



دانشگاه زنجان

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

## مطالعه و بررسی تقاضای بار و تولید انعطاف پذیر در شبکه هوشمند قدرت

نام و نام خانوادگی:

غزاله بهرامی

استاد راهنما:

دکتر رضا نوروزیان

بهار ۱۳۹۴

به پاس حافظه سرشار و گم‌گشای امید بخش وجودشان که در این سردترین روزگار ان به‌ترین پشتیبان است

و به پاس محبت های بی‌دیانتان که مرکز فروکش نمی‌کند

این پایان نامه را به پدر و مادر عزیزم تقدیم می‌کنم



## چکیده

با وقوع تجدید ساختار در صنعت برق و به وجود آمدن بازارهای رقابتی، سیستم سنتی درهم شکسته

و اجزا آن به صورت بازیگران مستقل با اهداف و سلايق متفاوت و بعضاً متعارض درآمده‌اند. شرکت‌های

تولید انرژی الکتریکی به تولید و فروش انرژی به صورت رقابتی در بازارهای عمده‌فروشی پرداخته و

شرکت‌های توزیع انرژی الکتریکی، انرژی را از بازار فوق خرید و به بازارهای خرده‌فروشی بازفروش

می‌کنند. خرده‌فروشان نیز برق را از بازار مزبور خریداری کرده و به مشتریان می‌فروشند. اما مسئله به

اینجا خاتمه نیافت و بازارهای برق در سر راه خود دچار مشکلات عدیده‌ای شدند که مهم‌ترین آن‌ها

عبارت‌اند از بی‌ثباتی قیمت‌ها، بروز تراکم در شبکه و ... . لذا عوامل اداره‌کننده بازار به سرعت دریافته‌اند که

رفع مشکلات فوق بدون دخالت دادن مشترکین در بازار امکان‌پذیر نیست. بنابراین به دنبال راه‌حلی

گشتند تا زمینه حضور فعال منابع سمت مصرف را فراهم کنند. بارهای انعطاف‌پذیر و یا به عبارت دیگر

بارهایی با قابلیت جابجایی در بازه‌های زمانی مختلف، مفهومی می‌باشد که به منظور مشارکت بارها در

بازار برق و کاهش پیک و یا انتقال آن به ساعت دیگر مطرح شده است.

از سوی دیگر، برقراری ارتباط دو طرفه با مصرف‌کنندگان نیازمند زیرساختی مناسب و قابل اطمینان

می‌باشد. از این رو، مفهوم شبکه‌های هوشمند که زیرساخت لازم برای ارتباط دو طرفه با مشترکین را

ایجاد می‌کنند، مطرح شده است. در این مطالعه به بحث‌های بارهای انعطاف‌پذیر و چگونگی مشارکت

آن‌ها در بازار برق در حضور زیرساخت‌های شبکه هوشمند پرداخته شده است.

**کلید واژه:** شبکه هوشمند، بازار برق، بارهای انعطاف‌پذیر، پاسخگویی بار، جابجایی پیک.

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	<b>فصل اول: شبکه‌های هوشمند</b>
۱-۱	۱-۱- مقدمه
۲	۱-۲- شبکه‌های هوشمند
۷	۱-۳- شبکه‌های هوشمند و بخش توزیع و مصرف کنندگان
۱۰	۱-۴- سامانه‌ی اندازه‌گیری
۱۲	<b>فصل دوم: بارهای انعطاف پذیر</b>
۱۶	۲-۱- مقدمه
۱۷	۲-۱-۱- مدیریت سمت تقاضا
۱۹	۲-۱-۲- قیمت‌گذاری الکترونیسته
۲۲	۲-۲- چارچوب‌های مدل مشتری
۲۳	۲-۳- مشخصه‌های مشتری استاتیک
۲۳	۲-۴- حوزه و اندازه‌ی مدل
۲۴	۲-۴-۱- مدل‌های Top-Down
۲۴	۲-۴-۲- مدل‌های Bottom-Up
۲۵	۲-۵- پاسخ به بار
۲۶	۲-۵-۱- پاسخ به تقاضا
۲۸	۲-۵-۲- ظرفیت قطع
۲۹	۲-۶- سازگاری مدل در طول زمان
۲۹	۲-۶-۱- سودمندی و انتخاب نرخ
۳۳	۲-۶-۲- رفتار سرمایه‌گذاری دینامیک
۳۸	<b>فصل سوم: پاسخگویی بار</b>
۳۹	۳-۱- مقدمه
۳۹	۳-۲- مدیریت سمت مصرف
۳۹	۳-۲-۱- اهداف DSM
۴۰	۳-۲-۲- راهبردهای DSM
۴۲	۳-۲-۳- افزایش بهره‌وری انرژی
۴۲	۳-۲-۴- پاسخگویی بار

۴۴	۵-۲-۳- ضرورت اجرای برنامه‌ی پاسخگویی بار
۴۶	۶-۲-۳- انواع برنامه‌های پاسخگویی بار
۴۷	۱-۱-۶-۲-۳- برنامه‌های پاسخگویی زمان استفاده
۴۹	۲-۱-۶-۲-۳- برنامه‌های قیمت‌گذاری بلادرنگ
۵۰	۳-۱-۶-۲-۳- برنامه‌های قیمت‌گذاری زمان پیک بحرانی
۵۲	۲-۶-۲-۳- برنامه‌های پاسخگویی بار مبتنی بر تشویق
۵۲	۱-۲-۶-۲-۳- کنترل مستقیم بار
۵۳	۲-۲-۶-۲-۳- قطع/کاهش بار
۵۴	۳-۲-۶-۲-۳- برنامه‌های فروش دیماند / بازخرید
۵۵	۴-۲-۶-۲-۳- برنامه‌های پاسخگویی بار اضطراری
۵۵	۵-۲-۶-۲-۳- برنامه‌های ظرفیت بازار
۵۵	۶-۲-۶-۲-۳- برنامه‌های خدمات جانبی
۵۶	۷-۲-۳- مزایای حضور مشترک در بازار
۵۸	۸-۲-۳- نمونه‌هایی از تأثیرات اجرای برنامه‌های پاسخگویی بار در سیستم قدرت
۵۸	۹-۲-۳- سلسله مراحل مورد نیاز برای اجرایی کردن برنامه‌های پاسخگویی بار
۶۰	<b>فصل چهارم: تولید انعطاف‌پذیر</b>
۶۱	۱-۴- مقدمه
۶۱	۲-۴- خودروهای الکتریکی
۶۴	۱-۲-۴- انواع مختلف خودروها
۶۴	۱-۱-۲-۴- خودروهای با موتور احتراق داخلی
۶۵	۲-۱-۲-۴- خودروهای هیبرید الکتریکی
۶۷	۲-۲-۴- اهمیت <b>PHEV</b>
۶۷	۳-۲-۴- مقایسه بین <b>PHEV</b> و <b>HEV</b>
۶۹	۴-۲-۴- حالت‌های عملکردی <b>PHEV</b>
۶۹	۱-۴-۲-۴- حالت شارژ خالی کننده
۷۰	۲-۴-۲-۴- حالت مخلوط
۷۰	۳-۴-۲-۴- حالت شارژ نگه‌دارنده
۷۰	۴-۴-۲-۴- حالت ترکیبی
۷۱	۵-۲-۴- <b>EV</b> ها و <b>PHEV</b> های موجود در بازار
۷۲	۳-۴- حضور خودروهای برقی در شبکه‌های توزیع
۷۴	۱-۳-۴- خودروهای برقی در زیرساخت شبکه‌های هوشمند

۷۵	۴-۴- انواع به کارگیری خودروهای الکتریکی در شبکه الکتریکی .....
۷۵	۴-۴-۱- استفاده از خودروهای الکتریکی قابل اتصال به برق به عنوان بار .....
۷۷	۴-۴-۲- استفاده از خودروهای الکتریکی قابل اتصال به شبکه به عنوان ذخیره‌ساز .....
۷۸	۴-۵- چالش‌های بکارگیری V2G .....
۷۹	<b>فصل پنجم: شبیه‌سازی و مطالعات عددی .....</b>
۸۰	۵-۱- مقدمه .....
۸۰	۵-۲- معرفی سیستم مورد مطالعه .....
۸۳	۵-۳- الگوریتم تکاملی تفاضلی .....
۸۵	۵-۴- بهره‌برداری از ریزشبکه .....
۸۵	۵-۴-۱- بهره‌برداری از ریزشبکه در حضور واحدهای تولید پراکنده .....
۸۷	۵-۴-۲- بهره‌برداری از ریزشبکه در حضور باتری .....
۸۹	۵-۴-۳- بهره‌برداری از ریزشبکه در حضور بارهای پاسخگو .....
۹۰	۵-۳- نتیجه‌گیری .....
۹۱	<b>فصل ششم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات .....</b>
۹۲	۶-۱- نتیجه‌گیری .....
۹۲	۶-۲- پیشنهادات .....
۹۳	<b>مراجع .....</b>

## فهرست شکل‌ها

صفحه

عنوان

شکل ۱-۱-۱	شبکه‌های هوشمند قدرت و اجزای مختلف آن	۳
شکل ۱-۲-۱	ارتباط مخابراتی بین اجزای مختلف شبکه‌های هوشمند قدرت	۴
شکل ۱-۳-۱	ساختار یک خانه‌ی هوشمند مجهز به زیرساخت‌های مخابراتی پیشرفته	۹
شکل ۱-۴-۱	بخش‌های مختلف یک شبکه‌ی هوشمند قدرت	۱۰
شکل ۱-۵-۱	یک کنتور هوشمند جهت رد و بدل اطلاعات اندازه‌گیری شده	۱۳
شکل ۱-۶-۱	روند گسترش سامانه‌های هوشمند اندازه‌گیری در یک شبکه‌ی هوشمند قدرت	۱۵
شکل ۱-۲-۲	مدل لایه‌ای سیستم انرژی	۱۸
شکل ۲-۲-۲	چهار سطح مدل مشتری	۲۳
شکل ۲-۳-۲	توصیف انواع پاسخ به تقاضا	۲۶
شکل ۳-۱-۱	چگونگی اثر راهبردهای تغییر شکل بار	۴۰
شکل ۳-۲-۲	چگونگی اثر راهبردهای تغییر سطح بار	۴۱
شکل ۳-۳-۳	برنامه‌های مدیریت سمت مصرف	۴۱
شکل ۳-۴-۳	تأثیر برنامه پاسخگویی بار بر منحنی بار مصرفی مشترکین	۴۳
شکل ۳-۵-۳	تغییرات قیمت بازار عمده‌فروشی و ثابت بودن قیمت بازار خرده‌فروشی	۴۵
شکل ۳-۶-۳	نمونه‌ای از قیمت‌گذاری زمان استفاده	۴۸
شکل ۳-۷-۳	تأثیر برنامه‌ی TOU بر منحنی مصرف یک مشتری نمونه	۴۹
شکل ۳-۸-۳	مقایسه برنامه TOU و CPP از دیدگاه قیمت پرداختی مشتری	۵۱
شکل ۳-۹-۳	تأثیر برنامه کاهش بار بر منحنی مصرف مشتری	۵۴
شکل ۳-۱۰-۳	تأثیر برنامه DSB در تغییر قیمت بازار	۵۴





# پایان نامه کارشناسی

## فصل اول: شبکه‌های هوشمند

در این فصل در ابتدا تعاریف مرتبط با شبکه‌های هوشمند ارائه شده و سپس ساختار آن مورد بررسی قرار گرفته و مزایا و چالش‌های توسعه آن تشریح می‌شود. همچنین، مروری کلی بر مفهوم خودروهای برقی و ساختار و تکنولوژی‌های موجود و بهره‌گیری از آن‌ها در شبکه‌های الکتریکی صورت خواهد گرفت. در نهایت، مروری بر مفاهیم و مقالات مرتبط با مدیریت خودروهای برقی صورت خواهد گرفت.

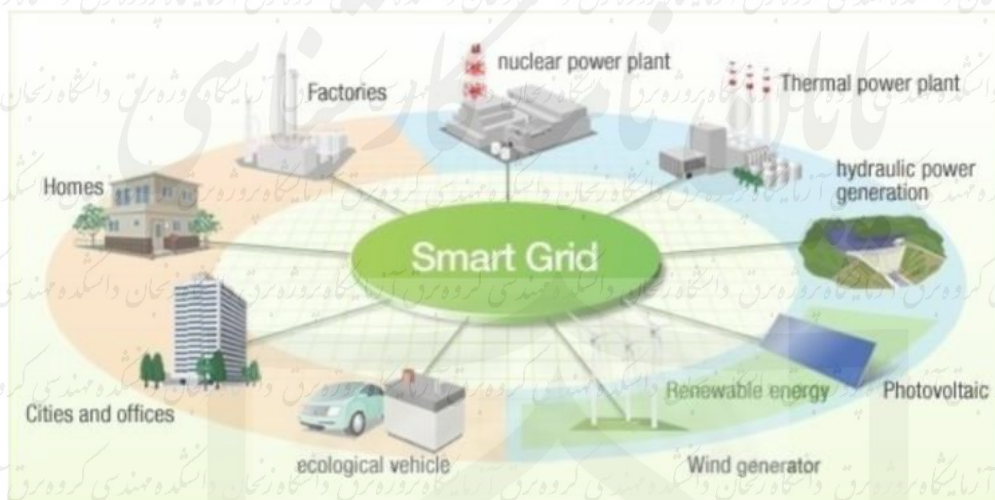
امروزه موضوع انرژی و نحوه مصرف آن از مسائل اساسی مطرح در میان ملل مختلف می‌باشد، به طوری که بسیاری از سیاست‌های آن‌ها را تحت الشعاع قرار داده است. همین موضوع و نگرانی دولت‌ها از کمبود انرژی و بالا رفتن مصرف آن باعث شده است تا در زمینه‌ی بهینه‌سازی مصرف انرژی در مناطق مسکونی، تجاری و صنعتی پژوهش‌های بسیاری انجام شود، به طوری که فناوری‌های جدیدی همچون خودروهای الکتریکی و تولیدات انرژی‌های تجدیدپذیر مانند صفحات خورشیدی و توربین‌های بادی پا به عرصه‌ی صنعت گذاشته‌اند و روزبه‌روز در حال پیشرفت هستند [۱].

همچنین با بالا رفتن مصرف انرژی الکتریکی و اهمیت بهینه مصرف کردن آن، مهندسی برق تغییرات اساسی در سیستم‌های تولید، انتقال و توزیع برق را لازم دیده‌اند و در این موارد ایده‌های متنوعی را نیز مطرح کرده‌اند. آن‌ها با توجه به افزایش رشد مصرف انرژی الکتریکی، افزایش قیمت تمام‌شده‌ی برق، رویکرد صنعت برق به خصوصی‌سازی و ایجاد بازار برق از یک سو، و لزوم اعمال مدیریت مصرف انرژی، بهبود سیستم وصول درآمدهای حاصل از خرید و فروش برق و کاهش هزینه‌های این صنعت از سوی دیگر، طرح

تجدید ساختار و هوشمندسازی شبکه‌های قدرت را مطرح کرده‌اند [۲].

شبکه‌های هوشمند<sup>۱</sup> با بهره‌گیری از سیستم‌های مخابراتی و کنترلی پیشرفته، قابلیت تولید اطلاعات لازم جهت بالا بردن بازده و امنیت شبکه و رد و بدل کردن آن‌ها جهت تجزیه و تحلیل و تصمیم‌گیری‌های سریع را دارند [۳]. در شکل (۱-۱) ساختار کلی شبکه‌های هوشمند قدرت و ارتباط بین بخش‌های مختلف آن

<sup>1</sup> Smart Grid



شکل ۱-۱- شبکه‌های هوشمند قدرت و اجزای مختلف آن [۴].

پیش از مطرح شدن مسئله‌ی تجدید ساختار شبکه و هوشمندسازی آن، مصرف سالانه‌ی انرژی برق،

شاخص اصلی پیشرفت در صنعت برق محسوب می‌شد، ولی با بالا رفتن مصرف انرژی و توسعه‌ی شبکه به

همه‌ی نقاط، مصرف سالانه تنها به عنوان یک شاخص در ارزیابی توسعه مطرح است و در عوض آنچه به

عنوان شاخص اصلی مدنظر قرار می‌گیرد، چگونگی سرویس‌رسانی و کیفیت خدمات به مشترکین می‌باشد

[۳]. با نیل به این هدف و با مطرح شدن تجدید ساختار شبکه‌ی قدرت در سطوح تولید، انتقال و توزیع،

تأمین برق با کیفیت بالا و پاسخگویی به نیازهای رو به رشد مشتریان با کم‌ترین خسارت به محیط‌زیست

هدف اصلی قرار گرفته است. از مزایای این شبکه‌ها می‌توان به مواردی از قبیل مشارکت فعال مشترکین در

تولید و مصرف، امکان استفاده از تولیدات پراکنده<sup>۱</sup>، رشد بازار برق، افزایش کیفیت و بهبود قابلیت اطمینان

شبکه اشاره نمود [۲].

<sup>1</sup> Distributed Generation (DG)



شبکه در نظر بگیریم و آن‌ها را بخشی فعال و پاسخگو در شرایط مختلف بهره‌برداری ببینیم [۶]. در این

شرایط مصرف‌کنندگان حتی می‌توانند حضوری فعال در بازار داشته باشند و با توجه به شرایط تولید،

قیمت‌های پیشنهادی تولیدکنندگان مختلف و شرایط مصرف تصمیم بگیرند که به چه مقدار و از چه شرکتی

برق خریداری نمایند. هر چه تبادل اطلاعات و داده‌ها بین طرفین کامل‌تر و سریع‌تر باشد، بازار برقی

رقابتی‌تر و کارا تر را شاهد خواهیم بود و سیستم قدرت نیز در شرایط امن‌تری بهره‌برداری خواهد شد. اجرای

طرح‌های مرتبط با سیستم اندازه‌گیری هوشمند الکتریکی تأثیر چشم‌گیری در زمینه‌های اقتصادی و مالی

صنعت برق خواهد شد. شفافیت روابط مالی در بازار برق و همچنین مباحثی چون اندازه‌گیری و کنترل

تلفات و ارتباط‌های مالی با مشترکین از دیگر مزایای اجرای این طرح می‌باشند. فعالیت‌های اجرایی و

اقدامات گسترده در این رابطه باید مبتنی بر طراحی صحیح و با در نظر گرفتن ملاحظات کلی چون وضعیت حال

و آینده‌ی تکنولوژی‌های مرتبط، نیازهای اساسی جهت پیاده‌سازی، فرصت‌ها و تهدیدهای ناشی از اجرای آن

صورت گیرد. توسعه، نگهداری و بهره‌برداری از این سیستم به دانش فنی مناسب در سطوح مختلف بخش

توزیع نیاز دارد که برنامه‌ریزی در این زمینه از هم اکنون ضروری است [۷].

تعامل با مشترکین در حوزه‌های متعدد مدیریت بار نیز صورت می‌پذیرد و متکی به زیرساخت‌های

مخابراتی و فناوری اطلاعات است [۶]. امور متعددی مانند بررسی و ثبت مصرف انرژی مشترکین، گزارش

خرابی‌ها، پاسخگویی به نیازمندی‌های مشترکین و مانند آن، تماماً متکی بر بسترهای مخابراتی برای تبادل

اطلاعات است. مصرف‌کننده می‌تواند با کمک اطلاعاتی که از شبکه و وسایل خانگی خود به دست می‌آورد،

در مدیریت مصرف خود نقش مستقیم ایفا نماید. به عنوان مثال، ماشین لباسشویی منزل با دریافت

اطلاعات مناسب از شبکه در زمانی که بار شبکه کاهش یافته به کار می‌افتد و در عین حال به دلیل مصرف

انرژی در زمان مناسب‌تر، هزینه‌ی کمتری برای مشترک خواهد داشت [۷]. بنابراین یکی از مسائل اساسی در

مدیریت بار در شبکه‌های هوشمند، نقش‌آفرینی مشترکین و ایجاد بسترهای مناسب برای گسترش هر چه

بیشتر این موضوع می‌باشد. در مرحله‌ی اول لازم است که مشترکین از طریق کنترلهای خود به اطلاعات

مناسبی دسترسی پیدا کنند. در مرحله‌ی بعد لازم است که مشترک به این داده‌ها پاسخ مناسب دهد. این

پاسخ می‌تواند خرید به موقع برق، استفاده‌ی به موقع وسایل، و حتی فروش برق به شبکه باشد. این

پاسخگویی نیازمند سیاست‌های مناسب برای آگاهی بخشی به مشترکین و تشویق به شرکت فعال آن‌ها

می‌باشد. به برنامه‌های تشویقی که برای نقش‌آفرینی هر چه بیشتر مصرف‌کننده وضع می‌شوند، "پاسخگویی

بار"<sup>1</sup> می‌گویند. پاسخگویی بار در واقع عبارت است از توانایی مصرف‌کنندگان برای کاهش مصرف برق در

ساعات اوج بار و یا انتقال مصرف به زمان‌های دیگر. برنامه‌های پاسخگویی بار انواع مختلفی دارند که هر کدام

برای شرایط مختلف کاربرد دارند. اجرای موفق برنامه‌های پاسخگویی بار باعث ایجاد ارتباطی متقابل میان

سمت تولید و مصرف برق خواهد شد که می‌تواند به بالا رفتن بهره‌وری سیستم بیانجامد. این برنامه‌ها به دو

دسته‌ی اصلی زمان‌محور<sup>2</sup> و تشویقی‌محور<sup>3</sup> تقسیم می‌شوند. برنامه‌های زمان‌محور بر تغییرات قیمت برق در

زمان‌های مختلف در طول روز استوار هستند و تأثیر آن‌ها از طریق ترغیب مصرف‌کننده به مصرف برق در

ساعات کم باری که انرژی برق قیمت کمتری دارد، است. برنامه‌های تشویقی‌محور، بر پایه‌ی پرداخت مبلغی

به عنوان پاداش به مصرف‌کنندگان در مقابل کاهش میزان مصرف در ساعات اوج بار طراحی شده‌اند [۷].

قرائت کنتور و ثبت مشترکین یکی از فرآیندهای بسیار وقت‌گیر توأم با خطاست که از دغدغه‌های اصلی

شرکت‌های توزیع برق محسوب می‌شود. قطعاً تصور اینکه مصرف‌کننده مدام اطلاعات کنتور خانه‌ی خود را

زیر نظر داشته باشد و تصمیم مناسب بگیرد، غیرمنطقی است. در این شرایط باید قرائت کنتورها به صورت

خودکار توسط نرم‌افزار مناسب و یا از راه دور توسط مرکز تحلیل اطلاعات صورت بگیرد. انتقال داده‌ها به

مرکز اطلاعات جهت تجزیه و تحلیل، صدور صورت‌حساب و کنترل موارد مربوط به قطع و وصل مشترک

انجام می‌گیرد. در ضمن این مراکز می‌توانند بر اساس هدف‌گذاری‌های مناسب با مشترکین قراردادهایی

جهت اجرای برنامه‌های پاسخگویی بار ببندند [۷]. از مزایای قرائت کنتورها به شکل خودکار را می‌توان به

پایین آوردن هزینه‌ها، برقراری مسائل امنیتی، جلوگیری از هدر رفتن انرژی، کاهش استفاده‌ی غیرمجاز یا

<sup>1</sup> Demand Response Programs

<sup>2</sup> Time Based Rate

<sup>3</sup> Incentive Based Rate

دست کاری کنتورها، کاهش مشکلاتی از قبیل عدم حضور مشترک در منزل هنگام قرائت و خطای سهوی و یا عمدی مأمورین قرائت در ثبت میزان مصرف کنتورها به روش سنتی اشاره کرد. بنابراین ایجاد برنامه‌های کامپیوتری که بتوانند این اهداف را دنبال کنند لازم می‌باشد. این برنامه‌ها معمولاً بر پایه‌ی اطلاعات ورودی و الگوریتم‌های بهینه‌سازی<sup>۱</sup> مناسب، سعی در کمینه کردن هزینه‌ی انرژی و در عین حال ارضا کردن شرایط بهره‌برداری شبکه و رضایت‌مندی مشترک دارند [۶].

## ۱-۲- شبکه‌های هوشمند

شبکه‌ی برق در تمام سطوح یکی از پیچیده‌ترین و گسترده‌ترین سیستم‌های ساختمانی دست بشر است، که همواره قابلیت اطمینانی بالا از آن مورد انتظار است. با رشد مصرف برق در جوامع و به تبع آن پربارتر شدن شبکه‌ی قدرت، متولیان سیستم‌های قدرت، از ابتدا تا به امروز همواره یک رویه را برای پیشرفت شبکه پیش گرفته‌اند و آن گسترش ابعاد شبکه بوده است. با شروع تجدید ساختار در صنعت برق و خصوصی شدن بخش‌های مختلف این صنعت، صاحبان بخش‌های مختلف شبکه برای بیشتر شدن بهره‌وری و سود خود، بار روی خطوط انتقال و تولید نیروگاه‌ها را بیشتر کرده‌اند که در نتیجه باعث کمتر شدن رزرو و حاشیه‌ی امنیت سیستم شده است [۱ و ۲]. از طرفی شرکت‌های برق، سمت مصرف را همواره به عنوان عامل پیش‌برنده و غیرقابل تغییر نگرسته‌اند. این رویه باعث شده است که مصرف‌کنندگان برای مصرف برق به عنوان کالا، برخلاف دیگر کالاها، توجیه اقتصادی را در نظر نگیرند. به علاوه سوخت‌های فسیلی اکنون به عنوان عمده‌ترین منبع تأمین انرژی در جهان شناخته می‌شوند. امروزه دنیا به سوی تولید انرژی از منابع پایدارتر و دوست‌دار محیط‌زیست حرکت می‌کند. تقاضای روزافزون انرژی در اقتصادهای توسعه یافته و در حال توسعه، کمبود منابع در کشورهای در حال توسعه، محدودیت‌های محیطی و کمبود فضا در کشورهای توسعه یافته جهت ساخت نیروگاه و شبکه‌ی انتقال و توزیع جدید، رو به رو شدن برخی کشورهای توسعه یافته با کمبود تولید برق و ملاحظات در مورد گازهای گلخانه‌ای و تغییر شرایط جوی، این روند را به شدت تسریع نموده

<sup>1</sup> Optimization Algorithm



دانشجویان محترم:

جهت دسترسی به متن کامل پایان نامه‌ها به کتابخانه دانشکده مهندسی و یا آزمایشگاه پروژه گروه برق مراجعه فرمایید.

## فصل ششم: نتیجه گیری و پیشنهادات

## ۶-۱- نتیجه گیری

بر اساس مطالعات صورت گرفته می توان به نتایج زیر دست یافت.

استفاده از واحد بادی در شبکه به دلیل رایگان بودن هزینه سوخت می تواند تاثیر بسیاری در کاهش هزینه های بهره برداری از شبکه داشته باشد.

استفاده از ذخیره سازهای انرژی و باتری خودروهای برقی در شبکه می تواند موجب ذخیره سازی انرژی در ساعات غیرپیک و تزریق آن به شبکه در ساعات پیک باشد که این امر از وقوع خاموشی در شبکه جلوگیری می کند.

مشارکت بارهای در برنامه های پاسخگویی بار می تواند موجب کاهش سطح بار در ساعات پیک در شبکه شده و بدین ترتیب هزینه های بهره برداری از شبکه کاهش می یابد. علاوه بر این، از وقوع خاموشی های ناخواسته در شبکه جلوگیری به عمل می آید.

## ۶-۲- پیشنهادات

به منظور ادامه کار پیشنهاد می گردد از دیگر واحدهای تجدیدپذیر مانند واحدهای خورشیدی نیز در روند مطالعات استفاده گردد. همچنین پیشنهاد می گردد در زمینه امکان تامین توان فقط توسط واحدهای تجدیدپذیر و امکان کاهش هزینه های بهره برداری در سیستم مطالعاتی صورت گیرد.

## فهرست مراجع

- [1] U.S. Department of Energy. "Smart Grid / Department of Energy". Retrieved 2012-06-18.
- [2] "Smart Grids European Technology Platform | www.smartgrids.eu". *smartgrids.eu*. 2011. Retrieved 2011-10-11.
- [3] J. Torriti, Demand Side Management for the European Supergrid Energy Policy, vol. 44, pp. 199-206, 2012.
- [4] "The History of Electrification: The Birth of our Power Grid". *Edison Tech Center*. Retrieved November 6, 2013.
- [5] Mohsen Fadaee Nejad, Amin Mohammad Saberian and Hashim Hizam (June 3, 2013). "Application of smart power grid in developing countries". *7th International Power Engineering and Optimization Conference (PEOCO) (IEEE)*.
- [6] Berger, Lars T. and Iniewski, Krzysztof, ed. (April 2012). *Smart Grid - Applications, Communications and Security*. John Wiley and Sons. ISBN 978-1-1180-0439-5.
- [7] Smart Grid Working Group (June 2003). "Challenge and Opportunity: Charting a New Energy Future, Appendix A: Working Group Reports" (PDF). Energy Future Coalition. Retrieved 2008-11-27.
- [7] T. Burton, D. Sharpe, N. Jenkins, E. Bossanyi, "Wind energy handbook," John Wiley & Sons, 2001.
- [8] E. Shayesteh, M. Parsa Moghaddam, A. Yousefi, M. R. Haghifam, and M. K. Sheik-El-Eslami, "A Demand Side Approach for Congestion Management in Competitive Environment", *European Transactions on Electrical Power*, Feb. 2009.
- [9] U. S. Department of Energy, "Energy policy Act of 2005", section 1252, February 2006.
- [10] M. H. Albadi and E. F. El-Saadany, "Demand Response in Electricity Markets: An Overview", *IEEE Power Engineering Society General Meeting*, Jun. 2007.
- [11] L. Zhang, J. Zhao, X. Han, and L. Niu, "Day-ahead Generation Scheduling with Demand Response", *IEEE/PES Transmission and Distribution Conference & Exhibit 2005*.
- [12] S. Valero, M. Ortiz, C. Senabre, C. Alvarez, F. J. G. Franco, and A. Gabaldon, "Methods for customer and demand response policies selection in new electricity markets", *The Institution of Engineering and Technology* 2007.
- [13] M. T. Osheasy., "How to Buy Low and sell High", *The Electricity Journal*, Volume 11, No.1, pp. 24-29, Jan. 1998.
- [14] IEA, "Strategic Plan for the Iea Demand-Side Management Program 2004-2009", [www.iea.org](http://www.iea.org).

[15] M. Ehsani, et al, "Hybrid Electric Vehicle: Architecture and Motor Drives," Proceeding of IEEE, Vol. 95, pp.719-728, 2007.

[16] E. W. C. Lo, "Review on the configurations of hybrid electric vehicle," third international conference on Power Electronic Systems and Applications, PESA, pp.1-4, 2009.

[17] Schwoere, Martin (2010) "Rex means range," [Online], <http://Evworld.com/Article.cfm?Storyid=1939>.

[18] S. W. Hadley, "Impact of plug-in hybrid vehicles on the electronic grid," OAK Ridge National Laboratory, TN, Tech. Rep, ORNL/TM-2006/554, Oct 2006.

[19] P. Denholm and W. Short, "An Evaluation of Utility System Impacts and Benefits of Optimally Dispatched Plug-in Hybrid Electric Vehicles," National Renewable Energy Laboratory, Tech. Rep, Jul. 2006.

[20] M. Shao, S. Rahman, "Challenges of PHEV penetration to the residential distribution network," IEEE PES General Meeting 2009.

[21] W. Kempton and J. Tomic, "Vehicle-to-grid power fundamentals: Calculating capacity and net revenue," Journal of Power Sources, vol. 144, pp. 268-279, 2005.

[22] K. Clement-Nyns, E. Haesen, J. Diresen, "The impact of charging plug-in hybrid electric vehicles on a residential distribution grid," IEEE Trans. Power Syst, Vol. 25, No. 1, pp. 371-380, Feb 2010.

[23] A. Yousuf, G. Kumar, "Plug-in vehicles and renewable energy sources for cost and emission reductions," IEEE Trans. On Industrial Electronics, vol. 58, No, 4, April 2011.