بررسی حضور خودروهای الکتریکی در شبکههای قدرت

مهدی تورانی[1] ، استادیار، سید محمد وزیری[2]، دانشجوی کارشناسیارشد
۱- دانشکده فنی و مهندسی فردوس- دانشگاه بیرجند- فردوس- ایران
tourani.mahdi@birjand.ac.ir –
۲- دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر- دانشگاه بیرجند - بیرجند- ایران
mohammadvaziri72@gmail.com –

چکیده: ازآنجایی‌که خودروهای درون‌سوز علاوه برافزایش آلاینده‌های گازی، تولید ریز گرد و آلودگی صوتی نیز دارند، کشورهای توسعه‌یافته و درحال‌توسعه برنامه‌ها و سیاست‌های بلندمدتی برای استفاده از خودروهای الکتریکی به‌جای خودروهای درون‌سوز و نیز استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر برای تولید برق دارند. استفاده از خودروهای الکتریکی تأثیراتی مثبت و منفی بر شبکه برق، محیط‌زیست و حمل‌ونقل دارد. اما امکانات و تأثیرات مثبت این خودروها بر شبکه باعث افزایش استفاده از آن‌ها شده است. در این مقاله به بررسی تأثیرات خودروهای الکتریکی بر سیستم قدرت در سه دیدگاه مختلف پرداخته شده است.

واژه های کلیدی: برنامه‌ریزی شارژ و دشارژ، تاثیر شارژ و دشارژ، شبکه قدرت،خودروهای الکتریکی، جایابی

[Downloaded from nqpc.ir on 2024-05-03]

۱.مقدمه

پیشرفت فنّاوری باعث افزایش آلودگی محیط‌زیست و انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی می‌شود. همچنین استفاده از خودروهای سوخت فسیلی نظیر بنزین این آلودگی‌ها را افزایش و باعث صدمات جبران‌ناپذیری به اشخاص و محیط پیرامون می‌شود. استفاده از خودروهای الکتریکی به‌جای خودروهای سوخت فسیلی یکی از راه‌ها برای کاهش آلودگی‌های محیط‌زیست و جلوگیری از انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌باشد. خودروهای الکتریکی در سال‌های اخیر با پیشرفت‌های چشمگیری روبه‌رو بوده‌اند و استفاده وسیع از آن‌ها در حمل‌ونقل در سال‌های آتی امری کاملاً مورد انتظار می‌باشد. افزایش تعداد خودروهای برقی، اگرچه کاهش اتکا به سوخت‌های فسیلی را به دنبال خواهد داشت ولی شارژ خودروهای برقی می‌تواند یکی از معضلات پیش روی صنعت برق باشد.

از سویی شرکت‌های توزیع و بهره‌برداران شبکه بایستی در خصوص تحویل توان درخواستی به صاحبان خودروهای برقی زیرساخت‌های خود را تقویت و به‌روز کنند و از طرف دیگر رفتار تصادفی و ناهماهنگ مالکان خودرو برای شارژ باتری می‌تواند شبکه توزیع را دچار مشکلاتی چون افزایش پیک مصرف،نوسانات ولتاژ و افزایش تلفات نماید. در این مقاله استفاده از خودروهای الکتریکی از سه دیدگاه برنامه‌ریزی شارژ و دشارژ، تأثیر شارژ و دشارژ و جایابی ایستگاه‌های شارژ بررسی شده است. در ادامه هر یک از این سه دیدگاه به زیر بخش‌هایی تقسیم و مقالات مرتبط با این زیر بخش‌ها مرور شده است.

۲. بررسی حضور خودروهای الکتریکی از دیدگاه برنامه‌ریزی

برنامه‌ریزی خودروهای الکتریکی در طول ساعات شبانه‌روز دارای اهمیت بسیار زیادی می‌باشد. با یک برنامه‌ریزی دقیق برای شارژ می‌توان منحنی بار شبکه را اصلاح، هزینه‌ها و تلفات را کمینه، قابلیت‌اطمینان را افزایش داد. همچنین می‌توان جهت شارژ از انرژی‌های تجدیدپذیر استفاده کرد. در ادامه به بررسی بیشتر این دیدگاه در خودروهای الکتریکی پرداخته می‌شود.

۱-۲. اصلاح منحنی بار

خودروهای الکتریکی در زمان عدم استفاده، می‌توانند به شبکه متصل شده و انرژی ذخیره‌شده در باتری خود را به شبکه تزریق کنند. بنابراین خودروهای الکتریکی در ساعات مختلف روز، می‌توانند به‌صورت مصرف‌کننده یا مولد عمل نمایند. لذا حضور خودروهای الکتریکی در حجم قابل‌توجه، باعث تغییرات جدی در منحنی بار مصرفی سیستم قدرت خواهد شد.

مالک یک خودرو الکتریکی برای تأمین انرژی موردنیاز خودرو، در ساعاتی از شبانه‌روز به شبکه برق متصل شده و اقدام به شارژ باتری می‌کند. و در ساعاتی دیگر از روز، بسته به نوع مصرف و نیازش، از خودرو استفاده کرده و انرژی ذخیره‌شده را مصرف می‌کند. البته مالک خودرو در صورت عدم نیاز می‌تواند، انرژی ذخیره‌شده را در ساعاتی که قیمت برق بالاست به شبکه بفروشد. بنابراین مدیریت هوشمندانه وسایل نقلیه الکتریکی به‌عنوان ذخیره کننده انرژی به‌صورت غیرمتمرکز و انعطاف‌پذیر می‌تواند، فرصت‌های جدیدی برای مدیریت عرضه و تقاضا در سیستم تأمین انرژی الکتریکی ارائه دهد [۱].

از طرفی افزایش خودروهای الکتریکی چالش‌های فراوانی به شبکه قدرت وارد می‌کند. یکی از این چالش‌ها پیدا کردن و ذخیره توان اضافی شبکه است. خودروهای الکتریکی می‌توانند در زمان‌های مشخص انرژی الکتریکی را ذخیره و در سایر ساعات آن را به شبکه تزریق نمایند که با این کار منحنی بار اصلاح می‌گردد [۲].

در مرجع [۱] یک الگوریتم برای شارژ و دشارژ خودروهای الکتریکی ارائه شده است، که با استفاده از این الگوریتم مشکل تقاضای توان در پیک به کمک باتری‌های خودروهای الکتریکی حل شده است. لذا منحنی بار (LDC) متعادل‌تر شده است.

نویسندگان مرجع [۳] با استفاده از منابع تجدیدپذیر، باتری و خودروهای الکتریکی یک ریزشبکه ارائه کرده‌اند که بتواند در زمان تولید منابع تجدیدپذیر، برق آن‌ها را در باتری خودرو ذخیره کند و در ساعات پیک برق آن‌ها را به شبکه تزریق کند. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده کمبود توان در پیک جبران می‌شود و نقاط قله و دره منحنی بار به هم نزدیک می‌شود.

[Downloaded from nqpc.ir on 2024-05-03]

آقای Lie و همکاران، در مرجع [۴] یک مدل ریاضی برای شارژ هوشمند و عملکرد V2G بر مبنای الگوریتم کرم شب‌تاب معرفی کرده‌اند. با حل بهینه این مدل ریاضی توسط الگوریتم فوق نوسانات منحنی بار حداقل شده است. علاوه بر این، طرح بهینه V2Gبرای تنظیم توان به‌صورت فوری و برقراری تعادل بین عرضه و تقاضا توسعه یافته است.

مرجع [۵] با کمک باتری خودروهای الکتریکی و انرژی باد مطالعات و شبیه‌سازی‌هایی را انجام داده است تا بتواند پیک‌بار را به سایر ساعات انتقال دهد، لذا با انجام این کار فشار روی سیستم قدرت کمتر می‌شود.

همچنین مراجع [۶-۹] به بررسی اثر برنامه‌ریزی شارژ خودروهای الکتریکی بر روی اصلاح منحنی بار پرداخته‌اند.

۲-۲. اقتصادی

خودروهای الکتریکی نیاز به برنامه منظم شارژ دارند. ازاین‌رو شارژ خودروها هزینه‌ای اضافه بر شبکه تحمیل می‌کند. اما با یک برنامه‌ریزی دقیق در طول ۲۴ ساعت می‌توان کاری کرد تا این هزینه به حداقل مقدار ممکن برسد. همچنین خودروهای الکتریکی در برخی موارد باعث کاهش هزینه‌های شبکه مانند تولید در پیک می‌شوند.V2G بیانگر سیستمی است که در آن خودروهای برقی قابل شارژ، توانایی مخابره اطلاعات با شبکه برق در راستای ارائه توان الکتریکی (دشارژ)، یا تنظیم میزان شارژ خودرو را دارند. V2G برای خودروهای برقی قابل شارژ، با امکان دریافت و ارسال انرژی امکان‌پذیر می‌باشد. درواقع خودروهای الکتریکی با در اختیار قرار دادن روند شارژ خودروهای خود به مدیریت شبکه برق امکان سوددهی مالی برای خود و مدیران شبکه را فراهم می‌کنند [۱۰]. در این راستا روش‌های گوناگونی وجود دارد که برخی از آن‌ها در ادامه بیان شده‌اند.

مقاله [۱۱] سناریوهای مختلف شارژ و دشارژ خودرو الکتریکی با تجمیع منابع تجدیدپذیر برای کاهش هزینه سوخت و هزینه راه‌اندازی را بکارگرفته و با کمک الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات به حل این مسئله با قیود مختلفی مانند حد تولید، محدودیت عرضه توان، ظرفیت رزرو، حداقل و حداکثر زمان روشن خاموش و... پرداخته است.

در مرجع [۱۲] یک استراتژی برای پیدا کردن بهترین روش شارژ خودروهای الکتریکی با هدف کمینه کردن هزینه شارژ ارائه شده است.

برنامه‌ریزی شارژ خودروهای الکتریکی باید به‌گونه‌ای باشد که کمترین هزینه برای مشتری و بیشترین درآمد برای شرکت ارائه‌دهنده خدمات را داشته باشد. نویسندگان مرجع [۱۳] تلاش کرده‌اند تا نیاز اقتصادی مشتری و شرکت‌ها را از طریق ارائه فرمول‌های ریاضی و حل آن به کمک روش‌های بهینه‌سازی تکاملی برآورده کنند.

برنامه‌ریزی شارژ خودروهای الکتریکی یک مسئله بهینه‌سازی چندهدفه با در نظر گرفتن منافع مشتری می‌باشد. راه‌حل‌های اقتصادی نیازمند برقراری تعادل بین کاهش هزینه مشتری، کاهش هزینه باتری و سلامت سیستم است، که در مرجع [۱۴] توضیحات بیشتر و کامل‌تر ارائه شده است.

شارژ ناهماهنگ خودروهای الکتریکی بار سنگینی روی شبکه قدرت می‌گذارد. برای حل این مشکل یک استراتژی شارژ هماهنگ لازم است. جمع کننده‌های خودروهای الکتریکی نقشی به‌عنوان هماهنگ‌کننده بین خودرو و شبکه قدرت بازی می‌کنند. برای کاهش هزینه این هماهنگی در مرجع [۱۵] یک استراتژی برنامه‌ریزی مرکزی شارژ و دشارژ دومرحله‌ای در طول ۲۴ ساعت ارائه شده است، که در مرحله اول کمینه کردن هزینه شارژ هر خودرو و در مرحله دوم بیشینه کردن درآمد جمع کننده خودرو در نظر گرفته شده است.

مرجع [۱۶] پیشنهاد یک مکانیزم عملکرد جمع کننده خودرو الکتریکی برای مجامع مسکونی را داده است. این مکانیزم بر مبنای افزایش درآمد جمع کننده طراحی شده است. همچنین علاوه بر در نظر گرفتن اطلاعات انرژی و توان به کم کردن هزینه شارژ نیز توجه شده است.

در مرجع [۱۷] ابتدا مدل هزینه شارژ بر اساس نرخ شارژ خودرو، تحریک و باتری خودرو ساخته شده است. سپس ارزیابی و شبیه‌سازی برای حداقل کردن هزینه شارژ صورت گرفته است.

نویسندگان مرجع [۱۸] یک روش برای بهبود هزینه و قابلیت‌اطمینان خودروهای الکتریکی به‌وسیله سیستم ذخیره‌سازی آن‌ها ارائه کرده‌اند. در این روش یک تابع هدف برای کمینه کردن هزینه سوخت، هزینه عملیات، هزینه سرمایه‌گذاری، هزینه نگه‌داری و هزینه شارژ به دست آمده است.

[Downloaded from nqpc.ir on 2024-05-03]

با افزایش چشمگیر خودروهای الکتریکی در بازار آینده نزدیک، تهدیدی برای سیستم قدرت فعلی پیش بینی شده است. اضافه شدن خودروهای الکتریکی باعث اضافه شدن بار می‌شود که این نیاز به افزایش تولید دارد. افزایش تولید باعث بالا رفتن هزینه سوخت می‌گردد. در مرجع [۱۹] یک الگوریتم بهینه‌سازی برای کاهش هزینه سوخت به‌وسیله پخش بار اقتصادی تولید ژنراتورها و به کمک بهینه‌سازی شارش توان راکتیو از خودرو به شبکه ارائه شده است.

در مرجع [۲۰] تحقیق و بررسی در مورد هزینه برنامه‌ریزی شارژ خودروهای الکتریکی در ریزشبکه‌ها انجام شده است. تابع هدف شامل هزینه شارژ و هزینه راحتی کاربر می‌باشد، که با افزایش راحتی کاربر هزینه نیز بالا می‌رود. لذا نویسندگان مقاله با حل این تابع هدف یک حالت بهینه بین هزینه و راحتی کاربر بدست آورده‌اند.

در مراجع [۲۴-۲۱] در مورد مسائل اقتصادی، هزینه و درآمد خودروهای الکتریکی بحث و نتیجه‌گیری شده است.

۲-۳. تجدیدپذیر

استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر مانند باد و خورشید جهت شارژ خودروهای الکتریکی باعث کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و کاهش هزینه تولید برق برای دولت‌ها و حکومت‌ها می‌شود. ازاین‌رو با برنامه‌ریزی دقیق جهت شارژ خودروها در ساعاتی که منابع تجدیدپذیر در دسترس‌اند می‌توان به کاهش هزینه شبکه کمک کرد.

در مرجع [۴] یک مدل ریاضی برای ترکیب منابع انرژی تجدیدپذیر با خودروهای الکتریکی برای بهره‌وری حداکثر ساخته شده است. در این مقاله توان تولید توربین بادی با خودرو الکتریکی برای قابلیت V2G ترکیب شده است.

مرجع [۵] با استفاده از توان تولیدی باد و باتری خودروهای الکتریکی طرحی برای جابجایی پیک‌بار ارائه کرده است. که با شارژ باتری از طریق سیستم بادی در ساعات غیر پیک و تزریق آن به شبکه در ساعت پیک باعث جابجایی پیک می‌گردد.

۲-۴. تلفات

با حضور خودروهای برقی در شبکه توزیع به‌عنوان بار،تلفات شبکه به‌طور چشمگیری زیاد می‌شود . اما خودروهای برقی متصل به شبکه، با مدیریت روی شارژ و دشارژ این خودروها، می‌توانند تأثیرات مثبتی را در تلفات شبکه ایجاد کنند[۹].

با سطح بالاتری از بار الکتریکی در شبکه توزیع، تنظیم مجدد می‌تواند باعث کاهش و کمینه کردن تلفات انرژی شود. در تابع هدف مرجع [۲۵] نویسندگان به حداقل کردن تلفات انرژی در تمام زمان‌ها پرداخته‌اند، و از قیودی مانند تزریق توان راکتیو، تزریق توان اکتیو، حدود ولتاژ، حدود جریان خط و... استفاده کرده‌اند.

در مرجع [۱۲] روشی پیشنهاد شده است که با کمک آن می‌توان تلفات انرژی را به حداقل رساند. همچنین تلفات توان و تقاضای توان نیز در نظر گرفته شده است.

۲-۵. ریزشبکه

یکی از مفاهیم جدیدی که امروزه وارد صنعت برق شده مفهوم ریزشبکه است .پیوستن تولیدات کوچک و ذخیره‌ای انرژی به سیستم‌های ولتاژ پایین و متوسط، نوع جدیدی از سیستم‌های قدرت بنام ریزشبکه را تشکیل می‌دهد .این سیستم‌ها می‌توانند به‌صورت مستقل از شبکه اصلی نیاز مشترکین خود را تأمین نموده و از ورود آسیب‌های شبکه‌های بالادست به خود جلوگیری نمایند .از ویژگی‌های بارز ریزشبکه‌ها، بهبود قابلیت‌اطمینان به سبب جلوگیری از ورود خطا و تبعات ناشی از آن به داخل سیستم است .هرچقدر زمان اتصال ریزشبکه در کنار میزان دریافتی انرژی از شبکه اصلی کمتر باشد، توانایی ریزشبکه در بهبود این هدف بهتر خواهد بود. امکان استفاده بهتر از واحدهای تولیدی کوچک، به‌کارگیری مؤثرتر انرژی‌های تجدیدپذیر و کاهش تلفات از دیگر ویژگی‌های ریزشبکه هستند .در این میان، استفاده از خودروهای الکتریکی در ریزشبکه‌ها می‌تواند آثار مطلوبی را به دنبال داشته باشد .خودروهای الکتریکی نوعی از وسایل نقلیه هستند که ضمن استفاده در حمل‌ونقل، قابلیت تزریق توان به شبکه را نیز دارا هستند. این خودروها با ذخیره انرژی در خود و تزریق به‌موقع و بهینه به شبکه، نقش مؤثری در بهبود بازدهی ریزشبکه ایفا می‌کنند. ازآنجایی‌که این خودروها در حوزه انسانی کاربرد اساسی دارند، ورود آن‌ها به ریزشبکه همراه با عدم قطعیت خواهد بود[۲۶]

[Downloaded from nqpc.ir on 2024-05-03]

مرجع [۲۷] یک مدل مؤثر و الگوریتمی برای مدیریت انرژی ریزشبکه که شامل خودروهای الکتریکی می‌باشد ارائه کرده است. در این مدل به دو نکته برنامه‌ریزی روز پیش رو و کنترل پیش‌بینی مدل توجه شده است.

در مرجع [۳] یک ریزشبکه شامل منابع تجدیدپذیر، ذخیره‌ساز و خودروهای الکتریکی با سلول‌های سوختی برای زمان‌هایی که منابع تجدیدپذیر در دسترس نیست ارائه شده است. از این ریزشبکه برای شارژ خودرو و V2G در سیستم‌های قدرت استفاده شده است.

کاربرد زیر شبکه‌ها رسیدن به یک میدان عمل گسترده‌تر می‌باشد و فنّاوری خودروهای الکتریکی روزبه‌روز در حال گسترش می‌باشد. اهدافی مانند بهبود بخشیدن هزینه و قابلیت‌اطمینان ریزشبکه برای برنامه بهتر شارژ خودروهای الکتریکی منجر به ارائه یک مدل بهینه از ریزشبکه می‌شود. در مرجع [۱۸] به بررسی و تکمیل این مدل در دو حالت پرداخته شده است، که با توجه به نتایج دیده می‌شود مدل تکمیل‌شده دارای هزینه کمتر و قابلیت‌اطمینان بیشتری می‌باشد.

۶-۲. قابلیت‌اطمینان

V2G درحالی‌که پشتیبان مطمئنی برای منابع انرژی تجدیدپذیر است، می‌تواند فرصت‌های جدیدی همچون جبران توان راکتیو، تنظیم توان واقعی، تنظیم بار، پیک زدایی و فیلتر کردن هارمونیک‌های جریان را در اختیار شرکت‌های توزیع قرار دهد. این فناوری توانایی ارائه خدمات جانبی مانند کنترل فرکانس را داراست و می‌تواند در بهبود شاخص‌های بهره‌وری شبکه، قابلیت‌اطمینان و پایداری مؤثر باشد [۱۰].

.در حال حاضر توسعه خودروهای الکتریکی در مقیاس زیاد موردتوجه دولت‌ها قرار گرفته است. مقاله مرجع [۲۸] قابلیت سیستم قدرت در حضور خودرو الکتریکی را بررسی کرده است. از شبیه‌سازی تکراری زمان مونت‌کارلو استفاده شده است و روش و ایده در سیستم ۶ باسه IEEE تست شده است و درنهایت به محاسبه شاخص‌های قابلیت‌اطمینان پرداخته است.

در مرجع [۲۹] سه سناریو مختلف برای برنامه‌ریزی شارژ خودروهای الکتریکی جهت بهبود قابلیت‌اطمینان در نظر گرفته شده است و در هر سناریو شاخص‌های قابلیت‌اطمینان محاسبه گردیده است. همچنین برای حل از الگوریتم فاخته استفاده شده است.

۳. بررسی حضور خودروهای الکتریکی از دیدگاه تأثیر شارژ و دشارژ بر شبکه قدرت

شارژ خودروهای الکتریکی و دشارژ آن تأثیرات مثبت و منفی زیادی بر شبکه دارد. که می‌توان با استفاده از روش‌هایی جدید تأثیرات مثبت آن را حداکثر و تأثیرات منفی را حداقل نمود. در ادامه به تشریح کارهای صورت گرفته از این دیدگاه پرداخته می‌شود.

۳-۱. تجدیدپذیر

برای بهبود شارژ خودروها می‌توان از انرژی‌هایی مانند باد و خورشید استفاده نمود.

مرجع [۳۰] روش زمان‌بندی شارژ که یک استراتژی برای شارژ خودروهای الکتریکی از انرژی خورشید می‌باشد را ارائه کرده است. در این روش از پنل‌های خورشیدی در سقف پارکینگ‌ها برای تولید برق و شارژ باتری استفاده شده است.

در مرجع [۳۱] استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر مانند باد و خورشید که انرژی‌ای دوست دار محیط‌زیست تولید می‌کنند برای ایستگاه‌های شارژ خودروهای الکتریکی بررسی شده است. در روش ارائه‌شده یک ایستگاه شارژ با استفاده از توربین بادی و پنل خورشیدی ساخته و آنالیز شده است.

۳-۲. ریزشبکه

نویسندگان مرجع [۳۲] یک ریزشبکه DC بر مبنای سیستم تغذیه توان DC و سیستم شارژ و دشارژ باتری خودروهای الکتریکی ارائه کرده‌اند. همچنین در این مقاله یک ساختار پایه‌ای از سیستم و بهبود وسایل ذخیره‌ساز انرژی با موازی کردن باتری‌های خودرو برای کارایی بهتر دینامیکی بررسی شده است.

در مرجع [۳۳] یک ریزشبکه DC شامل PHEV و PV ارائه شده است و یک رویکرد جدید برای تولید جریان برای شارژ

[Downloaded from nqpc.ir on 2024-05-03]

باتری پیشنهاد و اجرا شده است. این شبیه‌سازی در ناحیه پایدار ریزشبکه انجام شده است. این مدل که در سیمولینک نرم‌افزار متلب شبیه‌سازی شده است ریپل جریان شارژ باتری را کم می‌کند.

۳-۳. قابلیت‌اطمینان

در صورت اضافه شدن چشمگیر خودروهای الکتریکی به شبکه می‌توان با اتخاذ تدابیری نظیر انتقال توان توسط خودروها قابلیت‌اطمینان سیستم را افزایش داد.

پیشرفت تکنولوژی باتری و رشد نگرانی در مورد آلودگی هوا باعث افزایش استفاده از خودروهای الکتریکی شده است. جایگذاری خودروهای الکتریکی با موتورهای احتراق باعث افزایش بار سیستم قدرت و لذا تغییرات در قابلیت‌اطمینان می‌شود. در مرجع [۳۴] تحقیق و مقدار سنجی اثر شارژ خودرو الکتریکی بر قابلیت‌اطمینان سیستم قدرت انجام شده و روش پیشنهادی در سیستم IEEE ۳۳ باسه تست شده است.

در مرجع [۳۵] اثر پایداری شارژ و دشارژ خودروهای الکتریکی بر سیستم قدرت بررسی شده است و بر روی کاهش اثر شارژ و لذا افزایش قابلیت‌اطمینان بحث صورت گرفته است. که نتایج روش پیشنهادشده نشان‌دهنده افزایش سطح قابلیت‌اطمینان سیستم قدرت می‌باشد.

۴. بررسی حضور خودروهای الکتریکی از دیدگاه جایابی

خودروهای الکتریکی قادرند ضمن کمک‌رسانی در فرایند حمل‌ونقل، نقش‌های مثبتی نیز در شبکه‌های قدرت داشته باشد. برای استفاده از پتانسیل‌های خودروها، پارکینگ‌های خودروهای الکتریکی پیشنهاد می‌شوند که مکان و اندازه آن‌ها باید به نحو بهینه‌ای مدیریت شود. درصورتی‌که این جایابی به شکل درستی انجام نشود، نت‌ها مزیت نخواهد داشت که برای شبکه مضر نیز می‌باشد[۳۶]. در ادامه پژوهش‌های مربوط به این حوزه بررسی می‌شود.

۴-۱. اقتصادی

اگر جایابی پارکینگ خودروهای الکتریکی به‌درستی صورت نگیرد هزینه‌های هنگفت و بی‌فایده‌ای بر روی دست شبکه می‌گذارد.

نویسندگان مرجع [۳۷] چندین استراتژی برای کمینه کردن هزینه جایابی خودروهای الکتریکی ارائه کرده‌اند. در تابع هدف، سود دریافتی و هزینه دریافتی لحاظ شده است.

در مرجع [۳۸] یک طراحی بهینه برای جایابی ایستگاه شارژ خودروهای الکتریکی همراه با منابع انرژی تجدیدپذیر برای حداقل کردن هزینه معرفی و شبیه‌سازی شده است.

مرجع [۳۹] یک مدل برای بازتاب اثر جایگاه‌های مختلف شارژ خودروهای الکتریکی بر روی افزایش سودمندی سیستم و کمینه کردن هزینه‌ها پیشنهاد کرده است. همچنین برای کاهش هزینه از پنل‌های خورشیدی و توربین بادی استفاده کرده است.

همچنین در مراجع [۴۱-۴۰] به بررسی اثر اقتصادی در جایابی پرداخته است.

۴-۲. تجدیدپذیر

می‌توان جهت بهبود کارایی سیستم از پنل‌های خورشیدی بر روی سقف پارکینگ‌های خودروهای الکتریکی استفاده کرد.

استفاده از منابع تجدیدپذیر نظیر باد و خورشید برای تولید برق و استفاده در ایستگاه‌های شارژ خودروهای الکتریکی و جایابی بهینه این ایستگاه‌ها به همراه کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای از اهداف مرجع [۳۸] بوده است.

هدف اصلی مرجع [۴۲] ارائه یک رویکرد تصادفی بر پایه شبیه‌سازی مونت‌کارلو برای جایابی خودروهای الکتریکی در حضور منابع تجدیدپذیر تولید انرژی می‌باشد.

۴-۳. تلفات

نویسندگان مرجع [۴۰] یک رویکرد دومرحله‌ای چندهدفه را با کمک شبیه‌سازی مونت‌کارلو - ژنتیک حل کرده‌اند تا بتوانند به کمک این مدل تلفات توان اکتیو را به حداقل مقدار ممکن برسانند. در تابع هدف علاوه بر تلفات به جایابی و هزینه نیز توجه شده است.

[Downloaded from nqpc.ir on 2024-05-03]

مقاله مرجع [۴۳] یک الگوریتم اقتصادی برای جایابی بهینه خودروهای الکتریکی با استفاده از الگوریتم ژنتیک ارائه کرده است. مدل‌سازی ریاضی این مسئله با هدف کاهش تلفات سیستم با توجه به ظرفیت و محدودیت‌های اجرائی سیستم صورت گرفته است.

جایابی بهینه تولیدپراکنده و تخصیص مناسب مکان شارژ خودرو برای V2G به‌منظور کاهش تلفات در سیستم‌های توزیع در مرجع [۴۴] بررسی شده است. تابع هدف شامل شاخص‌های توان اکتیو و راکتیو به‌منظور کمینه‌کردن تلفات آن‌ها می‌باشد.

۴-۴. قابلیت‌اطمینان

با یک جایابی درست جهت احداث پارکینگ خودروهای الکتریکی می‌توان به‌طور چشمگیری قابلیت‌اطمینان سیستم قدرت را افزایش داد تا کمترین هزینه و بیشترین کارایی را داشته باشد.

مرجع [۴۱] یک تنظیم بهینه و جایابی ایده‌ال برای خودروهای الکتریکی ارائه کرده است که در تابع هدف به قابلیت‌اطمینان سیستم توجه شده است، و شاخص‌های مهم قابلیت‌اطمینان محاسبه شده است.

تمرکز نویسندگان مرجع [۴۵] بر روی توسعه یک چهارچوب برای ارزیابی و آنالیز قابلیت‌اطمینان سیستم قدرت در ایستگاه‌های شارژ خودروهای الکتریکی بوده است.

در مراجع [۴۷-۴۶] به آنالیز قابلیت‌اطمینان در جایگاه‌های شارژ خودروهای الکتریکی پرداخته است.

۵.نتیجه‌گیری

در این مقاله به بررسی استفاده از خودروهای الکتریکی از سه دیدگاه برنامه‌ریزی، تأثیر شارژ و دشارژ و جایابی پرداخته شد. هر یک از این سه دیدگاه به بخش‌هایی مانند انرژی‌های تجدیدپذیر، ریزشبکه، هزینه و... تقسیم و کارهای صورت گرفته تاکنون مورد بررسی قرار گرفت. استفاده از خودروهای الکتریکی علاوه بر کاهش آلودگی‌های محیط‌زیست مشکلاتی نظیر به هم خوردن قابلیت‌اطمینان شبکه، افزایش تلفات و... به همراه دارد. اما می‌توان با استفاده از روش‌ها و تکنیک‌هایی قابلیت‌اطمینان را افزایش و تلفات را کاهش داد که در مقاله به‌تفصیل شرح داده شده است. همچنین برای کاهش هزینه‌ها می‌توان از انرژی‌های تجدیدپذیر و پاک مانند باد و خورشید برای شارژ این خودروها استفاده کرد. به کمک این خودروها می‌توان در ساعات غیر پیک باتری آن‌ها را شارژ و در ساعات پیک به شبکه تزریق کرد تا پیک شبکه را کاهش دهد و منحنی بار اصلاح شود.

۶. مراجع

[۱]. علی خان بابازاده افشار، حامد دادگرنژاد، مهدی صمدی، "بررسی تأثیرات خودرو الکتریکی بر منحنی بار و قابلیت‌اطمینان سیستم"، چهارمین کنفرانس سالانه انرژی پاک دانشگاه تحصیلات تکمیلی کرمان (۱۳۹۳).

[2]. O. Aloqaily, I. Al-Anbagi, S. Dhaou, "Flexible charging and discharging algorithm for electric vehicles in smart grid environment", Doha, Qatar (2016) 1-6.

[3]. H. Esther, Z. Lukszo," Scheduling Fuel Cell Electric Vehicles as PowerPlants in a Community Microgrid", Ljubljana, Slovenia(2016) 1-6.

[4]. J. Lei, Z. Xiaoying, Z. Labao, W. Kun," Coordinated Scheduling of Electric Vehicles and Wind Power Generation Considering Vehicle toGrid Mode", Harbin, China(2017) 1-5.

[5]. L. Feng, K. Wu," Optimal scheduling model of wind power generation considering the participation ofelectric vehicle batteries", IET(2017) 1940-1946.

[6]. Maigha, L. Crow," Multi-Objective Electric Vehicle SchedulingConsidering Customer and System Objectives", Manchester, UK(2017) 1-6.

[7]. M.Nour, H.Ramadan, A. Abdelfatah, C. Farkas, "Impacts of Plug-In Electric Vehicles Charging onLow Voltage Distribution Network", Aswan, Egypt(2018) 357-362.

[8]. L. Xiaole, L. Li, W. Da, Z. Wenjing, Y. Bo, W. Jiahan, "Optimal scheduling of electric vehicle charging in different periods ",Chongqing, China(2017) 6869-6872.

[9]. Maigha, L. Crow, "Electric Vehicle Scheduling ConsideringCo-optimized

[Downloaded from nqpc.ir on 2024-05-03]

Customer and System Objectives", IEEE(2018) 410-418.

[۱۰]. بهنام شخصی دستگاهیان، محسن قاینی، "بررسی تلفات شبکه توزیع در حضور خودروهای برقی قابلیت اتصال به شبکه"، کنگره بین‌المللی فن‌آوری، ارتباطات و دانش (۱۳۹۴).

[11]. Z. Yang, K. Li, Q. Niu, A. Foley, "Unit Commitment Considering Multiple Chargingand Discharging Scenarios of Plug-in ElectricVehicles", Killarney, Ireland(2015) 1-8.

[12]. S. Salimi Amiri, S. Jadid, "Optimal Charging Schedule of Electric Vehicles atBattery Swapping Stations in a Smart DistributionNetwork", Tehran, Iran(2017) 1-8.

[13]. P. Goyal, A. Sharma, S. Vyas, R. Kumar, "Customer and Aggregator Balanced DynamicElectric Vehicle Charge Scheduling in a Smart GridFramework", Bhopal, India(2016) 276-283.

[14]. Maigha, L. Crow, "Multi-Objective Electric Vehicle Scheduling Considering Customer and System Objectives", Manchester, UK(2017) 1-6.

[15]. B. Han, S. Lu, F. Xue, L. Jiang, H. Zhu, "A Two-Stage Electric Vehicles Scheduling Strategy to Address Economic Inconsistency Issues of Stakeholders", Los Angeles, CA, USA(2017) 1904-1909.

[16]. B. Han, S. Lu, F. Xue, L. Jiang, H. Zhu, "Three-stage electric vehicle schedulingconsidering stakeholders economicinconsistency and battery degradation", IET(2017) 102-110.

[17]. W. Zhang, C. Dreise, R. Shao, L. Chang, "An Improved Minimum-cost Charging Schedule forLarge-Scale Penetration of Electric Vehicles", San Antonio, TX, USA(2018) 3411-3417.

[18]. Y. Zhang, Y. Teng, Z. Zhang, J. Li, R. Jiang, Q. Huang, "Scheduling Optimization of Microgrid Considering Electric Vehicles", Chengdu, China(2017) 742-746.

[19]. P. Shinde, K. Shanti, "Optimal Generation and Reactive Power Schedulingof Plug-In Electric Vehicles in V2G Environment", Kharagpur, India (2017) 1-6.

[20]. H. Chung, W. Li, "Electric Vehicle Charge Scheduling Mechanism toMaximize Cost Efficiency and User Convenience", IEEE(2018) 1.

[21]. D. Korkas, S. Baldi, B. Kosmatopoulos, "A Cognitive Stochastic Approximation Approach to Optimal ChargingSchedule in Electric Vehicle Stations", Valletta, Malta(2017) 484-489.

[22]. F. Hafiz, P. Fajri, "Charge Scheduling of a Plug-in Electric Vehicle ConsideringLoad Demand Uncertainty based on Multi stage StochasticOptimization", Morgantown, WV, USA(2017) 1-6.

[23]. S. Paul, N. Prasad Padhy, "Resilient Scheduling Portfolio of ResidentialDevices and Plug-in Electric Vehicle byMinimizing Conditional Value at Risk", IEEE(2018) 1.

[24]. R. Rana, S. Mishra, "Day-Ahead Scheduling of Electric Vehicles forOverloading Management in Active DistributionSystem via Web-Based Application", IEEE Systems Council(2018) 1-11.3

[25]. H. Cui, R. Long, "Distribution Network Reconfiguration withAggregated Electric Vehicle Charging Strategy", Denver, CO, USA(2015) 1-5.

[۲۶]. مهدی تورانی، محمد رضا آقاابراهیمی، حمید رضا نجفی، "برنامه‌ریزی شارژ و دشارژ خودروهای الکتریکی در ریزشبکه بر پایه مسافرت روزانه خودروها"، مجله مهندسی برق دانشگاه تبریز (۹۵).

[27]. W. Li, T. Zhang, R. Wang, "Energy management model of charging station microgridconsidering random arrival of electric vehicles", Beijing, China(2018) 29-34.

[28]. W. Liu, M. Zhang, B. Zeng, "Analyzing the Impacts of Electric VehicleCharging on Distribution System Reliability", Tianjin, China(2012) 1-6.

[29]. T. Shekari, A. Gholami, F. Aminifar, "Optimal Parking Lot Placement ConsideringOperational and Security limitations Using COA", Tehran, Iran(2014) 1-6.

[30]. A. M. Alsomali, F. B. Alotaibi, T. Al-Awami, "Charging Strategy for Electric

[Downloaded from nqpc.ir on 2024-05-03]

Lot in Renewable-Based DistributionNetworks", Oshawa, ON, Canada(2015) 1-6.
[40]. B. Yousefi Khanghah, A. Anvari-Moghaddam, M. Guerrero, C. Vasquez, "Combined Solar Charging Stations and Energy Storage Units Allocation for Electric Vehicles by Considering Uncertainties", Milan, Italy(2017) 1-6.
[41]. A. Mohsenzadeh, S. Pazouki, M. Haghifam, "Optimal Siting and Sizing of Electric Vehicle Public Charging Stations Considering SmartDistribution Network Reliability", Charlotte, NC, USA (2015) 1-6.
[42]. E. Pashajavid, M. Aliakbar Golkar, "Placing Parking Lot of Plug-in Electric Vehicles within a Distriution Grid Considering High Penetration Level of Photovoltaic Generation", Lisbon, Portugal(2012) 1-4.
[43]. C. Lien Su, R. Ceng Leou, J. Chang Yang, C. Nan Lu, "Optimal Electric Vehicle Charging StationsPlacement in Distribution Systems", Vienna, Austria(2013) 2121-2126.
[44]. [M. Moradijoz, A. Ghazanfarimeymand, M. Parsa Moghaddam, M. Haghifam, "Optimum Placement of Distributed Generation and Parking Lots for Loss Reduction inDistribution Networks", Tehran, Iran(2012) 1-5.
[45]. M. Ghavami, S. Essakiappan, C. Singh, "A framework for reliability evaluation of electric vehicle charging stations", Boston, MA, USA(2016) 1-5.
[46]. M. Ghavami, C. Singh, "Reliability evaluation of electric vehicle charging systems including the impact of repair", Cincinnati, OH, USA (2017) 1-9.
[47]. S. Pazouki, A. Mohsenzadeh, M. Haghifam, "The Effect of Aggregated Plug-In Electric VehiclesPenetrations in Charging Stations on ElectricDistribution Netwroks Reliability", Tehran, Iran(2014) 1-5.

Vehicles Using SolarEnergy", Jeddah, Saudi Arabia(2017) 1-5.

[31]. N. Gucın, K. Ince, F. Karaosmanoğlu, "Design and Power Management of a Grid-Connected Dc Charging Station for ElectricVehicles Using Solar and Wind Power", Istanbul, Turkey(2015) 1-4.
[32]. M. Meng, G. Guo, D. Hu, "DC Micro-grid Based on DC Traction PowerSupply System and Electric Vehicle BatteriesCharging & Discharging System", Hangzhou, China(2014) 2579-2582.
[33]. M. Nawaz Hussain, V. Agarwal, "A New Control Technique to Enhance the Stabilityof a DC Microgrid and to Reduce Battery CurrentRipple during the Charging of Plug-In ElectricVehicles", Rome, Italy(2015) 2189-2193.
[34]. S. Deb, K. Kalita, P. Mahanta, "Impact of Electric Vehicle Charging Stations onReliability of Distribution Network", Kollam, India(2017) 1-6.
[35]. V. Raveendran, S. Chandran, G. Nair, "Smart Level 2 DC Electric Vehicle Charging Stationwith Improved Grid Stability and Battery Backup", Kollam, India(2017)- 1-6.
[۳۶]. مهدی. تورانی، "بهینه سازی حضور خودروهای الکتریکی در کنار دخیره سازهای ثابت انرژی به منظور بهبود اهداف شبکه قدرت"، ششمین کنفرانس انرژی‌های تجدیدپذیر و تولید پراکنده ایران (۱۳۹۶) ۲۳۰-۲۳۵.
[37]. F. Jozi, K. Mazlumi, H. Hosseini, "Charging and discharging coordination of electric vehicles in a parking lot considering the limitation of power exchange with the distribution system", Tehran, Iran(2017) 937-941.
[38]. T. Aldhanhani, A. Al-Durra, F. El-Saadany, "Optimal Design of Electric Vehicle ChargingStations Integrated with Renewable DG", Auckland, New Zealand (2017) 1-6.
[39]. A. S. Gil, M. Shafie-khah, "Offering Strategy of a Plug-in Electric VehicleParking .

[Downloaded from nqpc.ir on 2024-05-03]