بسم الله الرحمن الرحیم

۱۳۰۷
دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد مهندسی برق–قدرت

بهره برداری احتمالاتی از میکروشبکه شامل خودروهای برقی قابل اتصال به شبکه

توسط:

مهدی جعفری

استاد راهنما:

دکتر مقدس تفرشی

زمستان ۱۳۹۱

تأییدیّه هیات داوران

(برای پایان نامه)

اعضای هیئت داوران، نسخه نهائی پایان نامه خانم / آقای:
مهدی جعفری
را با عنوان: بهره برداری احتمالاتی از میکروشبکه شامل خودروهای برقی قابل اتصال به شبکه

از نظر فرم و محتوی بررسی نموده و پذیرش آن را برای تکمیل درجه کارشناسی/ کارشناسی ارشد تأیید می‌کند.

اعضای هیئت داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضاء
۱- استاد راهنما			
۲- استاد مشاور			
۳- استاد مشاور			
۴- استاد ممتحن			
۵- استاد ممتحن			
۶- نماینده تحصیلات تکمیلی			

اظهارنامه دانشجو

موضوع پایان نامه: بهره برداری احتمالاتی از میکروشبکه شامل خودروهای برقی قابل اتصال به شبکه

استاد راهنما: دکتر سید مسعود مقدس تفرشی

نام دانشجو: مهدی جعفری

شماره دانشجویی:۸۹۰۲۹۶۴

اینجانب **مهدی جعفری** دانشجوی دوره کارشناسی ارشد مهندسی **برق** گرایش **سیستم-های قدرت و فشار قوی** دانشکده **مهندسی برق و کامپیوتر** دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی گواهی مینمایم که تحقیقات ارائه شده در این پایاننامه توسط شخص اینجانب انجام شده و صحت و اصالت مطالب نگارش شده مورد تائید است، و در موارد استفاده از کار دیگر محققان به مرجع مورد استفاده اشاره شده است .بعلاوه گواهی می نمایم که مطالب مندرج در پایاننامه تاکنون برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی توسط اینجانب یا فرد دیگری در هیچ جا ارائه نشده است و در تدوین متن پایان نامه چارچوب مصوب دانشگاه را بطور کامل رعایت کردهام.

امضا دانشجو:

تاریخ:

فرم حق طبع و نشر و مالکیت نتایج

۱-حق چاپ و تکثیر این پایاننامه متعلق به نویسنده آن است. هر گونه کپی برداری بصورت کل پایاننامه یا بخشی از آن تنها با موافقت نویسنده یا کتابخانه دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی مجاز است.

۲-کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی است و بدون اجازه کتبی دانشگاه به شخص ثالث قابل واگذاری نیست. همچنین استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایاننامه بدون ذکر مرجع مجاز نیست.

تقدیم

تقدیم به مادرم:

آن کسی که نبودش هم چنان بر وجودم سنگینی می‌کند و همدم بغض ها و غم هایم هست. رومت شاد

تقدیم با بوسه بر دستان پدرم:

آن کس که راه تمام زندگی و دلخوشی همیشگیست و باارزشترین کسم در زندگی. سایه اش مستدام باد.

تقدیم به خواهر و برادران گلم

تشکر و قدردانی

از استاد گرانقدر و فرزانه‌ام، جناب دکتر مقدس تفرشی نه فقط به خاطر راهنمایی و مساعدت در انجام پایان نامه بلکه به خاطر تمام خصایص خوب اخلاقیشان کمال تشکر را دارم. امیدوارم چراغ زندگیشان پرنور و پر تلالو باشد و در حیات دانشگاهیشان نیز مثل همیشه راسخ و استوار باشند.

از دوست عزیزم جناب مهندس نوروزی نیز به خاطر کمک های برادرانه اش در انجام پایان نامه قدردانی می‌کنم.

چکیده

در این پایان نامه یک مدل بهره‌برداری احتمالاتی‌جدید با هدف بیشینه‌سازی سود میکروشبکه شامل خودروهای برقی ارائه و مورد ارزیابی قرار گرفته است. این میکروشبکه شامل تعدادی مصرف کننده، تولیدکننده و ذخیره‌ساز انرژی نیز می‌باشد و امکان تبادل انرژی با شبکه بالادست را دارد. در این میکروشبکه، واحدهای تولیدی متشکل از واحدهای مبتنی بر منابع تجدیدپذیر و سوخت فسیلی و مصرف کننده‌ها شامل بارالکتریکی غیرقابل قطع و حرارتی می‌باشند. با توجه به ماهیت میکروشبکه و لزوم عملکرد به صورت جزیره‌ای و نیز برخی مسائل اقتصادی از یک ذخیره‌ساز الکتریکی و یک ذخیره‌ساز حرارتی نیز در ساختار میکروشبکه استفاده شده-است. خودروهای برقی در ساختار این میکروشبکه پیشنهادی در هر سه نقش تولیدکننده، ذخیره‌ساز و بار می-توانند عمل کنند. جهت بهره‌برداری بهینه از میکروشبکه در روز بعد، نیاز به یک برنامه‌ریزی۲۴ ساعته می‌باشد. این برنامه بهره‌برداری با لحاظ کردن مدل کلیه عناصر موجود در میکروشبکه و با در نظرگرفتن عدم قطعیت منابع تجدیدپذیر، بار و رفتار خودروهای برقی و با تابع هدفی مبتنی بر حداکثر کردن سود از دید مدیریت میکروشبکه و با استفاده از تکنیک بهینه سازی اجتماع ذرات طراحی و اجرا گردیده است. جهت بررسی صحت مدل و تحلیل نتایج، سناریوهای مختلفی ارائه و بررسی گردیده‌اند.

کلمات کلیدی: میکروشبکه، بهره‌برداری احتمالاتی، عدم قطعیت، خودروهای برقی.

فهرست مطالب

فهرست اشکال II

فهرست جداول III

فصل اول- مقدمه ۱

۱-۱-پیش گفتار ۲

۱-۲-انگیزه انجام پایان نامه ۴

۱-۳-هدف پایان نامه ۴

۱-۴-ساختارکلی پایان نامه ۵

فصل دوم- بررسی مطالعات پیشین در زمینه بهره برداری احتمالاتی ۶

۲-۱- بررسی مقالات مرتبط با بهره‌برداری خودروهای برقی و زمان‌بندی بهینه شارژ و دشارژ آن‌ها ۷

۲-۲-بررسی مقالات مرتبط با برنامه‌ریزی بهره برداری با در نظرگرفتن عدم قطعیت ۱۶

۲-۳-نتیجه گیری ۲۲

فصل سوم- مدل‌سازی احتمالاتی عناصرمیکروشبکه و تابع هدف ۲۴

۳-۱-مقدمه ۲۵

۳-۲- میکروشبکه پیشنهادی ۲۵

۳-۲-۱-مدل کردن عدم قطعیت ۲۶

۳-۲-۲-مدلسازی عناصر میکروشبکه ۲۷

۳-۲-۲-۱-مدل واحد بادی ۲۷

۳-۲-۲-۲ –مدل خودروی برقی ۲۹

۳-۲-۲-۳- بار الکتریکی تقاضا ۳۴

۳-۲-۲-۴-مدل ذخیره ساز الکتریکی ۳۶

۳-۲-۲-۵- مدل میکروتوربین ۳۶

۳-۲-۲-۶-بویلر ۳۸

۳-۲-۲-۷- بار حرارتی ۳۹

۳-۲-۲-۸-ذخیره ساز حرارتی ۳۹

۳-۳- مدل کلی تابع هدف(سود-هزینه) ۴۰

فصل چهارم-توسعه نرم افزاری مدل با استفاده از الگوریتم ازدحام ذرات ۴۷

۴-۱- استراتژی حل مسئله با استفاده از الگوریتم ازدحام ذرات ۴۷

فصل پنجم- شبیه‌سازی و تحلیل نتایج ۵۳

۵-۱- ورودی‌های مورد نیاز نرم‌افزار جهت انجام فرایند بهینه‌سازی تابع هدف ۵۴

۵-۱-۱-مشخصات واحدها ۵۴

۵-۱-۱-۱-میکروتوربین ها ۵۵

۵-۱-۱-۲-خودروی برقی ۵۷

۵-۱-۱-۳-واحد بادی ۵۹

۵-۱-۱-۴-ذخیره‌ساز حرارتی ۶۰

۵-۱-۱-۵-باتری الکتریکی ۶۰

۵-۱-۲-قیمت گاز ۶۰

۵-۱-۳- قیمت برق مبادله‌ای با خودروهای برقی ۶۰

۵-۱-۴-قیمت بازار بالادست ۶۰
۵-۱-۵-مصرف‌کننده ها ۶۱
۵-۱-۶-پارامترهای الگوریتمpso ۶۵
۵-۱-۷-شرایط اولیه شبیه سازی ۶۶
۵-۲- بررسی وتحلیل نتایج شبیه سازی ۶۶
۵-۲-۱-آزمایش نرم افزار ۷۰
۵-۲-۲-بررسی سودآوری خودروهای برقی در ساختار میکروشبکه پیشنهادی ۷۶
۵-۲-۳-بررسی تاثیر درنظرگرفتن عدم قطعیت در بهره برداری میکروشبکه پیشنهادی ۷۸
فصل ششم- پیشنهادات و نتیجه گیری ۸۲
۶-۱- نتیجه گیری ۸۳
۶-۲-پیشنهادات ۸۴
منابع و ماخذ ۸۵

فهرست اشکال

۲-۱-سیستم مدیریتی چهار عامله میکروشبکه ۱۳
۲-۲-ساختار میکروشبکه پیشنهادی[۳۰] ۲۰
۳-۱-ساختار میکروشبکه پیشنهادی ۲۶
۳-۲-مدل‌سازی عدم قطعیت در پیش بینی با استفاده از توزیع نرمال ۲۷
۳-۳-عدم قطعیت در پیش بینی توان بادی ۲۸
۳-۴-عدم قطعیت در دسترس پذیری خودروهای برقی ۳۰
۳-۵-عدم قطعیت در پیش بینی بار الکتریکی تقاضا ۳۵
۳-۶-درآمد و هزینه میکروشبکه ۴۱
۴-۱-فلوچارت الگوریتم pso ۵۲
۵-۱-توزیع نرمال عدم قطعیت در دسترسپذیری خودروهای برقی ساعات۱۱-۱ ۵۶
۵-۲- توزیع نرمال عدم قطعیت در دسترسپذیری خودروهای برقی ساعات۲۴-۱۲ ۵۶
۵-۳-توزیع نرمال عدم قطعیت در پیش بینی توان بادی ساعات۱۱-۱ ۵۸
۵-۴-توزیع نرمال عدم قطعیت در پیش بینی توان بادی ساعات۲۴-۱۲ ۵۸
۵-۵-توان بادی با درنظرگرفتن عدم قطعیت در پیش بینی توان بادی ۵۹
۵-۶-توزیع نرمال عدم قطعیت در پیش بینی بار الکتریکی تقاضا ساعات ۱۱-۱ ۶۳
۵-۷-توزیع نرمال عدم قطعیت در پیش بینی بار الکتریکی تقاضا ساعات ۲۴-۱۲ ۶۴
۵-۸-بار الکتریکی تقاضا با درنظرگرفتن عدم قطعیت در پیش بینی ۶۴
۵-۹-نمودار گرافیکی برنامه ریزی و دیسپاچ میکروشبکه (مربوط به قسمت الکتریکی میکروشبکه) با در نظرگرفتن عدم قطعیت بار تقاضا و مولدهای بادی و دسترس‌پذیری خودروهای برقی ۶۸
۵-۱۰-نمودار گرافیکی برنامه ریزی و دیسپاچ میکروشبکه مربوط به قسمت حرارتی میکروشبکه ۶۸
۵-۱۱-میزان تولید میکروتوربین‌ها درسناریوی۱ ۷۰
۵-۱۲-میزان تولید بویلردر سناریوی۲ ۷۳
۵-۱۳-انرژی تبادلی با شبکه بالادست در سناریوی۳ ۷۶

فهرست جداول

۲-۱-دسته بندی مقالات مرورشده ۲۳
۵-۱-مشخصات میکروتوربین ها ۵۵
۵-۲-مشخصات خودروهای برقی ۵۵
۵-۳-پارامترهای مربوط به توزیع نرما ل خودروهای برقی ۵۵
۵-۴-مشخصات واحد بادی ۵۷
۵-۵-پارامترهای توزیع نرمال پیش بینی توان بادی ۵۷
۵-۶-پیش بینی سرعت بادی برای روز بعد ۵۹
۵-۷-پارامترهای ذخیره ساز حرارتی ۶۰
۵-۸-پارامترهای بانک باتری ۶۰
۵-۹-قیمت مبادله انرژی با خودروهای برقی ۶۰
۵-۱۰-قیمت مبادله انرژی با شبکه بالادست ۶۱
۵-۱۱-قیمت بار غیر قابل قطع و مقدار بار تقاضای روز بعد ۶۲
۵-۱۲-پارامترهای مربوط به توزیع نرمال بار ۶۳
۵-۱۳-قیمت و مقدار بار ساعتی روز بعد ۶۵
۵-۱۴-پارامترهای الگوریتم pso ۶۶
۵-۱۵-نتایج برنامه ریزی و دیسپاچ میکروشبکه برای قسمت الکتریکی میکروشبکه ۶۷
۵-۱۶- نتایج برنامه ریزی و دیسپاچ میکروشبکه برای قسمت حرارتی میکروشبکه ۶۹
۵-۱۷-ضرایب تابع هزینه میکروشبکه ۷۰
۵-۱۸-خروجی برنامه در سناریوی۱ ۷۱
۵-۱۹میزان تولید بویلر در سناریوی۲ ۷۲
۵-۲۰-میزان انرژی مبادله ای با شبکه بالادست در سناریوی۳-الف ۷۴
۵-۲۱-میزان انرژی مبادله ای با شبکه بالادست در سناریوی۳-ب ۷۵
۵-۲۲-نتایج حضور و عدم حضور خودروهای برقی در ساختار میکروشبکه ۷۶
۵-۲۳-برنامه و دیسپاچ میکروشبکه بدون حضور خودروهای برقی ۷۷
۵-۲۴-مقایسه نتایج حاصل از روش های بهره برداری میکروشبکه ۷۸
۵-۲۵-نتایج قسمت الکتریکی میکروشبکه در بهره برداری بدون اعمال عدم قطعیت ۷۹
۵-۲۶-نتایج قسمت حرارتی میکروشبکه در بهره برداری بدون اعمال عدم قطعیت ۸۰

فصل اول

مقدمه

۱-۱-پیش گفتار

در عصر حاضر، تقاضای جهانی انرژی رشد سریعی کرده است به نحوی که بار سنگینی را به دوش منابع انرژی فعلی تحمیل می کند و باعث افزایش نمایی وار آلودگی زیست محیطی و گرم شدن جهان می‌گردد.

در ۲۵ سال آینده، تقاضای انرژی به دلایل رشد جمعیت و توسعه اقتصادی تا پنجاه درصد افزایش خواهد یافت[۱و۲]. دراین میان، منابع انرژی تجدید پذیر توجه تأمین کنندگان انرژی را جلب کرده است. انرژی تجدید پذیر به دلایل قیمت‌های بالای نفت، هزینه بالای بسط و توسعه خطوط انتقال، علاقه مندی به کاهش انتشار آلاینده‌های کربنی، برای میکروشبکه‌ها یک جایگزین مهم تأمین انرژی به حساب می‌آید. اگر چه هزینه انرژی منابع مرسوم کمتر از منابع تجدید پذیر انرژی است، ترکیب انرژی تجدیدپذیر و سوخت-های فسیلی می‌تواند باعث کاهش هزینه کلی انرژی در میکروشبکه‌ها گردد[۳]. بنابراین مهم است که بر روی گزینه های تأمین انرژی در میکروشبکه ها و تعیین ترکیب بهینه تأمین انرژی تمرکز گردد تا بیش ترین سود از طرح حاصل گردد.

در کانادا، دومین منبع بزرگ انتشارات گازهای گلخانه ای بخش حمل و نقل است. طبق آمار حمل ونقل کانادا، تقریباً ۳۵ درصد کل انرژی تقاضا مربوط به بخش حمل و نقل است[۴]. بدیهی است که بخش قابل ملاحظه‌ای از گرم شدن جهانی ناشی از آلایندگی خودروهاست که باعث می‌گردد حرکت به سمت خودرو-های کم آلاینده‌تر و پاک‌تر، انجام گیرد و سمت و سوی صنعت خودرو به سوی خودروهای الکتریکی PHEV[۱] کشیده شود[۵]. خودروی برقی به خاطر مزایای قابل ملاحظه‌اش مثل هزینه‌ی کم انرژی، بازده بالای انرژی و انتشار کمتر آلایندگی، به عنوان یک روش جایگزین ممکن برای سیستم‌های حمل و نقل فعلی به حساب می‌آید. احیا و توسعه‌ی سریع خودروهای برقی می‌تواند باعث کاهش آلودگی ، کاهش وابستگی به نفت و کاهش اثرات گازهای گلخانه‌ای گردد. اگرچه شمار زیاد PHEV می‌تواند تأثیر زیان‌آوری بر عملکرد سیستم توزیع مثل کاهش کیفیت توان، افزایش تلفات توان و تغییرات ولتاژ و نیز تأثیر معکوس بر قیمت انرژی مشتری داشته باشد اما ترکیب PHEV با منابع تجدیدپذیر، منافع قابل ملاحظه‌ای را نشان می‌دهد[۶]. میکروشبکه‌های هوشمند نیز مشابه شبکه قدرت بزرگ، کار تولید، توزیع و تنظیم جریان توان را انجام می-دهند اما این عملیات را به صورت محلی انجام می‌دهند[۷]. در حقیقت میکروشبکه‌ها نوعی از سیستم‌های انرژی هستند که یک تولید محلی را برای تغذیه بارهای محلی (و یا قسمتی از آن) فراهم می‌کنند و به دو صورت ایزوله و یا متصل به شبکه بالادست فعالیت می‌کنند[۸].

[۱] Plug-in Hybrid Electric Vehicle

با در نظر گرفتن این موضوع که هم PHEV و هم منابع تجدیدپذیر جدای از منافعی که دارند، رشد و توسعه‌ی هر دو در مفهوم میکروشبکه تحقق می‌یابد و ترکیب هر دو با هم منافع قابل ملاحظه‌ای را نصیب میکروشبکه می‌گرداند، تامین کنندگان انرژی را به سمت استفاده از خودروهای برقی و منابع تجدیدپذیر در ساختار میکروشبکه‌ها مجاب می‌کند. در واقع میکروشبکه‌ها برای ایستگاه‌های شارژ و دشارژ خودروهای برقی و رشد منابع تجدید پذیر مناسب می‌باشند و حضور در بازار برق در سطح خرده فروشی را تحقق می-بخشند. برای اینکه بیشترین سود نصیب میکروشبکه گردد، نیاز به یک سری مکانیزم‌های بهره‌برداری بهینه میکروشبکه احساس می‌گردد.

یکی از مسایل بسیار مهم در میکروشبکه بحث تعادل توان بین تقاضا و تولید است. یک عدم تطبیق بین تقاضا و تولید باعث ایجاد انحراف در فرکانس از مقدار نامی می‌گردد. اگر این انحراف شدید باشد، باعث قطع برق و خاموشی می‌گردد. بهره برداری بهینه میکروشبکه به معنای ایجاد تعادل میان تولید و تقاضا با تعیین نقاط بهینه عناصر میکروشبکه می‌باشد. معمولاً، برنامه بهره برداری باید روی صدها متغیر گسسته و پیوسته از یک تا چندین توابع هدف مربعی و نیز محدودیت‌های خطی و درجه دوم بی شمار با پنجره‌های زمانی خیلی محدود کار کندکه بالطبع تنوع در مشخصات واحدها، باعث پیچیدگی برای حل مسئله خواهد شد[۹].

مسئله بهره برداری بهینه در میکروشبکه خیلی متفاوت از آنچه درباره شبکه گسترده وکلاسیک قدرت مطرح است، می‌باشد. میکروشبکه معمولا شامل واحدهای حرارتی کلاسیک، واحدهای مبتنی بر منابع تجدیدپذیر نظیر توربین‌های بادی و بانک‌های ذخیره‌ساز انرژی است که مشخصات واحدهای مبتنی بر منابع تجدیدپذیر و بانک‌های ذخیره ساز انرژی خیلی متفاوت از ژنراتورهای مرسوم هستند که بارحل مسئله را افزایش خواهند داد. علاوه برآن، توان منابع تجدیدپذیر کنترل پذیر نیست و طبیعتاً تمایل طبیعی بار تقاضا را دنبال نخواهد کرد. علاوه بر آن، اتصال به شبکه اصلی، تصمیم گیری دربرنامه ریزی تولید در میکروشبکه را در مقایسه با وضعیت مستقل از شبکه تحت تأثیر قرار می‌دهد، چون که مجبور است روی این مسئله که به شبکه اصلی انرژی بفروشد یا انرژی از شبکه اصلی بخرد، دقت کند. تکنولوژی V۲G[۲] با علاقه زیادی در سال‌های اخیر مواجه‌گردیده است. V۲G باعث کاهش وابستگی به واحدهای کوچک گران قیمت تولید برق، کاهش هزینه های راه اندازی این واحدها و همچنین باعث مدیریت نوسانات بار و پیک بار، افزایش رزروهای چرخان و قابلیت اطمینان شبکه می‌گردد. از آن جایی که تعداد خودروهای برقی متصل به شبکه بیشتر از واحدهای کوچک سیستم است، مسئله UC-V۲G بسیار پیچیده تر از UC معمول واحدهای حرارتی است، حال آنکه این پیچیدگی با وارد شدن به ساختار میکروشبکه با توجه به مزایایی که برای میکروشبکه دارد، دوچندان خواهد شد.

[۲] Vehicle-to-Grid

در این پایان نامه تلاش خواهیم کرد که برنامه‌ریزی مشارکت واحدها را با در نظرگرفتن مدل احتمالاتی-عناصر میکروشبکه شامل خودروهای برقی ارائه بدهیم.

۱–۲– انگیزه انجام پروژه

با توجه به مزایای میکروشبکه از قبیل کاهش اثرات تولید پراکنده بر شبکه اصلی، کاستن هزینه‌های خطوط انتقال و فراهم کردن تولید محلی برای مصارف محلی، میزبانی ایستگاه‌های شارژ و دشارژ خودروهای برقی، یافتن روش‌های کاهش هزینه میکروشبکه و افزایش سود آن در صورت تعامل با شبکه بالادست بسیار حائز اهمیت است. مخصوصا اگر بر این نکته واقف باشیم که رشد و توسعه منابع تجدیدپذیر و خودروهای برقی در گرو برنامه‌ریزی بهینه بهره برداری آنها و در قالب مفهوم میکروشبکه می‌باشد[۱۲-۱۰].

انتظار می‌رود که میکروشبکه‌های شامل خودروهای برقی، الگوی مصرف انرژی را بهبود، تلفات در حمل و نقل را کاهش و قابلیت اطمینان در تمام سیستم را فراهم و تجمیع منابع تجدید پذیر را تسهیل کنند[۱۳].

هر قدر برنامه‌ریزی عملکردی میکروشبکه دقیق‌تر باشد و بتواند رفتار تولید و مصرف عناصر میکروشبکه را بهتر مدل کند به همان میزان شاهد افزایش سود و کاهش هزینه های میکروشبکه خواهیم بود. قابل ذکر است که برنامه‌ریزی‌های تصادفی گرچه نمی‌توانند به طور کامل ویژگی های تصادفی منابع تجدیدپذیر، بار تقاضا و خودروهای برقی را مدل کنند اما نتایجشان نسبت به مدل‌سازی قطعی، سودمندتر و به واقعیت نزدیکتر می‌باشند.

۱–۳–هدف پایان نامه

با توجه به اینکه منابع تولید و تقاضای میکروشبکه شامل منابع تجدید پذیر غیرقابل دیسپاچ و بارهای کنترل پذیر نظیر خودروهای برقی دارای ماهیت احتمالاتی هستند، ارائه یک روش بهره برداری احتمالاتی به منظور بیشینه‌سازی سود/کمینه سازی هزینه‌های میکروشبکه با لحاظ نمودن ویژگی‌های فنی عناصر میکروشبکه و هزینه‌هایی نظیر آلودگی زیست محیطی ضروری به نظر می‌رسد. در این پایان نامه سعی می گردد یک مدل جهت بهره برداری بهینه میکروشبکه شامل واحدهای تجدیدپذیر، واحدهای مبتنی بر سوخت فسیلی، خودروهای برقی قابل اتصال به شبکه، بارهای الکتریکی غیر قابل قطع، ذخیره ساز الکتریکی، با استفاده از مدل های احتمالاتی ارائه گردد. در این میکروشبکه علاوه بر بارهای الکتریکی،

بارهای حرارتی نیز حضور خواهند داشت. به طور خلاصه با انجام این پایان نامه خواهیم توانست یک مدل بهره‌برداری احتمالاتی جهت تعامل بهینه تولید و تقاضای یک میکروشبکه شامل خودروهای برقی ارائه کنیم.

۱-۴-ساختار پایان نامه

این پایان نامه در شش فصل تنظیم شده است، فصل اول شامل مقدمه، اهداف و انگیزه کار بود. فصل دوم مرور جامعی برکارهای انجام شده قبلی در زمینه بهره‌برداری احتمالاتی از میکروشبکه و خودروهای برقی خواهد بود. فصل سوم مدلسازی مربوط به بهره‌برداری احتمالاتی میکروشبکه شامل خودروهای برقی را انجام می‌دهد. فصل چهارم ارتقا نرم افزاری مدل را ارائه می‌دهد و در فصل پنجم به شبیه‌سازی و تحلیل نتایج پرداخته می‌گردد. در فصل پایانی به نتیجه‌گیری از مجموعه تحقیقات این پایان‌نامه و ارائه پیشنهادات پرداخته می‌شود.

فصل دوم

بررسی مطالعات پیشین در زمینه

بهره برداری احتمالاتی

۲–بررسی مطالعات پیشین در زمینه بهره برداری احتمالاتی

مطالب این بخش در دو قسمت ارائه شده است، قسمت اول مقالات مربوط به مدل بهره برداری خودروی برقی و سیستم شارژ و دشارژ بهینه را پوشش می‌دهد و قسمت دوم کار، مقالاتی که برنامه‌ریزی بهره برداری را به صورت تصادفی و با لحاظ عدم قطعیت چه در ساختار میکروشبکه، چه در ساختار شبکه انجام داده‌اند را، از نظر گذرانیده است.

۲–۱– بررسی مقالات مرتبط با بهره‌برداری خودروهای برقی و زمان‌بندی بهینه شارژ و دشارژ آن‌ها

در [۶] یک مدل بهره برداری برای حداقل کردن توام هزینه‌ی عملکرد و مقادیر انتشار CO_2 ژنراتورها در ۲۴ ساعت با در نظر گرفتن حضور PHEV ارائه می‌شود. در این مدل، محققین متغیرهایی مثل توان شارژ و دشارژ همراه با محدودیت هایی مثل تعادل بار، رزرو چرخشی و محدودیت‌های توان شارژ و دشارژ و محدودیت های ظرفیت را در نظر گرفته اند. در این مقاله مسئله بهینه سازی تحت هر چهار روش شارژ (کنترل نشده – تأخیری – عدم پیک – مستمر) به ترتیب حل و نتایج حالت‌های مختلف مقایسه می‌شوند. نتایج نشان می‌دهند که تحت شارژ کنترل نشده ، خروجی واحد افزایش می‌یابد که منجر به افزایش هزینه های عملکرد واحد و انتشارات CO_2 می گردد و تأثیر بزرگی بر بار پیک می‌گذارد. تحت این روش شارژ ، تقاضای شارژ PHEV خیلی بالاست، بنابراین اگر تعداد PHEV خیلی افزایش یابد، مسئله بهینه سازی شاید نتواند راه حلی ارائه دهد.

در [۱۰] یک استراتژی برخط[۳] مدیریت انرژی پیشنهاد شده است. هدف این الگوریتم، بهینه سازی لحظه-ای هزینه‌های دریافت انرژی از هر منبعی (شبکه و باتری) است و نیز قیمت‌های دینامیکی انرژی را نیز لحاظ کرده است که در طول زمان تغییر می‌کند. مدل محاسبه بدین صورت است که:

$$Max_{E_i} = \sum_{i=1}^{n} E_i \times (\pi_f - \pi_{gi}) \qquad (۱-۲)$$

محدودیت‌ها:

$$P_{min}T_i \le E_i \le P_{max}T_i \quad , i = 1, \dots, n. \qquad (۲-۲)$$

$$E_{min} \le E(0) + \sum_{j=1}^{i} E_j \le E_{max} \ , i = 1, \dots, n \qquad (۳-۲)$$

π_{gi} :قیمت برق شبکه در فاصله زمانی i[۴]

[۳] On line

π_f : قیمت برق تولیدی با سوخت

E_i : مبادله انرژی در فاصله زمانی i

T_i : طول فاصله زمانی i

$\mathrm{E_{min}}$و$E_{\max}$:حد مینیمم و ماکزیمم ظرفیت ذخیره انرژی باتری

P_{max}, P_{min}: محدودیت های توان که هم محدودیت های باتری و هم محدودیت‌های اتصال شبکه توان در آن تاثیر دارند.

این مقاله بیان می‌کند که وضعیت اتصال‌خودروی برقی از مقایسه‌ی بین دو قیمت(π_f, π_{gi}) در هر فاصله‌ی زمانی برای حداکثر کردن سود تصمیم‌گیری می‌شود. اگر π_{gi} بالاتر شود، PHEV می تواند انرژی را دوباره از باتری بدست آورد و به شبکه تحویل دهد و بر عکس اگر π_{gi} پایین‌تر باشد، PHEV می‌تواند انرژی را از شبکه به باتری شارژکند. علاوه بر آن، اگر ضریب کارایی لحاظ شود، مدل بهینه سازی پیچیده می گردد و یک وضعیت plug-in دیگر، نه شارژ، نه دشارژ اضافه می‌گردد. به هر حال در این استراتژی، هر چه اختلافات بین دو قیمت بزرگتر باشد، سود آن بیش‌تر است. این مقاله صرفاً روی سود کار خودروی برقی‌بدون در نظر گرفتن منافع اقتصادی آن برای کل شبکه تمرکز دارد.

در کشورهایی که خرده فروش در بازار برق وجود دارد، استراتژی شارژ و دشارژ خودروی برقی تأثیر بزرگی روی سود خرده‌فروش‌ها خواهد داشت، [۱۱] یک تکنیک بهینه سازی برای حداقل کردن هزینه‌ی خرده فروش ارائه می دهد که شارژ و دشارژ خودروی برقی در طول روز را کنترل می‌کند و اثر طرح‌های تعرفه زمانی را بر رفتار مشتری در نظر می‌گیرد و رفتار مشتری را با مدل‌های اقتصادی تقاضا مدل می‌کنند و دو مدل، یکی مدل دیسپاچ روز بعد و دیگری مدل عملکرد زمان حقیقی برای خرده فروش‌ها در بازار برق رقابتی، ارائه می‌کنند. مدل روز بعد هدفش حداقل کردن هزینه انرژی خرده فروش است(در حالی که تقاضا را نیز پوشش داده باشد).

$$min \sum_{h=1}^{N} P^{DA}(h) \times \rho^{DA}(h) \qquad (۴-۲)$$

Subject to:

$$P^{DA}(h) = d^{DA}(h) + \sum_{v=1}^{NPHEVs} \left(chg(h) - \eta_{\mathrm{dchg}} \times \mathrm{dchg(h)} \right) \qquad (۵-۲)$$

$$U(h) = U(h-1) + \eta_{\mathrm{chg}} \times \mathrm{chg(h)} - \mathrm{dchg(h)} \qquad (۶-۲)$$

[٤] interval