مجله مهندسی مکانیک و ارتعاشات، بهار ۱۴۰۰، دوره ۱۲، شماره ۱، ص‌ص ۳۶-۴۳

فصلنامه

مهندسی مکانیک و ارتعاشات

jvibme.semnaniau.ac.ir

رویکرد جدید ارزیابی قابلیت اطمینان برای عملیات سیستم انرژی واحد

مجتبی جمعیتی[1*]

۱- استادیار، گروه فیزیک، واحد نراق، **دانشگاه آزاد اسلامی**، نراق، ایران

* نراق، صندوق پستی ۳۷۹۶۱/۵۸۷۱۹، drmjamiati@iau-naragh.ac.ir

اطلاعات مقاله

مقاله پژوهشی کامل

دریافت: ۱۰اسفند ۱۳۹۹

پذیرش: ۳۱ فروردین ۱۴۰۰

ارائه در سایت: ۲۰ خرداد ۱۴۰۰

کلیدواژگان:

عملکرد سیستم‌های انرژی یکپارچه

حامل انرژی چندگانه

پایداری

الگوریتم ژنتیک

چکیده

در این مقاله، پس از معرفی سیستم های یکپارچه انرژی، با توجه به شاخص های قابلیت اطمینان به دلیل ایستایی ناشی از توسعه جوامع ، رشد مصرف انرژی و مصرف بهینه و همزمان انرژی مورد بررسی قرار گرفته است. سیستم های انرژی مرتباً دچار اختلالات عمده ای می‌شوند که بر فعالیت‌های اقتصادی ، عملکرد زیرساخت ها و کل جامعه تأثیر می گذارد. ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه توزیع بخش مهمی از سیستم قدرت است. تنها چند رویکرد ارزیابی قابلیت اطمینان در مورد تاثیر چند گسل وجود دارد. داشتن روشی که بتواند هم دقت و هم کارایی را تضمین کند، ضروری است. همچنین با استفاده از الگوریتم ژنتیک (GA) ، بهترین حالت نصب عناصر در زمان‌های مختلف به شکل مدل استاتیک و میزان دقیق انرژی های ورودی با توجه به ارزش انرژی‌های الکتریکی و حرارتی تعیین می شود. استفاده از راندمان‌ها و قیمتهای مختلف حامل انرژی در ساعات مختلف در سال مورد توجه است. در نهایت ، با دوره تمدید ، مدت زمان کارکرد سیستم در یک نمونه اولیه مورد ارزیابی قرار می گیرد.

A New Reliability Assessment Approach for Operation Unified Energy System

Mojtaba Jamiati[1*]

1- Department of Physics, Naragh Branch, **Islamic Azad University**, Naragh, Iran.
* P.O.B. 58719/37961 naragh, Iran, drmjamiati@iau-naragh.ac.ir

Article Information

Original Research Paper
Received 28 February 2021
Accepted 20 April 2021
Available Online 10 June 2021

Keywords
Integrated Energy Systems Operation
Multiple Energy Carrier
Statically
Genetic Algorithm

ABSTRACT

In this paper, then introduction of integrated energy systems, with regard to reliability indices as statically due to the development of societies, the growth of energy consumption and optimal and simultaneous of energy use have been studied. Energy systems are regularly subject to major disruptions affecting economic activities, operation of infrastructure and the society as a whole. The reliability evaluation of distribution network is an important part of power system. There are only few reliability assessment approach considered the impact of multi-faults. It's necessary to have a method that can ensure both accuracy and efficiency. As well as, using with Genetic Algorithm (GA), the best state installed elements at different times in the form of statically model and the exact amount of input energies according to the value of electrical and thermal energies is determined. And using various efficiencies and prices of energy carrier in different hours in a year is considered. Finally, with extension period time of operation system in a prototype system is evaluated.

برای ارجاع به این مقاله از عبارت ذیل استفاده نمایید:

Please cite this article using:

Mojtaba Jamiati, A New Reliability Assessment Approach for Operation Unified Energy System, *Journal of Mechanical Engineering and Vibration*, Vol. 12, No. 1, pp. 36-43, 2021 (In Persian)

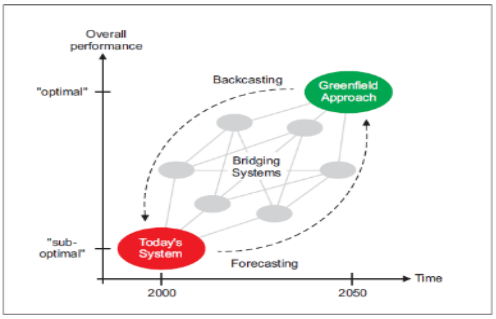
۱- مقدمه

بسیاری از زیرساخت های انرژی امروزی در نیمه دوم قرن بیستم تکامل یافته اند و اگر شرایط فردا را برآورده کنند ، می توان زیر سال رفت. علاوه بر شلوغی سیستم های انتقال ، بسیاری از تاسیسات به پایان عمر خود می رسند. علاوه بر این ، مسائل دیگر مانند افزایش مداوم تقاضا برای انرژی ، وابستگی به محدودیت منابع انرژی فسیلی ، تجدید ساختار صنایع برق و هدف کلی استفاده از منابع انرژی پایدارتر و سازگار با محیط زیست این سوال را ایجاد می کند که آیا تغییرات جزئی در سیستم های موجود برای مقابله با همه این چالش ها کافی است یا تغییر اساسی تری در طراحی سیستم مورد نیاز است. مطالعات علمی مختلف سناریوهای آینده را بر اساس شرایط مرزی ارائه شده توسط سازه های امروزی مانند ولتاژ الکتریکی استاندارد و سطوح فشار گاز مورد بررسی قرار داده است. اگرچه این مطالعات بینش های مهمی را ارائه می دهند ، اما اغلب به راه حل هایی مطابق با سیستم های موجود منجر می شود. احتمالاً راه حلهای جالب و بلندمدت "پنهان" هستند ، زیرا فراتر از مرزهای تعیین شده توسط سیستم هستند. برخلاف این مطالعات ، پروژه ای به نام چشم انداز شبکه های انرژی آینده در ETH زوریخ همراه با شرکای خود آغاز شد که هدف آن رویکرد میدان سبز برای سیستم های تامین انرژی آینده است.

محدودیت های داده شده توسط سیستم های موجود اساساً به منظور تعیین بهینه "واقعی" نادیده گرفته می شود. در نظر گرفتن حامل های متعدد انرژی ، نه تنها برق ، یکی از ویژگی های کلیدی این پروژه است. اعتقاد بر این است که هم افزایی بین اشکال مختلف انرژی نشان دهنده یک فرصت عالی برای بهبود سیستم است. علاوه بر امکانات فناوری اطلاعات مدرن ، فن آوری های پیشرفته و همچنین فناوری های نوظهور و در حال ظهور انرژی ، به عنوان مثال. پیل های سوختی در نظر گرفته می شود. افق زمانی اجرای آن ۳۰ تا ۵۰ سال آینده تعیین شده است. بنابراین ، سوال اساسی که باید به آن پاسخ داده شود این است: "سیستم های انرژی در ۳۰ تا ۵۰ سال چگونه باید باشند و از آنها چه انتظاری می توان داشت؟

در این شرایط ، دو رویکرد کلیدی منطقی است: تغییر ، تبدیل و ذخیره اشکال مختلف انرژی در واحدهای متمرکز به نام هاب انرژی ، و حمل ترکیبی حامل های مختلف انرژی در فواصل طولانی تر در دستگاه های انتقال تک به نام اتصال دهنده های انرژی. به زودی مشخص شد که تنها چند ابزار استقرار یافته برای تجزیه و تحلیل یکپارچه سیستم های حامل انرژی متعدد وجود دارد ، بنابراین پروژه در مرحله اول بر توسعه یک چارچوب مدل سازی و تجزیه و تحلیل تمرکز کرد. در مرحله دوم ، که به تازگی آغاز شده است ، ساختارها و استراتژی های عملکرد بهینه سیستم تعیین و با زیرساخت های معمولی با استفاده از ابزارهای توسعه یافته مقایسه می شوند. نتیجه این مرحله رویکرد میدان سبز است (شکل ۱). مرحله نهایی پروژه به شناسایی مسیرهای گذار و سیستم های پل منتهی از سیستم های امروزی به ساختارهای بهینه مشخص اختصاص یافته است. در قسمت باقیمانده این مقاله ، رویکردهای کلیدی ، برخی از پیشرفت ها و همچنین برخی از نتایج پروژه چشم انداز شبکه های انرژی آینده ارائه خواهد شد [۱].

۲- زیرساخت های انرژی



شکل ۱ انتقال از سیستم امروز به رویکرد میدان سبز از طریق سیستم های پل زنی

مصرف کنندگان صنعتی ، تجاری و مسکونی به اشکال مختلف خدمات انرژی ارائه شده توسط زیرساخت های مختلف نیاز دارند. در بخش صنعتی جهان ، معمولاً از زغال سنگ ، فرآورده های نفتی ، زیست توده و حامل های انرژی متصل به شبکه مانند برق ، گاز طبیعی و گرمایش/سرمایش منطقه ای استفاده می شود. تا کنون ، زیرساخت های مختلف اغلب در نظر گرفته شده و مستقل عمل می کنند. ترکیب سیستم ها می تواند مزایای متعددی را به دنبال داشته باشد. اثرات هم افزایی بین حامل های مختلف انرژی را می توان با استفاده از مزایای خاص آنها به دست آورد: به عنوان مثال ، برق می تواند در مسافت های طولانی با تلفات نسبتاً کم منتقل شود. حامل های انرژی شیمیایی مانند گاز طبیعی را می توان با استفاده از فناوری نسبتاً ساده و ارزان ذخیره کرد. با استفاده از تکنیک های بسته

بندی خطوط ، مایعات قابل فشردگی را می توان در شبکه های خط لوله ذخیره کرد ، حتی اگر هیچ دستگاه ذخیره سازی مشخصی نصب نشده باشد. ترکیب زیرساخت ها به معنای جفت شدن آنهاست ، در نتیجه امکان تبادل قدرت بین آنها فراهم می شود. کوپلینگ ها توسط دستگاه های مبدل ایجاد می شوند که انرژی را به اشکال دیگر تبدیل می کنند. البته سوالی که باید به آن پاسخ داده شود این است که چه دستگاه هایی را چگونه باید قرار داد و چگونه آنها را کار کرد. پاسخ به این س forال برای طرح سیستم ضروری است و بنابراین یکی از موضوعات اصلی پروژه است. بنابراین مدل ها و روش هایی برای یافتن اتصال مطلوب و تبادل قدرت بین حامل های متعدد انرژی بر اساس معیارهای مختلف مانند هزینه ، انتشار ، بهره وری انرژی ، در دسترس بودن ، امنیت و سایر پارامترها توسعه داده شده است [۱-۲].

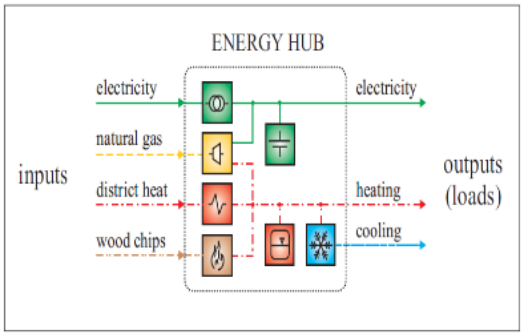
۳- مفهوم هاب انرژی

یک عنصر کلیدی در پروژه چشم انداز شبکه های انرژی آینده ، به اصطلاح هاب انرژی است. یک مرکز انرژی به عنوان واحدی در نظر گرفته می شود که در آن چندین حامل انرژی می توانند تبدیل ، تهویه و ذخیره شوند. این نشان دهنده رابط بین زیرساخت های مختلف انرژی و/یا بارها است. هاب های انرژی در درگاه های ورودی خود که به عنوان مثال متصل هستند انرژی مصرف می کنند. زیرساخت های برق و گاز طبیعی و ارائه خدمات انرژی مورد نیاز مانند برق ، گرمایش ، سرمایش ، هوای فشرده و غیره در درگاه های خروجی. در داخل هاب ، انرژی با استفاده از مثال تبدیل و شرطی می شود. فناوری ترکیبی گرما و توان ، ترانسفورماتور ، دستگاه های الکترونیکی قدرت ، کمپرسورها ، مبدل های حرارتی و سایر تجهیزات. تأسیسات واقعی که می توانند به عنوان قطب های انرژی در نظر گرفته شوند عبارتند از: کارخانه های صنعتی (فولاد ، کارخانه های کاغذ سازی) ، ساختمانهای بزرگتر (فرودگاهها ، بیمارستانها و مراکز خرید) ، مناطق روستایی و شهری و سیستمهای انرژی جزیره (قطار ، کشتی و هواپیما) [۲]

اجزای درون هاب ممکن است ارتباطات اضافی بین ورودی و خروجی برقرار کنند. به عنوان مثال ، بار الکتریکی متصل به هاب در شکل ۲ را می توان با مصرف تمام توان مستقیماً از شبکه مربوطه یا تولید بخشی یا تمام برق مورد نیاز از گاز طبیعی تامین کرد. این افزونگی در عرضه منجر به دو مزیت مهم می شود که می توان با استفاده از هاب های انرژی به دست آورد. اول ، قابلیت اطمینان منبع را می توان از نظر بار افزایش داد زیرا دیگر به طور کامل وابسته نیست

در یک شبکه واحد از طرف دیگر ، قابلیت اطمینان زیرساخت های فردی را می توان کاهش داد (به عنوان مثال با کاهش تعمیر و نگهداری) در حالی که در دسترس بودن بار زیاد است. دوم ، درجه اضافی آزادی ، بهینه سازی منبع هاب را امکان پذیر می کند. حامل های انرژی ارائه شده در ورودی هاب را می توان بر اساس هزینه ، انتشارات مربوطه ، در دسترس بودن و سایر معیارها مشخص کرد. سپس می توان ورودی ها را بر اساس این مقادیر به طور مطلوب ارسال کرد. علاوه بر این ، استفاده از ذخیره انرژی فرصتی برای افزایش عملکرد کلی سیستم است ، بنابراین ذخیره سازی در مرحله برنامه ریزی در نظر گرفته شده است. به ویژه هنگامی که منابع انرژی با انرژی اولیه تصادفی (مانند باد ، خورشیدی) در نظر گرفته شوند ، ذخیره سازی اهمیت پیدا می کند زیرا این امر بر جریان های مربوطه تأثیر می گذارد. جبران جریانهای نوسان برق احتمالاً بارزترین کاربرد فناوری ذخیره انرژی است. با این حال ، تحقیقات نشان داده اند که ذخیره سازی می تواند به گونه ای مورد استفاده قرار گیرد که بر همه معیارهای فوق الذکر تأثیر مثبت بگذارد ، به ویژه در هنگام در نظر گرفتن محیط بازار آزاد شده [۳].

اجزای درون هاب ممکن است ارتباطات اضافی بین ورودی و خروجی برقرار کنند. به عنوان مثال ، بار الکتریکی متصل به هاب در شکل ۲ را می توان با مصرف تمام توان مستقیماً از شبکه مربوطه یا تولید بخشی یا تمام برق مورد نیاز از گاز طبیعی تامین کرد.



شکل ۲ نمونه ای از هاب انرژی که شامل ترانسفورماتور ، میکرو توربین ، مبدل حرارتی ، کوره ، کولر جذبی ، باتری و ذخیره آب گرم است.

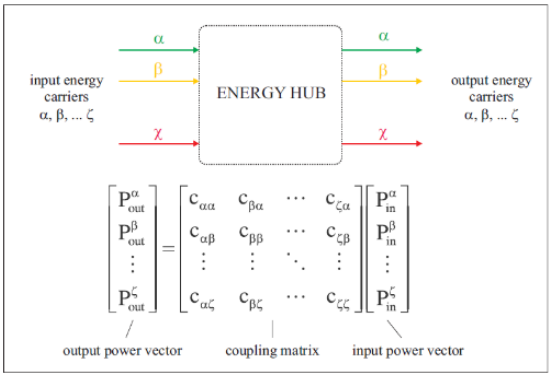
این افزونگی در عرضه منجر به دو مزیت مهم می شود که می توان با استفاده از هاب های انرژی به دست آورد. اول ، قابلیت

اطمینان منبع را می توان از نظر بار افزایش داد زیرا دیگر به طور کامل به یک شبکه وابسته نیست. از طرف دیگر ، قابلیت اطمینان زیرساخت های فردی را می توان کاهش داد (به عنوان مثال با کاهش تعمیر و نگهداری) در حالی که در دسترس بودن بار زیاد است. دوم ، درجه اضافی آزادی ، بهینه سازی منبع هاب را امکان پذیر می کند. حامل های انرژی ارائه شده در ورودی هاب را می توان بر اساس هزینه ، انتشارات مربوطه ، در دسترس بودن و سایر معیارها مشخص کرد. سپس می توان ورودی ها را بر اساس این مقادیر به طور مطلوب ارسال کرد. علاوه بر این ، استفاده از ذخیره انرژی فرصتی برای افزایش عملکرد کلی سیستم است ، بنابراین ذخیره سازی در مرحله برنامه ریزی در نظر گرفته شده است. به ویژه هنگامی که منابع انرژی با انرژی اولیه تصادفی (مانند باد ، خورشیدی) در نظر گرفته شوند ، ذخیره سازی اهمیت پیدا می کند زیرا این امر بر جریان های مربوطه تأثیر می گذارد. جبران جریانهای نوسان برق احتمالاً بارزترین کاربرد فناوری ذخیره انرژی است. با این حال ، تحقیقات نشان داده اند که ذخیره سازی می تواند به گونه ای مورد استفاده قرار گیرد که بر همه معیارهای فوق الذکر تأثیر مثبت بگذارد ، به ویژه در هنگام در نظر گرفتن محیط بازار آزاد شده [۳].

۴- شار قدرت

برای بررسی های کلی در سطح سیستم ، مدلهای جریان حالت پایدار مناسب هستند و معمولاً مورد استفاده قرار می گیرند. جریانها از طریق دستگاههای مبدل توان را می توان با تعریف بهره وری انرژی آنها به عنوان نسبت خروجی و ورودی حالت پایدار تجزیه و تحلیل کرد. با چندین ورودی و خروجی ، می توان یک ماتریس تبدیل یا ماتریس اتصال را تعریف کرد که بردارهای جریان توان مربوطه را پیوند می دهد. شکل ۳ این مفهوم مدل سازی را ترسیم می کند. ماتریس اتصال ، تغییر نیرو از ورودی به خروجی هاب را توصیف می کند. می توان از ساختار مبدل هاب و ویژگی های کارایی مبدل مشتق شد. توصیف رفتار دستگاه های ذخیره سازی مستلزم در نظر گرفتن زمان و انرژی به عنوان متغیرهای اضافی است. مدلهای مختلف جریان برای شبکه های هیدرولیک و الکتریکی از جریان شبکه عمومی تا مدلهای جریان قدرت حالت پایدار با جزئیات بیشتر در دسترس هستند. درجه تقریبی مناسب بستگی به نوع تحقیق دارد.

پیوندهای انتقال ترکیبی (اتصال دهنده ها) را می توان مشابه هاب های انرژی از طریق ماتریس های اتصال مدل کرد. این موضوع در مرجع [۳] بیشتر توضیح داده شده است.



شکل ۳ مدلسازی تغییر قدرت از طریق یک هاب انرژی

۵- قابلیت اطمینان

قابلیت اطمینان و در دسترس بودن منبع انرژی یک موضوع مهم است ، بنابراین مدل هایی نیز برای این نوع تحقیقات توسعه یافته اند. نرخ خرابی و تعمیر را می توان برای همه اجزای سیستم تعریف کرد. با در نظر گرفتن یک مرکز انرژی ، میزان خرابی و تعمیر عناصر اتصال می تواند در ماتریسی مشابه ماتریس اتصال ذکر شده در شکل ۳ بیان شود ، و این در مرجع [۳] توضیح داده شده است. پرداختن به جزئیات چنین تحلیلی خارج از محدوده این مقاله است ، اما نتایج کلی را می توان با یک مثال نشان داد. شکل ۵ مشخصات بار الکتریکی استاندارد آلمان در طول یک هفته را برای مشاغل کوچک نشان می دهد ، که میزان مصرف سالیانه آنها ۲۰ مگاوات ساعت است. بار الکتریکی را می توان از طریق:

اتصال مستقیم برق ، ظرفیت

$$C_{ee} = 10Kw \qquad (1)$$

قابلیت تبدیل شیمیایی به الکتریکی

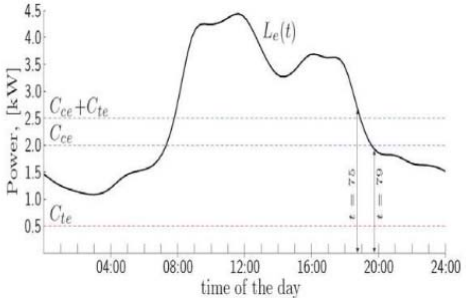
$$C_{ce} = 2Kw \qquad (2)$$

تبدیل حرارتی به الکتریکی ، ظرفیت

$$C_{te} = 0.5Kw \qquad (3)$$

همانطور که در شکل ۴ مشاهده می شود ، بار در فواصل زمانی مختلف می تواند از طریق ترکیبات مختلف از سه کانال تغذیه

ارائه شده در بالا تامین شود.



شکل ۴ منحنی بار الکتریکی یک مشاغل کوچک با مصرف سالانه ۲۰ مگاوات ساعت. مشخص شده است که ظرفیت مبدل های مختلف همانطور که در متن آمده است.

بدیهی است که بار را می توان تنها با اتصال الکتریکی تأمین کرد ، اما در فواصل زمانی مختلف بار یا قسمتی از بار را می توان از طریق اتصال شیمیایی به برق به تنهایی یا در ترکیب با اتصال حرارتی به برق تأمین کرد. این امر شاخص های قابلیت اطمینان سیستم را افزایش می دهد ، به عنوان مثال. در دسترس بودن و انرژی مورد انتظار تامین نشده ، EENS. مدل سازی دقیق با استفاده از تکنیک های مارکوف و نمونه های کاربردی متعدد را می توان در [۳] یافت.

۶- بهینه سازی سیستم

هنگام در نظر گرفتن سیستم های چندحامل یکپارچه ، مشکلات مختلف بهینه سازی را می توان شناسایی کرد. س basicال اساسی جریان توان بهینه ترکیبی این است که هابها چه میزان از حامل های انرژی را باید مصرف کنند و چگونه باید آنها را تبدیل کنند تا بارهای خروجی خود را برآورده کنند. این یک مشکل عملیاتی است. در مرحله برنامه ریزی ، ساختار بهینه هاب ممکن است مورد توجه قرار گیرد ، که می توان با تعیین ماتریس اتصال بهینه که تبدیلات درون هاب را توصیف می کند ، پیدا کرد.

سپس می توان مبدل ها را برای ایجاد این اتصال مطلوب انتخاب کرد و فناوری از دست رفته را می توان شناسایی کرد. این مشکلات و دیگر مشکلات بهینه سازی با استفاده از معیارهای مختلف مانند هزینه انرژی ، انتشار سیستم ، اقدامات امنیتی انتقال و غیره تدوین و تجزیه و تحلیل شده اند. با ترکیب معیارهای مختلف در توابع هدف مرکب می توان بهینه سازی دو و چند هدفه را انجام داد. در مرجع [۴] جزئیات روش بهینه سازی شرح داده شده است. در اینجا فقط یک نتیجه جالب برجسته خواهد شد. رابطه بین خروجی ها ، یعنی بردار بار L و بردار ورودی P ، در شکل ۵ را می توان به شکل ماتریس به صورت زیر نوشت:

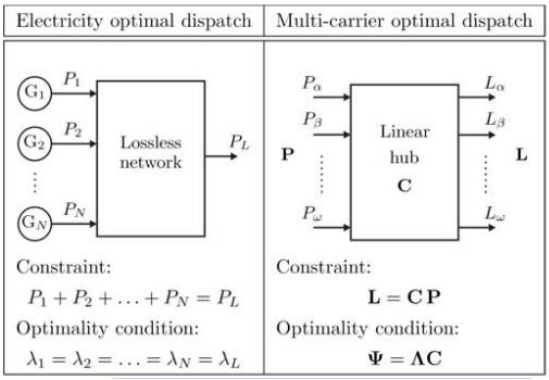
$$L = \mathrm{CP} \qquad (4)$$

که C ماتریس اتصال در شکل ۴ است.

شرایط بهینه کلی هاب را می توان به صورت زیر نوشت:

$$\Psi\Lambda = \mathrm{C} \qquad (5)$$

که Ψ بردار قیمت های حاشیه ای سیستم و Λ بردار قیمت های حاشیه مرکزی است. این معادله اخیر معادل قانون اعزام اقتصادی شناخته شده برای ژنراتورها در سیستم های الکتریکی است ، به اصطلاح "قانون هزینه های افزایشی برابر" که در شکل ۵ نشان داده شده است. رستمی و همکاران [۱۵] به صورت عددی به بهینه سازی اگزرژی یک کلکتور خورشیدی صفحه تخت مجهز به لوله‌های بیضوی به همراه نانوسیال پرداختند. ایشان به منظور شبیه سازی عددی از روش حجم محدود و نرم افزار فلوئنت استفاده نمودند. مطالعه ایشان برای کسرحجمی صفر تا ۰/۰۱ از نانوذرات و محدوده رینولدز ۵۰ تا ۱۲۰۰ صورت گرفت. نتایج آن‌ها نشان می‌دهد بالاترین میزان اگزرژی در کسر حجمی ۰/۰۱ رخ می‌دهد.



شکل ۵ ارسال بهینه برق و چند حامل

۷- تابع هدف

تابع هدف شامل سه بخش است.

$$F = Operation\ cost + Emisson\ cost + cost(Ens) \qquad (6)$$

قسمت اول مربوط به هزینه نصب تجهیزات در زمان یک سال است: قسمت اول هزینه های انرژی و هزینه عملکرد تجهیزات ، شامل هزینه خرید برق از هزینه تولید شبکه با قیمت های

تعیین شده توسط شبکه ، هزینه انرژی تولید شده توسط نیروگاه تولید همزمان برق و گرما است.

$$Operation\ cost = 365 \times (\sum_{i=1}^{N_i}[C_1 + C_2P_i(t) + C_3{P_i}^2(t)] + \sum_{\alpha=1}^{N_\alpha}[P_\alpha(t) \times CostP_\alpha(t)]) \quad (7)$$

در قسمت بالا C_1 تعمیر و نگهداری هزینه ثابت ، C_2 و C_3 نشان دهنده هزینه های متغیر و بهره برداری CHP[1] است. نوع انرژی α و نوع i ورودی انرژی به اجزای یکپارچه سیستم نصب شده هزینه P (t) برق در قیمت انرژی با توجه به هزینه واحد (p.u) برق از شبکه خریداری می شود. بخش دوم هزینه جرایم آلودگی و انتشار حامل سمی است.

$$Emission\ cost = 365 \times \sum_{i=1}^{24}[E_1 + E_2P_\alpha(t) + E_3{P_\alpha}^2(t)] \quad (8)$$

ضرایب E_1 و E_2 و E_3 و ضرایب اعمال هزینه آلودگی و کیفیت هوا توسط کنترل کننده تعیین می شود. در اینجا عامل θ به سیستم تقسیم قدرت بین دیگ بخار و گاز ورودی CHP اضافه می شود و مقدار θ بین صفر و یک است معادلات توصیف کننده سیستم را می توان به عنوان ماتریس بیان کرد:

$$L(t) = CP(t) \quad (9)$$

$$\begin{bmatrix} L_e(t) \\ L_h(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \eta_T & \theta \times \eta_{CHP_e} \\ 0 & \theta \times \eta_{CHP_h} + (1-\theta)\eta_B \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P_e(t) \\ P_g(t) \end{bmatrix} \quad (10)$$

جایی که ضرایب P_e و P_g با قدرت حامل و گاز حامل بیان می شود ، همچنین: η_T کارایی CHP و η بازده حرارتی CHP و η_B بازده دیگهای بخار [۵].

قسمت چهارم هزینه تامین انرژی ، قابلیت اطمینان هزینه نیست:

$$cost(ENS) = ENS_i \times Rens_i \quad (11)$$

در قسمت بالا ضریب Rens و ENS نشان دهنده هزینه و کمبود انرژی تامین نشده است. اهمیت یک سیستم یکپارچه برای بهینه سازی استفاده از حامل های انرژی با توجه به محدودیت ها این است که سیستم فعلی ، روشن می شود. بنابراین ، محدودیت هایی برای تعیین برخی از متغیرها استفاده می شود، بنابراین محدودیت ها شامل موارد زیر است:

$$0 \le P_i(t) \le P_{i_{max}} \quad (12)$$

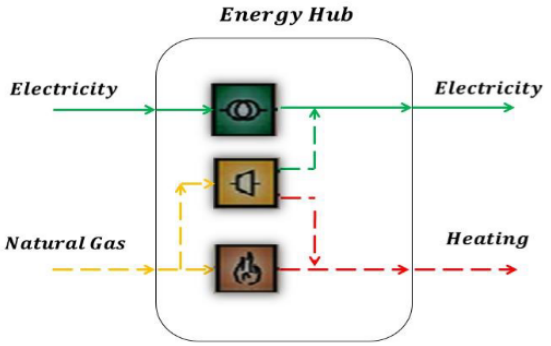
$$i \in e, g \quad (13)$$

محدودیت ها این است که مقادیر متغیر در رابطه بین اتصال ورودی و خروجی و اعمال پارامترهای ماتریس:

$$L_e(t) = \eta_T P_e(t) + \theta\eta_{CHP_e}P_g(t) \quad (14)$$

$$L_h(t) = \theta\eta_{CHP_h}P_g(t) + (1-\theta)\eta_B P_g(t) \quad (15)$$

در این مرحله ، علاوه بر محدودیت پیشنهادی باید در حد θ در نظر گرفته شود [۶].



شکل ۶ این مدل برای هاب سیستمهای انرژی در نظر گرفته شده است.

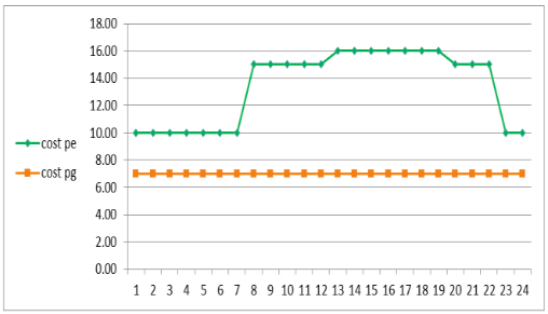
۸- معرفی یک سیستم یکپارچه بهره برداری

تقاضای برق و گرما در زمانهای مختلف نمودارهای روزانه به شرح زیر است:

شکل ۷ برق و گرما در ساعات مختلف روز

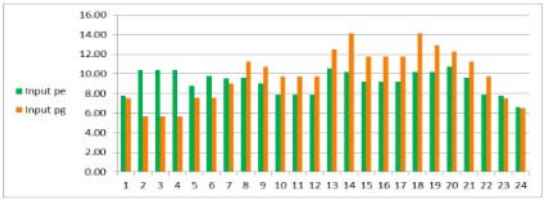
در قیمت انرژی در محاسبه و تعیین مقدار گاز و برق ورودی بسیار م ،ثر است ، این مدل در قیمت انرژی با توجه به نمودار زیر ارزیابی می شود:

[1] . Combined heat and power (CHP)



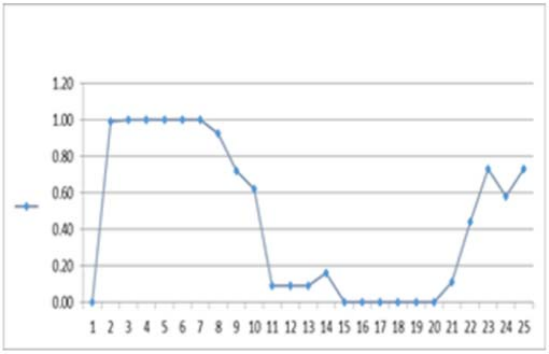
شکل ۸ هزینه برق و گاز ورودی به سیستم

پس از شبیه سازی و اجرای نرم افزار با توجه به نیاز برق و گرما ، سیستم ترانسفورماتور ، CHP و دیگ بخار با استفاده از برق و گاز ورودی توسط نرم افزار بهینه سازی در نمودار زیر محاسبه می شود:

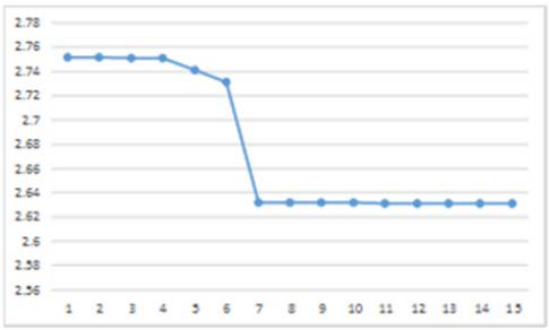


شکل ۹ میزان انرژی الکتریکی ورودی به سیستم در اولین مطالعه سناریویی

برق و انرژی ورودی گاز به سیستم در مدل ، با در نظر گرفتن میزان دیگ بخار گاز در هاب ورودی انرژی توسط یک عامل θ بین دیگ بخار تقسیم می شود و CHP Gams توسط نرم افزار بهینه سازی تعیین می شود[۷].



شکل ۱۰تقسیم قدرت بین گاز ورودی ، CHP ، دیگ بخار



شکل ۱۱ نتایج قابلیت اطمینان تابع هدف برای تکرار چندگانه

۹- نتیجه‌گیری

با توجه به کل مدلهای ایستا برای ارزیابی سیستم انرژی با الگوریتم ژنتیک ، نتایج زیر بدست آمد: یک سیستم یکپارچه که می تواند انرژی ورودی مورد نیاز را مطابق با توان خروجی مورد نظر بهینه کند. مدل استاتیک نوآوری در عملکرد سیستم انرژی در شبیه سازی نشان داده شده که چه زمانی تعرفه های حامل ورودی خواهد شد ارزش قابلیت اطمینان یک حوزه مهم در ارزیابی اقتصادی و فلسفه طراحی کنسول عملیات است. ارزیابی قابلیت اطمینان با استفاده از این مدل در مواقعی که می توان مزایای بیشتری را پذیرفت با توجه به الگوریتم ژنتیک مورد استفاده در این مدل ، ما کارآمدترین پاسخ را داریم که می توان با توجه به مته توان خروجی مورد نیاز ، توان ورودی را بهینه کرد. در شبیه سازی نشان داده شده زمانی که سیستم تعرفه حامل ورودی بهترین راه حل برای عملکرد سیستم انرژی یکپارچه را ارائه می دهد.

۱۰- مراجع

[1] Geidl M., Andersson G., 2007. Optimal Coupling of Energy Infrastructures. 2007 IEEE Lausanne Power Tech., pp. 1398–1403.

[2] Reed G. F., et al., 2000. Application of a 5 MVA, 4.16 kV D-STATCOM system for voltage flicker compensation at Seattle Iron and Metals, Power Engineering Society Summer Meeting, 3, pp. 1605-1611.

[3] Halmschlager V., Hofmann R., 2021. Assessing the potential of combined production and energy management in Industrial Energy Hubs – Analysis of a chipboard production plant, 226, 120415.

[4] Flanigan O., 1972. Constrained derivates in natural gas pipeline system optimization. Journal of Petroleum Technology, 24, pp: 549 – 556.

[5] Biskas P., et al., 2016. Coupled optimization of electricity and natural gas systems using augmented Lagrangian and an alternating minimization method. International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 80, pp: 202 – 218.

[6] Hemmes K., et al., 2007. Towards multi-source multi product energy systems, Elsevier International journal of Hydrogen energy, 32, pp: 1332-1338.

[7]Derafshi Beigvand S., et al., 2017. A general model for energy hub economic dispatch. Applied Energy, 190, pp: 1090 -1111.