دانشکده مهندسی مکانیک

بهینه سازی تبدیل نیروگاه بخار به سیستم تولید همزمان برق و حرارت بوسیله انجام بازتوانی گرمایش آب تغذیه موازی

نگارش

سمیه سادات فانی یزدی

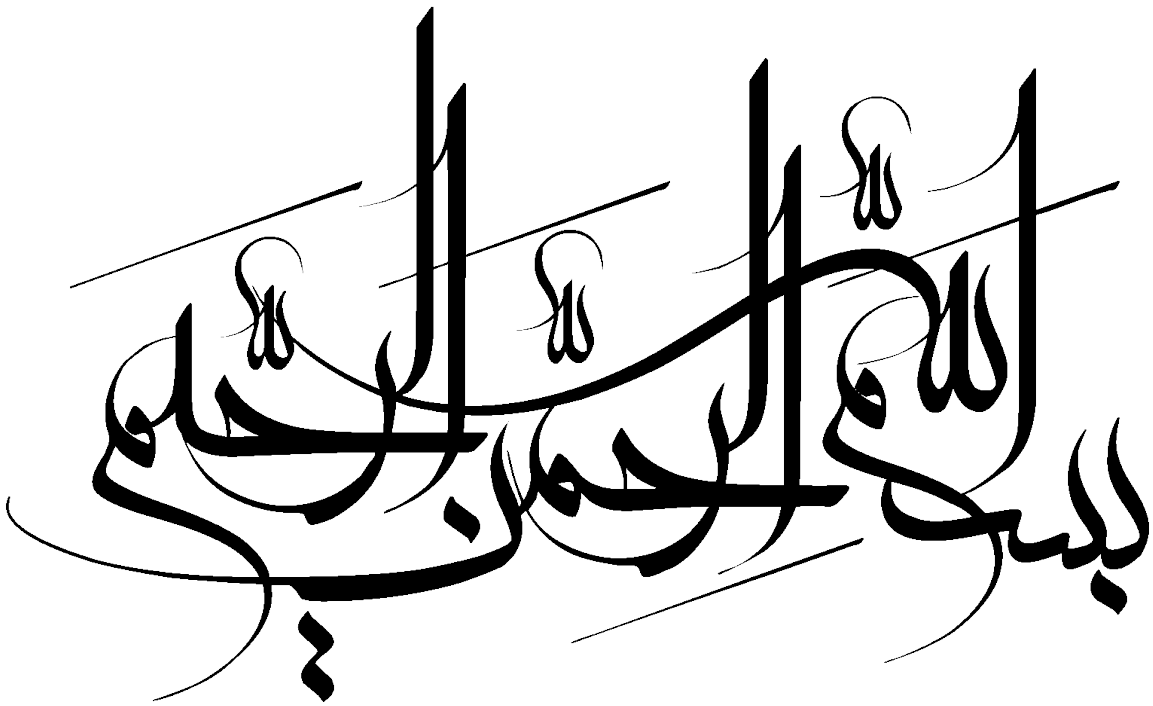
استاد راهنما: جناب آقای دکتر کریم مقصودی مهربانی

استاد مشاور: جناب آقای مهندس عبدالله مهرپناهی

پایان نامه باری دریافت درجه کارشناسی ارشد

رشته مهندسی مکانیک–تبدیل انرژی

بهمن ماه ۱۳۹۲


بسم الله الرحمن الرحيم

فهرست عناوین

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه و تاریخچه

۱-۱- تامین برق از نیروگاه ها

۱-۲- نیروگاه های بخار

۱-۳- بازتوانی

۱-۴- تولید همزمان

۱-۵- مقدمه پایانی

فصل دوم: بررسی ضرورتهای بومی انجام عملیات بازتوانی و تولید همزمان

۲-۱- بررسی آماری وضعیت نیروگاه های کشور

۲-۲- عوامل محرک در انجام بازتوانی

۲-۳- اهداف مد نظر از انجام بازتوانی

فصل سوم: مبانی نظری انجام عملیات بازتوانی و تولید همزمان

۳-۱- معرفی کلی سیکل نیروگاه بخار

۳-۲- عوامل افزایش راندمان سیکل رانکین

۳-۲-۱- افزایش راندمان سیکل با ایجاد تغییرات در سیکل رانکین

۳-۲-۲- افزایش بازده سیکل رانکین با ترکیب آن با سیکلهای دیگر

۳-۴- انواع روش های بازتوانی

۳-۵- معیارهای لازم برای واجد شرایط بودن یک نیروگاه بخار برای بازتوانی

۳-۵-۱- عمر باقی مانده

۳-۵-۲- شرایط سیکل بخار موجود

۳-۵-۳- ارتفاع سایت و دمای محیط

۳-۵-۴- میزان ظرفیت افزوده و اندازه واحد موجود

۳-۵-۵- انتظارات از نیروگاه بازتوانی شده

۳-۵-۶- هزینه سوخت و در دسترس بودن

۳-۵-۷- فضای موجود در نیروگاه

۳-۵-۸- ظرفیت انتقال توان

۳-۵-۹- میزان دسترسی به آب

۳-۶- روش گرمایش آب تغذیه

۳-۶-۱- تشریح انجام عملیات بازتوانی

۳-۶-۲- تجهیزات جدید مورد نیاز

۳-۷- تولید همزمان برق و حرارت

۳-۷-۱- روشهای تولید همزمان

فصل چهارم: تحلیل اگزرژی و ترمواکونومیک(اگزرژی اکونومیک)

۴-۱- مقدمه

۴-۲- تحلیل اگزرژی

۴-۲-۱- اجزاء اگزرژی

۴-۲-۲- تعاریف ومفاهیم اساسی

۴-۲-۳- معادله اگزرژی و انهدام اگزرژی

۴-۳- تحلیل اقتصادی

۴-۳-۱- تخمین سرمایه گذاری اولیه

۴-۳-۲- محاسبه درآمد مورد نیاز

۴-۳-۳- هزینه های طبقه بندی شده

۴-۳-۴- آنالیز حساسیت

۴-۳-۵- تحلیل ترمواکونومیک

۴-۳-۶- هزینه گذاری اگزرژی

۴-۴- معادله هزینه

۴-۴-۱- معادلات کمکی هزینه گذاری

۴-۵- محاسبه ترمواکونومیک

۴-۵-۱- متغیرهای ترمواکونومیکی

۴-۵-۲- محاسبه طراحی

فصل پنجم: مدل سازی

۵-۱- مقدمه

۵-۲- معرفی نیروگاه بخار شهید رجایی

۵-۳- چگونگی بازتوانی سیکل نیروگاه شهید رجایی

۵-۳-۱- تعیین مقدار و موقعیت بهینه کاهش زیرکشها

۵-۳-۲- مدل سازی توربین گاز

۵-۴- تحلیل اگزرژی سیکل

۵-۴-۱- معادلات تعادل اگزرژی

۵-۴-۲- بازدهی اگزرژی

۵-۵- تحلیل ترمواکونومیک سیکل

۵-۵-۱- هزینه گذاری اگزرژی

۵-۵-۲- معادله هزینه

۵-۵-۳- محاسبه ترمواکونومیک

۵-۶- مدل سازی سیستم تولید همزمان

۵-۶-۱- چگونگی تبدیل نیروگاه به تولید همزمان

۵-۶-۲- مدل سازی بخش CHP

فصل ششم: تحلیل نتایج

۶-۱- مقدمه

۶-۲- روش الگوریتم ژنتیک

۶-۳- بهینه سازی

۶-۳-۱- بهینه سازی تابع هدف بازدهی اگزرژی

۶-۳-۲- بهینه سازی تابع هدف فاکتور بهروری اقتصادی

۶-۴- تاثیر بخش تولید همزمان حرارت در بازدهی سیکل نیروگاه

۶-۴-۱- بهینه سازی متغیرهای بازدهی به روش الگوریتم ژنتیک

فهرست جدول ها

عنوان **صفحه**

جدول۲-۱ ترکیب نیروگاه های بهره برداری شده تا پایان سال ۱۳۹۰

جدول ۲-۲ ترکیب نیروگاه های در حال توسعه یا احداث تا پایان سال ۱۳۹۳

جدول۲-۳ بازدهی ایده آل نیروگاه های حرارتی و بازدهی آنها در سال ۹۰ ایران

جدول ۲-۴ صرفه جویی ریالی با افزایش یک درصد بازدهی نیروگاه های حرارتی در سال۸۹

جدول ۲-۵ مشخصات نیروگاه های بخار ایران سال ۱۳۸۹

جدول۳-۱ برخی خصوصیات روش FWHR , HWBR

جدول۴-۱ مقادیر اگزرژیهای شیمیایی استاندارد مواد انتخابی در دو مدل مرجع محیطی اگزرژی

جدول ۴-۲ تعریف سوخت و تولیدات برای اجزاء انتخابی سیستم در شرایط پایدار

جدول ۴-۳ تعریف مربوط به $\dot{C}_P$ و $\dot{C}_F$ برای اجزاء انتخاب شده در حالت پایدار

جدول ۵-۱ مشخصات ترمودینامیکی نقاط مختلف مدلسازی سیکل نیروگاه شهید رجایی

جدول۵-۲ معادلات تعادل اگزرژی برای اجزای نیروگاه

جدول۵-۳ مشخصات اجزای نیروگاه بازتوانی شده شهید رجایی

جدول۵-۴ $\dot{Z}_k$ برای سیکل بخار بازتوانی شده نیروگاه شهید رجایی

جدول۵-۵ معادلات هزینه محاسبه هزینه های واحد اگزرژی جریان های خروجی در نیروگاه شهید رجایی

جدول۵-۶ مشخصات ترمواکونومیک سیکل تولید همزمان باتوانی شده نیروگاه شهید رجایی

جدول۶-۱ خصوصیات سیکل پس از بازتوانی در بهترین حالت زیرکش ها (درصد)

جدول۶-۲ بهترین مقدار تابع هدف و دبی زیرکش تربین های فشار بالا در این روش

جدول ۶-۳ بهترین مقدار تابع هدف و دبی زیرکش تربین های فشار بالا و پایین در این روش

جدول۶-۴ نتیجه بهینه سازی دبی زیرکش ها به روش الگوریتم ژنتیک و آنالیز حساسیت

جدول۶-۵ طبقه بندی نزولی اجزای نیروگاه بر حسب اهمیت هزینه ای

جدول۶-۶ خصوصیات سیکل پس از بازتوانی در بهترین حالت زیرکش ها (درصد)

جدول ۶-۷ بهترین مقدار فاکتور بهروری هزینه و دبی زیرکش توربین های فشار بالا و پایین در این روش

جدول۶-۸ نتیجه بهینه سازی دبی زیرکش ها به روش الگوریتم ژنتیک و آنالیز حساسیت

جدول ۶-۹ مقایسه متغیرهای بازدهی قبل و بعد از اضافه کردن بخش CHP به سیکل نیروگاه

جدول ۶-۱۰ نتایج بهینه سازی توابع هدف با اضافه شدن بخش CHP به روش الگوریتم ژنتیک

فهرست نمودارها

عنوان **صفحه**

نمودار۲-۱ سهم تولید برق نیروگاهها در ایران سال ۱۳۹۰

نمودار۲-۲ مقایسه بازدهی نیروگاه های حرارتی در ایران با بازدهی ایده آل

نمودار۲-۳ مقایسه بازدهی نیروگاه های بخار ایران با متوسط جهانی در سال ۱۳۹۰

نمودار۳-۱ تغییرات تقریبی بار خروجی توربین برحسب دمای محیطی در یک ارتفاع مشخص از سطح دریا

نمودار۳-۲ افزایش تقریبی در نرخ حرارت بار پایه بر حسب دمای محیط

نمودار۶-۱ تغییرات توان تولیدی توربین ها با کاهش دبی زیر کشها

نمودار۶-۲ تغییرات توان توربین گاز مورد نیاز با افزایش توان تولیدی بوسیله کاهش دبی زیرکش های توربین های بخار

نمودار۶-۳ تغییرات بازدهی اگزرژی و بازدهی ترمودینامیکی در تغییرات به تفکیک زیر کش توربین های فشار بالا

نمودار۶-۴ تغییرات بازدهی اگزرژی و بازدهی ترمودینامیکی در تغییرات به تفکیک زیر کش توربین های فشار پایین

نمودار۶-۵ تغییرات بازدهی اگزرژی و بازدهی ترمودینامیکی در تغییرات به تفکیک زیر کش توربین های فشار بالا و شرایط معین توربین های فشار پایین

نمودار۶-۶ تغییرات تابع هدف بازدهی اگزرژی بر حسب تغییرات همزمان دبی زیرکش توربین های فشاز بالا

نمودار۶-۷ تغییرات تابع هدف اگزرژی بر حسب تغییرات همزمان زیرکش توربین های فشار پایین در بهترین مقدار زیرکش توربین های فشار بالا

نمودار۶-۸ تغییرات فاکتور بهروری هزینه با تغییر دبی زیرکش توربین ها

نمودار۶-۹ تغییرات فاکتور بهروری برای lpt1 بر حسب تغییرات همزمان دبی زیرکش توربین های فشاز بالا

نمودار۶-۱۰ تغییرات فاکتور بهروری برای lpt2 بر حسب تغییرات همزمان دبی زیرکش توربین های فشاز بالا

نمودار۶-۱۱ تغییرات فاکتور بهروری برای lpt3 بر حسب تغییرات همزمان دبی زیرکش توربین های فشار بالا

فهرست شکل ها

عنوان **صفحه**

شکل۳-۱ سیکل رنکین و دیاگرام دما-آنتروپی

شکل۳-۲ افزایش راندمان با کاهش فشار کندانسور

شکل۳-۳ افزایش راندمان با فوق گرم کردن بخار

شکل۳-۴ افزایش راندمان با افزایش فشار کارکرد

شکل۳-۵ سیکل رانکین با بازگرمایش و فوق گرمکن

شکل۳-۶ افزایش راندمان با استفاده از گرمکن آب تغذیه نوع باز

شکل**۳-۷** افزایش راندمان با استفاده از گرمکن آب تغذیه نوع بسته با تخلیه پس رونده

شکل**۳-۸** افزایش راندمان با استفاده از گرمکن آب تغذیه نوع بسته با تخلیه پیش رونده

شکل۳-۹ سیکل رانکین-رانکین

شکل۳-۱۰ سیکل ژول-رانکین

شکل۳-۱۱ سیکل ژول با توربین گاز احتراقی خارجی

شکل۳-۱۲ نمونه از سیکلهای فوقانی گرمایش آب تغذیه

شکل۳-۱۳ سیستم تولید همزمان برق و حرارت در یک نیروگاه با توربین های Back- pressure

شکل۴-۱ اگزرژی سوختن یک سوخت فسیلی

شکل۴-۲ منحنی دمایی برای دو جریان گذرنده از یک مبدل حرارتی آدیاباتیک

شکل ۴-۳ معادله هزینه برای اجزای سیستم

شکل ۴-۴ جریان های ورودی و خروجی معادلات هزینه برای بویلر

شکل ۴-۵ هزینه سرمایه گذاری در هر واحد تولید اگزرژی و انهدام اگزرژی در هر واحد تولید اگزرژی

شکل۵-۱ طرح کلی نیروگاه شهید رجایی

شکل۵-۲ واحد بخار بازتوانی شده نیروگاه شهید رجایی به روش گرمایش آب تغذیه موازی

شکل۵-۳ سیکل نیروگاه تولید همزمان بازتوانی شده شهید رجایی

شکل۶-۱ مراحل حل الگوریتم ژنتیک

فهرست پیوست‌ها

پیوست۱: کد برنامه مدل‌سازی نیروگاه بخار بازتوانی شده و تولید همزمان شهید رجایی توسط نرم‌افزار EES

پیوست ۲: نامه پذیرش و صفحه نخست فارسی و انگلیسی مقاله ISI مربوط به پروژه

فهرست علائم و حروف اختصاری

CHP	تولید همزمان برق و حرارت
CC	سیکل ترکیبی
$C_{p_{eg}}$	ظرفیت گرمایی ویژه گازهای خروجی از توربین گاز (kj/kg.k)
e	اگزرژی مخصوص (kj/kg)
Ex	اگزرژی (kj)
Ex_D , ED	انهدام اگزرژی(kj)
Ex^{st}	اگزرژی جریان بخار (kj)
Ex^{W}	اگزرژی کار ورودی یا خروجی (kj)
ϵ, η_{Ex}	بازدهی اگزرژی(%)
C_k , c_k	هزینه جریان k ام ($/h)، هزینه میانگین واحد جریان($/Mw)
TRR	میزان درآمد سالیانه ($/h)
FC	هزینه سوخت ($/h)
OMC	هزینه تعمیر و نگهداری ($/h)
CC_L	هزینه‌های تحمیلی طبقه بندی شده ($/h)
Z^{CI}	هزینه سرمایه‌گذاری اولیه اجزا ($/h)
Z^{OM}	هزینه تعمیر و نگهداری اجزا ($/h)
Z_k	تابع هزینه جز k ام ($/h)
r_k	فاکتور اختلاف هزینه جز k ام
f_k	فاکتور بهروری هزینه جز k ام
ext	تغییرات دبی زیرکش توربین ها
f	سوخت
gt،GT	سیکل توربین گاز
HEX	مبدل حرارتی
$HPFW$	آب تغذیه فشار بالا
$HPFWH$	گرمکن آب تغذیه فشار بالا
$hpext$	تغییرات زیرکش توربینهای فشار بالا
LHV	ارزش حرارتی پایین سوخت
$LPFW$	آب‌تغذیه کم فشار
$LPFWH$	گرمکن آب تغذیه کم فشار
$\dot{m}_{fb}$, $\dot{m}_{fg}$	دبی سوخت مصرفی توربین گاز و بویلر (kg/s)
$r_{p,c}$	نسبت فشار کمپرسور
ΔT_{lm}	اختلاف دمای متوسط لگاریتمی (k)
TET	دمای گازهای خروجی از توربین (k)

توان خالص توربین(های) بخار و گاز (Mw)	$\dot{W}_{st,net}, \dot{W}_{gt,net}$
هزینه جریان بخار	C^{st}

فصل اول

مقدمه و تاریخچه

تامین برق از نیروگاه ها

تمرکز مولدهای الکتریکی از زمانی ممکن شد که با رشد علم امکان تغییر ولتاژ الکتریکی متناوب و در نتیجه افزایش آن در طول خطوط انتقال انرژی و کاهش آن در انتهای خطوط به وسیله ترانسفورماتورها فراهم شد.

از سال ۱۸۸۱ تاکنون و برای بیش از ۱۲۰ سال انرژی الکتریکی به منظور تغذیه مصرف کننده‌های انسانی به وسیله منابع مختلف تامین می‌شود. اولین مولدهای الکتریکی با انرژی آب و ذغال سنگ کار می‌کردند و امروزه بخش عظیمی از انرژی الکتریکی به وسیله ذغال سنگ، انرژی هسته‌ای، گاز طبیعی، هیدروالکتریک و نفت تولید می‌شود که البته در این میان منابعی مانند انرژی خورشیدی، انرژی جزر و مدی، انرژی بادی و انرژی زمین گرمایی نیز نقش کوچکی ایفا می‌کنند [۱].

۱-۶- نیروگاه های بخار

تا قرن ۱۸ میلادی از موتورهای بخار که توسط ادیسون اختراع شده بود برای کاربردهای صنعتی استفاده می‌شد. اولین نیروگاه‌های بزرگ تولید برق در نیویورک و لندن نیز از موتورهای بخار استفاده می‌کردند. زمانی که اندازهٔ ژنراتورها رفته‌رفته بزرگ شد، استفاده از توربین‌های بخار به دلیل بهره‌وری بالا و قیمت ساخت پایین‌ترشان گسترش یافت. پس از دههٔ ۱۹۲۰ تمامی نیروگاه‌های نسبتا بزرگ با توان تولیدی حدود چند کیلووات نیز از توربین‌های بخار استفاده می‌کردند.

بهروری الکتریکی یک نیروگاه بخار با استفاده از نسبت برق تحویلی به شین‌های اصلی و حرارت تولیدی در کوره به دست می‌آید و معمولاً بین ۳۳ تا ۴۸ درصد است. میزان بهروری نیروگاه‌های بخار نیز مانند تمامی موتورهای گرمایی محدود به قانون ترمودینامیک (چرخه کارنو) است و بنابراین بقیهٔ انرژی به صورت گرما از نیروگاه خارج می‌شود. این گرمای اضافی را معمولاً با استفاده از آب یا برج‌های خنک کننده از نیروگاه خارج می‌کنند. از این گرما برای کاربردهای دیگر مانند گرمایش محیط نیز استفاده شود. یکی از کاربردهای اصلی این گرما در تاسیسات نمک‌زدایی است که بیشتر در کشورهای کویری که دارای منابع گاز طبیعی مانند کشور ما، مورد استفاده قرار می‌گیرد و به این ترتیب آب شیرین و الکتریسیته با هم در چرخه‌هایی وابسته ایجاد می‌شوند.

با این که بهروری این نیروگاه‌ها از نظر قوانین ترمودینامیک محدود است اما با افزایش حرارت و افزایش فشار بخار می‌توان کارایی این نیروگاه‌ها را افزایش داد. در گذشته استفاده از جیوه به عنوان سیال در تحقیقات آزمایشگاهی نشان داده که این فلز می‌تواند فشار بیشتری را در حرارتی

کمتر نسبت به آب ایجاد کند اما خطر غیرقابل چشم‌پوشی سمی بودن این فلز و امکان نشت آن استفاده از این عنصر را به عنوان سیال منتفی کرد[۲].

۱-۷- بازتوانی

از زمانی که توربینهای گاز ونظریه بکارگیری آنها در نیروگاهها مطرح شد(۱۹۴۹میلادی)، بازتوانی با تبدیل نیروگاهها به نیروگاههای سیکل ترکیبی مورد توجه قرار گرفتند.اولین واحد بازتوانی شده بوسیله توربین گازی (که از خروجی توربین گازی بعنوان گرمکن آب تغذیه استفاده شد) نیروگاه 'Oklahoma Gas and Electric Company Belle Isle Station' بود. بعد ازاین حرکت سایر شرکتها و صنایع نیروگاهی نیز در ادامه با جدیت برای استفاده از این مزیت و امتیاز ایجاد شده دست بکار شدند[۳].این روند از حدود سال ۱۹۶۰ در اروپا نیز آغاز شد. در حقیقت محدودیت و هزینه های ناشی از منابع سوختی مورد نیاز در راه اندازی نیروگاهها ،نیازهای فزاینده و رو به رشد کشورهای در حال توسعه بهمراه مسائل اقتصادی و زیست محیطی عوامل محرک در نگاه جدی به این قضیه از طرف صاحبان صنایع بوده است. لازم به ذکر است که حدود یک سوم از منابع سوخت فسیلی جهان صرف ایجاد انرژی الکتریسیته می شود ونیز پیش بینی ها موید اینست که تا سال ۲۰۵۰ با توجه به رشد کشورهای در حال توسعه، تولید برق در این کشورها ۵۰-۴۰ درصد رشد داشته باشد،این در حالیست که اکثر نیروگاههای موجود نیز از نوع نیروگاههای بخار هستندکه تاسیس آنها به سالهای ۱۹۶۰ و بعد از آن بر میگردد[۴]. آخرین گزارش جهانی حاکی از آنست که ۶۶درصد از برق تولید شده جهان حاصل از سوختهای فسیلی است که سهم زغالسنگ از این مقدار ۶۳ درصد ،گاز طبیعی ۲۹درصد و نفت ۹درصد می باشد. میزان استفاده از سوختهای فسیلی در کشورهایOECD حدودا ۱۶ درصد و در کشورهای در حال توسعه ۷۲درصد می باشد[۵]. با توجه به مطالب بیان شده و اینکه میزان قابل توجهی از برق تولیدی کشور از نیروگاههای بخار موجود تامین می شود ، حساسیت بیشتری از لحاظ راندمان تولیدی در آنها را ایجاد میکند. آنچه در عملیات بازتوانی مد نظر است: ارتقاء تولید نیروگاه از لحاظ فنی- اقتصادی، افزایش عمر مفید واحد و بهینه سازی عملکرد آن از لحاظ برآورده کردن قوانین زیست محیطی است بنابراین این روش، روشی کارآمد برای ارتقای واحدهای بخار موجود در کشورمیباشد. راهکار ارائه شده در بازتوانی بر اساس اصلاح سیکل موجود وتبدیل آن به یک سیکل ترکیبی[۱] با افزودن یک توربین گاز به سیکل در حالت کلی میباشد. البته با توجه به نیازهای ایجاد شده شاهد تعدد روشها در اجرای این عملیات در مناطق مختلف جهان بوده ایم. شایان ذکر است که با استفاده از این روشها نمی توان به بازده حرارتی و

۱- طبق تعریف:نیروگاه جرخه ترکیبی به نیروگاهی گفته می شود که در آن هم در توربین گاز هم در توربین بخار قدرت تولید می شود[۶].

عملکرد سیکل ترکیبی جدیدالاحداث ، دست یافت که دلایل خاص خود را دارد. از جمله کارهای انجام شده توسط شرکتهای معتبر ساخت توربینهای گاز ABB, Siemens, GE,ALSTOM,CEکه به شکل تجربی در مناطق مختلف جهان انجام شده و نیز کارهای آکادمیک دانشگاهی در این زمینه از جمله در ایتالیاتوسط گامبینی[۲] و همکارانش، ملی[۳] و همکارانش و در هلند توسط وینما[۴] و همکارانش ونیز در بلژیک توسط هین[۵] و همکارانش اشاره داشت. با توجه به عمر نیروگاههای بخار موجودو فرسودگی این بخش از ناوگان تولید انرژی کشور و نیز افزایش فزاینده تقاضا دراین بخش لزوم، یک نگاه جدی به امر بازتوانی ضروری است.

۱-۸- تولید همزمان

تداوم رشد انرژی در کشور به همراه بهروری پایین تولید، انتقال و توزیع انرژی سبب گردیده است تا آینده نا مطلوبی برای این بخش در حال وقوع باشد، به گونه ای که حتی در صورت تحقق کلیه برنامه های توسعه بالا دستی طی ده سال آینده، مصرف انرژی از تولید انواع انرژی اولیه از جمله نفت و گاز فراتر رفته و کشور به وارد کننده انرژی تبدیل خواهد گردید. این امر قطعا اثرات اقتصادی و اجتماعی بسیار نامطلوبی را به همراه خواهد داشت. این در حالی است که با اجرای برنامه و سیاست های اجرایی مدیریت و افزایش بازده و همچنین ارتقا بهروری در عرضه و تقاضای انرژی با هدف جلوگیری در اتلاف انرژی در بخش های مختلف تولید و مصرف و بازیافت آن به منظور ارتقا کارآیی انرژی در بخش های یاد شده و مدیریت بهینه منابع سوخت و انرژی کشور و صیانت از محیط زیست می توان انتظار داشت اقدامی عملی و اجرایی برای مقابله با بحران پیش رو در کشور محقق گردد.

مدیریت کارآیی انرژی به تنهایی و تحت تاثیر تعادل میان عرضه و تقاضای انرژی به وجود نخواهد آمد و لازم است دولت ها و مراجع سیایت گذار و تصمیم گیر از راهکارهای مناسب برای نیل به آن استفاده کنند. از جمله راهکارهای در حال استفاده در کشورهایی که پیشرفت بسیاری را در این زمینه برای آن جوامع به همراه آورده است، تولید همزمان برق و حرارت در محل مصرف است.

از سال ۱۹۷۳ میلادی، مصادف با وقوع اوین شوک نفتی در جهان مسئله کارآیی انرژی در کشور مطرح شده اما هیچگاه در برنامه ریزی ها به صورت جدی مورد توجه قرار نگرفته است. متاسفانه ایران در حال حاضر در استفاده از روش تولید همزمان برق و حرارت برای تولید انرژی هیچ

2- Bambini
3- Mali
4- Enema
5- Heyen

سهمی ندارد. کشورهایی نظیر فنلاند، استرالیا و سوئد تمام ظرفیت تولید نیروگاه ای حرارتی خود را با روش تولید همزمان برق و حرارت استفاده می نمایند.
همچنین کشورهای دانمارک، آلمان، روسیه، اتریش، ژاپن، انگلستان و آمریکا حداکثر ظرفیت تولید برق حرارتی خود را به استفاده از روش مذکور اختصاص داده اند و کشورهای کانادا، هندوستان، آفریقای جنوبی، ایرلند، کره جنوبی، مکزیک و یونان نیز به میزان قابل توجهی به این روش روی آورده اند.
از مزایای تولید همزمان برق و حرارت در محل مصرف می توان موارد زیر را نام برد:

۱- افزایش بازده سوخت دریافتی به برق تحویلی از کمتر از ۳۰ درصد به ۸۰تا ۹۵ درصد
۲- امکان حضور طیف گسترده بخش خصوصی بدلیل سهولت تامین مالی (از۱ تا ۴۰ میلیارد ریال برای هر واحد)
۳- حذف تلافات توان پیک ۳۰ درصدی و تلفات انرژی ۱۸ درصدی
۴- توسعه پدافند غیر عامل و افزایش ۵ برابری امنیت صنعت برق در مقابل حملات نظانی و تروریستی
۵- کاهش پرباری شبکه و کاهش نیاز به احداث ظرفیت های جدید انتقال و توزیع
۶- تملک کمتر زمین برای توسعه شبکه و کاهش تبعات مالی، اجتماعی و زیست محیطی
۷- افزایش پایداری و امنیت فنی سیستم قدرت

علاوه بر این مزایا نسبت سود به هزینه تولید همزمان برق و حرارت در محل مصرف نسبت به روش فعلی تولید برق در کشور به بیش از ۹ برابر برآورد می گردد و با احتساب نرخ صادراتی هر بشکه نفت خام برابر ۵۰ دلار، ارزش صادرات انرژی قابل صرفه جویی در طول برنامه پنجم توسعه به میزان ۲۱۰۰ هزار میلیارد ریال و سهم صنعت برق از آن مبلغ ۶۸۰ هزار میلیارد ریال برآورد می شود[۷].

۱-۹- مقدمه پایانی

نیاز روزافزون و رشد قابل توجه مصرف انرژی، زمینه ایجاد مطالعات بیشتر در بهینه سازی و ارتقاء سیستمهای تولید توان را فراهم آورده است. در این بین بالا بردن راندمان این سیستمها ، عامل مهمی در کاهش قیمت نهایی محصولات خواهد بود. یکی از مهمترین بخشهای تولید انرژی کشور نیروگاههای بخار می‌باشد که علیرغم تغییر رویه صنعت برق کشور در ایجاد این دسته از نیروگاهها، حدود ۴۷ درصد از توان مورد نیاز کشور از این نیروگاههای فراهم می‌شود[۸]. در حال حاضر بسیاری ازاین نیروگاهها به پایان عمر مفید خود رسیده‌اند و یا در حال رسیدن به آن هستند به‌علاوه تعداد قابل توجهی از نیروگاههای بخار با وجود عمر نه چندان زیاد، دارای راندمان قابل قبولی نمی‌باشند. از

جمله کارهایی که در زمینه بهبود وضعیت تولید نیروگاههای بخار و بالا بردن راندمان آنها می‌تواند مورد توجه قرار بگیرد بررسی انجام عملیات بازتوانی و تولید همزمان بر روی این نیروگاهها می‌باشد.

در این تحقیق ابتدا به لزوم انجام عملیات افزایش بازدهی نیروگاههای بخار در کشور پرداخته میشود سپس به معرفی مبانی تئوری انجام عملیات بازتوانی و تولید همزمان میپردازیم در مرحله بعد روشهای موجودبه تفصیل از لحاظ عملکردی در فصول بعدی بیان میشوند و بعد از آن به مقایسه نتایج از انجام این روشها وموارد کلی پرداخته میشود تا بتوان در یک بررسی کلی به جمع بندی آنها برای عملیاتهای مشابه در دست انجام داخل کشور رسید.