دومین کنفرانس ملی توسعه پژوهش های نوین در مهندسی برق و کامپیوتر
۸ و ۹ اسفند ۹۷
موسسه آموزش عالی وحدت، تربت جام، ایران
2nd National Conference of Innovative Research Developmentsin
Electrical and Computer Engineering
27 & 28 February 2019
Vahdat Higher Education Institute, Torbat-e Jam, Iran

بکارگیری یک روش بهینه سازی چندهدفه برای شناسایی محدوده ایمن در برنامه ریزی واحدهای تولیدی

مهدی رضائی بروجردی
کارشناس ارشد مهندسی برق قدرت، MahdiRezai۱۴@Yahoo.com

چکیده - با توجه به حساسیت موضوع برنامه ریزی تولید، روشی که قابلیت توسعه در حد ملاحظه همزمان قیود مختلف از جمله اقتصادی، فنی و زیست محیطی را داشته باشد، از اهمیت بالایی برخوردار است. در زمینه های فنی، زیست محیطی و اقتصادی به صورت جداگانه و همچنین با استفاده از الگوریتم های تکاملی، پژوهشهایی صورت گرفته است. اما مشکلی که وجود دارد این است که اهداف بالا را نمی توانند بطور همزمان لحاظ کنند و دارای محدودیت هستند. در راستای رسیدن به یک روش جامع و با در نظرگرفتن تجربیات و پژوهش های موجود، این نتیجه حاصل شده است که رویکردی بر پایه الگوریتم ژنتیک نخبه گرا در قالب جبهه پارتو از نوع توسعه یافته آن نتیجه بخش خواهد بود . دلیل استفاده از *NSGA-III* این است که این امکان را دارد که همه اهداف را به صورت مستقل در نظر بگیرد. بعلاوه این قابلیت را دارد که می توان قیود دیگر را به آن اضافه نمود. پس از توسعه روش مذکور در قالب یک بسته ی محاسبه گر نواحی ایمن بهره برداری برای شبکه آزمون مناسب، قابلیت عملی این رویکرد را با بکارگیری آن برای محاسبه این نواحی در حالات مختلف بهره برداری آزموده شده است. نتایج نشان دهنده ی قابلیت بالای سیستم برای انتخاب ناحیه ایمن بهره برداری و تایید اعتبار روش پیشنهادی است. بر این اساس در خلال این پروژه زیر ساخت مناسبی برای تهیه رویکردی جامع با ملاحظه همزمان کلیه قیود مطرح در دو سطح استاتیک و دینامیک فراهم شده است و تنها باید قیود دیگر را در پژوهش های آتی به آن افزود.

کلید واژه- حداکثر برنامه ریزی تولید، سیستم های قدرت، شناسایی نواحی ایمن بهره برداری، روش جبهه پارتو

۱ - مقدمه

برنامه ریزی تولید در مرجعی اینگونه بیان شده است که سیستم انتقال با مجموعه ای از شین ها یا گره ها با خطوط انتقال بهم وصل شده اند مدل سازی می شود. مولد ها و بارها به گره های مختلف سیستم وصلند و توان را به سیستم انتقال تزریق کرده یا می گیرند. این مدل برای یافتن توان ها و ولتاژهای حالت دائمی سیستم انتقال مناسب است. وظیفه سیستم قدرت تحویل توان به مصرف کنندگان در زمان واقعی و بر اساس تقاضا با حدود ولتاژ، بار و فرکانس قابل قبول و قابل اطمینان و اقتصادی است[۴].

تعهد واحد(UC) ناظر بر برنامه ریزی تولید برای تامین بار و تلفات در سیستم های قدرت است و جنبه های گوناگونی از جمله اقتصادی، زیست محیطی و فنی را در بر می گیرد. جنبه فنی ناظر بر پایداری استاتیکی و دینامیکی است.

تعهد واحدها، برنامه ریزی تولید واحدها در یک سیستم قدرت را شامل می شود که با هدف حداقل نمودن هزینه بهره برداری و تامین قیود متداول نظیر تقاضای بار و نیازمندی های ذخیره سیستم در طول زمانی مشخص، انجام می شود[۵].

این مساله یکی از مسائل مهم در بهره برداری است و بهره برداران همیشه با این مسائل مواجه هستند. از طرفی در سال های اخیر در حوزه های برنامه ریزی های تولید احتمال پایه، ارائه روشی که بتوان زیست محیطی را هم در نظر بگیرد، اقتصادی، فنی و دامنه ایمن بهره برداری هر کدام به صورت جداگانه کار شده است. نکته ای که مهم است اینست که بتوان با توجه به امکانات هوش مصنوعی و نرم افزاری که ایجاد کرده ایم، همه قیود را بصورت همزمان در شکلی که نتیجه اش قابل بهره برداری توسط بهره برداران باشد ارائه دهیم. دلیل استفاده از

Archive of SID
www.SID.ir

NSGA-III در حل مساله این است که اولا چون ناحیه ایمن بهره برداری را می خواهیم تعیین می کنیم قیود بعدی را هم می توانیم به آن اضافه کنیم. ثانیا NSGA-III، این امکان را به بهره برداران می دهد که همه ی اهداف را به صورت مستقل لحاظ کنند. بعلاوه اینکه اضافه کردن اهداف جدید به آن تک جمله هم کار را مشکل می کند.

۲ -مرور کارهای پیشین

خاموشی کامل در نوامبر سال ۱۹۶۵ میلادی در بخش شمالی ایالات متحده آمریکا و اُنتاریو تاثیر عمیقی بر صنعت برق، بخصوص در شمال آمریکا گذاشت. سوالات زیادی در خصوص معیارهای طراحی و برنامه ریزی مطرح گردید. این موضوع سرانجام منجر به تشکیل شورای ملی امنیت سیستم قدرتدر سال ۱۹۶۸ میلادی گردید. هدف این شورا، افزایش امنیت و پایداری سیستم های قدرت در آمریکا و کانادا را در بر می گیرد. معیارهای امنیت به منظور طراحی و بهره برداری سیستم به وسیله ی هر شورای منطقه ای تعیین می شود[۲].

همچنین در صنعت برق طراحی و بهره برداری بهینه و موثر همواره مورد نظر بوده است. تا سال ۱۹۷۳ میلادی و قبل از تحریم نفتی که منجر به افزایش سرسام آور قیمت نفت گردید، شرکت های تولید برق در ایالات متحده آمریکا حدود ۲۰ درصد از کل درآمد خود را صرف هزینه سوخت می کردند. تا سال ۱۹۸۰ میلادی این رقم به حدود ۴۰ درصد رسید. در دوره ۵ ساله متعاقب ۱۹۷۳ میلادی هزینه سوخت، نرخ رشد سالیانه ای معادل ۲۵ درصد داشته است. واضح است که اگر در بهره برداری از چنین سیستمی بتوان حتی درصد کوچکی صرفه جویی کرد به تنهایی مقدار قابل توجهی از هزینه ی بهره برداری خواهد کاست، به این دلیل است که در طی سالهای متمادی، بهره برداری اینچنین مورد توجه مهندسین صنعت برق قرار گرفته است[۱].

در سال ۱۹۷۰ توسط آقای هولند ایده الگوریتم ژنتیک مطرح شد. الگوریتم ژنتیک بعدا شکل های جدیدی مثل الگوریتم جبهه پارتو۱ را هم به خودش گرفت. الگوریتم پارتو فرانت که یک روش چندهدفه بود و بعد از آن به نسل های دیگری مانند NSGA-II و NSGA-III متکامل شدند[۴].

روش نواحی بهره برداری ایمن حالت ماندگار سیستم های قدرت، اولین بار در سال ۱۹۷۵ توسط هنیلیکزا و همکاران مطرح شد. فیشل و همکارانش روش های شناسایی نواحی بهره برداری ایمن حالت ماندگار را توسعه دادند و ایده نواحی بهره برداری ایمن حالت ماندگار توسط بنکر و گالیانا گسترش یافت[۳].

بهینه سازی به روش های سنتی در سال ۱۹۸۰ استفاده شد و بهینه سازی به روش های مدرن (هوش مصنوعی) اولین بار در سال ۱۹۸۶ برای حل مسائل برنامه ریزی خطی مورد استفاده قرار گرفت[۳].

از روش های سنتی می توان به روش های بهینه سازی نامقید، برنامه ریزی غیرخطی، برنامه ریزی خطی، برنامه ریزی مرتبه دوم، روش گرادیان کاهش یافته تعمیمی، روش نیوتن، برنامه ریزی جریان شبکه، برنامه ریزی صحیح آمیخته و روش های نقطه داخلی و از روش های هوش مصنوعی می توان به شبکه های عصبی، الگوریتم های تکاملی و جستجوی ممنوع اشاره کرد[۳].

۳ -بکارگیری NSGA-III در نواحی بهینه برنامه ریزی تولید

در یک شبکه به تعداد باسهای شبکه ولتاژهایی داریم که باید در حدود ایمن باشد. به تعداد خطوط شبکه مواجهه با بارهایی هستیم که باید در حد مجاز حفظ شود و البته برای هر شبکه یک فرکانس داریم که باید حفظ شود. این مساله یک مساله چند جنبه است. بنابراین باید بیاییم سراغ اینکه روشی ایجاد کنیم که بتوانیم این مساله چند وجهی را با در نظر گرفتن تمام باسهای شبکه، بار خطوط شبکه و فرکانس شبکه حل کنیم و بعدا هم امکان اضافه کردن قیود دیگر را به نحو مقتضی داشته باشد و این روش باید بتواند برای شبکه های بزرگتر از New England هم به کار گرفته شود.

یک روشی برای برنامه ریزی بهینه تولید در بهره برداری از سیستم های قدرت را مورد مطالعه قرار داده ایم.شبکه آزمون مناسب IEEE ۳۹ busاست و شبیه سازی های مناسب برای دوره های بهره برداری مناسب و انجام اندازه گیری کلیه قیود امنیت استاتیکی شبکه برای هر شرایط خاص بهره برداری انجام می گیرد و با استفاده از نرم افزار متلب ۲ سیستم های بهینه سازی چند هدفه را شبیه سازی می کنیم . اندازه گیری های

Archive of SID
www.SID.ir

انجام شده با محدودیت های امنیتی شبکه در هر حوزه را مقایسه می کنیم.از الگوریتم های تصمیم گیری چند هدفه در شناسایی محدوده تعهد تولید ایمن در شبکه مورد مطالعه استفاده می کنیم.

الگوریتم NSGA-III یک الگوریتم جدید مبتنی بر الگوریتم ژنتیک مرتب سازی نامغلوب است. اصول پایه این الگوریتم مانند الگوریتم NSGA-II است. هر دو الگوریتم از عملگرهای تقاطع و جهش برای تولید فرزندان استفاده می‌کنند و از رویکرد مرتب سازی نامغلوب برای تعیین رتبه نامغلوبی اعضای جمعیت استفاده می‌کنند. با این حال، بر خلاف الگوریتم NSGA-II که از مفهوم فاصله ازدحام برای ایجاد تمایز بین اعضای مربوط به یک جبهه پارتو استفاده می‌کند، الگوریتم NSGA-III از یک عملگر انتخاب بر مبنای تعدادی نقطه مرجع برای این منظور استفاده می‌کند که می‌تواند منجر به پراکندگی بیشتر جواب‌های نامغلوب حاصل شود[۷].

روش NSGA-III می تواند به شرح زیر بیان شود[۶].

NSGA-III با تعریف مجموعه ای از نقاط مرجع شروع می شود. سپس یک جمعیت اولیه با اعضای N به طور تصادفی تولید می شود، که در آن N اندازه ی جمعیت است. گام های بعدی تکرار هستند تا زمانی که معیار نهایی ارضاء شود. در نسل tام، جمعیت والد p_t برای تولید یک جمعیت فرزندان Q_t با استفاده از انتخاب به طور تصادفی تولید می شود، اپراتور متقاطع باینری و جهش چند جمله ای شبیه سازی شده اند. اندازه p_t و Q_t با یکدیگر ترکیب می شوند تا یک جمعیت جدید $R_t = P_t \cup Q_t$ (از اندازه ی ۲N) شکل دهند. برای انتخاب بهترین اعضای N از R_t برای نسل بعدی، عدم تسلط مرتب سازی بر اصل سلطه معمول ابتدا استفاده می شود، که R_t به سطوح مختلف عدم سلطه گری (F_1, F_2, and so on) طبقه بندی می شود. سپس، یک جمعیت جدید S_t با پر کردن اعضای سطوح مختلف عدم سلطه گری در یک زمان، با شروع از F_1، تا زمانیکه به اندازه ی S_t برابر با N و یا برای اولین بار بیشتر از N ساخته می شوند. فرض کنیم که آخرین سطح شامل سطح L ام است. سپس راه حل ها از سطح L+۱ ام به سادگی رد می شوند. کاربران در $F_1 \backslash S_t$ در حال حاضر برای P_{t+1} انتخاب شده اند، و اسلات های جمعیت باقی مانده از F_L انتخاب می شوند بطوری که یک تنوع مورد نظر در جمعیت می باشد. در اصل، F_L با بزرگترین مقدار فاصله ازدحام انتخاب شده است. با این حال، اندازه گیری فاصله ازدحام به خوبی برای مسائل با اهداف بیشتر انجام نمی شود. به این ترتیب، مکانیسم انتخاب در NSGA-III با انجام یک تجزیه و تحلیل سیستماتیک تر از اعضا در S_t با توجه به نقاط مرجع عرضه تغییر یافته است [۶].

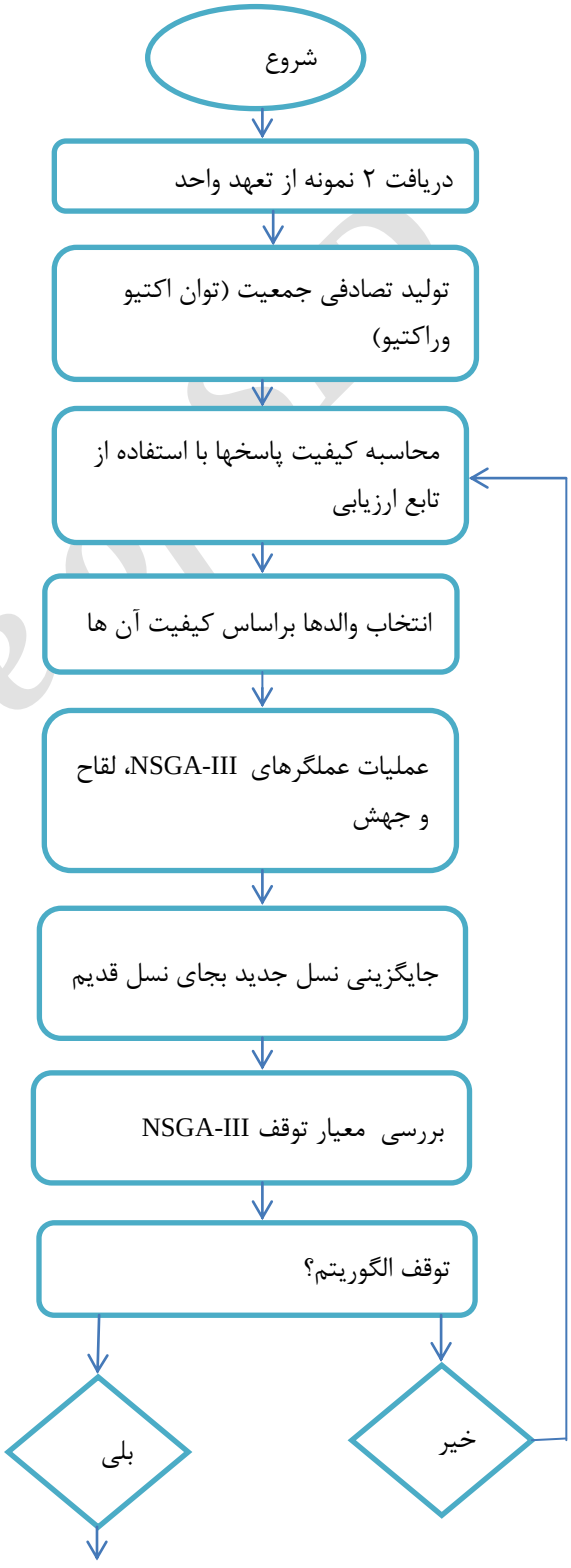
برای رسیدن به این، مقادیر هدف و نقاط مرجع عرضه شده ابتدا نرمال می شوند بطوری که آنها در محدوده یکسان هستند. پس از نرمالیزیسیون، نقطه ایده آل مجموعه S_t می تواند بردار صفر باشد. هر یک از اعضا در S_t سپس با یک نقطه مرجع دارای حداقل فاصله عمودی در ارتباط است. در مرحله بعد، تعداد گوشه ρ_j برای نقطه مرجع j ام به عنوان تعدادی از اعضا در $S_t \backslash F_1$ تعریف شده است که با نقطه مرجع j ام در ارتباط است، می تواند براساس روند فوق بدست آید. علاوه بر این، یک عملیات niche-preservation (دایوورسیتی یا تنوع آنجا بیشتر می باشد) برای انتخاب عضو F_L اجرا می شود و آثار آن به شرح زیر است[۶]:

اول، نقطه مرجع مجموعه $J_{min} = \{j = \arg\min_j \rho_j$ دارای حداقل مقدار ρ_j شناخته شده است.در صورت $|J_{min}| > 1$، یک $\bar{j} \in J_{min}$ بطور تصادفی انتخاب شده است. اگر $\rho_{\bar{j}} = 0$ یکی دارای کوتاه ترین فاصله عمود بر خط مرجع j ام در میان اعضای مرتبط با نقطه مرجع j ام در F_L انتخاب کنیم و آن را به P_{t+1} اضافه می کنیم. تعداد $\rho_{\bar{j}}$ و سپس توسط یکی افزایش یافته است. در صورتی که $\rho_j \geq 1$، عضو به صورت تصادفی از جلو F_L انتخاب می شود که با نقطه مرجع j ام به P_{t+1} اضافه همراه است، و تعداد F_L انتخاب می شود که با نقطه مرجع j ام به P_{t+1} اضافه همراه است، و تعداد $\rho_{\bar{j}}$ نیز نیاز به افزایش یک دارد. در هر دو مورد، زمانی که چنین عضوی وجود ندارد، نقطه مرجع j ام از توجه بیشتری برای نسل فعلی حذف شدند. پس از اینکه اعداد گوشه به روز شدند عملیات گوشه بالا برای کل $k = N - |S_t \backslash F_L|$ برای پر کردن اسلات ها جمعیت باقی مانده P_{t+1} تکرار شود[۶].

اهداف در این پژوهش، ولتاژها و Loading ها و قیود کرانه ها هستند.

Archive of SID
www.SID.ir

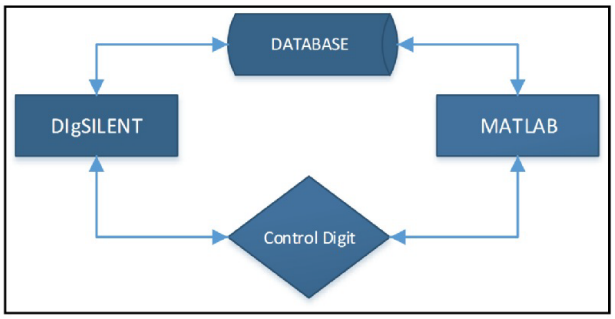
انتخاب بهترین کوروموزوم به عنوان پاسخ نهایی



شکل ۱: نحوهکارالگوریتمژنتیک (NSGA-III)

۴ -برقرار کردن لینک دو نرم افزار MATLAB و DIgSILENT

ضرورت استفاده از دو نرم افزار این است که متلب در انجام محاسبات پخش بار و مدل سازی شبکه های پیچیده برعکس قابلیت های بالای دیگری که در حوزه مدل سازی سیستم های قدرت و محاسبات پخش بار دارد، ضعیف است. از طرف دیگر زبان برنامه نویسی DPL زبان برنامه نویسی پایه ای است که بوجود آوردن الگوریتم های پیچیده ای مثل NSGA-III در آن محیط بسیار دشوار است. از طرف دیگر متلب این قابلیت را دارد که بهینه سازی های پیچیده را به سادگی کدنویسی کند. به همین علت هر دو نرم افزار بصورت همزمان بکار گرفته شده اند و با ایجاد روش ابتکاری، داده ها به صورت مداوم بین این دو نرم افزار تبادل می شوند تا بهینه سازی روی شبکه انجام گردد.



شکل ۲: نحوه ارتباط بین دو نرم افزار DIgSILENT و نرم افزار MATLAB

۵ -حل مسئله

در این پژوهش، به دنبال تعیین نواحی ایمن بهره برداری با ملاحظه قیود فنی هستیم و علاوه بر این، تذکر داده شد قیود فنی سه قید ولتاژ باسهای شبکه، جریان عبوری از خطوط و

www.SID.ir

فرکانس شبکه را در بر می گیرد. همانطور که جزئیات بیان شد فرکانس شبه را با تامین تعادل تولید، مصرف توان اکتیو تامین کردیم و هر کدام از باسهای شبکه را بعنوان یک نقطه هدف مستقل طرح کردیم و بجای جریان خطوط برای ارزیابی راحت تر درصد بارگذاری شبکه ملاحظه کردیم. از طرف دیگر با توجه به اینکه تعداد قیود ۷۳ است؛ برای پرهیز از ایده هم پوشانی همه ی این قیود را بصورت مستقل لحاظ کردیم و برای چنین لحاظی ناچار به استفاده از رویکرد NSGA-III بودیم و این رویکرد را با حل مسئله و با ایجاد ارتباط مناسب بین دو نرم افزار به تعمیق رساندیم. اینک زمان آن رسیده است که این نرم افزار را برای حالت های مختلف بهره برداری تحت تست و ارزیابی نتایج قرار دهیم.

۶ -سناریوهای بهره برداری/آزمون پیش بینی شده برای شبکه

شبکه را برای حالت های مختلف بهره برداری مورد ارزیابی قرار دادیم در حالت های بار ۱۰۰ درصد و ۵۰ درصد و ۷۵ درصد کارایی رویکرد پیشنهادی را می آزماییم. همانگونه که توصیف شد حاصل بهره گیری از این روش یک ناحیه مناسب بهره برداری ایمن است. سپس برای تایید اعتبار، سه حالت از بار ۷۵ درصد را امتحان کردیم. ابتدا برای حالت پایه یعنی همان ۷۵ درصد و سپس در حالتی که بار شبکه را ۷۵ درصد قرار داده ایم، بار یکی از باسها را ۲۰ درصد کم کردیم و بار یکی از باسهای دیگر را ۲۰ درصد اضافه کردیم و سپس برای حالت بعد این کار را برعکس انجام دادیم و برای صحت کار از نواحی ۶گانه ذکر شده دو نقطه را برداشته و پخش بار گرفته و ولتاژ باسهای شبکه را با دامنه ایمن مقایسه کرده ایم.

جدول ۱: نمونه نتایج توان های اکتیو و راکتیو در حالت ۵۰٪

۰.۰۸۵۳۴	Q1	۸۰۴۷.۹۱۸	P1
۰.۰۶۵۶۸۸	Q2	۶۲.۶۸۶۹۲	P2
۰.۰۷۰۱۱۹	Q3	۲۴۳.۰۵۱۲	P3
۰.۰۱۸۷۷۹	Q4	۵۰۳.۴۶۱۵	P4
۰.۱۰۹۲۲۱	Q5	۳۸۷.۵۲۲۶	P5
۰.۴۹۶۹۶۴	Q6	۴۷۲.۵۰۲۲	P6
۰.۲۸۹۰۲۷	Q7	۲۶۱.۱۸۲۸	P7
۰.۰۱۱۰۱۴	Q8	۷۸۶.۱۳۵۶	P8
۰.۰۰۸۸۹۵	Q9	۶۲۶.۸۰۲۲	P9
۱.۳۸۴۷۴۶	Q10	۸۰۲.۵۲۸۷	P10

جدول ۲: نمونه نتایج توان های اکتیو و راکتیو در حالت ۷۵٪

۰.۰۲۵۲۹۲	Q1	۸۱۴۴.۱۵۴	P1
۰.۰۷۱۸۸۲	Q2	۷۰۲.۸۲۹۲	P2
۰.۰۴۹۶۸۷	Q3	۸۷۷.۲۸۶۵	P3
۰.۰۰۹۷۴۷	Q4	۶۲۴.۵۷۸۵	P4
۰.۱۷۲۶۰۵	Q5	۶۷۹.۴۵۹۴	P5
۰.۴۷۰۵۰۱	Q6	۴۱۵.۴۴۶۲	P6
۰.۱۷۸۹۷۹	Q7	۲۴۸.۶۸۴۵	P7
۰.۱۲۷۱۷۹	Q8	۳۵۴.۵۲۳۵	P8
۰.۰۱۸۹۴۴	Q9	۵۰۳.۹۲۴۴	P9
۱.۴۵۴۹۷۱	Q10	۷۵۹.۲۲۸۴	P10

جدول ۳: نمونه نتایج توان های اکتیو و راکتیو در حالت ۱۰۰٪

۰.۰۲۲۳۷۴	Q1	۸۷۴۱.۳۹۴	P1
۰.۰۷۴۴۵۱	Q2	۸۷۹.۵۴۴۸	P2
۰.۰۴۴۰۴۱	Q3	۸۹۵.۰۴۸	P3
۰.۰۲۳۴۶	Q4	۵۳۵.۵۳۸۲	P4
۰.۲۷۷۶۸۱	Q5	۲۴۸.۵۲۶۴	P5
۰.۵۵۱۴۰۸	Q6	۷۳۴.۹۴۵۹	P6
۰.۲۶۹۳۶۷	Q7	۵۳۴.۸۶۱۶	P7
۰.۰۶۵۲	Q8	۱۷۰.۸۵۲۵	P8
۰.۰۱۸۶۳۸	Q9	۶۳۵.۳۵۳۳	P9
۰.۳۸۳۱۰۵	Q10	۴۱۹.۸۱۸۳	P10

۶ ۱ – ارزیابی تعیین چینش بار بر نواحی ایمن بهره برداری

برای اینکه مطمئن شویم روشی را که بکار برده ایم برای بهره

Archive of SID
www.SID.ir

برداری از ناحیه ایمن، در حالت ۷۵ درصد Loading دو حالت را بررسی می کنیم. ابتدا حالت پایه با چینش بار ۷۵ درصد را در نظر می گیریم سپس با تغییر در بار باسها در دو حالت مختلف صحت روش پیشنهادی را ارزیابی می کنیم.

جدول ۴: نمونه نتایج توان های اکتیو و راکتیو در حالت ۷۵٪

۰.۰۲۵۲۹۲	Q۱	۸۱۴۴.۱۵۴	P۱
۰.۰۷۱۸۸۲	Q۲	۷۰۲.۸۲۹۲	P۲
۰.۰۴۹۶۸۷	Q۳	۸۷۷.۲۸۶۵	P۳
۰.۰۰۹۷۴۷	Q۴	۶۲۴.۵۷۸۵	P۴
۰.۱۷۲۶۰۵	Q۵	۶۷۹.۴۵۹۴	P۵
۰.۴۷۰۵۰۱	Q۶	۴۱۵.۴۴۶۲	P۶
۰.۱۷۸۹۷۹	Q۷	۲۴۸.۶۸۴۵	P۷
۰.۱۲۷۱۷۹	Q۸	۳۵۴.۵۲۳۵	P۸
۰.۰۱۸۹۴۴	Q۹	۵۰۳.۹۲۴۴	P۹
۱.۴۵۴۹۷۱	Q۱۰	۷۵۹.۲۲۸۴	P۱۰

جدول ۵: نمونه نتایج توان های اکتیو و راکتیو در حالت ۷۵٪ و حالت ۱

۰.۰۰۷۹۷۷	Q۱	۷۳۶۱.۲۶۷	P۱
۰.۰۵۳۹۵۲	Q۲	۶۴۵.۳۸۵۱	P۲
۰.۰۶۹۰۵۷	Q۳	۸۰۸.۱۸۹	P۳
۰.۰۰۹۳۹۹	Q۴	۸۳۴.۴۳۲۹	P۴
۰.۲۱۳۸۰۴	Q۵	۶۵۶.۶۷۳۸	P۵
۰.۲۱۶۶۷۶	Q۶	۴۷۷.۳۸۷۷	P۶
۰.۳۴۹۸۰۳	Q۷	۳۰۲.۶۴۶۷	P۷
۰.۰۱۹۹۱	Q۸	۶۱۱.۳۱۰۴	P۸
۰.۰۰۹۶۱۹	Q۹	۳۹۷.۱۷۸۱	P۹
۱.۹۲۲۸۲۶	Q۱۰	۵۱۴.۰۸۷۷	P۱۰

جدول۶: نمونه نتایج توان های اکتیو و راکتیو در حالت ۷۵٪ و حالت ۱

۰.۰۹۲۶۴۳	Q۱	۸۴۸۰.۳۹۱	P۱

۰.۰۲۵۹۴۵	Q۲	۵۷۵.۵۳۳۸	P۲
۰.۱۰۹۷۱۴	Q۳	۹۵۳.۱۵۱	P۳
۰.۰۲۵۰۸۳	Q۴	۸۹۱.۳۶۸۸	P۴
۰.۱۹۹۳۶۸	Q۵	۲۰۶.۵۳۰۷	P۵
۰.۵۸۰۹۶۴	Q۶	۷۸۲.۸۵۵۸	P۶
۰.۲۶۰۸۱۷	Q۷	۹.۷۱۵۵۶۵	P۷
۰.۰۵۶۲۱۱	Q۸	۸۸۴.۴۹۴۷	P۸
۰.۰۰۹۴۷۹	Q۹	۶۰۱.۰۱۶۹	P۹
۰.۴۷۵۸۸۸	Q۱۰	۴۳۴.۵۱۶۱	P۱۰

۶ ۲ – ارزیابی تعیین چینش بار بر نواحی ایمن بهره برداری

از نواحی ۶گانه فوق الذکر دو نقطه بهره برداری را انتخاب کردیم برای آن پخش بار می گیریم و ولتاژ باسهای شبکه را با دامنه ایمن مقایسه می کنیم.

جدول ۷: نمونه نتایج توان های اکتیو و راکتیو در حالت ۱

۰.۰۹۲۶۴۳	Q۱	۸۴۸۰.۳۹۱	P۱
۰.۰۲۵۹۴۵	Q۲	۵۷۵.۵۳۳۸	P۲
۰.۱۰۹۷۱۴	Q۳	۹۵۳.۱۵۱	P۳
۰.۰۲۵۰۸۳	Q۴	۸۹۱.۳۶۸۸	P۴
۰.۱۹۹۳۶۸	Q۵	۲۰۶.۵۳۰۷	P۵
۰.۵۸۰۹۶۴	Q۶	۷۸۲.۸۵۵۸	P۶
۰.۲۶۰۸۱۷	Q۷	۹.۷۱۵۵۶۵	P۷
۰.۰۵۶۲۱۱	Q۸	۸۸۴.۴۹۴۷	P۸
۰.۰۰۹۴۷۹	Q۹	۶۰۱.۰۱۶۹	P۹
۰.۴۷۵۸۸۸	Q۱۰	۴۳۴.۵۱۶۱	P۱۰

جدول۸: نمونه نتایج توان های اکتیو و راکتیو در حالت ۲

۰.۰۲۵۲۹۲	Q۱	۸۱۴۴.۱۵۴	P۱
۰.۰۷۱۸۸۲	Q۲	۷۰۲.۸۲۹۲	P۲
۰.۰۴۹۶۸۷	Q۳	۸۷۷.۲۸۶۵	P۳
۰.۰۰۹۷۴۷	Q۴	۶۲۴.۵۷۸۵	P۴

Archive of SID
www.SID.ir

۰.۱۷۲۶۰۵	Q۵	۶۷۹.۴۵۹۴	P۵
۰.۴۷۰۵۰۱	Q۶	۴۱۵.۴۴۶۲	P۶
۰.۱۷۸۹۷۹	Q۷	۲۴۸.۶۸۴۵	P۷
۰.۱۲۷۱۷۹	Q۸	۳۵۴.۵۲۳۵	P۸
۰.۰۱۸۹۴۴	Q۹	۵۰۳.۹۲۴۴	P۹
۱.۴۵۴۹۷۱	Q۱۰	۷۵۹.۲۲۸۴	P۱۰

۶ ۳ – جدول نمونه نقاط بهرهبرداری

یک نمونه از نقاط بهره برداری به شرح زیر ارائه می شود که از نظر ترسیمی دشوار است زیرا ۲۰ بعد دارد و در فضای ۲۰ بعدی قابل ترسیم می باشد.

جدول ۹: نمونه نقاط بهره برداری

۰.۰۲۵۲۹۲	Q۱	۸۱۴۴.۱۵۴	P۱
۰.۰۷۱۸۸۲	Q۲	۷۰۲.۸۲۹۲	P۲
۰.۰۴۹۶۸۷	Q۳	۸۷۷.۲۸۶۵	P۳
۰.۰۰۹۷۴۷	Q۴	۶۲۴.۵۷۸۵	P۴
۰.۱۷۲۶۰۵	Q۵	۶۷۹.۴۵۹۴	P۵
۰.۴۷۰۵۰۱	Q۶	۴۱۵.۴۴۶۲	P۶
۰.۱۷۸۹۷۹	Q۷	۲۴۸.۶۸۴۵	P۷
۰.۱۲۷۱۷۹	Q۸	۳۵۴.۵۲۳۵	P۸
۰.۰۱۸۹۴۴	Q۹	۵۰۳.۹۲۴۴	P۹
۱.۴۵۴۹۷۱	Q۱۰	۷۵۹.۲۲۸۴	P۱۰

۷ -نتیجه‌گیری

نرم افزار این پژوهش نشان داد که در حالت های مختلف بهره برداری می تواند نواحی ایمن بهره برداری را تعیین کند. برای سه حالت بهره برداری ۵۰ درصد، ۷۵ درصد و ۱۰۰ درصد انجام دادیم و از طرف دیگر به منظور بررسی اینکه آیا اختلاف شرایط بهره برداری اثری که لازم است را می تواند بر برنامه ریزی تولید بگذارد این حالت را امتحان کردیم و مشاهده کردیم که چینش بارها عوض شده است. پس اثر خود را گذاشته است و همچنین به منظور بررسی اینکه آیا این از نظر اعتبار، تایید می شود یعنی نقاطی که تعیین می شود نقاط ایمن بهره برداری هستند. این را هم امتحان کردیم. چند سناریو جایگذاری نمودیم و به نتیجه رسیدیم. پس می توانیم بگوییم که به روشی دست پیدا کردیم که فضای ایمن بهره برداری را در حالت های مختلف بهره برداری نشان می دهد و نتایج آن معتبر است.

همانطور که بیان شد برای بهره برداری از شبکه ها قیود مختلفی وجود دارند که باید به صورت همزمان لحاظ شود که این قیود به سه دسته کلی تقسیم می شوند:

- قیود فنی
- قیود اقتصادی
- قیود زیست محیطی

علاوه بر این، قیود فنی هم دو دسته هستند:

- قیود استاتیک
- قیود دینامیک

به این دلیل در خیلی از روش ها در یک مرحله از بهینه، نقطه بهینه را تعیین کنند. در معین کردن نقطه بهینه یک نقص وجود دارد و آن این است که اگر این نقطه بهینه از نظر استاتیک بهترین نقطه بود ولی از نظر دینامیک ایمن نبود یا از نظر فنی نقطه خیلی خوبی بود ولی از نظر اقتصادی نقطه خوبی نبود، این رویه ملاحظه صحیح سایر قیود را با دشواری مواجه می کند. پس پیدا کردن یک نقطه بهینه ما را با این مشکل مواجه می کند.

بنابراین در این پژوهش در مرحله نگاه فنی، حالت ماندگار ناحیه بهینه را شناسایی کنیم تا بعدا بتوانیم قیود دیگر را مثل اقتصادی، زیست محیطی و دینامیکی را به آن تحمیل کنیم. از طرف دیگر، بهره برداری از نمودار نواحی ایمن Power chart ها از ادبیات معروف و مطلوب در بهره برداری از شبکه های قدرت است. به منظور انجام این کار، برای شناسایی ناحیه از روش PSO یا روش بهینه سازی ازدحام ذرات استفاده کردیم که یکی از روش های موثری است که به ما ناحیه بهینه را می دهد و این را برای شبکه IEEE ۳۹ Bus که شبکه ای است که هم قابلیت مطالعه حالت ماندگار و هم حالت دینامیکی دارد.

Archive of SID
www.SID.ir

در بارگذاری های مختلف ۵۰٪، ۷۵٪، ۱۰۰٪ این شبکه، بهره برداری از این روش را امتحان کردیم و نتایج به دست آمده را برای حالت های مختلف بهره برداری از نظر تایید اعتبار بررسی کردیم. در همه حالت های این روش نتایج مناسبی بدست آمده است. بنابراین تایید اعتبار شده که روش پیشنهادی برای بدست آوردن ناحیه بهره برداری مناسب و موفقیت آمیز بوده است. این پروژه یک پیش زمینه مناسبی است برای اینکه بتوانیم در مراحل بعدی، قیود بعدی را هم به آن تحمیل کنیم و مطمئن باشیم این روش می تواند به یک روش جامع که همه جهات امنیت را برای برنامه ریزی شبکه، همزمان لحاظ می کند و تمام گزینه هایی را که قابل بدست آوردن است را به ما بدهد.

با توجه به موفقیت این پژوهش در ملاحظه ی این تعداد نقطه هدف به تنهایی، زمان مناسبی به نظر می رسد که بتوانیم قیود اقتصادی و قیود زیست محیطی را هم بعنوان هدف های جداگانه ای به آن اضافه کنیم. همچنین می توان روش های دیگری از بهینه سازی چند هدفه را در حل این مسئله استفاده کرد و نتایج را با این پژوهش نیز مقایسه نمود.

سپاسگزاری

نمی توانم معنایی بالاتر از تقدیر و تشکر بر زبانم جاری سازم و سپاس خود را در وصف پدر و مادر خویش آشکار نمایم، که هر چه گویم و سرایم ، کم گفته ام.

مراجع

[1] Norouzi, M, et al., 2014, "Mixed integer programming of multi-objective security-constrained hydro/thermal unit commitment",Iran.

[2] Burke, D, et al., 2010, "Maximizing Firm Wind Connection to Security Constrained Transmission Networks".

[3] Abido, M., 2003, "Environmental/Economic Power Dispatch Using Multiobjective Evolutionary Algorithms".

[4] Ngatchou, P, et al., "Pareto Multi Objective Optimization".

[۵] ژونگ ژو، جی، 1394، «بهینه سازی بهره برداری سیستم قدرت»، جلد اول، چاپ اول، کرمانشاه، انتشارات دانشگاه رازی.

Archive of SID
www.SID.ir