



دانشکده مهندسی

گروه برق

## پایان نامه کارشناسی

گرایش: قدرت

## شیفت بار در شبکه‌های هوشمند قدرت در حضور

## خودروهای الکتریکی

سید محمد ابراهیم غدیری

رسول باقری

استاد راهنما:

دکتر رضا نوروزیان

مرداد ۹۵

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه ..... ۱

۱-۱- مقدمه ..... ۲

فصل دوم: شبکه‌های هوشمند ..... ۴

۱-۲- انواع شبکه‌های انرژی ..... ۵

۱-۲-۱- تعریف شبکه‌ی هوشمند ..... ۵

۱-۲-۲- شبکه‌ی قدرت امروزی (سنتی) ..... ۶

۲-۲- تفاوت‌های شبکه هوشمند با شبکه قدرت امروزی ..... ۶

۲-۲-۱- انتقال اطلاعات ..... ۸

۲-۲-۲- برنامه‌ریزی شبکه ..... ۸

۲-۲-۳- انتقال انرژی ..... ۸

۳-۲- انتظارات از شبکه‌ی هوشمند ..... ۸

۳-۲-۱- دستیابی به بازدهی بالاتر ..... ۹

۳-۲-۲- قابلیت خود اصلاحی سیستم ..... ۹

۳-۲-۳- افزایش قابلیت اطمینان سیستم قدرت ..... ۹

۳-۲-۴- گسترش سیستم‌های کنترلی و مخابراتی شبکه قدرت ..... ۱۰

۳-۲-۵- پذیرش تولیدکننده‌های پراکنده سنتی و تجدیدپذیر ..... ۱۰

۳-۲-۶- فعال‌سازی مصرف‌کنندگان ..... ۱۰

۴-۲- ساختار شبکه هوشمند ..... ۱۱

۵-۲- مزیت‌های کیفی شبکه هوشمند ..... ۱۲

فصل سوم: خودروهای الکتریکی ..... ۱۳

۱-۳- خودروی الکتریکی ..... ۱۴

۲-۳- مفهوم خودرو- شبکه ..... ۱۴

۱-۲-۳- انواع خودروهای الکتریکی ..... ۱۵

۲-۲-۳- کاربردهای خودرو- شبکه ..... ۱۶

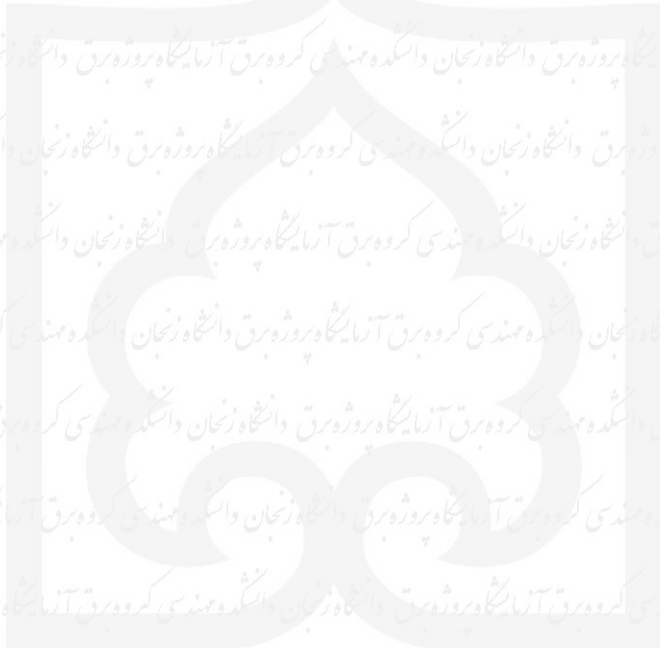
۳-۳- بازارهای مربوط به توان ..... ۱۶

۱-۳-۳- توان بار پایه ..... ۱۷

۲-۳-۳- توان قله ..... ۱۷

دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق	دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق	دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق	دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق
۱۷	۳-۳-۳- رزرو گردان	۱۹	۳-۴- فرآیند شارژ خودروهای الکتریکی
۲۰	۳-۴-۲- شارژ با تاخیر زمانی	۲۰	۳-۴-۳- شارژ با مدیریت بهره‌بردار ناوگان
۲۱	۳-۴-۲- شارژ با تاخیر زمانی	۲۱	فصل چهارم: شیفت بار به کمک 2g
۲۲	۳-۴-۱- شیفت بار	۲۲	نیازهای انرژی آینده
۲۴	۳-۴-۳- توسعه یک شبیه‌سازی خودرو- شبکه	۲۴	اهداف
۲۵	۳-۴-۲- شرایط شبیه‌سازی	۲۵	۳-۴-۲- شرایط شبیه‌سازی
۲۸	۴-۴- عملکرد مدل بار پایه	۲۸	۴-۴- عملکرد مدل بار پایه
۳۰	۶-۴- مدل قابل استفاده توان باد	۳۰	۶-۴- مدل قابل استفاده توان باد
۳۶	۷-۴- مدل قابل استفاده بار میانی	۳۶	۷-۴- مدل قابل استفاده بار میانی
۳۸	۹-۴- اثرات شیفت بار	۳۸	۹-۴- اثرات شیفت بار
۴۴	۱۰-۴- تحلیل شبیه‌سازی برای ایالات متحده	۴۴	۱۰-۴- تحلیل شبیه‌سازی برای ایالات متحده
۴۸	۱۱-۴- شاخص پیشنهادی برای برآورد شیفت بار	۴۸	۱۱-۴- شاخص پیشنهادی برای برآورد شیفت بار
۵۱	فصل پنجم: تحلیل نتایج شبیه‌سازی	۵۱	فصل پنجم: تحلیل نتایج شبیه‌سازی
۵۲	۱-۵- جزئیات مدل شبیه‌سازی	۵۲	۱-۵- جزئیات مدل شبیه‌سازی
۵۲	۱-۵-۱- مدل منحنی عملکرد فوتوولتاییک	۵۲	۱-۵-۱- مدل منحنی عملکرد فوتوولتاییک
۵۳	۳-۱-۵- مدل عملکرد توربین بادی	۵۳	۳-۱-۵- مدل عملکرد توربین بادی
۵۴	۲-۵- شبیه‌سازی و تحلیل نتایج	۵۴	۲-۵- شبیه‌سازی و تحلیل نتایج
۶۴	فصل ششم: نتیجه‌گیری	۶۴	فصل ششم: نتیجه‌گیری
۶۹	مراجع	۶۹	مراجع
۷۱	ضمیمه	۷۱	ضمیمه
۷۲	شبکه‌ی قدرت و شبکه‌ی هوشمند	۷۲	شبکه‌ی قدرت و شبکه‌ی هوشمند

پایان نامه کارشناسی



# پایان نامه کارشناسی

## فصل اول: مقدمه

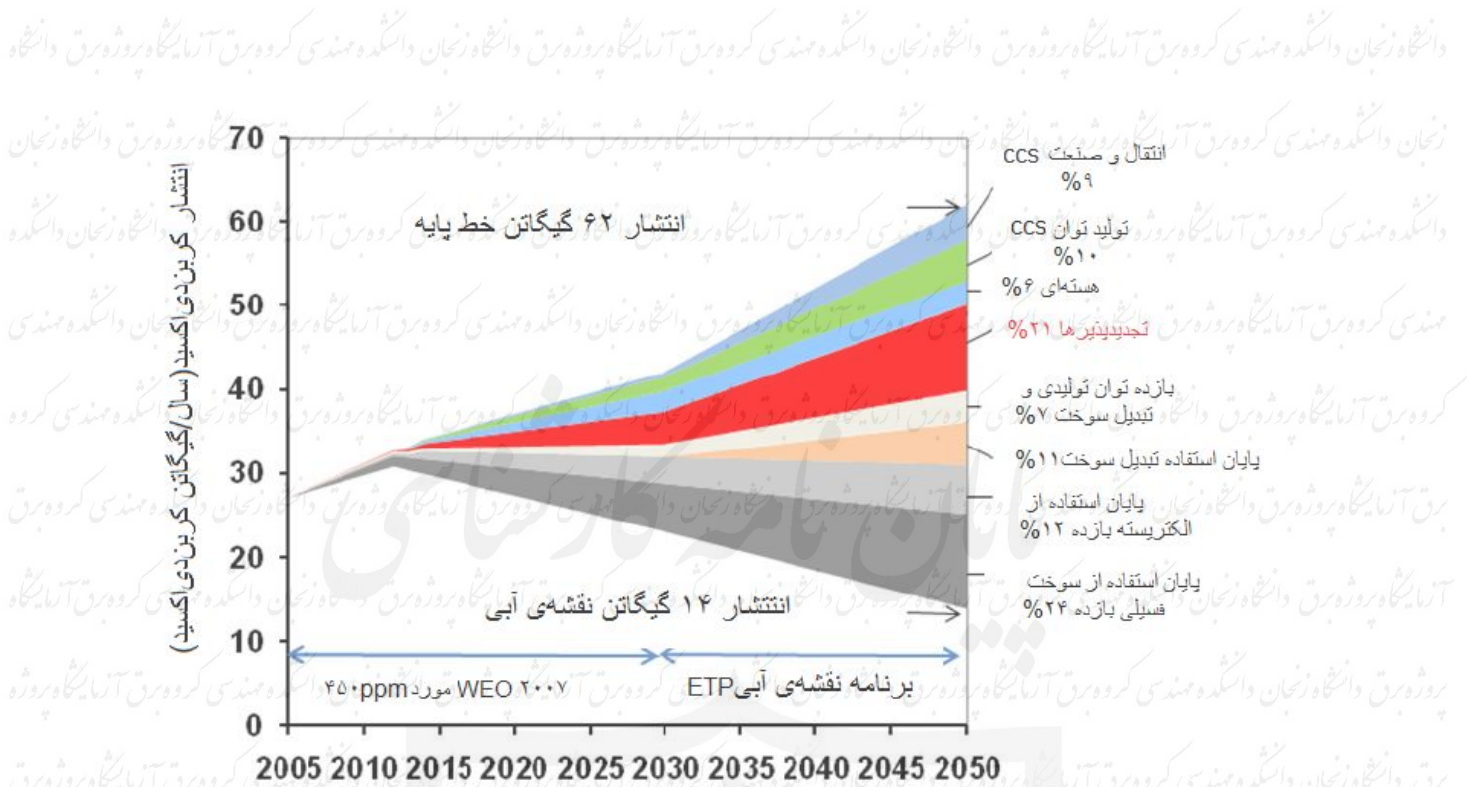
منابع محیط زیست و سوخت‌های فسیلی محدود می‌باشند و روزی به پایان خواهند رسید. به همین دلیل زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان  
پیدا کردن جایگزین مناسب برای آنها امری حیاتی است. از جمله این منابع می‌توان به انرژی‌های تجدیدپذیر اشاره کرد و از طرف دیگر مشکل آلودگی محیط زیست در شرایط فعلی و آینده یک معضل جدی به شمار می‌آید. یکی از اصول مهم در شبکه‌های قدرت تعادل بین تولید و تقاضا می‌باشد. در غیر اینصورت فرکانس سیستم ثابت نمی‌ماند. موقعی که تقاضا از تولید بیشتر باشد فرکانس سیستم افت می‌کند و موقعی که تولید از تقاضا بیشتر باشد فرکانس سیستم افزایش می‌یابد. بنابراین تعادل میان تولید و تقاضا در انرژی‌های تجدیدپذیر یک مسئله‌ی مهمی می‌باشد.

هدف برنامه‌ی نقشه‌ی آبی چشم‌انداز فناوری جهان (ETP سال ۲۰۰۸)<sup>۱</sup>، قطع انرژی‌های مربوط به انتشار کربن دی‌اکسید<sup>۲</sup> و به نصف رساندن آن در بین سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۵۰ می‌باشد. بر اساس اهداف نقشه‌ی آبی منابع انرژی‌های تجدیدپذیر در سال ۲۰۵۰ سهم ۲۱ درصدی در کاهش انتشار گازهای آلاینده‌ی زیست محیطی خصوصاً کربن دی‌اکسید دارند (۲۱ درصد از ۵۰ درصد بالا). امروزه سهم تولیدهای تجدیدپذیر از کل منابع تولید انرژی ۱۹ درصد است که تا سال ۲۰۵۰ این مقدار به ۴۶ درصد خواهد رسید [۱].  
و اما در مورد انواع انرژی‌های تجدیدپذیر باید گفت این انرژی‌ها عبارت‌اند از: انرژی بادی<sup>۳</sup>، خورشیدی<sup>۴</sup> و انرژی برقی<sup>۵</sup>.

دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان  
دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان  
دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان  
دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان

دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان  
1 The Energy Technology Perspectives  
2 CO<sub>2</sub>  
3 Wind power  
4 Solar power  
5 hydroelectric power





شکل (۱-۱): کاهش انتشار CO<sub>2</sub> بر اساس اهداف نقشه آبی

الکتریسته‌ی بارمیانی<sup>۶</sup>، که معمولاً توسط نیروگاه‌های سیکل ترکیبی گاز طبیعی<sup>۷</sup> تولید می‌شود می‌تواند نقش مهمی را در تعادل میان تقاضا و تولید ایفا کند. بارمیانی همچنین می‌تواند در مواقع کسری تولید توان تجدیدپذیر به‌عنوان ظرفیت پشتیبان به کار گرفته شود [۱۱].

<sup>6</sup> Middle-load  
<sup>7</sup> natural-gas combined-cycle (NGCC)

دانشجویان محترم:

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





این پروژه نتایج شبیه‌سازی شیفت بار با استفاده از خودروهای الکتریکی در یک کاربرد ذخیره‌ی انرژی خودرو- شبکه، براساس سناریوی نقشه آبی را توصیف می‌کند. یک الگوریتم جدید برای ارزیابی سیستم‌های توان در مقیاس بزرگ و بهینه‌سازی پایداری شبکه مورد نیاز توسعه یافته است، وقتی که از تجدیدپذیرهای متغیر و خودروهای الکتریکی قابل شارژ استفاده می‌شود. نتایج زیر به دست آمد:

- مزایای اولیه‌ی شیفت بار با خودرو- شبکه این است که ظرفیت ذخیره‌ی انرژی مورد نیاز برای نگهداری کیفیت توان در سیستم‌های شبکه‌ی برق با نسبت بزرگ از ژنراتورهای تجدیدپذیر متناوب از جمله باد و فوتولتایک را کاهش می‌دهد. شبیه‌سازی انجام گرفته نشان می‌داد که رنج ظرفیت ذخیره‌ی انرژی جهان بدون شیفت بار از ۱۸۹ گیگاوات تا ۳۰۵ گیگاوات لازم است که باشد. با شیفت بار، رنج ظرفیت ذخیره‌ی انرژی مورد نیاز به ۱۲۲ گیگاوات تا ۲۶۰ گیگاوات کاهش یافت. این بدان معنی است که شیفت بار براساس خودروی الکتریکی سودمند است و می‌تواند ظرفیت ذخیره‌ی انرژی موردنیاز را کاهش دهد.

- شیفت بار خودرو- شبکه مزایای محدودی را در ایالات متحده فراهم می‌کند که سهم بار میانی آن بیش‌تر است. با این وجود، خودرو- شبکه دی‌اکسیدکربن قابل توجهی را در ایالات متحده کاهش می‌دهد.

- یک شاخص جدید برای اندازه‌گیری شیفت بار پیشنهاد شد که بحث‌های مقداری بیش‌تر از شیفت بار با این شاخص امکان پذیر خواهد بود.

در آینده باتری‌های در اندازه خانگی، گرمکن‌های آب پمپ گرمایی و دیگر منابع انتظار داریم که نقش مهمی را در ذخیره‌ی انرژی مناطق مسکونی برای انجام شیفت بار ایفا کنند. این پروژه بر روی

خودروهای الکتریکی قابل شارژ به عنوان یک مثال از ذخیره‌ی انرژی مناطق مسکونی تمرکز دارد. استاندارد امنیتی نشانی‌های توصیه شده:

- برای دستیابی به خودرو- شبکه، قابلیت کنترل ظرفیت خودروی الکتریکی ضروری است. داده‌های آماری از کاربرد خودرو در بین کشورهای خاص خیلی با هم فرق می‌کنند؛ تحلیل هر داده یک کلیدی برای بحث عملی شدن خودرو- شبکه است.

- چون الگوهای مسافرتی خودروهای الکتریکی قابل شارژ در هر منطقه کاملاً متفاوت هستند، پایش و تحلیل الگوها همچنین حیاتی است.

• انگیزه برای صاحبان خودروهای الکتریکی برای شرکت در مفهوم خودرو- شبکه بایستی به وجود بیاید. یکی از انگیزه‌ها ممکن است این باشد که: خودروهای الکتریکی در بازار توان اوج توسط شارژ کردن باتری‌هایشان در طول ساعات غیر اوج وقتی که قیمت برق پایین است، به کار گرفته شوند و توانی را که آن‌ها ذخیره کرده‌اند جهت منفعت براساس پرداخت قراردادی نسبت به توان تولید شده برای زمان در دسترس بفروشند.

معرفی خودروهای الکتریکی قابل شارژ در مقیاس بزرگ برای نمایش کاهش انتشار دی‌اکسید- کربن از خودروها ضروری است. سپس، یک تعادل پایدار بین تولید و تقاضا، براساس هر دوی هزینه و انگیزه شارژ خودروهای الکتریکی با توان کم هزینه‌تر در شب که به خوبی تقاضا را از تعداد زیاد خودروهای الکتریکی کنترل کند، لازم است. مخصوصاً، سهم بالایی از تجدیدپذیرها و معرفی ابزارهای ذخیره‌ی انرژی در مقیاس بزرگ آینده، سیستم‌های جدیدی است که کاملاً شارژ خودروی الکتریکی مورد نیاز را کنترل می‌کنند، بجای سیستم‌های شارژ خاص که توسط هر مالک کنترل می‌شود. تکنولوژی‌ها و تکنیک‌ها برای پیاده‌سازی شیفت بار خودرو- شبکه از تکنولوژی‌های ارتباطی پیشرفته‌ی شبکه‌ی هوشمند استفاده می‌کند. با این وجود، تعدادی دیگر از معضلات فنی باقی خواهند ماند که برای حل شدن باید قبل از مفاهیم شیفت بار و خودرو- شبکه کاملاً فهمیده شوند.

**پیش‌بینی تقاضا و تولید انرژی تجدیدپذیر:** تحت سهم بالایی از تجدیدپذیرها، تکنیک‌های پیش‌بینی هوا برای روز بعد برای پیش‌بینی با دقت بالا برای تولید تجدیدپذیرها کلیدی هستند. با دقت پیش‌بینی کردن تقاضا برای روز بعد همچنین یک کلیدی از دیدگاه شیفت بار است.

**تضمین تولید قابل کنترل ظرفیت خودروهای الکتریکی:** برای انجام شیفت بار ظرفیت ذخیره‌ی انرژی قابل کنترل و پایدار شامل خودروهای الکتریکی مهم است. برای شرکت‌های توان الکتریکی بزرگ مخصوصاً، ظرفیت بزرگ تولید خودروی الکتریکی بایستی ضمانت شود. توجه دارید که، شرکت‌های توان الکتریکی بزرگ تمایل دارند که سیستم‌های ذخیره در مقیاس بزرگ مثل برق‌آبی پمپ شده ترجیح دهند زیرا عملکرد ساده‌ای دارند و هزینه‌ی آن‌ها در مقایسه با باتری‌های لیتیومی، که منبع عمده‌ی آن‌ها خودروهای الکتریکی است، پایین است. انجام شیفت بار با باتری‌های یون لیتیومی نیازمند یک سیستم کنترل اندازه‌گیری پرهزینه است.

بعلاوه، اختلاف بین نواحی شهری بزرگ، که نسبتاً شناسایی خودروهای الکتریکی آسان تر است، و دیگر نواحی بهتر است در نظر گرفته شود. یک کلیدی برای به وجود آوردن مدل تجاری تعیین این خواهد بود که چه کسی ظرفیت خودروهای الکتریکی قابل کنترل و پایدار را تضمین می کند، چه کسی سیستم را کنترل و نگهداری می کند، و چه کسی سیاستها و قوانین مربوطه را فراهم می کند.

**به وجود آوردن انگیزه‌ی پیاده‌سازی بهینه:** در مرحله‌ی اولیه‌ی شیفت بار خودرو- شبکه، خودروهای الکتریکی شارژ می‌شوند وقتی که برق گران نیست که این به عنوان یک انگیزه است. با خودروهای الکتریکی بیش تر در جاده، انگیزه‌های جدید برای شیفت بار بایستی فراهم شود. مخصوصاً در طول توقف تدریجی دوره گذر از انگیزه‌های اولیه براساس شارژ هنگام شب، سیاست‌های انگیزه‌ی پشتیبان بایستی توسعه داده شود.

اثر خودرو- شبکه برای شیفت بار به شدت به ترکیب تولید در هر کشور بستگی دارد. در ایالات متحده، جایی که ظرفیت بار میانی از ظرفیت کلی خودروی الکتریکی بزرگ تر است، خودرو- شبکه پتانسیل بیش تری برای یکنواخت کردن بار میانی دارد. چالش‌های مربوطه شامل:

**تضمین ظرفیت خودرو- شبکه‌ی قابل کنترل:** اگر ظرفیت ذخیره‌ی انرژی انباشته‌ی همه‌ی خودروهای الکتریکی یک نیروگاه برق ذخیره‌ی پمپ شده‌ی مجازی را دربرداشته باشند خودرو- شبکه عمل می کند. بنابراین، تضمین ظرفیت پایدار و قابل کنترل مهم می باشد، فقط چنان که برای شیفت بار به کار گرفته شود. تکنیک‌ها برای اندازه‌گیری و تحلیل توان خودروی الکتریکی برای خودرو- شبکه ضروری است. همانند شیفت بار، یک کلیدی برای به وجود آوردن مدل تجاری که تعیین می کند چه کسی ظرفیت خودروهای الکتریکی پایدار و قابل کنترل را تضمین می کند، چه کسی سیستم را کنترل و نگهداری می کند، و چه کسی سیاستها و قوانین مربوطه را فراهم می کند.

**رقابت با سیستم ذخیره‌ی انرژی در مقیاس بزرگ و باتری‌های لیتیومی در مقیاس بزرگ:** از دیدگاه خودرو- شبکه، سیستم‌های ذخیره‌ی انرژی برای مناطق مسکونی، ساختمان‌ها، و دیگر مجموعه‌ها یا امکانات بزرگ باتری‌های لیتیومی در مقیاس بزرگ به کار می‌گیرند همچنین عملی خواهد شد. تکنولوژی‌های پیشرفته که هزینه‌ی باتری‌های لیتیومی خودرو را کاهش می‌دهند لازم خواهند شد.

## کاهش عمر باتری‌های لیتیومی ناشی از سیکل‌های شارژ-تخلیه‌های مکرر: عمر باتری-

های لیتیومی به شدت به تعداد سیکل‌های شارژ-تخلیه بستگی دارد. هدف اصلی از خودروهای الکتریکی حمل و نقل است، و کاهش عمر باتری‌هایشان از طریق خودرو- شبکه برای صاحبان

خودروهای الکتریکی قابل قبول نیست. این بیش‌ترین معضلات برای حل کردن خواهد بود.

## شفافیت مدل تجاری: مفهوم پایه‌ای از خودرو- شبکه، تخلیه‌ی برق ذخیره شده از خودروهای

الکتریکی به شبکه‌های قدرت است. سطح لازم برای انرژی ذخیره شده، که به صورت مستقیم به مسافت مسافرتی ممکن مربوط است، به هر مالک بستگی دارد. برای انجام خودرو- شبکه،

پایش حالت‌های رانندگی مالک، اندازه‌گیری و تحلیل انرژی ذخیره شده‌ی لحظه‌ای، و دسترسی

تولید برای خودرو- شبکه ضروری است. اطلاعات بایستی به صاحبان خودروهای الکتریکی با

شفافیت برای واضح کردن انگیزه‌ی آن‌ها برای مشارکت در عملکرد خودرو- شبکه مخابره شود.

این تکنولوژی‌ها و مدل‌های تجاری بایستی با هر منطقه یا کشور یکنواخت شود.

## داده‌های آماری از حالت‌های رانندگی خودروی الکتریکی: برای فهمیدن مفهوم خودرو- شبکه، یک

تعداد مشخصی از خودروهای الکتریکی با انرژی ذخیره شده‌ی کافی بایستی برای در دسترس بودن

وایمن بودن تایید شوند. برای پیش‌بینی حالت‌های مختلف رانندگی خودروهای الکتریکی در آینده، داده-

های آماری براساس حالت‌های رانندگی خودروهای متداول بایستی گردآوری شود. در انتها طراحی بهینه-

ی مربوط به شیفت بار و خودرو- شبکه بایستی بحث شود. چون مقدار پتانسیل کاهش دی‌اکسیدکربن به

شدت به نسبت درصد خودرو- شبکه بستگی دارد، برآورد پتانسیل خودرو- شبکه با دقت بالا مهم خواهد

شد.





[۱] Inage, Shin-ichi, "Modeling Load Shifting Using Electric Vehicles in a Smart Grid Environment", International Energy Agency – © OECD/IEA, 2010

[۲] The U.S. Department of Energy's Report (2008), the smart grid: An introduction.

[۳] Ipakchi, A. and Albuyeh, F. (2009), Grid of the future, IEEE Power Energy, Vol. 7, No. 4, pp. 52-62, Mar./ Apr.

[۴] Momoh, J. A., (2009), Smart grid design for efficient and flexible power networks operation and control, IEEE Power Syst. Conf. Expos., PSCE.

[۵] Khan, H. A., Xu, Z. and H. Iu, Sreeram, V. (2009), Review of technologies and Implementation strategies in the area of smart grid, IEEE Power Eng. Conf.

[۶] Amin, S. M. (2008), For the good of the grid, IEEE Power Energy, pp. 48-59, Nov./Dec.

[۷] McDonald, J. D. (2009), The Next-Generation Grid Energy Infrastructure of the Future, IEEE Power and Energy Mag., Mar./ Apr.

[۸] Rahman, S. (2009), Smart grid expectations, IEEE Power Energy Mag., pp. 84- 85, Sep./Oct.

[۹] Katz, J. S. (2008), educating the smart grid, IEEE Energy 2030 Conf., Nov.

[۱۰] Harris, A. (2009), Smart grid thinking, IEEE Eng. Tech. Meet., June.

[۱۱] Fan, J. and Borlase, S. (2009), The evolution of distribution, IEEE Power Energy, Mar./ Apr.

[۱۲] Khurana, H. Hadley, M., Ning, L. and Frincke, D. A. (2010), Smart-grid security issues, IEEE Trans. Sec. Privacy, No. 1.

[۱۳] W. Kempton, and J. Tomic, "Vehicle-to-Grid Power Fundamentals: Calculating Capacity and Net Revenue," Journal of Power Sources, Vol. 144, pp. 2-4, 2005.

[۱۴] W. Kempton, J. Tomic, S. Letendre, A. Brooks, and T. Lipman, "Vehicle-to-Grid Power: Battery, Hybrid, and Fuel Cell Vehicles as Resources for Distributed Electric Power in California" Institute of Transportation Studies, Davis, California, pp. 2-5, 2001.

[۱۵] C. Hay, M. Togeby, N.C. Bang, C. Sondergren, and L.H. Hansen, "Introducing Electric Vehicles into the Current Electricity Markets," Edison consortium, pp. 8-9, 2010.