

بسمه تعالی

با سلام و احترام

اینجانب حامد کبریائی، دانشیار دانشکده برق و کامپیوتر، دانشکده فنی، دانشگاه تهران می باشم. عنوان طرح پیشنهادی بنده " بهینه سازی و یادگیری توزیع شده " می باشد و نوع همکاری مورد درخواست " تک پروژه غیر مقیم " می باشد. در ضمن سه نفر از متخصصین صاحب نظر در زمینه پژوهشی مورد نظر طرح پیشنهادی به شرح زیر می باشند:

۱- دکتر مجید نیلی احمد آبادی، استاد دانشگاه تهران ایمیل : mnili@ut.ac.ir :

۲- دکتر بابک نجار اعرابی، استاد دانشگاه تهران . ایمیل araabi@ut.ac.ir :

۳- دکتر محمد جواد یزدانیپناه، استاد دانشگاه تهران. ایمیل yazdan@ut.ac.ir :

در ذیل، طرح پیشنهادی پیوست شده اند.

با تشکر

حامد کبریائی

Hamed Kebriaei, PhD

Associate Professor

Control and Processing Center of Excellence

School of Electrical and Computer Engineering

University of Tehran, Iran

<http://ece.ut.ac.ir/en/~kebriaei>

عنوان طرح:

یادگیری ماشین توزیع شده در شبکه های هوشمند

Distributed machine learning in smart networks

مجری طرح:

حامد کبریائی ، دانشیار و عضو هیئت علمی دانشکده برق و کامپیوتر دانشگاه تهران

چکیده طرح:

در این طرح هدف تصمیم گیری و تحلیل بهینه در شبکه های چند عامله هوشمند است. این تحلیل ها و طراحی ها را می توان در برنامه های مختلف مخابراتی، امنیتی و شبکه های انرژی هوشمند مورد استفاده قرار داد. در این مدل سازی نحوه تعامل بین عامل ها در یک شبکه هوشمند مانند تبادل اطلاعات و ورودی و خروجی سیستم و عامل ها در نظر گرفته شده است. پس از مدل سازی، بهینه سازی و کنترل غیرمتمرکز عناصر تصمیم گیری برای پایداری شبکه و به حداکثر رساندن توابع هدف عوامل در شبکه انجام می شود. پس از مدل سازی، بهینه سازی و کنترل غیرمتمرکز عناصر تصمیم گیری برای پایداری شبکه و به حداکثر رساندن توابع هدف عوامل در شبکه انجام می شود. برای این منظور از ابزارهای مختلفی مانند کنترل ارزش میانگین و نظریه بازی استفاده خواهد شد. از آنجایی که در یک شبکه، اطلاعات کامل همه عوامل برای بهینه سازی در دسترس نیست، بنابراین باید از روش های غیرمتمرکز که نیاز به تبادل اطلاعات کمی دارند، استفاده کرد.

واژه های کلیدی: شبکه های هوشمند، مدل سازی ، تصمیم گیری غیرمتمرکز بهینه، تئوری بازی، کنترل مقدار میانگین

۱- مقدمه:

در طی چند سال اخیر شبکه های هوشمند مورد توجه مراکز صنعتی، تجاری و دولتی قرار گرفته اند. شبکه ی هوشمند در واقع ترکیب تکنولوژی مهندسی قدرت با شبکه های ارتباطی می باشد که با قرار گرفتن سنسور های اندازه گیری قدرت و مترهای هوشمند بین تولید کننده ی انرژی و مصرف کننده های نهایی محقق می شود. به وسیله ی ترکیب این دو تکنولوژی مختلف در شبکه های هوشمند ارتباطی دو طرفه بین مصرف کننده های انرژی و تولید کننده ها به وجود می آید. که به وسیله ی این ارتباط دو طرفه انرژی الکتریکی از تولید کننده به مصرف کننده می رسد. در حقیقت شبکه ی انتقال اطلاعات نقش مهمی را در شبکه های هوشمند با انتقال اطلاعات مربوط به مصرف انرژی برق از مترهای هوشمند به مراکز اطلاعاتی بازی می کند.

یکی از ضروریات شبکه های هوشمند، مدیریت تقاضا می باشد، تا بتوان مقدار مصرف انرژی الکتریکی را کنترل کرد. برای مثال مدیریت تقاضا برای مناطق مسکونی می تواند با عرضه ی لوازم کم مصرف و تشویق مشتریان به مصرف آگاهانه ی انرژی مقدار انرژی الکتریکی را

کاهش دهد، همچنین مدیریت تقاضا می تواند انگیزه هایی برای اینکه مصرف کنندگان زمان مصرف خود را به ساعات کم مصرف تغییر دهند ایجاد کند.

تکنیک های مدیریت هوشمند و قدرتمند تقاضا در قلب سیستم های قدرت آینده قرار خواهند داشت. زیرا برقراری ارتباط بین مشتری ها، خودروهای الکتریکی، ریزشبکه ها و تولید کنندگان انرژی فقط با تکنیک های مدیریت تقاضا ممکن می باشد.

مدل عرضه و تقاضا زمینه ای کاملاً مرتبط با مدیریت تقاضا می باشد. مدل های عرضه و تقاضا به برنامه هایی اشاره می کنند که تولید کنندگان انرژی از آن ها استفاده می کنند تا بار مصرفی را به صورت دینامیکی تغییر دهند. تا میزان مصرف انرژی در بازه ی زمانی کوتاهی کاهش پیدا کند. در مواقع ضروری مدل عرضه و تقاضا باید توانایی این را داشته باشد تا میزان تقاضا را به شکل مناسب تغییر دهد و یا میزان تولید را مشابه مقدار مصرف کند تا سیستم قدرت را بهتر مورد استفاده قرار دهد. بر خلاف مدل عرضه و تقاضا، مدیریت تقاضا سعی می کند تا مصرف انرژی مشتریان را در بازه ی زمانی طولانی تری بهینه کند.

پس از تجدید ساختار در صنعت برق و شکسته شدن انحصار به صورت عمودی، بخش های تولید، انتقال و توزیع از یکدیگر تفکیک شدند. با بازبینی قوانین مدیریتی - حقوقی و ایجاد بسترهای مناسب، شرایط لازم برای شکسته شدن انحصار به صورت افقی و تشکیل بازارهای رقابتی در هر یک از بخش ها فراهم شد. به دنبال آن، رقابت در بخش تولید با هدف بیشینه سازی سود هر یک از شرکت های تولیدی گسترش یافت. در چنین فضایی، هر یک از شرکت های تولیدی که به بازیگران بازار معروفند، راهبرد بهینه پیشنهاددهی قیمت خود را بر اساس رفتارهای سایر رقبا تعیین می کنند. به دلیل وابستگی سود هر بازیگر به سود رفتار اقتصادی دیگر بازیگران، و این که هیچ یک از آن ها نمی توانند به تنهایی نتیجه نهایی را تعیین کنند، این موضوع در حیطه نظریه بازی ها^۱ قرار می گیرد. این نظریه به مطالعه تصمیم سازی در محیط هایی که در آن ها ترکیبی از تقابل و همکاری وجود دارد (مانند انحصار چندجانبه^۲ می پردازد و تعادل نش را به عنوان جواب بازی معرفی می کند. نقطه تعادل نش به موقعیتی گفته می شود که در آن، همه بازیگران به طور همزمان، راهبرد بهینه پیشنهاددهی قیمت خود را ارائه می دهند و انحراف از این نقطه توسط هر بازیگر، با کاهش سود آن بازیگر همراه خواهد بود. مدل سازی ریاضی نظریه بازی ها میان بازیگران بازار، با شکل مسئله بهینه سازی دو سطحی نیز بیان می شود. در سطح اول این مسئله، بهره بردار مستقل سیستم، پیشنهادهای قیمت بازیگران را دریافت کرده و فرآیند تسویه بازار را بر اساس بیشینه سازی رفاه سراسری انجام می دهد. در سطح دوم، با توجه به مقدار توان و قیمت های گره ای هر شین که از سطح اول مسئله بهینه سازی بدست آمده است، سود هر بازیگر تعیین می شود. بازیگران در این شبیه سازی، راهبرد بهینه پیشنهاددهی قیمت خود را با توجه به تاثیر رفتار سایر رقبا بر سود خود، به گونه ای ارائه می دهند که بیشترین سود را بدست آورند. چنین مسائل دو سطحی، اغلب غیر محدب و غیر خطی می باشند و حل تحلیلی آن ها به خصوص با اضافه شدن قیدهای محدودیت تولید واحدهای ژنراتوری و محدودیت شبکه ی انتقال، بسیار سخت و پیچیده خواهد بود. بنابراین روش هایی که بتوانند بهینه های سراسری و در نتیجه تعادل نش را بیابند، از اهمیت ویژه ای برخوردار هستند.

¹ Game Theory

² Oligopoly

۲- مروری بر ادبیات و پیشینه تحقیق:

با افزایش انتظار مشترکین درباره ی میزان انرژی مصرفی و کیفیت آن [۱]، بهره برداری از منابع انرژی و شبکه ی توزیع باید بهبود یابد. همچنین در طول سال‌های اخیر، فشارهای وارده برای افزایش رقابت و بهبود قابلیت اطمینان، منجر به افزایش علاقه برای مدیریت تقاضا در شبکه‌های هوشمند شده‌است [۲-۴]

به دلیل نامناسب بودن عایق حرارتی ساختمان‌ها مقدار زیادی انرژی برای تنظیم محیط‌های داخل ساختمان‌ها به هدر می‌رود. در [۵] نشان داده شده است که بیشتر انرژی مصرفی توسط مشترکین در ساختمان‌ها می‌باشد. در نتیجه با اعمال روش‌های مناسب مدیریت تقاضا می‌توان از این هدررفت انرژی جلوگیری کرد.

در واقع مدیریت تقاضا برای بدست آوردن بازده بیشتر از منابع انرژی موجود بدون احداث نیروگاه‌ها و سیستم‌های توزیع برق جدید می‌باشد. مدیریت تقاضا شامل برنامه‌های افزایش بازده انرژی، پاسخگویی بار و برنامه‌های کنترل بار صنعتی، تجاری و خانگی [۴، ۶، ۷] می‌باشد. کنترل بار خانگی معمولاً مربوط به برنامه‌های کاهش بار یا جابه جایی بار می‌شوند. همچنین در بارهای خانگی با پیدایش خودروهای هیبریدی مصرف متوسط منازل تا دو برابر افزایش خواهد یافت [۸]. در صورتی که شبکه‌های توزیع آمادگی لازم برای تولید انرژی مورد نیاز برای خودروهای هیبریدی را نداشته باشند و نتوانند مشترکین را تشویق به مصرف انرژی در ساعات مختلف روز کنند، توانایی برآورده سازی نیازهای مشترکین را نخواهند داشت.

از کارهایی که در این زمینه انجام شده برنامه‌های مدیریت بار اختیاری [۹-۱۱] و کنترل مستقیم بار [۱۲-۱۵] می‌باشند. که براساس توافق بین مشترک و شرکت توزیع وجود دارند. در روش کنترل مستقیم بار اپراتور شرکت توزیع می‌تواند از راه دور عملکرد و میزان مصرف بعضی از وسایل الکتریکی مشترک را کنترل نماید. این روش در موقعیت‌هایی که حریم خصوصی مشترک و یا رفاه و امنیت آن درجهی اهمیت بالایی دارد، به خصوص در مواردی که مشترک مورد نظر خانگی باشد، قابل پیاده‌سازی نیست.

روش دیگری که برای مدیریت تقاضا به کار می‌رود به کمک تنظیم مناسب تعرفه‌های انرژی می‌باشد. به این شکل بارهای الکتریکی می‌توانند از زمان اوج مصرف به زمان‌های دیگر انتقال یابند، که این امر موجب می‌شود که نسبت اوج به میانگین مصرف بار کاهش یابد [۱۶، ۱۷]. بر مبنای [۱۸] پاسخگویی بار می‌تواند بر اساس تغییرات مصرف انرژی مشترکین از الگوی مصرفی نرمال آن‌ها در پاسخ به تغییرات قیمت برق در طول زمان باشد. در [۱۹] مدیریت تقاضا به صورت یک مسئله‌ی بهینه‌سازی مدل شده‌است، که کمینه‌کردن هزینه‌ی مشترکین و بیشینه‌کردن سود شرکت توزیع در تابع هزینه ظاهر و بهینه شده‌اند. به نظر می‌رسد نقطه‌ی بهینه‌ی وزن‌دار لزوماً برای توابع هدف جزئی بهینه نباشد و رویکرد دیگری باید در پیش گرفت.

از بین روش‌های ریاضی که برای تحلیل پاسخگویی استفاده شده اند تئوری بازی‌ها [۲۰] یکی از رایج ترین روش‌ها می‌باشد. در [۲۱-۲۴] مدیریت سمت تقاضا در قالب یک مسئله‌ی تئوری بازی مطرح شده و ابزارهای گوناگونی که در این روش وجود دارند، برای تحلیل به کار برده شده‌اند. در [۲۳] برای هر مشترک تابع هدف بهینه‌سازی به طور مجزا تعریف می‌گیرد. به طور خاص در [۲۴] با در نظر گرفتن امکانات آینده‌ی شبکه‌های هوشمند و ارتباط دوطرفه‌ی بین یک مشترک با شرکت توزیع و مشترکین دیگر قالب یک بازی تعریف شده، در حالی که در روش‌های قبلی صرفاً ارتباط بین مشترک و شرکت توزیع برقرار بود.

برای بررسی روش های پاسخگویی بار نیاز به دانستن نمودار رفاه مشترکین می باشد. در [۲۵] تابع رفاه را نموداری صعودی و مقعر در نظر گرفته شده است. به این ترتیب با افزایش میزان مصرف مشترک مقدار رفاه افزایش می یابد. در [۲۱] رفاه تابعی از تفاضل میزان مصرف واقعی و میزان پیش بینی شده گرفته شده است، که در آن هرچه میزان مصرف واقعی به میزان پیش بینی شده نزدیک تر باشد، مشترک رضایت بیشتری دارد. در [۲۶] رفاه در زمان فعلی را بر اساس افزایش یا کاهش مصرف در واحد زمانی قبلی تعریف شده است. ایرادی که به هر سه روش وارد است این است که مصرف تصادفی مشترکین در هیچکدام از سه روش مدل نشده است. در روش اول تأثیر جابه جایی زمان مصرف بر رفاه مشترک مدل نشده و در روش سوم این مسئله که گذر زمان می تواند بر مصرف مشترک تأثیر گذار باشد مدل نشده است. روش دوم بهتر از دو روش دیگر به نظر می آید اما این روش نیز نمی تواند این حقیقت را نشان دهد که جابه جایی مصرف وسایل مختلف تأثیرات متفاوتی می تواند بر رفاه مصرف کننده بگذارد و تنها جابه جایی مصرف مهم نمی باشد .

مدیریت تقاضا مشکلات تصمیم گیری زیادی دارد. تمامی تصمیم ها بر مبنای قیمت تعرفه ی برق تخمین زده شده توسط مصرف کننده می باشند. بدست آوردن این تخمین نیازمند داشتن مدل مصرف انرژی است و بدست آوردن این مدل کار بسیار مشکلی می باشد. در تمامی روش های قبلی به این مسئله پرداخته نشده بود و فرض بر داشتن مدل دقیق محیط بود. برای غلبه بر این مشکل، در این پژوهش مدیریت مصرف انرژی با قابلیت یادگیری [۲۷] استفاده شده است .

۳- دلایل انجام طرح:

یکی از جنبه های طراحی شبکه های هوشمند که از آن نمی شود چشم پوشی کرد امنیت می باشد که مدیریت انرژی می تواند منجر به حفاظت بیشتر، افزایش عمر تجهیزات ، قابلیت اطمینان و امنیت در شبکه گردد. در تکنولوژی روز با مدیریت مناسب مصرف در زمان هایی که پایداری و قابلیت اطمینان شبکه به خطر بیافتد از قطع ناگهانی برق شبکه و ایجاد مشکل برای مصرف کننده ها جلوگیری می شود که این توانایی را زیرساخت شبکه هوشمند با ایجاد دسترسی به سوئیچ های "قطع و وصل" برای مصرف کننده ها فراهم می کند که باعث صاف شدن پروفایل مصرف و در نتیجه ثابت ماندن قیمت در طول روز می شود. با استفاده از افزایش یا کاهش هزینه و قیمت در طول روز توسط شبکه ی سراسری با توجه به توانمند شدن مصرف کننده ها در مدیریت مصرف می توانند مصرف کننده ها را تشویق به تغییر در پروفایل مصرف روزانه انرژی کنند.

در صورت رقابتی شدن بازار و اعمال سیاست های کنترلی مناسب می توان به اهداف کنترلی از جمله تولید یکنواخت انرژی، کاهش نسبت بیشینه به متوسط بار، افزایش قابلیت اطمینان و امنیت، کاهش تلفات انرژی و حفاظت بیشتر در شبکه دست یافت و در نتیجه استفاده بهینه از ظرفیت موجود تولید در شبکه تولید و توزیع برق محقق می گردد

همچنین تغییر قیمت ها روش مناسب برای ترغیب مصرف کنندگان در مصرف بهینه خود می باشند. اینگونه قیمت گذاری برق سبب ایجاد دو تغییر بلند مدت و کوتاه مدت در الگوی مصرف بار می شود . در درازمدت، قیمت بالای برق سبب صرفه جویی در مصرف برق می شود. چنانچه اختلاف قیمت بین تعرفه های ساعات اوج با ساعات کم باری زیاد باشد، مصرف کنندگان به نصب وسایل ذخیره کننده ی انرژی تشویق می شوند تا بتوانند به این طریق از مصرف انرژی الکتریکی در ساعات پرباری که قیمت برق بالاست جلوگیری کنند. بنابراین در دراز مدت ایجاد تعرفه های مختلف برای مصرف برق سبب بالاتر رفتن بهره وری انرژی مصرفی می شود . همچنین در کوتاه مدت، برخی از مشتریان امکان کاهش مصرفشان و یا انتقال این

مصرف به ساعات کم باری را دارا می باشند. به عنوان مثال یک مصرف کننده ی صنعتی، چنانچه تولید محصول در ساعات اوج مصرف برق با توجه قیمت برق در این ساعات، برایش سودآور نباشد، از تولید کالای خود در این ساعات صرف نظر خواهد کرد.

همچنین انرژی الکتریکی در سطح سیستم قدرت به طور گسترده قابل ذخیره سازی نمی باشد، بنابراین مقدار ظرفیت تولیدی در تمامی زمان ها می بایست برابر و یا بیشتر از مقدار بار کل مصرف کننده های سیستم باشد. به این ترتیب، در برخی زمانها در طی یک ساعت میزان توان مصرفی سیستم به شدت افزایش خواهد یافت که در این شرایط بدون در نظر گرفتن پاسخگویی بارها، میزان ظرفیت تولید مورد نیاز به منظور تأمین توان و ذخیره این ساعات افزایش خواهد یافت. این در حالیست که هزینه نصب واحدهای نیروگاهی بسیار بالا و امری زمانبر می باشد. اما با اجرای برنامه های پاسخگویی بار مقدار مصرف در ساعات اوج توسط مصرف کنندگانی که خود حاضر به کاهش مصرفشان هستند، کاهش می یابد.

در مقایسه با کارهای انجام شده رویکرد این پژوهش رویکرد بازی با اطلاعات ناقص است که بر اساس آخرین مطالعات ما در مراجع به آن پرداخته نشده است. از طرفی اهمیت رویکرد اطلاعات ناقص هم از نظر تئوری و هم از نظر عملی قابل توجه است. چرا که:

۱- از نظر تئوری باید در مدل سازی از مدل های دینامیکی، تصادفی و در تصمیم گیری از رویکرد های تخمین و یادگیری جهت بهینه سازی استفاده کرد.

۲- از نظر عملی نیز در واقعیت بازیگران مختلف اعم از مصرف کنندگان، توزیع کنندگان و تولید کنندگان نسبت به مدل تصمیم گیری و پارامتر های یکدیگر اطلاعات ناقص دارند و باید تنها با توجه به اطلاعاتی که به طور عمومی منتشر میشود سعی در بهینه کردن تابع سود خود کنند.

همان طور که اشاره شد، در یک شبکه انرژی بدست آوردن استراتژی های بهینه با توجه به قیودی خواهد بود. این قیود به صورت یکسری قیود فنی و شبکه ای می باشد که در روش های بهینه سازی مد نظر قرار می گیرد. به عنوان مثال می توان به محدودیت های خطوط در شبکه، محدودیت های تولید، سقف قیمت و تعادل بین عرضه و تقاضا اشاره کرد. از طرف دیگر در این مسئله واقعی اطلاعات ناقص قید بزرگی می باشد که هر تصمیم گیرنده در شبکه باید با محدودیت اطلاعات در دسترس تصمیم بگیرد.

در یک شبکه واقعی هر بازیگر تنها به اطلاعات خود و اطلاعاتی که در شبکه به طور عمومی منتشر می شود (مثلا اطلاعاتی که توسط اپراتور شبکه برق مانند قیمت متوسط موزون و ... منتشر می شود) دسترسی دارد و به این ترتیب تصمیم گیری او تنها بر اساس این اطلاعات می باشد. در یک شبکه هوشمند انرژی نیروگاه ها از توابع هزینه یکدیگر اطلاع ندارند و حتی ممکن است اطلاعات کاملی از هزینه خود نیز نداشته باشند. شرکت های توزیع نیز اطلاعات پیشبینی نیاز مصرف رقبای خود و همچنین قیمت خریداری شده برق را برای آنها نمی دانند. همچنین کاربران مختلف نسبت به توابع مطلوبیت یکدیگر اطلاعات ناقص دارند. به این ترتیب جنبه کاربردی طرح، خود را در واقعیت تصمیم گیری با اطلاعات ناقص نشان خواهد داد. علاوه بر این تحلیل های با اطلاعات کامل کمک می کند که بتوانیم میزان بهینگی تصمیمات در حالت اطلاعات ناقص را ارزیابی کنیم و ببینیم که تصمیمات با اطلاعات ناقص چه مقدار باعث میشود از پاسخ های مورد انتظار با اطلاعات کامل دور شویم.

۴- اهداف و محصولات طرح:

هوشمندی در تصمیم گیری ها از جمله شبکه های هوشمند گسترش یافته است. شبکه های هوشمند بخاطر رسیدن به اهدافی از جمله رقابتی شدن و نفوذ هرچه بیشتر تصمیمات و محاسبات کنترلی به سطح نودهای گسترده، در جوامع مختلف مورد استقبال روزافزون واقع می شوند که نتیجه ی آن رشد استفاده از تکنولوژی های برتر و کاهش تلفات انرژی می باشد.

به طور خلاصه مزایای کلی شبکه های هوشمند به شرح ذیل است:

- پیک سایی که نتیجه اصلی بکارگیری شبکه هوشمند به همراه تکنولوژی های پیشرفته در پست های توزیع و منازل مشترکین است.
 - کاهش مصرف سوخت های فسیلی که در نتیجه کاهش پیک و تلفات انرژی به همراه کاهش افت خطوط توزیع بدست می آید.
 - کاهش در تعداد مشترکین که خاموشی دارند، این امر نتیجه مهم توانایی پیش بینی کردن و یا به صورت بالقوه جلوگیری کردن از قطع برق و پاسخ موثر در صورت قطع برق جهت رفع عیب است.
 - کاهش سرمایه گذاری مورد نیاز برای پروژه های توزیع و انتقال به جهت بهبود بالانس بار و کاهش در بار پیک بدلیل مدیریت پیشرفته دیماند
 - کاهش هزینه ها که منتج از قطع و وصل از راه دور مشترکین می باشد
 - کاهش زمان خاموشی مشترکین
- جلوگیری از قطع مشترکین است برق مشترکین، فاکتور اصلی رضایت مندی. شبکه توزیع هوشمند به سرعت وسایلی را که احتمالاً موجب خطا در شبکه توزیع می شوند را شناسایی و از مدار خارج می کند و همچنین جریان نشتی را به سرعت مشخص می کند و مکانهایی که نیاز به حضور نیرو جهت اصلاح شبکه را دارند به سرعت اعلام می کند. استفاده از نرم افزارهای پیشرفته اندازه گیری سریعاً مشترکین را که خارج از سرویس هستند، را مشخص می کند. فراهم نمودن چنین اطلاعاتی برای پرسنل اتفاقات که در محل خاموشی هستند، بسیار ذی قیمت بوده و بازده عملکرد را بسیار بالا می برد.

شبکه های توزیع هوشمند با استفاده از راه حل های ذیل زمان خاموشی مشترکین را کاهش می دهند

- تنظیم مجدد سیستم با کمک گرفتن از سوئیچ های اتوماتیک هوشمند که هماهنگ با پست های هوشمند هستند
- تشخیص از راه دور خطا
- تعیین اندازه و محل بار خارج شده از مدار از راه دور و بصورت Real Time
- کنترل از راه دور تولیدات پراکنده انرژی و جمع آوری آنها جهت استفاده
- تشخیص از راه دور قطع و وصل شبکه

محصولات طرح:

دو مقاله ژورنال ISI معتبر و دو مقاله کنفرانسی چاپ شده در کنفرانس های معتبر بین المللی

۵- برنامه و انجام طرح:

مراحل انجام طرح به شرح زیر می‌باشد که شرح آن در بخش اهداف طرح آمده است:

۱- مدل سازی توابع سود برای بازیگران در یک شبکه هوشمند انرژی با توجه به قیود تولید کننده، شرکت توزیع و مصرف کننده-ها:

۲- مدل سازی تعامل و ارتباطات بین بازیگران در یک شبکه هوشمند انرژی بر اساس نظریه بازی‌ها.

۳- ارائه روش‌هایی بر اساس تئوری بازی‌ها جهت بدست آوردن پاسخ بهینه در رقابت بین بازیگران

۴- ارائه روش‌های تخمین و بهینه سازی که بر اساس اطلاعات ناقص بازیگران سود آنها را بیشینه کند.

۵- استفاده از روش‌های یادگیری ماشین که بر اساس اطلاعات ناقص بازیگران سود آنها را بیشینه کند.

۶- اعتبار سنجی روش‌های ارائه شده،

برنامه زمانی مراحل فوق نیز در بخش بعد آمده است.

۶- برنامه زمانبندی طرح :

شماره مرحله / فعالیت	نام مرحله / فعالیت	مرحله / فعالیت پیش نیاز	درصد وزنی به کل پروژه	نام منابع مورد استفاده (نیروی انسانی ، مواد مصرفی و...)	مدت زمان اجرا (ماه)	نمودار زمان بندی (ماه)											
						۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
۱	مطالعات ادبیات موضوع		۱۰٪	حامد کبریائی	۱	*											
۲	مرحله (۱) در بخش ۵	مرحله ۱	۲۵٪	حامد کبریائی	۲		*	*	*								
۳	مرحله (۲) در بخش ۵	مرحله ۲ و ۱	۱۵٪	حامد کبریائی	۲					*	*						
۴	مرحله اصلی (۳) در بخش ۵	مرحله ۳ و ۲ و ۱	۱۰٪	حامد کبریائی	۱							*					
۵	مرحله (۴) در بخش ۵	مرحله ۴ و ۳ و ۲	۱۵٪	حامد کبریائی	۲								*	*			

	*	*											۲	حامد کبریائی	۱۵٪	مرحله ۱ و ۲ و ۳	مرحله (۵) در بخش ۵	۶
*													۱	حامد کبریائی	۱۰٪	مرحله ۱ و ۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ۶	مرحله (۶) در بخش ۵	۷

۷- معرفی همکاران:

مهندس امین تاج الدینی، دانشجوی دکترای کنترل دانشگاه تهران
مهندس علی سلمانپور دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه تهران
مهندس محمد شکری دانشجوی دکترای کنترل دانشگاه تهران
مهندس رحیمی رضویه دانشجوی دکترای کنترل دانشگاه تهران
دکتر Tansu Alpcan استاد دانشگاه ملبورن استرالیا
دکتر Rmezani دانشگاه سیدنی استرالیا
دکتر dusit Nyiato دانشگاه نانیانگ سنگاپور
دکتر Luigi Glielmo دانشگاه سانئو ایتالیا

۸- ابزار مورد نیاز:

در این پژوهش، از مقالات و استانداردهای IEEE بهره خواهیم برد .
به علاوه سعی می شود از امکانات آزمایشگاه های گروه کنترل دانشگاه تهران و قطب کنترل و پردازش هوشمند نیز استفاده نماییم.
در درجه اول، سعی می شود از ابزارهای ریاضی زیر برای تحلیلاستفاده شود.
به منظور شبیه سازی از نرم افزارهای زیر استفاده می نماییم MATLAB ، GAMS ، و C++.

۹- بودجه با تقسیم بندی در مراحل مختلف:

مدت اجرای طرح: یک سال
محل اجرای طرح: دانشکده برق و کامپیوتر، دانشکده فنی، دانشگاه تهران
اعتبار درخواستی:
هزینه نیروی انسانی: برابر با قوانین موجود پژوهشکده؛ نظر شخصی بنده ۲۰ میلیون تومان است که بخشی از آن
برای هزینه های چاپ و شرکت در کنفرانس های معتبر بین المللی می باشد.

- [۱] I. S. Association, "IEEE Guide for Smart Grid Interoperability of Energy Technology and Information Technology Operation with the Electric Power System (EPS), End-Use Applications, and Loads," *IEEE Std 2030*, vol. 2011, pp. 1-126, 2011.
- [۲] C. W. Gellings, "The concept of demand-side management for electric utilities," *Proceedings of the IEEE*, vol. 73, pp. 1468-1470, 1985.
- [۳] M. Fahrioglu and F. L. Alvarado, "Designing incentive compatible contracts for effective demand management," *Power Systems, IEEE Transactions on*, vol. 15, pp. 1255-1260, 2000.
- [۴] B. Ramanathan and V. Vittal, "A framework for evaluation of advanced direct load control with minimum disruption," *Power Systems, IEEE Transactions on*, vol. 23, pp. 1681-1688, 2008.
- [۵] A. F. D. Center", US Department of Energy, Energy Efficiency and Renewable Energy," ed, 2009.
- [۶] C. W. Gellings and J. H. Chamberlin, "Demand-side: Management planning," 1993.
- [۷] M. A. A. Pedrasa, T. D. Spooner, and I. F. MacGill, "Scheduling of demand side resources using binary particle swarm optimization," *Power Systems, IEEE Transactions on*, vol. 24, pp. 1173-1181, 2009.
- [۸] A. Ipakchi and F. Albuyeh, "Grid of the future," *Power and Energy Magazine, IEEE*, vol. 7, pp. 52-62, 2009.
- [۹] M. Fahrioglu and F. L. Alvarado", Designing cost effective demand management contracts using game theory," in *Power Engineering Society 1999 Winter Meeting, IEEE*, 1999, pp. 427-432.
- [۱۰] M. Fahrioglu and F. L. Alvarado, "Using utility information to calibrate customer demand management behavior models," *Power Systems, IEEE Transactions on*, vol. 16, pp. 317-322, 2001.
- [۱۱] R. Faranda, A. Pievatolo, and E. Tironi, "Load shedding: a new proposal," *Power Systems, IEEE Transactions on*, vol. 22, pp. 2086-2093, 2007.
- [۱۲] N. Ruiz, I. Cobelo, and J. Oyarzabal, "A direct load control model for virtual power plant management," *Power Systems, IEEE Transactions on*, vol. 24, pp. 959-966, 2009.
- [۱۳] A. Gomes, C. Antunes, and A. Martins, "A multiple objective approach to direct load control using an interactive evolutionary algorithm," *Power Systems, IEEE Transactions on*, vol. 22, pp. 1004-1011, 2007.
- [۱۴] D. Weers and M. Shamsedin, "Testing a new direct load control power line communication system," *Power Delivery, IEEE Transactions on*, vol. 2, pp. ۶۵۷-۶۶۰. ۱۹۸۷.

- [١٥] C.-M. Chu, T.-L. Jong, and Y.-W. Huang, "A direct load control of air-conditioning loads with thermal comfort control," in *Power Engineering Society General Meeting, 2005. IEEE, 2005*, pp. 664-669.
- [١٦] D. O. Neill, M. Levorato, A. Goldsmith, and U. Mitra, "Residential demand response using reinforcement learning," in *Smart Grid Communications (SmartGridComm), 2010 First IEEE International Conference on*, 2010, pp. 409-414.
- [١٧] J. Wang, S. Kennedy, and J. Kirtley, "A new wholesale bidding mechanism for enhanced demand response in smart grids," in *Innovative Smart Grid Technologies (ISGT), 2010*, 2010, pp. 1-8.
- [١٨] S. Maqbool, M. Babar, and E. Al-Ammar, "Effects of demand elasticity and price variation on load profile," in *Innovative Smart Grid Technologies-Middle East (ISGT Middle East), 2011 IEEE PES Conference on*, 2011, pp. 1-5.
- [١٩] N. Gatsis and G. B. Giannakis, "Residential load control: Distributed scheduling and convergence with lost AMI messages," *Smart Grid, IEEE Transactions on*, vol. 3, pp. 770-786, 2012.
- [٢٠] D. Fudenberg, and J. Tirole, *Game Theory*, ed: Cambridge, MA: The MIT Press, 1991.
- [٢١] P. Yang, G. Tang, and A. Nehorai, "A game-theoretic approach for optimal time-of-use electricity pricing," *Power Systems, IEEE Transactions on*, vol. 28, pp. 884-892, 2013.
- [٢٢] P. Yang, G. Tang, and A. Nehorai, "Optimal time-of-use electricity pricing using game theory," in *Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), 2012 IEEE International Conference on*, 2012, pp. 3081-3084.
- [٢٣] D. Li, S. K. Jayaweera, and A. Naseri, "Auctioning game based demand response scheduling in smart grid," in *Online Conference on Green Communications (GreenCom), 2011 IEEE*, 2011, pp. 58-63.
- [٢٤] A.-H. Mohsenian-Rad, V. W. Wong, J. Jatskevich, R. Schober, and A. Leon-Garcia, "Autonomous demand-side management based on game-theoretic energy consumption scheduling for the future smart grid," *Smart Grid, IEEE Transactions on*, vol. 1, pp. 320-331, 2010.
- [٢٥] P. Samadi, H. Mohsenian-Rad, R. Schober, and V. W. Wong, "Advanced demand side management for the future smart grid using mechanism design," *Smart Grid, IEEE Transactions on*, vol. 3, pp. 1170-1180, 2012.
- [٢٦] H. He and D. M. Modest, "Market frictions and consumption-based asset pricing," *Journal of Political Economy*, pp. 94-117, 1995.
- [٢٧] R. S. Sutton and A. G. Barto, *Reinforcement learning: An introduction* vol. 1: MIT press Cambridge, 1998.