴	۴۲۲۸
	نسبت استان به کشور	۴,۰۱٪	۴,۶۰٪	۵,۴۴٪	۲,۹۷٪	۱۰,۸۵٪
۱۳۹۷	کشور	۸۵۰۹۹	۲۴۰۷۳	۱۸۹۸۵	۸۸۴۸۴	۳۷۵۷۵
	خراسان	۳۶۳۶	۱۰۴۸	۱۰۸۶	۲۶۴۷	۴۰۶۵
	جایگاه استان در کشور	۴,۲۷٪	۴,۳۵٪	۵,۷۲٪	۲,۹۹٪	۱۰,۸۲٪
۱۳۹۸	کشور	۸۸۵۰۰	۲۵۵۸۹	۲۰۱۳۶	۹۶۹۸۹	۳۸۲۳۹
	خراسان	۳۷۸۶	۱۱۴۸	۱۱۲۳	۲۹۲۵	۳۹۱۰
	جایگاه استان در کشور	۴,۲۸٪	۴,۴۹٪	۵,۵۸٪	۳,۰۲٪	۱۰,۲۳٪

ماخذ: ترازنامه انرژی

بررسی میزان رشد برق مصرفی به تفکیک بخش ها در استان حاکی از آنست که برق مشترکین صنعتی بیشترین رشد را در طی دوره ۵ ساله اخیر داشته است.

جدول ۴. مقایسه میانگین رشد میزان برق مصرفی در استان به تفکیک بخش‌های خانگی، کشاورزی، صنعتی، تجاری، عمومی و روشنایی در سال‌های ۱۳۹۴-۱۳۹۹

	برق مصرفی مشترکین خانگی	برق مصرفی مشترکین کشاورزی	برق مصرفی مشترکین صنعتی	برق مصرفی مشترکین تجاری	برق مصرفی مشترکین عمومی	برق مصرفی مشترکین روشنایی
۱۳۹۴	۳۲۵۲۲۴۱	۴۲۹۸۸۵۹	۲۱۸۴۷۴۱	۹۵۰۲۲۲	۹۷۱۱۶۹	۲۶۶۴۸۵
۱۳۹۵	۳۴۸۶۹۲۲	۳۹۹۷۹۱۴	۲۳۲۱۰۲۴	۱۰۳۱۶۶۷	۱۰۵۲۵۹۳	۲۸۴۰۰۹
۱۳۹۶	۳۳۴۱۷۴۷	۴۲۲۸۳۵۷	۲۵۰۴۷۴۲	۱۰۱۷۱۷۵	۱۱۲۰۴۰۹	۳۱۴۸۷۴
۱۳۹۷	۳۶۳۶۹۷۳	۴۰۶۵۱۵۲	۲۶۴۷۵۱۴	۱۰۸۶۵۰۷	۱۰۴۸۱۷۹	۳۲۸۸۱۷
۱۳۹۸	۳۷۸۶۹۹۶	۳۹۱۰۱۳۴	۲۹۲۵۹۸۸	۱۱۲۳۶۸۶	۱۱۴۸۲۵۷	۳۰۹۷۴۲

۱۳۹۹	۶۴۳۱۱۶۱	۴۶۹۷۷۲۴	۴۸۵۷۹۳۹	۱۸۵۴۶۴۰	۱۷۵۵۰۳۹	۴۷۱۵۹۶
میانگین ضریب رشد سال‌های ۹۹-۹۴	۱۴.۶۱٪	۱.۷۹٪	۱۷.۳۳٪	۱۴.۳۱٪	۱۲.۵۶٪	۱۲.۰۹٪

ماخذ: اطلاعات دریافتی از سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی

بررسی میزان مصرف برق در بخش مشترکین خانگی در طی سال‌های ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۹ نشان‌دهنده رشد ۱۴,۶۱ درصدی بوده است؛ که بیشترین میزان رشد مربوط به سال ۱۳۹۷ با ضریب رشد ۸,۸ درصد می‌باشد. همچنین بررسی شهرستان‌ها نشان می‌دهد بیشترین میزان رشد مصرف برق در بخش مشترکین خانگی در طی این سال‌ها به ترتیب مرتبط با مشهد (۱۸ درصد)، خوشاب (۱۳,۵ درصد) و بینالود (۹,۹ درصد) است. شهرستان سرخس در این بخش تنها ۵.۱ درصد رشد را نشان داده است.

بررسی میزان مصرف برق در بخش مشترکین کشاورزی در طی سال‌های ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۹ نشان‌دهنده رشد ۱,۷ درصدی بوده است؛ که بیشترین میزان رشد مربوط به سال ۱۳۹۹ با ضریب رشد ۲۰,۱۴ درصد می‌باشد. همچنین بررسی شهرستان‌ها در بخش مشترکین کشاورزی در استان نشان می‌دهد بیشترین میزان رشد در طی سال‌های اشاره شده مرتبط با مشهد (۱۷,۲ درصد) و کلات (۸,۲ درصد) است. شهرستان سرخس در این بخش رشد نسبتا پایینی معادل ۱.۶ درصد را نشان داده است.

همچنین بررسی میزان مصرف برق در بخش مشترکین صنعتی استان در طی سال‌های ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۹ نشان‌دهنده رشد ۳۳۶۱ درصدی بوده است؛ که بیشترین میزان رشد مربوط به سال ۱۳۹۹ با ضریب رشد ۶۶ درصد می‌باشد. بررسی شهرستان‌ها در این بخش نشان می‌دهد بیشترین میزان رشد در طی این سال‌ها به ترتیب مرتبط با بردسکن (۳۲,۹ درصد)، خواف (۳۰,۶ درصد) و فیروزه (۲۳,۶ درصد) است. و شهرستان سرخس در بهش مشترکین صنعتی از رشد نسبتا بالایی معادل ۱۰.۵ درصد برخوردار بوده است.

. از طرفی بررسی میزان مصرف برق در بخش تجاری استان در طی سال‌های ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۹ نشان‌دهنده رشد ۱۴,۳۱ درصدی بوده است؛ که بیشترین میزان رشد مربوط به سال ۱۳۹۹ با ضریب رشد ۶۵ درصد می‌باشد. همچنین بررسی شهرستان‌ها نشان می‌دهد بیشترین میزان رشد در طی این سال‌ها به ترتیب مرتبط با داورزن (۲۲.۹ درصد) باخرز (۱۸,۷ درصد)، مشهد (۱۶,۹ درصد) و زاوه (۱۶,۶ درصد) است.و سرخس در این بخش با رشد منفی همراه بوده است.

۲-۲-۳- عرضه برق در استان خراسان رضوی

تولید نیروی برق استان خراسان رضوی متشکل از چندین نیروگاه است. در این میان ۵ نیروگاه سیکل ترکیبی در حال بهره برداری وجود دارد.

جدول ۵- نیروگاه های تولید برق استان خراسان رضوی

ردیف	نام نیروگاه	نوع نیروگاه	سال تأسیس	ظرفیت نصب شده (مگاوات)	نوع سوخت

۱	نیروگاه حرارتی طوس	سیکل ترکیبی	۱۳۶۴	۶۰۰	گاز، مازوت و گازوئیل
۲	نیروگاه سیکل ترکیبی نیشابور	سیکل ترکیبی	۱۳۷۲	۱۰۴۱	گاز طبیعی و گازوئیل
۳	نیروگاه سیکل ترکیبی شریعتی	سیکل ترکیبی		۵۰۰	گاز طبیعی و گازوئیل
۴	نیروگاه بادی بینالود	توربین بادی	۱۳۸۱	۲۸	
۵	نیروگاه گازی فردوسی	سیکل ترکیبی	۱۳۸۷	۹۵۴	گاز طبیعی و گازوئیل
۶	نیروگاه مشهد	حرارتی	۱۳۴۳	۳۷۶	گاز
۷	نیروگاه سیکل ترکیبی راشد	سیکل ترکیبی	۱۴۰۱	۵۴۶	گاز
۸	نیروگاه شمس سرخس	گازی	۱۳۹۲	۷۵	گاز
۹	نیروگاه خورشیدی مشهد	فتوولتاییک	۱۳۹۰	۰	
۱۰	نیروگاه خورشیدی خواف	فتوولتاییک	۱۳۹۷	۵	
۱۱	نیروگاه بادی منجیل	توربین بادی	۱۳۹۳	۴	

جدول ۶- میزان تولید برق نیروگاه‌های استان خراسان رضوی ۱۳۹۵-۱۳۸۴

سال	میزان تولید برق (بر حسب میلیون کیلووات ساعت)							
	تولید ناویژه نیروگاه‌ها	بخاری	گازی	سیکل ترکیبی	سایر	دیزلی	مصارف داخلی نیروگاه‌ها	تولید ویژه
۱۳۸۴	۱۳۳۱۱	۴۸۶۱	۱۰۳۷	۷۳۹۹	۷	۸	۵۰۳	۱۲۸۰۹
۱۳۸۵	۱۳۸۸۹	۴۷۹۸	۱۴۷۳	۷۵۹۱	۲۱	۶	۵۰۵	۱۳۳۸۴
۱۳۸۶	۱۳۱۴۴	۴۵۵۰	۱۱۹۸	۷۳۶۶	۲۵	۵	۴۸۱	۱۲۶۶۳
۱۳۸۷	۱۴۲۵۸	۴۹۵۵	۱۹۰۴	۷۳۳۷	۵۹	۳	۵۳۰	۱۳۷۲۸
۱۳۸۸	۱۴۹۸۹	۵۰۰۶	۱۸۲۲	۸۱۰۵	۵۵	۱	۵۲۶	۱۴۴۶۳
۱۳۸۹	۱۵۵۴۶	۴۹۵۶	۲۹۵۶	۷۵۷۵	۵۹	(ناموجود)	۵۲۴	۱۵۰۲۲
۱۳۹۰	۱۵۲۴۷	۵۰۲۷	۲۷۴۷	۷۴۱۱	۶۲	(ناموجود)	۵۱۸	۱۴۷۲۹
۱۳۹۱	۱۶۰۹۶	۴۹۰۵	۳۰۱۱	۸۱۳۱	۴۹	(ناموجود)	۵۴۲	۱۵۵۵۴
۱۳۹۲	۱۶۵۰۱	۵۱۰۲	۳۱۷۳	۸۱۵۳	۷۳	(ناموجود)	۵۴۷	۱۵۹۵۴
۱۳۹۳	۱۶۹۰۷	۴۹۲۸	۳۶۷۹	۸۲۳۸	۶۲	(ناموجود)	۵۶۴	۱۶۳۴۳
۱۳۹۴	۱۶۴۰۰	۴۷۴۸	۲۹۸۸	۸۵۸۲	۸۲	(ناموجود)	۵۵۲	۱۵۸۴۸
۱۳۹۵	۱۶۱۳۴	۴۸۱۱	۳۲۷۵	۷۹۶۲	۸۶	(ناموجود)	۵۴۰	۱۵۵۹۴

۳-۲-۳- کشف قیمت ها

قیمت گاز طبیعی به عنوان سوخت نیروگاه‌های سیکل ترکیبی

نیروگاه‌های سیکل ترکیبی معمولاً از گاز طبیعی استفاده می‌کنند، اگرچه از سوخت‌های دیگری مانند گاز مصنوعی نیز در این نیروگاه‌ها استفاده می‌شود. سوخت‌های مکمل که در نیروگاه‌های سیکل ترکیبی مصرف می‌شوند عبارت‌اند از گاز طبیعی، زغال‌سنگ و غیره. نیروگاه‌های سیکل ترکیبی خورشیدی هم‌اکنون در الجزیره و مراکش در دست ساخت می‌باشد.

گاز مصرفی به ازای هر مگاوات ساعت تولید برق در نیروگاه سیکل ترکیبی ۲۵۰ متر مکعب می باشد.
هزینه گاز مصرفی بنا بر محل استفاده تعریف می‌شود و مطابق با تعرفه مصارف اعلام شده می‌باشد در صورتیکه تولید برق جهت تزریق برق به شبکه باشد با تعرفه نیروگاهی که پایین ترین تعرفه می‌باشد به ازای یک مترمکعب ۱۰ تومان محاسبه می گردد.

انواع قراردادهای فروش برق

۱. قراردادهای خرید تضمینی برق یا تبدیل انرژی(ECA)

در طول دوره این قرارداد، شرکت توانیر یا شرکت مادرتخصصی تولید نیروی برق حرارتی (بعد از سال ۹۵) مسئولیت تأمین سوخت نیروگاه را بر عهده داشته و برق تولیدی نیروگاه را به صورت تضمینی خریداری می‌نمایند. در گروه صبا این نوع قرارداد با وزارت نیرو همزمان با خرید نیروگاه زرگان به مدت ۱۵ سال منعقد شده است. در مورد سایر نیروگاه‌ها، قرارداد مذکور به مدت ۵ سال بوده و قبل از احداث نیروگاه منعقد می‌گردد. لازم به ذکر است پس از انقضای مدت قرارداد، فروش برق نیروگاه از طریق عرضه در بازار عمده‌فروشی رقابتی خواهد بود.

۲. قرارداد فروش در بازار عمده‌فروشی برق

در این نوع قرارداد که بین شرکت‌های مالک نیروگاه و شرکت مدیریت شبکه برق ایران منعقد می‌گردد، تولیدکنندگان نیروگاهی پیشنهادات قیمت خود را در چارچوب قوانین مصوب هیئت تنظیم بازار برق ایران به مدیر بازار ارائه نموده و مدیر بازار نیز با دریافت این پیشنهادات از یک سو و میزان پیش‌بینی مصرف از سوی دیگر، اقدام به تسویه بازار روز بعد می‌نماید. پس از تسویه بازار، آرایش تولید نیروگاه‌ها ارائه شده و محاسبات مربوطه به هزینه قابل پرداخت به نیروگاه‌ها بر اساس آن و نیز میزان تولید در روز بعد مشخص خواهد شد. در این نوع قرارداد پرداخت هزینه سوخت بر عهده تولیدکنندگان می‌باشد.

۳. قرارداد سلف موازی استاندارد در بورس انرژی

در این نوع از قرارداد، نیروگاه‌ها می‌توانند اقدام به فروش برق تولیدی خود در بورس انرژی نمایند. در این حالت، شرکت‌های توزیع نیروی برق و شرکت‌های خرده‌فروشی در سمت تقاضا، خریدار برق عرضه شده در بورس خواهند بود. معاملات در بستر بورس انرژی و در قالب‌های مختلفی از جمله بار پایه، کم‌باری، میان‌باری و پرباری و در بازه‌های زمانی گوناگونی نظیر روزانه و هفتگی صورت می‌گیرند.

٤. قرارداد دوجانبه فروش برق

طبق ماده ۲ آیین نامه اجرایی شرایط و تضمین خرید برق موضوع بند "ب" ماده ۲۵ قانون برنامه چهارم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران عرضه کنندگان برق می توانند، برق در اختیار خود را با استفاده از امکانات شبکه برق کشور برای فروش به مصرف‌کنندگان مورد نظر خود در بخش صنعت و معدن عرضه نمایند. در این نوع قرارداد، تولیدکننده برق در چارچوب یک قرارداد دوجانبه، تمام یا بخشی از برق تولیدی نیروگاه را با پشتیبانی شبکه برق ایران به مصرف‌کننده برق عرضه می‌نماید.

قیمت فروش برق

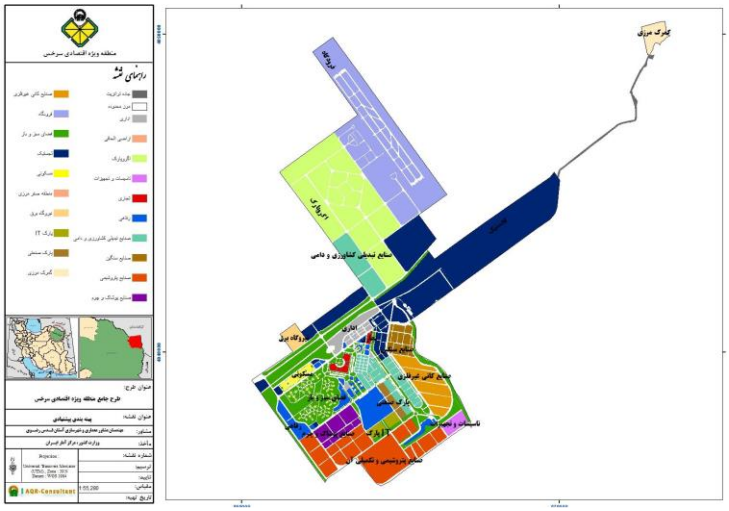
بهترین و بزرگترین متقاضی خرید برق در کشور با توجه به قرارداد تضمینی و قیمت مناسب اعلام شده، در حال حاضر شرکت توزیع برق می باشد.

قیمت فروش برق به شبکه با نرخ تعدیل ارز و ریال نسبت مستقیم دارد و متاثر از تغییر نرخ ارز و تورم ریالی می باشد و طبق آخرین نرخ اعلامی در سال ۱۴۰۰ متوسط قرارداد خرید تضمینی ۶۵۰-۷۵۰ تومان به ازای هر ۱ کیلو وات ساعت می‌باشد.

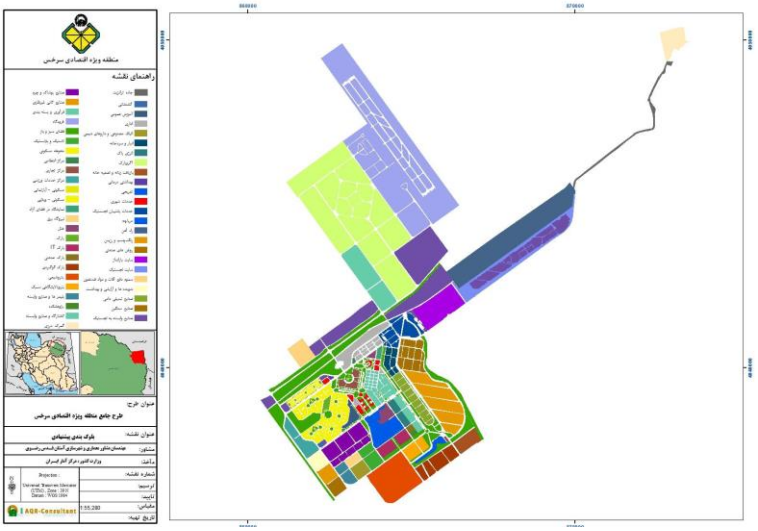
یکی از عمده ترین بخش های درآمدی نیروگاه های تولید برق، علاوه بر قراردادهای فروش تضمینی برق به وزارت نیرو ، فروش برق به مصرف کنندگان محلی در نزدیکی نیروگاه است. بازار هدف در این طرح ابتدا تأمین نیاز صنایع و کسب و کارهای داخلی در منطقه ویژه سرخس و فروش به وزارت نیرو است و در صورت افزایش میزان تولید نسبت به تقاضا امکان صادرات به کشور ترکمنستان نیز وجود دارد.

۳-۳- موقعیت مکانی پروژه

مکان مناسب برای استقرار صنعت بایستی همزمان با کارآمدی اقتصادی، مسائل و محدودیت های زیست محیطی را نیز به عنوان عاملی کلیدی مد نظر قرار دهد. جهت دستیابی به توسعه پایدار بایستی تاثیرات منفی حاصل از ایجاد و بهره برداری از صنایع را به حداقل رساند. بر طبق بازنگری طرح جامع منطقه ویژه اقتصادی سرخس، پهنه بندی و بلوک بندی پیشنهادی عملکردی منطقه به ترتیب به صورت نقشه های زیر می باشد.



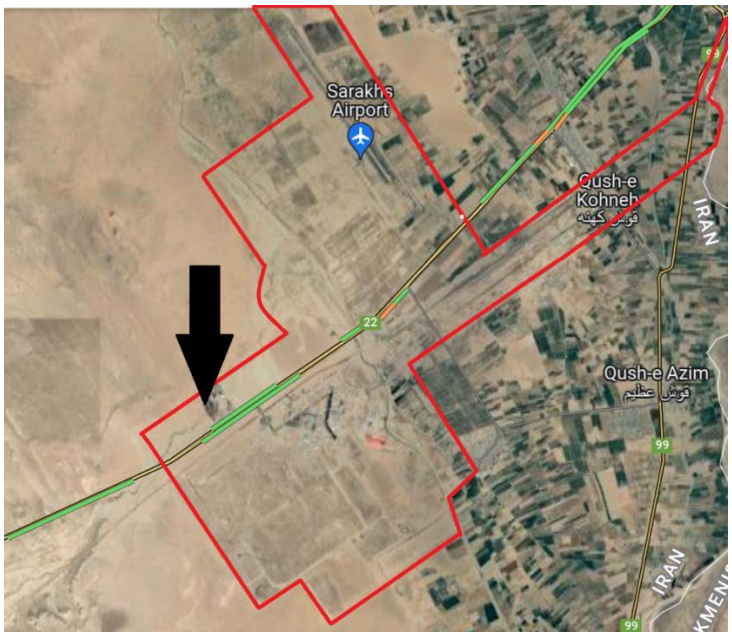
نقشه ۲- پهنه بندی پیشنهادی عملکردی منطقه ویژه اقتصادی سرخس



نقشه ۳- بلوک بندی پیشنهادی عملکردی منطقه ویژه اقتصادی سرخس

با توجه به نقشه های فوق، در ادامه موقعیت منطقه ویژه اقتصادی سرخس در منطقه، جانمایی پیشنهادی نیروگاه سیکل ترکیبی در منطقه ویژه اقتصادی سرخس و نمای نزدیک از محل پیشنهادی سایت آورده است.

نقشه ۴- موقعیت منطقه ویژه اقتصادی سرخس در منطقه



نقشه ۵- موقعیت پیشنهادی نیروگاه سیکل ترکیبی در منطقه ویژه اقتصادی سرخس

نقشه ۶- نمای نزدیک موقعیت پیشنهادی نیروگاه سیکل ترکیبی در منطقه ویژه اقتصادی سرخس

۳-۴- مشخصات فنی پروژه

۱-۴-۳- نگاهی دقیق‌تر به سیکل ترکیبی

سیکل ترکیبی خصوصیت موتور یا نیروگاه تولیدکننده برق است که از بیش از یک سیکل ترمودینامیک در آن استفاده شده است. موتورهای حرارتی فقط می‌توانند بخشی از انرژی را که سوخت آنها تولید می‌کنند مصرف کنند (معمولاً کمتر از ۵۰ درصد) حرارت باقیمانده حاصل از احتراق سوخت عموماً هدر می‌رود. ترکیب تعداد ۲ سیکل یا بیشتر مانند سیکل برایتون (Brayton) و سیکل رانکین (Rankine) باعث راندمان بیشتر خواهد شد.

در نیروگاه سیکل ترکیبی (CCPP) یا توربین گازی سیکل ترکیبی(CCGT) ، ژنراتور توربین گازی برق تولید می‌کند و حرارت که معمولاً هدر می‌رود برای تولید بخار آب و در نتیجه تولید برق اضافی از طریق توربین بخار استفاده می‌شود. مرحله آخر راندمان تولید برق را افزایش می‌دهد. اغلب نیروگاه‌های گازی جدید در آمریکای شمالی و اروپا از این نوع هستند. در نیروگاه حرارتی، حرارت با درجه بالا به‌عنوان ورودی نیروگاه معمولاً در اثر احتراق سوخت به برق تبدیل می‌شود، اختلاف درجه حرارت بین ورودی و خروجی بایستی تاحدامکان زیاد باشد. این شرایط در اثر ترکیب سیکل‌های ترمودینامیک بخار و گاز به وجود می‌آید.

بازیافت گرما انرژی هدررفته از دودکش را از ۷۰ به ۶۰ درصد کاهش می‌دهد. استفاده از مبادله گر گرما منحصراً موجب افزایش بازده می‌شود و توان خروجی را افزایش نمی‌دهد. در حقیقت، به دلیل افت فشار بیشتری که مبادله گر گرما به چرخه تحمیل می‌کند، استفاده از مبادله گر موجب کاهش نسبت فشار توربین و در نتیجه کاهش توان خالص خروجی به مقدار چند درصد می‌شود. صرف‌نظر از این کاهش اندک در توان خروجی، استفاده از مبادله گر گرما به دلیل سطح تبادل گرمای زیاد آن و لوله‌های بزرگ هوا و گاز در آن سبب گران‌تر شدن نیروگاه می‌شود. اثر دیگری که به‌کارگیری مبادله گر گرما می‌گذارد این است که نسبت فشار بهینه‌ای که منجر به بیشینه شدن بازده می‌شود به مقادیر کوچک‌تر میل می‌کند و این امر، توان را کاهش می‌دهد.

چرخه‌های ساده در نزدیکی توان بیشینه کار می‌کنند زیرا در مواردی مورداستفاده قرار می‌گیرند که بازده در آنها از اولویت عمده برخوردار نیست. در مقابل، استفاده از چرخه‌های بازیابی تنها هنگامی منطقی است که در نزدیکی بازده بیشینه عمل کنند. ازاین‌رو توان خروجی چرخه بازیابی نسبت به توان چرخه ساده به مقدار بیشتری در حدود ۱۰ تا ۱۴ درصد کمتر است.

همان‌طور که گفته شده بالابردن بازده نیروگاه توربین گازی به‌وسیله بازیابی روش پرهزینه‌ای است؛ بنابراین باید به دنبال روشی بود که با به‌کارگیری آن بتوان هر دو مقدار بازده و توان را افزایش داد. راه حلی که برای این منظور پیدا شده است، استفاده از انرژی بسیار زیاد گازهای خروجی توربین برای تولید بخار جهت استفاده در یک نیروگاه بخار است. این یک روش طبیعی است چرا که توربین گاز یک ماشین با دمای نسبتاً بالا (بالا ۱۱۰۰ درجه سانتی‌گراد) و توربین بخار یک ماشین با دمای نسبتاً پایین (تا سقف ۵۴۰ درجه سانتی‌گراد) است. این کارکرد توأم توربین گازی در طرف گرم و توربین بخار در طرف سرد را نیروگاه چرخه ترکیبی می‌نامند.

چرخه‌های ترکیبی علاوه برداشتن بازده و توان بالا، از مزایای دیگری نیز مانند انعطاف‌پذیری، راه‌انداز سریع، مناسب بودن برای تأمین بار پایه و عملکرد دوره‌ای و بازده بالا در محدود گسترده‌ای از تغییرات بار برخوردار است. در نیروگاه‌های ترکیبی امکان استفاده از زغال‌سنگ، سوخت‌های سنتزی و انواع دیگر سوخت‌ها وجود دارد

عیب بارز چرخه ترکیبی، پیچیدگی آن است، زیرا اساساً در چرخه ترکیبی از دو نوع تکنولوژی متفاوت استفاده می‌شود.

تخمین زده می‌شود که تا انتهای دهه ۱۹۷۰ (۱۳۴۹ ه.ش) در حدود ۱۰۰ واحد نیروگاه ترکیبی با ظرفیت ۱۵۰,۰۰۰ MWدر سراسر جهان ساخته شده است.

چرخه‌های ترکیبی به صورت‌های متعددی پیشنهاد شده‌اند که مهم‌ترین آنها عبارت‌اند از:

۱. دیگ بازیافت گرما با احتراق اضافی یا بدون آن
۲. دیگ بازیافت گرما مجهز به بازیابی و یا گرمایش آب تغذیه
۳. دیگ بازیافت گرما با فشار بخار چندگانه
٤. چرخه بسته توربین گازی با گرمایش آب تغذیه در چرخه بخار

۳-۴-۲- طراحی نیروگاه سیکل ترکیبی

در نیروگاه‌های حرارتی آب به‌عنوان واسطه فعال عمل می‌کند. بخار آب با فشار بالا به قطعات محکم و بزرگ نیاز دارد. همچنین بخار آب با فشار بالا به آلیاژهای گران‌قیمت مانند نیکل یا کبالت احتیاج دارد. این آلیاژها درجه حرارت بخار آب را تا ۶۵۵ درجه سانتی‌گراد محدود می‌کنند درحالی‌که درجه حرارت پائین دستگاه بخار در نقطه‌جوش تنظیم می‌شود. با وجود این شرایط، سیستم بخار بین ۳۵ تا ۴۲ درصد راندمان بیشتری خواهد داشت.

یک سیکل توربین گازی باز دارای کمپرسور، سیستم احتراق و توربین است. در توربین‌های گازی مقدار فلزی که باید حرارت زیاد و فشار بالا را تحمل کند قابل‌توجه نیست و می‌توان از مواد ارزان‌قیمت‌تر استفاده کرد. در این نوع، سیکل حرارت ورودی به توربین (حرارت احتراق) نسبتاً زیاد است (۹۰۰ تا ۱۴۰۰ درجه سانتی‌گراد). حرارت خروجی گاز دودکش نیز زیاد است (۴۵۰ تا ۶۵۰ درجه سانتی‌گراد)؛ بنابراین این حرارت برای تأمین گرمای سیکل دوم که از بخار آب به‌عنوان سیال فعال (سیکل رنکاین) استفاده می‌کند به‌اندازه کافی بالا می‌باشد.

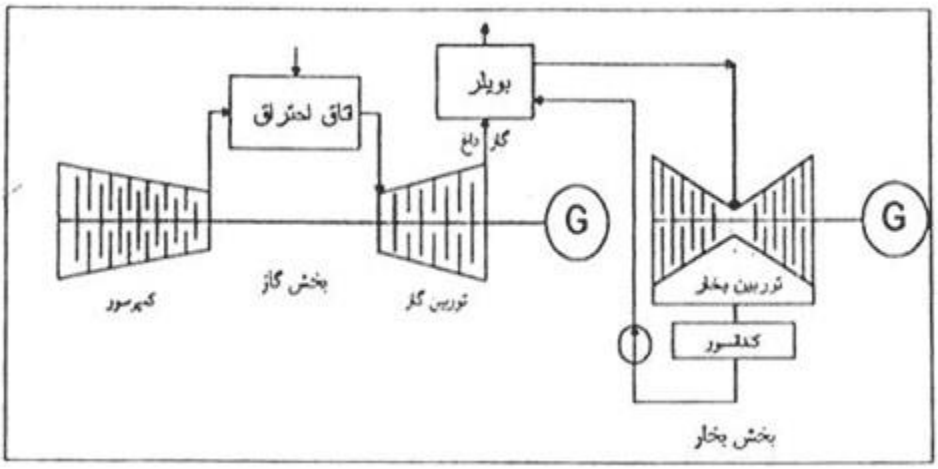
در نیروگاه سیکل ترکیبی، حرارت گاز خروجی توربین برای تولید بخار آب با عبور از طریق ژنراتور بخار بازیافت حرارت (HRSG)با حرارت بخار آب بین ۴۲۰ تا ۵۸۰ درجه سانتی‌گراد استفاده می‌شود. کندانسور سیکل رنکاین معمولاً به‌وسیله آب دریاچه، رودخانه، دریا یا برج‌های خنک‌کننده خنک می‌شود. این درجه حرارت می‌تواند به‌اندازه ۱۵ درجه سانتی‌گراد باشد.

۳-۴-۳- راندمان نیروگاه‌های دارای توربین گازی سیکل ترکیبی

با ترکیب سیکل‌های گازی و بخار به درجه حرارت‌های زیاد ورودی و درجه حرارت کم خروجی می‌توان دست‌یافت. به دلیل اینکه این سیکل‌ها توسط یک منبع سوخت تغذیه می‌شوند راندمان آنها افزایش می‌یابد؛ بنابراین یک نیروگاه سیکل ترکیبی دارای یک سیکل ترمودینامیک است که بین درجه حرارت احتراق بالای توربین گازی و درجه حرارت تلف شده از کندانسورهای سیکل بخار عمل می‌کند. درصورتی‌که نیروگاه سیکل ترکیبی فقط برق تولید کند، راندمان آن تا ۶۰ درصد خواهد رسید و درصورتی‌که تولید برق همراه با مصرف حرارت باشد، راندمان آن تا ۸۵ درصد افزایش خواهد یافت.

۳-۴-۴- احتراق تکمیلی و خنک‌کردن تیغه‌های توربین

به‌منظور افزایش مقدار بخار آب یا درجه حرارت بخار آب تولید شده ژنراتور بخار بازیافت، حرارت را با احتراق تکمیلی بعد از توربین گازی می‌توان طراحی کرد. بدون احتراق تکمیلی راندمان سیکل ترکیبی بالاتر است. ولی احتراق تکمیلی به نیروگاه امکان پاسخ به نوسانات بار الکتریکی را خواهد داد. غالباً در طراحی توربین‌های گازی بخشی از جریان هوای فشرده از کنار مشعل می‌گذرد که برای خنک‌کردن تیغه‌های توربین استفاده می‌شود.
شکل زیر شمای عمومی نیروگاه‌های سیکل ترکیبی را نشان می‌دهد:



شکل ۱- شمای کلی یک نیروگاه سیکل ترکیبی

۳-۴-۵- انواع نیروگاه سیکل ترکیبی بر اساس عملکرد

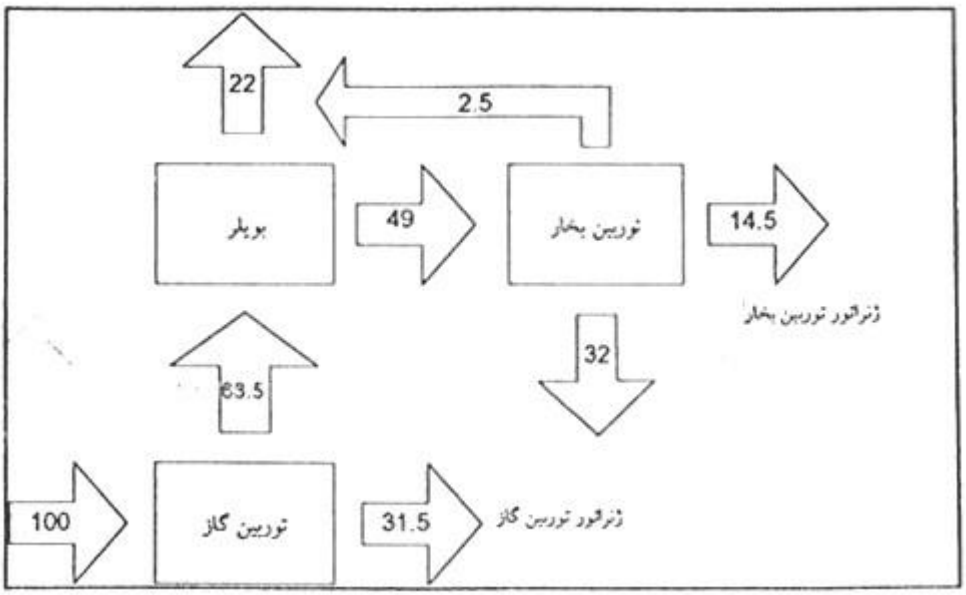
بر اساس نحوه استفاده از گاز خروجی، نیروگاه‌های سیکل ترکیبی به سه دسته تقسیم‌بندی می‌شوند.

الف) نیروگاه‌های سیکل ترکیبی بدون مشعل

در این نوع، دود خروجی از اگزوز توربین گاز که حجم بالا و دمای زیادی (دمای گاز خروجی در بار اسمی در حدود ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد است) دارد به بویلری هدایت می‌شود و به‌جای مشعل و سوخت در واحدهای بخاری، جهت تولید حرارت به کار می‌رود. بخار تولید شده نیز توربین بخار را به چرخش درمی‌آورد. این امر باعث بالارفتن راندمان مجموعه نیروگاهی می‌گردد، ضمن آنکه هزینه‌های سرمایه‌گذاری به‌ازای هر کیلووات تا حد قابل‌ملاحظه‌ای کاهش پیدا می‌کند. این مجموعه برای تولید برق پایه استفاده می‌شود و کارایی آن درصورتی‌که فقط برای تولید برق به کار رود تا ۵۰ درصد هم امکان افزایش را دارد.

در مناطق سردسیر با به‌کارگیری توربین بخار با فشار خروجی زیاد (Back pressure) به‌جای کندانسور و برج خنک‌کن در تامین آب گرم و بخار مصرفی گرمایش مناطق شهری و صنعتی نیز استفاده می‌شود که در این صورت راندمان تا ۸۰ درصد هم افزایش می‌یابد.

در شکل زیر شمای حرارتی نیروگاه‌های سیکل ترکیبی بدون مشعل آورده شده است:



شکل۲- شمای حرارتی نیروگاه‌های سیکل ترکیبی بدون مشعل

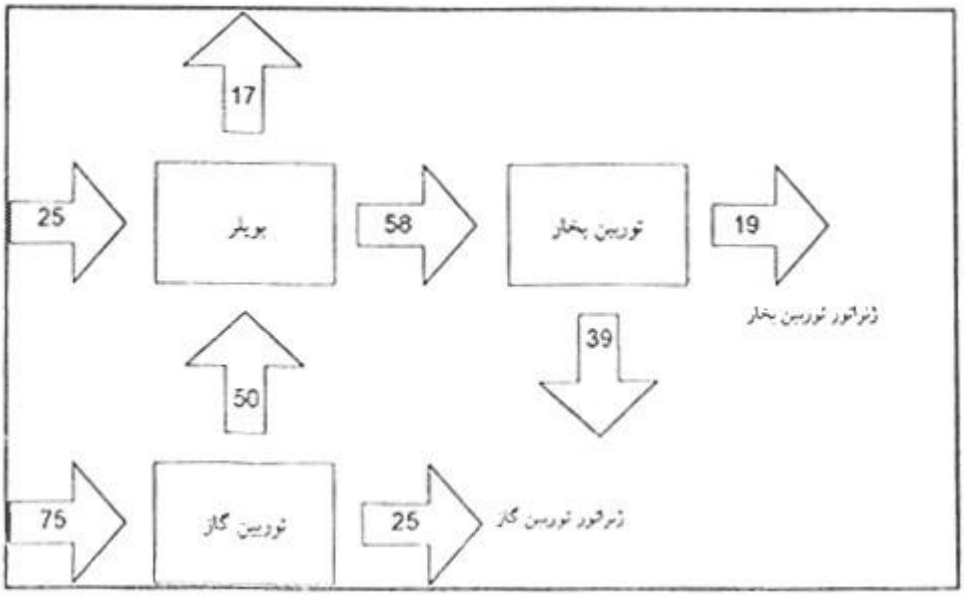
ب) نیروگاه‌های سیکل ترکیبی با سوخت اضافی (مشعل)

در نیروگاه‌های سیکل ترکیبی بدون مشعل، کارکرد بخش بخار وابستگی کامل به کارکرد توربین گاز دارد. در مواردی که نیاز به کارکرد دائمی بخش بخار وجود دارد با تعبیه مشعل در بویلر، به‌گونه‌ای که در صورت توقف بخش گاز کارکرد

قسمت بخار با اشکال مواجه نگردد، عملکرد مستقل این دو بخش تامین می‌شود و بدین ترتیب، این نوع نیروگاه‌های سیکل ترکیبی شکل‌گرفته‌اند.

این نوع سیکل ترکیبی عموماً به‌منظور بالابردن قدرت و جلوگیری از نوسانات قدرت توربین بخار با تغییر بار توربین گاز به کار گرفته می‌شود. امکان کارکرد واحد بخار در نقطه کار مناسب‌تر با تعبیه مشعل ساده، به‌کارگیری سوخت مناسب و استفاده از گاز داغ خروجی توربین گاز به‌عنوان هوای دم عملی است. قدرت واحد گاز و واحد بخار در حداکثر بار سیستم مساوی است. راندمان این نوع سیکل ترکیبی از واحد بخاری ساده بیشتر و از سیکل ترکیبی بدون مشعل کمتر می‌باشد. این نوع واحدها غالباً در مواردی که علاوه بر تامین انرژی الکتریکی، تامین آب مصرفی و یا بخار موردنیاز واحدهای صنعتی نیز مدنظر باشد، به کار می‌روند.

شکل زیر شمای حرارتی عمومی نیروگاه‌های سیکل ترکیبی با مشعل را نمایش می‌دهد:



شکل ۳- شمای حرارتی عمومی نیروگاه‌های سیکل ترکیبی با مشعل

ج) نیروگاه‌های سیکل ترکیبی جهت تامین هوای دم کوره بویلر

این نوع سیکل ترکیبی مشابهت زیادی با توربین بخار معمولی دارد با این تفاوت که در نیروگاه بخاری ساده از سیستم پیش گرم‌کن و فن تامین کننده هوای دم که خود مصرف‌کننده است استفاده می‌گردد این مدل از سیکل ترکیبی، سیستم

گرمایش و فن دمنده هوای احتراق کوره را توربین گاز برعهده گرفته است. بدین ترتیب راندمان واحد بخاری ساده با جانشین کردن سیستم تامین هوای دم با توربین گاز، به طور نسبی بهبود می‌یابد.

معمولاً این نوع سیکل ترکیبی در نیروگاه‌های بخاری بزرگ که سوخت آن زغال‌سنگ و یا مازوت می‌باشد، به کار می‌رود. قدرت تولیدی توربین گاز در این نوع سیکل حداکثر ۲۰ درصد قدرت تولید کل نیروگاه است.

۶-۴-۳- بررسی نیروگاه سیکل ترکیبی بدون مشعل

کاربرد گونه‌های مختلف سیکل‌های ترکیبی متفاوت می‌باشد ولی ازآنجایی‌که سیکل‌های ترکیبی بدون مشعل در ارتباط با تولید بار پایه و میانی از اولویت بیشتری برخوردار است (هزینه سرمایه‌گذاری کمتر، مدت‌زمان نصب و راه‌اندازی کمتر، راندمان بالاتر و قابلیت انعطاف بیشتر)، به همین دلیل صرفاً به تشریح این نوع چرخه‌ها می‌پردازیم.

هدف اصلی در این نوع سیکل‌های ترکیبی، استفاده مجدد از حرارت تلف شده اگزوز توربین گاز به‌منظور بالابردن بهره‌وری سوخت می‌باشد. جهت حصول به هدف فوق و به حداقل رساندن هزینه‌ها، سه رویه اجرایی در ابتدا مدنظر قرار گرفت و بر اساس آن سازندگان مختلف و تولیدکنندگان انرژی الکتریکی نسبت به نصب هر پنج گونه سیکل اقدام نمودند که در ادامه معرفی و تشریح می‌شوند:

- چند توربین گاز، چند بویلر و یک توربین بخار
- یک توربین گاز، یک بویلر و یک توربین بخار

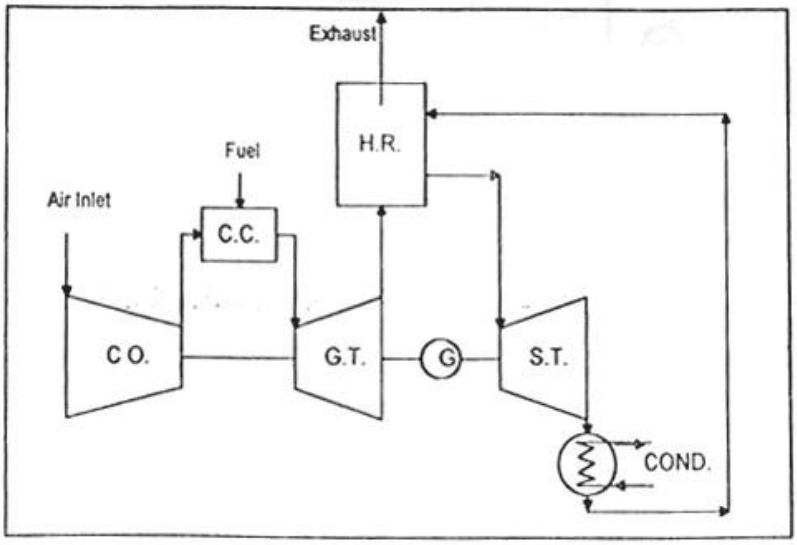
یک توربین گاز، یک بویلر و یک توربین بخار

آرایش این‌گونه سیکل‌های ترکیبی بر پایه تقلیل هزینه سرمایه‌گذاری اولیه می‌باشد و حاصل تجارب اولیه در زمینه کاربرد چند توربین گاز با یک ژنراتور می‌باشد.

در این روش محور توربین گاز و محور توربین بخار و محور ژنراتور مشترک بوده و به‌صورت مجموعه واحد عمل می‌کند.

طرز کار کلی سیستم به این صورت است که گاز حاصل از احتراق توربین گاز سبب به چرخش در آوردن توربین گاز می‌شود. گاز داغ خروجی از توربین گاز، ضمن عبور از بویلر و تولید بخار وارد اتمسفر می‌گردد. بخار تولیدی در بویلر، در توربین بخار منبسط شده و قسمتی دیگر از نیروی مکانیکی لازم جهت تولید انرژی الکتریکی در ژنراتور را تامین می‌کند.

طرح کلی این سیستم در شمای زیر منعکس می‌باشد:



شکل۴- نمای کلی یک توربین گاز، یک بویلر و یک توربین بخار

در این روش به سبب اینکه غالباً ضریب قابلیت بهره‌برداری توربین گاز از بویلر و توربین بخار کمتر می‌باشد، اگزوز کمکی برای توربین گاز بکار نمی‌رود و قابلیت بهره‌برداری کل مجموعه معادل توربین گاز خواهد بود و انجام بازدیدها و تعمیرات بویلر و توربین بخار منطبق با برنامه تعمیرات توربین گاز می‌باشد. به سبب عدم کاربرد اگزوز کمکی و نیز استفاده از ژنراتور مشترک، هزینه سرمایه‌گذاری پایین است. ضمناً در مواردی که تامین آب گرم مصرفی و یا گرمایش شهری موردنظر باشد معمولاً ژنراتور مستقل برای واحد بخار در نظر گرفته می‌شود.

به‌طورکلی محاسن و معایب این‌گونه سیستم‌ها به‌صورت زیر است:

مزایا

۱. هزینه سرمایه‌گذاری کمتر
۲. سادگی زیاد و نگه‌داری ساده‌تر
۳. هزینه تعمیرات پایین
٤. تلفات کمتر
٥. زمان نصب سریع‌تر

معایب

۱. عدم امکان بهره‌برداری از توربین گاز در صورت وجود عیب بر روی تجهیزات بخار (عدم قابلیت انعطاف)

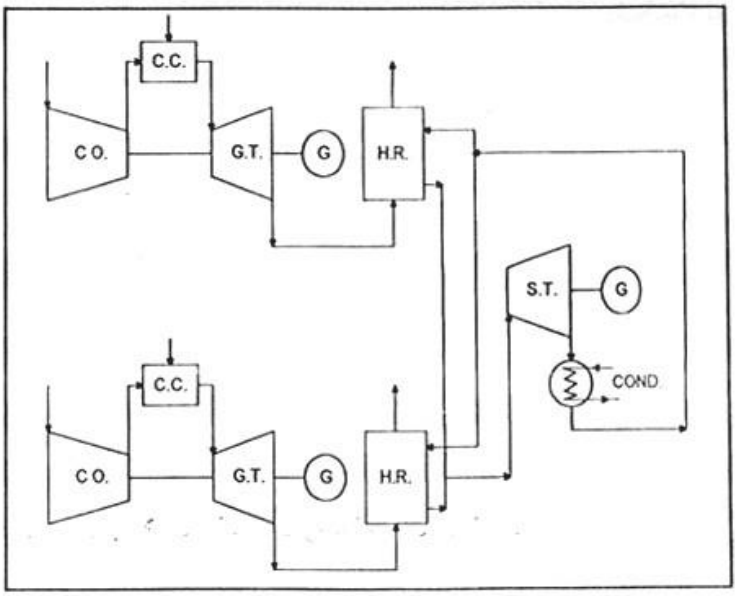
۲. وجود تلفات زیاد انرژی در نیم بار

بدین ترتیب معمولاً این‌گونه آرایش در سیکل ترکیبی به کار می‌رود که هدف از احداث آن تولید و تامین بار پایه باشد.

دو یا چند توربین گاز، دو یا چند بویلر و یک توربین بخار

به‌جز حالات استثنا، متداول‌ترین گونه در این نحوه آرایش، دو توربین گاز با بویلر های مربوطه و یک توربین بخار می‌باشند.

نحوه آرایش این نوع واحدها به شکل زیر است:



شکل۵- نمای کلی دو یا چند توربین گاز، دو یا چند بویلر و یک توربین بخار

در این روش معمولاً ۳/۱ از انرژی الکتریکی را توربین بخار و ۳/۲ آن را توربین گاز تولید می‌نماید.

گاز داغ خروجی از هر توربین گاز مستقیماً وارد بویلر مخصوص به خود می‌گردد. بخار خروجی از بویلر نیز وارد هدر (Header)مشترک شده و توربین بخار را تغذیه می‌نماید.

ازآنجایی‌که قابلیت بهره‌برداری بویلر و توربین بخار بیش از توربین گاز می‌باشد در این آرایش این امکان وجود دارد که در صورت توقف یک واحد گازی، واحدهای گازی دیگر بتوانند به همراه توربین بخار کار کنند.

قدرت ژنراتور واحدهای گازی و واحد بخار مشابه می‌باشد. متناسب با سلیقه بهره‌برداری می‌توان با تعبیه اگزوز کمکی در حدفاصل توربین گاز و بویلر، کارکرد مستقل توربین گاز را (در صورت توقف توربین بخار یا بویلر) فراهم نمود.

در این روش ایجاد امکان تعمیرات بر روی بویلر ضروری می‌باشد که مستلزم تعبیه دمپرهای مناسب است. (دمپر وسیله‌ای است که در محل خروج گاز داغ از توربین گاز قرار می‌گیرد و با ایستادن در وضعیت‌های مختلف، امکان انتقال گاز داغ را به اگزوز و یا بویلر فراهم می‌آورد.) البته وجود دمپر مستلزم انجام تعمیرات خاص و بازدیدهای ویژه می‌باشد که این امر به نوبه خود باعث کاهش قابلیت بهره‌برداری می‌گردد. همچنین وجود دمپر در درازمدت باعث تلفات گاز داغ می‌گردد که نهایتاً کاهش راندمان را در پی خواهد داشت.

برخی سازندگان و تولید کنندگان انرژی الکتریکی جهت ایجاد امکان بهره‌برداری غیر هم‌زمان توربین گاز و بخار، به‌جای اگزوز کمکی، کندانسور کمکی را توصیه می‌نماید. حسن این روش این است که ضمن ایجاد امکان بهره‌گیری از توربین گاز در مواقع توقف توربین بخار و جلوگیری از تلفات گاز داغ از طریق اگزوز کمکی، راه‌اندازی سریع بویلر و توربین بخار را باعث می‌گردد. این روش بیشتر در مواردی که فروش بخار و یا آب گرم مصرف شهری و صنعتی نیز مدنظر باشد مورداستفاده قرار می‌گیرد.

محاسن و معایب سیستم دو یا چند توربین گاز، دو یا چند بویلر و یک توربین بخار در قیاس با واحد بخاری ساده به‌صورت زیر است:

مزایا

۱. هزینه سرمایه‌گذاری کمتر
۲. امکان اجرای مرحله‌ای طرح
۳. زمان نصب کوتاه‌تر
٤. قابلیت انعطاف بیشتر و امکان بهره‌برداری جزءبه‌جزء
٥. راندمان بیشتر در حالت نیم بار

معایب

۱. نیاز به سوخت مرغوب‌تر
۲. عوامل کنترل بیشتر

این‌گونه آرایش در مواردی که هدف تامین بار پایه و میانی است به کار می‌رود.

چند توربین گاز، یک بویلر و یک توربین بخار

علت اصلی مطالعه بر روی این‌چنین آرایشی کاهش شدید هزینه سرمایه‌گذاری می‌باشد در ابتدای امر به سبب عدم تقارن توربین گاز و یک بویلر و عدم امکان توزیع یکنواخت گاز داغ به داخل بویلر، خوردگی و فرسودگی‌های ایجاد شده ناشی از آن باعث شد مطالعه بر روی این نوع آرایش‌ها مردود شناخته شود. بااین‌حال در صورت موفقیت در بهره‌گیری از این نوع آرایش، در واقع ضریب آمادگی سیستم وابستگی کامل به بویلر پیدا می‌کرد.

در عمل به علت اینکه امکان کارکرد هم‌زمان توربین‌های گازی، بویلر و توربین بخار کم است و نیز گاز داغ را نمی‌توان در حالات مختلف به طور یکنواخت در بویلر توزیع نمود، این روش تولیدی با اقبال مواجه نگردید.

یک توربین گاز، یک بویلر و چند توربین بخار

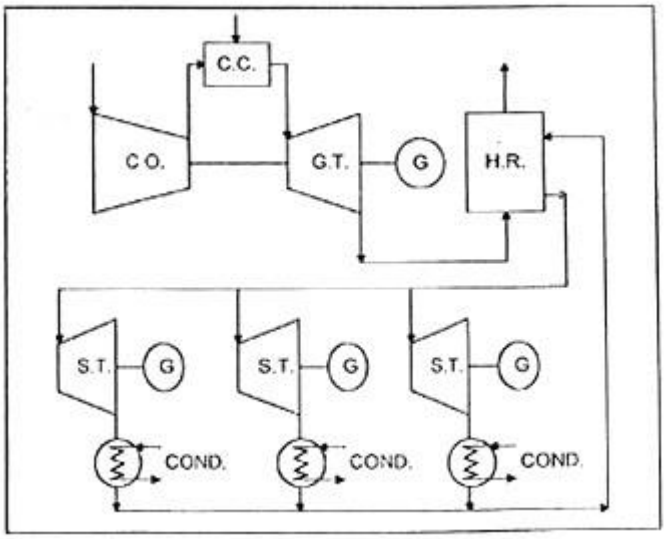
قدمت زیاد واحدهای بخاری و امکان بازسازی مجدد آنها و شرایط کار این‌گونه واحدها باعث شد که غالب تولیدکنندگان انرژی الکتریسیته به فکر بازسازی این‌گونه واحدها با استفاده از واحدهای گازی بیافتند. در این روش ضمن ایجاد امکان به‌کارگیری مجدد از سرمایه‌گذاری انجام شده، می‌توان نسبت به افزایش راندمان واحدهای قدیمی‌تر نیز اقدام کرد.

بازسازی و نوسازی نیروگاه‌های بخار جهت تبدیل به سیکل ترکیبی تنها برای واحدهای گازسوز و یا با سوخت مایع امکان‌پذیر است.

این روش بدان جهت قوت گرفت که غالباً قسمت حساس واحدهای بخاری یعنی بویلر آنها، معمولاً پس از مدتی کارکرد نیاز به بازسازی کامل دارد در صورتی که توربین و سایر متعلقات آن با انجام تعمیرات جزئی قابل‌استفاده مجدد می‌باشند. بدین ترتیب با تلفیق تکنولوژی قدیمی (توربین بخار) که دارای شرایط کار قابل انطباق با شرایط تکنولوژی جدید توربین گاز می‌باشد، شرایط بهره‌برداری مناسبی از توربین گاز جدید و توربین بخار قدیمی فراهم می‌آید.

به‌عنوان‌مثال در صورتی که هدف بازسازی سه واحد بخار ۲۰ مگاواتی باشد، می‌توان به‌جای نوسازی سه بویلر، با نصب یک واحد توربین گاز ۱۲۰ مگاواتی و یک بویلر بدون مشعل، ضمن افزایش قدرت مجموعه به ۱۸۰ مگاوات، با اندکی سرمایه‌گذاری بیشتر راندمان مجموعه را از ۳۰ درصد که در صورت کارکرد مستقل هرکدام حاصل می‌شود، به بیش از ۴۰ درصد افزایش داد که البته این افزایش ۱۰ درصدی در راندمان، هزینه‌های سوخت را به میزان ۳/۱ کاهش خواهد داد.

مدل مربوط به این طرح در شکل زیر آورده شده است:



شکل ۶- نمای کلی یک توربین گاز، یک بویلر و چند توربین بخار

۳-۴-۷- اطلاعات فنی اولیه برای احداث نیروگاه :

مساحت مورد نیاز برآوردی به ازای هر مگاوات نیروگاه ۷۰-۱۰۰ متر مربع

طول دوره احداث ۱۰ماه الی ۱۲ ماه

جدول ۷- برنامه فیزیکی پروژه

ظرفیت تولید برق		مگا وات (MW)	
		۵۰۰	
زمین		مساحت (مترمربع)	پارکینگ
		۵۰۰۰۰۰	
ساخت نیروگاه سیکل ترکیبی	سازه فلزی (تن)	۱۴۵۰	
	فونداسیون (مترمکعب)	۲۸۰۰۰	
تجهیزات	توربو کمپرسور و تجهیزات وابسته به آن	شامل کلیه تجهیزات جانبی ازجمله؛ اتاق احتراق و مشعل ها، سیستم کنترل و حفاظت، سیستم روغن کاری، سیستم روغن هیدرولیک، پوشش های عایق، سیستم سوخت رسانی گاز و گازوئیل، سیستم اطفاء حریق، تجهیزات هوای ورودی و فیلترها، تجهیزات اگزوز و	
	ژنراتور	سیستم کنترل ،GCB به همراه سیستم تحریک، باس داکتها	
	تجهیزات الکتریکی، حفاظت و کنترل	انواع ترانس، سیستم های اندازه گیری، کنترل و حفاظت، UPS&DC مجموعه اینورتورها و رکتیفایرها، سیستم های ، LV&MV باطری ها و تابلوهای توزیع، تابلوهای مجموعه اتاق فرمان و	
	ترانسفورماتور اصلی		
	ترانسفورماتور واحد		
	تجهیزات سوخت مایع	سیستم آنلودینگ سوخت گازوئیل همراه با پمپ ها و لوله های انتقال سوخت، سیستم فورواردینگ سوخت همراه با پمپخانه، ۵ عدد مخزن ذخیره سوخت مایع به ظرفیت هر یک ۲۰۰۰۰ مترمکعب	
	دیزل ژنراتور اضطراری	همراه تابلوهای توزیع	
	سیستم اطفاء حریق	دو دستگاه دیزل پمپ آب آتش نشانی، دو دستگاه الکتروپمپ آب آتش نشانی، مجموعه شیر آلات، سیستم هیدرانت و ...	
	ایستگاه تقلیل فشار گاز		
	تجهیزات تهویه مطبوع	شامل انواع اسپلیت و پکیج های سرمایش	
	جرثقیل سقفی سالن توربین	دارای دو وینچ به ظرفیت های ۱۵ و ۶۵ تن با ریل سراسری سالن های چهار واحد	

۳-۵- برآوردهای مالی و اقتصادی

۳-۵-۱- مفروضات آنالیز

- ✓ نرخ تورم سالانه وارد بر هزینه‌ها و درآمدهای پروژه: ۲۰٪ (میانگین نرخ تورم بر هزینه براساس تورم شاخص بهای مصرف کننده، و میانگین نرخ تورم بر هزینه براساس تورم شاخص بهای تولیدکننده، در طی ۲۰ سال (۹۹-۱۳۸۰) براساس آمار بانک مرکزی ایران تعیین شده است)
- ✓ نرخ تنزیل سالانه معادل ۲۳٪ و نرخ مالیات معادل ۲۵٪ فرض گردیده است.
- ✓ دوران ساخت و راه اندازی یک سال و دوران بهره برداری ۲۰ سال درنظر گرفته شده است.
- ✓ کلیه ارقام ریالی به میلیون ریال می‌باشد و نرخ تبدیل ارز معادل ۳۵۰،۰۰۰ ریال به ازای هر دلار فرض شده است.
- ✓ برآورد هزینه‌ها و قیمت‌ها، بر اساس استعلام از فروشندگان، نمونه‌های مشابه و ضوابط استاندارد صورت گرفته است.

۳-۵-۲- سرمایه گذاری ثابت

هزینه خرید، و تجهیز در قسمت سرمایه گذاری ثابت قرار می‌گیرد که بر اساس بررسی نمونه‌های مشابه و نظر کارشناسان برآورد گردیده اند. سرمایه گذاری ثابت در سال اول و دوم اتفاق خواهد افتاد.

جدول ۸- اقلام هزینه ثابت سرمایه گذاری

جمع کل هزینه های سرمایه گذاری ثابت		
ردیف	شرح	هزینه کل (میلیون ریال)
۱	زمین و محوطه سازی	۱,۳۵۰,۰۰۰
۲	ساخت نیروگاه سیکل ترکیبی	۱۴,۷۹۸,۶۵۶
۳	تجهیزات	۶۹,۳۱۳,۹۲۰
۴	مدیریت و نیروی انسانی	۱۲,۶۱۶,۸۸۶
جمع کل		**۹۸,۰۷۹,۴۶۲**

۳-۵-۳- هزینه‌های بهره برداری

هزینه بهره برداری که بر اساس بررسی نمونه‌های مشابه و نظر کارشناسان برآورد گردیده اند، از سال سوم بطور سالیانه بر مبنای میزان بهره‌گیری از ظرفیت بالقوه در سال های مختلف معادل ۹۵ درصد اتفاق خواهد افتاد.

جدول ۹- اقلام هزینه بهره برداری به تفکیک ثابت و متغیر

ردیف	شرح	هزینه کل (میلیون ریال)	ثابت		متغیر	
			درصد	ارزش	درصد	ارزش
۱	حقوق و دستمزد	۵۰۲,۸۰۰	۷۰٪	۳۵۱,۹۶۰	۳۰٪	۱۵۰,۸۴۰
۲	سوخت	۱۰۹,۵۰۰	۲۰٪	۲۱,۹۰۰	۸۰٪	۸۷,۶۰۰
۳	نگهداری و تعمیرات	۴,۲۵۲,۴۲۲	۲۰٪	۸۵۰,۴۸۴	۸۰٪	۳,۴۰۱,۹۳۸
۴	پیش بینی نشده	۱۴۵,۹۴۲	۰٪	۳۶,۷۳۰	۱۰۰٪	۱۰۹,۲۱۱,۳۴
۵	هزینه استهلاک	۹,۶۷۲,۹۴۶	۱۰۰٪	۹,۶۷۲,۹۴۶	۰٪	-
جمع		**۱۴,۶۸۳,۶۱۰**		**۱۰,۹۳۴,۰۲۱**		**۳,۷۴۹,۵۸۹**

۳-۵-۴- پیش بینی درآمدهای طرح

درآمدهای سالانه بهره برداری به قرار جدول زیر است.

جدول ۱۰- درآمدهای پروژه

ردیف	شرح	ظرفیت سالانه (کیلووات ساعت)	بهای واحد (ریال)	بهای واحد (میلیون ریال)	بهای کل سالانه (میلیون ریال)
۱	فروش برق به شبکه	۴,۳۸۰,۰۰۰,۰۰۰	۷۰۰۰	۰.۰۰۷	۳۰,۶۶۰,۰۰۰
جمع					**۳۰,۶۶۰,۰۰۰**

۵-۶-۳- جریان نقدی طرح

جدول ۱۱- جریان نقدی پروژه (با احتساب تورم)

ردیف	شرح	سال ۰	سال ۱	سال ۲	سال ۳	سال ۴	سال ۵	سال ۶	سال ۷	سال ۸	سال ۹	سال ۱۰	سال ۱۱	سال ۱۲	سال ۱۳	سال ۱۴	سال ۱۵	سال ۱۶	سال ۱۷	سال ۱۸	سال ۱۹	سال ۲۰
۱	هزینه های ثابت سرمایه گذاری	۲۹,۴۲۳,۸۳۹	۸۲,۳۸۶,۷۴۸	-																		
۲	هزینه های بهره برداری	-	-	۱۶,۸۸۸,۳۰۲	۱۸,۳۳۱,۳۷۴	۲۰,۰۶۳,۰۵۹	۲۲,۱۴۱,۰۸۲	۲۴,۶۳۴,۷۰۹	۲۷,۶۲۷,۰۶۱	۳۱,۲۱۷,۸۸۴	۳۵,۵۲۶,۸۷۲	۴۰,۶۹۷,۶۵۷	۴۶,۹۰۲,۵۹۹	۵۴,۳۴۸,۵۳۰	۶۳,۲۸۳,۶۴۷	۷۴,۰۰۵,۷۸۷	۸۶,۸۷۲,۳۵۵	۱۰۲,۳۱۲,۲۳۷	۱۲۰,۸۴۰,۰۹۵	۱۴۳,۰۷۳,۵۲۵	۱۶۹,۷۵۳,۶۴۰	۲۰۱,۷۶۹,۷۷۹
۴	درآمدهای بهره برداری	-	-	۴۴,۱۵۰,۴۰۰	۵۲,۹۸۰,۴۸۰	۶۳,۵۷۶,۵۷۶	۷۶,۲۹۱,۸۹۱	۹۱,۵۵۰,۲۶۹	۱۰۹,۸۶۰,۳۲۳	۱۳۱,۸۳۲,۳۸۸	۱۵۸,۱۹۸,۸۶۶	۱۸۹,۸۳۸,۶۳۹	۲۲۷,۸۰۶,۳۶۶	۲۷۳,۳۶۷,۶۴۰	۳۲۸,۰۴۱,۱۶۸	۳۹۳,۶۴۹,۴۰۱	۴۷۲,۳۷۹,۲۸۱	۵۶۶,۸۵۵,۱۳۸	۶۸۰,۲۲۶,۱۶۵	۸۱۶,۲۷۱,۳۹۸	۹۷۹,۵۲۵,۶۷۸	۱,۱۷۵,۴۳۰,۸۱۴
۵	سود (زیان) قبل از کسر	-۲۹,۴۲۳,۸۳۹	-۸۲,۳۸۶,۷۴۸	۲۷,۲۶۲,۰۹۸	۳۴,۶۴۹,۱۰۶	۴۳,۵۱۳,۵۱۷	۵۴,۱۵۰,۸۰۹	۶۶,۹۱۵,۵۶۱	۸۲,۲۳۳,۲۶۲	۱۰۰,۶۱۴,۵۰۴	۱۲۲,۶۷۱,۹۹۴	۱۴۹,۱۴۰,۹۸۲	۱۸۰,۹۰۳,۷۶۷	۲۱۹,۰۱۹,۱۱۰	۲۶۴,۷۵۷,۵۲۱	۳۱۹,۶۴۳,۶۱۴	۳۸۵,۵۰۶,۹۲۶	۴۶۴,۵۴۲,۹۰۱	۵۵۹,۳۸۶,۰۷۰	۶۷۳,۱۹۷,۸۷۴	۸۰۹,۷۷۲,۰۳۸	۹۷۳,۶۶۱,۰۳۴
۶	مالیات	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۱۱۶,۱۳۵,۷۲۵	۱۳۹,۸۴۶,۵۱۸	۱۶۸,۲۹۹,۴۶۸	۲۰۲,۴۴۳,۰۰۹	۲۴۳,۴۱۵,۲۵۹
۷	استهلاک	-	-	۹,۶۷۲,۹۴۶	۹,۶۷۲,۹۴۶	۹,۶۷۲,۹۴۶	۹,۶۷۲,۹۴۶	۹,۶۷۲,۹۴۶	۹,۶۷۲,۹۴۶	۹,۶۷۲,۹۴۶	۹,۶۷۲,۹۴۶	۹,۶۷۲,۹۴۶	۹,۶۷۲,۹۴۶	۹,۶۷۲,۹۴۶	۹,۶۷۲,۹۴۶	۹,۶۷۲,۹۴۶	۹,۶۷۲,۹۴۶	۹,۶۷۲,۹۴۶	۹,۶۷۲,۹۴۶	۹,۶۷۲,۹۴۶	۹,۶۷۲,۹۴۶	۹,۶۷۲,۹۴۶
۸	خالص جریان نقدی	-۲۹,۴۲۳,۸۳۹	-۸۲,۳۸۶,۷۴۸	۳۶,۹۳۵,۰۴۴	۴۴,۳۲۲,۰۵۳	۵۳,۱۸۶,۴۶۳	۶۳,۸۲۳,۷۵۶	۷۶,۵۸۸,۵۰۷	۹۱,۹۰۶,۲۰۸	۱۱۰,۲۸۷,۴۵۰	۱۳۲,۳۴۴,۹۴۰	۱۵۸,۸۱۳,۹۲۸	۱۹۰,۵۷۶,۷۱۳	۲۲۸,۶۹۲,۰۵۶	۲۷۴,۴۳۰,۴۶۷	۲۴۹,۴۰۵,۶۵۷	۲۹۸,۸۰۳,۱۴۱	۳۵۸,۰۸۰,۱۲۲	۴۲۹,۲۱۲,۴۹۹	۵۱۴,۵۷۱,۳۵۱	۶۱۷,۰۰۱,۹۷۴	۷۳۹,۹۱۸,۷۲۲

۹	جریان نقدی تجمعی عادی	-۲۹,۴۲۳,۸۳۹	-۱۱۱,۸۱۰,۵۸۶	-۷۴,۸۷۵,۵۴۳	-۳۰,۵۵۳,۴۹۰	۲۲,۶۳۲,۹۷۳	۸۶,۴۵۶,۷۲۹	۱۶۳,۰۴۵,۲۳۵	۲۵۴,۹۵۱,۴۴۴	۳۶۵,۲۳۸,۸۹۳	۴۹۷,۵۸۳,۸۳۳	۶۵۶,۳۹۷,۷۶۱	۸۴۶,۹۷۴,۴۷۴	۱,۰۷۵,۶۶۶,۵۳۰	۱,۳۵۰,۰۹۶,۹۹۷	۱,۵۹۹,۵۰۲,۶۵۴	۱,۸۹۸,۳۰۵,۷۹۵	۲,۲۵۶,۳۸۵,۹۱۷	۲,۶۸۵,۵۹۸,۴۱۶	۳,۲۰۰,۱۶۹,۷۶۷	۳,۸۱۷,۱۷۱,۷۴۲	۴,۵۵۷,۰۹۰,۴۶۴

۶-۶-۳- فاکتورهای اقتصادی طرح

جدول ۱۲- فاکتورهای اقتصادی پروژه

	بدون تورم	با احتساب تورم
دوره بازگشت سرمایه	**سال پنجم بهره برداری**	**سال چهارم بهره برداری**
خالص ارزش فعلی (NPV)	۲,۷۴۸,۱۵۱ میلیون ریال	۲۴۹,۴۳۳,۴۱۳ میلیون ریال
نرخ بازده داخلی (IRR)	۲۴٪	۴۸٪

پروژه، پس از ۲۰ سال دارای نرخ بازدهی ۲۴ درصد و خالص ارزش فعلی مثبت است و لذا دارای توجیه اقتصادی است. همچنین سرمایه پروژه در سال پنجم بهره‌برداری بازگشت خواهد نمود. پروژه با در نظر گرفتن نرخ تورم بر اقلام هزینه‌ای و درآمدی نیز پس از ۴ سال از آغاز بهره برداری سرمایه بازگشت نموده و نرخ بازده داخلی ۴۸ درصد می باشد.