دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته‌ی

مهندسی برق- قدرت

بهره برداری اقتصادی در نیروگاههای با واحدهای CHP

به کوشش

یوسف علی شعبانی

استاد راهنما

دکتر علیرضا سیفی

اسفند ماه ۹۳

به نام خدا

اظهارنامه

اینجانب یوسف علی شعبانی (۹۱۳۰۷۷۵) دانشجوی رشتهٔ مهندسی برق گرایش قدرت دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، اظهار می کنم که این پایان نامه حاصل پژوهش خودم بوده و در جاهایی که از منابع دیگران استفاده کرده ام، نشانی دقیق و مشخصات کامل آنرا نوشته ام. همچنین اظهار می کنم که تحقیق و موضوع پایان نامه ام تکراری نیست و تعهد می نمایم که بدون مجوز دانشگاه دستاوردهای آنرا منتشر ننموده و یا در اختیار غیر قرارندهم. کلیه حقوق این اثر مطابق با آیین نامه مالکیت فکری و معنوی متعلق به دانشگاه شیراز است.

نام ونام خوادگی : یوسف علی شعبانی

تاریخ و امضاء : ۱۳۹۳/۱۲/۱۱

به نام خدا

بهره برداری اقتصادی در نیروگاههای با واحدهای CHP

به کوشش

یوسف علی شعبانی

پایان نامه‌ی

ارائه شده به تحصیلات تکمیلی دانشگاه شیراز به عنوان بخشی از فعالیت های تحصیلی لازم برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته‌ی

مهندسی برق- قدرت

دانشگاه شیراز

شیراز

جمهوری اسلامی ایران

ارزیابی کمیته پایان نامه، با درجه‌ی : عالی

دکتر علیرضا سیفی ، دانشیار بخش مهندسی قدرت و کنترل (استاد راهنما) .....

دکتر محمد محمدی ، استادیار بخش مهندسی قدرت و کنترل (استاد مشاور) .....

دکتر ابراهیم فرجاه ، استاد بخش مهندسی قدرت و کنترل (داور متخصص داخلی).....

اسفند ۱۳۹۳

تقدیم به پدر بزرگوارم که با یاد و خاطره اش این تحقیق را به پایان رساندم ... روحش شاد

تقدیم به مادر مهربانم

تقدیم به همسرم یاور همیشگی زندگی ام

و تقدیم به فرزند عزیزم

سپاسگزاری

شکر شایان نثار ایزد منان که توفیق را رفیق راهم ساخت تا این پژوهش را به پایان برسانم. اکنون که به لطف و یاری خداوند، این تحقیق به پایان رسیده است بر خود واجب می دانم که مراتب سپاس و قدردانی را نسبت به همه عزیزان و بزرگوارانی که اینجانب را در تکمیل این پایان نامه یاری رساندند، ابراز نمایم. از جناب دکتر علیرضا سیفی به دلیل زحمات وراهنمائی های استادانه در طی این دوره و انجام پایان نامه تشکر و قدردانی می کنم. از استاد مشاور محترم جناب آقای دکتر محمد محمدی و همچنین استاد داور محترم جناب آقای دکتر ابراهیم فرجاه بخاطر زحمات و توجهاتشان کمال تشکر را دارم. همچنین از سایر اساتید محترم بخش مهندسی قدرت و کنترل دانشگاه شیراز به خاطر لطف و محبتشان در طول این دوره کمال تشکر را دارم. از خدای منان برای تمامی عزیزان آرزوی موفقیت و سربلندی را دارم.

چکیده

بهره برداری اقتصادی در نیروگاههای با واحدهای CHP

به کوشش
یوسف علی شعبانی

هدف از مسئله توزیع اقتصادی بار، برنامه ریزی تولید توان برای واحدها در یک دوره زمانی مشخص شده بطور اقتصادی می باشد.

در این پایان نامه یک مدل چند هدفه برای مسئله توزیع اقتصادی و آلودگی بار در سیستم های تولید همزمان که می تواند بطور همزمان هزینه تولید و میزان آلودگی حاصله را بهینه می کند بیان می شود. بطوریکه هر دو مدل قطعی و تصادفی برای توزیع اقتصادی بار در سیستم های تولید همزمان بیان شده و حل می گردد. در ابتدا مدل قطعی در نظر گرفته شده و و برای مدل کردن دقیق مسئله هم تابع غیرخطی هزینه سوخت با در نظر گرفتن اثر بارگذاری نقطه ای ولوها و هم تلفات انتقال در نظر گرفته می شوند. بخاطر اثر بارگذاری نقطه ای ولوها و نواحی کار ممنوعه واحدها در تابع هزینه واحدهای تولیدی مسئلۀ CHPED به یک مسئلۀ بهینه سازی غیرخطی و غیر محدب تبدیل می شود.

در مرحله دوم مدل تصادفی که قادر است شرایط واقعی را در کاربردهای عملی منعکس کند در نظر گرفته می شود. مدل تصادفی به دو روش حل می گردد، شبیه سازی مونت کارلو و روش فرمولاسیون تصادفی (روش پیشنهادی).

این پایان نامه یک الگوریتم جدید و ابتکاری برای حل مسئلۀ CHPED با استفاده از روش بهینه سازی ازدحام ذرات با به کار بردن ضرایب شتاب دهندۀ متغیر با زمان (TVAC-PSO) ارائه می دهد. اثر بخشی روش پیشنهادی با امتحان کردن آن بر روی سیستم های تست مختلف یعنی دو سیستم تست ۷ واحده و یک سیستم تست ۲۴ واحده بررسی می شود. نتایج عددی نشان می دهند که روش TVAC-PSO دارای خاصیت همگرائی خوبی می باشد و هزینه های تولید منتجه در این روش کمتر از دیگر الگوریتم های ارائه شده در تحقیقات اخیر می باشد.

کلمات کلیدی: توزیع اقتصادی و آلودگی بار، سیستم های تولید همزمان، مدل قطعی، مدل تصادفی، اثر بارگذاری نقطه ای ولوها، نواحی کار ممنوعۀ واحدها

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول- مقدمه

۱-۱- پیشگفتار ۲

۱-۲- اهداف پایان نامه ۸

۱-۳- ساختار پایان نامه ۹

فصل ۲- توزیع اقتصادی و آلودگی بار بین نیروگاه های CHP

۲-۱- مقدمه ۱۱

۲-۲- مسئله توزیع اقتصادی و آلودگی بار در حالت قطعی ۱۱

۲-۲-۱- معرفی توابع هدف ۱۲

۲-۲-۲- قیود مسئله ۱۵

۲-۲-۳- بیان مسئله CHPEED ۱۶

۲-۳- مسئله توزیع اقتصادی و آلودگی بار در حالت تصادفی در یک سیستم CHP ۱۷

۲-۳-۱- توزیع اقتصادی وآلودگی بار در حالت تصادفی به روش مونت کارلو ۱۷

۲-۳-۲- توزیع اقتصادی وآلودگی بار در حالت تصادفی با استفاده از روش فرمولاسیون و به کمک مقادیر واریانس و کوواریانس توانها و حرارتهای تولیدی بدست آمده از روش مونت کارلو ۱۷

۲-۳-۲-۱- معرفی توابع هدف ۱۸

۲-۳-۲-۲- قیود مسئله ۲۱

۲-۳-۲-۳- بیان مسئله CHPEED به صورت تصادفی ۲۳

۲-۳-۲-۴- محاسبه واریانس توابع هزینه و آلودگی ۲۳

۲-۳-۳- توزیع اقتصادی و آلودگی بار در حالت تصادفی با استفاده از روش فرمولاسیون (روش پیشنهادی) ۲۵

۲-۳-۳-۱- محاسبه ضرایب واریانس و کوواریانس توانها و حرارتهای خروجی از روی delta Pd و delta Hd ۲۶

۲-۴- مسئله توزیع اقتصادی و آلودگی بار در حالت قطعی با در نظر گرفتن قیود عملیاتی ژنراتور ۲۸

۲-۴-۱- قیود عملیاتی ژنراتور ۲۸

۲-۵- مسئله توزیع اقتصادی و آلودگی بار در حالت تصادفی با در نظر گرفتن قیود عملیاتی ژنراتور ۲۹

عنوان صفحه

فصل ۳- روش های بهینه سازی

۳-۱- مقدمه ۳۱
۳-۲- شرح مسئله بهینه سازی ۳۱
۳-۲-۱- مسئله بهینه سازی تک هدفه ۳۱
۳-۲-۲- مسئله بهینه سازی چندهدفه ۳۲
۳-۳- روش های حل مسائل تک هدفه ۳۲
۳-۴- روش های حل مسائل چند هدفه ۳۳
۳-۴-۱- روش ضرایب وزنی ۳۴
۳-۴-۲- روش ε- مقید ۳۵
۳-۴-۳- روش تعامل فازی ۳۵
۳-۴-۴- روش پرتو بهینه ۳۷

فصل ۴- روش پیشنهادی برای حل مسئله EED

۴-۱- الگوریتم بهینه سازی ازدحام ذرات (PSO) ۴۰
۴-۲- انتخاب پارامترهای الگوریتم PSO ۴۲
۴-۳- الگوریتم TVAC-PSO ۴۲
۴-۴- الگوریتم IPSO ۴۳
۴-۵- قاعده بهینه سازی چندهدفه ۴۴
۴-۶- کاربرد الگوریتم PSO چندهدفه در حل مسئله توزیع بار ۴۵
۴-۶-۱- مکانیزم ذخیره سازی جواب های بهینه ۴۵
۴-۶-۲- طرح مسئله ۴۷
۴-۶-۳- روش پرتو بهینه ۴۸
۴-۶-۴- استفاده از عملگر جهش ۵۰
۴-۶-۵- مدیریت بر قیود مساوی و نامساوی ۵۱
۴-۶-۵-۱- چک کردن قیود حدود ظرفیت ها ۵۱
۴-۶-۵-۲- چک کردن قید دیماند حرارت ۵۱
۴-۶-۵-۳- چک کردن قید دیماند توان ۵۲
۴-۶-۵-۴- کنترل قید ناحیه ممکن حرارت- توان واحدهای CHP ۵۳

عنوان **صفحه**

۴-۶-۵-۵- چک کردن قیود عملیاتی ژنراتور ۵۴
۴-۶-۶- بررسی شروط توقف الگوریتم ۵۵
۴-۶-۷- انتخاب بهترین جواب ۵۵
۴-۶-۸- مراحل پیاده سازی الگوریتم ۵۶

فصل ۵- پیاده سازی الگوریتم پیشنهادی در مسائل توزیع اقتصادی و آلودگی بار

۵-۱- مقدمه ۶۳
۵-۱-۱- معرفی سیستم تست شماره ۱ ..... ۶۵
۵-۱-۲- معرفی سیستم تست شماره ۲ ..... ۶۷
۵-۱-۳- معرفی سیستم تست شماره ۳ ..... ۶۹
۵-۲- نتایج شبیه سازی سیستم تست شماره ۱ ..... ۷۳
۵-۲-۱- پیاده سازی الگوریتم در حالت قطعی بدون در نظر گرفتن قیود عملیاتی ژنراتور ۷۳
۵-۲-۲- پیاده سازی الگوریتم در حالت قطعی با در نظر گرفتن قیود عملیاتی ژنراتور ۷۵
۵-۲-۳- پیاده سازی الگوریتم در حالت تصادفی بدون در نظر گرفتن قیود عملیاتی ژنراتور ۷۸
۵-۲-۳-۱- پیاده سازی الگوریتم در حالت تصادفی بدون در نظر گرفتن قیود عملیاتی ژنراتور با استفاده از روش مونت کارلو ۷۸
۵-۲-۳-۲- پیاده سازی الگوریتم در حالت تصادفی بدون در نظر گرفتن قیود عملیاتی ژنراتور با استفاده از فرمولاسیون ۸۲
۵-۲-۳-۳- پیاده سازی الگوریتم در حالت تصادفی بدون در نظر گرفتن قیود عملیاتی ژنراتور با استفاده از فرمولاسیون (روش پیشنهادی) ۸۶
۵-۲-۳-۴- مقایسه نتایج حاصل از سه حالت تصادفی فوق ۹۰
۵-۲-۴- مقایسه پاسخها دردوحالت قطعی و تصادفی ۹۱
۵-۳- نتایج شبیه سازی سیستم تست شماره ۲ ..... ۹۲
۵-۳-۱- نتایج شبیه سازی سیستم تست شمارهٔ ۲ بدون در نطر گرفتن قیود عملیاتی ژنراتور ۹۲
۵-۳-۲- نتایج شبیه سازی سیستم تست شمارهٔ ۲ با در نطر گرفتن قیود عملیاتی ژنراتور ۹۴
۵-۳-۳- نتایج شبیه سازی سیستم تست شماره ۲ بدون در نظرگرفتن قیود عملیاتی ژنراتوردر حالت تصادفی ۹۷

عنوان **صفحه**

۵- ۳-۳-۱- پیاده سازی الگوریتم در حالت تصادفی با استفاده از روش مونت کارلو ۹۷

۵-۳-۳-۲- پیاده سازی الگوریتم در حالت تصادفی بدون در نظر گرفتن قیود عملیاتی ژنراتور با استفاده از فرمولاسیون ۱۰۰

۵-۳-۳-۳- پیاده سازی الگوریتم در حالت تصادفی بدون در نظر گرفتن قیود عملیاتی ژنراتور با استفاده از فرمولاسیون (روش پیشنهادی) ۱۰۴

۵-۳-۳-۴- مقایسهٔ نتایج حاصل از سه حالت تصادفی فوق ۱۰۸

۵-۴-نتایج شبیه سازی سیستم تست شماره ۳درحالت تصادفی ۱۰۹

۵-۴-۱- نتایج شبیه سازی سیستم تست شمارهٔ ۳ بدون در نظر گرفتن قیود عملیاتی ژنراتور ۱۰۹

۵-۴-۲- نتایج شبیه سازی سیستم تست شمارهٔ ۳ با در نظر گرفتن قیود عملیاتی ژنراتور ۱۱۱

۵-۵- مقایسه پاسخها در دو حالت قطعی و تصادفی ۱۱۳

فصل ۶- نتیجه گیری و پیشنهادات

۶-۱- نتیجه گیری ۱۱۵

۶-۲- پیشنهادات برای کارهای آینده ۱۱۷

پیوست ۱ ..... ۱۱۸

پیوست ۲ ..... ۱۲۰

فهرست مراجع ۱۲۲

فهرست جداول

مشخصات سیستم تست شماره ۱

جدول (۵-۱): اطلاعات واحدهای فقط تولید توان ۶۵

جدول (۵-۲): اطلاعات واحدهای فقط تولیدحرارت ۶۵

جدول (۵-۳): اطلاعات واحدهای تولید همزمان ۶۵

جدول (۵-۴): نواحی ممکن (FOR) واحدهای تولید همزمان ۶۵

جدول (۵-۵): ضرایب آلودگی واحدهای فقط تولید توان ۶۶

جدول (۵-۶): ضرایب آلودگی واحدهای تولید همزمان ۶۶

جدول (۵-۷): ضرایب آلودگی واحدهای فقط تولید حرارت ۶۶

جدول (۵-۸) : محدوده های مناطق ممنوعه و نرخ شیب افزایش و کاهش برای واحدهای تولید توان ۶۶

مشخصات سیستم تست شماره ۲

جدول (۵-۹): اطلاعات واحدهای فقط تولید توان ۶۷

جدول (۵-۱۰): اطلاعات واحدهای فقط تولیدحرارت ۶۷

جدول (۵-۱۱): اطلاعات واحدهای تولید همزمان ۶۷

جدول (۵-۱۲): اطلاعات واحدهای تولید همزمان ۶۷

جدول (۵-۱۳): نواحی ممکن (FOR) واحدهای تولید همزمان ۶۸

جدول (۵-۱۴): ضرایب آلودگی واحدهای فقط تولید توان ۶۸

جدول (۵-۱۵): ضرایب آلودگی واحدهای تولید همزمان ۶۸

جدول (۵-۱۶): ضرایب آلودگی واحدهای فقط تولید حرارت ۶۸

جدول (۵-۱۷) : محدوده های مناطق ممنوعه و نرخ شیب افزایش و کاهش برای واحدهای تولید توان ۶۹

مشخصات سیستم تست شماره۳

جدول (۵-۱۸): اطلاعات واحدهای فقط تولید توان ۶۹

جدول (۵-۱۹): اطلاعات واحدهای فقط تولیدحرارت ۷۰

جدول (۵-۲۰): اطلاعات واحدهای تولید همزمان ۷۰

جدول (۵-۲۱): نواحی ممکن (FOR) واحدهای تولید همزمان ۷۰

جدول (۵-۲۲): ضرایب آلودگی واحدهای فقط تولید توان ۷۱

جدول (۵-۲۳): ضرایب آلودگی واحدهای تولید همزمان ۷۱

جدول (۵-۲۴): ضرایب آلودگی واحدهای فقط تولید حرارت ۷۱

جدول (۵-۲۵) : محدوده های مناطق ممنوعه و نرخ شیب افزایش و کاهش برای واحدهای تولید توان ۷۲

نتایج شبیه سازی سیستم تست شماره ۱

جدول (۵-۲۶): نتایج شبیه سازی سیستم تست شماره ۱ در حالت قطعی بدون در نظر گرفتن قیود عملیاتی ژنراتور ۷۳

جدول (۵-۲۷): نتایج برای کمترین هزینه و کمترین آلودگی ۷۴

جدول (۵-۲۸): نتایج شبیه سازی سیستم تست شماره ۱ در حالت قطعی با در نظر گرفتن قیود عملیاتی ژنراتور..... ۷۶

جدول (۵-۲۹): نتایج برای کمترین هزینه و کمترین آلودگی ۷۶

جدول (۵-۳۰): مقادیر خروجیهای بدست آمده از روش مونت کارلو و واریانس و انحراف معیار خروجیها ۷۸

جدول (۵-۳۱): مقادیر واریانس و کوواریانس توابع هزینه و آلودگی روش مونت کارلو ۷۹

جدول (۵-۳۲): نتایج بدست آمده در حالت تصادفی به روش پیشنهادی با استفاده از ماتریس کوواریانس

بدست آمده از روش مونت کارلو ۸۲

جدول (۵-۳۳): مقادیر واریانس و کوواریانس توابع هزینه و آلودگی ۸۳

جدول (۵-۳۴): نتایج برای کمترین هزینه و کمترین آلودگی ۸۳

جدول (۵-۳۵) : نتایج برای کمترین انحراف از میانگین توان و حرارت تولیدی ۸۳

جدول (۵-۳۶): نتایج در حالت تصادفی به روش پیشنهادی با فرض مساوی بودن واریانس خروجیها..... ۸۶

جدول (۵-۳۷): مقادیر واریانس و کوواریانس توابع هزینه و آلودگی ۸۷

جدول (۵-۳۸): نتایج برای کمترین هزینه و کمترین آلودگی ۸۷

جدول (۵-۳۹) : مقایسه نتایج خروجیهای حاصل از سه حالت تصادفی فوق ۹۰
جدول (۵-۴۰): مقایسه نتایج مقدار توابع حاصل از سه حالت تصادفی فوق ۹۰
جدول-۵-۴۱ : مقایسه حالت های قطعی و تصادفی بدون در نظر گرفتن قیود عملیاتی ژنراتور ۹۱

نتایج شبیه سازی سیستم تست شماره ۲

جدول (۵-۴۲): نتایج شبیه سازی بدون در نظر گرفتن قیود عملیاتی ژنراتور ۹۲
جدول (۵-۴۳): نتایج شبیه سازی بدون در نظر گرفتن قیود عملیاتی ژنراتور برای کمترین هزینه..... ۹۳
جدول (۵-۴۴): نتایج شبیه سازی با در نظر گرفتن قیود عملیاتی ژنراتور ۹۵
جدول (۵-۴۵): نتایج شبیه سازی با در نظر گرفتن قیود عملیاتی ژنراتور برای کمترین هزینه ۹۵
جدول (۵-۴۶): مقادیر خروجیهای بدست آمده از روش مونت کارلو و واریانس و انحراف معیار خروجیها..... ۹۷
جدول (۵-۴۷): مقادیر واریانس و کوواریانس توابع هزینه و آلودگی روش مونت کارلو ۹۸
جدول (۵-۴۸): نتایج بدست آمده در حالت تصادفی به روش پیشنهادی با استفاده از ماتریس کوواریانس
بدست آمده از روش مونت کارلو ۱۰۱
جدول (۵-۴۹): مقادیر واریانس و کوواریانس توابع هزینه و آلودگی ۱۰۱
جدول (۵-۵۰): نتایج برای کمترین هزینه و کمترین آلودگی ۱۰۱
جدول (۵-۵۱) : نتایج برای کمترین انحراف از میانگین توان و حرارت تولیدی ۱۰۲
جدول (۵-۵۲): نتایج در حالت تصادفی به روش پیشنهادی با فرض مساوی بودن واریانس خروجیها..... ۱۰۵
جدول (۵-۵۳): مقادیر واریانس و کوواریانس توابع هزینه و آلودگی ۱۰۵
جدول (۵-۵۴): نتایج برای کمترین هزینه و کمترین آلودگی ۱۰۵
جدول (۵-۵۵): مقایسه نتایج خروجیهای حاصل از سه حالت تصادفی فوق ۱۰۸
جدول (۵-۵۶): مقایسه نتایج مقدار توابع حاصل از سه حالت تصادفی فوق ۱۰۸

نتایج شبیه سازی سیستم تست شماره ۳

جدول (۵-۵۷): نتایج شبیه سازی سیستم تست شماره ۳ بدون در نظر گرفتن قیود عملیاتی ژنراتور در حالت تصادفی..... ۱۰۹

جدول (۵-۵۸): نتایج تست شماره ۳ برای کمترین هزینه و کمترین آلودگی بدون در نظر گرفتن قیود عملیاتی ژنراتوردر حالت تصادفی ۱۱۰
جدول (۵-۵۹): نتایج شبیه سازی سیستم تست شماره ۳ با در نظر گرفتن قیود عملیاتی ژنراتور در حالت تصادفی..... ۱۱۱
جدول (۵-۶۰): نتایج تست شماره ۳ برای کمترین هزینه و کمترین آلودگی با در نظر گرفتن قیود عملیاتی ژنراتور در حالت تصادفی ۱۱۲

فهرست شکل ها

شکل(۲-۱): ناحیه کاری ممکن حرارت- توان (FOR) برای یک واحد تولید همزمان ۱۲
شکل (۲-۲): هزینه سوخت یک واحد تولید توان با در نظر گرفتن اثر نقطه ای ولوها ۱۴
شکل(۲-۳) : منحنی هزینه سوخت ناپیوسته با در نظر گرفتن مناطق ممنوعه ۲۹
شکل(۳-۱): تابع عضویت خطی ۳۶
شکل (۴-۱): شماتیک چرخ گردان رولت ۴۹
شکل(۴-۲): رفتار عملگر جهش ۵۰
شکل (۴-۳) : شرح چگونگی جداسازی مرز منحنی FOR ۵۴
شکل (۴-۴) : فلوچارت الگوریتم پیشنهادی TVAC-PSO ۶۱
شکل (۵-۱): ناحیه عملکرد واحدهای CHP (واحد ۵ در سیستم تست شماره ۱) ۶۳
شکل (۵-۲): ناحیه عملکرد واحدهای CHP (واحد ۶ در سیستم تست شماره ۱) ۶۴
شکل (۵-۳): ناحیه عملکرد واحدهای CHP (واحد ۱۸ در سیستم تست شماره ۲) ۶۴
شکل (۵-۴): ناحیه عملکرد واحدهای CHP (واحد ۱۹ در سیستم تست شماره ۲) ۶۴

پاسخهای سیستم تست شماره ۱

شکل (۵-۵) : پاسخهای پرتو بهینه و بهترین جواب مشخص شده در حالت قطعی بدون در نظر گرفتن قیود عملیاتی ژنراتور ۷۴
شکل (۵-۶) : منحنی همگرایی الگوریتم پیشنهادی در حالت قطعی ۷۵
شکل (۵-۷) : پاسخهای پرتو بهینه و بهترین جواب مشخص شده در حالت قطعی با در نظر گرفتن قیود عملیاتی ژنراتور ۷۷
شکل (۵-۸) : منحنی همگرایی الگوریتم پیشنهادی در حالت قطعی ۷۷
شکل (۵-۹) : منحنی تابع چگالی احتمال (pdf) دیماند توان و حرارت و توابع هزینه و آلودگی روش مونت کارلو ۸۰
شکل (۵- ۱۰) : منحنی تابع چگالی احتمال (pdf) خروجی واحدها ۸۱
شکل (۵-۱۱) : پاسخهای پرتو بهینه و بهترین جواب مشخص شده در حالت تصادفی ۸۴
شکل (۵-۱۲) : منحنی تابع چگالی احتمال (pdf) توابع هزینه و آلودگی ۸۴
شکل (۵-۱۳) : منحنی تابع چگالی احتمال (pdf) خروجی واحدها ۸۵
شکل (۵-۱۴) : پاسخهای پرتو بهینه و بهترین جواب مشخص شده در حالت تصادفی به روش پیشنهادی ۸۷
شکل (۵-۱۵) : منحنی همگرایی الگوریتم پیشنهادی در حالت تصادفی ۸۸
شکل (۵-۱۶) : منحنی تابع چگالی احتمال (pdf) توابع هزینه و آلودگی ۸۸

شکل (۵-۱۷) : منحنی تابع چگالی احتمال (pdf) خروجی واحدها ۸۹

پاسخهای سیستم تست شماره ۲

شکل (۵-۱۸) : پاسخهای پرتو بهینه و بهترین جواب مشخص شده در حالت قطعی بدون در نظر گرفتن قیود عملیاتی ژنراتور ۹۳
شکل (۵-۱۹) : پاسخهای پرتو بهینه و بهترین جواب مشخص شده در حالت تصادفی بدون در نظر گرفتن قیود عملیاتی ژنراتور ۹۴
شکل (۵-۲۰) : پاسخهای پرتو بهینه و بهترین جواب مشخص شده در حالت قطعی با در نظر گرفتن قیود عملیاتی ژنراتور ۹۶
شکل (۵-۲۱) : پاسخهای پرتو بهینه و بهترین جواب مشخص شده در حالت تصادفی با در نظر گرفتن قیود عملیاتی ژنراتور ۹۶
شکل (۵-۲۲) : منحنی تابع چگالی احتمال (pdf) دیماند توان و حرارت و توابع هزینه و آلودگی روش مونت کارلو ۹۹
شکل (۵-۲۳) : منحنی تابع چگالی احتمال (pdf) خروجی واحدها ۱۰۰
شکل (۵-۲۴) : پاسخهای پرتو بهینه و بهترین جواب مشخص شده در حالت تصادفی ۱۰۲
شکل (۵- ۲۵) : منحنی تابع چگالی احتمال (pdf) توابع هزینه و آلودگی ۱۰۳
شکل (۵-۲۶) : منحنی تابع چگالی احتمال (pdf) خروجی واحدها ۱۰۴
شکل (۵-۲۷) : پاسخهای پرتو بهینه و بهترین جواب مشخص شده در حالت تصادفی به روش پیشنهادی. ۱۰۶
شکل (۵-۲۸) : منحنی تابع چگالی احتمال (pdf) توابع هزینه و آلودگی ۱۰۶
شکل (۵-۲۹) : منحنی تابع چگالی احتمال (pdf) خروجی واحدها ۱۰۷

پاسخهای سیستم تست شماره ۳

شکل (۵-۳۰) : پاسخهای پرتو بهینه و بهترین جواب مشخص شده در حالت تصادفی بدون در نظر گرفتن قیود عملیاتی ژنراتور ۱۱۰
شکل (۵-۳۱) : پاسخهای پرتو بهینه و بهترین جواب مشخص شده در حالت تصادفی با در نظر گرفتن قیود عملیاتی ژنراتور ۱۱۲

فهرست نشانه های اختصار

CHP: Combined Heat and Power Plant

ED: Economic Dispatch

EED: Environmental Economic Dispatch

CHPED: Combined Heat and Power Economic Dispatch

PSO: Particle Swarm Optimization

TVAC-PSO: Time-Varying Acceleration Coefficients PSO

IPSO: Iteration Particle Swarm Optimization

FOR: Feasible Operation Region

MOEA: Multi-Objective Evolutionary Algorithm

MOPSO: Multi-Objective Particle Swarm Optimization

FMOPSO: Fuzzified Multi-Objective Particle Swarm Optimization

POZ: Prohibited Operating Zones

فصل اول

مقدمه

۱-۱- پیشگفتار

بدلیل افزایش سریع هزینه سوختهای فسیلی و همچنین افزایش هزینه سرمایه گذاری برای نیروگاههای بزرگ دردهه های گذشته به سیستم های تولیدی که دارای بازدهی بالاتری باشند توجه زیادی شده است. یکی از واحدهای تولیدی که بدلیل راندمان بالا و همچنین قابل استفاده بودن دررنجهای کوچک قادر به رقابت با نیروگاههای بزرگ تولید الکتریسیته اند واحدهای CHP[1] می باشند.

امروزه واحدهای CHP (تولید همزمان) نقش مهم رو به افزایشی را به خاطر بازدهی انرژی بالاتر در تولید انرژی بازی می کنند. با افزایش تقاضای توان الکتریکی و حرارتی در صنایع واحدهای CHP به طور گسترده ای مورد استفاده قرار می گیرند. یک واحد تولید همزمان واحدی است که بطور همزمان انرژی الکتریکی و حرارتی مورد نیاز مصرف کننده ها را تولید می کند . واحدCHP یک ایده کارآمد و قابل اعتماد برای تولید انرژی الکتریکی و حرارتی از یک منبع سوخت می باشد. یک واحد تولید همزمان می تواند بطور قابل ملاحظه ای بازدهی کاری را بالا برده و هزینه انرژی را نیز کاهش دهد . در همان حال یک واحد CHP انتشار گازهای گلخانه ای که در تغییر شرایط آب و هوایی جهان موثر است را کاهش می دهد.

تبدیل سوخت های فسیلی و زغال سنگ به انرژی الکتریکی یک پروسه پیچیده ای است و بیشتر انرژی حرارتی در حین این پروسه از بین می رود. به این دلیل بازدهی حاصل از بیشتر نیروگاههای متداول فقط به ۵۰ تا ۶۰ درصد خواهد رسید. یک واحد تولید همزمان برق و حرارت بدون اینکه در کیفیت و قابلیت اطمینان انرژی تولیدی برای مصرف کننده ها تغییری رخ دهد مصرف سوخت و انرژی اولیه را کاهش می دهد. بهترین واحد های CHP می توانند راندمان انرژی را تا بالای ۸۰٪ افزایش دهند. بعلاوه با سیستم های CHP کاهش قابل ملاحظه ای در آلودگیهای محیطی نظیر Co_x و SO_x و No_xحاصل میشود [۲۳].

تکنولوژی CHP دارای تاریخچه طولانی می باشد. در آغاز قرن بیستم بسیاری از کارخانجات جهت تأمین انرژی مورد نیاز خود دست به تأسیس واحدهای CHP زدند. توسعه واحدهای CHP در دهه های ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰ رشد بیشتری داشت.

امروزه واحدهای CHP نقش مهمی در تولید انرژی مورد نیاز صنایع مختلف ، واحدهای تجاری و حتی مناطق مسکونی در نقاط مختلف جهان برعهده دارند. استفاده از واحدهای CHP مزایای زیادی دارد. فوایداستفاده از واحدهای CHP عبارتند از :

[1]- Combined heat and power

- کاهش هزینه های تولید
- کاهش یا حذف تلفات سیستم انتقال و توزیع
- این واحدها کمتر باعث انتشار آلودگی و انتشار گازهای مضر نظیر NO_x و CO_2 می شوند و در نتیجه بر روی سلامتی افراد و تخریب لایهٔ اوزن اثر سوء کمتری دارند.
- واحد CHP درمقایسه باسیستم های SHP[1] حدود ۴۰٪ انرزی را ذخیره می کند.
- در مقایسه با نیروگاههای معمولی که دارای راندمان تا ۳۵٪ می باشند و نیروگاههای سیکل ترکیبی که دارای راندمان حداکثر تا ۵۵٪ می باشند بازدهی کلی یک واحد تولید همزمان می تواند به ۹۰٪ هم برسد.

با افزایش هزینه سوخت های فسیلی و نگرانیهای محیطی صنایع برق، استفاده بهینه از واحدهای تولید همزمان برق و حرارت یکی ازایده های اساسی در سیستم های قدرت می باشد.

توزیع اقتصادی بار یکی از موضوعات مهم در زمینه مدیریت و بهره برداری سیستم های قدرت به شمار می رود. هدف از توزیع بهینه یا اقتصادی بار در واقع تخصیص تولید بین واحدهای فعال سیستم می باشد به نحوی که همزمان با تأمین تقاضای بار ، حدود تولید، نواحی کارممنوع و سایر محدودیت های نیروگاهها در نظر گرفته شده و با لحاظ تلفات شبکه انتقال، هزینه کلی تولید در هر بازه زمانی و برای شرایط بار پیش بینی شده حداقل گردد. وقتیکه تقاضای توان و حرارت همزمان باشد پیچیدگی توزیع اقتصادی بار بالا میرود. تفاوت یک واحد تولید همزمان با یک واحد تولید توان و حرارت بطور جداگانه این است که باید بطور اقتصادی توان و حرارت مورد تقاضا را همزمان تولید کند. لذا تولید اقتصادی بار در واحدهای CHP (CHPED) در مقایسه با مسئله ELD در نیروگاههای متداول بسیار پیچیده تر می باشد .

در سالهای اخیر با افزایش سطح آگاهی عمومی از حفاظت محیط زیست و با توجه به معاهده ها و توافقات بین المللی در دههٔ ۱۹۹۰ میلادی برای کاهش گازهای گلخانه ای و آلایندهٔ محیط زیست بهره برداران مجبور به کاهش اثرآلودگی محیط ناشی از تولید توان توسط نیروگاههای بخار شدند.

نیروگاههای فسیلی یکی از منابع عمدهٔ آلایندهٔ محیط زیست محسوب می شوندو طیف وسیعی از انواع آلاینده ها را که ناشی از مصرف سوختهای فسیلی است وارد هوا می نمایند. یکی از مهمترین آلودگیهای بخش انرژی آلودگی هوا در اثر انتشار و نشت گازهای آلاینده ناشی از احتراق سوخت های فسیلی است. اکسیدهای گوگرد، اکسیدهای نیتروژن، مونوکسید کربن، ذرات معلق هیدروکربنها و دی اکسید کربن از جمله گازهای آلاینده و گلخانه ای هستند که در اثر فعالیت های نیروگاهها به جو راه می یابند. اما با توجه

[1] - Separate heat and power generation