جمهوری اسلامی ایران

سازمان برنامه و بودجه کشور

مشخصات فنی و اجرایی طراحی، نصب و بهره‌برداری از ایستگاه‌های عمومی شارژ خودرو و موتورسیکلت برقی

بخش نهم: مستندات و مطالعات

ضابطه شماره ۹-۷۹۷

آخرین ویرایش: ۲۰-۰۳-۱۳۹۹

معاونت فنی، امور زیربنایی و تولیدی

امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران

nezamfanni.ir

پژوهشگاه نیرو

گروه برنامه‌ریزی و بهره‌برداری سیستم‌های قدرت

https://nri.ac.ir

۱۳۹۹

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی

امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران معاونت فنی، امور زیربنایی و تولیدی سازمان برنامه و بودجه کشور، با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این ضابطه کرده و آن را برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلطهای مفهومی، فنی، ابهام، ایهام و اشکالات موضوعی نیست.

از این‌رو، از شما خواننده گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی، مراتب را به صورت زیر گزارش فرمایید:

۱- در سامانه مدیریت دانش اسناد فنی و اجرایی (سما) ثبت‌نام فرمایید: sama.nezamfanni.ir

۲- پس از ورود به سامانه سما و برای تماس احتمالی، نشانی خود را در بخش پروفایل کاربردی تکمیل فرمایید.

۳- به بخش نظرخواهی این ضابطه مراجعه فرمایید.

۴- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.

۵- ایراد مورد نظر را به صورت خلاصه بیان دارید.

۶- در صورت امکان متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید.

کارشناسان این امور نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت. پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه : تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی‌علی‌شاه، مرکز تلفن ۳۳۲۷۱، سازمان برنامه و بودجه، امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران

Email: nezamfanni@mporg.ir **web:nezamfanni.ir**

بسمه‌تعالی

پیشگفتار

نظام فنی واجرایی کشور (مصوبه شماره۴۲۳۳۹/ت۳۳۴۹۷هـ مورخ۱۳۸۵/۴/۲۰هیأت وزیران) به‌کارگیری معیارها، استانداردها و ضوابط عمومی فنی در مراحل تهیه و اجرای طرح و نیز توجه لازم به هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری در قیمت تمام شده طرح‌ها را مورد تأکید جدی قراردادهاست و این امور به استناد ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و نظام فنی اجرایی کشور، وظیفه تهیه و تدوین ضوابط عمومی و معیارهای فنی طرح‌های توسعه‌ای کشور را به عهده دارد.

در راستای فراهم نمودن مشخصات فنی و اجرایی طراحی، نصب و بهره‌برداری از ایستگاههای عمومی شارژ خودرو و موتورسیکلت برقی، مجموعه ضوابط ۱-۷۹۷ تا ۹-۷۹۷ تهیه و تنظیم شده است. ضابطه اول از این مجموعه راهنمای اتصال به شبکه ایستگاههای عمومی شارژ خودرو و موتورسیکلت برقی، ضابطه دوم الزامات حفاظت الکتریکی مربوطه، ضابطه سوم الزامات مخابراتی، ضابطه چهارم الزامات عمرانی و سازه مورد نیاز، ضابطه پنجم توالی شارژ، ضابطه ششم الزامات منبع تغذیه و تجهیزات جانبی، ضابطه هفتم دستورالعمل و چک‌لیست غیرالکتریکی، ضابطه هشتم دستورالعمل و چک‌لیست الکتریکی مورد نیاز و ضابطه نهم مستندات و مطالعات شارژ خودرو برقی را شامل می‌شوند. این ضابطه، ضابطه نهم از موارد صدرالذکر است.

در این ضابطه در فصل اول به بررسی و مرور پیشینه خودروها و موتورسیکلت‌های برقی در کشورهای مختلف جهان پرداخته می شود. در فصل دوم مطالعه و بررسی انواع ایستگاههای عمومی شارژ خودرو و موتور سیکلت برقی، در فصل سوم مطالعه و بررسی تجارب موجود در خصوص انواع روش‌های شارژ خودرو و موتورسیکلت برقی، در فصل چهارم مطالعه و بررسی انواع روش‌های استفاده از ایستگاه شارژ خودرو و موتورسیکلت برقی توسط مشتریان، در فصل پنجم مطالعه و بررسی تجارب شرکت‌های سازنده ایستگاههای شارژ خودرو و موتورسیکلت برقی در خصوص استفاده از معماری‌های گوناگون مداری جهت شارژ خودرو و موتورسیکلت برقی، در فصل ششم مطالعه و بررسی تجارب شرکت‌های سازنده ایستگاههای شارژ خودرو و موتورسیکلت برقی در خصوص طراحی، ساخت و پیاده‌سازی سازه مورد نیاز، در بخش هفتم بررسی و مطالعه در خصوص سایر تجهیزات و قطعات مورد استفاده در ایستگاههای شارژ خودرو و موتورسیکلت برقی ارائه می‌شود. در پایان نیز منابع و مراجع مورد استفاده معرفی خواهند شد.

حمیدرضا عدل

معاون فنی، امور زیربنایی و تولیدی

تابستان ۱۳۹۹

تهیه و کنترل « مستندات و مطالعات ایستگاه‌های عمومی شارژ خودرو و موتورسیکلت برقی »

[ضابطه شماره ۹-۷۹۷]

مجری: پژوهشگاه نیرو

مدیر پروژه: امید شاه‌حسینی	پژوهشگاه نیرو	کارشناسی ارشد مهندسی برق- قدرت

اعضای گروه تهیه‌کننده:

عباسعلی امیرفخریان	پژوهشگاه نیرو	کارشناسی ارشد مهندسی برق- قدرت
سعید محمودی	پژوهشگاه نیرو	کارشناسی ارشد مهندسی برق- قدرت
سید بهمن مهدوی	پژوهشگاه نیرو	کارشناسی مهندسی عمران
بهناز صفری	پژوهشگاه نیرو	کارشناسی ارشد مهندسی برق- قدرت

اعضای گروه تاییدکننده:

پرویز رمضانپور	پژوهشگاه نیرو	دکترای مهندسی برق- قدرت
نیکی مسلمی	پژوهشگاه نیرو	کارشناسی ارشد مهندسی برق- قدرت
زهرا مدیحی بیدگلی	پژوهشگاه نیرو	کارشناسی ارشد مهندسی برق- قدرت

هدایت و راهبری (سازمان برنامه و بودجه)

علیرضا توتونچی	معاون امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران
فرزانه آقارمضانعلی	رئیس گروه امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران
محمدرضا طلاکوب	کارشناس امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران
سید وحیدالدین رضوانی	کارشناس امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران
علیرضا فخررحیمی	کارشناس امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

مقدمه ۱

فصل ۱ ۲

مقدمه ۳

۱-۱-سیر تاریخی توسعه و تحول خودروهای الکتریکی در جهان ۳

۱-۱-۱- نسل اولیه خودروهای الکتریکی ۳

۱-۱-۲- دوران طلایی ظهور خودروهای برقی ۶

۱-۱-۳- رکود فروش خودروهای برقی ۷

۱-۱-۴- ظهور مجدد خودروهای الکتریکی ۱۰

۱-۱-۵- دوران معاصر خودروهای الکتریکی (سال ۲۰۰۰ به بعد) ۱۳

۱-۲-بررسی انواع خودروهای الکتریکی و نحوه عملکرد آنها ۲۰

۱-۲-۱- خودروهای الکتریکی BEV ۲۰

۱-۲-۲- خودروهای الکتریکی HEV ۲۲

۱-۲-۳- خودروهای الکتریکی PHEV ۲۶

۱-۲-۴- خودروهای الکتریکی FCEV ۲۸

۱-۳-بررسی آخرین محصولات بزرگترین شرکت‌های سازنده خودروهای الکتریکی در جهان ۲۹

۱-۳-۱- خودرو الکتریکی TESLA MODEL 3 ۳۰

۱-۳-۲- خودرو الکتریکی CHEVROLET BOLT ۳۱

۱-۳-۳- خودرو الکتریکی BMW I3 ۳۲

۱-۴-بررسی انواع موتورسیکلت‌های برقی و نحوه عملکرد آنها ۳۴

۱-۵-جایگاه خودروهای الکتریکی در آینده و برنامه کشورهای مختلف در توسعه و بکارگیری آنها ۳۸

۱-۵-۱- سهم خودروهای الکتریکی از بازار خودرو در کشورهای مختلف جهان ۳۸

۱-۵-۲- نهاد پیشگامان خودرو الکتریکی (EVI) ۴۱

۱-۵-۳- سیاست‌گذاری کشورهای مختلف در توسعه خودروهای الکتریکی ۴۲

۱-۶-جایگاه خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی در سیستم حمل و نقل ایران طی سال‌های آتی ۴۴

۱-۶-۱- ماده ۱ قانون توسعه حمل و نقل عمومی و مدیریت سوخت مصوب ۹۶/۹/۱۸ برنامه پنجم توسعه ۴۴
۱-۶-۲- ماده ۲ قانون توسعه حمل و نقل عمومی و مدیریت سوخت مصوب ۹۶/۹/۱۸ برنامه پنجم توسعه ۴۵
۱-۶-۳- بند ش ماده ۳۸ بخش محیط زیست و منابع طبیعی برنامه ششم توسعه ۴۵
۱-۶-۴- بخش ۴,۱ اهداف و سیاست‌های توسعه صنعت خودرو در افق ۱۴۰۴ (وزارت صنعت، معدن و تجارت) ۴۶
۱-۶-۵- بخش ۴,۳ اهداف و سیاست‌های توسعه صنعت خودرو در افق ۱۴۰۴ (وزارت صنعت، معدن و تجارت) ۴۶
۱-۷-جمع‌بندی و نتیجه‌گیری ۴۶
فصل۲ ..... ۴۸
مقدمه ۴۹
۲-۱-طبقه‌بندی کلی ایستگاه‌های عمومی شارژ خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی ۵۰
۲-۱-۱- سطوح ولتاژ، جریان و توان ۵۰
۲-۱-۲- شارژ باسیم و بی‌سیم (القائی) ۵۲
۲-۱-۳- سرعت شارژ ۵۴
۲-۱-۴- شارژ و یا تعویض باتری ۵۵
۲-۱-۵- منبع تغذیه ۵۶
۲-۱-۶- سایر شاخص‌ها جهت تقسیم‌بندی ایستگاه‌های شارژ خودرو و موتورسیکلت برقی ۵۷
۲-۲-معرفی استانداردهای مرتبط با تقسیم‌بندی ایستگاه‌های شارژ وسایل نقلیه برقی ۵۷
۲-۳-طبقه‌بندی ایستگاه‌های عمومی شارژ خودرو و موتورسیکلت الکتریکی بر اساس استانداردهای اروپا ۵۹
۲-۴-طبقه‌بندی ایستگاه‌های عمومی شارژ خودرو و موتورسیکلت الکتریکی بر اساس استانداردهای آمریکا ۶۳
۲-۵-استفاده از منابع تجدیدپذیر در ایستگاه‌های عمومی شارژ خودرو و موتورسیکلت برقی ۶۸
۲-۶-نسل آتی ایستگاه‌های شارژ خودرو برقی ۷۲
۲-۶-۱- تکنولوژی القاء و رزونانس ۷۳
۲-۶-۲- مطالعات و پژوهش‌های مرتبط با شارژ بی‌سیم[۷۶] ۷۴
۲-۶-۳- استانداردهای شارژ بی‌سیم [۹۹ و ۷۶] ۷۵
۲-۷-جمع‌بندی و نتیجه‌گیری ۷۶
فصل۳ ..... ۷۸
مقدمه ۷۹
۳-۱-شارژ هوشمند [۱۰۱] ۷۹
۳-۲-بررسی استانداردهای مرتبط با ایستگاه‌های عمومی شارژ وسایل نقلیه الکتریکی ۸۰

۳-۲-۱- معرفی موسسه استاندارد IEC [۱۰۳و۱۰۱] ۸۰
۳-۲-۲- استاندارد IEC 61851 [۱۰۴] ۸۱
۳-۲-۲-۱-استاندارد IEC 61851-1[۱۰۴] ۸۱
۳-۲-۲-۲-استاندارد IEC 61851-21-1 [۱۰۵] ۸۲
۳-۲-۲-۳-استاندارد IEC 61851-23 [۱۰۶] ۸۲
۳-۲-۲-۴-استاندارد IEC 61851-24 [۱۰۷] ۸۳
۳-۲-۳- استاندارد IEC 62196 [۱۰۸] ۸۳
۳-۲-۳-۱-استاندارد IEC 62196-1 [۱۰۸] ۸۳
۳-۲-۳-۲-استاندارد IEC 62196-2 [۱۰۹] ۸۴
۳-۲-۳-۳-استاندارد IEC 62196-3 [۱۱۰] ۸۴
۳-۲-۴- معرفی SAE INTERNATIONAL [۱۱۲و۱۱۱] ۸۴
۳-۲-۵- استانداردهای SAE مرتبط با ایستگاه‌های شارژ وسایل نقلیه الکتریکی [۱۱۳] ۸۵
۳-۲-۶- معرفی شرکت UL [۱۱۵و۱۱۴] ۸۵
۳-۲-۷- استاندارد UL 62 [۱۱۶] ۸۶
۳-۲-۸- استاندارد UL 2202 [۱۱۷] ۸۶
۳-۲-۹- استاندارد UL 2231-1 [۱۱۸] ۸۶
۳-۲-۱۰- استاندارد UL 2231-2 [۱۱۹] ۸۷
۳-۲-۱۱- استاندارد UL 2251 [۱۲۰] ۸۷
۳-۲-۱۲- معرفی سازمان NEC [۱۲۱] ۸۷
۳-۲-۱۳- استاندارد NEC 625 [۱۲۲] ۸۸
۳-۳-جمع‌بندی و نتیجه‌گیری ۸۸
فصل۴ ۸۹
مقدمه ۹۰
۴-۱-انواع روش‌های پرداخت شارژ الکتریکی خودروها و موتورسیکلت‌های برقی ۹۰
۴-۱-۱- شارژ رایگان ۹۲
۴-۱-۲- پرداخت به‌صورت هزینه ثابت یا اشتراک ماهانه ۹۲
۴-۱-۳- پرداخت به ازای هر بار شارژ ۹۳
۴-۱-۳-۱-پرداخت از طریق تلفن همراه ۹۳
۴-۱-۳-۲-پرداخت از طریق تلفن‌های هوشمند ۹۴

۴-۱-۳-۳-پرداخت از طریق شارژ نرم‌افزاری آنلاین ۹۶
۴-۱-۳-۴-پرداخت از طریق کارت‌های هوشمند ۹۶
۴-۱-۳-۴-۱-کارت‌های عبوری یا MAGSTRIP , SWIPE CARDS ۹۷
۴-۱-۳-۴-۲-کارت‌های تماسی یا CONTACT CARDS ۹۸
۴-۱-۳-۴-۳-کارت‌های بدون تماس,CONTACTLESS CARDS ۹۸
۴-۱-۴- پرداخت توسط ارائه‌دهندگان سرویس ایستگاه‌های عمومی شارژ و یا فروشندگان ثالث ۱۰۰
۴-۲-ملزومات و زیرساخت‌های مورد نیاز برای پرداخت هزینه ایستگاه‌های عمومی شارژ خودرو و موتورسیکلت برقی ۱۰۰
۴-۲-۱- جایگاه پرداخت ۱۰۱
۴-۲-۱-۱-صفحه‌کلید پرداخت ۱۰۱
۴-۲-۱-۱-۱-صفحه‌کلید فیزیکی ۱۰۲
۴-۲-۱-۱-۲-مجازی ۱۰۲
۴-۲-۱-۲-پلتفرم پرداخت ۱۰۲
۴-۲-۱-۲-۱-کارت RFID و یا کارت‌های اعتباری پرداخت به همراه جایگاه آن در ایستگاه ۱۰۲
۴-۲-۲- صفحه نمایشگر ۱۰۳
۴-۲-۳- تجهیزات عرضه شارژ خودرو و موتورسیکلت برقی (EVSE) ۱۰۳
۴-۲-۴- پشت‌صحنه سازمانی (BACK OFFICE) ۱۰۴
۴-۲-۵- شبکه هوشمند و ارتباط آن با پرداخت هزینه شارژ ۱۰۵
۴-۲-۶- ارتباط میان ایستگاه‌های عمومی شارژ و سیستم مدیریت مرکزی ۱۰۷
۴-۲-۷- ارائه‌دهنده سرویس‌های مالی ۱۰۸
۴-۳-استانداردهای مربوط به بخش پرداخت ایستگاه‌های عمومی شارژ خودرو و موتورسیکلت الکتریکی ۱۰۹
۴-۴-بررسی روش‌های پرداخت و تجارب برخی از شبکه‌های ایستگاه‌های عمومی شارژ EV ۱۱۱
۴-۴-۱- شبکه ایستگاه‌های شارژ AEROVIRONMENT ۱۱۱
۴-۴-۲- شبکه ایستگاه‌های شارژ BLINK NETWORK ۱۱۳
۴-۴-۳- شبکه ایستگاه‌های شارژ CHARGEPOINT ۱۱۴
۴-۴-۴- شبکه ایستگاه‌های شارژ THE ELECTRIC CIRCUIT ۱۱۵
۴-۴-۵- شبکه ایستگاه‌های شارژ EVGO ۱۱۶
۴-۴-۶- شبکه ایستگاه‌های شارژ GE WATTSTATIONS ۱۱۷

۴-۴-۷- شبکه ایستگاه‌های شارژ GRENNLOTS ۱۱۸
۴-۴-۸- شبکه ایستگاه‌های شارژ SEMACONNECT ۱۱۹
۴-۴-۹- شبکه ایستگاه‌های شارژ SHOREPOWER CONNECT ۱۲۰
۴-۴-۱۰- شبکه ایستگاه‌های شارژ TESLA SUPERCHARGERS ۱۲۱
۴-۵-جمع‌بندی و نتیجه‌گیری ۱۲۲
فصل۵ ۱۲۴
مقدمه ۱۲۵
۵-۱-شرکت تسلا موتورز ۱۲۵
۵-۲-شرکت CHARGE POINT [۱۵۹] ۱۲۸
۵-۳-شرکت GENERAL ELECTRIC ۱۳۱
۵-۴-شرکت ABB [۱۶۵] ۱۳۳
۵-۵-جمع‌بندی و نتیجه‌گیری ۱۳۸
فصل۶ ۱۳۹
مقدمه ۱۴۰
۶-۱-مکان‌یابی ایستگاه شارژ خودرو و موتورسیکلت با توجه به سطوح شارژ ۱۴۰
۶-۲-مالکیت ایستگاه‌های شارژ خودرو و موتورسیکلت برقی ۱۴۱
۶-۳-مراحل طراحی، نصب و راه‌اندازی ایستگاه‌های عمومی شارژ خودرو و موتورسیکلت برقی ۱۴۱
۶-۳-۱- مکان‌های نصب شارژرهای خودرو و موتورسیکلت برقی ۱۴۴
۶-۴-انواع پارکینگ‌ها ۱۴۴
۶-۴-۱- ابعاد فضای مربوط به پارکینگ جهت شارژ خودرو و موتورسیکلت الکتریکی ۱۴۵
۶-۵-توصیه‌های عمومی جهت احداث ایستگاه شارژ خودرو و موتورسیکلت برقی ۱۴۹
۶-۶-جمع‌بندی و نتیجه گیری ۱۵۲
فصل۷ ۱۵۳
مقدمه ۱۵۴
۷-۱-انواع آتش و راهکار مقابله با آن ۱۵۴
۷-۱-۱- آتش، مثلث آتش ۱۵۴
۷-۱-۲- روش‌های خاموش کردن آتش (اطفاء حریق) ۱۵۵
۷-۱-۲-۱-کاهش درجه حرارت ۱۵۵
۷-۱-۲-۲-کاهش درصد هوا (اکسیژن) ۱۵۵

۷-۱-۳- طبقه‌بندی انواع آتش و راه‌حل مقابله با آنها..... ۱۵۶
۷-۱-۳-۱-جامدات (گروه A)..... ۱۵۶
۷-۱-۳-۲-مایعات قابل اشتعال (گروه B)..... ۱۵۶
۷-۱-۳-۳-گازها (گروه C)..... ۱۵۶
۷-۱-۳-۴-فلزات قابل اشتعال (گروه D)..... ۱۵۷
۷-۱-۳-۵-وسایل الکتریکی (گروه E)..... ۱۵۷
۷-۱-۴- آتش در ایستگاه عمومی شارژ خودرو و موتورسیکلت برقی و راهکار مقابله با آن..... ۱۵۷
۷-۲-نورپردازی در ایستگاه‌های عمومی شارژ خودرو و موتورسیکلت برقی..... ۱۵۸
۷-۳-استفاده از سیستم ذخیره‌ساز انرژی در ایستگاه‌های عمومی شارژ مبتنی بر منابع تجدیدپذیر..... ۱۶۳
۷-۴-تبلیغات در ایستگاه‌های عمومی شارژ خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی..... ۱۶۵
مراجع..... ۱۶۸

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۱: خودروی الکتریکی ساخته شده توسط توماس پارکر..... ۵
شکل ۱-۲: توماس ادیسون در کنار خودروی الکتریکی در سال ۱۹۱۳ ..... ۷
شکل ۱-۳: خودروی ماهنورد MOON BUGGY بر سطح کره ماه..... ۹
شکل ۱-۴: خودروی الکتریکی MAHINDRA E20..... ۱۲
شکل ۱-۵: خودروی الکتریکی GEM..... ۱۳
شکل ۱-۶: خودروی الکتریکی TESLA ROADSTER در حال شارژ ۱۴
شکل ۱-۷: خودروی الکتریکی CHEVROLET VOLT..... ۱۵
شکل ۱-۸: خودروی الکتریکی NISSAN LEAF..... ۱۶
شکل ۱-۹: خودروی الکتریکی MITSUBISHI I MIEV..... ۱۷
شکل ۱-۱۰: خودروی الکتریکی BMW I3..... ۱۸
شکل ۱-۱۱: خودروی الکتریکی TESLA MODEL S..... ۱۸
شکل ۱-۱۲: خودروی الکتریکی TESLA MODEL 3..... ۱۹
شکل ۱-۱۳: خودروی الکتریکی CHEVROLET BOLT EV..... ۲۰
شکل ۱-۱۴: ساختار خودروهای الکتریکی BEV..... ۲۰
شکل ۱-۱۵: ساختار خودروهای هیبریدی سری..... ۲۳
شکل ۱-۱۶: ساختار خودروهای هیبریدی موازی..... ۲۴
شکل ۱-۱۷: ساختار خودروهای هیبرید سری-موازی..... ۲۵
شکل ۱-۱۸: ساختار خودروهای الکتریکی پیل سوختی ۲۸
شکل ۱-۱۹: خودرو الکتریکی TESLA MODEL 3..... ۳۰
شکل ۱-۲۰: خودرو الکتریکی CHEVROLET BOLT..... ۳۲
شکل ۱-۲۱: خودرو الکتریکی BMW I3..... ۳۳
شکل ۱-۲۲: موتورسیکلت الکتریکی ENERGICA EGO..... ۳۵
شکل ۱-۲۳: موتورسیکلت الکتریکی ZERO SR..... ۳۶
شکل ۱-۲۴: موتورسیکلت الکتریکی VICTORY EMPULSE TT..... ۳۶
شکل ۱-۲۵: موتورسیکلت الکتریکی HARLEY DAVIDSONS..... ۳۷
شکل ۱-۲۶: موتورسیکلت الکتریکی KTM FREERIDE E..... ۳۷
شکل ۱-۲۷: روند افزایش تعداد خودروهای الکتریکی در کشورهای مختلف جهان..... ۳۸

شکل ۱-۲۸: پیش‌بینی تعداد خودروهای الکتریکی در جهان تا سال ۲۰۳۰ مبتنی بر سناریوهای مختلف ۳۹
شکل ۲-۱: نمونه‌ای از ایستگاه‌های عمومی شارژ AC خودروهای الکتریکی ۵۱
شکل ۲-۲: نمونه‌ای از ایستگاه‌های عمومی شارژ DC خودروهای الکتریکی ۵۲
شکل ۲-۳: نحوه شارژ القائی خودرو الکتریکی در محل ایستگاه شارژ ۵۳
شکل ۲-۴: شارژ القائی خودرو الکتریکی در حال حرکت ۵۳
شکل ۲-۵: ایستگاه شارژ عمومی خودرو برقی با بهره‌گیری تکنولوژی اتصال سوپر شارژرهای تسلا، کالیفرنیا ۵۵
شکل ۲-۶: تصویری از ایستگاه عمومی تعویض باتری در اسلواکی ۵۵
شکل ۲-۷: ایستگاه عمومی شارژ خودرو برقی با منابع تامین توان برق-خورشیدی در ایلینوی (آمریکا) ۵۷
شکل ۲-۸: تصویر نمونه‌ای از ایستگاه‌های عمومی شارژ وسایل نقلیه برقی DUAL و SINGLE ۵۷
شکل ۲-۹: حالت‌های مختلف ایستگاه‌های شارژ مطابق استاندارد IEC 61851-1 ۶۰
شکل ۲-۱۰: کانکتورهای CHADEMO (سمت چپ) و نوع دوم (سمت راست) ۶۳
شکل ۲-۱۱: اتصال نوع اول (TYPE 1) به همراه پین‌های خروجی مشخص‌شده ۶۵
شکل ۲-۱۲: نحوه اتصال پانل‌های خورشیدی به شبکه و وسیله نقلیه الکتریکی برای شارژ ۶۹
شکل ۲-۱۳: نحوه اتصال آرایه‌های خورشیدی و وسیله نقلیه الکتریکی بدون باتری (الف) و با باتری (ب) ۷۰
شکل ۲-۱۴: طرح نمونه‌ای از ایستگاه عمومی شارژ خورشیدی خودروهای الکتریکی ۷۰
شکل ۲-۱۵: ایستگاه عمومی شارژ E-MOVE در اروپا ۷۱
شکل ۲-۱۶: ایستگاه عمومی شارژ بادی خودرو الکتریکی در سانفرانسیسکو، آمریکا (HERRON، ۲۰۱۵) ۷۲
شکل ۲-۱۷: ساختار و چگونگی شارژ القائی خودروهای الکتریکی ۷۴
شکل ۲-۱۸: شارژ القائی خودرو پارک شده در محل ایستگاه شارژ ۷۴
شکل ۲-۱۹: تصاویری از خودروهای تجاری ساخته‌شده و مجهز به تجهیزات شارژ بی‌سیم (القائی) ۷۶
شکل ۴-۱: تصویری از یک شارژر EV با در نظر گرفتن جایگاه کارت‌های RFID به‌منظور پرداخت ۹۱
شکل ۴-۲: تصویری از وب‌سایت شبکه شارژ BEAM به‌منظور اشتراک ماهانه پرداخت ۹۳
شکل ۴-۳: روش پرداخت شارژ الکتریکی توسط تلفن همراه، SEMACONNECT ۹۴
شکل ۴-۴: اپلیکیشن مدیریت شارژ EV قابل‌نصب بر روی تلفن‌های همراه هوشمند، SEMACONNECT ۹۵
شکل ۴-۵: اپلیکیشن مدیریت پرداخت شارژ وسایل نقلیه الکتریکی، PLUGSHARE ۹۵
شکل ۴-۶: حساب کاربری و مدیریت شارژ کاربران از طریق وب‌سایت ارائه‌دهنده سرویس، SEMACONNECT ۹۶
شکل ۴-۷: RFID READER با در نظر گرفتن جایگاه کارت اعتباری برای پرداخت شارژ الکتریکی EV ۹۷
شکل ۴-۸: کارت اعتباری MAGSTRIP و نحوه استفاده از آن ۹۷

شکل ۴-۹: ویزا کارت با چیپ تماسی برای پرداخت هزینه شارژ الکتریکی EV ۹۸
شکل ۴-۱۰: تصویر پرداخت هزینه شارژ الکتریکی از طریق کارت اعتباری بدون تماس، CHARGEPOINT ۹۹
شکل ۴-۱۱: شارژر نوع TERRA53 از محصولات شرکت ABB ۹۹
شکل ۴-۱۲: جایگاه پرداخت یک شارژر خودرو الکتریکی ۱۰۱
شکل ۴-۱۳: جایگاه RFID در شارژر خودرو الکتریکی شارژ سریع (DC) ۱۰۳
شکل ۴-۱۴: ارتباط دوسویه ایستگاه شارژ و بک آفیس ۱۰۵
شکل ۴-۱۵: شبکه هوشمند با در نظر گرفتن وسایل نقلیه الکتریکی توأم با ارتباطات اقتصادی میان اجزاء ۱۰۷
شکل ۴-۱۶: ارتباط میان خودرو الکتریکی، ایستگاه عمومی شارژ و بک آفیس از طریق OCPP ۱۰۸
شکل ۴-۱۷: جایگاه ارائه‌دهنده خدمات مالی MERCHANT در شبکه ایستگاه‌های عمومی شارژ EV توسط ABB ۱۰۹
شکل ۴-۱۸: یک نمونه از شارژر سطح دوم از شبکه ایستگاه‌های عمومی AEROVIRONMENT ۱۱۲
شکل ۴-۱۹: یک نمونه از شارژر سطح دوم از شبکه ایستگاه‌های عمومی BLINK NETWORK ۱۱۴
شکل ۴-۲۰: یک نمونه از شارژرهای شبکه ایستگاه‌های عمومی CHARGEPOINT ۱۱۵
شکل ۴-۲۱: یک نمونه از شارژر سطح دوم از شبکه ایستگاه‌های عمومی THE ELECTRIC CIRCUIT ۱۱۶
شکل ۴-۲۲: یک نمونه از شارژر سطح دوم از شبکه ایستگاه‌های عمومی EVGO ۱۱۷
شکل ۴-۲۳: یک نمونه از شارژر سطح دوم از شبکه ایستگاه‌های عمومی GE WATTSTATIONS ۱۱۸
شکل ۴-۲۴: یک نمونه از شارژر سطح دوم از شبکه ایستگاه‌های عمومی GREENLOTS ۱۱۹
شکل ۴-۲۵: یک نمونه از شارژر سطح دوم از شبکه ایستگاه‌های عمومی SEMACONNECT ۱۲۰
شکل ۴-۲۶: یک نمونه از شارژر سطح دوم از شبکه ایستگاه‌های عمومی SHOREPOWER CONNECT ۱۲۱
شکل ۴-۲۷: یک نمونه از سوپرشارژر سطح سه از شبکه ایستگاه‌های عمومی TESLA SUPERCHARGERS ۱۲۲
شکل ۵-۱: پراکندگی SUPER CHARGERهای شرکت تسلا در آمریکا، کانادا و مکزیک ۱۲۶
شکل ۵-۲: نمایی از SUPER CHARGER شرکت تسلا و خودرو TESLA MODEL S که در حال شارژ است ۱۲۷
شکل ۵-۳: نمایی از شارژر سطح ۲ شرکت تسلا ۱۲۷
شکل ۵-۴: نمایی از شارژر سطح ۱ شرکت تسلا ۱۲۸
شکل ۵-۵: نمایی از شارژر خانگی CHARGE POINT HOME ۱۲۹
شکل ۵-۶: نمایی از شارژر CT4000 شرکت CHARGE POINT ۱۲۹
شکل ۵-۷: نمایی از شارژر CPE 100 شرکت CHARGE POINT ۱۳۰
شکل ۵-۸: نمایی از شارژر CPE 200 شرکت CHARGE POINT ۱۳۱
شکل ۵-۹: نمایی از شارژر WATTSTATION PEDESTAL ۱۳۲
شکل ۵-۱۰: نمایی از شارژر WATTSTATION WALL MOUNT ۱۳۲

شکل ۵-۱۱: نمایی از شارژر DURASTATION ۱۳۳
شکل ۵-۱۲: نمایی از شارژر TERRA 53 CJ ۱۳۴
شکل ۵-۱۳: نمایی از شارژر TERRA 53 CJG ۱۳۴
شکل ۵-۱۴: نمایی از شارژر TERRA 53 CT ۱۳۵
شکل ۵-۱۵: نمایی از شارژر TERRA 23 C ۱۳۶
شکل ۵-۱۶: نمایی از شارژر TERRA 23 CJ ۱۳۶
شکل ۵-۱۷: نمایی از شارژر TERRA 23 CJG ۱۳۷
شکل ۵-۱۸: نمایی از شارژر TERRA 23 CT ۱۳۸
شکل ۶-۱: فرآیند کلی نحوه اجرای ایستگاه‌های عمومی شارژ خودرو و موتورسیکلت برقی ۱۴۳
شکل ۶-۲: سیستم شارژ نصب شده بر روی دیوار و سیستم شارژ ایستاده ۱۴۴
شکل ۶-۳: ابعاد مناسب پارکینگ جهت شارژ خودروبرقی ۱۴۶
شکل ۶-۴: ابعاد مناسب پارکینگ ۱۴۷
شکل ۶-۵: ابعاد استاندارد پارکینگ شارژ خودروبرقی ۱۴۷
شکل ۶-۶: ابعاد استاندارد پارکینگ شارژ خودروبرقی جهت استفاده معلولین ۱۴۸
شکل ۶-۷: شیب مناسب جهت استفاده معلولین ۱۴۸
شکل ۶-۸: قرارگیری خودروهای برقی در محل پارکینگ شارژ ۱۵۰
شکل ۶-۹: پیکان‌های ترسیمی جهت تعیین مسیر ۱۵۱
شکل ۶-۱۰: نمونه قرارگیری تجهیزات، محل پارک خودروها و پیکان‌های مسیریابی ۱۵۱
شکل ۷-۱: مثلث آتش ۱۵۵
شکل ۷-۲: نورپردازی داخلی ایستگاه عمومی شارژ خودرو و موتورسیکلت الکتریکی ۱۵۹
شکل ۷-۳: طراحی سیستم روشنایی اصلی ایستگاه شارژ خودرو و موتورسیکلت برقی توسط چراغ‌های ستونی ۱۶۰
شکل ۷-۴: فرآیند تامین انرژی الکتریکی ایستگاه شارژ با حضور باتری، PV و شبکه برق ۱۶۳
شکل ۷-۵: بلوک دیاگرام ایستگاه شارژESS (باتری، ابر خازن و چرخ طیار)، منابع PV، WT و شبکه برق ۱۶۴
شکل ۷-۶: فلوچارت ایستگاه شارژ وسایل نقلیه الکتریکی با منبع خورشیدی و ذخیره‌ساز انرژی محلی ۱۶۵
شکل ۷-۷: ایستگاه شارژ رایگان VOLTA با نصب مانیتورهای تبلیغاتی بر روی شارژر ۱۶۶

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۱-۱: خودروهای الکتریکی BEV و مسافت طی شده توسط آنها[۵۰]..... ۲۲
جدول ۱-۲: خودروهای الکتریکی HEV و مسافت طی شده توسط آنها[۵۰]..... ۲۶
جدول ۱-۳: نمونه‌هایی از خودروهای الکتریکی PHEV و مسافت طی شده توسط آنها[۵۰و۵۳]..... ۲۷
جدول ۱-۴: خودروهای الکتریکی FCEV و مسافت طی شده توسط آنها[۵۴]..... ۲۹
جدول ۱-۵: ویژگی‌های دو مدل STANDARD و LONG-RANGE خودرو الکتریکی TESLA MODEL 3..... ۳۰
جدول ۱-۶: ویژگی‌های خودرو الکتریکی CHEVROLET BOLT..... ۳۲
جدول ۱-۷: ویژگی‌های خودرو الکتریکی BMW I3..... ۳۴
جدول ۱-۸: لیستی از برنامه‌های آتی برخی از شرکت‌های سازنده خودرو الکتریکی..... ۴۱
جدول ۱-۹: تغییرات و فروش خودروهای BEV و PHEV در سال‌های ۲۰۱۵ و ۲۰۱۶ در کشورهای مختلف..... ۴۲
جدول ۲-۱: مشخصات ایستگاه‌های عمومی شارژ AC بر اساس استانداردهای آمریکا، اروپا، ژاپن و چین..... ۵۱
جدول ۲-۲: مشخصات ایستگاه‌های عمومی شارژ DC بر اساس استانداردهای آمریکا، اروپا، ژاپن و چین..... ۵۱
جدول ۲-۳: مقایسه و ارزیابی نحوه شارژ القائی و باسیم در ایستگاه‌های عمومی شارژ خودرو برقی..... ۵۴
جدول ۲-۴: طبقه‌بندی ایستگاه‌های عمومی شارژ بر اساس سرعت شارژ، سطوح توان و مدت‌زمان شارژ..... ۵۴
جدول ۲-۵: انواع ایستگاه‌های عمومی تعویض باتری (BATTERY SWAP STATION)..... ۵۶
جدول ۲-۶: مهم‌ترین مراکز جهانی فعال در حوزه تدوین استانداردهای بین‌المللی وسایل نقلیه الکتریکی..... ۵۸
جدول ۲-۷: طبقه‌بندی ایستگاه‌های عمومی شارژ خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی بر اساس سطوح توان و اتصالات..... ۵۹
جدول ۲-۸: مشخصات حالات شارژ ایستگاه‌های شارژ مطابق استاندارد IEC 61851-1..... ۶۱
جدول ۲-۹: حالات شارژ و انواع پلاگین‌های مورد استفاده در ایستگاه‌های شارژ EV اروپا..... ۶۲
جدول ۲-۱۰: طبقه‌بندی الکتریکی روش‌های مختلف شارژ ایستگاه‌های شارژ EV در آمریکای شمالی..... ۶۴
جدول ۲-۱۱: فناوری باتری، مدت‌زمان شارژ و سطح توان شارژ وسایل نقلیه الکتریکی در آمریکای شمالی..... ۶۵
جدول ۲-۱۲: کانکتورهای مورد استفاده در سطوح شارژ یک، دو و سه..... ۶۶
جدول ۲-۱۳: مدت‌زمان شارژ در سطح یک، بر اساس مسافت طی شده (به‌طور عمومی)..... ۶۶
جدول ۲-۱۴: مدت زمان شارژ در سطح دو، بر اساس مسافت طی شده و نرخ توان ایستگاه شارژ (عمومی)..... ۶۷
جدول ۲-۱۵: مدت زمان شارژ در سطح سه، بر اساس مسافت طی شده، تا شارژ ۸۰ درصد (به‌طور عمومی)..... ۶۷
جدول ۲-۱۶: اطلاعات ایستگاه‌های عمومی شارژ انرژی‌های تجدیدپذیر در انگلستان..... ۷۲
جدول ۴-۱: اطلاعات ماژول و پلتفرم مورد استفاده در شارژر نوع TARRA53 از محصولات شرکت ABB..... ۱۰۰

جدول ۴-۲: بخش‌های مختلف استاندارد ISO/IEC 7816 ..... ۱۱۰
جدول ۴-۳: بخش‌های مختلف استاندارد ISO/IEC 14443 ..... ۱۱۰
جدول ۴-۴: بخش‌های مختلف استاندارد ISO/IEC 15693 ..... ۱۱۱
جدول ۴-۵: مشخصات شبکه ایستگاه‌های شارژ AEROVIRONMENT ۱۱۲
جدول ۴-۶: مشخصات شبکه ایستگاه‌های شارژ BLINK NETWORK ۱۱۳
جدول ۴-۷: مشخصات شبکه ایستگاه‌های شارژ CHARGEPOINT ۱۱۴
جدول ۴-۸: شبکه ایستگاه‌های شارژ THE ELECTRIC CIRCUIT با در نظر گرفتن روش‌های مختلف پرداخت ۱۱۵
جدول ۴-۹: مشخصات شبکه ایستگاه‌های شارژ EVGO ۱۱۶
جدول ۴-۱۰: مشخصات شبکه ایستگاه‌های شارژ GE WATTSTATIONS ۱۱۷
جدول ۴-۱۱: شبکه ایستگاه‌های شارژ GRENNLOTS با در نظر گرفتن روش‌های مختلف پرداخت ۱۱۸
جدول ۴-۱۲: مشخصات شبکه ایستگاه‌های شارژ SEMACONNECT ۱۱۹
جدول ۴-۱۳: مشخصات شبکه ایستگاه‌های شارژ SHOREPOWER CONNECT ۱۲۰
جدول ۴-۱۴: مشخصات شبکه ایستگاه‌های شارژ TESLA SUPERCHARGERS ۱۲۱
جدول ۷-۱: انواع آتش محتمل در ایستگاه‌های عمومی شارژ خودرو و موتوسیکلت برقی با در نظر گرفتن روش‌های مقابله با آنها ۱۵۸
جدول ۷-۲: مهم‌ترین استانداردهای مرتبط با نور و روشنایی ۱۶۰
جدول ۷-۳: استانداردهای مربوط به طراحی، نصب و بهره‌برداری سیستم‌های روشنایی معابر ۱۶۱
جدول ۷-۴: استانداردهای مربوط به اندازه‌گیری روشنایی معابر ۱۶۱
جدول ۷-۵: استانداردهای تجهیزات روشنایی معابر ۱۶۲
جدول ۷-۶: استانداردهای مربوط به اندازه‌گیری پارامترهای نوری تجهیزات روشنایی معابر ۱۶۲

مقدمه

امروزه نقش انرژی به یک نقش راهبردی و تعیین کننده در مسائل مختلف کشورها تبدیل گردیده است. توسعه صنعت و اقتصاد در گرو استفاده از منابع انرژی است. انرژی الکتریکی به عنوان حامل ثانویه، به علت سرعت انتقال بالا و پاک بودن از جمله انرژی‌هایی است که روز به روز اشکال استفاده از آن در حال توسعه و گسترش است. آلودگی بالای سوخت‌های فسیلی سبب گردیده است که استفاده از این سوخت‌ها برای حفظ محیط زیست روز به روز کاهش یافته و کشورهای مختلف را به سمت جایگزینی این حامل‌های انرژی سوق دهد. خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی با مصرف انرژی الکتریکی یک راه‌حل مناسب برای جایگزینی خودروها و موتورسیکلت‌های رایج با موتور احتراقی هستند. این خودروها و موتورسیکلت‌ها به علت سازگاری با محیط زیست، بسیاری از کشورهای دنیا را به سمت خود کشانده است. از این‌رو جایگاه خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی در آینده حمل و نقل کشورها، جایگاهی بی‌بدیل و غیرقابل انکار خواهد بود.

تولید خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی و نیاز به وجود قابلیت سفر در مسافت‌های طولانی موجب پیدایش نیاز به گسترش ایستگاههای شارژ الکتریکی می‌شود. این ایستگاهها باید بتوانند شرایط لازم برای ارائه مقدار قابل توجهی از انرژی الکتریکی را به خودروها و موتورسیکلت‌ها فراهم سازند. نظر به فراگیر شدن استفاده از خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی در جهان و به تبع آن ایران، نیاز به بهره‌برداری از ایستگاههای شارژ عمومی در آینده‌ای نزدیک احساس خواهد شد. در کنار پژوهش‌ها و فعالیت‌های تحقیقاتی همه‌جانبه، بدیهی است یکی از اقدامات مورد نیاز برای آماده‌سازی شرایط لازم جهت استفاده بهینه و گسترده از ایستگاههای شارژ عمومی، تدوین اسناد فنی حاوی مشخصات فنی و دستورالعمل‌ها و الزامات مرتبط با بکارگیری این سیستم‌هاست. با عنایت به این مسئله تهیه و تدوین مشخصات فنی و اجرایی به منظور طراحی، نصب و بهره‌برداری از ایستگاههای عمومی شارژ خودرو و موتورسیکلت برقی در این ضابطه مد نظر قرار گرفته و در گام اول به منظور آشنایی هر چه بیشتر با مسئله مورد تحقیق و زوایای مختلف آن به مرور ادبیات موضوع و بررسی تجارب سایر کشورها پرداخته شده است. ضابطه پیش‌رو به مباحث مذکور در قالب ۷ فصل می‌پردازد.

فصل۱

بررسی و مرور پیشینه خودروها و موتورسیکلت‌های برقی در کشورهای مختلف

مقدمه

در این فصل از ضابطه در بخش اول به چگونگی پیدایش خودروهای الکتریکی از سال ۱۸۲۸ تاکنون و چگونگی روند تغییرات آنها و چالش‌هایی که در این مسیر طی شده است پرداخته می‌شود. در بخش دوم به بررسی انواع خودروهای الکتریکی و نحوه عملکرد آنها پرداخته می‌شود. در این بخش ضمن معرفی انواع خودروهای الکتریکی از نظر ساختار، آخرین مدل‌های تولید شده توسط شرکت‌های بزرگ خودروسازی متناسب با هر یک از ساختارهای معرفی شده نیز معرفی می‌شوند. در بخش سوم، به معرفی سه خودرو الکتریکی Tesla Model3، Chevrolet Bolt و BMW i3 به عنوان پرطرفدارترین و جدیدترین خودروهای الکتریکی در جهان پرداخته شده و ویژگی‌ها و مشخصات هر یک از این خودروها بیان می‌گردد. در بخش چهارم نیز انواع موتورسیکلت‌های برقی و نحوه عملکرد آنها بررسی می‌شوند. در بخش آخر از این فصل به جایگاه خودروهای الکتریکی در آینده و برنامه‌های کشورهای مختلف در توسعه و بکارگیری آنها پرداخته می‌شود. در این بخش ضمن بررسی روند رو به رشد خودروهای الکتریکی در کشورهای پیشرو در سال‌های گذشته و پیش‌بینی‌های آینده، به سیاست‌گذاری این کشورها جهت توسعه و رونق بازار خودروهای الکتریکی در سیستم حمل و نقل خود نیز پرداخته می‌شود.

۱-۱- سیر تاریخی توسعه و تحول خودروهای الکتریکی در جهان

۱-۱-۱- نسل اولیه خودروهای الکتریکی

اختراع اول وسیله نقلیه الکتریکی به افراد مختلف نسبت داده شده است. در واقع هر یک از این افراد به نوعی در جهت تولید خودروبرقی تلاش کرده‌اند. در سال ۱۸۲۸، آنیوس ژدیک[1] مجارستانی اولین نوع خودرو الکتریکی را اختراع کرد. در واقع او خودروی برقی کوچکی طراحی کرد که به وسیله موتوری که توسط خودش اختراع شده بود کار می‌کرد. در سال ۱۸۳۴، آهنگری به نام ورمونت توماس داونپورت[2] ابتکاری مشابه را روی مسیر کوتاه برقی پیاده کرد [۱]. در همین سال، پروفسور سیبرانتس استراتینگ[3] و دستیارش کریستوفر بکر[4] یک ماشین برقی کوچک ابداع کردند که نیروی آن توسط سلول‌های غیر قابل شارژ اولیه[5] تامین می‌گردید[۲].

[1] Ányos Jedlik
[2] Vermont Thomas Davenport
[3] Sibrandus Stratingh
[4] Christopher Becker
[5] non-rechargeable primary cells

اولین ماشین برقی شناخته شده در سال ۱۸۳۷ توسط شیمی‌دانی به نام رابرت داویدسون[۱] اهل آبردین[۲] ساخته شد. نیروی این ماشین توسط سلول‌های گالوانیکی(باتری)[۳] تامین می‌شد. بعدها دیویدسون لوکوموتیو بزرگی به نام گالوانی ساخت که در سال ۱۸۴۱ در نمایشگاه هنر رویال اسکاتلندی[۴] به نمایش گذاشته شد. این وسیله نقلیه هفت تنی دو موتور Direct-Drive Reluctance با قطب‌های ثابت داشت و از طریق میله‌های آهنی که آنها را به سیلندر چوبی بر روی هر محور متصل کرده بود، به حرکت در می‌آمد. این لوکوموتیوها قادر به حمل ۶ تن بار بودند. در سپتامبر سال بعد این لوکوموتیوها در راه‌آهن ادینبورگ و گلاسکو[۵] مورد آزمایش قرار گرفتند، اما قدرت محدود باتری مانع از ادامه استفاده عمومی از آن شد [۳و۴]. بین سال‌های ۱۸۳۲ و ۱۸۳۹، مخترع انگلیسی به نام رابرت اندرسون[۶] یک کالسکه برقی ساده اختراع کرد که این کالسکه از ریل به عنوان هادی جریان برق استفاده می‌نمود [۵و۶].

باتری‌های قابل شارژ که برای ذخیره‌سازی برق به کار می‌روند از سال ۱۸۵۹ با اختراع باتری‌های سرب اسید وارد بازار شدند. این باتری‌ها توسط فیزیکدان فرانسوی به نام گستون پلانته[۷] اختراع شدند[۷و۸]. در سال ۱۸۸۱ دانشمند فرانسوی دیگری به نام آلفونس فُر[۸] موجبات پیشرفت قابل توجه در حوزه باتری‌ها را فراهم ساخت. دستاوردهای او تا حد زیادی باعث افزایش ظرفیت باتری‌ها شده و موجب شد باتری‌ها در مقیاس صنعتی تولید و روانه بازار شوند[۹]. دوچرخه‌های برقی اولیه در سال ۱۸۶۷ در نمایشگاه جهانی پاریس توسط مخترعی به نام فرانتس کراووگل[۹] اتریشی به نمایش گذاشته شد. اما این محصولات برای استفاده در خیابان‌ها قابل اعتماد نبودند[۱۰]. همچنین خودروی دیگری، این بار از نوع سه چرخ، در نوامبر ۱۸۸۱ توسط مخترع فرانسوی به نام گوستاو تُخووه[۱۰] در نمایشگاه بین‌المللی برق در پاریس به نمایش گذاشته شد.

توماس پارکر[۱۱] مخترع انگلیسی اولین خودروی برقی در سال ۱۸۸۴ در لندن بود. وی از باتری‌های با ظرفیت بالا و قابل شارژی که خود طراحی کرده بود در این خودرو استفاده کرد. وی همچنین در نوآوری‌هایی از قبیل برق‌رسانی زیرزمینی لندن، تراموای لیورپول و بیرمنگام و سوخت بدون دود کوآلیت[۱۲] دستی داشته است[۱۱]. علاقه شدید پارکر به ساخت خودروهای کم مصرف او را به سمت تولید وسایل نقلیه الکتریکی کشاند. او هم چنین نگران عوارض بد دود و

---

1 Robert Davidson
2 Aberdeen
3 galvanic cells (batteries)
4 Royal Scottish Society of Arts Exhibition
5 Edinburgh and Glasgow
6 Robrt Anderson
7 Gaston Plante
8 Alphonse Faure
9 Franz Kravogl
10 Gustave Trouve
11 Thomas Parker
12 Coalite

آلودگی موجود در لندن در آن دوران بوده است. شکل ۱-۱ خودروی الکتریکی ساخته شده توسط توماس پارکر را نشان می‌دهد[۱۲].

شکل ۱-۱: خودروی الکتریکی ساخته شده توسط توماس پارکر

قبل از برتری موتورهای احتراقی بر موتورهای برقی، خودروهای الکتریکی رکوردهای سرعت و مسافت زیادی به ثبت رسانیدند[۱۳]. در این میان مهم‌ترین این رکوردها عبارتند از سرعت ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت خودروی برقی به شکل راکت[1] مخترعی به نام کمیل جناتزی[2] که به حداکثر سرعت ۱۰۶ کیلومتر بر ساعت هم رسید. مورد قابل توجه دیگری که می‌توان به آن اشاره کرد طراحی و ساخت یک ماشین الکتریکی برقی فردیناند پورشه[3] بود که روی هر محور، یک موتور وظیفه انتقال قدرت به ماشین را بر عهده داشت.

اولین خودروی برقی آمریکایی بین سال‌های ۱۸۹۰-۱۸۹۱ توسط ویلیام موریسیون[4] توسعه یافت. این وسیله نقلیه یک واگن شش نفری داشت و سرعت آن به ۲۳ کیلومتر در ساعت می‌رسید. از سال ۱۸۹۵ یعنی پس از آنکه ریکر[5] اولین سه چرخه برقی را به آمریکا معرفی کرد، توجه آمریکایی‌ها به وسایل نقلیه الکتریکی بیشتر گردید. اروپایی‌ها پانزده سال قبل‌تر از آمریکایی‌ها شروع به استفاده از وسایل نقلیه برقی اعم از دوچرخه، سه چرخه و خودرو کردند و از این منظر پیشتاز بوده‌اند.

[1] Rocket-Shaped
[2] Camille Jenatzy
[3] Ferdinand Porsche
[4] William Morrison
[5] A.L. Ryker

۱-۱-۲-دوران طلایی ظهور خودروهای برقی

اواخر سال‌های ۱۸۹۰ و اوایل سال‌های ۱۹۰۰ علاقه به وسایل نقلیه موتوری افزایش یافت. تاکسی‌های برقی در اواخر قرن ۱۹ متداول شدند. شخصی به نام والتر سی برسی[1] این تاکسی‌ها را متداول کرده و در سال ۱۸۹۷ تاکسی برقی به ناوگان تاکسی‌رانی و خیابان‌های لندن وارد گردید. سر و صدای تولید شده توسط این تاکسی‌ها صدایی همچون زمزمه بود. به همین دلیل پس از مدتی این تاکسی‌ها با نام مستعار "hummingbirds" معروف شدند. در همان سال در شهر نیویورک شرکت Samuel's Electric Carriage and Wagon، ۱۲ درشکه برقی را به عنوان تاکسی در شهر بکار گرفت [۱۴]. این شرکت تا سال ۱۸۹۸ تعداد ۶۲ تاکسی تولید کرد تا اینکه سرانجام بوسیله سرمایه‌گذاری‌های بیشتر به شرکت تولید خودروی الکتریکی تبدیل گردید[۱۵].

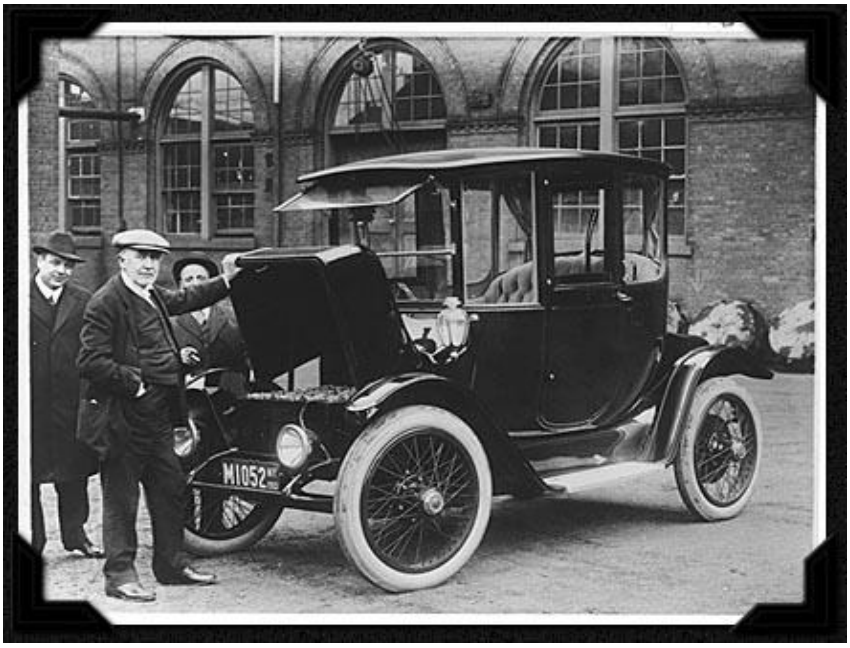
در سال ۱۸۹۶ به منظور غلبه بر برد مسافتی کوتاه طی شده توسط این خودروها و مشکل نبود زیرساخت‌های مناسب برای شارژ خودرو، سرویس باتری‌های قابل تعویض معرفی گردید. این طرح در ابتدا توسط شرکت Hartford Electric Light Company از طریق GeVeCo Battery Service و برای کامیون‌های برقی مورد آزمایش قرار گرفت. خریدار در ابتدا خودرو را بدون باتری از شرکت خریداری می‌کرد و سپس برق مورد نیاز بوسیله شرکت Hartford Electric Light Company و از طریق باتری‌های قابل تعویض تامین می‌شد. صاحب خودرو ماهیانه مبلغی متغیر بسته به مسافت و هزینه سرویس، برای نگهداری از کامیون پرداخت می‌کرد.

در سال ۱۹۱۱ اولین خودروی هیبریدی توسط شرکت شیکاگویی Woods Motor Vehicle وارد بازار شد. معرفی این خودرو با شکست مواجه شد چرا که نسبت به قیمتی که داشت، سرعت کافی و سرویس‌های مورد نیاز را دارا نبود [۱۶]. با توجه به محدودیت‌های تکنولوژی و دسترسی نداشتن به فناوری‌های مبتنی بر ترانزیستور، حداکثر سرعت وسایل نقلیه برقی ۳۲ کیلومتر بر ساعت بود. علی‌رغم داشتن سرعت پایین، این خودروها نسبت به رقیبان خود در سال ۱۹۰۰ مزیت‌های بیشتری داشتند. به عنوان مثال، این خودروها لرزش و سر و صدای خودروهای بنزینی را نداشتند. همچنین نیاز به تغییر دنده در آنها نبود. این خودروها نیاز به تلاش بدنی برای روشن شدن نداشتند، برعکس، خودروهای بنزینی شامل یک هندل دستی برای روشن شدن موتور خودرو بودند.

خودروهای برقی محبوبیت زیادی میان مشتریان ثروتمند پیدا کردند، آنها از این خودروها برای تردد در شهر استفاده می‌کردند. خودروهای برقی با توجه به سهولت کارکردشان به عنوان وسایل نقلیه مناسب برای رانندگی خانم‌ها به بازار معرفی شد. نبود زیر ساخت‌های مناسب باعث کاهش محبوبیت این خودروها در میان مردم شد. اما در سال ۱۹۱۲ با توسعه برق‌رسانی به خانه‌ها، توجه عده زیادی را به خود جلب کرد. در آغاز قرن بیستم، ۴۰ درصد از خودروهای آمریکایی از نوع بخار، ۳۸ درصد از نوع برقی و ۲۲ درصد بنزینی شدند. تعداد ۳۳۸۴۲ خودروی برقی در آمریکا به ثبت رسید و این کشور در آن سال‌ها بیشترین میزان پذیرش خودروهای برقی را داشته است. بیشتر خودروهای برقی اولیه بزرگ و برای

[1] Walter C. Bersey

مشتریان مرفه و سطح بالا طراحی شده بودند. این ویژگی‌ها سبب محبوبیت این خودرو شده بود. آنها فضای داخلی لوکس و برجسته‌ای داشتند که با مواد گران قیمت تزئین شده بود. فروش اتومبیل‌های برقی در دهه ۱۹۱۰ به اوج خود رسید[۱۷]. شکل ۱-۲ توماس ادیسون[1] را در کنار خودروی الکتریکی در سال ۱۹۱۳ نشان می‌دهد.



شکل ۱-۲: توماس ادیسون در کنار خودروی الکتریکی در سال ۱۹۱۳

۱-۱-۳-رکود فروش خودروهای برقی

پس از کسب موفقیت در آغاز قرن بیستم، خودروهای برقی رفته رفته جایگاه پیشین خود را در بازار خودرو به اتومبیل‌های دیگر دادند. تعدادی عوامل به پیشرفت در این زمینه کمک کردند. اکتشافات ذخایر نفتی بزرگ منجر به فراوانی و در دسترس بودن بنزین گردید. ساخت اتومبیل بنزینی ارزان‌تر که هم برای مردم مقرون به صرفه‌تر و هم مناسب برای مسافت‌های طولانی بود، متداول گردید. از آن پس خودروهای برقی به خاطر سرعت کم و برد مسافتی کوتاهی که داشتند تنها به سفرهای درون شهری اختصاص داده شدند (سرعت آنها ۲۴-۳۲ کیلومتر در ساعت و برد مسافتی آنها ۵۰-۶۵ کیلومتر بود)[۱۷]. در حالی که خودروهای بنزینی قادر به سفر به نقاط دورتر و با سرعت بیشتری بودند. با اختراع استارت الکتریکی خودروهای بنزینی توسط چارلز کترینگ[۲] در سال ۱۹۱۲[۱۸]، خودروهای بنزینی بیش از هر زمان دیگری متداول شدند. پیش از آن خودرو برای روشن شدن نیاز به یک هندل دستی داشت که کار را کمی سخت می‌کرد. همچنین با اختراع صدا خفه کن توسط هیرام پرسی ماکسیم[۳] در سال ۱۸۹۷، سر و صدای ایجاد شده توسط موتورهای

[1] Thomas Edison

[۲] Charles Kettering

[۳] Hiram Percy Maxim

احتراقی قابل تحمل‌تر گردید. در نهایت، تولید انبوه این خودروها توسط هنری فُرد[۱] قیمت این خودروها را به شدت پایین آورد[۱۹]. در مقابل، قیمت خودروهای برقی مشابه رو به افزایش گذاشت به گونه‌ای که تا سال ۱۹۱۲، قیمت یک خودروی برقی دو برابر یک خودروی بنزینی شد [۵].

بیشتر سازندگان خودروی برقی تولیدات خود را از سال ۱۹۱۰ متوقف کردند. وسایل نقلیه الکتریکی تنها برای مواردی خاص که نیاز به برد مسافتی طولانی نداشت مورد استفاده قرار می‌گرفت. کامیون‌های برقی در سال ۱۹۲۳ توسط یِیل[۲] معرفی شدند [۲۰]. در اروپا و بخصوص انگلستان، کالسکه‌های حامل شیر[۳] برقی شدند. چرخ‌های الکتریکی گلف[۴] اوایل سال ۱۹۵۴ توسط لکترو[۵] ساخته شدند [۲۱]. از اوایل ۱۹۲۰ اتومبیل‌های برقی با روزهای اوج خود خداحافظی کردند و یک دهه بعد، صنعت خودروی برقی از بین رفت. مایکل برایان[۶] در کتاب خود به نام خودروی برقی در آمریکا[۷] به بررسی عوامل اجتماعی و تکنولوژیکی شکست خودروی برقی پرداخته است [۲۲].

سال‌های زیادی بدون احیای دوباره خودروهای برقی گذشت. کشورهای اروپایی که از نبود سوخت کافی در جنگ جهانی دوم رنج می‌بردند، بخشی از جنگ را با خودروی برقی ادامه دادند. اما به هر حال با پیشرفت سریع در موتورهای احتراقی، تکنولوژی خودروی برقی ثابت ماند و دچار تغییر و تحول نگردید. اواخر سال‌های ۱۹۵۰، شخصی به نام هِنی کوچ وُرکس[۸] و شرکت National Union Electric Company و سازندگان باتری‌های اسیدی با سرمایه‌گذاری مشترک، ماشین الکتریکی جدیدی تولید کردند. این خودرو در ولتاژهای ۳۶ و ۷۲ ولتی تنظیم شده بود. مدل ۷۲ ولتی سرعت ۹۶ کیلومتر بر ساعت (۶۰ مایل بر ساعت) داشت و در هر بار شارژ می‌توانست حدود ۹۰ کیلومتر سفر کند. علی رغم بهبود در عملکرد خودروی برقی جدید در مقایسه با خودروهای قبلی، از نظر مصرف‌کنندگان این خودرو نسبت به خودروهای بنزینی آن زمان بسیار گران‌تر بود و این امر سبب گردید که تولید این محصول در سال ۱۹۶۱ به پایان رسد.

در سال ۱۹۵۹ شرکت AMC[۹] و شرکت Sonotone اعلام کردند که به صورت مشترک، تحقیقاتی در زمینه تولید خودروی برقی مجهز به باتری Self-Charging انجام دادند [۲۳]. شرکت AMC به نوآوری در تولید خودروهای مقرون به صرفه مشهور بود و شرکت Sonotone نیز در ساخت باتری‌های نیکل-کادمیوم[۱۰] که در زمان کوتاه‌تری شارژ می‌شدند و

---

۱ Henry Ford

۲ Yale

۳ Milk Floats

۴ Electric Golf Carts

۵ Lektro

۶ Michael Brian

۷ The Electric Automobile in America

۸ Henney Coachworks

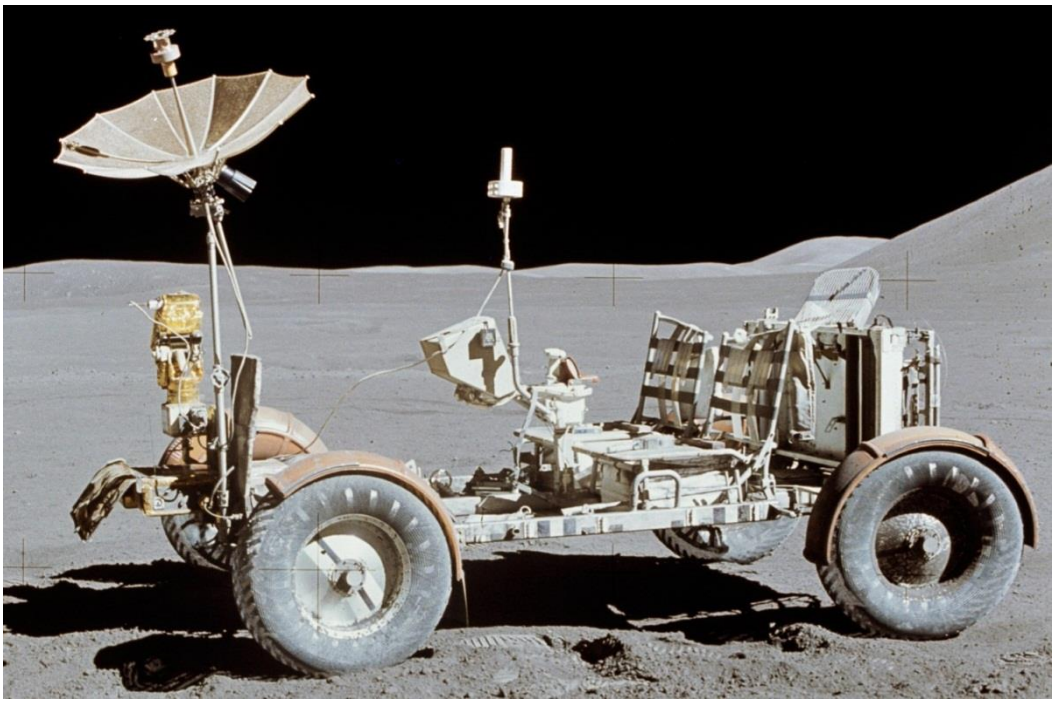
۹ American Motors Corporation

۱۰ Nickel-Cadmium Batteries

نسبت به باتری‌های سرب-اسیدی وزن کمتری داشتند، متبحر بود. در همان سال، شرکت Nu-Way، نوعی خودروی برقی با یک بدنه پلاستیکی تک قطعه‌ای به نمایش گذاشت و در اوایل سال ۱۹۶۰ شروع به تولید کرد [۲۳].

آمریکا و سه شرکت بزرگ خودروساز کانادایی در سال‌های ۱۹۶۰ برنامه‌های خود را برای ساخت خودروی برقی دنبال می‌کردند. در سال ۱۹۶۷ شرکت AMC با صنایع Gulton برای توسعه باتری‌های لیتیومی جدید و یک کنترل‌کننده سرعت که توسط ویکتور ووک[۱] طراحی شده بود، همکاری خود را آغاز کردند[۲۴]. طرح‌های مختلفی برای تولید باتری‌های گوناگون در نظر گرفته شد؛ از جمله Scottish Aviation Stamp در سال ۱۹۵۶[۲۵]، Enfield 8000 در سال ۱۹۶۶[۲۶] و دو نسخه از نسخه برقی خودروهای بنزینی شرکت جنرال موتورز یعنی Electrovair در سال ۱۹۶۶ و Electrovette در سال ۱۹۷۶[۲۷] که هیچ یک از آنها تولید نشدند.

در ۳۱ جولای ۱۹۷۱، یک خودروی الکتریکی منحصر به فرد، به کره ماه راه پیدا کرد. این خودرو که نام آن " Moon Buggy" بود، توسط Boeing و Delco Electronics توسعه داده شد. یک موتور DC روی هر چرخ آن کار گذاشته شده بود و حاوی یک جفت باتری ۳۶ ولتی پتاسیم نقره هیدروکسیدی و غیر قابل شارژ بود. شکل ۱-۳ Moon Buggy را بر سطح کره ماه نشان می‌دهد.



شکل ۱-۳: خودروی ماهنورد **Moon Buggy** بر سطح کره ماه

[۱] Victor Wouk

۱-۱-۴-ظهور مجدد خودروهای الکتریکی

با افزایش بحران‌ها در سال‌های ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰ و پس از سال‌ها دوری از عرصه توجه عمومی، بار دیگر نگاه‌ها به سمت خودروهای برقی کشانده شد. در این دوران نوسانات بازار انرژی هیدروکربنی نیز بر توسعه خودروهای الکتریکی تاثیری نداشت. در سال ۱۹۹۰، راجر اسمیت[۱]، رییس شرکت جنرال موتورز در نمایشگاه اتومبیلی در لُس آنجلس، از طرح خودروی برقی خود پرده برداشت و اعلام کرد که این شرکت خودروی برقی برای فروش به عموم مردم تولید خواهد کرد.

اوایل سال‌های ۱۹۹۰، مجمع منابع هوایی کالیفرنیا (CARB)[۲] و آژانس هوای پاک کالیفرنیا[۳] شروع به فشار آوردن برای توسعه تولید خودروهایی با سوخت بهینه و آلودگی کمتر (ZEV)[۴] کردند، با این هدف که به سمت خودروهای بدون آلودگی یا همان خودروهای الکتریکی پیش بروند [۲۸]. در مقابل این حرکت، خودروسازان به توسعه مدل‌های الکتریکی از جمله Chrysler Tevan، وانت Ford Ranger EV، GM EV1 و وانت S10 EV، Honda EV Plus هاچ بک، نیسان لیتیوم باتری Altra EV miniwagon و تویوتا RAV4 EV پرداختند.

پس از مدتی خودروسازان مجبور بودند برای دریافت مجوز از CARB برای فروش محصولاتشان، خودروها را مطابق با استانداردهای CARB بسازند و آنگونه که می‌بایست نمی‌توانستند در طراحی محصولات خود برای جذب مشتریان به خودروی الکتریکی، گام بردارند. در همین زمان صنایع روغن‌سازی نیز به مخالفین با حکم CARB پیوست[۲۹]. همچنین برنامه‌های شرکت جنرال موتورز تحت بررسی دقیق قرار گرفت و در اقدامی بسیار عجیب، مصرف‌کنندگان اجازه خرید EV1 (خودروی الکتریکی تولید شده توسط جنرال موتورز) را نداشتند، بلکه تنها می‌توانستند اجاره نامه‌ای با مدت زمان معین برای اجاره خودرو امضا کنند، بدین معنا که خودرو می‌بایست در آخر مهلت قرارداد به شرکت بازگردانده شود. شرکت‌های کرایسلر، تویوتا و یک گروه از نمایندگی مجاز و فروش جنرال موتورز از حکم CARB در دادگاه فدرال شکایت کردند، که نهایتا منجر به لغو حکم ZEV شد.

پس از ابراز ناراحتی عمومی رانندگان از تملک خودروها، تویوتا آخرین مدل RAV4-EV 328 را ظرف مدت شش ماه یعنی تا آخر ۲۲ نوامبر ۲۰۰۲ برای فروش به مردم ارائه کرد. تقریبا تمام خودروهای دیگر کنار رفته و توسط تولیدکنندگان خود نابود شده بودند[۲۹]. تویوتا همچنان به تولید و حمایت از چند صد دستگاه RAV4-EV 328 برای عموم و ناوگان‌ها ادامه داد و جنرال موتورز نیز تولید خودروی EV[۵] خود را متوقف نمود.

طی سال‌های دهه نود گرایش به خودروهایی با سوخت بهینه و سازگار با محیط زیست در میان آمریکایی‌ها افزایش یافت. خودروسازان آمریکایی، تولیدات خود را بر خودروهای بزرگ گذاشتند. برعکس اروپایی‌ها و ژاپنی‌ها ترجیح دادند که

---

[۱] Roger Smith

[۲] California Air Resources Board

[۳] California's clean air agency

[۴] Zero-Emissions Vehicle

[۵] Hybrid Electric Vehicle

خودروها جمع و جور باشند. در سال ۱۹۹۹ هوندا Insight اولین خودروی هیبریدی بود (پس از خودروی هیبریدی Woods در سال ۱۹۱۷) که در آمریکای شمالی به فروش رسید.

خودروهای هیبریدی برقی که شامل موتور برقی و احتراقی بودند نیز به عنوان یک خودروی سازگار با محیط زیست و مصرف کننده بهینه سوخت شناخته شدند که البته مشکل کوتاهی مسافت طی شده وسایل نقلیه برقی را هم نداشتند اما در مقایسه با خودروهای احتراقی گران‌تر بودند. مشتریان تمایلی به خرید خودرویی با اندازه کوچک که نیاز به سوخت در فاصله‌های زمانی کوتاه داشت نشان ندادند. در نتیجه فروش این خودروها بسیار پایین بود. در سال ۲۰۰۰ مسئله بحران انرژی، نگاه‌ها را برای بار دیگر به سمت خودروهای هیبریدی و الکتریکی برد. در آمریکا فروش تویوتا Prius (که از سال ۱۹۹۹ در بازار موجود بود) به طرز چشمگیری افزایش یافت و خودروسازان دیگر نیز این راه را دنبال کردند و شروع به ساخت و معرفی خودروهای هیبریدی کردند. بسیاری از خودروسازان هم نمونه‌های اولیه خودروی برقی خود را تولید کردند چرا که مشتریان خواهان خودروهایی بودند که آنها را از نوسانات قیمت نفت خلاص نماید.

در پاسخ به نبود شرکت‌های بزرگ خودروسازی در صنعت تولید خودروی الکتریکی، تعدادی از شرکت‌های خودروسازی کوچک به مکان‌هایی برای طراحی خودروی برقی و معرفی به مردم تبدیل شدند. در سال ۱۹۹۴، شرکت REVA با سرمایه‌گذاری مشترک گروه هندی Maini و AEV کالیفرنیا در بنگلور[۱] هند تاسیس شد. پس از هفت سال تحقیق و بررسی، اولین خودروی کوچک تمام برقی REVAi تولید گردید. این خودرو در انگلستان با نام G-Wiz شناخته شد و در سال ۲۰۰۱ به فروش رسید. در خودروی G-Wiz از باتری‌های سرب اسیدی استفاده می‌شد. در ژانویه ۲۰۰۹ مدل جدیدتری از این خودرو به نام REVA L-ion تولید شد. این مدل جدید همانند مدل قبلی بود با این تفاوت که دارای باتری‌های لیتیوم یونی بود که سبب کاهش وزن آن می‌گردید[۳۰]. خودرو REVAi در بسیاری از کشورها بعنوان خودرویی که قادر به حرکت در بزرگراه‌ها است، شناخته نشد. در آمریکا این خودرو را نوعی وسیله حمل و نقل برای محیط‌های کوچک به حساب می‌آوردند. خودروی REVA بیش از ۴۰۰۰ دستگاه از محصولات خود را تا مارس ۲۰۱۱ در سراسر دنیا به فروش رسانید[۳۱]. فروش این محصول در اواخر ۲۰۱۱ در انگلستان که بازار اصلی این خودرو بود، به پایان رسید. تولید این خودرو نیز در سال ۲۰۱۲ به پایان رسید و خودروی Mahindra e20 در سال ۲۰۱۳ جایگزین آن گردید. شکل ۱-۴ تصویر خودرو الکتریکی Mahindra e20 را نشان می‌دهد.

[۱] Bangalore

شکل ۱-۴: خودروی الکتریکی **Mahindra e20**.

اکثر خودروهای الکتریکی سرعت پایین و دامنه مسافتی کوتاهی دارند که به آنها NEV[۱] گفته می‌شود. طبق تحقیقات موسسه Pike، ۴۷۹ هزار NEV در سال ۲۰۱۱ در جاده‌های سراسر دنیا در تردد بوده‌اند [۳۲]. پرفروش‌ترین NEVها خودروی GEM[۲] بوده که تا آوریل ۲۰۱۱ حدود ۴۶ هزار دستگاه از این خودرو به فروش رفته است. شکل ۱-۵ خودرو GEM را نشان می‌دهد. در جولای ۲۰۰۶، بین ۶۰ هزار تا ۷۶ هزار وسیله نقلیه با باتری کم قدرت در آمریکا استفاده می شد که این آمار در سال ۲۰۰۴ حدود ۵۶ هزار دستگاه بوده است[۳۳]. بازار کشورهای آمریکا و فرانسه در سال ۲۰۱۱ به ترتیب با فروش ۱۴۷۳۷ و ۲۲۳۱ دستگاه NEV پرفروش‌ترین بازارهای دنیا بودند [۳۴]. از جمله خودروهای فروخته شده در اروپا در سال ۱۹۹۱ Kewet بوده که در سال ۲۰۰۸ خودروی Buddy جایگزین آن شده است. همچنین در سال ۲۰۰۸ خط تولید خودروی Think City راه‌اندازی گردید که به دلایل مشکلات مالی متوقف شد و سپس از دسامبر ۲۰۰۹ تولیدات این خودرو دوباره آغاز گردید[۳۵]. در ژوئن ۲۰۱۱ تولیدات آن به دلیل ورشکستگی شرکت دوباره متوقف گردید اما یک سال بعد در اوایل ۲۰۱۲ مالک جدید این شرکت تولیدات آن را دوباره از سر گرفت و در مارس ۲۰۱۱، فروش جهانی این محصول به ۱۰۴۵ دستگاه رسید[۳۶].

[۱] Neighborhood Electric Vehicle

[۲] Global Electric Motorcars

شکل ۱-۵: خودروی الکتریکی **GEM**

۱-۱-۵-دوران معاصر خودروهای الکتریکی (سال ۲۰۰۰ به بعد)

رکود جهانی اقتصاد از اواخر سال ۲۰۰۰ سبب افزایش تقاضا برای متوقف کردن ساخت خودروهای احتراقی گردید. این خودروها مصرف سوخت بالایی داشته و به عنوان نماد اسراف در سوخت شناخته شده بودند. در نتیجه این خودروها کم کم به نفع خودروهای هیبریدی و برقی کنار گذاشته شدند. تسلا موتورز[۱] یک شرکت خودروساز آمریکایی است که در سال ۲۰۰۴ به توسعه محصول خود با نام Tesla Roadster مشغول شد و اولین بار در سال ۲۰۰۸ این خودرو به دست مصرف‌کنندگان رسید[۳۷]. این خودرو در میان خودروهای موجود در آمریکا اولین خودروی کاملا برقی قابل استفاده در بزرگراه‌ها بود. از سال ۲۰۰۸ تا دسامبر ۲۰۱۱، تسلاموتورز تعداد ۲۱۰۰ دستگاه از این خودرو را در ۳۱ کشور دنیا به فروش رساند. این خودرو همچنین اولین خودرویی بود که در آن از باتری‌های لیتیومی استفاده شده‌بود و اولین خودروی صد درصد برقی بود که در هر بار شارژ می‌توانست مسافت ۲۰۰ مایل (۳۲۰ کیلومتر) را طی کند[۳۸]. تسلا انتظار داشت فروش Roadster تا اوایل ۲۰۱۲ ادامه پیدا کند اما از آنجا که قرارداد این شرکت با ایستگاههای برقی تا آخر سال ۲۰۱۱ بود، بنابراین از اواخر سال ۲۰۱۱ سفارشی از جانب آمریکا برای این محصول دریافت نگردید و این خودرو در سال ۲۰۱۲ تنها در مناطق محدودی در اروپا، آسیا و استرالیا به فروش رسید[۳۹].شکل ۱-۶ خودرو الکتریکی Tesla Roadster را نشان می‌دهد.

[۱] Tesla Motors

شکل ۱-۶: خودروی الکتریکی **Tesla Roadster** در حال شارژ

مدیران بسیاری از شرکت‌های خودروسازی از جمله نیسان و جنرال موتورز اعلام کردند که خودروی Roadster همچون کاتالیستی بود که نشان داد مشتریان تمایل به خرید خودروهای کارآمدتری دارند. باب لوتز[۱] معاون رییس جنرال موتورز در سال ۲۰۰۷ گفت Roadster همچون الهامی بود که به او برای ارتقای خودروی Chevrolet Volt کمک کرد. طرح اولیه Chevrolet Volt که یک خودروی PHEV[۲] سدان[۳] بود، زیان‌های مالی عظیم این شرکت و ارزش از دست رفته سهام این شرکت را بازگرداند. لوتز در یک ضابطه نیویورکی در آگوست ۲۰۰۹ گفت: "تمام متخصصین ما در جنرال موتورز معتقدند که تکنولوژی باتری لیتیوم یونی متعلق به ده سال قبل است و تویوتا نیز با ما موافق است. ولی رونق سریع فروش خودرو با ورود شرکت تسلا به وجود آمده است. پس نظر من چنین است: حال که شرکت‌های کوچک کالیفرنیایی که توسط افرادی که از تجارت خودرو چیزی نمی‌دانند اداره می‌شود و می‌توانند این کار را انجام دهند، آیا ما نمی‌توانیم؟" این سخنان، آغازی برای ورود این شرکت به میدان تولید خودروی برقی بود [۴۰]. شکل ۱-۷ خودروی الکتریکی Chevrolet Volt را نشان می‌دهد.

[۱] Bob Lutz

[۲] Plug-in Hybrid Electric Vehicle

[۳] Sedan

شکل ۱-۷: خودروی الکتریکی **Chevrolet Volt**

بلافاصله پس از این سخنان، خودروی PHEV شورلت ولت که نمایانگر تکامل فناوری‌های خودروی GM Ev1 بود، وارد بازار شد. این خودرو می‌توانست تا ۴۰ مایل (۶۴کیلومتر) بدون کمک موتور بنزینی طی کند. موتور بنزینی با روشن شدن خود ژنراتور را فعال نموده و سبب شارژ دوباره باتری‌ها می‌شود. تحویل خودروی ولت از دسامبر ۲۰۱۰ در آمریکا و از اواخر سال ۲۰۱۱ در کانادا و اروپا انجام شد[۱۸].

در دسامبر ۲۰۱۰، Nissan Leaf وارد ژاپن و آمریکا شد. این خودرو که برای خانواده طراحی شده بود، اولین خودروی تمام برقی بدون اگزوز بود که در یک کارخانه بزرگ خودروسازی و در حجم انبوه، تولید می‌گردید. از ژانویه ۲۰۱۳ Nissan Leaf به بازارهای استرالیا، کانادا و ۱۷ کشور اروپایی دیگر نیز وارد شد[۴۱]. شکل ۱-۸ خودروی الکتریکی Nissan Leaf را نشان می‌دهد.

شکل ۱-۸: خودروی الکتریکی **Nissan Leaf**

در سال ۲۰۱۱ فروش خودروهای Smart electric drive، Wheego Whip LiFe، Mia electric، Volvo C30 Electric و Ford Focus Electric آغاز شد. خودروی BYD e6 که در سال ۲۰۱۰ فروش خود را آغاز کرده بود، در سال ۲۰۱۱ فروش جزئی محصولات خود را در شنزن[۱] چین آغاز کرد[۴۲]. در دسامبر ۲۰۱۱ خودروی Bolloré Bluecar برای استفاده در مرکز خدمات خودروی Autolib در پاریس در دسترس همگان قرار گرفت [۴۳]. قرارداد با مشتریان و شرکت‌های بزرگ در اکتبر ۲۰۱۲ آغاز شد و هم اکنون تنها در منطقه Île-de-France محدود شده است. در فوریه‌ی ۲۰۱۱، خودروی Mitsubishi i MiEV اولین خودروی برقی بود که بیش از ۱۰،۰۰۰ دستگاه از آن فروخته شد. این رکورد به طور رسمی در رکوردهای جهانی گینس به ثبت رسید. چند ماه بعد، خودروی Nissan Leaf از خودروی i MiEV پیشی گرفت و به عنوان پرفروش‌ترین خودروی برقی شناخته گردید. تا فوریه ۲۰۱۳ فروش جهانی این خودرو به حدود ۵۰ هزار دستگاه رسید[۴۳]. شکل ۱-۹ خودروی الکتریکی Mitsubishi i MiEV را نشان می‌دهد.

[۱] Shenzhen

شکل ۱-۹: خودروی الکتریکی **Mitsubishi i MiEV**

مدل‌های ارائه شده به بازار در سال‌های ۲۰۱۲ و ۲۰۱۳ عبارت‌اند از BMW ActiveE، Coda، Renault Fluence Z.E.، Tesla Model S، Honda Fit EV، Toyota RAV4 EV، Renault Zoe، Roewe E50، Mahindra e2o، Chevrolet Spark EV، Mercedes-Benz SLS AMG Electric Drive، Fiat 500e، Volkswagen e-Up!، BMW i3 و Kandi EV. تویوتا خودروی Scion iQ EV را در سال ۲۰۱۳ در آمریکا و خودروی Toyota eQ را در ژاپن ارائه کرد. تولید این خودرو محدود به ۱۰۰ دستگاه بود. ۳۰ دستگاه اول در مارس ۲۰۱۳ به دانشگاه کالیفرنیا ارائه شد تا به عنوان خودروی بدون آلودگی در ناوگان شبکه حمل و نقل دانشگاه مورد استفاده قرار گیرد. تویوتا اعلام کرد که از هر ۱۰۰ خودروی تولید شده، ۹۰ تای آن در پروژه‌های Carsharing آمریکا و بقیه در ژاپن خواهند بود [۴۴]. شکل ۱-۱۰ و شکل ۱-۱۱ به ترتیب خودروهای الکتریکی BMW i3 و Tesla Model S را نشان می‌دهند.

شکل ۱-۱۰: خودروی الکتریکی **BMW i3**

شکل ۱-۱۱: خودروی الکتریکی **Tesla Model S**

در سه ماهه اول سال ۲۰۱۳ خودروی تسلا مدل Tesla Model S با فروش ۴۹۰۰ دستگاه از Chevrolet Volt و Nissan Leaf پیشی گرفت و بالاترین رقم فروش را به خود اختصاص داد. فروش این دو شرکت به ترتیب ۴۴۲۱ و ۳۶۹۵ دستگاه بود[۴۵]. از زمان معرفی خودروی Tesla Model S تا ژوئن ۲۰۱۳، فروش انبوه آن به ۱۲۷۰۰ دستگاه رسید. بیشترین مشتریان از آمریکا و کانادا گزارش شده بودند. تحویل خودروی Tesla Model S به شهر اسلو از آگوست ۲۰۱۳ آغاز شد و با حضور خود طی یک ماه در بازار، با فروش ۶۱۶ دستگاه به عنوان پرفروش‌ترین خودروی برقی در نروژ شناخته گردید. در اکتبر ۲۰۱۳، این خودروی الکتریکی برای دومین ماه متوالی عنوان پرفروش‌ترین خودرو را به خود اختصاص

داد. این بار خودروی Nissan Leaf بود که با فروش ۷۱۶ دستگاه، ۵/۶ درصد از فروش خودروها را به خود اختصاص داده بود[۴۶].

از دسامبر ۲۰۱۰ تا جولای سال ۲۰۱۳ شرکت Alliance Renault-Nissan فروش جهانی وسایل نقلیه الکتریکی و پلاگینی[۱] را ۱۰۰ هزار واحد اعلام کرد[۴۷]. این رقم شامل فروش ۷۱ هزار خودروی الکتریکی Nissan Leaf، ۱۱ هزار Quadricycles سنگین رنو، ۱۰ هزار وانت رنو .Kangoo Z.E، ۵ هزار Renault Zoe و بیش از سه هزار خودروی برقی Renault Fluence Z.E می‌گردید[۴۷]. تا اوایل ژانویه ۲۰۱۴ فروش جهانی نیسان لیف به ۱۰۰ هزار دستگاه رسید که این رقم ۴۵ درصد از سهم فروش جهانی خودروی الکتریکی را به خود اختصاص می‌داد.

از دسامبر ۲۰۱۵، فروش جهانی خودروی الکتریکی Nissan Leaf به بیش از ۲۰۰ هزار دستگاه رسید که این موضوع نشان دهنده مقبولیت و محبوبیت این خودرو در بین سایر خودروهای الکتریکی است. خودرو Tesla Model S با فروش جهانی بیش از ۱۰۰ هزار دستگاه در جایگاه دوم پرفروش‌ترین خودروهای الکتریکی جهان قرار گرفت. خودروی الکتریکی Tesla Model S در داخل آمریکا محبوبیت بسیاری دارد و در سال ۲۰۱۵ پرفروش‌ترین خودروی الکتریکی در این کشور بود[۴۸].

آخرین مدل‌های تولید شده از معروف‌ترین خودروسازان الکتریکی دنیا مربوط است به خودروی الکتریکی Tesla Model 3 و Chevrolet Bolt EV که در سال ۲۰۱۷ وارد بازار شدند. این خودروها آخرین نسل از خودروهای پیشرفته الکتریکی با قابلیت‌های بهبود یافته نظیر افزایش مسافت طی شده با یکبار شارژ و زمان کوتاه‌تر شارژ می‌باشند. حداکثر مسافت طی شده با یک‌بار شارژ توسط Tesla Model 3 حدود ۵۴۰ کیلومتر و توسط Chevrolet Bolt EV حدود ۵۲۰ کیلومتر است. شکل ۱-۱۲ و شکل ۱-۱۳ به ترتیب خودروهای الکتریکی Tesla Model 3 و Chevrolet Bolt EV را نشان می‌دهند.

شکل ۱-۱۲: خودروی الکتریکی Tesla Model 3

[۱] Plug-in

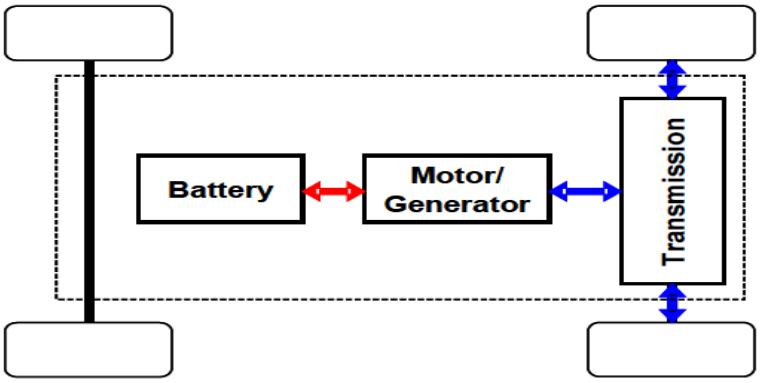
شکل ۱-۱۳: خودروی الکتریکی **Chevrolet Bolt EV**

۱-۲- بررسی انواع خودروهای الکتریکی و نحوه عملکرد آنها

در این قسمت به تقسیم‌بندی انواع خودروهای الکتریکی پرداخته شده و با توضیح ساختار آنها، چگونگی عملکرد این خودروها تحت بررسی قرار می‌گیرد.

۱-۲-۱- خودروهای الکتریکی BEV[۱]

تامین انرژی این خودروها تماما بوسیله باتری می‌باشد. در واقع باتری‌ها به عنوان نیروی محرکه خودرو و تامین انرژی سایر تجهیزات خودرو استفاده می‌گردد. این باتری‌ها می‌توانند از طریق اتصال به شبکه برق، ترمز خودرو و یا از طریق پنل‌های خورشیدی شارژ شوند[۵۰و۵۱]. شکل ۱-۱۴ ساختار خودروهای الکتریکی BEV را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۱۴: ساختار خودروهای الکتریکی **BEV**

[۱] Battery Electric Vehicle

بر اساس شکل فوق، مسیرهای قرمز رنگ مسیر عبور انرژی الکتریکی و مسیرهای آبی رنگ مسیر انتقال نیروهای مکانیکی است. انرژی الکتریکی از طریق باتری به موتور الکتریکی انتقال یافته و پس از ایجاد گشتاور مکانیکی در موتور، نیروی مکانیکی به سیستم انتقال قدرت مکانیکی وارد گردیده و پس از آن به چرخ‌های خودرو منتقل می‌گردد. در هنگام ترمز، موتور الکتریکی تبدیل به ژنراتور الکتریکی شده و پس از دریافت انرژی مکانیکی وارد شده به محور خود، آن را به انرژی الکتریکی تبدیل کرده و به باتری انتقال می‌دهد.

مزایای اصلی این خودروها عبارت‌اند از:

- فاقد هر گونه انتشار گازهای گلخانه‌ای
- راندمان بالاتر از خودروهای احتراقی
- آلودگی صوتی بسیار کم
- قیمت پایین موتورهای الکتریکی نسبت به احتراقی

این خودروها در کنار مزایای فراوان معایب گوناگونی نیز دارند. از جمله معایب این خودروها عبارت‌اند از:

- وابستگی کامل به باتری
- زمان بالای شارژ باتری
- عمر پایین باتری‌ها
- هزینه بالای تعویض باتری‌ها
- مسافت پایین طی شده با یکبار شارژ نسبت به خودروهای احتراقی
- هزینه بالای تولید این خودروها

در حال حاضر شرکت‌های متعددی به تولید خودروهای تماما الکتریکی و یا همان BEV می‌پردازند که معروف‌ترین آنها شرکت خودروسازی Tesla و Nissan است. جدول ۱-۱ لیستی از مشهورترین خودروهای الکتریکی BEV را نشان می‌دهد.

جدول ۱-۱: خودروهای الکتریکی **BEV** و مسافت طی شده توسط آنها**[۵۰]**

مدل و تصویر خودرو الکتریکی		مسافت طی شده بوسیله باتری (کیلومتر)
Tesla Model S		۳۳۵-۴۳۰
Nissan Leaf		۱۲۰
i MiEV Mitsubishi		۱۰۰
Smart EV		۱۰۹

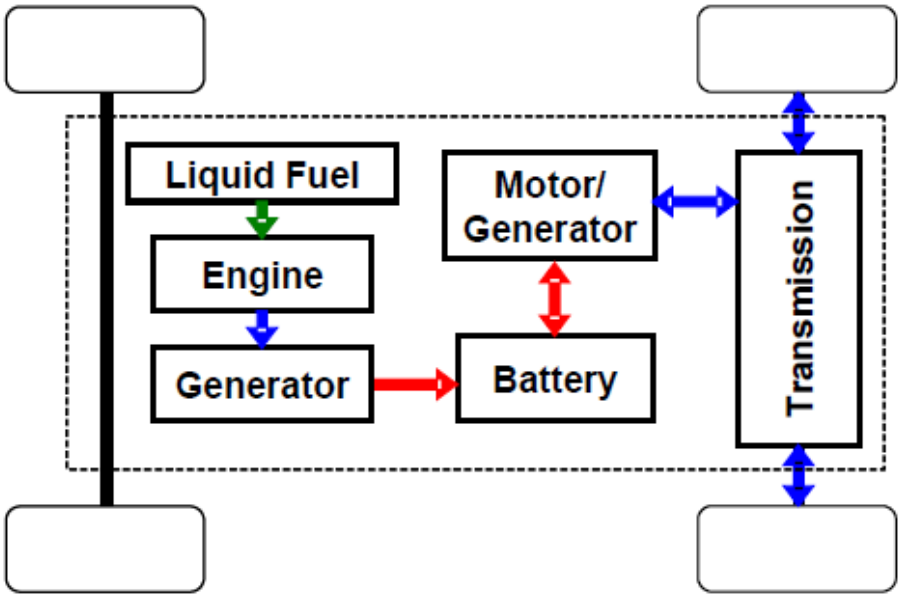
۱-۲-۲- خودروهای الکتریکی HEV[۱]

خودروهای الکتریکی HEV و یا هیبریدی دارای موتور احتراقی و موتور الکتریکی به همراه باتری جهت ذخیره انرژی الکتریکی می‌باشند. به طور طبیعی مهم‌ترین مزیت یک خودروی هیبریدی، مصرف سوخت پایین و آلایندگی کمتر آن نسبت به خودروهای معمولی است[۵۲]. بخش عمده‌ای از زمان کارکرد خودروها به ویژه در ترافیک‌های شهری، در حالت ساکن و خلاص می‌گذرد و این به معنای آن است که بنزین بدون آنکه حرکتی ایجاد کند می‌سوزد. در یک خودروی هیبرید در شرایط ترافیک، موتور احتراقی به طور خودکار خاموش می‌شود و خودرو با توان الکتریکی به حرکت درمی‌آید. مهم‌ترین مزیت این خودروها موتور الکتریکی آن است که در حالت سکون هیچ توانی مصرف نمی‌کند و به این ترتیب خودرو تنها زمانی که به حرکت درمی‌آید، انرژی مصرف می‌کند. موتورهای الکتریکی می‌توانند گشتاور بسیار بالایی را از آغاز حرکت تولید کنند که این مسئله به معنای آن است که خودرو به راحتی می‌تواند با سرنشینان کامل در ترافیک شهری حرکت کند و به همین دلیل مصرف سوخت این خودروها به طور معمول در شهر پایین‌تر از جاده است[۵۲]. از جمله معایب اصلی این خودروها عدم قابلیت شارژ باتری‌ها است. این خودروها بر اساس ساختارهای مختلف به سه دسته سری، موازی و سری-موازی تقسیم می‌شوند. در ادامه به بررسی هر یک از این دسته‌ها پرداخته می‌شود.

[۱] Hybrid Electric Vehicle

الف) خودروهای هیبریدی سری[1]

با توجه به شکل ۱-۱۵، در حالت سری، تنها یک مسیر برای انتقال گشتاور به چرخ‌های خودرو وجود دارد این در حالی است که منابع انرژی از طریق دو منبع الکتریکی و سوخت فسیلی تامین می‌گردد. در واقع در این نوع هیبریدها، موتور بنزینی ژنراتور را به حرکت درمی‌آورد و ژنراتور نیروی حاصل را به باتری انتقال می‌دهد. در این بخش، نیروی حاصل هم برای شارژ باتری و هم برای قدرت دادن به موتور الکتریکی تقسیم شده که موتور الکتریکی نیروی حاصل را به سیستم انتقال قدرت مکانیکی ارسال می‌کند. بنابراین موتور احتراقی در هیبریدهای سری هرگز به طور مستقیم به سیستم انتقال قدرت مکانیکی نیرو نمی‌دهد و این کار بر عهده موتور الکتریکی است[۵۰و ۵۲].



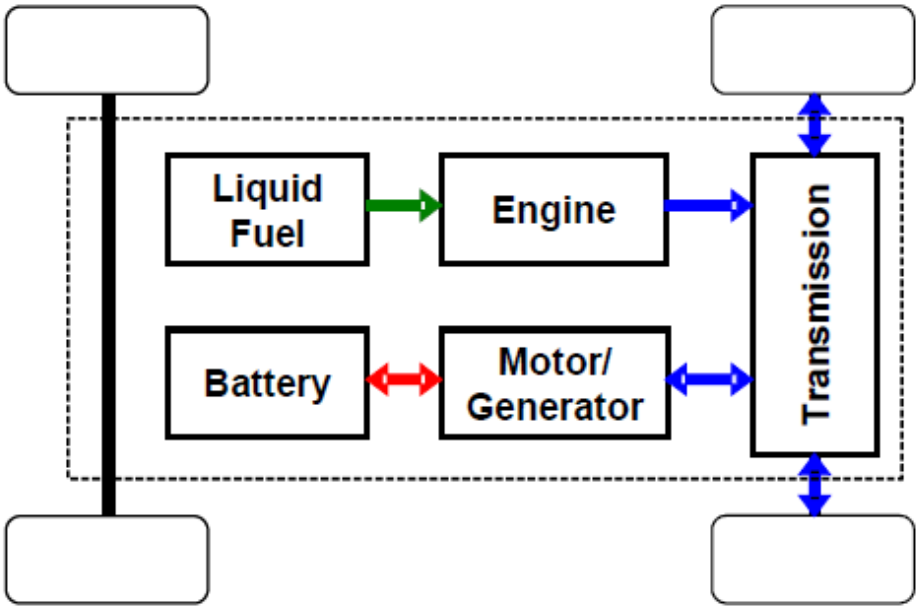
شکل ۱-۱۵: ساختار خودروهای هیبریدی سری

در این نوع سیستم هیبرید، معمولا قدرت خروجی خیلی بالا نمی‌باشد، چراکه توان انتقال یافته توسط موتور الکتریکی به چرخ‌ها به مراتب کمتر از یک موتور احتراقی است. در این خودروها علاوه بر شارژ باتری‌ها از طریق ژنراتور متصل به موتور احتراقی، از طریق ترمز خودرو نیز شارژ باتری‌ها میسر می‌گردد. موتور احتراقی در این خودروها در نقطه کار بهینه خود عمل کرده و به همین دلیل میزان آلایندگی آن کمتر خواهد بود. زمانی‌که خودرو در مسیر عبوری خود به گشتاور بیشتری برای انتقال به چرخ‌ها نیازمند است (همانند مسیرهای سربالایی)، باتری‌ها می‌توانند در کنار ژنراتور متصل به موتور احتراقی این مازاد توان را تامین کنند. همچنین زمانی‌که خودرو در مسیر عبوری خود به گشتاور کمتری برای انتقال به چرخ‌ها نیازمند است (همانند مسیرهای سرازیری)، باتری‌ها می‌توانند مازاد توان تولید شده توسط ژنراتور متصل به موتور احتراقی را در خود ذخیره کنند[۵۰و۵۲].

[1] Series Hybrid Electric Vehicle

ب) خودروهای هیبرید موازی[1]

با توجه به شکل ۱-۱۶، در هیبرید موازی، باک بنزین سوخت را به موتور احتراقی و باتری‌ها نیز انرژی را به موتور الکتریکی می‌رساند. در این سیستم دو موتور احتراقی و الکتریکی هم‌زمان به سیستم انتقال قدرت مکانیکی متصل می‌شوند و قدرت تولید شده به چرخ‌ها می‌رسد. این نکته حائز اهمیت است که موتور احتراقی و موتور الکتریکی اغلب به طور مستقل و جداگانه به سیستم انتقال قدرت مکانیکی متصل می‌شوند[۵۰ و ۵۲].



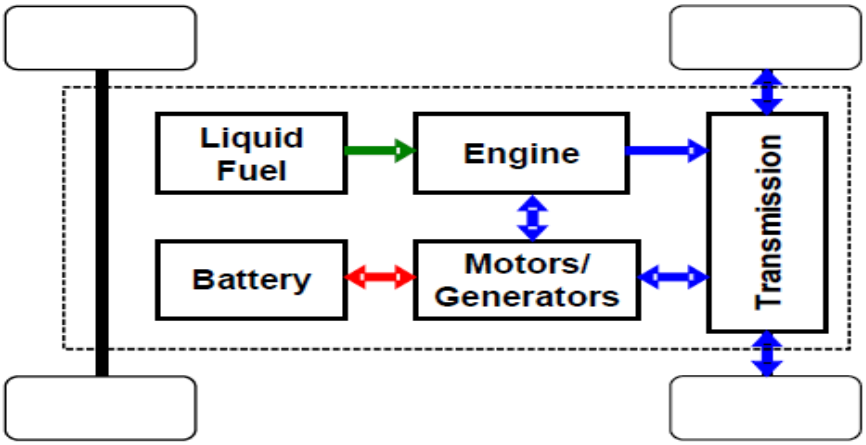
شکل ۱-۱۶: ساختار خودروهای هیبریدی موازی

خودروهای هیبرید موازی می‌توانند با موتور احتراقی و بدون وجود موتور الکتریکی هم حرکت کنند و به همین دلیل اگر طی مسیر حرکت، شارژ باتری آنها به پایان برسد خودرو به طور اتوماتیک با روشن کردن موتور احتراقی به راه خود ادامه می‌دهد ضمن آنکه می‌تواند از همین طریق باتری‌های خودرو را نیز شارژ کند و به این ترتیب این خودروها هیچ‌گاه به دلیل اتمام شارژ باتری‌ها متوقف نمی‌شوند. این خودروها نسبت به خودروهای هیبرید سری از قدرت بالاتری برخوردارند، چرا که موتور احتراقی به طور مستقیم به سیستم انتقال قدرت مکانیکی متصل می‌گردد. از طرفی به علت آنکه موتور احتراقی به عنوان یکی از نیروهای محرک برای خودرو محسوب می‌گردد، با قرار گرفتن در مسیرهای گوناگون (همانند سرازیری، سربالایی و مستقیم)، نقطه کار این موتور متناسب با شرایط مختلف تغییر کرده و عملا ممکن است در نقطه کار بهینه قرار نگیرد. از این‌رو مصرف سوخت این خودروها و میزان آلایندگی آنها به مراتب بیشتر از خودروهای هیبرید سری است[۵۲].

[1] Parallel Hybrid Electric Vehicle

ج) خودروهای هیبرید سری-موازی[1]

بر اساس شکل ۱-۱۷، در ساختار هیبرید سری-موازی، ساختارهای هیبرید سری و هیبرید موازی ترکیب می‌شوند. در این سیستم توان ایجاد شده توسط موتور احتراقی به دستگاه تقسیم کننده نیرو انتقال داده شده و سپس به دو بخش مکانیکی و الکتریکی تقسیم می‌شود. بخش مکانیکی، نیروی حاصل را به سیستم انتقال قدرت مکانیکی و سپس به چرخ‌ها ارسال کرده و هماهنگ با آن، بخش الکتریکی نیز نیروی حاصل را به بخش کنترل کننده نیرو انتقال می‌دهد به گونه‌ای که این سیستم در نقطه بهینه خود کار کند. در این سیستم که مبدع آن شرکت Toyota بوده است، شارژ باتری از طریق موتور-ژنراتورهای بکار رفته صورت می‌پذیرد، به صورتی که موتور احتراقی و یا حتی برداشتن پا از پدال گاز و یا ترمز کردن باعث می‌شود که انرژی مکانیکی تبدیل به انرژی الکتریکی شده و صرف شارژ مجدد باتری گردد[۵۰].



شکل ۱-۱۷: ساختار خودروهای هیبرید سری-موازی

این خودروها به علت ترکیب شدن حالات سری و موازی از ایرادات کمتری نسبت به هر یک از حالات سری و موازی برخوردارند. قدرت بالای گشتاور انتقال یافته به چرخ‌های خودرو در حالت کار در وضعیت موازی و آلایندگی کمتر در حالت کار در وضعیت سری از جمله ویژگی‌های این نوع از خودروهای هیبریدی است. جدول ۱-۲ لیستی از مشهورترین خودروهای HEV را نشان می‌دهد.

[1] Series-Parallel Hybrid Electric Vehicle

جدول ۱-۲: خودروهای الکتریکی **HEV** و مسافت طی شده توسط آنها**[۵۰]**

مسافت طی شده بوسیله باتری (کیلومتر)	مدل و تصویر خودرو الکتریکی	
۳	Audi Q5	
۴	BMW Active Hybrid 3	
۱/۶	Lexus CT 200h	
۱۲	Toyota Highlander	

۱-۲-۳- خودروهای الکتریکی PHEV[۱]

خودروهای اتصال برقی هیبریدی و یا PHEV به صورتی است که علاوه بر باتری، از موتورهای دیزلی و بنزینی نیز برای تأمین نیروی محرکه آن‌ها استفاده می‌شود. چنین خودروهایی از محبوبیت زیادی برخوردار هستند زیرا از ظرفیت پیمایشی بالایی برخوردار هستند و مصرف سوخت کمی نیز دارند. این خودروها به راحتی می‌توانند با استفاده از پریز برق شارژ شوند. صاحبان این خودروها می‌توانند برای تامین انرژی خودروی خود در مسافت‌های کوتاه، از باتری‌های آن کمک بگیرند و در صورتی که شارژ باتری تمام شد می‌توانند به راحتی آنها را شارژ کنند و یا در ادامه مسیر از موتور احتراقی خودروی خود استفاده کنند[۵۰و۵۳]. یکی از معایب این خودروها نسبت به خودروهایی که انرژی آنها فقط توسط باتری تامین می‌شود این است که آلودگی بیشتری در محیط زیست ایجاد می‌کنند، اما قطعا آلودگی آنها نسبت به خودروهایی که فقط دارای موتور احتراقی هستند، کمتر است. این خودروها نیز همانند خودروهای HEV به سه دسته سری، موازی و سری-

[۱] Plug-in Hybrid Electric Vehicle

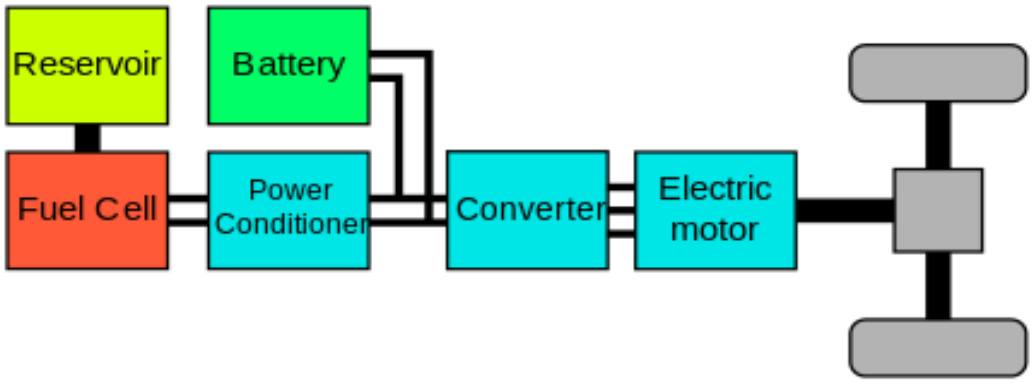
موازی تقسیم می‌شوند، با این تفاوت که قابلیت شارژ باتری‌ها به آنها افزوده شده است. از طرفی ظرفیت و حجم باتری‌های خودروهای PHEV نسبت به HEV بیشتر است (حدودا پنج برابر). تفاوت اساسی بین باتری‌های این دو خودروی الکتریکی در این است که باتری‌های PHEV باید قابلیت شارژ و دشارژ سریع‌تری نسبت به باتری‌های HEV داشته باشند، این در حالیست که باتری‌های HEV تقریبا در حالت شارژ کامل عمل می‌کنند و تخلیه در آنها به ندرت اتفاق می‌افتد. همچنین به علت حجم بالای باتری‌های بکار گرفته شده در این نوع خودروهای الکتریکی، مسافت طی شده توسط باتری در این خودروها بیشتر از خودروهای HEV است[۵۳]. جدول ۱-۳ لیستی از مشهورترین خودروهای PHEV را نشان می‌دهد.

جدول ۱-۳: نمونه‌هایی از خودروهای الکتریکی **PHEV** و مسافت طی شده توسط آنها**[**۵۰و۵۳**]**

مدل و تصویر خودرو الکتریکی		مسافت طی شده بوسیله باتری (کیلومتر)
	BMW i3 REx	۱۶۰
	BMW i8	۳۷
	Cadillac ELR	۵۹
	Porsche Panamera E	۳۶
	Chevrolet Volt (Second Generator)	۸۵
	Ford Fusion Energi	۳۴

۱-۲-۴- خودروهای الکتریکی FCEV[۱]

خودروهای الکتریکی پیل سوختی و یا FCEV هم نوعی از خودروهای دوستدار محیط زیست هستند. بر اساس شکل ۱-۱۸، ساختار این خودروها به صورتی است که گاز هیدروژن را برای تامین نیروی محرکه موتور برقی به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کنند. در فرایند تبدیل گاز هیدروژن به برق، تنها چیزی که تولید می‌شود، آب و حرارت است که هیچ آسیبی به محیط زیست وارد نمی‌کند. این خودروها نیز دارای باتری هستند. در مقایسه این خودروها با خودروهایی که نیروی محرکه آنها فقط توسط باتری تامین می‌شود باید گفت که موتورهای مدرن گازی این نوع خودروها باعث برتری آنها نسبت به خودروهای مذکور شده است و مخزن گاز این خودروها نیز تنها ظرف مدت چند دقیقه پر می‌شود[۵۴و۵۵].



شکل ۱-۱۸: ساختار خودروهای الکتریکی پیل سوختی

این خودروها برای نخستین بار توسط شرکت Toyota در سال ۲۰۱۵ و پس از آن توسط شرکت Hyundai وارد بازار گردید. در اوایل سال ۲۰۱۷، تعداد ایستگاههای عمومی هیدروژن در ایالات متحده ۳۶ ایستگاه بوده است که با برنامه‌ریزی‌های انجام شده قرار است تعداد این ایستگاهها در سال‌های آینده بویژه در کالیفرنیا افزایش یابد. همچنین این ایستگاهها در کشورهای اروپایی و ژاپن نیز در حال توسعه است[۵۴]. از جمله معایب این خودروها این است که به علت تکنولوژی جدید آنها، قیمت این خودروها بسیار گران است و از طرفی به علت کمبود ایستگاههای سوخت‌گیری هیدروژن، اقبال عمومی به سمت این خودروها بسیار کم است. جدول ۱-۴ لیستی از معروف‌ترین خودروهای FCEV را نشان می‌دهد.

[۱] Fuel Cell Electric Vehicle

جدول ۱-۴: خودروهای الکتریکی **FCEV** و مسافت طی شده توسط آنها**[۵۴]**

مسافت طی شده با یک بار پر نمودن مخزن (کیلومتر)	مدل و تصویر خودرو الکتریکی	
۵۰۲	Toyota Mirai	
۵۹۴	Hyundai Tucson Fuel Cell	
۳۹۰	Honda Clarity Fuel Cell	
۳۱۰	Mercedes-Benz F-Cell (B-Class based)	

۱-۳- بررسی آخرین محصولات بزرگترین شرکت‌های سازنده خودروهای الکتریکی در جهان

در این بخش به بررسی سه مدل از آخرین تولیدات بزرگترین شرکت‌های سازنده خودروهای الکتریکی پرداخته می‌شود. شرکت‌های مورد نظر شرکت Tesla Motors، General Motors و BMW برای بررسی سه مدل Tesla Model 3، Chevrolet Bolt و BMW i3 می‌باشد. در ادامه به بررسی و تشریح هر یک از این خودروها پرداخته می‌شود.

۱-۳-۱-خودرو الکتریکی Tesla Model 3

خودرو تمام الکتریکی[1] Tesla Model 3 آخرین محصول شرکت Tesla Motors است که در جولای ۲۰۱۷ روانه بازار گردید[۵۶]. این خودرو که یک خودرو سدان لوکس[2] محسوب می‌گردد در دو مدل Standard و Long-Range عرضه شده و قابلیت شارژ فوق سریع[3] را که مختص خودروهای شرکت Tesla است دارد[۵۷]. این خودرو در ابتدا با فروش محدود در اوایل جولای ۲۰۱۷ روانه بازار گردید، اما در دسامبر همان سال، میزان فروش این خودرو به بیش از ۲۰ هزار دستگاه رسید که این مقدار برابر با نیمی از ظرفیت خط تولید این خودرو می‌باشد[۵۸]. شکل ۱-۱۹ تصویر خودرو الکتریکی Tesla Model 3 را نشان می‌دهد.

شکل ۱-۱۹: خودرو الکتریکی **Tesla Model 3**

جدول ۱-۵ ویژگی‌های دو مدل مختلف Standard و Long-Range خودرو الکتریکی Tesla Model 3 را نشان داده و با یکدیگر مقایسه می‌کند[۵۹و۶۰].

جدول ۱-۵: ویژگی‌های دو مدل **Standard** و **Long-Range** خودرو الکتریکی **Tesla Model 3**

نام مدل	Standard Model	Long-Range Model
نوع خودرو الکتریکی	BEV	
مسافت پیموده شده با یک بار شارژ (کیلومتر)	۳۵۰	۵۴۰
مدت زمان رسیدن سرعت به ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت (ثانیه)	۵/۶	۵/۱
حداکثر سرعت (کیلومتر بر ساعت)	۲۱۰	۲۳۵
نوع و ظرفیت باتری	۵۰ کیلووات‌ساعت، لیتیم-یونی	۷۵ کیلووات‌ساعت، لیتیم-یونی

[1] Battery Electric Car
[2] Luxury Sedan
[3] Super Charging

مسافت پیموده شده با ۳۰ دقیقه شارژ فوق سریع (کیلومتر)	۲۱۰	۲۷۰
مسافت پیموده شده با یک ساعت شارژ معمولی[1] (کیلومتر)	۴۸	۶۰
نوع موتور الکتریکی	۳ فاز، ۶ قطب، ۱۹۲ کیلووات، مغناطیس دائم	۳ فاز، ۶ قطب، ۱۹۲ کیلووات، مغناطیس دائم
وزن خودرو (کیلوگرم)	۱۶۱۰	۱۷۳۰
طول (متر)	۴/۶۹	۴/۶۹
عرض (متر)	۱/۹۳	۱/۹۳
ارتفاع (متر)	۱/۴۴	۱/۴۴

۱-۳-۲- خودرو الکتریکی Chevrolet Bolt

خودروی Chevrolet Bolt یا Chevrolet Bolt EV یک خودروی تمام الکتریکی ساخته شده بوسیله شرکت جنرال موتورز و با همکاری شرکت ال‌جی[2] است که در اواخر سال ۲۰۱۶ روانه بازار گردید. این خودرو در سال ۲۰۱۷ توسط ضابطه Motor Trend به عنوان خودروی سال ۲۰۱۷ در آمریکای شمالی معرفی گردید[۶۱]. همچنین این خودرو در ضابطه TIMES به عنوان یکی از ۲۵ نوآوری برتر سال ۲۰۱۶ انتخاب گردید[۶۲].

در سال ۲۰۱۲ شرکت خودروسازی جنرال موتورز کره جنوبی با بکارگیری یک تیم ۱۸۰ نفره شروع به توسعه و طراحی این خودرو کرد. در سال ۲۰۱۵ شرکت جنرال موتورز اقدام به تست ۵۰ خودرو Chevrolet Bolt به عنوان مدل‌های نمونه و اولیه در ایستگاه تست خودرو جنرال موتورز واقع در میلفورد میشیگان[3] نمود. این خودروها از لحاظ سرعت، شتاب، دینامیک خودرو، راحتی کابین، شارژ و راندمان انرژی مورد ارزیابی قرار گرفتند[۶۳]. پس از پشت سر گذاشتن آزمایشات متعدد، آلن بتی[4] مدیرعامل جنرال موتورز آمریکای شمالی در فوریه ۲۰۱۵ اعلام کرد که این خودرو آماده تولید شده و به زودی وارد بازارهای جهانی خواهد شد[۶۴]. در اوایل سال ۲۰۱۶ شرکت جنرال موتورز اقدام به انتشار عکس‌ها و فیلم‌های متعدد از Chevrolet Bolt نمود و سرانجام در اواخر سال ۲۰۱۶ این خودرو روانه بازار گردید[۶۵]. شکل ۱-۲۰ تصویر خودرو الکتریکی Chevrolet Bolt را نشان می‌دهد و جدول ۱-۶ ویژگی‌های خودرو الکتریکی Chevrolet Bolt را نشان می‌دهد[۶۶] .

[1] Home Charging
[2] LG Corporation
[3] Milford, Michigan
[4] Alan Batey

شکل ۱-۲۰: خودرو الکتریکی **Chevrolet Bolt**

جدول ۱-۶: ویژگی‌های خودرو الکتریکی **Chevrolet Bolt**

نام مدل	Chevrolet Bolt
نوع خودرو الکتریکی	BEV
مسافت پیموده شده با یک‌بار شارژ (کیلومتر)	۵۲۰
مدت زمان رسیدن سرعت به ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت (ثانیه)	۷
حداکثر سرعت (کیلومتر بر ساعت)	۱۴۶
نوع و ظرفیت باتری	۶۰ کیلو وات‌ساعت، لیتیم-یونی غنی شده به نیکل
نوع شارژ الکتریکی	سریع
نوع و ظرفیت موتور الکتریکی	۱۵۰ کیلووات، معناطیس دائم
وزن خودرو (کیلوگرم)	۱۶۲۴
طول (متر)	۴/۱۷
عرض (متر)	۱/۷۷
ارتفاع (متر)	۱/۶

۱-۳-۳- خودرو الکتریکی BMW i3

خودرو اتصال برقی[1] BMW i3 محصول شرکت BMW آلمان و یکی از محصولات سری I[2] این شرکت است. این خودرو برای اولین بار در سال ۲۰۱۱ و در نمایشگاه بین‌المللی خودرو آلمان رونمایی شد و اولین محصول تجاری آن در سال ۲۰۱۳ روانه بازار گردید[۶۷]. فروش این خودرو ابتدا در سال ۲۰۱۳ در اروپا و سپس در سال ۲۰۱۴ در آمریکا آغاز گردید. حضور موفق این خودرو در بازار جهانی سبب گردید که در بین تمامی خودروهای الکتریکی، عنوان سومین خودرو الکتریکی

[1] Plug-in Electric Vehicle
[2] Seri i

از لحاظ فروش در سال‌های ۲۰۱۴ تا ۲۰۱۶ را به خود اختصاص دهد[۶۸]. همچنین این خودرو توانست دو جایزه با عناوین World Green Car و World Car Design را در سال ۲۰۱۴ به خود اختصاص دهد[۶۹]. شکل ۱-۲۱ تصویر خودرو الکتریکی BMW i3 را نشان می‌دهد و جدول ۱-۷ ویژگی‌های خودرو الکتریکی BMW i3 را نشان می‌دهد[۷۰-۷۲] .

شکل ۱-۲۱: خودرو الکتریکی **BMW i3**

جدول ۱-۷: ویژگی‌های خودرو الکتریکی **BMW i3**

نام مدل	BMW i3
نوع خودرو الکتریکی	PHEV
مسافت پیموده شده در حالت BEV (کیلومتر)	۱۶۰
مدت زمان رسیدن سرعت به ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت (ثانیه)	۸
حداکثر سرعت (کیلومتر بر ساعت)	۱۵۰
نوع و ظرفیت باتری	۳۳ کیلووات ساعت، لیتیم - یونی
نوع شارژ الکتریکی	سریع
نوع و ظرفیت موتور الکتریکی	۱۲۵ کیلووات ساعت، مغناطیس‌دائم
وزن خودرو (کیلوگرم)	۱۳۱۵
طول (متر)	۳/۹۹
عرض (متر)	۱/۷۷
ارتفاع (متر)	۱/۵۷

۱-۴- بررسی انواع موتورسیکلت‌های برقی و نحوه عملکرد آنها

موتورسیکلت الکتریکی یکی از وسایل حمل و نقل با انرژی پاک است و در بسیاری از کشورها پتانسیل قابل توجهی برای استفاده از آن وجود دارد. وسایل نقلیه دوچرخ بیش از ۵۰ درصد کل وسایل نقلیه موتوری را در کشورهای آسیایی تشکیل می‌دهند. در سال ۲۰۰۰، در آسیا حدود ۴۰ میلیون موتورسیکلت وجود داشته و نرخ رشد سالیانه آن ۱۸ درصد بوده است [۷۳]. باتری‌های مورد استفاده در موتورهای الکتریکی انواع مختلفی دارند. از جمله این باتری‌ها می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد:

- باتری سرب- اسید با ولتاژ ۹۶ ولت و ظرفیت ۱۲ آمپرساعت برای ذخیره‌سازی و تامین انرژی الکتریکی لازم موتورسیکلت معرفی شده است. این باتری از سال ۱۹۹۶ تاکنون به دلایلی همچون قیمت ارزان و فراوانی در بازار، مشتریان و مصرف‌کنندگان خاص خود را دارد.
- به منظور تامین انرژی موتورسیکلت الکتریکی Fortune 200e از چهار بسته باتری نیکل-روی دوازده ولتی با ظرفیت ۲۲ آمپرساعت و وزن تقریبی ۶/۸ کیلوگرمی استفاده شده است. البته این باتری بنا به دلایلی از جمله طول عمر کم (۳۰۰ سیکل) و بازده پایین (۶۵ درصد)، با اقبال عمومی چندانی جهت کاربرد به عنوان باتری مورد استفاده در سیستم حمل و نقل الکتریکی مواجه نشده است.
- از دیگر باتری‌های مورد استفاده در موتورهای الکتریکی می‌توان به باتری‌های نیکل- هیدرید فلز، لیتیم-یون و سرب- اسید بهبود یافته اشاره نمود.

از بین باتری‌های مذکور، در حال حاضر از باتری لیتیم-یون استفاده بیشتری می‌شود، به عنوان مثال شرکت Zero از این نوع باتری‌ها در موتورسیکلت‌های خود استفاده می‌نماید. همچنین می‌توان از ایستگاههای شارژ عمومی و یا شارژرهای خانگی برای شارژ موتورهای الکتریکی استفاده نمود.

با توجه به مسائل محیط زیستی و کاهش سوخت‌های فسیلی بررسی و معرفی موتورسیکلت‌های برقی ضرورت دارد. در ادامه چند مورد از موتورسیکلت‌های الکتریکی معرفی شده به بازار در سال ۲۰۱۹ با مشخصات معرفی شده‌اند[۷۴].

موتورسیکلت برقی Energica EGO، که در شکل ۱-۲۲ نشان داده شده است، یک موتورسیکلت ایتالیایی با صفر تا صد، سه ثانیه‌ای است که با استفاده از کانکتورهای شارژ سریع می‌تواند در مدت ۲۰ دقیقه، ۸۰ درصد شارژ شود. مشخصات دیگر این موتور شامل ظرفیت باتری: ۱۱/۷ کیلووات ساعت، برد، ۱۶۰ کیلومتر و حداکثر سرعت، ۲۴۰ کیلومتر بر ساعت می‌باشد.

شکل ۱-۲۲: موتورسیکلت الکتریکی **Energica EGO**

موتورسیکلت الکتریکی Zero SR را می‌توان با استفاده از ایستگاه شارژ معمولی عمومی AC و یا با استفاده از خروجی خانگی شارژ نمود. این موتورسیکلت‌ها دارای پورت شارژ SAE J1772، ظرفیت باتری ۱۳ کیلووات ساعت، برد ۲۲۵ مایل و حداکثر سرعت ۱۶۵ کیلومتر بر ساعت می‌باشند(شکل ۱-۲۳).

شکل ۱-۲۳: موتورسیکلت الکتریکی **Zero SR**

موتورسیکلت الکتریکی Victory Empulse TT که در شکل ۱-۲۴ نشان داده شده، یک موتورسیکلت با قابلیت شارژ سریع در بازار است که برای شارژ کامل با استفاده از ایستگاه شارژ AC تنها ۳/۹ ساعت و با خروجی‌های خانگی ۸/۹ ساعت زمان لازم دارد. بنابراین تنها سه ساعت زمان لازم است تا ۸۰ درصد باتری شارژ شود. همچنین این موتورسیکلت‌ها دارای ظرفیت باتری ۱۰/۴ کیلووات ساعت، برد ۲۲۵ کیلومتر بر ساعت و حداکثر سرعت بیشتر از ۱۶۰ کیلومتر می‌باشند.

شکل ۱-۲۴: موتورسیکلت الکتریکی **Victory Empulse TT**

برای موتورسیکلت الکتریکی Harley Davidsons، می‌توان از هر خروجی خانگی استاندارد به منظور شارژ کامل استفاده نمود. همچنین برای شارژ سریع‌تر می‌توان از ایستگاه شارژ DC عمومی به منظور شارژ ۸۰ درصدی در ۴۰ دقیقه و شارژ کامل در یک ساعت استفاده نمود. ویژگی‌های دیگر این موتورها شامل پورت شارژ سریع، ظرفیت باتری ۷ کیلووات ساعت، برد ۸۵ کیلومتر و حداکثر سرعت ۱۵۰ کیلومتر بر ساعت می‌باشد.

شکل ۱-۲۵: موتورسیکلت الکتریکی **Harley Davidsons**

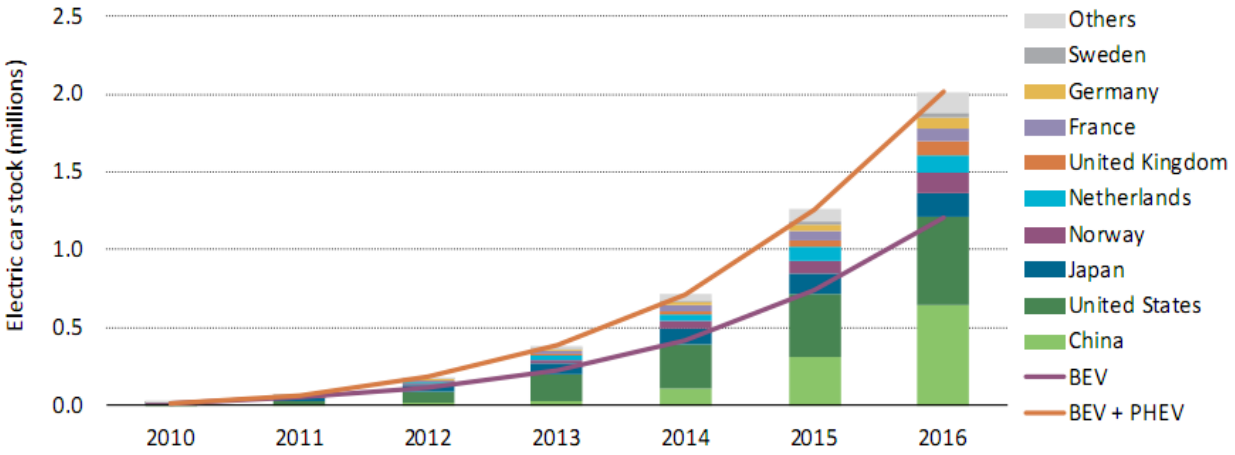
موتورسیکلت الکتریکی KTM Freeride E، موتورسیکلت Off road بی‌صدا با ظرفیت باتری ۲/۶ کیلووات ساعت، برد ۸۰ کیلومتر و حداکثر سرعت ۹۷ کیلومتر بر ساعت می‌باشد که در شکل ۱-۲۶ نشان داده شده است.

شکل ۱-۲۶: موتورسیکلت الکتریکی **KTM Freeride E**

۱-۵- جایگاه خودروهای الکتریکی در آینده و برنامه کشورهای مختلف در توسعه و بکارگیری آنها

۱-۵-۱-سهم خودروهای الکتریکی از بازار خودرو در کشورهای مختلف جهان

ثبت رکورد ۷۵۰ هزار دستگاه فروش جهانی خودروی الکتریکی در سال ۲۰۱۶ و افزایش تعداد خودروهای الکتریکی به حدود ۲ میلیون دستگاه در جهان، حکایت از ارتقاء جایگاه خودرو الکتریکی در دنیا دارد. نروژ بی تردید موفق‌ترین کشور جهان در فروش خودروهای الکتریکی است چراکه ۲۹٪ از کل تعداد فروش خودرو در داخل این کشور به خودروهای الکتریکی اختصاص داده شده است. به دنبال آن کشورهای هلند و سوئد به ترتیب با اختصاص ۶/۴٪ و ۳/۴٪ از کل فروش داخلی خودرو به خودروهای الکتریکی، در جایگاه‌های دوم و سوم جهان قرار گرفته‌اند. همچنین کشورهای چین، انگلستان و فرانسه تنها ۱/۵٪ از کل فروش داخلی خودرو را به خودروهای الکتریکی اختصاص داده‌اند. از طرفی بر اساس شکل(۱-۲۷)، کشور چین از لحاظ تعداد خودروهای الکتریکی در جهان، بزرگترین بازار خودروهای الکتریکی را به خود اختصاص داده است و در سال ۲۰۱۶ سهم این کشور در کل بازار خودرو الکتریکی در جهان قریب به ۴۰٪ بوده است. تا سال ۲۰۱۵، جایگاه نخست تعداد خودروهای الکتریکی در دست ایالات متحده آمریکا بوده است که در سال ۲۰۱۶ با تمرکز بیشتر کشور چین به توسعه خودروهای الکتریکی، این جایگاه در اختیار کشور چین قرار گرفته است. همچنین در حال حاضر کشور چین از نظر برقی کردن سیستم حمل و نقل نیز در جایگاه نخست در جهان قرار دارد[۷۵].

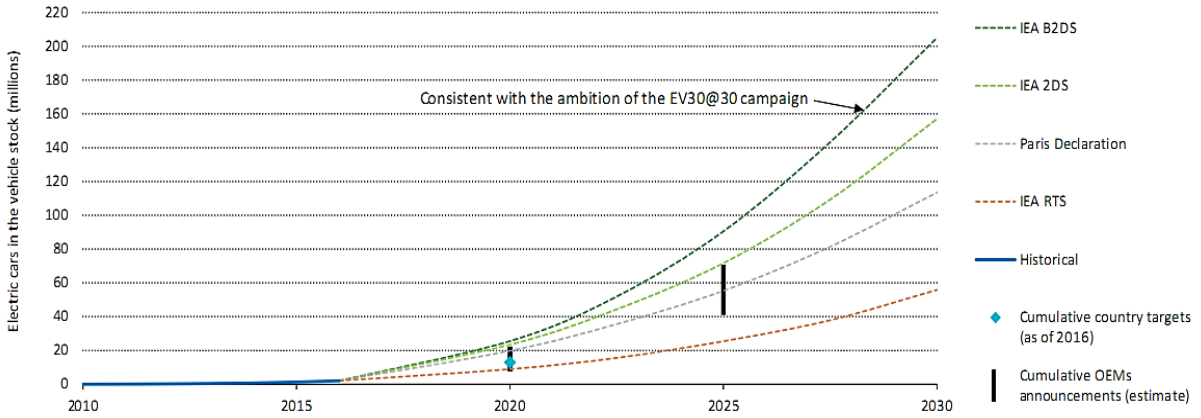


شکل ۱-۲۷: روند افزایش تعداد خودروهای الکتریکی در کشورهای مختلف جهان

بر اساس شکل ۱-۲۷، تعداد خودروهای الکتریکی در جهان از سال ۲۰۱۰ تاکنون با رشد زیادی همراه بوده‌است و در طی شش سال، تعداد خودروهای الکتریکی در جهان به حدود ۲ میلیون دستگاه رسیده است. این موضوع نشان دهنده توجه کشورهای مختلف به مزایای جایگزینی خودروهای احتراقی با خودروهای الکتریکی است. رشد تعداد خودروهای الکتریکی از سال ۲۰۱۵ تا ۲۰۱۶ حدود ۶۰٪ بوده است این در حالی است که رشد تعداد ایستگاههای عمومی شارژ خودروهای برقی از سال ۲۰۱۵ تا ۲۰۱۶ حدود ۷۲٪ بوده که نشان دهنده فراهم‌سازی زیرساخت‌های مورد نیاز برای بکارگیری بیشتر خودروهای الکتریکی در کشورهای مختلف جهان است. با این وجود، در حال حاضر خودروهای الکتریکی

تنها ۰/۲٪ از کل وسایل نقلیه جهان را به خود اختصاص می‌دهند و برای جایگزین شدن با وسایل نقلیه سوخت فسیلی و کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای مسیر زیادی باقی مانده است.

تحقیق، توسعه و ایجاد چشم‌انداز برای ارتقاء تکنولوژی باتری‌های مورد استفاده در خودروهای الکتریکی سبب خواهد شد که هزینه تولید این باتری‌ها کاهش و قابلیت ذخیره انرژی در آنها افزایش یابد. حرکت پیوسته به سمت ارتقاء تکنولوژی باتری‌ها سبب خواهد شد که شکاف رقابتی شدن خودروهای الکتریکی با خودروهای احتراقی و هزینه‌های تولید خودروهای الکتریکی کاهش یابد. بر اساس شکل ۱-۲۸، ارزیابی سیاست‌ها و اهداف کشورهای مختلف و روند رو به توسعه خودروهای الکتریکی این نوید را می‌دهد که تعداد خودروهای الکتریکی تا سال ۲۰۲۰ بین ۹ تا ۲۰ میلیون و در سال ۲۰۲۵ به ۴۰ تا ۷۰ میلیون در جهان برسد.



شکل ۱-۲۸: پیش‌بینی تعداد خودروهای الکتریکی در جهان تا سال ۲۰۳۰ مبتنی بر سناریوهای مختلف

بر اساس شکل ۱-۲۸، سناریوی RTS[۱] نشان‌دهنده بهبود در وضعیت بهره‌وری انرژی و دستیابی به سیاست‌ها و اهداف برنامه‌ریزی شده و یا تحت برنامه‌ریزی است. سناریو 2DS[۲] بدین مفهوم است که تنها ۵۰٪ از محدود کردن افزایش متوسط دما تا ۲ درجه سانتیگراد در آینده امکان‌پذیر گردد. همچنین سناریو B2DS[۳] بیانگر این است که تنها ۵۰٪ از محدود کردن افزایش متوسط دما تا ۱/۷۵ درجه سانتیگراد در آینده تحقق پذیرد.

شتاب توسعه خودروهای الکتریکی تا سال ۲۰۲۰ و به دنبال آن تا سال ۲۰۳۰، برای کاهش انتشار دی اکسید کربن و داشتن حمل و نقل پاک ضروری خواهد بود. در هر دو سناریوی 2DS و B2DS، خودروهای الکتریکی BEV و PHEV به کاهش انتشار دی اکسید کربن تا سال ۲۰۳۰ کمک شایانی خواهند کرد. سناریو توافق‌نامه آب و هوایی پاریس اعلام می‌کند که برای دستیابی به اهداف این توافق‌نامه نیاز است که تا سال ۲۰۳۰ حدود ۱۲۰ میلیون خودرو الکتریکی در سراسر جهان

[۱] Reference Technology Scenario

[۲] Two Degree Scenario

[3] Beyond Two Degree Scenario

وجود داشته باشد. این در حالی است که این تعداد حدود یک‌سوم کمتر از تعداد خودروهای الکتریکی در سناریو 2DS و حدود نصف تعداد خودروهای الکتریکی در سناریوی B2DS در سال ۲۰۳۰ است.

در سال‌های اخیر بسیاری از کشورها در راستای توسعه خودروهای الکتریکی برنامه‌ریزی کرده و اهداف مشخصی را تعیین کرده‌اند. در سال ۲۰۱۶، ۱۴ کشور اتریش، چین، دانمارک، فرانسه، آلمان، هند، ایرلند، ژاپن، هلند، پرتغال، کره جنوبی، انگلستان، اسپانیا و آمریکا (در هشت ایالت) اهداف مشخصی را تعیین کردند که به موجب آن، تمامی سازمان‌ها و نهادهای مرتبط می‌بایست در راستای تحقق آن اهداف حرکت کنند. کشور کره جنوبی تنها کشوری است که برنامه‌های خود را در سال ۲۰۱۶ تغییر داده است و به جای دستیابی به ۲۰۰ هزار خودرو الکتریکی تا سال ۲۰۲۰، ۲۵۰ هزار خودرو الکتریکی را جایگزین آن نموده است. کشور دانمارک دستیابی به ۲۰۰ هزار خودرو الکتریکی و کشورهای آمریکا، چین، کانادا، فرانسه، آلمان، ژاپن، هلند، نروژ، سوئد و انگلستان (کشورهای عضو نهاد EVI[1]) مجموعاً دستیابی به ۱۳ میلیون خودرو الکتریکی را تا سال ۲۰۲۰ برنامه‌ریزی کرده‌اند. دستیابی به مجموعه این اهداف نیازمند رشد جهانی خودروهای الکتریکی به میزان ۶۰٪ در هر سال است. از طرفی برای دستیابی به اهداف سناریو 2DS، میزان رشد خودروهای الکتریکی در هر سال برابر با ۸۵٪ خواهد بود. کشور هند برای سال ۲۰۳۰ یک برنامه‌ریزی بلند پروازانه انجام داده‌است. این کشور تصمیم دارد به سرعت و در طی ۱۵ سال به تعداد حدود ۶۰ میلیون خودرو الکتریکی در ناوگان حمل و نقل خود دست یابد. این مقدار حدوداً برابر با یک‌سوم کل تعداد خودروهای الکتریکی برنامه‌ریزی شده در راستای سناریوی B2DS است.

سال ۲۰۱۶ سالی بود که بسیاری از سازندگان بزرگ خودروهای الکتریکی نیز اهداف و برنامه‌های خود را برای سال‌های آتی بیان نمودند. شرکت Tesla Motors اعلام کرد که تصمیم دارد تا سال ۲۰۲۰ به فروش حداقل یک میلیون دستگاه خودرو الکتریکی دست یابد. همچنین شرکت Volkswagen با اعمال تغییر در برنامه‌ریزی‌های پیشین خود اعلام کرد که تا سال ۲۰۲۵، حداقل ۳۰ مدل خودرو الکتریکی روانه بازار خواهد کرد. در بین سال‌های ۲۰۱۵ تا اوایل ۲۰۱۷، ۹ شرکت بزرگ خودروسازی در جهان برنامه‌های خود را در راستای تولید خودروهای الکتریکی در ۵ الی ۱۰ سال آینده بیان کردند. در کشور چین نیز که بر اساس سناریوی 2DS، حدود یک سوم از تعداد کل خودروهای الکتریکی جهان را شامل می‌شود، چندین شرکت خودروسازی برنامه‌ریزی‌های گسترده خود را برای تولید خودروهای الکتریکی اعلام کرده‌اند. خلاصه‌ای از این برنامه‌ها در جدول ۱-۸ آورده شده است.

بر اساس جدول صفحه بعد، تعداد خودروهای برنامه‌ریزی شده برای فروش در بازار جهانی توسط شرکت‌های خودروسازی، ۹ تا ۲۰ میلیون دستگاه تا سال ۲۰۲۰ خواهد بود. همچنین برای دستیابی به اهداف سناریوی RTS در سال ۲۰۲۵، شرکت‌های خودروسازی می‌بایست حدود ۴۰ الی ۷۰ میلیون خودرو الکتریکی روانه بازارهای جهانی کنند.

[1] Electric Vehicles Initiative

جدول ۱-۸: لیستی از برنامه‌های آتی برخی از شرکت‌های سازنده خودرو الکتریکی

نام شرکت (OEM)[1]	اطلاعیه	منبع
BMW	فروش ۱۰۰ هزار خودرو الکتریکی در سال ۲۰۱۷ و اختصاص ۱۵ الی ۲۰ درصد کل فروش محصولات این شرکت به خودروهای الکتریکی تا سال ۲۰۲۵	Lambert (2017b)
Chevrolet (GM)	فروش سالانه ۳۰ هزار خودرو الکتریکی تا سال ۲۰۱۷	Loveday (2016)
Chinese OEMs	فروش سالانه ۴,۵۲ میلیون خودرو الکتریکی تا سال ۲۰۲۰	CNEV (2017)
Daimler	فروش سالانه ۱۰۰ هزار خودرو الکتریکی تا سال ۲۰۲۰	Daimlar (2016a)
Ford	تولید ۱۳ مدل جدید از خودروهای الکتریکی تا سال ۲۰۲۰	Ford (2017)
Honda	اختصاص دو سوم کل فروش محصولات این شرکت به خودروهای الکتریکی تا سال ۲۰۳۰	Honda (2016)
Renault-Nissan	فروش تجمعی ۱,۵ میلیون خودرو الکتریکی تا سال ۲۰۲۰	Cobb (2015b)
Tesla	فروش سالانه ۵۰۰ هزار خودرو الکتریکی تا سال ۲۰۱۸ و فروش سالانه یک میلیون خودرو الکتریکی تا سال ۲۰۲۰	Golya and Sage (2016), Tesla (2017a)
Volkswagen	فروش سالانه ۲ الی ۳ میلیون خودرو الکتریکی تا سال ۲۰۲۵	Volkswagen (2016)
Volvo	فروش تجمعی یک میلیون خودرو الکتریکی تا سال ۲۰۲۵	Volvo (2016)

۱-۵-۲- نهاد پیشگامان خودرو الکتریکی (EVI)

سازمان EVI یک سازمان بین‌المللی است که تحت نظارت وزارت‌خانه بین‌المللی انرژی پاک فعالیت کرده و هدف آن اشاعه استفاده از خودروهای الکتریکی در جهان است. این سازمان در سال ۲۰۰۹ تشکیل شده است و اعضای اصلی آن تا سال ۲۰۱۷ عبارتند از آمریکا، چین، کانادا، فرانسه، آلمان، ژاپن، هلند، نروژ، سوئد و انگلستان، که آمریکا و چین به صورت مشترک نقش رهبری این سازمان را بر عهده دارند. همچنین هند و کره جنوبی نیز در سال ۲۰۱۷ وارد فعالیت‌های EVI شده و اطلاعات مربوط به برقی‌سازی سیستم حمل و نقل خود را در اختیار این نهاد قرار داده‌اند. کشور آفریقای جنوبی نیز تا سال ۲۰۱۶ عضو این سازمان بوده که هم اکنون به عنوان عضو ناظر بر این سازمان فعالیت می‌کند. در مجموع اعضای این سازمان، ۹۵٪ از کل خودروهای الکتریکی جهان را در اختیار دارند که برنامه‌های مشترک آنها سبب خواهد شد تاثیر زیادی بر روند توسعه خودروهای الکتریکی در جهان بگذارد. این سازمان دو بار در هر سال نمایندگانی از کشورهای عضو را به دور خود جمع می‌کند تا آخرین اقدامات انجام شده و یا برنامه‌ریزی شده را در راستای توسعه خودروهای الکتریکی تشریح کنند. این سازمان حضور موثر و موفقی را در نشست‌های متعدد نظیر نشست COP21 در سال ۲۰۱۵ و COP22 در سال ۲۰۱۶ در راستای ارائه سیاست‌های تدوین شده برای کاهش آلاینده‌ها و توسعه خودروهای الکتریکی در بین اعضا داشته است. این سازمان اهداف متعددی را دنبال می‌کند که برخی از مهمترین اهداف آن عبارتند از:

[1] Original Equipment Manufacture

- حمایت از استقرار ایستگاه‌های شارژ خودروهای الکتریکی
- ارائه تسهیلات و تعهدات لازم برای شرکت‌های مرتبط با خودروهای الکتریکی
- اشتراک گذاری تجربیات، اطلاعات و تحقیقات در ارتباط با توسعه خودروهای الکتریکی
- تشویق کشورهای دیگر به استفاده از تجارب بدست آمده برای توسعه و بکارگیری خودروهای الکتریکی

۱-۵-۳- سیاست‌گذاری کشورهای مختلف در توسعه خودروهای الکتریکی

در سال ۲۰۱۶، سیاست‌گذاری و فروش خودروهای الکتریکی در قیاس با سال ۲۰۱۵، تغییرات قابل توجهی کرده است. در جدول ۱-۹ نگاه عمیق‌تری به موضوع شده و این تغییرات به خوبی نشان داده شده است.

جدول ۱-۹: تغییرات و فروش خودروهای **BEV** و **PHEV** در سال‌های ۲۰۱۵ و ۲۰۱۶ در کشورهای مختلف

Country	2015 vs. 2016 policy developments		2015 vs. 2016 sales growth		2016 sales	
	BEV	PHEV	BEV	PHEV	BEV	PHEV
China	~		75%	30%	257 000	79 000
United States	~		22%	70%	86 731	72 885
Norway	~	↗	6%	164%	29 520	20 660
United Kingdom	~		4%	42%	10 509	27 403
France	~		26%	36%	21 758	7 749
Japan	~		48%	-34%	15 461	9 390
Germany	~		-6%	20%	11 322	13 290
Netherlands	~	↘	47%	-50%	3 737	20 740
Sweden	~	↘	0%	86%	2 951	10 464
Canada	~		19%	147%	5 220	6 360
Denmark	↘		-71%	-49%	1 218	182
Korea	~		75%	-40%	5 099	164

در جدول ۱-۹، علامت ~ نشان دهنده عدم تغییرات قابل توجه است. در ادامه توضیحات دقیق‌تری در ارتباط با جدول فوق ارائه خواهد شد و نشان داده می‌شود که چرا این تغییرات در روند سیاست‌گذاری‌ها و فروش خودروهای الکتریکی رخ داده است. توضیحات به تفکیک کشورهای مندرج در جدول خواهد بود.

- چین

سیاست‌های چین همچنان در راستای فراهم‌سازی تسهیلات مالی و غیر مالی برای توسعه خودروهای الکتریکی است. اعطای یارانه‌های متنوع برای خرید خودروهای الکتریکی و محدودیت در پلاک کردن خودروهای احتراقی بویژه در شهرهای بزرگ از دیگر اقدامات این کشور است. از این‌رو، تعداد زیادی از مردم این کشور تشویق به خرید خودروهای الکتریکی شدند و از مزایا و تسهیلات ارائه شده بهره‌مند شدند. این مسائل سبب گردیده است که این کشور ۳۳۶ هزار خودرو الکتریکی را در سال ۲۰۱۶ به فروش برساند که در قیاس با سال ۲۰۱۵، حدود ۴۰٪ رشد کرده است. در برنامه‌ریزی‌های

صورت گرفته تا سال ۲۰۲۰، علاوه بر ارتقاء سطح تکنولوژی خودروهای الکتریکی و کاهش هزینه‌های تولید آن، دولت چین اعلام کرده است که یارانه‌های ارائه شده به خودروهای الکتریکی ۲۰٪ افزایش خواهد یافت و این موضوع سبب شده که آینده رو به رشدی در انتظار خودروهای الکتریکی در کشور چین رقم باشد.

- نروژ

در نروژ خودروهای الکتریکی از مالیات‌های خرید خودرو معاف هستند که این مقدار در حدود ۱۱۶۰۰ دلار است. با توجه به قوانین سرسخت محیط زیستی در این کشور نظیر محدودیت تردد خودروهای احتراقی و عوارض بالای جاده‌ها، حضور خودروهای الکتریکی بویژه خودروهای BEV می‌تواند از استقبال بالایی برخوردار گردد. با این وجود مشاهده می‌گردد که رشد فروش خودروهای PHEV در قیاس با BEV در سال ۲۰۱۶ بسیار بیشتر بوده است. دلیل این موضوع رشد سریع توسعه خودروهای PHEV و علاقه عموم به استفاده از خودروهای الکتریکی با بعد مسافت طولانی‌تر می‌باشد.

- ژاپن

در کشور ژاپن در سال ۲۰۱۶ یک طرح یارانه‌ای تصویب شد که به موجب آن، تا زمانی‌که بعد مسافتی خودروهای الکتریکی تا حد قابل قبولی افزایش نیابد، میزان یارانه ارائه شده به خودروهای الکتریکی روند افزایشی خواهد داشت. حداکثر مقدار یارانه در نظر گرفته شده ۷۷۰۰ دلار است. به عنوان مثال برای خرید یک دستگاه خودرو الکتریکی Nissan Leaf با باتری ۳۰ کیلو وات‌ساعت مقدار یارانه اختصاص یافته ۳۰۰۰ دلار است. در سال ۲۰۱۶، فروش خودروهای BEV حدود ۵۰٪ افزایش و فروش خودروهای PHEV، ۳۴٪ کاهش یافته است. یکی از دلایل اصلی این رخداد معرفی خودرو الکتریکی Nissan Leaf در سال ۲۰۱۶ و تاثیر منفی اتهامات وارد شده به غیر استاندارد بودن مصرف سوخت خودرو هیبریدی Mitsubishi است.

- هلند

کشور هلند یک طرح مالیاتی در راستای محدود کردن انتشار دی اکسید کربن برنامه‌ریزی کرده است که بر اساس آن، نرخ مالیات تا سال ۲۰۲۰ روندی رو به افزایش خواهد داشت. این طرح عمدتا خودروهای احتراقی و PHEV را تحت تاثیر قرار می‌دهد و خودروهای BEV معاف از مالیات هستند. مقدار مالیات بر اساس مقدار دی اکسید کربن تولید شده در هر کیلومتر است که در سال ۲۰۱۵، به ازای تولید هر گرم دی اکسید کربن در هر کیلومتر، ۶ یورو مالیات و در سال ۲۰۱۶ این مقدار به ۲۰ یورو افزایش یافته است. همچنین شرکت‌هایی که خودروهای BEV تولید و یا عرضه می‌کنند، تنها ۴٪ از درآمد خود را مالیات می‌دهند و این نرخ ثابت خواهند ماند. اما شرکت‌هایی که خودروهای PHEV تولید و یا عرضه می‌کنند، ۱۴-۷٪ در سال ۲۰۱۵، ۲۱-۱۵٪ در سال ۲۰۱۶ و در سال ۲۰۱۷ بیش از ۲۲٪ از درآمد خود را به پرداخت مالیات اختصاص داده‌اند. بنابراین دلیل اصلی کاهش چشمگیر فروش خودروهای PHEV در سال ۲۰۱۶ نسبت به سال ۲۰۱۵، روند افزایشی مالیات‌های اختصاص یافته به این گونه خودروها در کشور هلند است.

- سوئد

کشور سوئد در سال ۲۰۱۱ تصمیم به ارائه تخفیف برای خرید خودروهای PHEV به میزان ۴۵۰۰ دلار کرده است. این روند تا سال ۲۰۱۵ ادامه داشته و در سال ۲۰۱۶ تصمیم بر آن شد که این مقدار تخفیف به میزان ۲۲۵۰ دلار کاهش یابد. اما با این وجود، نرخ فروش خودروهای PHEV در سال ۲۰۱۶ نسبت به سال ۲۰۱۵ بسیار قابل توجه بوده و ۸۶ درصد رشد کرده‌است. این در حالی است که میزان فروش خودروهای BEV در سال ۲۰۱۶ نسبت به سال ۲۰۱۵ تفاوتی نکرده است. یکی از دلایل مهم در رشد چشمگیر فروش خودروهای PHEV این است که هزینه‌های لوازم جانبی و یدکی این خودروها در مقایسه با مدل‌های مشابه احتراقی، بسیار کاهش یافته و این امر توانسته است که به طور متوسط هزینه‌های خودرو را ۱۱۰ دلار در هر ماه کاهش دهد. علاوه بر این، عرضه محصولات متنوع خودروهای PHEV در سال‌های اخیر در سوئد سبب گردیده است که میزان علاقمندی مردم برای خرید این خودروها افزایش را یابد.

- دانمارک

دانمارک از سال ۲۰۰۸ به صورت پیشگام در عرصه برقی کردن سیستم‌های حمل و نقل فعالیت کرده است. در سال ۲۰۱۶، این کشور پس از سال‌ها معافیت کامل مالیاتی بر خودروهای الکتریکی، اعمال مالیات در خرید این خودروها را آغاز نمود. در سال ۲۰۱۶، حدود ۲۰٪ از کل خودروهای این کشور را خودروهای الکتریکی تشکیل می‌دادند. روند اعمال مالیات بر خودروهای الکتریکی تا سال ۲۰۲۲ ادامه خواهد یافت. بنابراین دلیل اصلی کاهش چشمگیر فروش خودروهای الکتریکی در سال ۲۰۱۶، اعمال مالیات بر خودروهای الکتریکی در این کشور است. از طرفی این کشور از سال ۲۰۱۷ یک تخفیف ویژه مالیاتی برای خرید خودروهای الکتریکی مبتنی بر ظرفیت باتری تصویب کرده است. بر اساس این طرح به ازای هر کیلووات ساعت ظرفیت باتری، ۲۲۵ دلار تخفیف در نظر گرفته شده است که سقف این تخفیف تا ظرفیت ۴۵ کیلو وات‌ساعت است که برابر با ۱۰ هزار دلار می‌شود.

۱-۶- جایگاه خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی در سیستم حمل و نقل ایران طی سال‌های آتی

در این بخش به بررسی اسناد بالادستی داخلی (مصوبات و برنامه‌های کلان کشور) در راستای ساخت و استفاده از خودروها و موتورسیکلت‌های برقی پرداخته شد. برای این منظور از مصوبات برنامه‌های پنجم و ششم توسعه و اهداف و سیاست‌های توسعه صنعت خودرو در افق ۱۴۰۴ (وزارت صنعت، معدن و تجارت) استفاده شده است.

۱-۶-۱-ماده ۱ قانون توسعه حمل و نقل عمومی و مدیریت سوخت مصوب ۹۶/۹/۱۸ برنامه پنجم توسعه

دولت مکلف است در جهت توسعه حمل و نقل درون‌شهری و برون‌شهری کشور و مدیریت بر مصرف سوخت نسبت به بهینه‌سازی عرضه خدمات حمل و نقل (از طریق اصلاح و توسعه شبکه حمل و نقل ریلی، برقی کردن خطوط و اجرا علائم و تاسیسات و ارتباطات، افزایش سرعت در شبکه ریلی، یکپارچه‌سازی و ساماندهی مدیریت حمل و نقل، اصلاح قیمت‌ها، ایمن‌سازی و بهبود تردد، بهسازی و از رده خارج نمودن خودروهای فرسوده سبک و سنگین مسافری و باری درون و برون‌شهری، تبدیل خودروهای بنزین‌سوز و گازوییل‌سوز به دوگانه‌سوز، الزام معاینه فنی، توسعه ناوگان حمل و نقل همگانی

ون و مینی‌بوس و میدی‌بوس و اتوبوس، استفاده از سامانه هوشمند حمل و نقل، ساخت و توسعه شبکه آزادراه‌ها و بزرگراه‌های بین‌شهری، حمل ترکیبی کالا از مبدا تا مقصد نهایی با شبکه ریلی و شبکه مکمل جاده‌ای، الزام به داشتن توقفگاه در انواع کاربری‌ها، احداث توقفگاهای عمومی، سامان‌دهی و ایجاد توقفگاه‌ها و پایانه‌های بار و مسافر شهری و برون‌شهری اعم از ریلی و جاده‌ای در نقاط مناسب از شهرها و حومه آن، افزایش امنیت و قابلیت اطمینان و دسترسی)، بهینه‌سازی تقاضای حمل و نقل (از طریق اصلاح فرآیندهای اداری، کاربرد فناوری اطلاعات و ارتباطات، اصلاح کاربری زمین و آمایش سرزمین، اعمال محدودیت‌های ترافیکی، آموزش و فرهنگ‌سازی)، بهینه‌سازی مصرف انرژی (از طریق عرضه بنزین و گازوییل در بخش‌های حمل و نقل و صنعت و کشاورزی با اولویت کارت هوشمند سوخت، احداث جایگاه‌های عرضه گاز، حمایت از ابداعات و اختراعات موثر در کاهش مصرف سوخت)، بهینه‌سازی تولید خودرو (از طریق تولید خودروهای گازسوز، تامین تجهیزات استفاده از گاز توسط خودروها، حمایت از تولید خودروهای برقی، هیبریدی و کم‌مصرف، استانداردسازی تولید خودروهای سبک و سنگین و موتورسیکلت در مصرف سوخت و کاهش آلایندگی) و خروج بنزین و گازوییل از سبد حمایتی، حداکثر از ابتدا سال ۱۳۹۱ هجری شمسی اقدام نماید.

۱-۶-۲- ماده ۲ قانون توسعه حمل و نقل عمومی و مدیریت سوخت مصوب ۹۶/۹/۱۸ برنامه پنجم توسعه

به دولت اجازه داده می‌شود برای اجراء احکام ماده ۱ این قانون اقدامات زیر را به عمل آورد.

۱-اعطا کمک‌های بلاعوض یارانه‌ای به بخش‌های غیردولتی مرتبط با اهداف این قانون.

۲-تخفیف در حقوق ورودی و سود بازرگانی واردات ناوگان حمل و نقل همگانی، خودروهای کم‌مصرف، خودروهای گازسوز، نفت گاز، برقی و هیبریدی و قطعات و تجهیزات مربوطه.

۳-تخفیف در حقوق ورودی و سود بازرگانی واردات تجهیزات، تاسیسات، ماشین‌آلات و قطعات مورد نیاز شبکه و ناوگان ریلی (شهری و برون‌شهری) و توسعه آزادراه‌ها و بزرگراه‌ها.

۴-اعطا تسهیلات بانکی و پرداخت بخشی از سود تسهیلات بانکی به بخش‌های مرتبط با اهداف این قانون.

۵-تغییر کاربری اراضی و واگذاری زمین‌های موردنیاز احداث جایگاه‌های عرضه گاز طبیعی تا پایان سال ۱۳۹۰ هجری شمسی به قیمت منطقه‌ای پس از تملک و پرداخت بهای عادله آنها به صاحبان اراضی.

۶-تعیین و اخذ جریمه، متناسب با مازاد مصرف سوخت و آلایندگی از خودروهای سبک و سنگین به صورت پلکانی.

۷-تعیین و اخذ عوارض، بر مبنای میزان مصرف سوخت و آلایندگی و نوع سوخت از خودروهای تولید داخل و وارداتی از تولیدکنندگان داخلی و واردکنندگان.

۱-۶-۳- بند ش ماده ۳۸ بخش محیط زیست و منابع طبیعی برنامه ششم توسعه

اعطای تسهیلات و پیش‌بینی اعتبار لازم در بودجه سالانه جهت از رده خارج کردن سالانه ده درصد از موتورسیکلت‌های بنزینی و جایگزینی با موتورسیکلت‌های برقی.

۱-۶-۴- بخش ۴,۱ اهداف و سیاست‌های توسعه صنعت خودرو در افق ۱۴۰۴ (وزارت صنعت، معدن و تجارت)

ارتقاء توانمندی‌ها و قابلیت‌های فناورانه:

- توسعه و مشارکت‌های بین بنگاهی در حوزه خرید و انتقال تکنولوژی موردنیاز صنعت خودرو
- ارتباط نظام‌مند صنعت خودرو با دانشگاه و مراکز علمی و پژوهشی مخصوصا در حوزه فناوری‌های جدید و منتج به توسعه پایدار (سازگار با محیط زیست، مواد قابل بازیافت، خودروهای کم‌مصرف، برقی، هیبریدی و غیره)
- توسعه پارک‌های علمی و فناوری
- توسعه خدمات مهندسی و مشاوره
- توسعه و گسترش انجمن‌های تخصصی

۱-۶-۵- بخش ۴,۳ اهداف و سیاست‌های توسعه صنعت خودرو در افق ۱۴۰۴ (وزارت صنعت، معدن و تجارت)

تولید قطعات و مجموعه رقابت‌پذیر:

- توسعه و ارتقاء صنعت قطعه‌سازی و مجموعه‌سازی و صنایع جانبی متناسب با ارزش افزوده
- سرمایه‌گذاری مستقیم/ مشترک با قطعه‌سازان/ مجموعه‌سازان خارجی با نام معتبر
- ایجاد و گسترش مراکز تحقیق و توسعه به ویژه در پلتفرم و قوای محرکه
- طراحی محصول و توسعه در حوزه تکنولوژی‌های نوین در بخش قوای محرکه به ویژه موتورهای پایه گازسوز، بنزینی، دیزلی، برقی و هیبریدی
- طراحی و توسعه فناوری‌های نوین در زمینه مجموعه‌های برق و الکترونیک
- ایجاد و ارتقاء مراکز طراحی قطعات و مجموعه‌های خودرو
- ایجاد و توسعه مراکز آزمون قطعات و مجموعه‌های خودرو
- ایجاد و توسعه شهرک‌های صنعتی تخصصی در حوزه صنعت قطعه‌سازی

۱-۷- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در این فصل ابتدا به سیر تاریخی توسعه و تحول خودروهای الکتریکی در جهان پرداخته شد. در ادامه انواع خودروهای الکتریکی و نحوه عملکرد آنها بررسی و سپس سه مدل خودرو الکتریکی از بزرگترین شرکت‌های خودروسازی جهان و انواع موتورسیکلت‌های برقی و نحوه عملکرد آنها معرفی شدند. نشان داده شد که علاوه بر خودروهای BEV، HEV و PHEV، خودروهای پیل سوختی نیز جایگاه ویژه‌ای را در صنعت خودروسازی پیدا کرده و نقش عمده‌ای را در آینده خودروهای الکتریکی ایفا خواهند کرد. در ادامه جایگاه خودروهای الکتریکی در آینده و برنامه‌های کشورهای مختلف در توسعه و بکارگیری آن‌ها مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرارگرفت. مطابق سناریوی مرجع تا سال ۲۰۳۰، تعداد خودروهای الکتریکی موجود در جهان ۶۰ میلیون دستگاه خواهد بود که نسبت به سال ۲۰۱۶، رشد ۳۰ برابری خواهد داشت. در این بین

کشورهای پیشرو در توسعه خودروهای الکتریکی، با اعمال طرح‌های سیاستی و تشویقی، به ترغیب مردم برای استفاده از خودروهای الکتریکی می‌پردازند و از این طریق به توسعه بازار خودروهای الکتریکی کمک می‌کنند. در انتها نیز جایگاه خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی در سیستم حمل و نقل ایران طی سال‌های آتی فراهم شده است.

فصل ۲

مطالعه و بررسی انواع ایستگاه‌های عمومی شارژ خودرو و موتورسیکلت برقی

مقدمه

تجهیزات شارژ خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی (EVSE ها) نقش بسزایی را در توسعه، یکپارچه‌سازی شبکه[۱] و استفاده روزانه ایفا می‌کنند. به‌طورکلی یک ایستگاه شارژ شامل کابل شارژ[۲]، پایه شارژ[۳]، دوشاخه اتصال[۴] (پلاگ)، پریز برق[۵]، سیستم حفاظتی و کانکتور خودرو[۶] می‌باشد. پیکربندی ایستگاه شارژ می‌تواند برای هر کشور متناسب با سطوح فرکانس، ولتاژ، اتصالات و استانداردهای شبکه برق آن کشور متفاوت باشد[۷۷].

در حالت کلی سیستم‌های شارژ خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی می‌توانند به انواع On-board و Off-board[۷] به‌صورت انتقال توان یک‌طرفه یا دوطرفه تقسیم‌بندی شوند:

- در سیستم‌های شارژ یک‌طرفه نیازهای سخت‌افزاری محدودشده و مسائل اتصالات داخلی ساده‌سازی می‌شود.
- در سیستم‌های شارژ دوطرفه، از انتقال توان یا انرژی باتری به شبکه پشتیبانی می‌شود.

شارژری که در داخل وسیله نقلیه قرارگرفته شده (نوع On-board)، به صاحبان وسیله نقلیه این امکان را می‌دهد که در هر مکانی که منبع توان مناسب وجود داشت، وسیله نقلیه خود را شارژ کنند. با این‌حال یکی از معایب این وسایل نقلیه این است که وجود شارژر در خودرو و موتورسیکلت موجب افزایش وزن، اشغال فضای خودرو و موتورسیکلت، افزایش هزینه خودرو و موتورسیکلت و محدودیت توان می‌شود. البته می‌توان این مشکلات را با یکپارچه‌سازی توسط درایوهای الکتریکی برطرف نمود. شارژرهای Off-board که خارج از وسایل نقلیه تعبیه شده‌اند اندازه و وزن محدودتری دارند و شارژ را با نرخ بالاتری انجام می‌دهند.

در این فصل از ضابطه به بررسی انواع مختلف ایستگاههای عمومی شارژ خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی پرداخته خواهد شد. طبقه‌بندی ایستگاههای عمومی شارژ EVها مطابق استانداردهای اروپائی و آمریکائی مورد بحث، ارزیابی و مقایسه قرار خواهد گرفت. در ادامه به استفاده از منابع انرژی تجدید پذیر در ایستگاههای عمومی شارژ خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی پرداخته می‌شود. در گام بعدی به بررسی نسل آتی ایستگاههای عمومی شارژ وسایل نقلیه الکتریکی پرداخته می‌شود و در پایان فصل نیز جمع‌بندی و نتیجه‌گیری ارائه خواهد شد.

---

[1] Grid Integration
[2] Charge Cord
[3] Charge Stand
[4] Attached Plug
[5] Power Outlet
[6] vehicle Connector and Protection System
[۷] تفاوت شارژ On-board و Off-board در محل قرارگیری شارژر می‌باشد. به‌طوری‌که در نوع On-board شارژر در داخل خودرو و در کنار باتری تعبیه‌شده است درحالی‌که در نوع Off-board شارژر در خارج از خودرو و در ایستگاه شارژ قرارگرفته می‌شود.

۲-۱- طبقه‌بندی کلی ایستگاه‌های عمومی شارژ خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی

همانگونه که در فصل قبل ذکر شد برخی از وسایل نقلیه نظیر HEV و یا FCEV ها نیازی به اتصال به شبکه برق ندارند و طراحی آنها به‌گونه‌ای انجام‌شده است که باتری توسط موتور، پیل سوختی و یا از طریق ترمز شارژ می‌شوند. بنابراین ایستگاههای شارژ عموما برای خودروها و موتورسیکلت‌های PHEV، BEV و ERV ها موضوعیت پیدا می‌کند. لذا در این بخش به بررسی طبقه‌بندی کلی ایستگاههای عمومی شارژ خودرو و موتورسیکلت برقی بر اساس پارامترهای مختلف پرداخته می‌شود.

به‌طورکلی می‌توان ایستگاههای عمومی شارژ وسایل نقلیه الکتریکی را بر اساس پارامترهای ذیل طبقه‌بندی نمود:

۲-۱-۱-سطوح ولتاژ، جریان و توان

عموما استانداردهای متنوعی که توسط سازمان‌های بین‌المللی معتبر نظیر IEC[۱] و SAE[۲] در مورد ایستگاههای شارژ وسایل نقلیه الکتریکی تهیه و تدوین شده‌اند، آنها را بر اساس پارامترهای سطوح ولتاژ، جریان و سطح توان طبقه‌بندی نموده‌اند. هرچند پارامترهای دیگری نیز وجود دارد که در تمایز و تفکیک ایستگاههای عمومی شارژ، نقش مؤثری دارند اما به‌طورکلی می‌توان گفت ایستگاههای عمومی شارژ بر اساس سه پارامتر مطروحه به دو دسته ایستگاههای عمومی شارژ AC و DC تقسیم‌بندی می‌شوند. در بخش ۲-۴ و ۲-۵ به‌طور مفصل در مورد طبقه‌بندی ایستگاههای عمومی شارژ خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی بر اساس استانداردهای اروپا و آمریکا بحث خواهد شد.

استانداردهایی که برای ایستگاههای عمومی شارژ AC در آمریکا، ژاپن، اروپا و چین استفاده شده است، در جدول ۲-۱ معرفی و مشخصات آنها به طور اجمالی بیان شده است[۷۶].

بر این اساس، عموما در آمریکا و ژاپن برای ایستگاههای عمومی شارژ AC از استانداردهای SAE J1772 یا IEC 62196-2 Type1 استفاده شده است که به طور کلی می‌توان گفت سطوح ولتاژ و جریان به صورت تک‌فاز و با مقادیر 120 V، 16A یا 240 V، 80 A می‌باشند[۷۶].

به همین ترتیب در اروپا عموما برای ایستگاههای عمومی شارژ AC از استانداردهای IEC 62196-2 Type2 استفاده شده است که از نوع تک‌فاز یا سه‌فاز با سطح ولتاژ 480 V و سطوح جریان 70 A (تک‌فاز) و 63 A (سه‌فاز) می‌باشد[۷۶].

همچنین کشور چین مطابق با استاندارد ملی GB/T 20234/2 به طراحی ایستگاههای عمومی شارژ پرداخته است. بر اساس استاندارد مطروحه، سطوح ولتاژ 220 V (تکفاز)، 380 V (سه فاز) و سطوح جریان 70 A (تکفاز)، 63 A (سه فاز) استفاده شده است.

---

[۱] International Electrotechnical Commission (IEC)

[۲] Society of Automotive Engineers (SAE)

جدول ۲-۱: مشخصات ایستگاه‌های عمومی شارژ **AC** بر اساس استانداردهای آمریکا، اروپا، ژاپن و چین

AC	آمریکا و ژاپن	اروپا	چین
استاندارد	SAE J1772/IEC 62196-2 Type 1	IEC 62196-2 Type 2	GB/T 20234.2
مشخصات	AC 1-P 120 V/ 16 A (L 1) 240V/ 80 A (L 2)	AC 1/3-P 480V 70 A (1-P)/63 A (3-P)	220 V (1-P)/380 V (3-P) 70 A (1-P)/63 A (3-P)

در جدول ۲-۲ مشخصات ایستگاههای عمومی شارژ DC براساس استاندارد های آمریکا، اروپا، ژاپن و چین نشان داده شده است. در ایالات متحده غالبا از استاندارد SAE J1772 برای طراحی ایستگاههای عمومی شارژ DC استفاده می‌شود که سطوح ولتاژ و جریان آن به ترتیب بالای 500 V و 200 A می‌باشد. سطح توان نیز مطابق استاندارد مطروحه بیشتر از 100 kW خواهد بود. به همین ترتیب اروپا و ژاپن از استانداردهای IEC 62196-3 و CHAdeMO برای طراحی ایستگاههای عمومی شارژ DC استفاده می‌نمایند. می‌توان مشخصات کلی سطوح ولتاژ، جریان و توان آنها را در جدول ۲-۲ مشاهده نمود. کشور چین نیز از استاندارد ملی GB/T 20234.3 برای طراحی ایستگاههای عمومی شارژ DC استفاده می‌نماید[۷۶]. شکل ۲-۱ نمونه‌ای از ایستگاههای شارژ عمومی AC خودروهای برقی را نشان می‌دهد[۷۹].

جدول ۲-۲: مشخصات ایستگاه‌های عمومی شارژ **DC** بر اساس استانداردهای آمریکا، اروپا، ژاپن و چین

DC	آمریکا	اروپا	ژاپن	چین
استاندارد	J1772 Combo 1	IEC 62196-3 Combo 2	CHAdeMO	GB/T 20234.3
مشخصات	Upto 500 V Up to 200 A Up to 100 kW	Up to 850 V Up to 125 A	500 V 125 A 62.5 kW	Up to 750 V Up to 250 A

شکل ۲-۱: نمونه‌ای از ایستگاه‌های عمومی شارژ **AC** خودروهای الکتریکی

شکل ۲-۲ نمونه‌ای از ایستگاههای عمومی شارژ DC خودروهای برقی را نشان می‌دهد [۷۹].

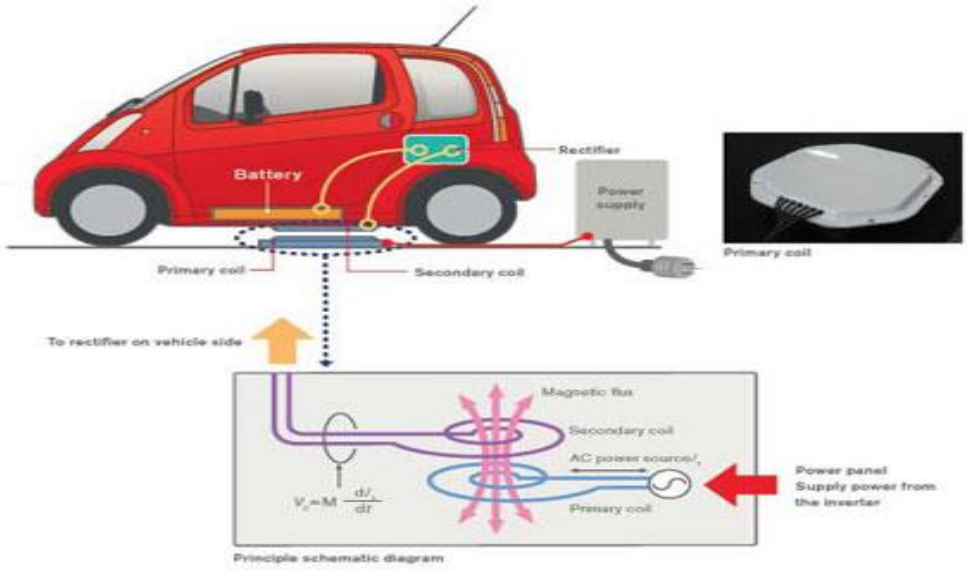
شکل ۲-۲: نمونه‌ای از ایستگاه‌های عمومی شارژ **DC** خودروهای الکتریکی

۲-۱-۲- شارژ باسیم و بی‌سیم (القائی)

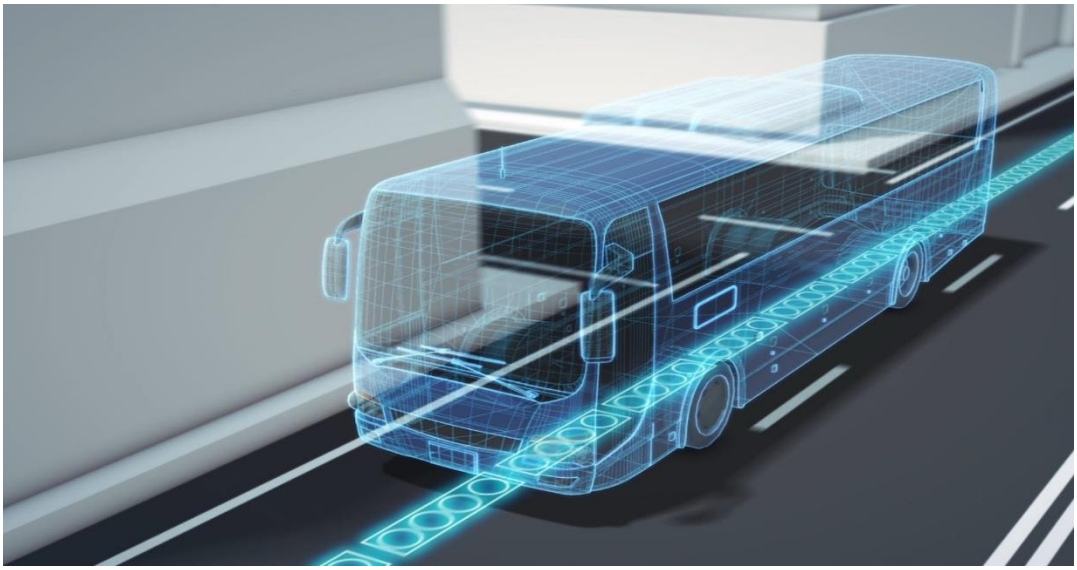
در مورد ایستگاههای عمومی شارژ خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی به‌صورت باسیم[1] و بی‌سیم[2] (القائی) باید اشاره کرد، منظور از ایستگاههای عمومی شارژ باسیم، همان ایستگاههایی است که وسیله نقلیه از طریق کابل و کانکتور به ایستگاه شارژ متصل می‌شود و باتری وسیله نقلیه از آن طریق شارژ می‌گردد اما در مورد ایستگاههای عمومی شارژ القائی خودرو الکتریکی باید اشاره کرد، در این روش خودرو با قرار گرفتن در محل مشخص پارک خودرو و با استفاده از تجهیزات القائی، توسط میدان الکترومغناطیسی حاصل از سیم‌پیچ‌های تعبیه‌شده در ایستگاه محل پارک و وسیله نقلیه شارژ می‌شود [۸۰ و ۷۶]. همچنین باید اشاره کرد روش دیگری برای شارژ القائی خودروها وجود دارد که به‌صورت پایلوت در برخی از کشورها در دست مطالعه و بررسی است. در این روش خودرو در حال حرکت، توسط سیم‌پیچ‌های تعبیه‌شده در خیابان شارژ می‌گردد و دیگر نیازی به ایستگاه شارژ وجود ندارد[۸۰و ۷۶]. عموما این روش برای وسایل حمل‌ونقل عمومی الکتریکی به‌ویژه اتوبوس‌های الکتریکی مورد استفاده قرار می‌گیرد. شکل ۲-۳، تصویری از نحوه شارژ القائی خودروهای الکتریکی در ایستگاه شارژ را نشان می‌دهد. همچنین شکل ۲-۴، تصویری از شارژ القائی خودروی الکتریکی در حال حرکت را نشان می‌دهد.

[1] Wired EV Charging Station

[2] Wirelees Induction EV Charging Station or Wireless Electric Vehicle Charging (WEVC)



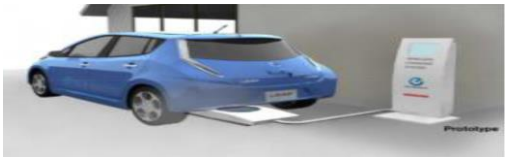
شکل ۲-۳: نحوه شارژ القائی خودرو الکتریکی در محل ایستگاه شارژ



شکل ۲-۴: شارژ القائی خودرو الکتریکی در حال حرکت

جدول ۲-۳ نیز به بررسی و مقایسه مشخصات ایستگاههای عمومی شارژ خودروهای الکتریکی باسیم و القائی می‌پردازد[۷۸].

جدول ۲-۳: مقایسه و ارزیابی نحوه شارژ القائی و باسیم در ایستگاه‌های عمومی شارژ خودرو برقی

نوع دستگاه	ایستگاههای عمومی شارژ باسیم	ایستگاههای عمومی شارژ القائی
نحوه شارژ		
	شارژ توسط کابل و پلاگین ایستگاه و خودرو	شارژ توسط میدان الکترومغناطیسی سیم‌پیچ‌ها و سیستم رزونانس
زمان مورد نیاز شارژ	۴ الی ۸ ساعت در حالت کند ۲۰ الی ۳۰ دقیقه در حالت سریع	۲ الی ۸ ساعت[۱]
خودروهای الکتریکی هدف	PHEV, BEV	BEV

۲-۱-۳- سرعت شارژ

سرعت شارژ یکی دیگر از پارامترهایی است که انواع ایستگاههای شارژ را از یکدیگر متمایز سازد. می‌توان سرعت شارژ خودروهای الکتریکی را به سه دسته سریع، متوسط و آهسته (کند) طبقه‌بندی نمود. جدول ۲-۴، سرعت شارژ ایستگاههای عمومی را بر اساس کانکتورهای مورد استفاده، سطوح توان و مدت‌زمان شارژ مربوطه، طبقه‌بندی نموده است[۸۱].

جدول ۲-۴: طبقه‌بندی ایستگاه‌های عمومی شارژ بر اساس سرعت شارژ، سطوح توان و مدت‌زمان شارژ

ردیف	سرعت شارژ	سطح توان	تکنولوژی شارژ	مدت‌زمان شارژ
۱	سریع	۴۳ کیلوولت	DC	۸۰ درصد شارژ (تا ۳۰ دقیقه)
		۵۰ کیلووات	DC	
		۱۲۰ کیلووات	Tesla,Super Charger	
۲	متوسط	۷ کیلوولت	AC	۳ تا ۵ ساعت
		۱۱ کیلوولت	AC	
		۲۲ کیلوولت	AC	۱ الی ۲ ساعت
۳	آهسته (کند)	۳ کیلوولت	AC	۶ الی ۱۲ ساعت

در حال حاضر تکنولوژی شارژ DC یا DCFC[۲] ها، جزء سریع‌ترین روش‌های شارژ در ایستگاههای عمومی شارژ خودروهای الکتریکی به شمار می‌روند. مدت‌زمان شارژ در این روش‌ها کمتر از ۳۰ دقیقه برای شارژ ۸۰ درصدی باتری می‌باشد. همچنین سوپر شارژرهای تسلا با بهره‌گیری از تکنولوژی‌های انحصاری جزء سریع‌ترین روش‌های شارژ خودرو

[۱] از آنجائی که شارژ القائی و ایستگاههای شارژ مبتنی بر این تکنولوژی در حال حاضر به‌صورت پایلوت و به شکل طرح‌های مطالعاتی در حال اجرا می‌باشند و استاندارد جامعی در این راستا وجود ندارد. به‌طورکلی مدت‌زمانی که برای شارژ یک باتری ۲۲ کیلووات مطابق با این تکنولوژی مورد نیاز است به‌طور متوسط بین ۲ الی ۸ ساعت زمان نیاز دارد.

[2] DC Fast Charging (DCFC)

الکتریکی به شمار می‌روند[۸۱]. شکل ۲-۵ تصویری از یک ایستگاه شارژ عمومی خودرو برقی با بهره‌گیری از تکنولوژی‌های اتصال سوپر شارژر تسلا در کالیفرنیا را نشان می‌دهد.

شکل ۲-۵: ایستگاه شارژ عمومی خودرو برقی با بهره‌گیری تکنولوژی اتصال سوپر شارژرهای تسلا، کالیفرنیا

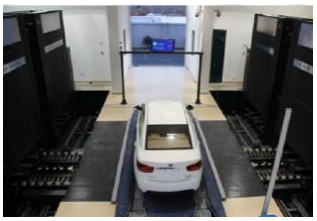
۲-۱-۴- شارژ و یا تعویض باتری

یکی دیگر از پارامترهایی که می‌تواند ایستگاههای عمومی شارژ خودروهای الکتریکی را از یکدیگر متمایز نماید، شارژ نمودن باتری در ایستگاه شارژ و یا تعویض آن با باتری دیگر می‌باشد. اصطلاحا به ایستگاههایی که در آن باتری وسایل نقلیه الکتریکی تعویض می‌شود Battery Swapping (or Switching) Station و به فرآیند جابجایی باتری در آن Battery Swapping گفته می‌شود[۸۳-۸۲]. در مورد ایستگاههای شارژ خودروهای الکتریکی باید اشاره کرد که وسیله نقلیه با قرارگیری در ایستگاههای شارژ و بااتصال کانکتور و پلاگین شارژ می‌شود که پیش از این در مورد انواع آن بحث شد. شکل ۲-۶، تصویری از ایستگاه تعویض باتری در اسلواکی را نشان می‌دهد.

شکل ۲-۶: تصویری از ایستگاه عمومی تعویض باتری در اسلواکی

جدول ۲-۵، انواع ایستگاههای عمومی تعویض باتری با در نظر گرفتن خودروهای مربوطه را مورد بررسی قرار می‌دهد[۸۲].

جدول ۲-۵: انواع ایستگاه‌های عمومی تعویض باتری (**Battery Swap Station**)

ردیف	نوع ایستگاه	توضیحات	تصویر ایستگاه
۱	Side-Swapping	مناسب برای خودروهایی نظیر اتوبوس و کامیون‌هایی می‌باشد که باتری را می‌توان در دو طرف کنار آنها نصب نمود.	
۲	Rear-Swapping	مناسب برای خودروهای سواری عمومی و یا تاکسی‌هایی می‌باشد که باتری در قسمت عقب و بر روی تنه خودرو نصب شده است.	
۳	Bottom-Swapping	مناسب برای خودروهای سواری عمومی و یا تاکسی‌هایی می‌باشد که باتری در قسمت پائین و بر روی شاسی بدنه خودرو نصب شده است.	

۲-۱-۵- منبع تغذیه[1]

از دیگر پارامترهایی که می‌تواند ایستگاههای عمومی شارژ خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی را متمایز سازد، منبع تغذیه ایستگاههای شارژ برای تامین توان مورد نیاز یا شارژ وسایل نقلیه برقی می‌باشد. به‌طور کلی، ایستگاههای عمومی در این طبقه‌بندی دو نوع می‌باشند:

- ایستگاههای عمومی شارژ متصل به شبکه برق (On-Grid)
- ایستگاههای عمومی شارژ منفصل از شبکه برق (Off-Grid)

ایستگاههای عمومی شارژ خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی متصل به شبکه، توان الکتریکی مورد نیاز خود را از طریق شبکه برق تامین می‌نمایند. این در حالی است که در نوع دیگر ایستگاههای عمومی شارژ خودروها و موتورسیکلت‌های برقی (Off-Grid)، توان الکتریکی مصرفی و مورد نیاز، از طریق سایر منابع تولید برق نظیر سلول‌های خورشیدی، بادی و غیره تامین می‌شود و در صورت لزوم می‌توانند با شبکه برق نیز تبادل داشته باشند. شکل ۲-۷، نمونه‌ای از ایستگاههای شارژ با منابع تامین برق-خورشیدی در ایالت ایلینوی، آمریکا را نشان می‌دهد.

[1] Power Supply

شکل ۲-۷: ایستگاه عمومی شارژ خودرو برقی با منابع تامین توان برق-خورشیدی در ایلینوی (آمریکا)

۲-۱-۶- سایر شاخص‌ها جهت تقسیم‌بندی ایستگاه‌های شارژ خودرو و موتورسیکلت برقی

پارامترهای مؤثر دیگری نیز در تقسیم‌بندی ایستگاههای عمومی شارژ خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی و نحوه عملکرد آنها نقش دارند. به عنوان مثال، مکان ایستگاههای عمومی شارژ وسایل نقلیه الکتریکی از جمله مواردی است که می‌تواند جهت تقسیم‌بندی ایستگاههای شارژ بکار رود. در واقع مکان استفاده از شارژرها بر طراحی معماری ایستگاه اثر گذاشته و آنها را از یکدیگر متمایز می‌سازد. به عنوان مثال در یک منطقه با تراکم زیاد و شرایط خاص رفت و آمد تنها می‌توان از شارژر single استفاده کرد در حالیکه در یک منطقه دیگر امکان استفاده از شارژر Dual وجود دارد. بنابراین نوع طراحی و معماری یک ایستگاه بسته به استفاده از آن در کنار فروشگاه‌های بزرگ، نزدیک ایستگاههای مترو، قطار، فروشگاه و یا مرکز شهر متفاوت خواهد بود. شکل ۲-۸ نمونه‌ای از تصاویر ایستگاههای عمومی شارژ Dual و معمولی را نشان می‌دهد[۸۴].

شکل ۲-۸: تصویر نمونه‌ای از ایستگاه‌های عمومی شارژ وسایل نقلیه برقی **Dual** و **Single**

۲-۲- معرفی استانداردهای مرتبط با تقسیم‌بندی ایستگاه‌های شارژ وسایل نقلیه برقی

تاکنون استانداردهای متنوعی در حوزه خودرو برقی توسط سازمان‌های معتبر بین‌المللی تهیه و تدوین شده است. اما استانداردهای مرتبط به ایستگاههای شارژ خودرو و موتورسیکلت الکتریکی محدود هستند. به‌هرحال انتظار می‌رود با توجه به رشد سریع فناوری‌های خودرو و موتورسیکلت برقی در کشورهای دنیا و ضرورت نیاز به نصب ایستگاههای عمومی شارژ

وسایل نقلیه الکتریکی در معابر عمومی به این موضوع توجه بیشتری شود و استانداردهای بین‌المللی جامع‌تری ارائه شوند. جدول ۲-۶ فهرستی از مهم‌ترین مراکز بین‌المللی حوزه تدوین استانداردهای وسایل نقلیه الکتریکی را نشان می‌دهد.

جدول ۲-۶: مهم‌ترین مراکز جهانی فعال در حوزه تدوین استانداردهای بین‌المللی وسایل نقلیه الکتریکی

ردیف	عناوین کلی استاندارد	سازمان یا نهاد مربوطه	کشورهای مربوطه[1]	نماد[2]
۱	SAE	Society of Automotive Engineers	ایالات‌متحده آمریکا	
۲	IEC	International Electrotechnical Commission	اروپا (انگلستان)	
۳	ISO	International Organization for Standardization	سوئیس	
۴	NHTSA (ملی)	National Highway Traffic Administration	ایالات‌متحده آمریکا	
۵	JEVS	Japan Electric Vehicle Standard	ژاپن	
۶	UL	Underwriters Laboratories	ایالات‌متحده آمریکا و کانادا	
۷	NEC or NFPA	National Electrical Code (NEC) or National Fire Protection Association (NFPA)	ایالات‌متحده آمریکا	
۸	GB	Guobiao standards	چین	

همانگونه که از جدول ۲-۶ نیز پیداست اروپا و ایالات‌متحده در حوزه تدوین استانداردهای بین‌المللی وسایل نقلیه الکتریکی فعال‌تر هستند. با توجه به این مهم، در ادامه به نحوه طبقه‌بندی ایستگاههای عمومی شارژ خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی در اروپا و ایالات‌متحده آمریکا پرداخته خواهد شد.

[1] Headquarters
[2] Thumbnail

۲-۳- طبقه‌بندی ایستگاه‌های عمومی شارژ خودرو و موتورسیکلت الکتریکی بر اساس استانداردهای اروپا

شرکت‌های برق اروپائی، به‌ویژه اپراتورهای سیستم توزیع (DSO[1] ها) در حال سرمایه‌گذاری برای برپایی زیرساخت‌های موردنیاز برای ورود فراگیر خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی به بازارهای اروپا می‌باشند. در استانداردهای تدوین شده نیز هدف اصلی ارائه راهکار جامع برای تامین شارژ موردنیاز خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی به‌طور وسیع و در سطح اتحادیه اروپا است. در ژوئن ۲۰۰۰، اتحادیه اروپا مجوز استانداردسازی را به سازمان‌های مربوطه نظیر CEN، CENELEC و ETSI (M/468) در مورد شارژ وسایل نقلیه الکتریکی صادر نمود تا بتوانند از آن طریق به بستر مناسب برای شارژ وسایل نقلیه الکتریکی و ارائه شارژرهای مناسب به بازار وسایل نقلیه الکتریکی در اروپا دست یابند. گروه M/468 در این راستا گزارش نسبتا جامع و مناسبی آماده نمود که در آن ضمن استفاده از کانکتورهای AC به بهره‌گیری از سایر کانکتورها اشاره شده بود. بنابراین به عنوان نتیجه کلی گروه استانداردسازی بازار وسایل نقلیه الکتریکی اروپا، تصمیم به استفاده از دو نوع کانکتور شارژ گرفته شد که انتخاب آنها بر اساس چارچوب نظارت ملی و با توجه به نیاز بازار صورت پذیرد. استانداردهای اولیه اروپا در مورد سیستم شارژ، پلاگین و سوکت های مورد استفاده مطابق با IEC 61851 انجام شده است[۸۶-۸۸]. لذا ارائه اولین طبقه‌بندی از انواع شارژ با توجه به سطوح توان و مدت‌زمان شارژ به سه دسته ذیل تقسیم‌بندی شد[۸۶-۸۵]:

- شارژ آهسته با سطح توان معمولی، سطح توان نامی کمتر از ۳,۷ کیلووات، برای استفاده در بخش خانگی یا استفاده در پارکینگ‌های عمومی خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی با در نظر گرفتن مدت‌زمان شارژ بالا.

- شارژ با سرعت و سطح توان متوسط، سطح توان ۳,۷ کیلووات تا ۲۲ کیلووات، مناسب برای ایستگاههای شارژ عمومی و خصوصی خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی

- شارژ سریع با سطح توان بالا، توان نامی بالاتر از ۲۲ کیلووات، مناسب برای ایستگاههای شارژ عمومی خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی

با توجه به مطالب ارائه‌شده، طبقه‌بندی ایستگاههای شارژ خودرو و موتورسیکلت الکتریکی بر اساس سطوح توان و اتصالات موردنیاز به‌طور خلاصه در جدول ۲-۷ آورده شده است. این طبقه‌بندی منطبق بر استاندارد IEC 61851 می‌باشد[۸۵].

جدول ۲-۷: طبقه‌بندی ایستگاه‌های عمومی شارژ خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی بر اساس سطوح توان و اتصالات

ردیف	روش شارژ	اتصالات	سطح توان (کیلووات)	حداکثر جریان (A)	نوع ایستگاه شارژ
۱	توان معمولی	اتصال تک فاز AC	۳/۷	۱۰-۱۶	خانگی
۲	توان متوسط	اتصال تک فاز یا سه فاز AC	۳/۷-۲۲	۱۶-۳۲	نیمه عمومی
۳	توان بالا	اتصال سه فاز AC	بیشتر از ۲۲	بیشتر از ۳۲	عمومی
۴	توان بالا	اتصال DC	بیشتر از ۲۲	بیشتر از ۳۲۲۵	عمومی

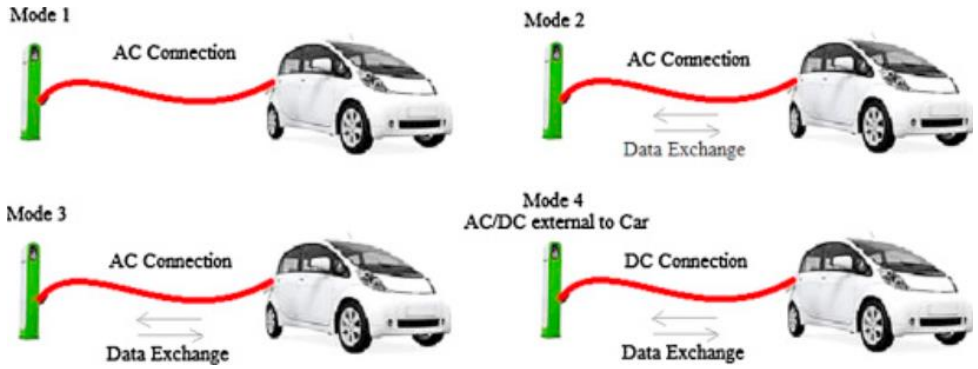
[1] Distribution System Operators (DSOs)

بعد از طبقه‌بندی ایستگاههای شارژ خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی مطابق جدول ۲-۷، کمیته IEC 61851-1 سیستم شارژ هدایتی خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی را بر اساس چهار شاخص ذیل طبقه‌بندی نمود[۸۵]:

- ✓ نوع توان دریافتی توسط خودرو و موتورسیکلت الکتریکی (DC، تک‌فاز یا سه‌فاز AC)
- ✓ سطح ولتاژ (برای AC در محدوده ۱۱۰ ولت تک‌فاز تا ۴۸۰ ولت سه‌فاز)
- ✓ امکان ارتباط یک‌طرفه یا دوطرفه میان ایستگاه شارژ و خودرو یا موتورسیکلت الکتریکی
- ✓ تجهیزات حفاظتی و جایابی آنها

شکل ۲-۹ مطابق استاندارد IEC 61851-1، تصویری از حالات مختلف ایستگاههای شارژ را نشان می‌دهد:

- حالت اول: شارژ آهسته با بهره‌گیری از سوکت‌های خانگی و خروجی AC
- حالت دوم: شارژ آهسته با سوکت‌های خانگی و بهره‌گیری از تجهیزات حفاظتی
- حالت سوم: شارژ متوسط با بهره‌گیری از سوکت‌های ویژه خودروهای الکتریکی و خروجی AC با در نظر گرفتن توابع کنترلی و حفاظتی
- حالت چهارم: شارژ سریع با بهره‌گیری از یک شارژر خارجی DC



شکل ۲-۹: حالت‌های مختلف ایستگاه‌های شارژ مطابق استاندارد **IEC 61851-1**

جدول ۲-۸ نیز مشخصات کلی حالات شارژ را طبق استاندارد IEC-61851-1 نشان می‌دهد[۸۵].

جدول ۲-۸: مشخصات حالات شارژ ایستگاه‌های شارژ مطابق استاندارد **IEC 61851-1**

حالت	نیاز به کانکتور خاص EV	نوع شارژ	حداکثر جریان	حفاظت	ویژگی‌های خاص
۱	ندارد	آهسته، AC	۱۶ آمپر برای هر فاز (۳,۷-۱۱ کیلووات)	نصب و راه‌اندازی قطع کننده مدار نشتی موردنیاز زمین	اتصال EV به شبکه AC با استفاده از اتصالات استاندارد برق
۲	ندارد	آهسته، AC	۳۲ آمپر برای هر فاز (۳,۷-۱۱ کیلووات)	نصب و راه‌اندازی قطع کننده مدار نشتی موردنیاز زمین	کابل ویژه با دستگاه الکترونیکی واسطه و تجهیزات حفاظتی
۳	دارد	آهسته، نیمه سریع تک فاز یا سه فاز	مطابق با کانکتور مورد استفاده در EV	شامل زیرساخت‌های حفاظتی ویژه برای خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی	اتصال EV به منبع تغذیه AC با استفاده از تجهیزات ویژه (SAVE) و با در نظر گرفتن توابع کنترلی و حفاظتی
۴	دارد	DC	مطابق شارژر استفاده‌شده	نصب شونده در زیرساخت‌ها	اتصال EV با استفاده از یک شارژر خارجی ثابت

همچنین این کمیته سه نوع خروجی سوکت تعریف نموده است[۸۷ و ۸۵]:

نوع اول: IEC 62196-2 (Type 1)، کوپلینگ تک‌فاز خودرو و موتورسیکلت، مرتبط با استاندارد SAE J1772/2009 مشخصات پلاگین خودرو و موتورسیکلت، Yazaki

نوع دوم: IEC 62196-2 (Type 2)، کوپلینگ تک‌فاز و سه‌فاز خودرو و موتورسیکلت، مرتبط با استاندارد VDE-AR-E-2623-2-2 مشخصات پلاگین، Mennekes

نوع سوم: IEC 62196-2 (Type 3)، کوپلینگ تک‌فاز و سه‌فاز خودرو و موتورسیکلت به همراه شاتر، مرتبط با طرح پیوستگی پلاگین وسایل نقلیه الکتریکی[1]، SCAME

در تمام پلاگین‌های به‌غیر از حالت ۱ (آورده شده در شکل ۲-۹) خودرو با ایستگاه شارژ ارتباط برقرار می‌کند. در سال‌های اخیر، انجمن مهندسین خودرو آمریکا (SAE[2]) نوع دیگری از کانکتور را برای خودروهای الکتریکی شناسایی کردند. کانکتور ترکیبیِ J1772 (Combo Conecctor یا Combo2)، ترکیبی از حالت ۴ (DC سطح یک و دو) با حالت ۳ (AC) در یک واحد مشترک می‌باشد.

می‌توان وضعیت کنونی ایستگاههای شارژ اروپا به لحاظ حالات شارژ و انواع پلاگین مورد استفاده را در جدول ۲-۹ به‌طور خلاصه مشاهده نمود[۸۷ و ۸۵].

[1] EV Plug Alliance proposal

[2] Society of Automative Engineers (SAE)

جدول ۲-۹: حالات شارژ و انواع پلاگین‌های مورد استفاده در ایستگاه‌های شارژ **EV** اروپا

عنوان	سوکت شخصی خانگی	سوکت‌های اختصاصی متحرک	نیمه عمومی AC	عمومی AC	عمومی DC
اتصال قدرت	≤3 kw/ ≤3.7 kw تکفاز AC	بیشتر از ۲۲ کیلووات	بیشتر از ۲۲ کیلووات	بیشتر از ۲۲ کیلووات	50 kW (ChadeMo)
پلاگین	نوع ۱	IEC 60309-25 نوع ۲ و ۳	نوع ۲ و ۳	نوع ۲ و ۳	Yazaki (ChadeMo)
حالت شارژ	۲	۲ ۳	۲ ۳	۲ ۳	۴

با توجه به نیاز مشتریان و مصرف‌کنندگان خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی به مدت‌زمان کم شارژ باتری در خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی، این امکان تنها از طریق کانکتورهای با قابلیت انتقال توان بالا میسر خواهد شد. در حال حاضر دو فناوری مناسب برای شارژ باتری در وسایل نقلیه الکتریکی با در نظر گرفتن هدف مطروحه وجود دارد: ۱- از طریق شارژ DC به‌صورت off-board ۲- از طریق شارژ AC به‌صورت on-board. با توجه به معرفی نسل اول خودروهای الکتریکی در بازار خودرو اروپا، روش شارژ DC به صورت off-board متداول‌تر می‌باشد. با وجود این، خودروسازان اروپائی قصد دارند روش شارژ AC از طریق on-board را در اروپا پیاده‌سازی و جایگزین سوکت ژاپنی (پروتکل ChadeMo) نمایند. با توجه به اینکه برای اتصال DC از کانکتور ChadeMo با حداکثر توان ۵۰ کیلووات در اروپا استفاده می‌شود[۸۸]، لذا جایگزین شدن کانکتورهای AC on-board توان بالا می‌تواند مورد استقبال بیشتری قرار گیرد در حقیقت صنایع خودروسازی اروپا درصدد استفاده از سیستم ترکیبی شارژ وسایل نقلیه الکتریکی با کانکتور Combo می‌باشند که از آن طریق یک ورودی شارژ AC و DC در سمت خودرو برقی وجود خواهد داشت و با این روش به‌طور بالقوه شارژ و انتقال توان تا ۱۰۰ کیلووات اضافه می‌شود که نسبت به کانکتورهای قبلی قابل‌توجه‌تر است. همچنین کمیسیون اروپائی تصمیم گرفته است که تمام خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی را مجهز به اتصال نوع دوم (Type 2) نمایند. شکل ۲-۱۰ اتصال نوع دوم و کانکتور ChadeMo را نشان می‌دهد. می‌توان گفت با اجرای این طرح چالش اساسی در مورد تطابق‌پذیری کانکتورهای ایستگاههای شارژ در ایستگاههای عمومی شارژ موجود در کشورهای مختلف اروپائی تا حد زیادی برطرف می‌شود.

شکل ۲-۱۰: کانکتورهای **ChadeMo** (سمت چپ) و نوع دوم (سمت راست)

اتصال نوع دوم (Type 2) می‌تواند به‌صورت سه‌فاز ۴۰۰ کیلوولت و با هفت پین انجام شود. همچنین کانکتور نوع دوم می‌تواند به‌طور نسبی سطح توان بالاتری داشته باشد: تا ۴۳ کیلووات با کابل ثابت (۶۳ آمپر/۴۰۰ولت)، تا ۲۲ کیلووات با کابل جداشدنی (۳۲ آمپر/۴۰۰ولت). انتخاب تکنولوژی شارژرهای داخلی و خارجی[1] با توجه به اینکه کدام یک برای بازار خودرو مناسب است و با در نظر گرفتن هزینه نسبی زیرساخت‌های موردنیاز برای هر دو سیستم تعیین خواهد شد.

در هر صورت استفاده از شارژرهای توان بالا برای رانندگان خودروهای الکتریکی هزینه نسبتا بالاتری را در پی خواهد داشت. بنابراین استفاده از آن معمولا در شرایط مورد نیاز (به‌عنوان مثال در حین مسیر یا مسافرت‌های طولانی) انجام می‌شود.

۲-۴- طبقه‌بندی ایستگاه‌های عمومی شارژ خودرو و موتورسیکلت الکتریکی بر اساس استانداردهای آمریکا

انجمن مهندسی خودرو آمریکا (SAE) مدت زمان زیادی را صرف تدوین استاندارد وسایل نقلیه الکتریکی نموده است. به‌طوری‌که استاندارد SAE J1772 در حال حاضر آخرین نسخه از معماری سیستم شارژ وسایل نقلیه الکتریکی را معرفی نموده است. این استاندارد به‌طورکلی الزامات فیزیکی، الکتریکی و عملکرد سیستم‌های شارژ وسایل نقلیه الکتریکی را که توسط سازمان SAE در آمریکای شمالی تهیه شده است، پوشش می‌دهد. عملکرد ولتاژ، جریان و توان نامی سیستم‌های شارژ خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی بر اساس این استاندارد و در آمریکای شمالی به سه دسته تقسیم‌بندی می‌شوند[۹۲-۸۹] که عبارت‌اند از:

- AC سطح یک

[1] On-board and Off-board charging

- AC سطح دو
- DC سطح سه

در سطح یک، شارژر به صورت on-board می‌باشد و ولتاژ ۱۲۰ ولت یا ۲۴۰ ولت AC با حداکثر جریان ۱۵ آمپر و حداکثر توان ۳/۳ کیلووات را فراهم می‌سازد.

در سطح دو، شارژر به صورت on-board می‌باشد و ولتاژ ۲۴۰ ولت AC با حداکثر جریان ۶۰ آمپر و حداکثر توان ۱۴/۴کیلووات را مهیا می‌سازد.

در سطح سه، شارژر به‌صورت off-board و خارج وسیله نقلیه تعبیه شده است. در این سطح ولتاژ مستقیم (DC) از طریق یک کانکتور به باتری اعمال می‌شود. حداکثر توان در این سطح ۲۴۰ کیلووات هست.

جدول ۲-۱۰، مشخصات الکتریکی سه سیستم شارژ AC سطح یک، AC سطح دو و DC سطح سه را در آمریکای شمالی بر اساس استاندارد SAE J1772 نشان می‌دهد[۹۳-۹۰].

جدول ۲-۱۰: طبقه‌بندی الکتریکی روش‌های مختلف شارژ ایستگاه‌های شارژ **EV** در آمریکای شمالی

روش شارژ	ولتاژ نامی منبع تغذیه AC (ولت)	حداکثر جریان (آمپر)	حداکثر توان (کیلووات)	موقعیت شارژر
AC Level 1	۱۲۰	۱۲	۱/۴۴	On-board تک‌فاز
AC Level 2	۲۴۰	۳۲	۷/۷	On-board تک‌فاز یا سه‌فاز
DC Level 3	۲۰۸-۶۰۰	۴۰۰	۲۴۰	Off-board سه‌فاز

انجمن مهندسی خودرو آمریکا با تدوین سناریو SAE J1772 به بررسی پروتکل‌های الکتریکی، ارتباطی و ملزومات اجرای سیستم‌های شارژ و کوپلینگ خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی پرداخته است. در حالت مقایسه استاندارد SAE J1772 همانند اتصال نوع اول استاندارد IEC 62196-2 یک کوپلر تک‌فاز را ارائه می‌نماید [۹۶-۹۴]. در شکل ۲-۱۱ اتصال نوع اول (Type 1) به همراه پین‌های خروجی مشخص شده است.

شکل ۲-۱۱: اتصال نوع اول (**Type 1**) به همراه پین‌های خروجی مشخص‌شده

با توجه به سطح توان شارژ، کانکتورهای استفاده شده و مدت‌زمان شارژ، نوع سیستم‌های شارژ می‌توانند متغیر باشند. به همین علت می‌توان سطوح توان شارژ را به سه دسته شارژ آهسته (کند)، متوسط و سریع طبقه‌بندی نمود. همچنین می‌توان گفت، متداول‌ترین فناوری ذخیره‌سازی مورد استفاده در خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی مربوط به باتری‌های لیتیوم یونی می‌باشد که ظرفیت انرژی آنها بین ۵ تا ۵۳ کیلووات ساعت می‌باشد. جدول ۲-۱۱ طبقه‌بندی سه‌گانه سطوح توان، مدت زمان شارژ و ظرفیت انرژی باتری وسایل نقلیه الکتریکی در آمریکای شمالی را نشان می‌دهد [۹۶-۹۰] و جدول ۲-۱۲، کانکتورهای مورد استفاده در سطوح یک، دو و سه را بیان می‌نماید [۹۶-۹۰].

جدول ۲-۱۱: فناوری باتری، مدت‌زمان شارژ و سطح توان شارژ وسایل نقلیه الکتریکی در آمریکای شمالی

سطوح توان	موارد کاربرد	سطح توان (کیلووات)	مدت‌زمان شارژ (ساعت)	ظرفیت انرژی باتری EV (کیلووات ساعت)
Level 1، شارژ کند (۱۲۰ ولت AC)	شارژ آهسته (کند) برای محیط‌های اداری و خانگی	۱/۴	۴-۱۱	۵-۱۵
Level 2، شارژ متوسط (۲۴۰ ولت AC)	شارژ متوسط برای کاربری‌های شخصی و ایستگاه‌های عمومی	۸	۲-۶	۵-۱۵
Level 3، شارژ سریع (۶۰۰-۲۰۸ ولت AC)	شارژ سریع برای ایستگاه‌های عمومی	۵۰ یا ۱۰۰	۱-۰/۴ یا ۰/۵-۰/۲	۲۰-۵۰

جدول ۲-۱۲: کانکتورهای مورد استفاده در سطوح شارژ یک، دو و سه

سطوح	سطح یک	سطح دو	سطح ۳ (شارژ سریع)*
نوع جریان	AC	AC	DC
کانکتور	J1772 پریزهای معمولی NEMA	J1772 NEMA IEC 62196 Magne Charge (obsolete) Avcon IEC 60309 IEC 62198-2 Type2, VDE-AR-E 2623-2-2, Mennekes connector IEC 62198-2 Type3, Scame	J1772 Combo (CCS) Magne Charge (obsolete) ChadeMo **Supercharger

* به‌طور عمومی می‌توان گفت مدت‌زمان شارژ در سطح سه (DCFC) تا شارژ ۸۰ درصد باتری مطرح است. چرا که بعد از این مقدار مدت زمان شارژ طولانی می‌شود.

** در مورد کانکتورهای شارژ سریع DC یا به عبارتی DCFC از استانداردهای ChadeMO و J1772 Combo استفاده می‌شود. به‌موازات آن، شرکت تسلا سیستم شارژ سریع DC مختص به خود را توسعه داده است که تحت عنوان Supercharger ها مطرح شده است و تنها توسط تسلا استفاده می‌شود.

جدول ۲-۱۳ به‌طور عمومی، مدت‌زمان شارژ در ایستگاههای شارژ سطح یک را بر اساس مسافت طی شده ارائه می‌نماید [۸۹-۹۵].

جدول ۲-۱۳: مدت‌زمان شارژ در سطح یک، بر اساس مسافت طی شده (به‌طور عمومی)

مشخصات کانکتور	مسافت طی شده (کیلومتر)	متوسط انرژی مصرفی (کیلووات ساعت)	سطح توان ایستگاه شارژ (کیلووات)	مدت‌زمان تقریبی شارژ (ساعت)
کابل شارژ ۱۲ آمپر خروجی ۱۲۰ ولت	۲۵	۵/۲	۱/۴	۴
	۵۰	۱۰/۴	۱/۴	۸
	۱۰۰	۲۰/۷	۱/۴	۱۵

جدول ۲-۱۴ به‌طور عمومی مدت زمان شارژ در ایستگاههای شارژ سطح دو را بر اساس مسافت طی شده ارائه می‌نماید[۸۹-۹۵].

جدول ۲-۱۴: مدت زمان شارژ در سطح دو، بر اساس مسافت طی شده و نرخ توان ایستگاه شارژ (عمومی)

مشخصات کانکتور	مسافت طی شده (کیلومتر)	متوسط انرژی مصرفی (کیلووات ساعت)	سطح توان ایستگاه شارژ (کیلووات)	مدت‌زمان تقریبی شارژ (ساعت)
ایستگاه ۱۵ آمپر (قطع کننده مدار دو پل[1]، ۲۴۰ ولت، ۲۰ آمپر)	۲۵	۵/۲	۳/۶	۱/۵
	۵۰	۱۰/۴	۳/۶	۳
	۱۰۰	۲۰/۷	۳/۶	۶
ایستگاه ۳۰ آمپر (قطع کننده مدار دو پل[2]، ۲۴۰ ولت، ۴۰ آمپر)	۲۵	۵//۲	۷/۲	۰/۷۵
	۵۰	۱۰/۴	۷/۲	۱/۵
	۱۰۰	۲۰/۷	۷/۲	۳

جدول ۲-۱۵ به‌طور عمومی، مدت زمان شارژ در ایستگاههای شارژ سطح سوم را بر اساس مسافت طی شده و تا شارژ ۸۰ درصد باتری وسایل نقلیه الکتریکی را نشان می‌دهد [۹۵-۸۹].

جدول ۲-۱۵: مدت زمان شارژ در سطح سه، بر اساس مسافت طی شده، تا شارژ ۸۰ درصد (به‌طور عمومی)

مسافت طی شده (کیلومتر)	متوسط انرژی مصرفی (کیلووات ساعت)	توان (کیلووات)	مدت‌زمان تقریبی شارژ (دقیقه)
۲۵	۵/۲	۴۰	۸
۵۰	۱۰/۴	۴۰	۱۶
۷۵	۱۵/۶	۴۰	۲۵

در مورد استانداردهای پلاگین DC باید اشاره کرد که سخت‌افزار و تجهیزات مربوطه درحال توسعه می‌باشند. در این راستا پروتکل ژاپنی ChadeMo یکی از استانداردهای شناخته‌شده به شمار می‌رود، همچنین SAE J1772 Combo از دیگر اتصالات مورد استفاده در بخش DC می‌باشد. انجمن مهندسی خودرو آمریکا (SAE) همچنین استانداردهای ارتباطی مختلفی را برای ایستگاههای شارژ خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی تدوین نموده است. برخی از آنها به بررسی استاندارد و فن‌آوری‌های لازم میان وسایل نقلیه الکتریکی (EV) و تجهیزات عرضه وسایل نقلیه برقی (EVSE[3]) می‌پردازند که برای مدیریت و نظارت (مانیتورینگ) انتقال انرژی و اطلاعات صورتحساب، مفید و ضروری می‌باشند. همچنین استانداردسازی برای پذیرش سریع خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی و عملکرد مناسب اجزاء شبکه می‌تواند از دیگر الزامات بخش استانداردها تلقی شود.

[1] Double Pole Circuit Breaker
[2] Double Pole Circuit Breaker
[3] Elecric Vehicle Supply Euipment (EVSE)

۲-۵- استفاده از منابع تجدیدپذیر در ایستگاه‌های عمومی شارژ خودرو و موتورسیکلت برقی

استفاده از منابع تجدید پذیر به‌منظور تامین انرژی الکتریکی موردنیاز خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی توسط ایستگاههای عمومی شارژ، از دیگر دستاوردهای مهم و به‌روز این صنعت می‌باشد. استفاده از منابع انرژی تجدید پذیر نظیر انرژی خورشیدی و بادی در صنعت خودروسازی الکتریکی با رویکردهای متفاوتی نظیر حفاظت از محیط‌زیست، کاهش انتشار آلاینده‌ها و گازهای گلخانه‌ای، تامین سوخت جایگزین و بهره‌مندی از فرصت‌های انرژی پایدار مطرح شده است. می‌توان تولید خودروهای ZEV[1] را نمونه‌ای از دستاوردهای این مهم تلقی نمود.

استفاده از منابع تجدید پذیر در ایستگاههای عمومی شارژ خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی به منظور تولید برق مورد نیاز آنها ضمن مزیت‌هایی که به آنها اشاره شد می‌تواند مزایای دیگری داشته باشد که برخی از مهم‌ترین آنها عبارتند از [۹۸-۹۷]:

- کاهش تقاضای انرژی الکتریکی شبکه برق: از این طریق خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی قادرند انرژی مورد نیاز خود را از طریق منابع تجدید پذیر نظیر برق-خورشیدی و بادی تامین کنند، لذا تقاضای برق مصرفی مورد نیاز به‌صورت محلی و توسط منابع انرژی سبز تامین می‌گردد.

- باتری خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی به‌عنوان یک ذخیره‌ساز انرژی برای پانل‌های خورشیدی یا برق- بادی در نظر گرفته می‌شوند که ضمن ذخیره‌سازی برق تولیدی، نیاز انرژی الکتریکی خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی را تامین می‌کنند و این موجب کاهش اثرات منفی منابع تولید فتوولتائیک مقیاس بزرگ در شبکه توزیع می‌شود.

- پارک طولانی خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی در محل ایستگاه شارژ، مسیر پیاده‌سازی تکنولوژی V2G[2] به‌عنوان یک ذخیره چرخان قابل‌کنترل برای شبکه هوشمند را هموار می‌سازد. به‌طورکلی ایستگاههای عمومی شارژ خودروها و موتورسیکلت‌های برقی که از منابع تجدیدپذیر به‌عنوان تولید انرژی الکتریکی استفاده می‌کنند، به دودسته تقسیم می‌شوند که یا به شبکه قدرت متصل هستند یا به‌صورت جزیره‌ای و منفصل از شبکه می‌باشند. ایستگاههایی که به شبکه قدرت متصل هستند می‌توانند ضمن تبادل برق با شبکه، نیاز مصرفی خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی را در تمامی ساعات روز تامین نمایند. اما ایستگاه شارژی که منفصل از شبکه هست برای تامین برق موردنیاز خودرو و موتورسیکلت در تمامی ساعات روز نیازمند سیستم ذخیره‌ساز انرژی مجزا می‌باشد.

در حال حاضر متداول‌ترین ایستگاههای عمومی شارژ خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی مربوط به منابع فتوولتائیک و بادی می‌باشد. برخی از مهم‌ترین انواع تجاری آنها عبارتند از:

۱- ایستگاههای عمومی شارژ خورشیدی SPARC[3] [۹۸-۹۷]:

---

[1] Zero Emission Vehicle (ZEV)

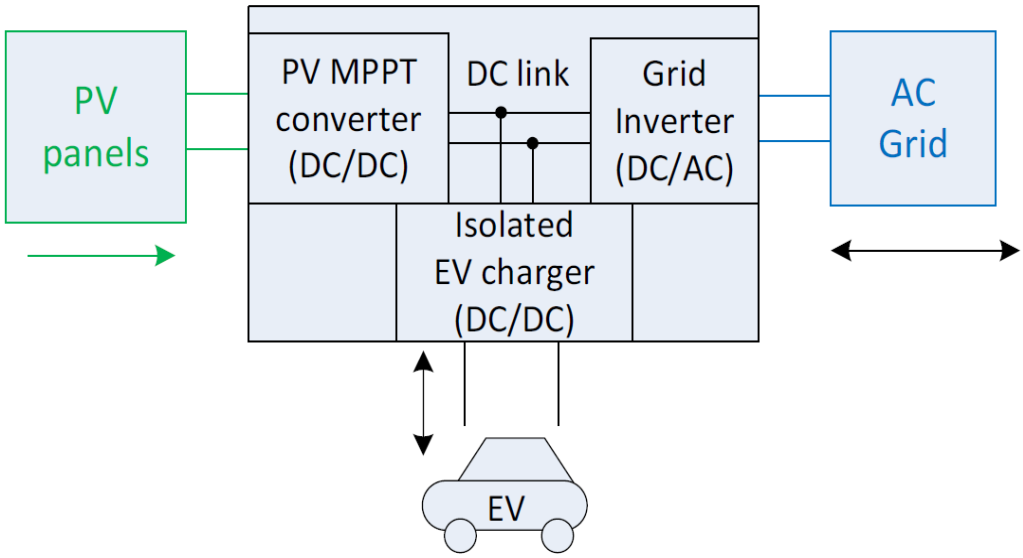
[2] Vehicle to Grid (V2G)

[3] Solar Powered Automotive ReCharging Station

ایستگاههای شارژ خورشیدی خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی با استفاده از پانل‌های خورشیدی تک کریستال[1] قادر به تولید ۲/۷ kW(در حالت ماکزیمم یا پیک تولید) می‌باشند. در واقع این ایستگاهها می‌توانند تا ۸۰ درصد از انرژی الکتریکی مورد نیاز خودروها و موتورسیکلت‌های PHEV را بدون نیاز به شبکه قدرت تامین کنند.

در واقع هدف ایستگاههای شارژ SPARC این است که وابستگی شارژ خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی به شبکه برق را تقلیل کند و یا به‌طور مستقل از شبکه (Net-Zero) عمل نماید.

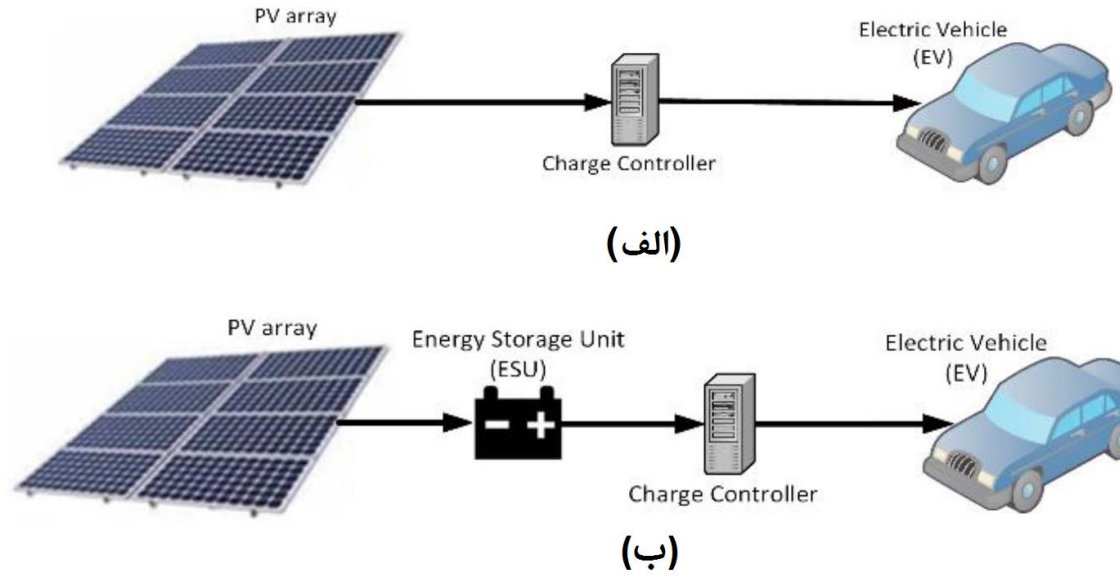
شکل ۲-۱۲، نحوه اتصال پانل‌های خورشیدی به شبکه و وسیله نقلیه الکتریکی را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۱۲: نحوه اتصال پانل‌های خورشیدی به شبکه و وسیله نقلیه الکتریکی برای شارژ

نحوه اتصال آرایه‌های خورشیدی و وسایل نقلیه الکتریکی مطابق شکل ۲-۱۳ به‌صورت بدون باتری (الف) و با باتری (ب) می‌باشد. همانگونه که مشخص است هر دو مورد نیازمند کنترل‌کننده شارژ DC می‌باشند تا بتوانند خروجی مورد نظر را به سطح ولتاژ وسیله نقلیه برسانند. در حالت (الف) ضمن سادگی فرآیند انجام‌شده و عدم پیچیدگی در انتقال انرژی به سیستم شارژ وسیله نقلیه، به دلیل فقدان باتری میان کنترل‌کننده DC و آرایه‌های خورشیدی (قبل از سیستم شارژ وسیله نقلیه)، گاهی به دلیل هم‌سطح نبودن سطوح ولتاژ شارژ وسیله نقلیه و خروجی آرایه‌های خورشیدی، فرآیند شارژ صورت نمی‌پذیرد. درحالی‌که در حالت (ب) با اضافه شدن باتری میان کنترل‌کننده DC و آرایه‌های خورشیدی این مشکل رفع شده است و کنترل‌کننده قادر خواهد بود تا در مواقع مورد نیاز از انرژی باتری برای تنظیم ولتاژ شارژ وسیله نقلیه استفاده نماید [۹۸-۹۷].

[1] Mono or Single Crystaline



شکل ۲-۱۳: نحوه اتصال آرایه‌های خورشیدی و وسیله نقلیه الکتریکی بدون باتری (الف) و با باتری (ب)

شکل ۲-۱۴، نمونه‌ای از طرح ایستگاه عمومی شارژ خورشیدی وسایل نقلیه الکتریکی را نشان می‌دهد.

شکل ۲-۱۴: طرح نمونه‌ای از ایستگاه عمومی شارژ خورشیدی خودروهای الکتریکی

۲-ایستگاههای E-Move [۹۸]:

ایستگاههای شارژ E-Move با هشت پانل خورشیدی تک کریستالی قادر به تولید 1.76 kW توان الکتریکی می‌باشند. طراحان این تکنولوژی در ایستگاههای عمومی شارژ خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی امیدوارند که با تکمیل و توسعه تکنولوژی مورد نظر قادر به تولید 2000 kWh انرژی از پانل‌های خورشیدی برای تامین انرژی الکتریکی مورد نیاز در ایستگاههای عمومی شارژ EV باشند. در حالت کلی این ایستگاههای شارژ عمومی با قرار دادن ۸ پانل خورشیدی در سقف، قادر به جذب نور خورشید و تبدیل آن به انرژی الکتریکی می‌باشند و می‌توانند در مکان‌های منتخب در سطح شهر نصب

شوند. از این ایستگاهها برای شارژ خودروهای الکتریکی، موتورسیکلت و دوچرخه‌های برقی و همچنین شارژ تلفن‌های همراه، لپ‌تاپ و سایر لوازم شارژی برقی قابل‌حمل استفاده می‌شود. شکل ۲-۱۵ نمونه‌ای از ایستگاه شارژ E-Move در اروپا را نشان می‌دهد.

۳- ایستگاههای عمومی شارژ بادی[1] [۹۸-۹۷]:

سال ۲۰۱۲، شرکت UGE[2]، اولین ایستگاه شارژ بادی خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی را معرفی نمود. این طراحی دارای یک توربین بادی ۴ کیلوواتی محور عمودی می‌باشد. شکل ۲-۱۵، تصویری از یک ایستگاه شارژ بادی خودرو برقی را نشان می‌دهد.

شکل ۲-۱۵: **ایستگاه عمومی شارژ** E-Move **در اروپا**

جدول ۲-۱۶، اطلاعاتی از ایستگاههای عمومی شارژ انرژی‌های تجدید پذیر نظیر برق-بادی و خورشیدی در انگلستان را نشان می‌دهد.

[1] Wind-powered Public charging station

[۲] شرکت Urban Green Energy (UGE)، یک شرکت فعال بین‌المللی در حوزه توزیع انرژی‌های تجدید پذیر است که در سال ۲۰۰۸ تأسیس شد و فعالیت خود را در نیویورک سیتی آمریکا آغاز نمود.

جدول ۲-۱۶: اطلاعات ایستگاه‌های عمومی شارژ انرژی‌های تجدیدپذیر در انگلستان

فناوری	ظرفیت شارژ (کیلووات)	هزینه نصب (یورو)	توضیحات
فتوولتائیک	۱۰/۳۵	۵۰۰۰۰	ناحیه‌ای که برای نصب سلول‌های خورشیدی با ظرفیت ۱۰/۳۵کیلووات در نظر گرفته شده است معادل با ۸۰ مترمربع می‌باشد
توربین بادی	۴/۱۴	۱۷۵۰۰	تحت شرایط توربین بادی ۶ کیلوواتی و سرعت متوسط باد ۵ متر بر ثانیه

شکل ۲-۱۶: ایستگاه عمومی شارژ بادی خودرو الکتریکی در سانفرانسیسکو، آمریکا (**Herron**، ۲۰۱۵)

۲-۶- نسل آتی ایستگاه‌های شارژ خودرو برقی

نسل آتی ایستگاههای عمومی شارژ خودروهای الکتریکی از روش شارژ القائی یا در حقیقت شارژ بی‌سیم بهره خواهند برد. هرچند این موضوع از مدت‌ها پیش توسط کشورهای مختلف در دست مطالعه و بررسی بوده است و تاکنون شرکت‌های خودروساز توانسته‌اند خودروهایی بسازند که به روش القائی شارژ شوند، اما در واقع هنوز موضوعی جدید و به‌روز مطرح می‌شود و انتظار می‌رود که استانداردهای جامعی برای آنها در آینده نزدیک تدوین شود. در این راستا انجمن مهندسی

خودرو آمریکا، اخیرا استانداردی تحت عنوان SAE J2954 در سال ۲۰۱۷ مدون نموده است که در ادامه به کلیات آن اشاره خواهد شد.

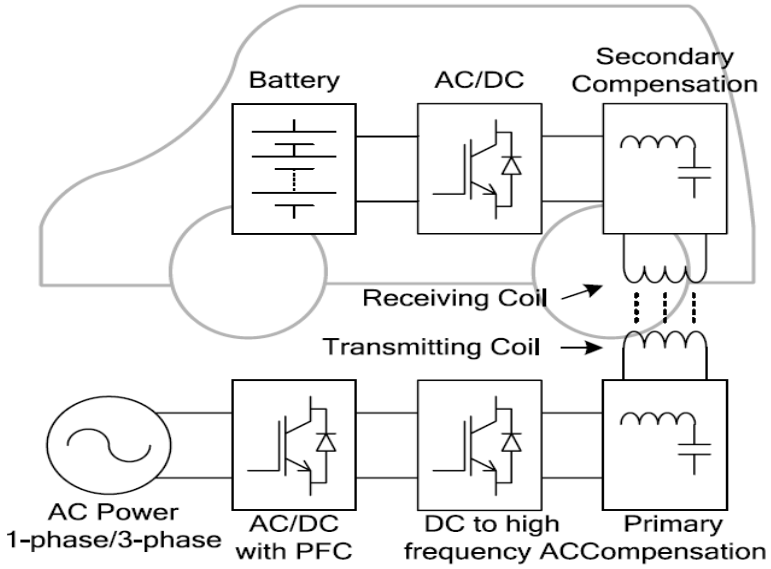
۲-۶-۱- تکنولوژی القاء و رزونانس

شارژ القائی[1] که به‌عنوان انتقال توان بی‌سیم (WPT[2]) شناخته می‌شود یک فناوری نوظهور است که امکان شارژ مجدد خودروهای الکتریکی PEV را بدون استفاده از اتصالات کابلی مهیا می‌سازد. متداول‌ترین نوع آن، استفاده از پدهای شارژ یا سیم‌پیچ‌هایی است که در محل پارک قرار می‌گیرد و پد شارژ یا سیم‌پیچ دیگر در زیر خودرو (گیرنده) جای داده می‌شود. بنابراین جریان الکتریکی ناشی از میدان الکترومغناطیسی ایجادشده، از سیم‌پیچ اولیه (محل پارک، ایستگاه) به سیم‌پیچ ثانویه (کف خودرو) القاء می‌شود و از این طریق باتری‌ها می‌توانند شارژ شوند. درصورتی‌که فواصل سیم‌پیچ‌های گیرنده و فرستنده از یکدیگر کمی بیشتر باشد، می‌توان از سیستم شارژ القائی با استفاده از کوپلینگ القاء رزونانس استفاده کرد. پیشرفت‌های اخیر در سیستم رزونانس با استفاده از سیم‌پیچ‌های انتقال متحرک و آلیاژهای بکار گرفته‌شده از جنس نقره، مس و آلومینیوم در سیم‌پیچ‌های گیرنده توانسته است تا حد زیادی انتقال توان و شارژ باتری خودروهای الکتریکی را بهبود بخشد[۱۰۰-۹۹ و ۷۶].

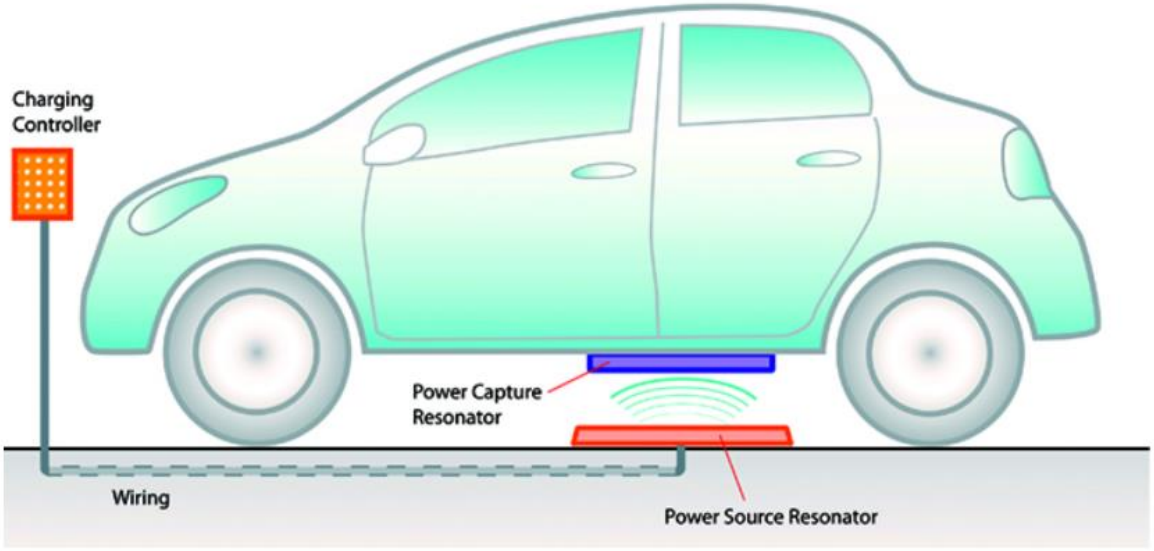
بنابراین شارژ القائی خودروهای الکتریکی را می‌توان به دو دسته طبقه‌بندی نمود: شارژ در ایستگاه، که خودرو در محل ایستگاه ثابت قرار می‌گیرد تا فرآیند شارژ انجام شود. اما در روش شارژ متحرک، با توجه به سیم‌پیچ‌هایی که در مسیر حرکت خودرو (خیابان) تعبیه‌شده است، خودرو قادر است در حال حرکت از طریق رزونانس شارژ شود.

شکل ۲-۱۷، ساختار و چگونگی شارژ القائی یا بی‌سیم خودروهای الکتریکی را نشان می‌دهد و شکل ۲-۱۸ نیز تصویری از محل و نحوه قرارگیری خودرو در محل ایستگاه شارژ القائی را نشان می‌دهد.

[1] Inductive Chargigng
[2] Wireless Power Transfer (WPT)



شکل ۲-۱۷: ساختار و چگونگی شارژ القائی خودروهای الکتریکی



شکل ۲-۱۸: شارژ القائی خودرو پارک شده در محل ایستگاه شارژ

۲-۶-۲- مطالعات و پژوهش‌های مرتبط با شارژ بی‌سیم[۷۶]

تاکنون تلاش‌های قابل توجهی در زمینه تحقیق و توسعه ایستگاههای شارژ القائی خودروهای PEV توسط مراکز صنعتی، خصوصی و دولتی، مراکز دانشگاهی و پژوهشی انجام شده است. موسسه فناوری ماساچوست (MIT[1]) توانسته است یک تکنولوژی را که قادر به القاء رزونانس مغناطیسی به میدان الکتریکی است، ثبت نماید. درواقع این فناوری با بزرگ‌تر نمودن فاصله هوایی میان فرستنده و گیرنده شارژ (PEV) موجب شده است تا راندمان انتقال توان تا حد قابل

[1] Massachusetts Institute of Technology (MIT)

توجهی افزایش یابد. در این راستا موسسه فناوری ماساچوست مجوزهای لازم برای استفاده از این تکنولوژی را برای چند شرکت بزرگ خودروسازی صادر نموده است.

دانشگاه ایالتی یوتا[1] متمرکز بر روی تحقیقات شارژ بی‌سیم می‌باشد و اخیرا ساخت یک مرکز تحقیقاتی جدید برای انجام پروژه‌های مطالعاتی و همچنین تست فناوری‌های شارژ توسط وسایل نقلیه الکتریکی در حال حرکت را در دستور کار خود قرار داده‌است.

مرکز حمل‌ونقل وسایل نقلیه الکتریکی (EVTC[2]) در دانشگاه مرکزی فلوریدا[3] در حال ایجاد یک آزمایشگاه مرکزی برای شارژ بی‌سیم خودروهای القائی می‌باشد تا بتواند تحقیقات و آزمایش‌های مربوطه را در آن مرکز انجام دهد.

۲-۶-۳-استانداردهای شارژ بی‌سیم [۹۹ و ۷۶]

انجمن مهندسان خودرو آمریکا (SAE) و همچنین کمیته بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC) در حال حاضر در مراحل اولیه توسعه استانداردهای فناوری بی‌سیم و دسترسی تجاری محدود آن می‌باشند. در این بین می‌توان به دو استاندارد مهم توسط این مراکز تحت عناوین SAE J2954 و IEC 61851-1 اشاره نمود.

گسترش و توسعه موفقیت‌آمیز فناوری‌های بی‌سیم موجب شده است تا خودروهای الکتریکی PEV با وارد شدن به محل پارک و ایستگاه شارژ، بدون نیاز به کابل‌های اتصال و به‌صورت بی‌سیم شارژ مجدد شوند. در حال حاضر محققین در حال انجام تحقیقاتی در محیط‌های آزمایشی هستند تا بتوانند خودروهای الکتریکی را در حال حرکت و از طریق سیستم رزونانس شارژ کنند. پیدایش این موضوع می‌تواند تا حد زیادی موجب کاهش سایز باتری‌ها و افزایش مسیر خودروهای PEV شود.

در شکل ۲-۱۹، تصاویری از خودروهای الکتریکی ساخته‌شده توسط شرکت‌های معتبر و بزرگ خودروسازی الکتریکی با بهره‌گیری از روش و تجهیزات شارژ بی‌سیم (القائی) نشان داده شده است.

[1] Utah State University
[2] Electric Vehicle Transportation Center (EVTC)
[3] University of Central Florida

شکل ۲-۱۹: تصاویری از خودروهای تجاری ساخته‌شده و مجهز به تجهیزات شارژ بی‌سیم (القائی)

۲-۷- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در این فصل انواع ایستگاههای عمومی شارژ خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی مورد بررسی و ارزیابی قرارگرفت. ایستگاههای شارژ خودروها و موتورسیکلت‌های برقی را می‌توان به طورکلی بر اساس پارامترهای مختلف نظیر سرعت شارژ، سطوح ولتاژ، جریان و توان، AC و DC، بی‌سیم و باسیم، شارژ یا تعویض باتری (Swapping)، منابع تغذیه، طراحی و محل نصب ایستگاه شارژ طبقه‌بندی نمود. در متداول‌ترین حالت ایستگاههای شارژ وسایل نقلیه برقی به سه دسته تقسیم‌بندی می‌شوند: ایستگاههای عمومی شارژ سطح یک و سطح دو که از نوع AC می‌باشند و ایستگاههای عمومی شارژ سطح سه که به DCFC ها شهرت دارند. درواقع سریع‌ترین نوع کانکتورهای شارژ ایستگاههای عمومی مربوط به دسته شارژ سریع سطح سوم می‌باشند.

منابع انرژی تجدیدپذیر نیز می‌توانند به عنوان منابع تغذیه در ایستگاههای عمومی شارژ خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی مورد استفاده قرار گیرند. در این خصوص می‌توان از توپولوژی‌های گوناگون مداری بهره گرفت. در حال حاضر متداول‌ترین ایستگاههای شارژ خودرو و موتورسیکلت برقی مبتنی بر انرژی‌های تجدیدپذیر، ایستگاههای عمومی شارژ خورشیدی(SPARC)، ایستگاههای E-MOVE و ایستگاههای عمومی شارژ بادی می‌باشند.

در این بین به‌نظر می‌رسد نسل آتی ایستگاههای شارژ خودروهای الکتریکی مبتنی بر روش‌های شارژ القائی باشند. روش‌های منطبق بر شارژ القائی یا بی‌سیم (WPT) و همچنین بهره‌گیری از سیستم‌های شارژ رزونانسی می‌تواند در آینده

نزدیک تحولی بزرگ در ایستگاههای عمومی شارژ خودروهای الکتریکی ایجاد نماید. این تحول بزرگ حذف کابل‌های اتصالی میان خودرو و ایستگاه و مسائل مربوطه می‌باشد.

فصل ۳

مطالعه و بررسی استانداردهای مرتبط با ایستگاه‌های شارژ خودرو و موتورسیکلت برقی و سازمان‌های توسعه‌دهنده آنها

مقدمه

با توسعه تکنولوژی‌های مربوط به شارژ خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی و فراهم آوردن زمینه‌های متعدد برای نصب ایستگاههای شارژ جهت افزایش دسترس‌پذیری خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی به اماکن شارژ، توسعه استانداردهای مربوط به ایجاد ایستگاههای شارژ نیز با سرعت بیشتری در حال حرکت است تا جایی که روز به روز به تعداد استانداردهای ایستگاههای شارژ وسایل نقلیه الکتریکی افزوده می‌شود. در همین راستا، در این فصل به معرفی انواع استانداردهای مربوط به ایستگاههای شارژ عمومی اعم از استانداردهای مربوط به مسائل حفاظتی، کنترلی، مخابراتی و ... پرداخته می‌شود. در واقع در این بخش ابتدا سازمان‌هایی که به تدوین استانداردهای ایستگاههای شارژ خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی می‌پردازند، معرفی شده و سپس استانداردهای تدوین شده توسط هر سازمان در حوزه ایستگاههای شارژ عمومی مورد بررسی قرار می‌گیرند. فصل با شرح مختصری در خصوص شارژ هوشمند که مختص شبکه‌های هوشمند است آغاز شده و با بحث استانداردها ادامه می‌یابد.

۳-۱- شارژ هوشمند[1] [۱۰۱]

شارژ هوشمند به شارژ کنترل شده برای کمینه کردن هزینه‌های شارژ خودروهای الکتریکی در اتصال به شبکه برق گفته می‌شود. مکانیزم کنترل وابسته به شبکه برق، ایستگاه شارژ، خودرو و موتورسیکلت الکتریکی است. در این راستا، با ارسال سیگنال‌های مخابراتی توسط سیستم ICT[2] از سوی شبکه، عملیات شارژ هوشمند برای شارژ اقتصادی و بهینه خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی با توجه به شرایط مختلف شبکه انجام می‌شود. در واقع با رصد شبکه توسط سیستم کنترل هوشمند جهت دریافت اطلاعات مربوط به تولید و مصرف در شبکه، به دارندگان خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی اطلاع داده می‌شود که در چه زمان‌هایی خودرو و موتورسیکلت الکتریکی را شارژ و یا مازاد شارژ خود را به شبکه تزریق کنند تا از طرح‌های تشویقی در نظر گرفته شده بهره‌مند گردند. این اقدامات در راستای شبکه‌های هوشمند[3] صورت می‌پذیرد. برخی از مزایای شارژ هوشمند عبارتند از:

- تسهیل در تجمیع منابع انرژی تجدیدپذیر در راستای تولید غیرمتمرکز در شبکه توزیع
- افزایش قابلیت انعطاف مدیریت شبکه
- استفاده بهینه از ظرفیت تولید در شبکه
- جلوگیری از سرمایه‌گذاری‌های اضافی در راستای توسعه ظرفیت در شبکه
- افزایش راحتی مالکان خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی در استفاده از ایستگاههای شارژ

[1] Smart Charging
[2] Intelligent Metering System
[3] Smart Grids

۳-۲- بررسی استانداردهای مرتبط با ایستگاه‌های عمومی شارژ وسایل نقلیه الکتریکی

در این بخش به معرفی استانداردهای تدوین شده توسط هر سازمان در ارتباط با ایستگاههای شارژ عمومی وسایل نقلیه الکتریکی پرداخته می‌شود. با توجه به تحقیق صورت پذیرفته مهم‌ترین و معتبرترین استانداردهای مرتبط با ایستگاههای شارژ وسایل نقلیه برقی عبارتند از:

۱- استانداردهای IEC

۲- استانداردهای SAE

۳- استانداردهای UL

۴- استانداردهای NEC

که توسط سازمان‌های مربوطه تهیه و تدوین شده‌اند. در ادامه، این سازمان‌ها و استانداردهای مربوطه تشریح خواهند شد.

۳-۲-۱- معرفی موسسه استاندارد IEC[1] [۱۰۳و۱۰۱]

موسسه استاندارد IEC یک موسسه استاندارد غیرانتفاعی و غیردولتی است که استانداردهای بین‌المللی کلیه فن‌آوری‌های الکترونیکی و الکتریکی را تهیه و منتشر می‌کند. استانداردهای IEC شامل دامنه وسیعی از فن‌آوری‌ها ازجمله تولید، انتقال و توزیع برق برای مصارف اداری و خانگی، نیمه‌رساناها، فیبرهای نوری، باتری‌ها، انرژی خورشیدی، فناوری نانو، وسایل نقلیه الکتریکی و بسیاری دیگر می‌شود. منشور IEC همه موارد مربوط به الکتروتکنولوژی را می‌پذیرد از جمله: تولید انرژی، الکترونیک، مغناطیس، الکترومغناطیس، چندرسانه‌ای، ارتباطات، تکنولوژی پزشکی و ... . موسسه IEC در سال ۱۹۰۶ بر پایه مباحث مطروحه بین موسسه مهندسان الکترونیک بریتانیا[2]، موسسه مهندسان برق آمریکا[3] و دیگران (این مباحث از سال ۱۹۰۰ در کنگره بین‌المللی برق پاریس آغاز شده بود) شکل گرفت. این سازمان در لندن تاسیس شد و در سال ۱۹۴۸ به ژنو انتقال یافت. دفاتر منطقه‌ای IEC در سنگاپور (آسیا-اقیانوسیه)، سائوپائولو برزیل (آمریکای لاتین)، بوستون، ماساچوست ایالات متحده (آمریکای شمالی) قرار دارد.

امروزه IEC به عنوان پیشرو و رهبر جهانی در زمینه تخصصی خود مطرح است و استانداردهای این سازمان به عنوان مرجع استانداردهای ملی در کشورهای عضو پذیرفته می‌شود. در سال ۱۹۳۲ این سازمان واژه نامه چند زبانه بین‌المللی را برای هماهنگ کردن واژگان مرتبط با مسائل الکترونیکی، الکتریکی و فناوری منتشر کرد. استانداردهای IEC در عنوان و نام خود دارای اعدادی بین ۶۰۰۰۰ تا ۷۹۹۹۹ هستند، به طور مثال استاندارد "IEC 60417". شماره استانداردهای IEC قدیمی از سال ۱۹۹۷ با اضافه کردن عدد ۶۰۰۰۰ به عدد قبلی اصلاح شد. به طور مثال IEC 27 به IEC 60027 تبدیل

[1] International Electrotechnical Commission
[2] British Institution of Electrical Engineers
[3] American Institute of Electrical Engineers

گردید. همچنین موسسه IEC با سازمان‌هایی نظیر سازمان بین‌المللی استانداردسازی (ISO[1]) و اتحادیه بین‌المللی مخابرات (ITU[2]) همکاری نزدیکی دارد. به علاوه این موسسه با سازمان‌های توسعه استاندارد بزرگ دیگری نیز همکاری دارد. به طور مثال قرارداد همکاری با موسسه مهندسان برق و الکترونیک (IEEE[3]) که در سال ۲۰۰۲ به امضای طرفین رسید. در حال حاضر ۸۲ کشور از جمله ایران به عنوان اعضای دائمی این موسسه محسوب می‌گردند. در ادامه به معرفی مهم‌ترین استانداردهای IEC در زمینه ایستگاههای شارژ وسایل نقلیه برقی پرداخته می‌شود.

۳-۲-۲-استاندارد IEC 61851 [۱۰۴]

این استاندارد در ارتباط با الزامات عمومی شارژ انواع وسایل نقلیه الکتریکی است. این نکته حائز اهمیت است که استانداردهای IEC و ISO به طور کامل تمامی الزامات مربوط به تجهیزات شارژ وسایل نقلیه الکتریکی را تحت پوشش قرار می‌دهد. استاندارد IEC 61851 الزامات الکتریکی، مکانیکی، مخابراتی، عملکردی و EMC[4] را تحت پوشش خود قرار می‌دهد. این استاندارد به بخش‌های متعدد IEC 61851-1، IEC 61851-21-1، IEC 61851-21-2[5]، IEC 61851-23 و IEC 61851-24 تقسیم می‌شود.

همچنین استاندارد IEC 61851-3 به عنوان زیرمجموعه دیگری از استاندارد IEC 61851، برای تجهیزات شارژ وسایل نقلیه الکتریکی با حداکثر ولتاژ خروجی ۱۲۰ ولت DC بکار می‌رود. این استاندارد به هفت بخش دیگر تقسیم می‌گردد که در حال حاضر در حال تدوین و آماده‌سازی است.

۳-۲-۲-۱- استاندارد IEC 61851-1[۱۰۴]

این استاندارد که بخش اول استاندارد IEC 61851 محسوب می‌گردد در ارتباط با تجهیزات شارژ وسایل نقلیه الکتریکی با حداکثر ولتاژ خروجی ۱۰۰۰ ولت AC و یا ۱۵۰۰ ولت DC است. این استاندارد تمامی وسایل نقلیه الکتریکی مورد استفاده در جاده‌ها[6] از جمله خودروهای PHEV را شامل می‌شود. از جمله مواردی که در این استاندارد تحت پوشش قرار گرفته است عبارتند از:

- مشخصه‌ها و شرایط بهره‌برداری از تجهیزات شارژ وسایل نقلیه الکتریکی
- مشخص کردن اتصال بین تجهیزات شارژ با وسایل نقلیه الکتریکی
- الزامات مرتبط با ایمنی الکتریکی تجهیزات شارژ وسایل نقلیه الکتریکی

---

[1] International Organization for Standardization
[2] International Telecommunication Union
[3] Institute of Electrical and Electronics Engineers
[4] Electromagnetic Compatibility

[5] تحت تدوین و آماده‌سازی

[6] Electric Road Vehicles

علاوه بر موارد فوق، برای تجهیزات شارژی که صرفا برای محیط‌ها و شرایط خاص طراحی شده‌اند نیز الزاماتی در نظر گرفته شده است که این الزامات برای شرایط زیر است:

- تجهیزات شارژ واقع شده در اماکنی که گازها و یا بخارهای قابل اشتعال، مواد آتش‌زا، سوخت‌ها و مواد قابل انفجار وجود دارد
- تجهیزات شارژ طراحی شده جهت نصب در ارتفاع بیش از ۲۰۰۰ متر از سطح دریا
- تجهیزات شارژ در نظر گرفته شده جهت نصب در کشتی‌ها

الزامات مربوط به اجزای الکتریکی مربوط به ایستگاههای شارژ تحت پوشش این استاندارد نبوده و این اجزا دارای استاندارد مجزا هستند. در حالت کلی این استاندارد موارد زیر را تحت پوشش قرار نمی‌دهد:

- جنبه‌های ایمنی مرتبط با نگهداری از تجهیزات شارژ
- شارژ کردن اتوبوس‌های تراموا، وسایل نقلیه الکتریکی ریلی، خودروهای الکتریکی صنعتی و تمامی وسایل نقلیه الکتریکی که در جاده بکار گرفته نمی‌شوند
- تجهیزات موجود در خودرو الکتریکی

۳-۲-۲-۲-استاندارد IEC 61851-21-1 [۱۰۵]

این استاندارد همانند استاندارد IEC 61851-1 الزامات مرتبط با اتصال الکتریکی وسایل نقلیه الکتریکی به ایستگاههای شارژ AC و DC را ارائه می‌دهد. در واقع این استاندارد تنها بخش EMC مربوط به شارژ وسایل نقلیه الکتریکی را پوشش می‌دهد و قابلیت استفاده برای اتوبوس‌های تراموا، وسایل نقلیه الکتریکی ریلی، خودروهای الکتریکی صنعتی و سایر وسایل نقلیه الکتریکی که بر روی جاده استفاده نمی‌شوند نظیر ماشین آلات کشاورزی و عمرانی را ندارد.

۳-۲-۲-۳-استاندارد IEC 61851-23 [۱۰۶]

این استاندارد الزامات مرتبط با اتصال وسایل نقلیه الکتریکی به ایستگاههای شارژ DC با ولتاژ ورودی ایستگاهها تا حداکثر ۱۰۰۰ ولت AC و یا ۱۵۰۰ ولت DC، ولتاژ خروجی حداکثر ۱۵۰۰ ولت DC را تحت پوشش قرار می‌دهد. در حال حاضر در این استاندارد الزامات مرتبط با انتقال توان به صورت دو طرفه[1] توسط ایستگاههای شارژ و وسایل نقلیه الکتریکی در نظر گرفته نشده است و این الزامات تحت تدوین و آماده‌سازی می‌باشد.

این استاندارد الزامات ایمنی مرتبط با نگهداری ایستگاهها و تجهیزات شارژ وسایل نقلیه الکتریکی را تحت پوشش قرار نمی‌دهد. الزامات مرتبط با EMC در فرآیند شارژ DC نیز در استاندارد IEC 61851-21-2 بیان خواهد شد که در حال حاضر تحت تدوین و آماده‌سازی می‌باشد. همچنین در این استاندارد الزامات کلی در زمینه ارتباط بین ایستگاههای شارژ

[1] Bi-directional Power Flow

DC و وسایل نقلیه الکتریکی نیز فراهم گردیده است که البته الزامات مربوط به ارتباط دیجیتالی[1] بین ایستگاههای شارژ DC و وسایل نقلیه الکتریکی به منظور کنترل فرآیند شارژ DC در استاندارد IEC 61851-24 بیان گردیده است.

۳-۲-۲-۴-استاندارد IEC 61851-24 [۱۰۷]

همانطور که در قسمت قبل بیان گردید، این استاندارد الزامات مرتبط با ارتباط دیجیتالی بین ایستگاههای شارژ DC و وسایل نقلیه الکتریکی به منظور کنترل فرآیند شارژ DC را تحت پوشش قرار می‌دهد. ویژگی‌های ایستگاه شارژ در نظر گرفته شده در این استاندارد همانند استاندارد IEC 61851-23 است و ایستگاه شارژ DC به ولتاژ ورودی با حداکثر ولتاژ ۱۰۰۰ ولت AC و یا ۱۵۰۰ ولت DC متصل شده است.

۳-۲-۳- استاندارد IEC 62196 [۱۰۸]

استاندارد IEC 62196 الزامات مرتبط با مسائل مکانیکی، الکتریکی و عملکردی سوکت‌های خروجی[2]، کابل‌ها و اتصالات انواع ایستگاههای شارژ با وسایل نقلیه الکتریکی را تشریح می‌کند. این استاندارد به سه بخش دیگر یعنی IEC 62196-1، IEC 62196-2 و IEC 62196-3 تقسیم می‌گردد که در ادامه هر یک از این بخش‌ها به طور مختصر معرفی می‌شوند.

۳-۲-۳-۱- استاندارد IEC 62196-1 [۱۰۸]

این استاندارد الزامات مرتبط با سوکت‌های خروجی، کابل‌ها و اتصالات ایستگاههای شارژ با وسایل نقلیه الکتریکی را که به عنوان "لوازم جانبی[3]" مورد استفاده برای شارژ وسایل نقلیه الکتریکی شناخته می‌شوند، تشریح می‌کند. در این استاندارد، ولتاژ AC خروجی حداکثر تا ۶۹۰ ولت با فرکانس ۵۰ تا ۶۰ هرتز و حداکثر جریان ۲۵۰ آمپر، و ولتاژ DC خروجی حداکثر تا ۱۵۰۰ ولت و حداکثر جریان ۴۰۰ آمپر در نظر گرفته شده است. لوازم جانبی و کابل‌ها در این استاندارد برای مدارهای تعیین شده در استاندارد IEC 61851-1 که در ولتاژها و فرکانس‌های مختلف عمل می‌کنند در نظر گرفته شده است. این لوازم جانبی و کابل‌ها برای دماهای مختلف محیط، از ۳۰- تا ۵۰ درجه سانتیگراد مورد استفاده قرار می‌گیرند. البته این نکته حائز اهمیت است که در برخی از کشورهای جهان که در شرایط محیطی خاص قرار گرفته‌اند، الزامات در نظر گرفته شده در ارتباط با دمای هوای محیط متفاوت خواهد بود. در این استاندارد جنس کابل‌های ایستگاههای شارژ مس و یا آلیاژ مس تعیین گردیده است. الزامات در نظر گرفته شده برای لوازم جانبی و کابل‌ها در این استاندارد، تنها مبتنی بر حالات مختلف شارژی است که در استاندارد IEC 61851-1 آمده است.

---

[1] Digital Communication
[2] Socket Outlets
[3] Accessories

۳-۲-۳-۲-استاندارد IEC 62196-2 [۱۰۹]

این استاندارد الزامات مرتبط با پین‌ها و اتصالات در سوکت‌های خروجی ایستگاههای شارژ AC و ورودی وسایل نقلیه الکتریکی که به عنوان لوازم جانبی مورد استفاده در شارژ وسایل نقلیه الکتریکی نیز در نظر گرفته می‌شوند را بیان می‌کند. مبتنی بر این استاندارد برای اتصال شارژ الکتریکی، این لوازم جانبی باید تحت حداکثر ولتاژ نامی ۴۸۰ ولت AC با فرکانس ۵۰ تا ۶۰ هرتز و حداکثر جریان سه فاز ۶۳ آمپر و یا تک‌فاز ۷۰ آمپر مورد استفاده قرار گیرند. همانند بخش قبل، لوازم جانبی و کابل‌ها در این استاندارد برای مدارهای تعیین شده در استاندارد IEC 61851-1 که در ولتاژها و فرکانس‌های مختلف عمل می‌کنند در نظر گرفته شده است. همچنین این لوازم جانبی و کابل‌ها برای دماهای مختلف محیط، از ۳۰- تا ۵۰ درجه سانتیگراد مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این استاندارد نیز جنس کابل‌های ایستگاههای شارژ که لوازم جانبی بر روی آن قرار گرفته است، از جنس مس و یا آلیاژ مس تعیین شده است.

۳-۲-۳-۳- استاندارد IEC 62196-3 [۱۱۰]

این استاندارد الزامات مربوط به پین‌ها و اتصالات در سوکت‌های خروجی ایستگاههای شارژ AC/DC (ایستگاههای شارژ با خروجی‌های همزمان DC و AC) و DC جهت کوپلینگ با وسایل نقلیه الکتریکی را بیان می‌کند. در این استاندارد برای اتصال شارژ الکتریکی، حداکثر ولتاژ ۱۵۰۰ ولت DC با حداکثر جریان ۲۵۰ آمپر و یا حداکثر ولتاژ ۱۰۰۰ ولت AC با حداکثر جریان ۲۵۰ آمپر در نظر گرفته شده است. حالات شارژ در این استاندارد بر اساس استاندارد IEC 61851-1 و کوپلرهای وسایل نقلیه الکتریکی[1] نیز برای مدارهای تعیین شده در استاندارد IEC 61851-1 که در ولتاژها و فرکانس‌های مختلف عمل می‌کنند در نظر گرفته شده است. همچنین این کوپلرها برای دماهای مختلف محیط، از ۳۰- تا ۵۰ درجه سانتیگراد مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این استاندارد نیز جنس کابل‌های ایستگاههای شارژ که لوازم جانبی و کوپلرها بر روی آن قرار گرفته است، از جنس مس و یا آلیاژ مس تعیین شده است.

۳-۲-۴-معرفی SAE International [۱۱۲و۱۱۱]

انجمن مهندسان خودرو[2] یا SAE، یک انجمن حرفه‌ای فعال در سطح جهانی برای تدوین استانداردهای مختلف در حوزه‌های مختلف مهندسی است. این انجمن در سال ۱۹۰۵ در آمریکا تاسیس گردیده و تمرکز اصلی آن بر صنایع خودروسازی، هوافضا و وسایل نقلیه تجاری است. این سازمان در سراسر جهان، بیش از ۱۳۸۰۰۰ عضو دارد که عضویت در این سازمان تنها به افراد تعلق می‌گیرد و شرکت‌ها نمی‌توانند عضو سازمان شوند. از اعضای سرشناس این سازمان می‌توان به توماس ادیسون و هنری فورد[3] اشاره نمود. این سازمان در کنار فعالیت عمده خود در راستای استانداردسازی، به اعطای تسهیلات و سرمایه برای توسعه آموزش علوم مهندسی و صدور گواهی‌نامه‌های تخصصی نیز می‌پردازد. در آمریکای شمالی

[1] Vehicle Couplers

[2] Society of Automotive Engineers

[3] Henry Ford

SAE معمولا به عنوان ابزاری برای سنجش در صنایع خودروسازی محسوب می‌شود. به عنوان مثال، بهترین و شناخته‌شده‌ترین معیار سنجش میزان اسب بخار در صنایع خودروسازی آمریکا، مبتنی بر معیار SAE است. سازمان SAE با ارائه استانداردهای فنی به صنایع مختلف، کمک فراوانی به بهبود محصولات نهایی تولید شده توسط این صنایع می‌کند.

۳-۲-۵-استانداردهای SAE مرتبط با ایستگاه‌های شارژ وسایل نقلیه الکتریکی [۱۱۳]

استاندارد SAE J2293 الزامات مربوط به وسایل نقلیه الکتریکی و تجهیزات شارژ این وسایل نقلیه به‌منظور انتقال انرژی الکتریکی از طریق ایستگاههای شارژ به وسایل نقلیه الکتریکی بیان می‌کند. این استاندارد به دو بخش SAE J2293-1 و SAE J2293-2 تقسیم می‌شود. بخش اول این استاندارد به الزامات مرتبط با تبدیل و انتقال انرژی الکتریکی توسط مدارهای الکتریکی درون ایستگاه‌های شارژ و بخش دوم به انتقال مخابراتی و چگونگی دریافت و ارسال سیگنال‌های کنترلی مربوط می‌شود. متناسب با معماری‌های مختلف برای ایستگاه شارژ، استانداردهای مختلفی نیز در نظر گرفته شده است. معماری هر ایستگاه شارژ برای انتقال توان الکتریکی به وسیله نقلیه به طور عمده به سه دسته تقسیم می‌شود:

نوع A: در این حالت ایستگاه شارژ توان الکتریکی را به صورت AC و بوسیله اتصال مستقیم (کابل) به وسیله نقلیه الکتریکی انتقال می‌دهد.

نوع B: در این حالت ایستگاه شارژ توان الکتریکی را به صورت القایی به وسیله نقلیه الکتریکی انتقال می‌دهد.

نوع C: در این حالت ایستگاه شارژ توان الکتریکی را به صورت DC و به وسیله اتصال مستقیم (کابل) به وسیله نقلیه الکتریکی انتقال می‌دهد.

بر اساس نوع معماری ایستگاههای شارژ، ضوابط مختلفی ممکن است در نظر گرفته شود که این ضوابط و الزامات در استانداردهای SAE J2178 (الزامات مربوط به فرمت سیگنال‌های حاوی پیام در هنگام شارژ)، SAE J1850 (الزامات مربوط به شبکه مخابراتی اطلاعات شارژ)، SAE J1772 (الزامات مربوط به کوپلر شارژ در حالت اتصال مستقیم (کابل)) و SAE J1773 (الزامات مربوط به کوپلر شارژ در حالت اتصال القایی) آورده شده است.

۳-۲-۶-معرفی شرکت UL[1] [۱۱۵و۱۱۴]

شرکت UL یک شرکت معتبر مستقل در زمینه علمی و ایمنی در سطح جهان است که بیش از ۱۱۸ سال قدمت دارد. این شرکت بیش از ده هزار کارمند متخصص در بیش از ۱۰۰ کشور دنیا دارد. شرکت UL شامل پنج واحد تجارت و کسب و کار، ایمنی محصول، محیط‌زیست، سلامت و زندگی و همچنین خدمات دانش است که برای رفع نیازهای روزافزون مشتریان طراحی گردیده است. این شرکت خود را متعهد به گسترش محیط زندگی و محیط کار امن از طریق حمایت از توسعه و استفاده از محصولات ایمن (از لحاظ ساختاری و زیست محیطی) نموده‌است. استانداردهای تدوین شده بوسیله

[1] Underwriters Laboratories

UL، در بسیاری از موارد به بشریت کمک می‌کند، از جمله از طریق کاهش خطرات، حفاظت از زندگی و سلامت انسان‌ها، حفاظت از اموال و حفاظت از محیط زیست. این شرکت با سازماندهی و تدوین بیش از ۱۵۰۰ استاندارد در زمینه‌های مختلف سعی دارد که سهم قابل توجهی در حفظ ایمنی در زندگی بشریت ایفا کند. شرکت UL یک توسعه دهنده استاندارد در ایالات متحده و کاناداست که در راستای تحقق اهداف خود در حفظ ایمنی محصولات، با سازمان‌های استاندارد ملی در نقاط مختلف جهان نیز همکاری می‌کند.

۳-۲-۷-استاندارد UL 62 [۱۱۶]

این استاندارد الزامات مرتبط با انواع کابل‌های مختلف قابل انعطاف با حداکثر ولتاژ ۶۰۰ ولت نظیر کابل‌های آسانسور، کابل‌های بالابرهای هیدرولیکی، کابل‌های تجهیزات گرمایشی، کابل‌های نورپردازی، کابل‌های سرویس و کابل‌های مربوط به ایستگاههای شارژ وسایل نقلیه الکتریکی را بیان می‌کند. به عنوان مثال بر اساس این استاندارد، کابل‌های مربوط به ایستگاههای شارژ وسایل نقلیه الکتریکی می‌بایست مقاوم در برابر محدوده دمایی ۱۰۵-۶۰ درجه سانتیگراد برای هوای خشک و ۶۰ درجه سانتیگراد برای هوای مرطوب و همچنین مقاوم در برابر روغن و نور خورشید و مناسب برای استفاده در مکان‌های مرطوب باشد.

۳-۲-۸- استاندارد UL 2202 [۱۱۷]

این استاندارد الزامات مربوط به تجهیزات شارژ وسایل نقلیه الکتریکی با حداکثر ولتاژ ۶۰۰ ولت که بر روی جاده مورد استفاده قرار می‌گیرند را بیان می‌کند. این استاندارد شامل هر دو مدل تجهیزات شارژ یعنی Off-board و On-board است. شایان ذکر است این استاندارد الزامات مربوط به باتری وسایل نقلیه الکتریکی را تحت پوشش قرار نمی‌دهد.

۳-۲-۹-استاندارد UL 2231-1 [۱۱۸]

این استاندارد در راستای کاهش خطر شوک الکتریکی[1] در هنگام استفاده از تجهیزات و سیستم‌های الکتریکی شارژ وسایل نقلیه الکتریکی تدوین شده است. در این استاندارد، الزامات در نظر گرفته شده برای تجهیزات و سیستم‌های شارژ، بر اساس نوع طراحی ایستگاههای شارژ و وسایل نقلیه الکتریکی متفاوت است. این الزامات تمامی قسمت‌های رسانا و قابل دسترسی وسایل نقلیه الکتریکی را در حین شارژ تحت پوشش قرار می‌دهد. الزامات در نظر گرفته شده در این استاندارد جریان‌های کمتر از ۷۰ میلی‌آمپر (جریان مؤثر) که در بخش‌هایی از وسایل نقلیه الکتریکی و ایستگاههای شارژ وجود دارد را نیز تحت پوشش قرار می‌دهد.

[1] Electric Shock

۳-۲-۱۰- استاندارد UL 2231-2 [۱۱۹]

این استاندارد حالت تکمیلی استاندارد UL 2231-1 است و الزامات مربوط به مسائل حفاظتی تجهیزات و سیستم‌های الکتریکی مربوط به ایستگاههای شارژ را بیان می‌کند. در واقع در این استاندارد الزامات حفاظتی مربوط به ساختار و عملکرد سیستم‌های شارژ وسایل نقلیه الکتریکی بیان می‌گردد.

۳-۲-۱۱- استاندارد UL 2251 [۱۲۰]

این استاندارد الزامات مربوط به کانکتورهای شارژ، محل اتصال ورودی وسایل نقلیه الکتریکی[1] برای شارژ و کوپلرهای شارژ با حداکثر جریان ۸۰۰ آمپر و حداکثر ولتاژ ۶۰۰ ولت AC و DC را پوشش می‌دهد. این الزامات هم برای ایستگاههای شارژ خانگی و هم غیر خانگی قابل استفاده است. شایان ذکر است استاندارد ذکرشده برای کانکتورهای مربوط به انتقال داده و سیگنال‌های مخابراتی بین ایستگاههای شارژ و وسایل نقلیه الکتریکی و کابل‌های شارژ و مدارهای الکتریکی مربوط به ایستگاههای شارژ به کار گرفته نمی‌شود.

۳-۲-۱۲- معرفی سازمان NEC[2] [۱۲۱]

سازمان NEC یا NFPA[3] 70 یک سازمان منطقه‌ای در ایالات متحده آمریکا است که استانداردهای مربوط به نصب ایمن تجهیزات و سیم‌کشی الکتریکی را تدوین کرده است. این سازمان بخشی از سازمان NFPA است که به صورت انجمن تجاری خصوصی فعالیت می‌کند. برخلاف استفاده از عنوان "ملی" (National) در نام‌گذاری این سازمان، استانداردهای NEC همانند قوانین فدرال در آمریکا نبوده و این استانداردها به همان صورتی که تدوین شده است در ایالات مختلف استفاده می‌شود. در این بین ممکن است بخش‌هایی از این استانداردها توسط هیئت‌های قانون‌گذار در ایالات مختلف مورد استفاده قرار نگیرد. این سازمان به طور رسمی توسط موسسه استاندارد ملی آمریکا[4] تائید شده و با عنوان ANSI/NFPA 70 شناخته می‌شود.

اولین سری از استانداردهای NEC در سال ۱۸۹۷ منتشر گردید و از آن سال به بعد در هر سه سال نسخه‌های جدید این استانداردها منتشر می‌گردد. آخرین نسخه این استانداردها در سال ۲۰۱۷ منتشر شد که مورد پذیرش و توجه بسیاری از ایالت‌های آمریکا قرار گرفته است. با توسعه تجهیزات الکتریکی و اهمیت برقراری ایمنی در اماکن و ساختمان‌ها، سازمان NEC بیش از گذشته مورد توجه قرار گرفته‌است. در حال حاضر در ایالات متحده، هر کسی که می‌خواهد وارد حرفه

---

[1] Vehicle Inlet
[2] National Electric Code
[3] National Fire Protection Association
[4] American National Standards Institute (ANSI)

تاسیسات الکتریکی گردد، ابتدا باید دوره استانداردهای NEC را طی کند و سپس مجوز فعالیت در این حوزه را کسب نماید.

۳-۲-۱۳- استاندارد NEC 625 [۱۲۲]

سازمان NEC مجموعه‌ای از استانداردهای حفاظتی و ایمنی را برای تجهیزات و تاسیسات الکتریکی تدوین کرده است. بخش ۶۲۵ این مجموعه استانداردها مربوط به سیستم‌ها و تجهیزات شارژ وسایل نقلیه الکتریکی است. در این بخش ضمن معرفی اصطلاحات و تعاریف تخصصی در حوزه تجهیزات و سیستم‌های شارژ وسایل نقلیه الکتریکی، به تدوین نکات و استانداردهای مختلف در بخش‌هایی نظیر کابل‌های ایستگاههای شارژ، تجهیزات مرتبط با کوپلینگ شارژ، حفاظت عمومی و تخصصی در ایستگاههای شارژ، استانداردهای مربوط به تجهیزات پورتابل[1] و ثابت در شارژ وسایل نقلیه الکتریکی، محل نصب ایستگاههای شارژ، سیستم تهویه، استانداردهای مربوط به چگونگی انتقال توان (مستقیم و یا القایی) و غیره پرداخته شده است.

۳-۳- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

نظر به توسعه شبکه‌های هوشمند و اهمیت بازار انرژی، در این فصل در گام اول به معرفی شارژ هوشمند که روشی اقتصادی جهت استفاده از ایستگاههای شارژ شبکه و کنترل بار است پرداخته شد. در ادامه مهم‌ترین و معتبرترین استانداردهای مرتبط با ایستگاههای شارژ وسایل نقلیه برقی و سازمان‌های تدوین کننده این استانداردها معرفی شدند. بررسی اجمالی استانداردهای مذکور نیز صورت پذیرفت. این استانداردها در بخش‌های بعدی ضابطه به صورت کامل و دقیق مورد بررسی و ارزیابی قرار خواهندگرفت و نکات فنی لازم از آنها استخراج خواهد شد.

[1] Portable

فصل ۴

مطالعه و بررسی انواع روش‌های استفاده از ایستگاه شارژ خودرو و موتورسیکلت برقی توسط مشتریان

مقدمه

گسترش خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی و رشد قابل‌توجه تقاضای آن در سال‌های اخیر، موجب شده تا زیرساخت‌های عمومی و مورد نیاز با همان سرعت توسعه و بهبود یابند. این توسعه و بهبود با مسائل جانبی مختلفی همچون مکان‌یابی سریع ایستگاه، شارژ سریع و روش‌های پرداخت متنوع، سریع و آسان همراه بوده و تلاش‌های فراوانی در این زمینه‌ها انجام شده و یا در حال انجام است. نظر به اهمیت مسئله پرداخت هزینه شارژ توسط مشتریان، در این فصل از ضابطه به بررسی انواع روش‌های پرداخت در ایستگاههای عمومی شارژ وسایل نقلیه الکتریکی و دستورالعمل‌های مربوطه پرداخته می‌شود. همچنین امکانات در نظر گرفته‌شده برای رانندگان خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی شامل نرم‌افزارهای موجود در وبسایت شرکت‌های سازنده ایستگاه شارژ یا توسعه داده‌شده بر روی تلفن همراه به منظور یافتن ایستگاههای عمومی شارژ، پرداخت آسان و مطمئن هزینه و آگاهی از میزان انرژی الکتریکی شارژ یا مصرف‌شده توسط وسایل نقلیه الکتریکی معرفی خواهند شد. در پایان نیز تجارب برخی از سازندگان معتبر ایستگاههای عمومی شارژ وسایل نقلیه الکتریکی مبتنی بر ارائه روش‌های مختلف پرداخت هزینه شارژ EV مورد ارزیابی قرارگرفته می‌شود.

۴-۱- انواع روش‌های پرداخت شارژ الکتریکی خودروها و موتورسیکلت‌های برقی

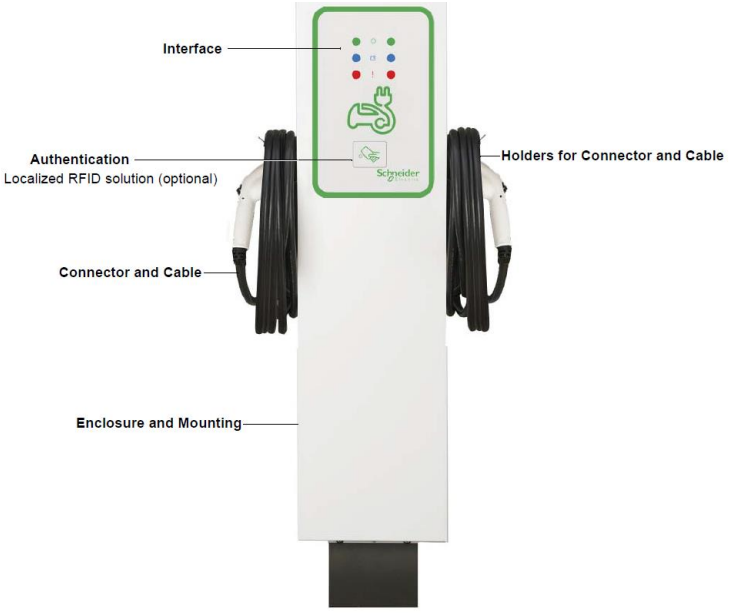
مالکیت و روش‌های پرداخت ایستگاههای عمومی شارژ خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی در کشورهای مختلف با توجه به سیاست‌های تعیین‌شده و اهداف پیش‌رو، متفاوت می‌باشد و لزوما یک روش واحد برای این مهم وجود ندارد. لذا روش‌های پرداخت می‌تواند به‌صورت محلی، منطقه‌ای و یا ملی متفاوت باشد. امروزه در بسیاری از کشورها، برای تشویق رانندگان به‌منظور بهره‌گیری از خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی، ایستگاههای عمومی شارژ به صورت رایگان نصب می‌شود. با این‌حال در برخی از ایستگاهها به‌جای دریافت هزینه شارژ الکتریکی، هزینه سرویس، خدمات و یا پارکینگ دریافت می‌شود. در برخی دیگر، هزینه شارژ با توجه به زمان و میزان شارژ الکتریکی محاسبه می‌شود و از کاربران به طرق مختلف دریافت می‌گردد. استفاده از کارت‌های هوشمند[1] یا دستگاه‌های شناسایی فرکانس رادیویی (RFID[2]) که با اطلاعات کاربران برنامه‌ریزی‌شده‌اند، ایستگاههای عمومی شارژ را علاوه بر سیستم پرداخت، مجهز به سیستم جمع‌آوری اطلاعات[3] نیز می‌کند[۱]. مدل‌های مالکیت ایستگاههای عمومی شارژ همانند روش‌های پرداخت می‌تواند متفاوت باشند. برخی ایستگاههای عمومی شارژ توسط صاحبان یا مالکین آنها خریداری، نصب و اداره می‌شوند. به‌عنوان مثال صاحب یک پارکینگ با خرید و راه‌اندازی ایستگاه شارژ خودرو و موتورسیکلت الکتریکی می‌تواند یک کسب و کار جدید ایجاد نماید. همچنین، سایر سازمان‌ها با بستن قرارداد میان شرکت‌های ثالث که هزینه تجهیزات ایستگاه، نصب و راه‌اندازی، تعمیر و

[1] Smart Cards
[2] Radio-Frequency Identification (RFID)
[3] Data Gathering

نگهداری را می‌پردازند، به‌صورت اجاره و یا حق مشارکت، فعالیت می‌نمایند. در این حالت، ایستگاه میزبان تمایل به کاهش هزینه‌های پرداختی و مسئولیت‌های اداری خواهد داشت [۱۲۴].

در مورد مدل‌های پرداخت شارژ می‌توان به‌عنوان نمونه از تجارب Coulomb Technologies و NRG Energy نام برد. Coloumb از شبکه ایستگاههای شارژ میزبان (Charge Point Network) توسط سازمان‌های مختلف در سرتاسر جهان پشتیبانی می‌کند. در این سیستم پرداخت، اطلاعات کلیدی از وسایل نقلیه الکتریکی جمع‌آوری و پردازش می شود و برای ایستگاههای میزبان ارسال می‌گردد. این امر موجب تنظیم سیستم قیمت‌گذاری ایستگاه بر اساس پارامترهایی نظیر زمان شارژ، میزان مصرف برق در ساعات روز و ایام هفته می‌شود. به‌عنوان‌مثال، یک ایستگاه شهری ممکن است در طول ساعات مختلف قیمت‌های مختلفی را ارائه دهد. همچنین رانندگان خودروها و موتورسیکلت‌های برقی می‌توانند به‌منظور پرداخت، از کارت‌های اعتباری معتبر و یا کارت‌های هوشمند شارژ Coulomb استفاده نمایند[۱]. شبکه ایستگاه شارژ eVgo مربوط به NRG Energy، فعالیت خود را در منطقه هوستون و دالاس یا مناطق Fort Worth آغاز نمود. در این مدل، رانندگان به‌صورت ماهانه، هزینه اشتراک را به eVgo می‌پردازند. جامع‌ترین بسته‌های اشتراک در این مدل به‌صورت قرارداد خدمات سه‌ساله شارژ نامحدود در ایستگاههای eVgo در ساعات غیر پیک می‌باشد. NRG نیز وظیفه نصب، مدیریت و نگهداری ایستگاهها را بر عهده دارد[۲][۱۲۵].

شکل ۴-۱، تصویری از شارژر خودرو الکتریکی در ایستگاههای شارژ را نشان می‌دهد. در شکل موقعیت کارت‌های RFID به منظور پرداخت مشخص شده است.



شکل ۴-۱: تصویری از یک شارژر **EV** با در نظر گرفتن جایگاه کارت‌های **RFID** به‌منظور پرداخت

[۱] برای دسترسی به اطلاعات بیشتر می‌توان به وب‌سایت www.Coulombtech.com مراجعه نمود.

[۲] برای دسترسی به اطلاعات بیشتر می‌توان به وب‌سایت www.evgonetwork.com مراجعه نمود.

با توجه به مطالب ارائه شده، در ادامه به انواع روش‌های پرداخت شارژ الکتریکی در ایستگاههای عمومی شارژ خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی پرداخته می‌شود.

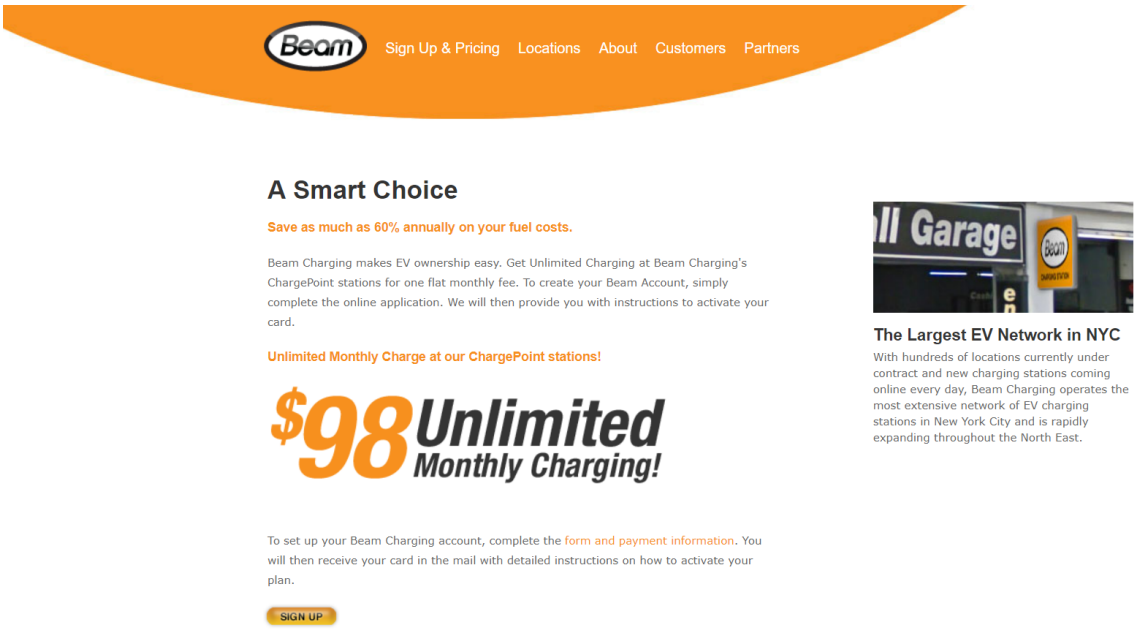
۴-۱-۱-شارژ رایگان

اهداف ارائه شارژ رایگان خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی می‌تواند با رویکردهای مختلفی مطرح شود. گاهی سیاست کلی یک کشور در بخش تقاضا ایجاب می‌کند که وابستگی به سوخت‌های فسیلی در میان‌مدت یا در افق چشم‌انداز تعیین‌شده کاهش یابد. بنابراین شارژ رایگان می‌تواند منجر به توسعه و گسترش خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی و در نتیجه کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی گردد. در این طرح در واقع دولت می‌تواند حامی مصرف‌کنندگان خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی است. به‌عنوان‌مثال در برخی از کشورهای اتحادیه اروپا این طرح مطرح است و رانندگان وسایل نقلیه الکتریکی از طرح‌های استفاده شارژ رایگان در ایستگاههای عمومی شارژ بهره می‌برند. از طرفی شرکت‌های سازنده خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی، به‌منظور معرفی و ارائه خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی تولید شده در سطح بازار و همچنین ایفای نقش در بازار رقابتی میان سایر شرکت‌های سازنده، به ارائه شارژ رایگان و یا خدمات رایگان می‌پردازند. به‌عنوان‌مثال، شرکت نیسان در شهر دِنوِر ایالت کلرادو طرحی را به اجرا گذاشته است که رانندگان می‌توانند با خریدن خودرو مدل لیف به مدت دو سال از مزایای شارژ رایگان بهره‌مند شوند [۱۲۶]. همچنین شرکت تسلا اعلام کرده است که متقاضیان خودروهای مدل X و S می‌توانند با خریدن هریک از این دو مدل تا ژانویه ۲۰۱۷، از مزایای سوپر شارژهای رایگان این شرکت در سرتاسر ایالت متحده و کانادا بهره‌مند شوند [۱۲۷].

نظر به آنچه گفته شد شارژ رایگان در ایستگاه‌های عمومی شارژ خودروها و موتورسیکلت‌های برقی، عموما با دو رویکرد مطرح می‌گردد. مورد اول ارائه بسته‌های تشویقی از سوی دولت یا سیاست‌های ملی است و مورد دوم حاصل خدمات شرکت‌های سازنده و یا ثالث خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی می‌باشد.

۴-۱-۲- پرداخت به‌صورت هزینه ثابت یا اشتراک ماهانه

در این روش، رانندگان خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی به‌صورت ماهانه هزینه‌های ثابتی می‌پردازند و در مقابل از مزایای شارژ الکتریکی، فضای پارک، سرویس و خدمات دیگر بهره‌مند می‌شوند. معمولا نحوه محاسبات پرداخت اشتراک ماهانه طوری است که با توجه به خدمات ارائه‌شده، مقرون‌به‌صرفه‌تر از پرداخت به ازای هر بار شارژ می‌باشد. به‌طور نمونه، شبکه شارژ Beam در نیویورک (ایالات‌متحده آمریکا) با دریافت ماهانه ۹۸ دلار، به کاربران امکان شارژ نامحدود الکتریکی و استفاده از فضاهای پارکینگ و غیره را می‌دهد [۱۲۸]. شکل ۴-۲، تصویری از صفحه اصلی وب‌سایت شبکه شارژ Beam را نشان می‌دهد [۱۲۸].



شکل ۴-۲: تصویری از وب‌سایت شبکه شارژ **Beam** به‌منظور اشتراک ماهانه پرداخت

۴-۱-۳- پرداخت به ازای هر بار شارژ[1]

در روش پرداخت به ازای هر بار شارژ، رانندگان می‌بایست بعد از هر بار شارژ خودرو و موتورسیکلت در ایستگاههای عمومی شارژ، مبلغ آن را پرداخت نمایند [۱۲۹]. این روش یکی از متداول‌ترین روش‌های پرداخت شارژ الکتریکی برای خودروها و موتورسیکلت‌های برقی در ایستگاههای عمومی شارژ به شمار می‌رود. ابزارها و روش‌های متنوعی برای تسهیل در پرداخت این روش برای کاربران در نظر گرفته شده است که در ادامه به بررسی هر یک از آنها پرداخته می‌شود.

۴-۱-۳-۱- پرداخت از طریق تلفن همراه

یکی از ساده‌ترین روش‌هایی که برای پرداخت هزینه شارژ خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی وجود دارد، روش پرداخت از طریق تلفن همراه می‌باشد. لزوما در این روش نیازی به داشتن تلفن‌های همراه هوشمند نمی‌باشد، بلکه پرداخت از طریق گوشی‌های تلفن همراه ساده نیز میسر می‌باشد. به این صورت که با در اختیار قرار دادن کدهای منحصربه‌فرد از طریق شبکه ایستگاه شارژ یا تماس با بخش پشتیبانی قابلیت پرداخت مهیا می‌شود. به عنوان مثال، یکی از امکاناتی که شبکه شارژ Semaconnect[2] در آمریکای شمالی به رانندگان خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی ارائه می‌دهد استفاده از بستر تلفن‌های همراه برای پرداخت شارژ الکتریکی خودروها و موتورسیکلت‌هایشان است. در این روش کاربر با شماره‌گیری ۵۶۶۳۳-۶۶۳-۸۰۰-۱ و با اجرای دستورالعمل‌های پیش رو قادر به پرداخت هزینه شارژ می‌باشد. بهره‌گیری

[1] Pay-per-Charge

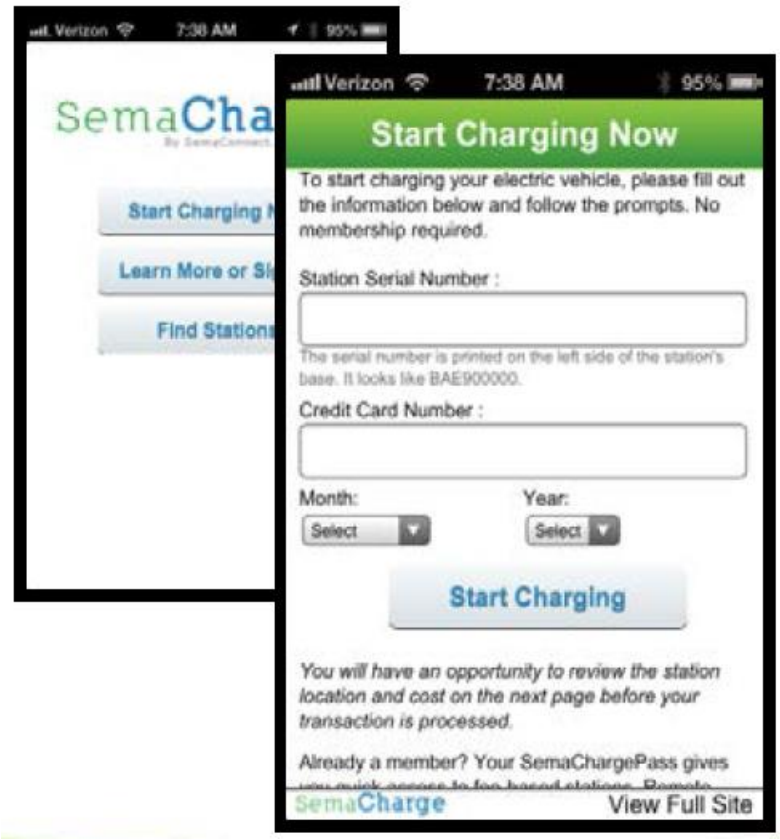
[2] Semaconnect یکی از شرکت‌های فعال و ارائه‌دهنده خدمات به ایستگاه‌های شارژ و خودروهای الکتریکی در امریکای شمالی می‌باشد. برای اطلاعات بیشتر می‌توان به وب‌سایت https://www.semaconnect.com مراجعه نمود.

از کدهای دستوری USSD به‌منظور پرداخت شارژ از طریق تلفن‌های همراه را نیز می‌توان در این طبقه‌بندی جای داد. شکل ۴-۳، نمونه‌ای از تصویر ارائه‌شده توسط semaconnect به‌منظور پرداخت شارژ الکتریکی توسط تلفن همراه را نشان می‌دهد[۱۳۰].

شکل ۴-۳: روش پرداخت شارژ الکتریکی توسط تلفن همراه، **Semaconnect**

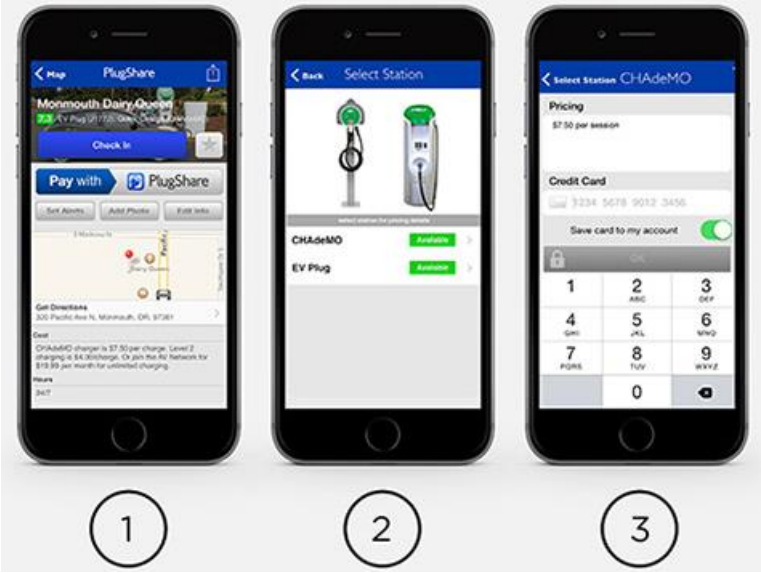
۴-۱-۳-۲- پرداخت از طریق تلفن‌های هوشمند

شرکت‌های پشتیبان شبکه ایستگاههای عمومی شارژ EV، عموما با در اختیار قرار دادن اپلیکیشن‌های قابل نصب بر روی تلفن‌های همراه هوشمند به کاربران امکان دسترسی به نزدیک‌ترین ایستگاههای شارژ، کنترل شارژ، آمار و تاریخچه شارژهای انجام‌شده و پرداخت هزینه شارژ را می‌دهند. برنامه نرم‌افزاری بر روی تلفن همراه می‌تواند فرآیند شارژ باتری را به‌صورت بی‌سیم و یا کنترل از راه دور فعال کرده و درصد باتری را نشان دهد. یافتن نزدیک‌ترین محل پارک با امکان شارژ الکتریکی و پرداخت وجه شارژ از طریق بخش پرداخت (Pay it) از دیگر امکانات این اپلیکیشن‌ها می‌باشد[۱۳۱]. شرکت‌های پشتیبان شارژ خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی نظیر Plugshare، Chargrpoint و Semaconnct جزء شرکت‌های پیشرو در ارائه خدمات پرداخت هزینه ایستگاههای عمومی شارژ خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی از طریق تلفن‌های هوشمند کاربران می‌باشند. شکل ۴-۴، تصویری از اپلیکیشن قابل نصب بر روی تلفن‌های همراه هوشمند توسط Semaconnect می‌باشد.



شکل ۴-۴: اپلیکیشن مدیریت شارژ **EV** قابل‌نصب بر روی تلفن‌های همراه هوشمند، **Semaconnect**

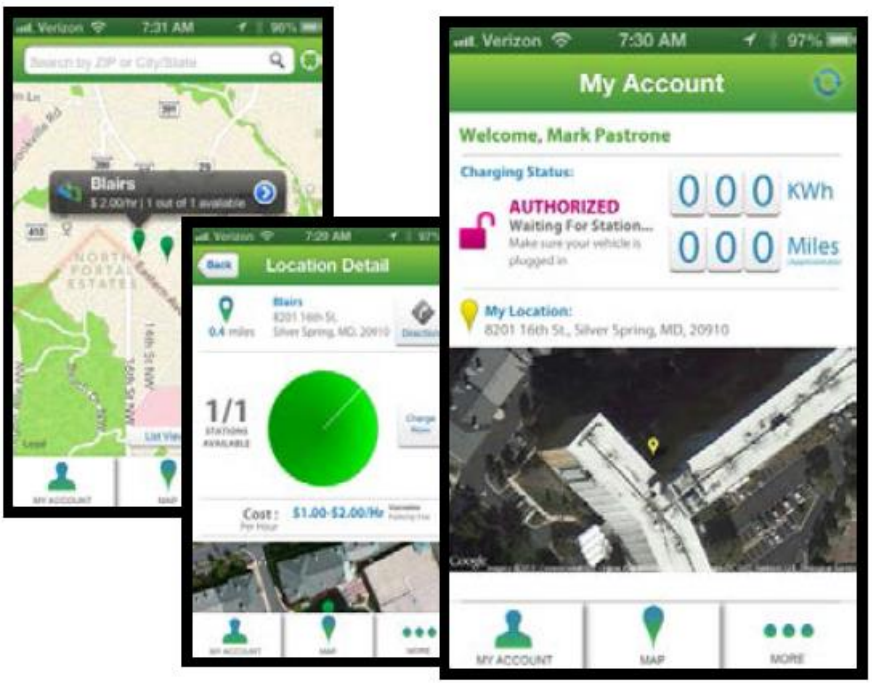
شکل ۴-۵، تصویری از روند پرداخت هزینه شارژ وسایل نقلیه الکتریکی توسط اپلیکیشن Plugshare را نشان می‌دهد.



شکل ۴-۵: اپلیکیشن مدیریت پرداخت شارژ وسایل نقلیه الکتریکی، **Plugshare**

۴-۱-۳-۳- پرداخت از طریق شارژ نرم‌افزاری آنلاین

در این روش کاربران با عضویت در وب‌سایت ارائه‌دهنده خدمات شبکه ایستگاه عمومی شارژ خودرو و موتورسیکلت برقی می‌توانند حساب کاربری خود را تا مبالغ مورد نظر شارژ نمایند. بنابراین بعد از شارژ خودرو و موتورسیکلت الکتریکی در ایستگاه عمومی شارژ، نحوه پرداخت را از طریق حساب کاربری انتخاب می‌نمایند تا هزینه شارژ خودرو و موتورسیکلت الکتریکی از حساب کاربری کسر گردد. در این روش کاربران علاوه بر پرداخت می‌توانند به‌حساب کاربری خود مراجعه نمایند و آمار و تاریخچه شارژ و مصرف انرژی الکتریکی در وسیله نقلیه خود را مشاهده کنند. همچنین مشاهده و ناوبری ایستگاههای عمومی شارژ از این طریق برای کاربران میسر است. مدیریت و شارژ بهینه از طریق سایت نیز به کاربران پیشنهاد می‌شود. کنترل حساب و هزینه کاربران از دیگر مزیت‌های این روش به شمار می‌رود [۱۳۲]. شکل ۴-۶، تصویری از حساب کاربری و مدیریت شارژ کاربران را از طریق وب‌سایت ارائه‌دهنده سرویس Semaconnect نشان می‌دهد.



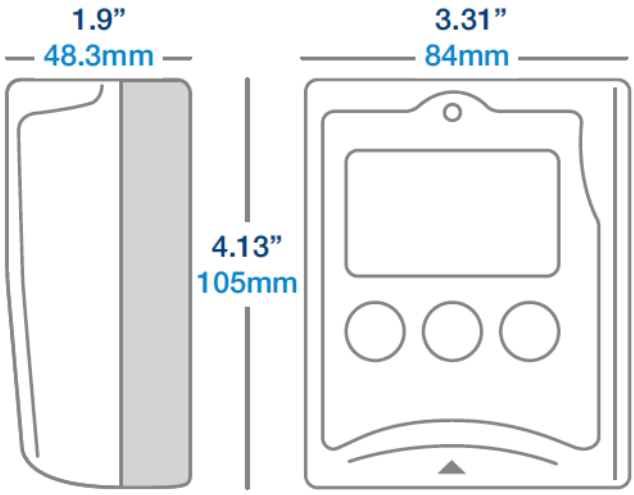
شکل ۴-۶: حساب کاربری و مدیریت شارژ کاربران از طریق وب‌سایت ارائه‌دهنده سرویس، **Semaconnect**

۴-۱-۳-۴- پرداخت از طریق کارت‌های هوشمند

یکی دیگر از روش‌های مرسوم و متداول پرداخت در جایگاه‌های شارژ خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی، استفاده از کارت‌های اعتباری[1] می‌باشد. کارت‌های اعتباری می‌توانند مختص شرکت‌های پشتیبان (ثالث) و ارائه دهنده خدمات ایستگاه شارژ باشند و یا متعلق به بانک‌های خاصی باشند. درصورتی‌که کارت اعتباری به طور ویژه برای ایستگاههای شارژ وسایل نقلیه برقی باشد و توسط ارائه‌دهندگان سرویس ایستگاههای شارژ EV پشتیبانی شوند، کاربران باید با دریافت کارت‌های مخصوص که حاوی اطلاعات آنها می‌باشد، مبالغی را به حساب کاربری خود واریز نمایند تا هنگام شارژ وسایل

[1] Credit Cards

نقلیه الکتریکی، پرداخت را توسط کارت اعتباری انجام دهند[۱۳۳]. شکل ۴-۷، تصویری از RFID Reader برای پرداخت هزینه شارژ الکتریکی با در نظر گرفتن جایگاه کارت اعتباری را نشان می‌دهد.

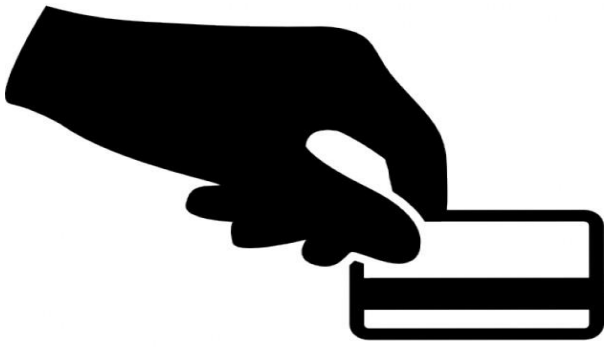


شکل ۴-۷: **RFID Reader** با در نظر گرفتن جایگاه کارت اعتباری برای پرداخت شارژ الکتریکی**EV**

درحالت کلی کارت‌های اعتباری برای پرداخت هزینه شارژ در ایستگاههای عمومی شارژ خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی به سه دسته طبقه‌بندی می‌شوند که در ادامه به بررسی آنها پرداخته می‌شود:

۴-۱-۳-۱-۴- کارت‌های عبوری یا Magstrip , Swipe Cards

کارت‌های Swipe یا Magstrip، کارت‌های اعتباری هستند که دارای یک‌لایه یا باند مغناطیسی می‌باشند و با کشیدن یا عبور آن از طریق جایگاه تعبیه شده در سیستم پرداخت ایستگاه شارژ، فرآیند پرداخت انجام می‌شود. شکل ۴-۸، تصویری از یک کارت Magstrip و نحوه استفاده از آن را نشان می‌دهد.



شکل ۴-۸: کارت اعتباری **Magstrip** و نحوه استفاده از آن

۴-۱-۳-۴-۲- کارت‌های تماسی یا Contact Cards

کارت‌های اعتباری هوشمندی هستند که دارای یک ریزپردازنده می‌باشند. ریزپردازنده در این کارت‌ها جایگزین نوار مغناطیسی در کارت‌های معمولی شده است. این کارت‌ها برای انتقال اطلاعات از یک درگاه سریال و برای تامین انرژی مورد نیاز، از یک منبع بیرونی نظیر دستگاه‌های کارت‌خوان استفاده می‌نمایند. همچنین این کارت‌ها برای انجام یک مجموعه عملیات محدود همانند رمزنگاری مناسب می‌باشند و به لحاظ ایمنی اطلاعات، وضعیت مطلوبی دارند. بنابراین در ایستگاههای عمومی شارژ خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی گزینه مناسبی برای پرداخت هزینه شارژ الکتریکی به شمار می‌روند [۱۳۴]. شکل ۴-۹، تصویری از یک ویزا کارت را نشان می‌دهد که در آن چیپ تماسی مشخص‌شده است و قابلیت پرداخت هزینه شارژ الکتریکی را دارا می‌باشد.

شکل ۴-۹: ویزا کارت با چیپ تماسی برای پرداخت هزینه شارژ الکتریکی **EV**

۴-۱-۳-۴-۳- کارت‌های بدون تماس ,Contactless Cards

کارت‌های بدون تماس با تکنولوژی القاء Radio Frequency Identification (RFID) کار می‌کنند. این کارت‌ها در مواقعی که نیاز به برقراری سریع و حتی بدون دخالت دست وجود دارد، کارآمد می‌باشند. از آنجائی که این کارت‌ها دارای یک ریزپردازنده هستند و این ریزپردازنده به حافظه داخلی کارت نظارت دارد، لذا امنیت اطلاعات بالاست. این کارت‌ها اولین بار در سال ۱۹۷۰ عرضه شدند و با گذشت زمان امنیت اطلاعات کارت‌ها بهبود یافت. همچنین از نظر فاصله مجاز برای برقراری ارتباط، دو نوع استاندارد برای آنها وجود دارد که آنها را به دودسته A و B طبقه‌بندی می‌نماید. برای کارت‌های نوع A حداکثر ۱۰ سانتی‌متر و نوع B حداکثر ۵۰ سانتی‌متر فاصله مجاز در نظر گرفته شده است[۱۳۴]. لذا یکی از روش‌های پرداخت هزینه ایستگاههای عمومی شارژ خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی می‌تواند از طریق کارت‌های بدون تماس میسر شود. شکل ۴-۱۰، تصویری از جایگاه شارژ شبکه ChargePoint را نشان می‌دهد که از طریق کارت‌های اعتباری بدون تماس قابل پرداخت می‌باشد.

شکل ۴-۱۰: تصویر پرداخت هزینه شارژ الکتریکی از طریق کارت اعتباری بدون تماس، **ChargePoint**

شکل ۴-۱۱، تصویری از یک جایگاه شارژ خودرو الکتریکی از نوع terra53 که از محصولات شرکت ABB می‌باشد را نشان می‌دهد. جدول ۴-۱، اطلاعات پلتفرم و ماژول‌های پرداخت شارژر خودرو برقی نوع Terra 53 را نشان می‌دهد.

شکل ۴-۱۱: شارژر نوع **Terra53** از محصولات شرکت **ABB**

جدول ۴-۱: اطلاعات ماژول و پلتفرم مورد استفاده در شارژر نوع **Tarra53** از محصولات شرکت **ABB**

ردیف	قابلیت	موارد قابل پشتیبانی
۱	روش‌های قابل پرداخت	کارت‌های عبوری، تماسی، بدون تماس از طریق NFC تلفن‌های همراه هوشمند
۲	طرح‌های پرداخت EMV[۱]	Visa®, MasterCard®, American Express®
۳	ارائه‌دهنده سرویس خدمات پرداخت	Nayax
۴	استفاده در کشورها	ایالات‌متحده آمریکا
۵	استفاده در شارژرها	Terra 53

۴-۱-۴- پرداخت توسط ارائه‌دهندگان سرویس ایستگاه‌های عمومی شارژ و یا فروشندگان ثالث[۲]

همان‌طور که پیش از این اشاره شد مالکیت برخی از ایستگاههای عمومی شارژ توسط شرکت‌های ثالث صورت می‌گیرد که وظیفه کنترل و هدایت ایستگاه را بر عهده خواهند داشت. جمع‌آوری اطلاعات کاربران از قبیل تاریخچه مصرف انرژی، پرداخت‌های انجام‌شده، تعداد و زمان شارژ توسط کاربران و غیره از مواردی هستند که توسط ارائه‌دهندگان خدمات ایستگاه شارژ کنترل و مدیریت می‌شوند و در نحوه قیمت‌گذاری شارژ الکتریکی در ایستگاههای عمومی شارژ مؤثر می‌باشند. همچنین هزینه‌های جانبی شارژ خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی، اعم از هزینه تعمیرات و نگهداری و جایگزینی تجهیزات، هزینه نظارت بر داده‌ها و دسترسی به شبکه، اجرا و نصب، بیمه و غیره جزء مواردی می‌باشند که یا از مشتریان دریافت می‌شود و یا شرکت‌های ثالث یا ارائه‌دهندگان خدمات ایستگاه عمومی شارژ آن را برعهده می‌گیرند. گاهی ارائه‌دهندگان خدمات شارژ علاوه بر پرداخت هزینه‌های جانبی، هزینه شارژ الکتریکی را بر عهده می‌گیرند و تنها از مشتریان هزینه‌های سرویس و خدمات را دریافت می‌نمایند [۱۳۵]. علت اصلی این امر می‌تواند رشد و توسعه سریع خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی و تشویق رانندگان به استفاده از خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی به‌جای وسایل نقلیه سوخت فسیلی یا احتراق داخلی باشد. معمولا دولت و خودروسازان، حامیان این شرکت‌ها و ارائه‌دهندگان سرویس شارژ الکتریکی در ایستگاههای عمومی خواهند بود.

۴-۲- ملزومات و زیر ساخت‌های مورد نیاز برای پرداخت هزینه ایستگاه‌های عمومی شارژ خودرو و موتورسیکلت برقی

در این بخش به بررسی مهم‌ترین اجزاء، ملزومات و زیرساخت‌های مورد نیاز ایستگاههای عمومی شارژ خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی به‌منظور پرداخت هزینه شارژ پرداخته خواهد شد.

---

[۱] EMV، استانداردهایی که توسط سه کمپانی مشهور Europay، MasterCard و Visa ایجادشده است و توسط EMV Co هدایت می‌شود.

[۲] third-party vendors (commonly known as electric vehicle service providers)

۴-۲-۱- جایگاه پرداخت[1]

جایگاه پرداخت در ایستگاههای عمومی شارژ عموما دارای چند بخش اصلی می‌باشد که مهم‌ترین آنها عبارت‌اند از [۱۳۶]:

۱. صفحه کلید پرداخت
۲. پلتفرم پرداخت
۳. جایگاه کارت‌های اعتباری
۴. صفحه نمایشگر پرداخت

شکل ۴-۱۲، یک شارژر خودرو برقی را نشان می‌دهد که در آن جایگاه پرداخت مشخص‌شده است.

شکل ۴-۱۲: جایگاه پرداخت یک شارژر خودرو الکتریکی

۴-۲-۱-۱- صفحه‌کلید پرداخت[2]

صفحه‌کلید از مجموعه اجزائی است که با تکنولوژی‌های مختلف در ایستگاههای عمومی شارژ خودرو و موتورسیکلت الکتریکی نصب می‌شود تا کاربر بتواند از طریق آن اطلاعات کارت اعتباری، رمز ورود یا کدهای امنیتی را وارد نماید. معمولا

[1] Payment Module
[2] Payment Key or Keyboard

صفحه‌کلیدها به دو دسته فیزیکی و مجازی طبقه‌بندی می‌شوند. صفحه‌کلیدهایی که به‌صورت مجازی (Virtual) می‌باشند در صفحه نمایشگر طراحی شده‌اند و به‌صورت لمسی می‌باشند.

۴-۲-۱-۱-۱- صفحه‌کلید فیزیکی

صفحه‌کلیدهای فیزیکی تعبیه شده در ایستگاههای عمومی شارژ معمولا شامل اعداد اصلی می‌باشند که با هدف وارد نمودن اعداد طراحی‌شده‌اند. البته قابلیت نوشتن برخی کاراکترها و همچنین حروف از طریق آنها وجود خواهد داشت. صفحه‌کلید موجود در شارژر نمایش داده شده در شکل ۴-۱۲ از نوع فیزیکی می‌باشد.

۴-۲-۱-۱-۲- مجازی

در برخی ایستگاههای عمومی شارژ، از صفحه‌کلیدهای مجازی در صفحه نمایشگر استفاده می‌شود. همان‌طور که گفته شد این صفحه‌کلیدها لمسی می‌باشند و کاربر با لمس صفحه نمایشگر می‌تواند اطلاعات مورد نیاز را وارد نماید.

۴-۲-۱-۲- پلتفرم پرداخت[1]

منظور از پلتفرم پرداخت، برنامه‌ای می‌باشد که توسط شرکت‌های پشتیبان یا ارائه دهنده خدمات ایستگاه شارژ برای پرداخت هزینه شارژ الکتریکی توسط مشتری طراحی شده است. این برنامه شامل روش یا مجموعه‌ای از روش‌های مشخص است که از استاندارد یا دستورالعمل‌های معتبر و شناخته‌شده برای پرداخت تبعیت می‌کند[۱۳۷]. روش‌های پیش‌پرداخت، پرداخت به ازای شارژ، پرداخت ماهانه، نحوه استفاده از بستر اینترنت یا دستگاه‌های RFID خوان، محاسبه قیمت شارژ به‌عنوان مجموعه‌ای از اطلاعات مورد نیاز باید در اختیار پلتفرم پرداخت قرار گیرد.

۴-۲-۱-۲-۱- کارت RFID[2] و یا کارت‌های اعتباری پرداخت به همراه جایگاه آن در ایستگاه

سامانه شناسایی امواج رادیویی که به‌اختصار RFID نامیده می‌شود، سامانه شناسایی بی‌سیمی می‌باشد که با ایجاد برقراری ارتباط میان یک Tag که بر روی کارت اعتباری کاربر متصل شده و دستگاه بازخوان (Reader) که در ایستگاه شارژ تعبیه‌شده است، قادر به تبادل داده می‌باشد[۱۳۸]. از این سیستم می‌توان برای پرداخت هزینه شارژ خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی در ایستگاههای عمومی استفاده نمود و تکنولوژی جدیدی به شمار می‌رود. سایر کارت‌های اعتباری همان‌طور که در بخش ۴-۱-۳-۴ ارائه شد، به‌صورت تماسی و Swipe (کارت‌های عبوری) می‌باشند که جزء تجهیزات و ملزومات پرداخت در ایستگاههای شارژ تلقی می‌شوند. در شکل ۴-۱۳، جایگاه RFID بر روی شارژر خودرو الکتریکی مشخص شده است.

[1] Payment Platform

[2] Radio-frequency identification (RFID)

شکل ۴-۱۳: جایگاه **RFID** در شارژر خودرو الکتریکی شارژ سریع (**DC**)

۴-۲-۲- صفحه نمایشگر[1]

صفحه نمایشگر در ایستگاه شارژ یا به عبارتی شارژر خودرو و موتورسیکلت الکتریکی، کاربردهای متنوعی دارد که یکی از اجزاء اصلی برای پرداخت هزینه شارژ می‌باشد. همچنین کاربردهای دیگری دارد که می‌توان به برخی از مهمترین آنها نظیر نمایش میزان شارژ انجام شده توسط EV، اتصال صحیح کانکتورهای ایستگاه و وسیله نقلیه، نمایش مبلغ یا هزینه شارژ و انتخاب روش پرداخت اشاره کرد. در شکل ۴-۱۳، صفحه نمایش شارژر خودرو الکتریکی مشخص شده‌است.

۴-۲-۳- تجهیزات عرضه شارژ خودرو و موتورسیکلت برقی (EVSE[2])

به‌طور ساده می‌توان گفت EVSE ها مجموعه‌ای از تجهیزات موجود در ایستگاه عمومی شارژ می‌باشند که ضمن حفظ ایمنی وسیله نقلیه و کاربر، موجب تامین منبع انرژی الکتریکی موردنیاز خودرو و موتورسیکلت الکتریکی می‌شود [۱۳۹]. گاهی اوقات از EVSE به‌عنوان نام‌های دیگر ایستگاه شارژ نیز استفاده می‌شود. با توجه به اینکه این تجهیزات به نحوی ارتباط میان منبع انرژی (شبکه برق) و وسیله نقلیه الکتریکی را مهیا می‌سازند و در قالب ایستگاه شارژ الکتریکی معرفی می‌شوند، لذا یکی از اجزاء اصلی و ساختار کل به جزء در ملزومات سیستم پرداخت به شمار می‌روند. با وجود تجهیزات و

[1] Screen or Display
[2] Electric Vehicle Supply Equipment (EVSE)

سیستم کنترلی موجود در EVSE می‌توان شارژ خودرو و موتورسیکلت الکتریکی را کنترل نمود. کاربر با توجه به کلیدهای تعبیه شده روی بدنه ایستگاه می‌تواند شارژ EV را به‌صورت دستی کنترل نماید. به‌عنوان مثال در شکل ۴-۱۳، سه کلید کنار یکدیگر در بدنه ایستگاه قرارگرفته شده است. کلید قرمز، Emergency Stop می‌باشد و با فشردن آن مدار شارژ به‌طور کامل قطع می‌گردد و در مواقع اضطراری کاربرد دارد. دو کلید دیگر به‌صورت Push Buttom می‌باشند که برای قطع و وصل جریان شارژ در حالت عادی استفاده می‌شوند. استفاده از تجهیزات کنترلی EVSE در کنترل پرداخت هزینه کاربر می‌تواند مؤثر باشد [۱۷]. به‌عنوان‌مثال کاربری تصمیم به شارژ خودرو و موتورسیکلت الکتریکی به میزان مشخص دارد، لذا می‌تواند با مشاهده مقدار معین در صفحه‌نمایش، کلید قطع شارژ را زده و مدار جریان شارژ را قطع کند. همچنین در مورد میزان شارژ (برحسب درصد شارژ یا انرژی مصرفی با واحد وات‌ساعت) و یا قیمت می‌تواند برای کاربران خودرو و موتورسیکلت الکتریکی مؤثر و کارآمد باشد.

۴-۲-۴- پشت‌صحنه سازمانی (Back Office)

به‌طور خلاصه می‌توان گفت، به مجموعه فناوری‌ها، خدمات و منابع انسانی که تمام امور IT، حسابداری، خدمات و پشتیبانی شبکه‌های داخلی ایستگاههای عمومی شارژ خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی را بر عهده می‌گیرند، بک آفیس یا پشت‌صحنه سازمانی گفته می‌شود[۱۴۰]. سیستم‌های کامپیوتری بک آفیس نرم‌افزارهایی می‌باشند که به‌طور خودکار قادرند فرآیندهای موردنیاز ایستگاههای عمومی شارژ را انجام دهند. همچنین ثبت و گزارش رویدادهای ایستگاه را کنترل و ذخیره می‌کنند و در صورت نیاز آمار تاریخی آنها را در اختیار قرار می‌دهند [۱۴۰]. باید اشاره کرد ارتباط میان شبکه ایستگاههای عمومی شارژ و بک آفیس به‌صورت دوطرفه می‌باشد. برخی از مهم‌ترین اقدامات و اجزاء بک آفیس به شرح ذیل می‌باشد:

۱- OCPP API[۱]: رابط کاربری برنامه‌نویسی شده میان ایستگاههای شارژ وسیله نقلیه برقی و سیستم مدیریت مرکزی (شبکه ایستگاههای شارژ) می‌باشد. وظیفه اصلی آن، قیمت‌گذاری و رسیدگی به وضعیت حساب‌های ایستگاههای عمومی شارژ EV می‌باشد. همچنین ارائه راه‌حل‌های مختلف مبنی بر پرداخت شارژ و ارائه سیستم مدیریت پارکینگ از دیگر کاربردهای OCPP API به شمار می‌رود[۱۴۰].

۲- خدمات API: خدمات اضافه‌شده‌ای در OCPP API می‌باشد که به بهبود کیفیت خدمات مرکز مشتریان[۲] می‌پردازد و در هرلحظه رانندگان را نسبت به وضعیت فرآیندِ شارژ و یا خطاهای احتمالی آگاه می‌سازد.

۳- Demand Response API: برنامه‌ای کاربردی است که با توجه به گسترش ایستگاههای شارژ و خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی، به کنترل توان ورودی ایستگاههای شارژ می‌پردازد و مجموع توان ایستگاه شارژ را برای تحویل

[۱] Open Charge Point Protocol (OCPP) APPlication Programming Interface (API); OCPP API

[2] Customer Service Center

به خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی محدود می‌کند. این امر موجب جلوگیری از پیدایش مسائل و مشکلات در بخش زیرساخت‌های تامین انرژی الکتریکی و یا به‌طورکلی شبکه خواهد شد [۱۳۹].

۴- وضعیت شارژ خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی

۵- اطلاعات آماری میزان انرژی الکتریکی مصرف‌شده در ایستگاههای عمومی شارژ به تفکیک وسایل نقلیه الکتریکی

۶- تنظیمات از راه دور: تنظیمات نرم‌افزاری از راه دور نظیر حداکثر مدت‌زمان شارژ، خاموش یا روشن کردن، راه‌اندازی مجدد و غیره

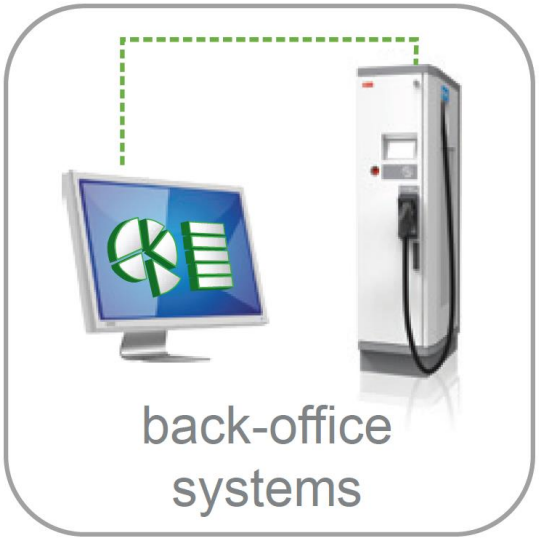
۷- مدیریت دسترسی: کنترل و مدیریت دسترسی از طریق پین کد، کارت‌های RFID و غیره

۸- نوتیفیکیشن: پیغام‌رسانی به کاربران و کارکنان ایستگاه از طریق ایمیل، پیامک و غیره

۹- خطایابی و ترمیم نرم‌افزاری

۱۰- مدیریت حساب و پرداخت

شکل ۴-۱۴، ارتباط دوسویه ایستگاه شارژ با بک آفیس را نشان می‌دهد.



شکل ۴-۱۴: ارتباط دوسویه ایستگاه شارژ و بک آفیس

۴-۲-۵-شبکه هوشمند[1] و ارتباط آن با پرداخت هزینه شارژ

یکی از مسائل اساسی خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی در خصوص تامین انرژی موردنیاز الکتریکی، اثرات آنها بر شبکه برق بوده است. اگرچه ظرفیت بسیار بالایی در بخش تولید سیستم‌های قدرت وجود دارد تا بتواند نیاز خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی را پوشش دهد، اما شارژ تعداد زیادی از آنها در زمان اوج مصرف برق به‌صورت هم‌زمان می‌تواند تهدیدی برای تامین انرژی الکتریکی در آن ساعات به شمار رود و شاخص‌های سیستمی شبکه برق (مانند تلفات شبکه)

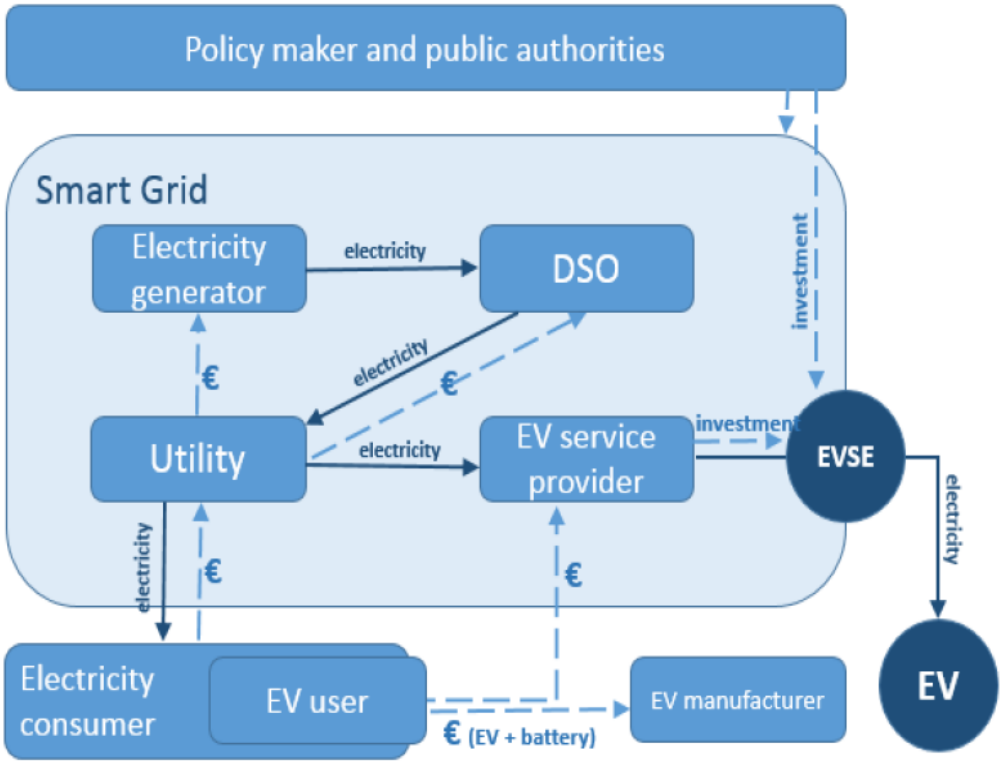
[1] Smart Grid

را تحت تأثیر قرار دهد. اما باید توجه داشت که پیش‌بینی می‌شود پذیرش خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی به‌تدریج صورت پذیرد. لذا شرکت‌های برق فرصت کافی برای به‌روز کردن شبکه‌های خود (پیدایش شبکه هوشمند) را خواهند داشت. همچنین بیان می‌شود که افزایش نفوذ وسایل نقلیه الکتریکی به‌صورت توده‌ای انجام می‌شود. مطالعات EPRI نشان می‌دهد که تاثیرات EV بر روی شبکه‌های توزیع به‌صورت محلی است. اما به هر صورت بررسی جامع در خصوص ورود این بار جدید به سیستم‌های قدرت می‌تواند راهکارهای مقابله با مضرات آنها را قبل از رخداد در اختیار بهره‌برداران شبکه‌های برق قرار دهد. برای ارزیابی تاثیر خودروهاو موتورسیکلت‌های الکتریکی بر شبکه توزیع، تعیین مشخصات EVها حائز اهمیت است. به‌طورکلی مشخصات وسیله نقلیه الکتریکی را می‌توان به دو دسته تقسیم کرد: دسته اول مشخصاتی که به ویژگی‌های وسیله نقلیه و کارخانه سازنده و کلاس وسیله نقلیه بستگی دارد. دسته دوم مشخصاتی که به رفتار مردم و الگوی رانندگی آنها وابسته است، مانند مسافتی که در طول روز طی می‌کنند و زمان شروع شارژ EV. بنابراین بررسی رفتار مصرف‌کنندگان نکته مهمی در ارزیابی تاثیر وسیله نقلیه الکتریکی بر شبکه توزیع و تخمین بار ناشی از شارژ آنهاست. شارژ بدون کنترل EVها موجب افزایش قابل‌توجه بیشینه بار و همچنین افزایش تلفات شبکه می‌شود. بنابراین کنترل شارژ آنها برای قابلیت اطمینان شبکه و استفاده بهتر از امکانات موجود، ضروری به نظر می‌رسد [۱۳۹].

از طرفی باید اشاره کرد با توجه به توسعه ارتباطات و پیچیدگی‌های ناشی از پیدایش و رشد سریع خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی، ایستگاههای عمومی شارژ و شبکه آنها، حضور بک آفیس‌ها، ارتباط میان بک آفیس‌ها و ارائه‌دهندگان خدمات شارژ EV با شبکه برق، ارتباطات مخابراتی و غیره موجب شده است تا نیاز به شبکه هوشمند برق احساس شود. همچنین حضور شبکه هوشمند برق با توجه به اثرگذاری در سیستم‌های کنترل بار و ارتباطات دوسویه میان ارائه‌دهندگان خدمات شارژ الکتریکی و بک آفیس‌ها، موجب اصلاح و کنترل شیوه قیمت‌گذاری شارژ خودرو و موتورسیکلت برقی می‌شود. بالطبع اثرات مثبت این امر در رویه پرداخت شارژ الکتریکی توسط کاربران یا رانندگان و همچنین سیستم پرداخت موجود در ایستگاههای عمومی شارژ مشاهده خواهد شد.

شکل ۴-۱۵، شبکه هوشمند برق را با اضافه شدن خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی و ارائه‌دهندگان سرویس EV نشان می‌دهد. همچنین در این شکل ارتباطات اقتصادی میان اجزاء لحاظ شده است. (منظور از DSO[1]ها، اپراتورهای سیستم توزیع می‌باشد).

[1] Distribution System Operator (DSO)



شکل ۴-۱۵: شبکه هوشمند با در نظر گرفتن وسایل نقلیه الکتریکی توأم با ارتباطات اقتصادی میان اجزاء

۴-۲-۶-ارتباط میان ایستگاه‌های عمومی شارژ و سیستم مدیریت مرکزی

همان‌طور که پیشتر ارائه شد، ارتباط میان ایستگاههای شارژ و سیستم مدیریت مرکزی توسط پروتکل‌هایی انجام می‌شود که اصطلاحا به آن OCPP[1] گفته می‌شود. به لحاظ ساختار فنی، OCPP ها میان ایستگاههای شارژ و بک آفیس واقع می‌شوند و ارتباط دو مهم از این طریق میسر خواهد شد [۱۴۰]. لذا با توجه به نقش اساسی و مهم بک آفیس در حوزه قیمت‌گذاری و کنترل شارژ الکتریکی، نقش و جایگاه OCPP اهمیت می‌یابد و یکی از ملزومات سیستم پرداخت شارژ خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی در ایستگاههای عمومی به شمار می‌رود. شکل ۴-۱۶، ارتباط میان خودرو الکتریکی، ایستگاه عمومی شارژ و بک آفیس را از طریق پروتکل ارتباطی OCCP نشان می‌دهد.

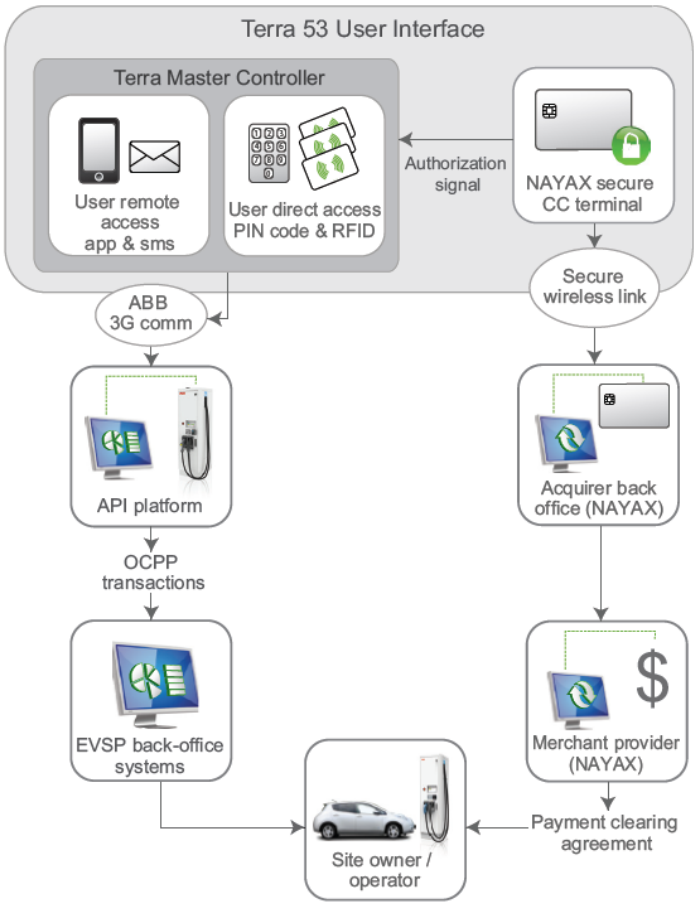
[1] Open Charge Point Protol (OCPP)

شکل ۴-۱۶: ارتباط میان خودرو الکتریکی، ایستگاه عمومی شارژ و بک آفیس از طریق **OCPP**

۴-۲-۷-ارائه‌دهنده سرویس‌های مالی

یکی از وظایف اصلی و مهم ارائه‌دهندگان خدمات مالی در ایستگاههای عمومی شارژ خودرو و موتورسیکلت الکتریکی، تهیه و پشتیبانی کارت‌های اعتباری برای پرداخت، ارائه روش‌های مختلف پرداخت هزینه شارژ الکتریکی، امنیت سیستم اطلاعات و پرداخت می‌باشد. لذا یکی از ملزومات سیستم پرداخت در مجموعه شبکه ایستگاههای عمومی شارژ، پشتیبانی و ارائه خدمات توسط سرویس‌دهندگان بخش مالی می‌باشد [۱۲۳]. به عنوان مثال Merchant account provider به‌عنوان یک شرکت متخصص و فعال در این حوزه فعالیت نموده و ارائه‌دهنده خدمات مالی در شبکه ایستگاههای عمومی شارژ وسایل نقلیه برقی ساخته‌شده توسط شرکت ABB می‌باشد.

شکل ۴-۱۷ ضمن مشخص کردن ارائه‌دهنده خدمات مالی شارژر Terra 53 –Merchant- ساخت شرکت ABB، به نقش و جایگاه بک آفیس و پروتکل ارتباطی OCPP و همچنین سایر اجزاء در عملکرد شبکه ایستگاههای عمومی شارژ خودرو الکتریکی توسط ABB پرداخته است.



شکل ۴-۱۷: جایگاه ارائه‌دهنده خدمات مالی **Merchant** در شبکه ایستگاه‌های عمومی شارژ **EV** توسط **ABB**

۴-۳- استانداردهای مربوط به بخش پرداخت ایستگاه‌های عمومی شارژ خودرو و موتورسیکلت الکتریکی

در این بخش به بررسی استانداردهای تدوین‌شده کارت‌های اعتباری هوشمند به‌منظور پرداخت هزینه شارژ خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی در ایستگاههای عمومی شارژ پرداخته می‌شود.

اگر به‌طورکلی کارت‌های اعتباری پرداختی به دو دسته تماسی و بدون تماس[۱] تقسیم‌بندی می‌شوند، در استاندارد ISO/IEC 7816 به‌طور مفصل در پانزده بخش به شرح استاندارد کارت‌های تماسی پرداخته شده است [۱۲۳]. همچنین دو استاندارد مهم ISO/IEC 14443 و ISO/IEC 15693 در مورد کارت‌های هوشمند بدون تماس می‌باشند [۱۴۲-۱۴۱]. همچنین استاندارد ISO/IEC 7810 ID-1 اندازه کارت‌های اعتباری را مشخص کرده است [۱۴۳]. استاندارد ISO/IEC 14443 کارت‌های هوشمند بدون تماس را به دو دسته A و B طبقه‌بندی می‌کند و به بررسی ارتباط میان کارت و

[۱] Contact and Contactless Cards

کارت‌خوان تا فاصله حداکثر ۱۰ سانتی‌متر (۳/۹ اینچ) می‌پردازد. اما استاندارد ISO/IEC 15693 این ارتباط را حداکثر تا فاصله ۵۰ سانتی‌متر (۱/۶ فوت) مورد بررسی و ارزیابی قرار داده است. جدول ۴-۲ بخش‌های مختلف از استاندارد ISO/IEC 7816 را نشان می‌دهد.

جدول ۴-۲: بخش‌های مختلف استاندارد **ISO/IEC 7816**

ISO/IEC 7816	Identification cards — Integrated circuit cards
Part 1	Cards with contacts: Physical characteristics
Part 2	Cards with contacts: Dimensions and location of the contacts
Part 3	Cards with contacts: Electronic interface and transmission protocols
Part 4	Organization, security and commands for interchange
Part 5	Registration of application providers
Part 6	Interindustry data elements for interchange
Part 7	Interindustry commands for Structured Card Query Language (SCQL)
Part 8	Commands for security operations
Part 9	Commands for card and file management
Part 10	Cards with contacts: Electronic interface for synchronous cards
Part 11	Personal verification through biometric methods
Part 12	Cards with contacts: USB interface and operating procedures
Part 13	Commands for application management in a multi-application environment
Part 15	Cryptographic information application

جدول ۴-۳ و جدول ۴-۴ به ترتیب به معرفی استاندارد ISO/IEC 14443 و ISO/IEC 15693 به همراه بخش‌های آنها می‌پردازد.

جدول ۴-۳: بخش‌های مختلف استاندارد **ISO/IEC 14443**

ISO/IEC 14443	Identification cards— Contactless integrated circuit cards— Proximity cards—
Part 1	Physical characteristics
Part 2	Radio frequency power and signal interface
Part 3	Initialization and anticollision
Part 4	Transmission protocol

جدول ۴-۴: بخش‌های مختلف استاندارد **ISO/IEC 15693**

ISO/IEC 15693	Identification cards — Contactless integrated circuit cards — Vicinity cards
Part 1	Physical characteristics
Part 2	Air interface and initialization
Part 3	Anticollision and transmission protocol

لازم به توضیح است استانداردهای دیگری نیز وجود دارند که به مباحثی نظیر سازگاری الکترومغناطیسی یا EMC[1] (استاندارد IEC 61000) و مباحث حفاظت کارت‌های هوشمند و غیره می‌پردازند. اما با توجه به اینکه در این بخش صرفا استانداردهای بخش پرداخت مورد مسئله بوده است، لذا به عناوین مهم‌ترین استانداردهای مربوطه اشاره و از معرفی سایر استانداردها پرهیز شد.

۴-۴- بررسی روش‌های پرداخت و تجارب برخی از شبکه‌های ایستگاه‌های عمومی شارژ EV

در این بخش به بررسی تجارب و روش‌های مختلف پرداخت هزینه شارژ برخی از شبکه‌های فعال و معتبر پرداخته می‌شود. ده شبکه نمونه ایستگاههای عمومی شارژ شامل Aerovironment، Blink network، Chargepoint، The electric circuit، EVgo، GE Wattstations، Greenlots، Semaconnct، Shorepower Connect و Tesla Supercharger در این بخش مورد بررسی قرار می‌گیرند. پیشینه، تعداد تقریبی سایت‌ها، پوشش دهی مناطق، دسترسی، هزینه برای هر بار شارژ و وب‌سایت اینترنتی برای هر یک از شبکه‌های مطروحه از جمله موارد مورد بحث خواهدبود.

۴-۴-۱- شبکه ایستگاه‌های شارژ Aerovironment

مشخصات شبکه ایستگاههای عمومی شارژ وسیله نقلیه الکتریکی Aerovironment در جدول ۴-۵ آورده شده است[۱۴۴].

[1] Electromagnetic compatibility

جدول ۴-۵: مشخصات شبکه ایستگاه‌های شارژ **Aerovironment**

۱	تاریخچه	Aerovironment را با نام AV نیز می‌شناسند. AV از پیشگامان توسعه فناوری شارژ وسایل نقلیه الکتریکی می‌باشد. این شرکت ضمن آنکه طیف وسیعی از تجهیزات شارژ سطح ۲ وQuick Charge را ارائه و به فروش می‌رساند، شبکه شارژرهای خود را نیز اداره می‌کند.
۲	تعداد تقریبی سایت‌ها	۶۰
۳	پوشش دهی مناطق	بسیاری از شارژرهای AV از نوع DC می‌باشند که عمدتا در ایالت اورگان[۱] و به‌طور کمتر در ایالت واشنگتن واقع شده‌اند. همچنین AV تعداد کمی ایستگاه شارژ در هاوایی دارد.
۴	دسترسی	دسترسی نامحدود ماهانه با هزینه ۱۹,۹۹ دلار به ازای هرماه. اشتراک شبکه AV با شماره‌گیری ۸۸۸-۸۳۳-۲۱۴۸ و با پر کردن یک فرم الکترونیکی در وب‌سایت AV قابل انجام است. هزینه اشتراک و فعال‌سازی یک‌بار و به میزان ۱۵ دلار می‌باشد.
۵	هزینه برای هر بار شارژ	به‌عنوان یک جایگزین برای هزینه‌های هم‌سطح شده ماهانه، گزینه‌ای برای پرداخت به ازای هر بار شارژ وجود دارد: ۷,۵ دلار به ازای هر بار شارژ سریع DC. ۴ دلار به ازای هر بار شارژ از طریق شارژهای سطح ۲. پرداخت به ازای هر بار شارژ تنها از طریق تماس با خطوط تلفن پشتیبانی مشتری با شماره‌گیری ۸۸۸-۸۳۳-۲۱۴۸ امکان‌پذیر خواهدبود.
۶	وب‌سایت اینترنتی	http://evsolutions.avinc.com/services/subscriber_network

شکل ۴-۱۸، تصویری از یک شارژر AV را نشان می‌دهد.

شکل ۴-۱۸: یک نمونه از شارژر سطح دوم از شبکه ایستگاه‌های عمومی **Aerovironment**

[۱] یکی از ایالت‌های آمریکای شمالی به نام Oregon می‌باشد.

۴-۴-۲-شبکه ایستگاه‌های شارژ Blink Network

مشخصات شبکه ایستگاههای عمومی شارژ وسایل نقلیه الکتریکی Blink Network در جدول ۴-۶ آورده شده است[۱۴۵].

جدول ۴-۶: مشخصات شبکه ایستگاه‌های شارژ **Blink Network**

۱	تاریخچه	دارایی شبکه Blink توسط گروه CarCharging در ماه اکتبر ۲۰۱۳ خریداری شد. ۱۱۴,۸ میلیون دلار کمک مالی توسط فدرال برای مباشرت در پروژه‌های EV توسط این شرکت دریافت شده است. هدف از EV Project راه‌اندازی ۸۳۰۰ شارژر خصوصی و عمومی می‌باشد. در این پروژه ضمن اقدامات مؤثر، گزارش‌هایی مبنی بر عدم پشتیبانی یا ناسازگاری تجهیزات شارژرها با وسایل نقلیه توسط شارژرهای Blink و همچنین شبکه مربوطه وجود داشته است.
۲	تعداد تقریبی سایت‌ها	۱۶۸۰
۳	پوشش دهی مناطق	شارژرهای شبکه Blink در حدود ۲۵ ایالت آمریکا مستقر شده‌اند. بزرگ‌ترین شبکه یا ارتباطات Blink به ترتیب در کالیفرنیا، آریزونا، اورگان، تگزاس، تنسی (Tennessee) و واشنگتن می‌باشد.
۴	دسترسی	شروع با ثبت‌نام یک کارت اعتباری متصل به حساب‌های بانکی انجام می‌شود. هیچ هزینه سالانه یا ماهانه عضویت و یا بالانس کارت‌های اعتباری دریافت نمی‌شود. اعضاء با ثبت‌نام، می‌توانند یک کارت InCard دریافت و از آن استفاده نمایند. همچنین مهمانانی که کارت عضویت ندارند، می‌توانند برای شروع از برنامه تلفن همراه Blink استفاده نمایند.
۵	هزینه برای هر بار شارژ	در ایالت‌هایی که قیمت‌گذاری برحسب کیلووات ساعت می‌باشد، هزینه ایستگاه‌های شارژ سطح ۲ در شبکه‌های شارژ Blink بین ۰,۳۹ الی ۰,۷۹ دلار به ازای هر کیلووات ساعت می‌باشد که بر اساس عضویت و وضعیت افراد تعیین می‌شود. همچنین هزینه شارژ ایستگاه‌های DCFC (شارژ سریع جریان مستقیم) در شبکه‌های Blink بین ۰,۴۹ تا ۰,۶۹ دلار به ازای هر کیلووات ساعت می‌باشد که بر اساس وضعیت و عضویت افراد تعیین می‌شود. ایالت‌هایی که هزینه شارژ بر اساس کیلووات ساعت را مجاز می‌دانند، ایالت‌های کالیفرنیا، کلرادو، فلوریدا، هاوایی، ایلینوی (Illinois)، مریلند، مینه سوتا (Minnesota)، نیویورک، اورگان، یوتا (Utah)، ویرجینیا و واشنگتن و همچنین منطقه کلمبیا می‌باشند. در ایالت‌هایی که قیمت‌گذاری برحسب کیلووات ساعت انجام نمی‌شود، هزینه‌های شارژ مبتنی بر زمان محاسبه می‌گردد. به‌طوری‌که هزینه شارژ ایستگاه‌های شارژ Lelel2 در شبکه‌های Blink از ۰,۰۴ تا ۰,۰۶ دلار به ازای هر دقیقه خواهد بود. همچنین باید در نظر گرفت که مدت‌زمان شارژ بر اساس هر ۳۰ ثانیه محاسبه و به سمت مقدار بیشتر رند می‌شود (Round up). هزینه شارژرهای DCFC متعلق به شبکه‌های Blink به ازای هر بار شارژ از ۶,۹۹ تا ۹,۹۹ دلار خواهد بود که به‌طور دقیق بر اساس وضعیت و عضویت فرد تعیین خواهد شد.
۶	وب‌سایت اینترنتی	http://www.blinknetwork.com
۷	پشتیبانی فنی	888-998-2546

شکل ۴-۱۹ تصویر یک شارژر از شبکه ایستگاههای عمومی شارژ Blink Network را نشان می‌دهد.

شکل ۴-۱۹: یک نمونه از شارژر سطح دوم از شبکه ایستگاه‌های عمومی **Blink Network**

۴-۴-۳-شبکه ایستگاه‌های شارژ ChargePoint

جدول ۴-۷، مشخصات شبکه ایستگاههای عمومی شارژ وسایل نقلیه الکتریکی ChargePoint را نشان می‌دهد [۱۴۶].

جدول ۴-۷: مشخصات شبکه ایستگاه‌های شارژ **ChargePoint**

۱	تاریخچه	ChargePoint را قبلاً با نام Coulomb Technologies می‌شناختند. این شرکت به‌عنوان بزرگ‌ترین شبکه آنلاین ایستگاههای شارژ وسایل نقلیه الکتریکی در ۱۴ کشور دنیا مستقر می‌باشد. این شرکت راه‌حل‌های مختلف برای دریافت هزینه شارژ را به مالکین ایستگاهها واگذار نموده است تا بر اساس ارائه شارژ و خدمات به رانندگان وسایل نقلیه الکتریکی، هزینه دریافت نمایند. البته در حال حاضر بسیاری از آنها رایگان می‌باشند.
۲	تعداد تقریبی سایت‌ها	۳۰۸۴
۳	پوشش دهی مناطق	درحالی‌که یک‌چهارم از ایستگاههای شارژ در کالیفرنیا متعلق به شبکه و ایستگاه‌های ChargePoint می‌باشد، این شرکت در ۴۳ ایالت دیگر آمریکا حداقل یک ایستگاه شارژ را نصب نموده و پشتیبانی می‌نماید.
۴	دسترسی	هیچ هزینه‌ای برای ثبت‌نام و دریافت کارت ChargePoint وجود ندارد. کاربر بعد از ارسال اطلاعات کارت اعتباری، برای اولین بار ۲۵ دلار در ایستگاه شارژ پرداخت می‌کند (بسیاری از ایستگاه‌های شارژ رایگان می‌باشند). حساب ایجاد شده برای کاربر، قابل استفاده در تمام ایستگاههای عمومی شارژ ChargePoint می‌باشد. ایستگاههای شارژ باکارت ChargePoint یا یک کارت اعتباری بدون تماس (Contactless) فعال می‌شود. همچنین می‌توان ایستگاههای شارژ را از طریق اپلیکیشن های تلفن همراه و یا از طریق شماره خدمات رایگان، نیز فعال کرد. بالانس حساب کاربر وقتی کم می‌شود به‌طور خودکار از طریق حساب‌های متصل شارژ می‌گردد.
۵	هزینه برای هر بار شارژ	قیمت‌ها توسط مالکین ایستگاههای شارژ تعیین می‌شود. البته باید اشاره کرد بسیاری از ایستگاههای شارژ ChargePoint در حال حاضر رایگان می‌باشند.
۶	وب‌سایت اینترنتی	http://www.chargepoint.com

شکل ۴-۲۰ تصویر یک شارژر از شبکه ایستگاههای عمومی شارژ ChargePoint را نشان می‌دهد.

شکل ۴-۲۰: یک نمونه از شارژرهای شبکه ایستگاه‌های عمومی **ChargePoint**

۴-۴-۴-شبکه ایستگاه‌های شارژ The Electric Circuit

جدول ۴-۸، مشخصات شبکه ایستگاههای عمومی شارژ الکتریکی The Electric Circuit را نشان می‌دهد[۱۴۷].

جدول ۴-۸: شبکه ایستگاه‌های شارژ **The Electric Circuit** با در نظر گرفتن روش‌های مختلف پرداخت

۱	تاریخچه	The Electric Circuit بزرگ‌ترین شبکه ایستگاههای شارژ عمومی در ایالت کبک (Quebec) می‌باشد که زیرساخت‌های شارژ موردنیاز وسایل نقلیه الکتریکی را تامین می‌نماید. این شرکت در ماه مارس ۲۰۱۲ با ۸۵ شریک خصوصی و دولتی تاسیس شد و در حال حاضر حدود ۳۵۰ ایستگاه عمومی شارژ در حال بهره‌برداری دارد.
۲	تعداد تقریبی سایت‌ها	۲۲۳
۳	پوشش دهی مناطق	ایستگاههای شارژ در نزدیکی ۹۰ بخش از شهرهای ایالت کبک و در ۱۵ منطقه از استان کبک واقع شده است.
۴	دسترسی	هیچ هزینه‌ای برای ثبت‌نام و دریافت کارت The Electric Circuit اخذ نمی‌شود. زمانی که برای اولین بار کارت The Electric Circuit توسط کاربر سفارش داده می‌شود، ۱۰ دلار با احتساب مالیات از وی دریافت می‌شود. همچنین می‌توان با اشتراک اولیه، چهار بار در ایستگاههای شارژ ۲۴۰ ولت یا به میزان یک ساعت شارژ سریع (Fast Charge) از ایستگاههای شارژ The Electric Circuit به‌طور رایگان استفاده نمود. پس از آن با شارژ کردن حساب کاربری، می‌توان به میزان موردنیاز شارژ دریافت کرد.
۵	هزینه برای هر بار شارژ	نرخ شارژ ۲۴۰ ولت با احتساب مالیات ۲,۵ دلار می‌باشد و مهم نیست که چه مدت از ایستگاه شارژ استفاده می‌شود. در اکتبر ۲۰۱۰ شارژ سریع باقیمت ۱۰ دلار به ازای هر ساعت ارائه می‌شود. این نرخ مربوط به تمام ایستگاههای شارژ سریع (Fast Charge) موجود و آتی در شبکه ایستگاههای شارژ The Electric Circuit می‌باشد.
۶	وب‌سایت اینترنتی	http://www.lecircuitelectrique.com/index.en.html

شکل ۴-۲۱ تصویر یک شارژر از شبکه ایستگاههای عمومی شارژ The Electric Circuit را نشان می‌دهد.

شکل ۴-۲۱: یک نمونه از شارژر سطح دوم از شبکه ایستگاه‌های عمومی **The Electric Circuit**

۴-۴-۵-شبکه ایستگاه‌های شارژ EVgo

جدول ۴-۹، مشخصات شبکه ایستگاههای عمومی شارژ خودرو الکتریکی EVgo را نشان می‌دهد [۱۴۶].

جدول ۴-۹: مشخصات شبکه ایستگاه‌های شارژ **EVgo**

۱	تاریخچه	EVgo شرکت تابعه از شرکت‌های NRG، Fortune 300 و S&P 500 می‌باشد. یکی از بزرگ‌ترین تولیدکنندگان برق در کشور کانادا خرده‌فروش برق با ظرفیت تولید نیروگاهی حدود ۴۷۰۰۰ مگاوات می‌باشد. EVgo مجری پروژه‌های پاک NRG با زمینه‌های تکنولوژی‌های جذب کربن، خورشیدی، بادی و حرارتی نیز می‌باشد.
۲	تعداد تقریبی سایت‌ها	حدود ۱۵۰ سایت که هرکدام گزینه‌های شارژ سطح ۲ و شارژ سریع را دارند.
۳	پوشش دهی مناطق	در حال حاضر، eVgo در تامین ایستگاههای شارژ تگزاس، بازارهای هوستون و دالاس فورت ورث، تنسی (Tennessee)، کالیفرنیا و واشنگتن DC فعالیت می‌کند.
۴	دسترسی	شبکه NRG تنها برای مشترکان ماهانه خود با استفاده از کارت eVgo قابل‌دسترس و استفاده می‌باشد. اما به‌موجب وب‌سایت این شرکت، برای رانندگانی که نیاز به شارژ دارند، امکاناتی در نظر گرفته شده است.
۵	هزینه برای هر بار شارژ	eVgo طرح‌های مختلفی را بر اساس نیازهای یک راننده وسیله نقلیه الکتریکی در نظر گرفته است. به‌طورکلی سه مورد از این طرح‌ها عبارت‌اند از: ۳۰ دلار در ماه، با انعقاد قرارداد سالانه، رانندگان وسیله نقلیه الکتریکی قادر به استفاده نامحدود از ایستگاههای شارژ سطح ۲ و شارژ سریع این شبکه خواهند بود. طرح خانگی ۴۰ دلار ماهانه، با انعقاد قرارداد ۳ ساله و نصب تجهیزات موردنیاز شارژ. در این طرح هزینه شارژ الکتریکی به‌طور مجزا اندازه‌گیری می‌شود. طرح محل کار، ۳۰ دلار در ماه. ساختار قیمت‌گذاری این طرح بر اساس مناطق مختلف متفاوت می‌باشد.
۶	وب‌سایت اینترنتی	http://www.evgonetwork.com/

شکل ۴-۲۲، تصویر یک شارژر از شبکه ایستگاههای عمومی شارژ EVgo را نشان می‌دهد.

شکل ۴-۲۲: یک نمونه از شارژر سطح دوم از شبکه ایستگاه‌های عمومی **EVgo**

۴-۴-۶- شبکه ایستگاه‌های شارژ GE Wattstations

جدول ۴-۱۰ مشخصات شبکه ایستگاههای عمومی شارژ وسایل نقلیه الکتریکی GE Wattstations را نشان می‌دهد[۱۴۹].

جدول ۴-۱۰: مشخصات شبکه ایستگاه‌های شارژ **GE Wattstations**

۱	تعداد تقریبی سایت‌ها	۲۷۰
۲	پوشش دهی مناطق	۳۲ ایالت و پورتوریکو (Puerto Rico) به صورت شارژ DC
۳	دسترسی	WattStations نیاز به یک کارت RFID دارد. حتی زمانی که رایگان می‌باشد.
۴	هزینه برای هر بار شارژ	قیمت‌ها متفاوت می‌باشد. بر اساس مالکین ایستگاه‌های شارژ تعیین می‌شود.

شکل ۴-۲۳، تصویر یک شارژر از شبکه ایستگاههای عمومی شارژ GE Wattstations را نشان می‌دهد.

شکل ۴-۲۳: یک نمونه از شارژر سطح دوم از شبکه ایستگاه‌های عمومی **GE Wattstations**

۴-۴-۷-شبکه ایستگاه‌های شارژ Grennlots

در جدول ۴-۱۱ مشخصات شبکه ایستگاههای عمومی شارژ الکتریکی Grennlots آورده شده است [۱۵۰].

جدول ۴-۱۱: شبکه ایستگاه‌های شارژ **Grennlots** با در نظر گرفتن روش‌های مختلف پرداخت

۱	تاریخچه	Greenlots به‌طور رسمی یک شبکه نیست، بلکه یک ارائه‌کننده راه‌حل‌های مبتنی بر استاندارد برای ایستگاههای مختلف و شبکه‌های دیگر است. پلتفرم Greenlot's SKY، ابزارهای کاربردی و برنامه ایستگاههای عمومی شارژ برای پاسخگویی به نیازهای میزبانان مختلف را طراحی کرده است. بر اساس پروتکل‌های ارتباطی OCPP، بزرگ‌ترین استاندارد باز برای ارتباطات میان شارژر و شبکه را فراهم کرده است.
۲	تعداد تقریبی سایت‌ها	-
۳	پوشش دهی مناطق	مناطق خاصی وجود ندارد. ایستگاههای شارژ در مناطق شمال، شمال غربی، شمال شرقی، جنوب، جنوب غربی آمریکا، همچنینی هاوایی، کانادا و سنگاپور وجود دارد.
۴	دسترسی	کاربران گزینه‌های دسترسی زیادی دارند. (۱) دانلود برنامه رایگان Greenlots از طریق iTunes یا Google Play. سپس، اطلاعات کارت اعتباری وارد می‌شود. هنگامی‌که اطلاعات کاربر ذخیره شد، گزینه Charge را باید از منو انتخاب نمود و سپس ID Station یا کد ایستگاه را باید وارد کرد یا QR نمایش داده شده در جلوی ایستگاه را اسکن نمود. (۲) کارت Greenlots RFID را باید کشید. (۳) با شماره خدمات مراقبت از مشتری که در ایستگاه ذکر شده است تماس گرفته شود تا از راه دور شارژ فعال شود. (۴) برخی از ایستگاهها یک کارت اعتباری کشیدنی دارند. کاربران همچنین می‌توانند حساب کاربری خود را از طریق وب‌سایت www.charge.greenlots.com شارژ نمایند.
۵	هزینه برای هر بار شارژ	مالکین ایستگاههای عمومی شارژ، هزینه استفاده از شارژ و خدمات را تعیین می‌کنند. Greenlots هزینه عضویت را نمی‌پردازد.
۶	وب‌سایت اینترنتی	http://greenlots.com/

شکل ۴-۲۴، تصویر یک شارژر از شبکه ایستگاههای عمومی شارژ Greenlots را نشان می‌دهد.

شکل ۴-۲۴: یک نمونه از شارژر سطح دوم از شبکه ایستگاه‌های عمومی **Greenlots**

۴-۴-۸-شبکه ایستگاه‌های شارژ SemaConnect

جدول ۴-۱۲ مشخصات شبکه ایستگاههای عمومی شارژ وسایل نقلیه الکتریکی SemaConnect را نشان می‌دهد[۱۵۱].

جدول ۴-۱۲: مشخصات شبکه ایستگاه‌های شارژ **SemaConnect**

۱	تاریخچه	SemaConnect مریلند، تجهیزات ایستگاههای شارژ تجاری سطح ۲ و نرم‌افزار مدیریت شارژ را بانام SemaCherge ارائه می‌دهد. تمرکز آنها بر روی ایجاد شارژ آسان برای رانندگان وسایل نقلیه الکتریکی و صاحبان ایستگاههای شارژ می‌باشد. این شرکت معتقد است این شبکه سریع‌ترین شبکه در حال رشد در ساحل شرقی آمریکا است. همچنین Semaconnect سومین تامین‌کننده ایستگاههای شارژ سطح دو تجاری بر اساس تعداد ایستگاههای مستقر می‌باشد.
۲	تعداد تقریبی سایت‌ها	۴۵۰
۳	پوشش دهی مناطق	ایستگاههای SemaConnect در حدود ۲۰ ایالت با بیشترین تمرکز در مریلند، ویرجینیا، واشنگتن دی سی، جورجیا (Georgia)، کالیفرنیا و شمال غربی اقیانوس آرام قرار دارند. ایستگاههای عمومی شارژ SemaConnect همچنین در پورتوریکو حضور دارد.
۴	دسترسی	برای ثبت‌نام باید وارد وب‌سایت SemaConnect شد و یک حساب جدید با پرداخت ۲۰ دلار (قابل پرداخت توسط اکثر کارت‌های اعتباری) باز نمود. یک کارت RFID تحت عنوان SemaCharge Pass دریافت خواهد شد که کاربر قادر به استفاده از آن در هر مکانی از SemaConnect خواهد بود. اگر حساب کاربری به صفر دلار کاهش یابد، از طریق کارت‌های اعتباری مجدداً ۲۰ دلار به‌حساب کاربری اضافه خواهد شد. SemaConnect از طریق برنامه‌های کاربردی قابل‌نصب بر روی گوشی‌های هوشمند، همچنین از طریق اسکن بارکد روی ایستگاه و یا از طریق شماره تلفن‌های رایگان، قابلیت امکان پرداخت شارژ را برای کاربران و مشترکین فراهم نموده است.
۵	هزینه برای هر بار شارژ	هزینه‌ها متفاوت است. همان‌طور که از طریق مالکین ایستگاههای شارژ تعیین می‌شوند.
۶	وب‌سایت اینترنتی	http://www.semaconnect.com

شکل ۴-۲۵ تصویر یک شارژر سطح دوم از شبکه ایستگاههای عمومی شارژ SemaConnect را نشان می‌دهد.

شکل ۴-۲۵: یک نمونه از شارژر سطح دوم از شبکه ایستگاه‌های عمومی **SemaConnect**

۴-۴-۹- شبکه ایستگاه‌های شارژ Shorepower Connect

در جدول ۴-۱۳مشخصات شبکه ایستگاههای عمومی شارژ وسایل نقلیه الکتریکی Shorepower Connect آورده شده است [۱۵۲].

جدول ۴-۱۳: مشخصات شبکه ایستگاه‌های شارژ **Shorepower Connect**

۱	تاریخچه	ShorePower Technologies تولیدات، فروش و اجرای تجهیزات برای ایستگاه کامیون‌ها (بارکش) مبنی بر ارائه خدمات برقی و یا تجهیزات شارژ وسایل نقلیه الکتریکی را فراهم می‌سازد. اکثر سایت‌ها (ایستگاههای شارژ) کامیون‌ها استانداردهای کانکتور خروجی نظیر NEMA 5-20، NEMA 14-30، NEMA TT-30 دارند و برای رانندگان وسایل نقلیه الکتریکی با کابل‌های مناسب، قابل دسترس می‌باشند. تعداد کمی از سایت‌ها دارای ایستگاههای شارژ با اتصالات استاندارد J1772 هستند.
۲	تعداد تقریبی سایت‌ها	۴۲۵
۳	پوشش دهی مناطق	مکان‌های شارژ (به‌طور عمده در ایستگاه کامیون‌ها یا بارکش‌ها) به‌طور گسترده در سراسر ایالات‌متحده پخش شده‌اند.
۴	دسترسی	با استفاده از خطوط تلفن رایگان، کیوسک یا مرورگر اینترنت، خدمات کارت‌های اعتباری فعال می‌شود. یک دلار هزینه فعال‌سازی دریافت می‌شود.
۵	هزینه برای هر بار شارژ	برای ایستگاههای سطح دو یک دلار به ازای هر ساعت هزینه دریافت می‌شود. همچنین مکان‌هایی که از تجهیزات J1772 استفاده می‌کنند، بیشتر در سواحل غربی، رایگان می‌باشند.
۶	وب‌سایت اینترنتی	http://www.shorepowerconnect.com

شکل ۴-۲۶ تصویر شارژر شبکه ایستگاههای عمومی شارژ Shorepower Connect را نشان می‌دهد.

شکل ۴-۲۶: یک نمونه از شارژر سطح دوم از شبکه ایستگاه‌های عمومی **Shorepower Connect**

۴-۴-۱۰- شبکه ایستگاه‌های شارژ Tesla SuperChargers

جدول ۴-۱۴ مشخصات شبکه ایستگاههای عمومی شارژ خودرو الکتریکی Tesla SuperChargers را نشان می‌دهد[۱۵۳].

جدول ۴-۱۴: مشخصات شبکه ایستگاه‌های شارژ **Tesla SuperChargers**

۱	تاریخچه	در پائیز ۲۰۱۲، Tesla Motors، سازندگان مدل S Sedan، نخستین خودروهای Superchargers خود را به نمایش گذاشتند تا سفرهای جاده‌ای را به‌صورت رایگان برای صاحبان این سدان لوکس ورزشی فراهم کنند.
۲	تعداد تقریبی سایت‌ها	تا ژانویه ۲۰۱۴، حدود ۱۰۴ سوپر شارژر وجود داشته است.
۳	پوشش دهی مناطق	ایستگاههای سوپر شارژر در سراسر ایالات‌متحده واقع شده است.
۴	دسترسی	سوپر شارژرهای تسلا برای شروع شارژ نیازی به کارت ندارند. صاحبان مدل S به راحتی در جایگاه قرار می‌گیرند و خودرو خود را شارژ می‌کنند. شارژرها برای صاحبان مدل S که از مجموعه باتری ۸۵ کیلووات ساعت استفاده می‌کنند یا خودروهایی که مجموعه باتری ۶۰ کیلووات ساعت با پیکربندی سوپر شارژر دارند، قابل‌دسترس می‌باشند.
۵	هزینه برای هر بار شارژ	رایگان. بدون نیاز به ثبت‌نام و بدون دریافت هزینه شارژ الکتریکی
۶	وب‌سایت اینترنتی	http://www.teslamotors.com/supercharger

شکل ۴-۲۷، تصویر شارژر شبکه ایستگاههای عمومی شارژ Tesla SuperChargers را نشان می‌دهد.

شکل ۴-۲۷: یک نمونه از سوپرشارژر سطح سه از شبکه ایستگاه‌های عمومی **Tesla SuperChargers**

۴-۵- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

انواع روش‌های پرداخت شارژ توسط مشتریان یا رانندگان وسایل نقلیه الکتریکی، ملزومات موردنیاز برای پیاده‌سازی متدولوژی‌های مختلف پرداخت و بسترهای لازم در کنار استانداردهای معتبر بین‌المللی در خصوص روش‌های پرداخت در این فصل از ضابطه مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در این بین هر چند روش‌های مختلفی برای پرداخت وجود دارد اما بسیاری از ایستگاههای عمومی شارژ برای تشویق و توسعه ایستگاهها، شارژ رایگان به کاربران خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی ارائه می‌دهند. اگر قرار به پرداخت باشد RFID کارت‌ها به‌عنوان فناوری‌های به‌روز، کارت‌های هوشمند و اپلیکیشن‌های تلفن‌های همراه، کار را تا حدود زیادی تسهیل نموده‌اند. پرداخت هزینه با استفاده از روش‌های مختلف نیازمند بسترهای سخت‌افزاری و نرم‌افزاری مناسب نیز هست. پلتفرم‌های پرداخت، RFID Reader ها، صفحه‌نمایش، بک آفیس، شبکه هوشمند، پروتکل OCPP از جمله این بسترها هستند که در این فصل از ضابطه به تفضیل به آن پرداخته شد. استانداردهای ISO/IEC 7816، ISO/IEC 14443، ISO/IEC 15693 و IEC 7810 ID-1 به‌عنوان مهم‌ترین استانداردهای مرتبط با کارت‌های هوشمند قابل‌استفاده در سیستم پرداخت ایستگاههای عمومی شارژ وسایل نقلیه الکتریکی شناخته می‌شوند که در این فصل به اختصار معرفی شدند. در پایان فصل نیز تجارب برخی شبکه‌های معتبر ایستگاه عمومی شارژ EV که در آنها از روش‌های متنوع پرداخت استفاده می‌شود مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مشخصات هر یک در قالب جداول جداگانه استخراج شد. به طور کلی در مورد سیستم‌های پرداخت ایستگاههای عمومی شارژ EV روش‌های متنوعی وجود دارد که با محقق شدن ملزومات و بسترهای مورد نیاز و توجه به استانداردهای معتبر

بین‌المللی، می‌توان از آنها باهدف تسهیل در پرداخت، رفاه کاربران و درآمدزایی مالکین ایستگاه و شرکت‌های ثالث بهره برد.

فصل ۵

مطالعه و بررسی تجارب شرکت‌های سازنده ایستگاه‌های شارژ خودرو و موتورسیکلت برقی

مقدمه

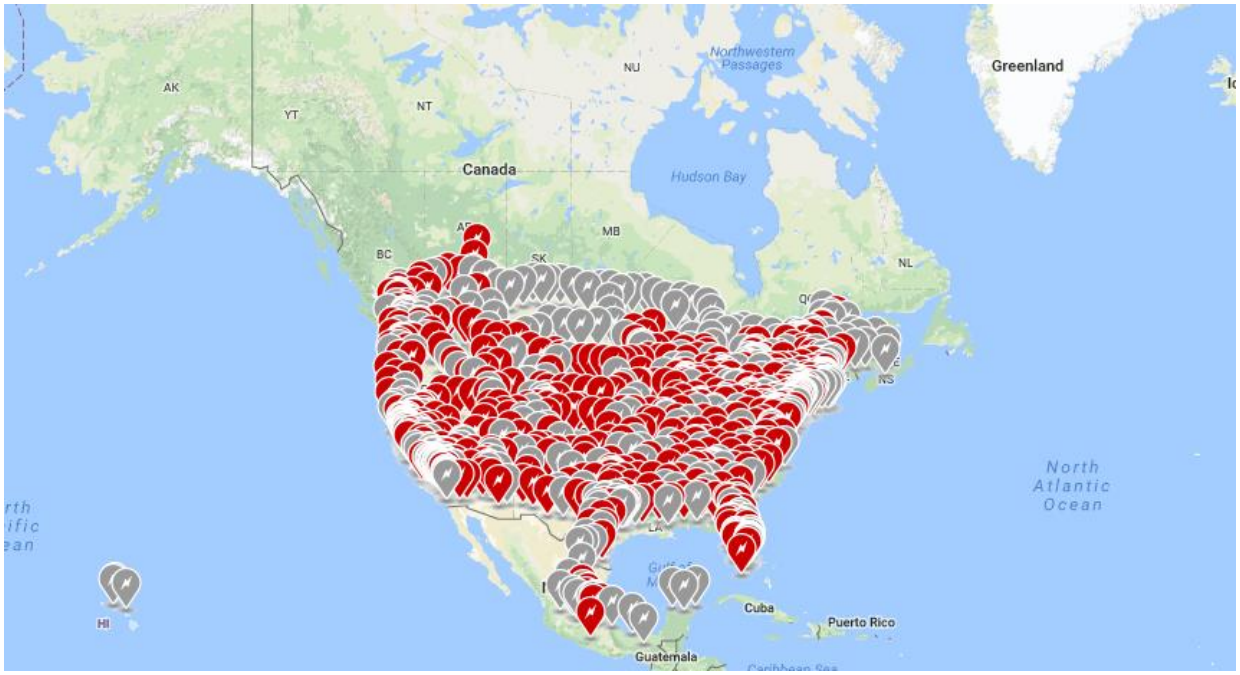
توسعه تکنولوژی‌های مرتبط با شارژ خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی همراه با ورود خودروهای الکتریکی به سیستم حمل و نقل در جهان سبب گردیده است که بسیاری از شرکت‌های مختلف در سرتاسر جهان به سمت تولید شارژرها و ایستگاههای شارژ خودروهای الکتریکی حرکت کنند. اهمیت و جایگاه تکنولوژی ایستگاههای شارژ به قدری است که می‌تواند در اقبال عمومی برای خرید خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی کمک شایانی کند چرا که بزرگترین چالش وسایل نقلیه الکتریکی، چالش مرتبط با شارژ باتری این وسایل نقلیه است. در این فصل ضمن معرفی بزرگترین تولیدکنندگان تجهیزات و زیرساخت‌های مرتبط با ایستگاههای شارژ، آخرین شارژرهای تولید شده توسط آنها مورد مطالعه و بررسی قرار می‌گیرد. در واقع در این فصل به مطالعه و بررسی ایستگاههای شارژ تولید شده توسط شرکت‌های Tesla، Charge Point، General Electric و ABB و تجارب آنها در این زمینه پرداخته می‌شود.

۵-۱- شرکت تسلا موتورز[1]

شرکت تسلا موتورز یک شرکت آمریکایی است که در زمینه ساخت خودروهای الکتریکی، ذخیره‌سازهای انرژی و پنل‌های خورشیدی فعالیت می‌کند. این شرکت در سال ۲۰۰۳ توسط مارتین ابرهارد[2]، مارک تارپنینگ[3]، ایلان ماسک[4] و یان رایت[5] در کالیفرنیا تاسیس گردید [۱۵۴و۱۵۵]. در حال حاضر مدیرعامل این شرکت ایلان ماسک بوده و این شرکت به افتخار دانشمند صربستانی-آمریکایی، نیکولا تسلا[6]، نامگذاری گردیده است. رشد بالای سهام تسلا در بازارهای بورس نظیر بورس نزدک[7] سبب گردید که از منظر ضابطه Consumer Reports، هشتمین شرکت برتر خودروسازی جهان در سال ۲۰۱۷ گردد[۱۵۶]. شرکت تسلا هم اکنون با تولید سه محصول Tesla Model S، Tesla Model 3 و Tesla Model X در بازار خودروهای الکتریکی در حال فعالیت است. این شرکت با بکارگیری انواع تکنولوژی‌های مرتبط با شارژ خودروهای الکتریکی در تلاش است که مدت زمان شارژ خودروهای الکتریکی را تا حد ممکن کاهش دهد. از طرفی شرکت تسلا بیشتر تمایل به راه‌اندازی ایستگاههای شارژی دارد که مختص خودروهای الکتریکی تولید شده در شرکت تسلا است [۱۵۷]. از این‌رو، استفاده از تکنولوژی‌های مختلف جهت کاهش زمان شارژ خودروهای الکتریکی توسط شرکت تسلا سبب گردیده است که این شرکت، با آخرین تکنولوژی‌های مربوط به شارژ خودروهای الکتریکی نظیر Super Charging، اقدام به ارائه

[1] Tesla Motors
[2] Martin Eberhard
[3] Marc Tarpenning
[4] Elon Musk
[5] Ian Wright
[6] Nikola Tesla
[7] NASDAQ

خدمات شارژ به خودروهای الکتریکی خود نماید. شکل ۵-۱ توزیع Super Chargerهای شرکت تسلا را در ایالات متحده آمریکا، کانادا و مکزیک نشان می‌دهد [۱۵۷].



شکل ۵-۱: پراکندگی **Super Charger**های شرکت تسلا در آمریکا، کانادا و مکزیک

این ایستگاههای شارژ از نوع عمومی و سطح ۳ بوده و در مکان‌های نزدیک به مراکز خرید، رستوران‌ها و جاهایی که دسترسی آزاد به اینترنت دارد نصب می‌گردند. شارژرهای مورد استفاده از نوع DC و شارژر بسیار سریع بوده و ولتاژ آنها ۴۸۰ ولت و حداکثر جریان آنها ۳۰۰ آمپر است [۱۵۸و۱۵۷]. شرکت تسلا احداث سوپرشارژرها را از سال ۲۰۱۲ آغاز کرد و تا پایان نوامبر ۲۰۱۷، تعداد ۷۴۹۶ سوپرشارژر را در سراسر دنیا نصب کرده است [۱۵۷]. این شارژرها نوع خاصی از شارژرهای DC هستند که قادر به اعمال حداکثر توان ۱۴۰ KW توان برای شارژ باتری هستند. به عنوان مثال خودرو Tesla Model S، با ۳۰ دقیقه شارژ می‌تواند ۲۷۰ کیلومتر مسافت را طی کند و در مدت ۷۵ دقیقه، به ۱۰۰ درصد شارژ می‌رسد. در واقع این باتری، با صرف زمان ۲۰ دقیقه به ۵۰ درصد شارژ و با ۴۰ دقیقه به ۸۰ درصد شارژ می‌رسد [۱۵۸]. در سال ۲۰۱۶، شرکت تسلا در نظر گرفته است که تعدادی از سوپرشارژرهای خود را از نوع خورشیدی احداث کند که بر این اساس، توافقاتی با شرکت Solar City (که در واقع زیر مجموعه شرکت تسلا است) صورت پذیرفته است. شکل ۵-۲ نمایی از سوپرشارژر شرکت تسلا را نشان می‌دهد.

شکل ۵-۲: نمایی از **Super Charger** شرکت تسلا و خودرو **Tesla Model S** که در حال شارژ است

شرکت تسلا از شارژرهای سطح ۱ و سطح ۲ جهت کاربری خانگی نیز استفاده می‌کند. شارژر سطح ۲ یک شارژر خانگی با سطح ولتاژ ۲۴۰ ولت و حداکثر جریان ۸۰ آمپر است [۱۵۷و۱۵۸]. این شارژر قادر است که در مدت زمان ۶ الی ۳۰ ساعت، شارژ باتری را به ۱۰۰ درصد برساند [۱۵۸]. حداکثر توان تزریقی این شارژرها ۱۷/۲ kWبوده و به عنوان Wall Connector نیز شناخته می‌شوند [۱۵۷و۱۵۸]. شکل ۵-۳ شارژر سطح ۲ شرکت تسلا را نشان می‌دهد.

شکل ۵-۳: نمایی از شارژر سطح ۲ شرکت تسلا

شارژر سطح ۱ به صورت یک شارژر قابل حمل با سطح ولتاژ ۱۲۰ ولت و حداکثر سطح جریان ۲۰ آمپر است[۱۵۷و۱۵۸]. مدت زمانی که توسط این شارژر برای شارژ کامل باتری‌های خودروهای Tesla Model S/X صرف می‌گردد حدود ۴ روز است و حداکثر توان تزریقی این شارژرها به باتری خودرو 1.4 kW می‌باشد [۱۵۸]. این شارژرها جنبه اضطراری داشته و در مواقع ضروری استفاده می‌گردد.

نام دیگر این شارژرها Mobile Connector and Adaptor است. شکل ۵-۴ شارژر سطح ۱ شرکت تسلا را نشان می‌دهد.

شکل ۵-۴: نمایی از شارژر سطح ۱ شرکت تسلا

۵-۲- شرکت Charge Point [۱۵۹]

شرکت Charge Point یک شرکت تولید کننده ایستگاههای شارژ خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی و تجهیزات مرتبط با آن است. این شرکت در سال ۲۰۰۷ در کالیفرنیا تاسیس گردید و هم اکنون پاسکال رومانو[۱] مدیرعامل این شرکت است. این شرکت به طور تخصصی بر روی سخت‌افزار و نرم‌افزارهای شارژ خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی تمرکز کرده است و در حال حاضر، با ایجاد بیش از ۴۳۰۰۰ ایستگاه شارژ در سراسر دنیا، بزرگترین سازنده ایستگاههای شارژ وسایل نقلیه الکتریکی در جهان محسوب می‌گردد. این شرکت شارژرهای متفاوتی در انواع مختلف سطح ۱، سطح ۲و سطح ۳ مبتنی بر نیازهای مختلف تولید می‌کند. محصولات این شرکت عبارتند از Charge Point Home، CT4000، CPE 100 و CPE 200 است.

شارژر Charge Point Home یک شارژر خانگی است که در دو مدل ۳۲ آمپر و ۱۶ آمپر تولید می‌گردد. ولتاژ این شارژرها ۱۱۰ ولت است و متناسب با نوع EV، توان متفاوتی به باتری خودرو برای شارژ انتقال می‌دهد. شارژر ۳۲ آمپر تقریبا شش برابر سریع‌تر از شارژرهای معمولی (استاندارد) خانگی با ولتاژ ۱۱۰ ولت، باتری خودرو الکتریکی را شارژ می‌کند، به طوریکه به ازای هر ساعت شارژ باتری، خودرو الکتریکی می‌تواند مسافت ۴۰ کیلومتر را طی کند. شارژر ۱۶ آمپر نیز تقریبا سه برابر سریع‌تر از شارژرهای معمولی خانگی با ولتاژ ۱۱۰ ولت باتری خودرو الکتریکی را شارژ می‌کند و مسافت طی شده بوسیله خودرو الکتریکی با یک ساعت شارژ بوسیله این شارژر، ۱۸ کیلومتر است. همچنین این شارژر برنده جایزه ادیسون[۲] در نوآوری و خلاقیت بوده است. شکل ۵-۵ نمایی از شارژر خانگی Charge Point Home را نشان می‌دهد.

[1] Pasqual Romano

[۲] Edison Award

شکل ۵-۵: نمایی از شارژر خانگی **Charge Point Home**

شارژر CT4000 نوع دیگری از شارژرهای شرکت Charge Point است که مناسب برای سازمان‌ها، ادارات و یا شرکت‌های تجاری است که می‌خواهند خدمات شارژ را به کارمندان خود ارائه کنند. در واقع این شارژر قابلیت تنظیم قیمت انرژی الکتریکی را به ازای هر کیلووات ساعت و در بازه‌های زمانی متفاوت همانند ساعتی، روزانه، هفتگی، ماهانه و یا فصلی دارد. با این قابلیت می‌توان در بازه‌های زمانی مختلف، هزینه‌های مختلفی را برای شارژ وسایل نقلیه الکتریکی در نظر گرفت. همچنین این شارژر قابلیت تنظیم شارژ و هزینه شارژ برای افراد مختلف را نیز دارد. به این صورت که قیمت شارژ برای افراد مختلف، متفاوت خواهد بود. این شارژر از نوع سطح ۲و تجاری بوده که می‌تواند باتری بسیاری از وسایل نقلیه الکتریکی را در کمتر از ۴ ساعت به طور کامل شارژ کند. این شارژر به صورت AC بوده و سطح ولتاژ آن ۲۴۰ ولت است. همچنین جریان و توان خروجی این شارژر به ترتیب ۳۰ آمپر و 7.2 kW است. شکل ۵-۶ نمایی از شارژر CT4000 را نشان می‌دهد.

شکل ۵-۶: نمایی از شارژر CT4000 شرکت Charge Point

شارژر CPE 100 و یا Charge Point Express 100 یک شارژر DC و از نوع سطح ۳ با توان انتقالی ۲۴ کیلووات است که خودرو الکتریکی با یک ساعت شارژ می‌تواند ۱۶۰ کیلومتر مسافت را طی کند. این شارژر در دو مدل مختلف با کانکتورهای Combo و CHAdeMo تولید شده و سازگار با خودروهای الکتریکی BMW، Chrysler، Daimler، Ford، GM، Porsche و غیره است. ولتاژ خروجی این شارژر ۵۰۰ ولت و حداکثر جریان خروجی آن نیز ۶۲ آمپر است. شکل ۵-۷ تصویر این شارژر با کانکتور Combo را نشان می‌دهد.

شکل ۵-۷: نمایی از شارژر **CPE 100** شرکت **Charge Point**

شارژر CPE 200 یا Charge Point Express 200 نیز یک شارژر DC و از نوع Fast Charging بوده که توان انتقالی آن ۵۰ کیلووات است. خودروهای الکتریکی با یک ساعت شارژ توسط این شارژر می‌توانند مسافت ۳۲۰ کیلومتر را طی کنند. این شارژر همزمان دو کانکتور Combo و CHAdeMO را در خود دارد و یک شارژر دو-کانکتوره[۱] محسوب می‌گردد. حداکثر ولتاژ و جریان خروجی این کانکتور به ترتیب ۵۰۰ ولت و ۱۲۵ آمپر است. این امر سبب شده است که سرعت شارژ باتری تا حد زیادی افزایش یابد به طوریکه که در بعضی از وسایل نقلیه الکتریکی مدت زمان شارژ باتری کمتر از ۳۰ دقیقه است. شکل ۵-۸ نمایی از شارژر CPE 200 را نشان می‌دهد.

[۱] Dual-Connector

شکل ۵-۸: نمایی از شارژر **CPE 200** شرکت **Charge Point**

۵-۳- شرکت General Electric

شرکت جنرال الکتریک یک شرکت چندملیتی آمریکایی است که مقر اصلی آن در شهر نیویورک و ساختمان مرکزی آن در ماساچوست[۱] واقع شده است [۱۶۰]. این شرکت در سال ۱۸۹۲ بوسیله توماس ادیسون تاسیس شد و از سال ۲۰۱۶، در زمینه‌های متعددی نظیر صنایع هوایی، دیجیتال، انرژی، تحقیقات جهانی، نورپردازی، سلامت، نفت و گاز، الکتریکی، انرژی‌های تجدیدپذیر، حمل و نقل، سرمایه‌گذاری روی خدمات مالی، تجهیزات پزشکی، علوم زندگی، داروسازی، خودرو، توسعه نرم‌افزار و صنایع مهندسی فعالیت می‌کند [۱۶۱]. این شرکت در راستای تحقق اهداف خود در توسعه تجهیزات و زیرساخت‌های الکتریکی، با توسعه وسایل نقلیه الکتریکی در جهان، یکی از شرکت‌های تولیدکننده ایستگاههای شارژ وسایل نقلیه الکتریکی نیز محسوب می‌گردد. در حال حاضر، جنرال الکتریک با ارائه سه محصول Wattstation Pedestal، Wattstation Wall Mount و Durastation به تولید شارژرهای وسایل نقلیه الکتریکی می‌پردازد.

شارژر Wattstation Pedestal یک شارژر مدرن و هوشمند سطح ۲ با ولتاژ و جریان ورودی ۲۴۰ ولت و ۳۰ آمپر AC است که قابلیت تبادل اطلاعات شارژ از طریق بی‌سیم به تلفن همراه مالک وسیله نقلیه الکتریکی را نیز در خود دارد [۱۶۲]. این شارژر برای اماکن عمومی و تجاری طراحی شده است و توان خروجی آن ۷/۲ کیلووات است [۱۶۲]. شکل ۵-۹ نمایی از این شارژر را نشان می‌دهد.

[۱] Massachusetts

شکل ۵-۹: نمایی از شارژر **Wattstation Pedestal**

شارژر Wattstation Wall Mount یک شارژر سطح ۲ با ولتاژ و جریان ورودی ۲۴۰ ولت و ۳۰ آمپر AC است که برای اماکن خانگی و تجاری تولید می‌گردد. توان خروجی این شارژر ۷/۲ کیلووات است و مدت زمان مورد نیاز برای شارژ کامل باتری خودروهای الکتریکی ۴ الی ۱۸ ساعت است [۱۶۳]. این شارژر کاربری ساده و آسانی داشته و به راحتی قابل نصب و راه‌اندازی است. شکل ۵-۱۰ تصویر این شارژر را نشان می‌دهد.

شکل ۵-۱۰: نمایی از شارژر **Wattstation Wall Mount**

شارژر Durastation یک شارژر سطح ۲ همه کاره است. این شارژر برای استفاده در اماکن عمومی استفاده شده و دارای قابلیت‌های متعددی نظیر اتصال بی‌سیم با گوشی مالک وسیله نقلیه برای پرداخت هزینه شارژ و کنترل شارژ است [۱۶۴]. این شارژر دارای ولتاژ و جریان خروجی ۲۴۰ ولت و ۳۰ آمپر است و حداکثر توان خروجی آن نیز 7.2 kW است [۱۶۴]. مقاومت در برابر شرایط آب و هوایی سخت از جمله ویژگی‌های دیگر این شارژر است، به طوری‌که می‌تواند در دمای ۵۰ درجه بالای صفر تابستان و ۳۰ درجه زیر صفر زمستان نیز به خوبی کار کند[۱۶۴]. شکل ۵-۱۱ تصویر این شارژر را نشان می‌دهد.

شکل ۵-۱۱: نمایی از شارژر **Durastation**

۵-۴- شرکت ABB [۱۶۵]

شرکت ABB یک شرکت چندملیتی سوئدی-سوئیسی است که در سال ۱۹۸۸ تاسیس گردید و مقر اصلی آن در شهر زوریخ[1] واقع شده است. این شرکت در زمینه‌های مختلفی نظیر رباتیک، تجهیزات سنگین الکتریکی و اتوماسیون‌های صنعتی فعالیت می‌کند. شرکت ABB در ۲۳ سال گذشته همواره جزء ۵۰۰ شرکت برتر جهان از نگاه Fortune Global 500 بوده است. این شرکت یکی از بزرگترین شرکت‌های مهندسی در جهان است و هم اکنون در بیش از ۱۰۰ کشور در حال فعالیت است. همچنین تا سال ۲۰۱۶، شرکت ABB بیش از ۱۳۲۰۰۰ کارمند داشته است. شرکت ABB در کنار تولید ادوات و تجهیزات متعدد الکتریکی، به تولید ایستگاههای شارژ وسایل نقلیه الکتریکی نیز می‌پردازد. شارژرهای تولید شده توسط این شرکت عبارتند از Terra 53 CJ، Terra 53 CJG، Terra 53 CT، Terra 23 C، Terra 23 CJ، Terra 23 CJG و Terra 23 CT.

شارژر Terra 53 CJ یک شارژر multi-standard DC است که از دو کانکتور Combo و CHAdeMO استفاده می‌کند. این شارژر از نوع شارژرهای سطح ۳ است که مدت زمان شارژ باتری توسط آن ۱۵ الی ۳۰ دقیقه است. برای هر کانکتور حداکثر ولتاژ و جریان خروجی ۵۰۰ ولت و ۱۲۵ آمپر DC است. توان خروجی این شارژر برای هر کانکتور نیز 50 kW است. این شارژرها از نوع عمومی و تجاری بوده و امکاناتی نظیر قابلیت نمایش نمودار شارژ روزانه بر روی مانیتور شارژر، قابلیت کنترل شارژ از راه دور، سازگار با انواع آب و هوای مختلف و تحمل دماهای ۳۵ درجه زیر صفر تا ۵۵ درجه بالای صفر را در خود دارد. همچنین بر اساس کانکتورهای نصب شده بر روی آن، این شارژر برای خودروهای الکتریکی BMW،

[1] Zurich

Volkswagen، GM، Porsche، Audi، Nissan، Citroen، Peugeot، Mitsubishi و Kia مناسب است. شکل ۵-۱۲ نمایی از این شارژر را نشان می‌دهد.

شکل ۵-۱۲: نمایی از شارژر **Terra 53 CJ**

شارژر Terra 53 CJG نوع دیگری از شارژرهای خانواده Terra 53 CJ است، با این تفاوت که یک کانکتور نوع ۲ نیز به آن اضافه شده است. حداکثر ولتاژ و جریان خروجی این کانکتور ۴۰۰ ولت و ۶۳ آمپر AC است و این کانکتور قادر است در حداکثر زمان ۳۰ دقیقه، باتری خودرو الکتریکی را شارژ نماید. حداکثر توان خروجی این کانکتور نیز 43 kW است و این شارژر با حضور این سه کانکتور برای خودروهای الکتریکی ، Volkswagen، GM، Porsche، Audi، Nissan، Citroen، Peugeot، Mitsubishi، Kia، Daimler، Renault، Tesla، Smart و Mercedes مناسب است. شکل ۵-۱۳ تصویر این شارژر را نشان می‌دهد.

شکل ۵-۱۳: نمایی از شارژر **Terra 53 CJG**

شارژر Terra 53 CT نیز نوع دیگری از شارژرهای خانواده Terra 53 CJ است، با این تفاوت که تنها دارای یک کانکتور Combo و یک سوکت نوع ۲ است. سوکت نوع ۲ قرار داده شده در این شارژر از نوع AC بوده و حداکثر ولتاژ و جریان آن

۴۰۰ ولت و ۶۳ آمپر AC است. همچنین حداکثر توان خروجی این سوکت 22 kW بوده و مدت زمان مورد نیاز برای شارژ باتری خودرو الکتریکی توسط این سوکت، ۳۰ الی ۶۰ دقیقه است. خودروهای الکتریکی که می‌توانند از این شارژر استفاده کنند عبارتند از Volkswagen، GM، Porsche، Audi، Daimler، Renault، Tesla، Smart، Volvo و Opel. شکل ۵-۱۴ تصویر این شارژر را نشان می‌دهد.

شکل ۵-۱۴: نمایی از شارژر **Terra 53 CT**

شارژر Terra 23 C یک شارژر multi-standard DC است که از یک کانکتور Combo استفاده می‌کند. مدت زمان شارژ باتری توسط این شارژر ۳۰ الی ۱۲۰ دقیقه است. حداکثر ولتاژ و جریان خروجی کانکتور ۵۰۰ ولت و ۶۰ آمپر DC است. توان خروجی این شارژر نیز ۲۰ kW است. این شارژرها از نوع عمومی و تجاری بوده و امکاناتی نظیر قابلیت نمایش نمودار شارژ روزانه بر روی مانیتور شارژر، قابلیت کنترل شارژ از راه دور، سازگار با انواع آب و هوای مختلف و تحمل دماهای ۳۵ درجه زیر صفر تا ۵۵ درجه بالای صفر را در خود دارد. همچنین بر اساس کانکتور نصب شده بر روی آن، این شارژر برای خودروهای الکتریکی BMW، Volkswagen، GM، Porsche و Audi مناسب است. شکل ۵-۱۵ نمایی از این شارژر را نشان می‌دهد.

شکل ۵-۱۵: نمایی از شارژر **Terra 23 C**

شارژر Terra 23 CJ یک شارژر از خانواده شارژر Terra 23 C است، با این تفاوت که کانکتور CHAdeMO نیز به آن اضافه شده است. حداکثر ولتاژ و جریان این کانکتور ۵۰۰ ولت و ۶۰ آمپر DC است. همچنین حداکثر توان خروجی این کانکتور 20 kW بوده و این کانکتور برای خودروهای الکتریکی BMW، Volkswagen، GM، Porsche، Audi، Nissan، Citroen، Peugeot، Mitsubishi و Mercedes Kia مناسب است. شکل ۵-۱۶ تصویر این شارژر را نشان می‌دهد.

شکل ۵-۱۶: نمایی از شارژر **Terra 23 CJ**

شارژر Terra 23 CJG نیز یک شارژر از خانواده شارژر Terra 23 C است، با این تفاوت که کانکتورهای CHAdeMO و نوع ۲ نیز به آن اضافه شده است. حداکثر ولتاژ، جریان و توان خروجی کانکتور CHAdeMO ۵۰۰ ولت، ۶۰ آمپر و 20

kW از نوع DC و برای کانکتور نوع ۲ نیز ۴۰۰ ولت، ۳۲ آمپر و 22 kW از نوع AC است. خودروهای الکتریکی که قابلیت استفاده از این شارژر را دارند عبارتند از Volkswagen، GM، Porsche، Audi، Nissan، Citroen، Peugeot، Mitsubishi، Kia، Daimler، Renault، Tesla، Smart و Mercedes. شکل ۵-۱۷ تصویر این شارژر را نشان می‌دهد.

شکل ۵-۱۷: نمایی از شارژر **Terra 23 CJG**

شارژر Terra 23 CT نیز نوع دیگری از شارژرهای خانواده Terra 23 C است، با این تفاوت که یک سوکت نوع ۲ به آن اضافه شده است. سوکت نوع ۲ قرار داده شده در این شارژر از نوع AC بوده و حداکثر ولتاژ و جریان آن ۴۰۰ ولت و ۳۲ آمپر AC است. همچنین حداکثر توان خروجی این سوکت 22 kW بوده و مدت زمان مورد نیاز برای شارژ باتری خودرو الکتریکی توسط این سوکت، ۳۰ الی ۱۲۰ دقیقه است. خودروهای الکتریکی که می‌توانند از این شارژر استفاده کنند عبارتند از Volkswagen، GM، Porsche، Audi، Daimler، Renault، Tesla، Smart، Volvo و Opel. شکل ۵-۱۸ تصویر این شارژر را نشان می‌دهد.

شکل ۵-۱۸: نمایی از شارژر **Terra 23 CT**

۵-۵- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در این فصل ضمن معرفی چهار شرکت بزرگ تولیدکننده شارژرهای وسایل نقلیه الکتریکی، یعنی Tesla، Charge Point، General Electric و ABB، به بررسی آخرین شارژرهای تولید شده توسط این شرکت‌ها و تجارب آنها در بکارگیری تکنولوژی‌های مختلف برای تولید این شارژرها پرداخته شد. مشخص شد که بالاترین تکنولوژی شارژ خودروهای الکتریکی توسط شرکت Tesla در Super Chargerهای آن اعمال گردیده است که این شارژرها سرعت بالایی را در شارژ باتری‌های با ظرفیت بالا دارند. از طرفی شرکت Charge Point بزرگترین تولید کننده ایستگاههای شارژ در جهان است و بیشترین تعداد ایستگاههای شارژ موجود در دنیا متعلق به این شرکت است. شرکت General Electric نیز بیشتر در حوزه خانگی و تجاری فعالیت داشته و محصولات این شرکت از تنوع بالایی برخوردار نبوده، اما از قابلیت‌های زیادی برخوردار است. شرکت ABB با ارائه محصولات متنوع و سازگار با انواع وسایل نقلیه الکتریکی، یکی از متنوع‌ترین شرکت‌های سازنده شارژرها و ایستگاههای شارژ وسایل نقلیه الکتریکی در جهان است که محصولات این شرکت در عین سادگی و کاربری آسان، از امکانات بالایی نیز برخوردار است.

فصل ۶

مطالعه و بررسی تجارب موجود در خصوص مکان و الزامات سازه‌ای ایستگاه‌های شارژ

مقدمه

احداث و نصب ایستگاههای شارژ خودرو و موتورسیکلت برقی در مکان مناسب با در نظر گرفتن تمامی ملاحظات فنی و اقتصادی از اهمیت خاصی برخوردار است. در این بین از رعایت اصول و الزامات سازه‌ای در طراحی و اجرای سازه یا بستر مورد نیاز نباید غافل بود. از یکسو قیمت زمین در شهرها و بخصوص کلان‌شهرها بالاست و بنابراین باید از کمترین فضای ممکن بیشترین بهره را برد. از سوی دیگر آسایش افراد که نتیجه به حداقل رساندن مخاطرات و آسیب‌ها به آنها و وسایل نقلیه در اختیار آنهاست جزء لاینفک مطالبات اجتماعی با بالاترین درجه اهمیت است.

نظر به آنچه که گفته شد در این فصل از ضابطه به بررسی نحوه انتخاب مکان استقرار ایستگاه شارژ خودرو و موتورسیکلت برقی به مالکیت آن و نحوه راه‌اندازی پرداخته می‌شود. همچنین الزامات سازه‌ای پارکینگ‌های شارژ خودرو و موتورسیکلت برقی در قالب ابعاد فضای موردنیاز و چیدمان المان‌های موجود مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد. فرآیند طراحی، نصب و اجرای ایستگاههای شارژ در قالب یک دیاگرام ترسیم شده و در پایان توصیه‌های عمومی و کلی مرتبط با مساله بیان می‌شود.

۶-۱- مکان‌یابی ایستگاه شارژ خودرو و موتورسیکلت با توجه به سطوح شارژ

سایت‌های دولتی و خصوصی بسیاری وجود دارند که جهت ایجاد ایستگاههای شارژ مناسب می‌باشند. یک مکان ایده‌آل جهت احداث ایستگاه شارژ خودرو و موتورسیکلت می‌بایست قابلیت دیده شدن بالا برای رانندگان و ظرفیت زیادی برای جای‌دادن خودروها و موتورسیکلت‌ها در خود داشته باشد. همچنین مهم است تا ویژگی‌های تجهیز مولد برق وسیله نقلیه الکتریکی در ایستگاه با ویژگی و نیازهای افراد مراجعه‌کننده به ایستگاه مطابقت داشته باشد. به عنوان مثال افرادی که به مراکز خرید زنجیره‌ای می‌روند ممکن است برای خرید و گردش در این اماکن، وسیله نقلیه خود را برای چندین ساعت پارک نمایند. بنابراین سطح دو تجهیز مولد برق خودروی الکتریکی (EVSE) که شارژ خودرو را طی مدت چندین ساعت انجام می‌دهد برای مراکز خرید، سینما، هتل‌ها و موزه‌ها مناسب است.

سطح دو تجهیز مولد برق خودرو و حتی سطح یک این تجهیز هم می‌تواند برای مکان‌های پارک طولانی‌مدت مانند فرودگاه‌ها، گاراژها و پارکینگ‌های عمومی نیز مناسب باشد [۱۶۶].

ایستگاههای شارژ با سیستم شارژ سریع DC مناسب‌ترین سیستم‌های مولد برق برای مکان‌هایی می‌باشند که راننده‌ها وسایل نقلیه خود را برای مدتی کمتر از نیم ساعت پارک می‌نمایند. داروخانه‌ها، فست‌فودها، کافی‌شاپ‌ها و غیره مکان‌های مناسب جهت استقرار ایستگاههای شارژ با سیستم شارژ سریع DC هستند.

۶-۲- مالکیت ایستگاه‌های شارژ خودرو و موتورسیکلت برقی

نحوه مالکیت ایستگاههای شارژ خودرو و موتورسیکلت برقی متغیر است. برخی از این ایستگاهها قابل خرید و نصب از طرف اماکن علاقمند به شارژ خودرو و موتورسیکلت الکتریکی می‌باشند. این مدل به مالک یا مالکان اجازه می‌دهد که نه تنها کنترل ایستگاه بلکه تمام منافع حاصل از آن را در اختیار خود بگیرند. در حال حاضر شرکت‌های تولیدکننده خودروهای الکتریکی مالکیت تعداد قابل توجهی از ایستگاههای شارژ خودروبرقی را در دنیا برعهده دارند. به نظر می‌رسد با گسترش استفاده از خودرو و موتورسیکلت برقی زمینه برای حضور سایر اشخاص حقیقی و حقوقی در این زمینه فراهم شود.

۶-۳- مراحل طراحی، نصب و راه‌اندازی ایستگاه‌های عمومی شارژ خودرو و موتورسیکلت برقی

برنامه‌ریزی جهت نصب ایستگاه شارژ خودرو و موتورسیکلت برقی مستلزم هماهنگی بین سازمان‌ها و گروه‌های مختلف از جمله مالک سایت، نهادهای دولتی، برق منطقه‌ای، شرکت توزیع برق و پیمانکاران می‌باشد. جزئیات مساله کشور به کشور، ایالت به ایالت و یا حتی شهر به شهر می‌تواند متفاوت باشد چرا که ساختارهای قانونی و بسترهای موجود متنوع است.

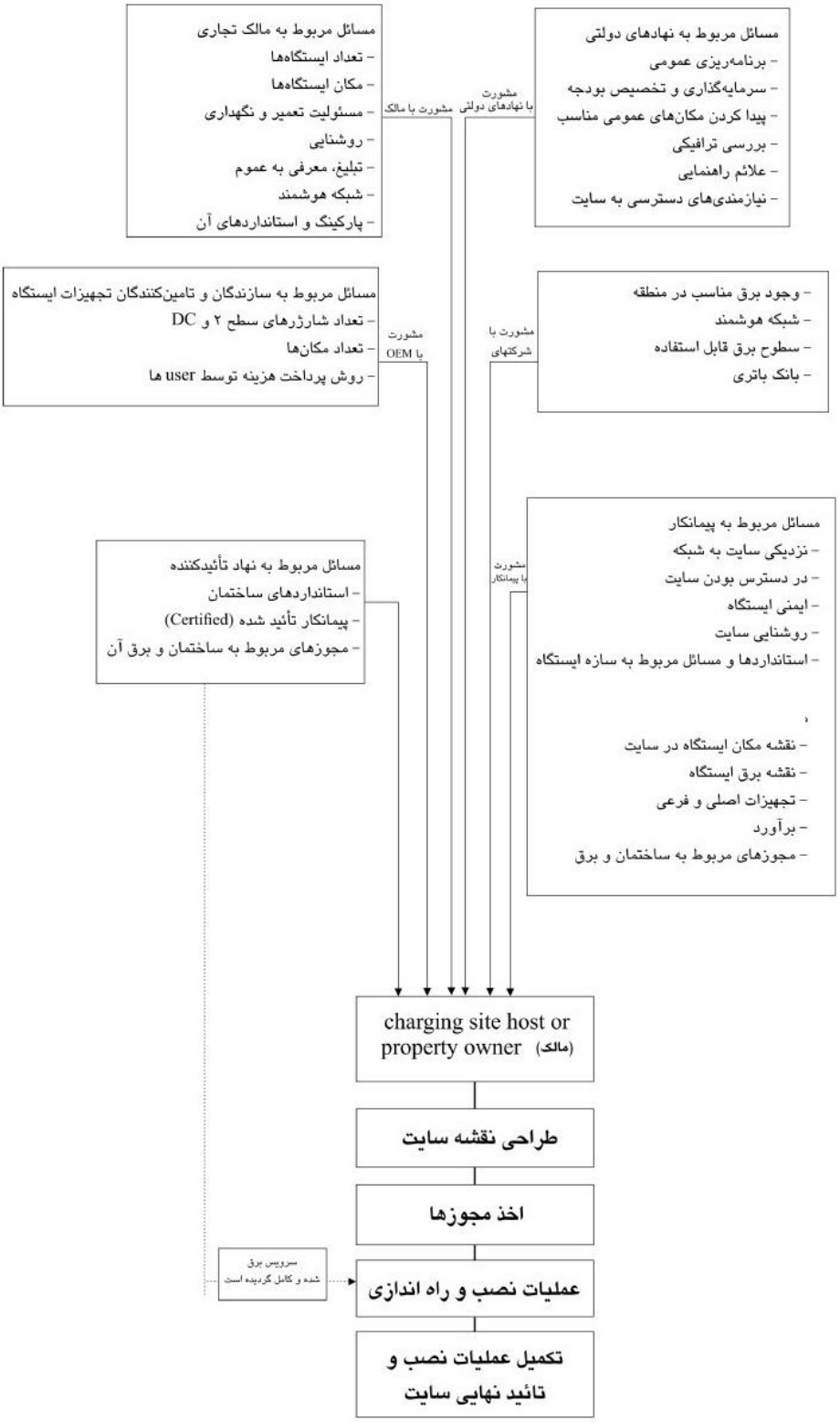
در گام اول مالک یا بهره بردار باید مسائل مربوط به مالکیت تجاری ایستگاه را مورد بررسی و مشاوره قرار دهد. تعداد شارژرهای مورد استفاده، مکان ایستگاه، مسئولیت تعمیرات و نگهداری ایستگاه، تبلیغات در محل ایستگاه و معرفی آن به عموم، جایگاه ایستگاه در شبکه هوشمند موجود یا آتی و استانداردهای مربوطه ازجمله این مسائل هستند. نهادهای دولتی مربوطه در سطح مکان با در نظر گرفتن مسائلی همچون برنامه‌ریزی عمومی، سرمایه‌گذاری و تخصیص بودجه پیشنهاد مکان یا مکان‌های مناسب، بررسی های ترافیکی، علائم راهنمایی و رانندگی موجود و نیازمندی‌های دسترسی به ایستگاه شارژ، مشاوره لازم را به مالک یا بهره‌بردار می‌دهند. بعد از انجام مشاوره‌های صدرالذکر نوبت به مشاوره و مذاکره با شرکت برق و پیمانکار می‌رسد. اهم مسائلی که باید با شرکت برق مورد بحث و مشاوره قرار گیرد عبارتند از [۱۷۶]:

۱- وجود برق مناسب در منطقه
۲- وضعیت شبکه و تغییرات آن در سال‌های آتی
۳- سطوح برق قابل استفاده و بگارگیری شارژرهای مختلف
۴- بانک باتری (در صورت نیاز)

در صورتی که مالک و بهره بردار یکی نیستند، بهره‌بردار موظف است مشورت‌های نهایی را با مالک در خصوص نحوه استفاده از ایستگاه انجام دهد. بعد از این مراحل نوبت به مشاوره و مذاکره با پیمانکار می‌رسد. نزدیکی سایت به شبکه، در دسترس بودن سایت، ایمنی ایستگاه، روشنایی ایستگاه، استانداردها و مسائل سازه‌ای، نقشه برق ایستگاه، تجهیزات اصلی

و فرعی مورد نیاز ایستگاه و نحوه اخذ مجوزهای لازم از جمله موارد تحت پوشش، مشاوره و مذاکره با پیمانکار هستند [۱۷۳].

بعد از طی کلیه گام‌های اشاره شده، شخص حقیقی یا حقوقی می‌تواند نسبت به طراحی ایستگاه اقدام نموده و پس از اخذ مجوزهای لازم از نهادهای مربوطه نسبت به نصب و راه‌اندازی ایستگاه اقدام نماید. نهادهای تائیدکننده در کلیه مراحل طراحی، نصب و راه‌اندازی بر اجرای کار نظارت دارند و پس از تائید نهایی سایت، ایستگاه قابل استفاده توسط عموم خواهد بود. شکل ۶-۱ فرآیند کلی نحوه اجرای ایستگاههای عمومی شارژ خودرو و موتورسیکلت برقی را نشان می‌دهد.



شکل ۶-۱: فرآیند کلی نحوه اجرای ایستگاه‌های عمومی شارژ خودرو و موتورسیکلت برقی

۶-۳-۱- مکان‌های نصب شارژرهای خودرو و موتورسیکلت برقی

شارژرهای خودرو و موتورسیکلت برقی را می‌توان به چندین شکل نصب نمود. شارژرهای وسایل نقلیه برقی قابل نصب بر روی دیوار، ستون یا پایه هستند. نصب بر روی دیوارها یا ستون‌ها ارزانتر از نصب کردن دستگاه شارژ بر روی یک پایه جدید است که باید از نو ساخته شود. همچنین نصب دستگاه مولد برق جهت شارژ وسیله نقلیه الکتریکی بر روی دیوار که برای آن تابلو برق هم وجود داشته باشد می‌تواند به کاهش مشکلات برای نصب و همچنین کاهش هزینه‌ها کمک کند [۱۷۴].

شکل ۶-۲: سیستم شارژ نصب شده بر روی دیوار و سیستم شارژ ایستاده

در هنگام شارژ کردن خودرو و موتورسیکلت در ایستگاه باید سیستم حفاظت و مانع به صورت گارد، جهت متوقف‌کردن خودرو و موتورسیکلت (wheel stop) وجود داشته باشد تا از برخورد خودرو و موتورسیکلت با تجهیزات مربوط به شارژ جلوگیری گردد. حتی برای سیستم‌های شارژ نصب شده بر روی دیوار نیز می‌توان از مانع نصب شده بر روی دیوار (Wall-mounted barrier) استفاده نمود [۱۷۱].

۶-۴- انواع پارکینگ‌ها

پارکینگ‌های مختلفی یا به عبارت بهتر سایت‌های مختلفی می‌تواند جهت اجرای ایستگاه شارژ خودرو و موتورسیکلت برقی مورد استفاده قرار گیرند. این سایت‌ها عبارتند از :

۱- پارکینگ روباز

از پارکینگ‌های روباز جهت احداث سایت‌های شارژ خودرو و موتورسیکلت الکتریکی بسیار استفاده می‌گردد. ضروری است این مکان‌ها فضای کافی جهت جای دادن خودروها و موتورسیکلت‌ها و همچنین نورپردازی مناسب داشته باشند.

۲- پارکینگ مسقف

پارکینگ‌های مسقف یکی از انتخاب‌های مناسب جهت احداث دستگاه شارژ الکتریکی می‌باشند. ارتفاع سقف پارکینگ باید در نظر گرفته شود زیرا خودروهایی با ابعاد بزرگتر یا (Medium Duty Vehicle) ممکن است نتوانند وارد پارکینگ شده و شارژ شوند.

۳- سایت‌های کنار پیاده‌رو (Curb-side)

با داشتن دید بسیار بالا در خیابان و پیاده‌رو، این سایت‌های شارژ مکان بسیار ایده‌آل جهت محدوده‌هایی است که ترافیک زیادی دارند. همچنین وسایل نقلیه (Medium Duty Vehicle) می‌توانند به راحتی برای شارژ شدن پارک نمایند.

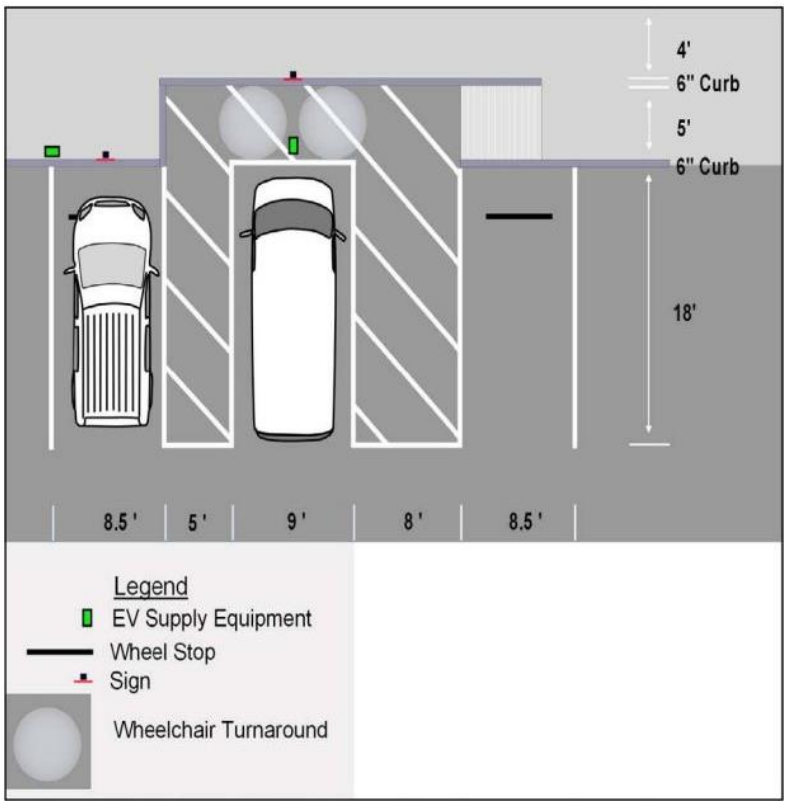
۴- سایت‌های نامنظم و اجباری (Constrained)

توصیه می‌گردد که ایستگاه شارژ وسیله نقلیه در جایی احداث شود که فضای کافی برای وسیله نقلیه وجود داشته باشد. هرچند در صورتی که از لحاظ مکانی، فضای کافی وجود ندارد و ناچار اندازه و شکل سایت محدود است، طراحی باید به گونه‌ای انجام گردد که به بهترین شکل پاسخگوی نیاز کاربران باشد. در خصوص انتخاب محل سایت می‌بایست شرایط سیل‌خیزی و برف خیزی منطقه را در نظر گرفت [۱۷۵].

در صورتیکه سیل خیز باشد، می‌بایست سایت را مرتفع‌تر در نظر گرفت و تمهیدات ویژه جهت دفع سیلاب‌ها در نظر گرفته شود و در صورت برف خیز بودن حتما می‌بایست تمهیدات ویژه از جمله وجود برف‌روب‌ها و سیستم‌های گرمایشی مناسب جهت استفاده کاربران در نظر گرفت [۱۷۰].

۶-۴-۱- ابعاد فضای مربوط به پارکینگ جهت شارژ خودرو و موتورسیکلت الکتریکی

در واقع یک فضای شارژ خودرو یا موتورسیکلت الکتریکی به مساحت بیشتری نسبت به یک پارکینگ استاندارد خودرو و موتورسیکلت نیاز دارد. توصیه می‌گردد تا فضای طراحی شده به گونه‌ای باشد تا افراد کم‌توان و معلول نیز بتوانند از آن استفاده نمایند. ابعاد مناسب پارکینگ جهت شارژ خودرو برقی در شکل (۶-۳) بر حسب فوت آورده شده است. جای محدودکننده‌ها، رمپ لازم جهت استفاده از ویلچر و سایر موارد نیز نشان داده شده است. محل‌های هاشور زده، محل تردد افراد و محل‌های غیر هاشور زده محل پارک خودرو می‌باشد. فضای هاشور زده با شیب مناسب (حدود ۲ درصد) به فضای پیاده‌رو متصل می‌شود. با توجه به اندازه‌های مندرج در شکل ۶-۳ و معماری مشابه در شکل ۶-۴ موارد ذیل باید در خصوص ابعاد پارکینگ شارژ خودروبرقی لحاظ گردد:



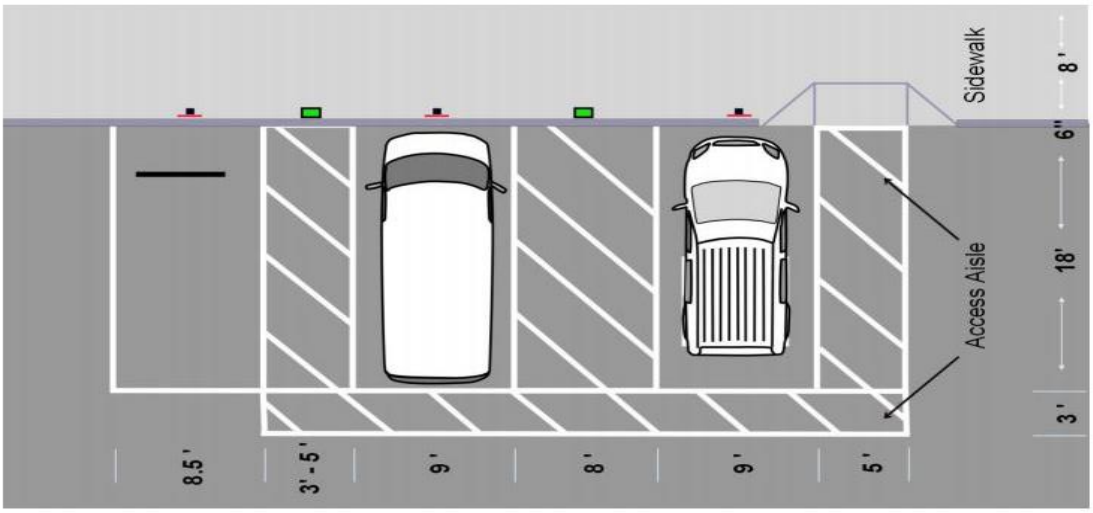
شکل ۶-۳: ابعاد مناسب پارکینگ جهت شارژ خودروبرقی

۱. ابعاد مناسب جهت پارک خودرو می‌بایست حداقل به طول ۱۸ فوت و عرض ۹ فوت باشد.

۲. فضای اطراف خودروها، در خودروهای کناری (ابتدا و انتها) ۵-۳ فوت و فضای بین خودروهای میانی جهت سوار و پیاده شدن افراد می‌بایست ۸ فوت باشد.

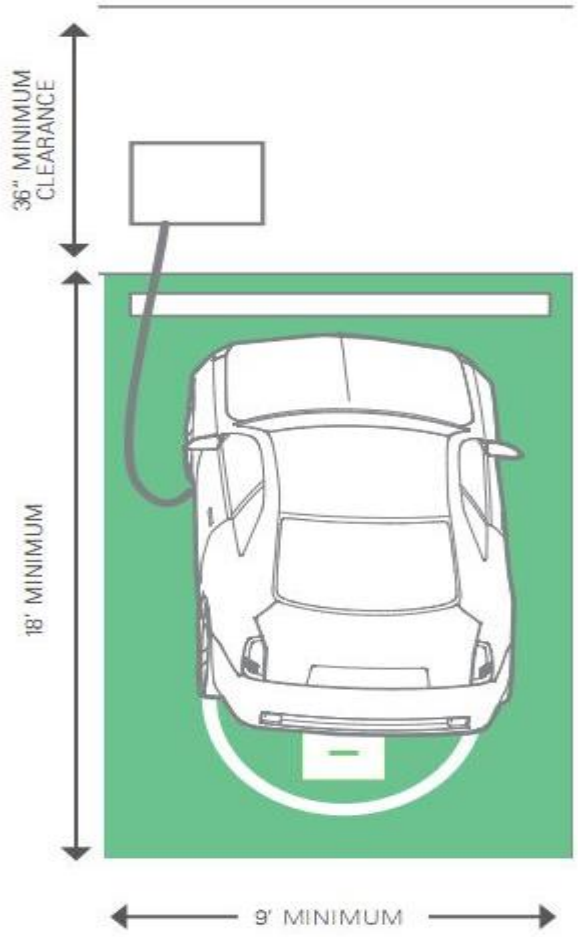
۳. گارد ریل بازدارنده خودرو جهت جلوگیری از برخورد خودرو با تجهیزات می‌بایست به فاصله ۳-۲ فوت نصب گردد.

۴. راهرو پشت خودرو فضایی به عرض ۳ فوت و طول سراسری پارکینگ باشد.

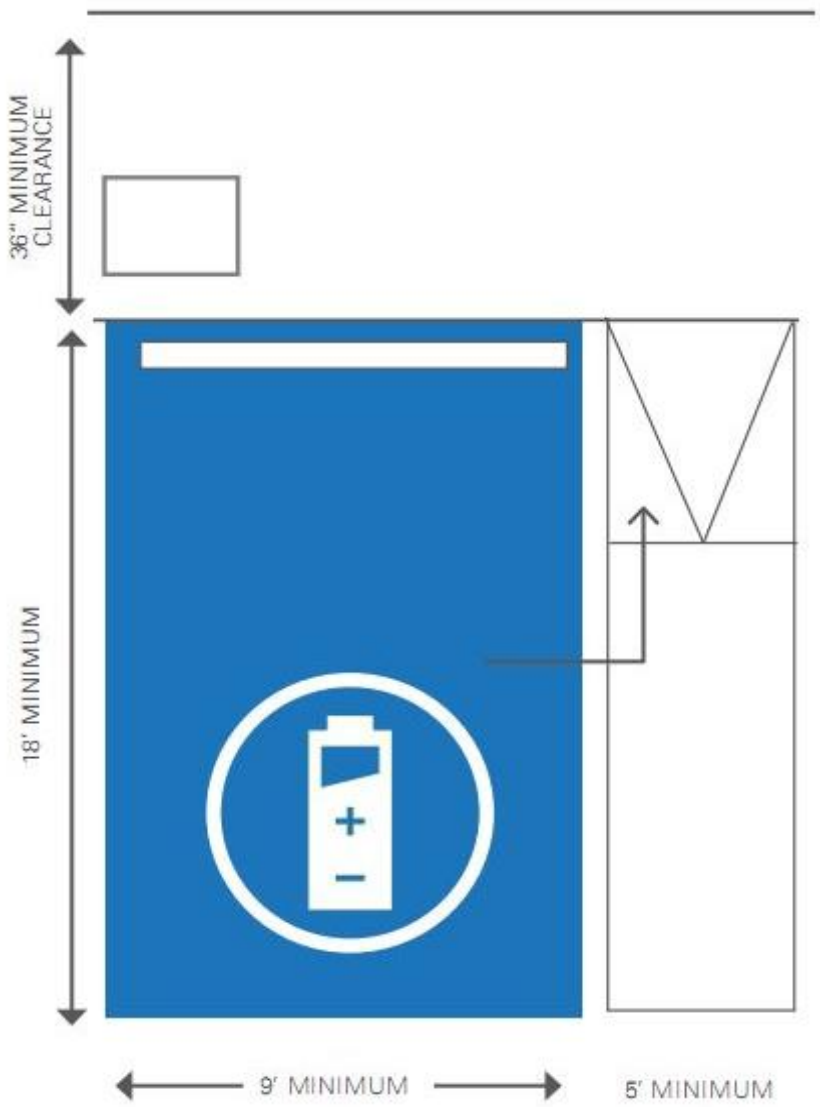


شکل ۶-۴: ابعاد مناسب پارکینگ

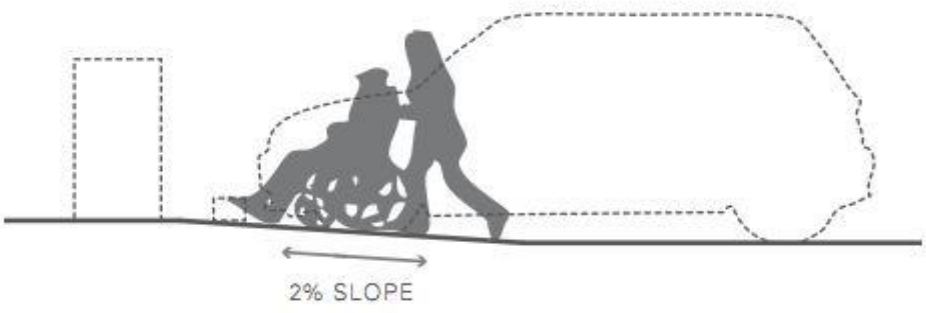
جهت آشنایی بیشتر، نمونه‌های مشابه از معماری پارکینگ شارژ خودروبرقی در شکل ۶-۵ و شکل ۶-۶ آورده شده است. شکل ۶-۷ نیز شیب مناسب جهت معلولین را نشان می‌دهد.



شکل ۶-۵: ابعاد استاندارد پارکینگ شارژ خودروبرقی



شکل ۶-۶: ابعاد استاندارد پارکینگ شارژ خودروبرقی جهت استفاده معلولین



شکل ۶-۷: شیب مناسب جهت استفاده معلولین

۶-۵- توصیه‌های عمومی جهت احداث ایستگاه شارژ خودرو و موتورسیکلت برقی

پس از مشخص شدن محل سایت، گام بعدی نصب تجهیزات ایستگاه شارژ وسیله نقلیه الکتریکی می‌باشد. در حالت کلی توصیه می‌شود موارد ذیل مدنظر قرار گیرد [۱۷۵]:

جهت نصب و نگهداری موارد ذیل می‌بایست مدنظر قرار گیرد:

۱- دسترسی آسان به تجهیزات مورد نیاز

۲- نصب بازدارنده خودرو و موتورسیکلت

۳- خط‌کشی محل وسایل نقلیه و محل تردد کاربران جهت سوار و پیاده شدن (نکته حائز اهمیت در تعیین محل خودروها این است که جهت پارک هر خودرو برای شارژ سطح ۳ (شارژ DC) چهار برابر فضای پارک خودرو برای شارژ سطح ۲ می‌باشد.)

۴- خط‌کشی و نشان دادن مسیر ورودی از ابتدای ورودی (درب) پارکینگ و در ادامه محل قرارگیری وسیله نقلیه (قرارگیری علامت EV در ابتدای پیکان ورودی درب پارکینگ که معرف ایستگاه شارژ می‌باشد الزامیست.)

۵- خط‌کشی و قرار دادن علائم مربوطه جهت نوع شارژ (سطح ۲ و یا سطح ۳) در محل مخصوص و در وسط محل پارک خودرو و موتورسیکلت

۶- نصب تابلوهای راهنما و شماره تماس‌های ضروری (شماره‌های شرکت پشتیبان ، پلیس و...)

۷- کلیه تابلوها دوطرفه باشند و در ارتفاع مناسب قرار گیرند بطوریکه از دو طرف کاملا قابل خواندن باشد

۸- نصب دوربین مدار بسته جهت ایمنی در صورت امکان

۹- قرار دادن کپسول اطفاء حریق

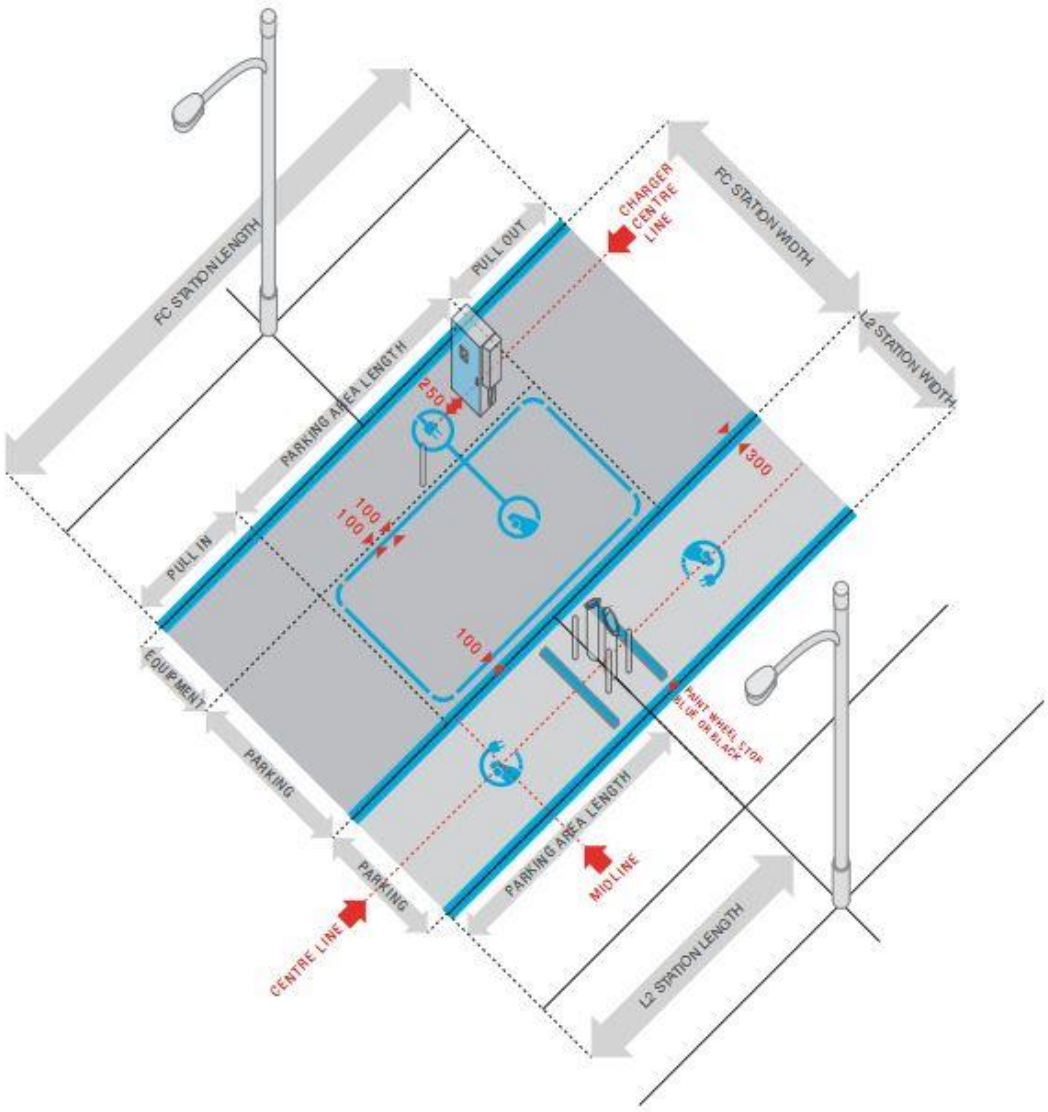
۱۰-قرار دادن تابلوی مشخص کننده جایگاه ایستگاه شارژ خودرو و موتورسیکلت در ارتفاع ۵ متری

۱۱- نصب علائم و تابلوهای مناسب ایستگاه شارژ خودرو و موتورسیکلت

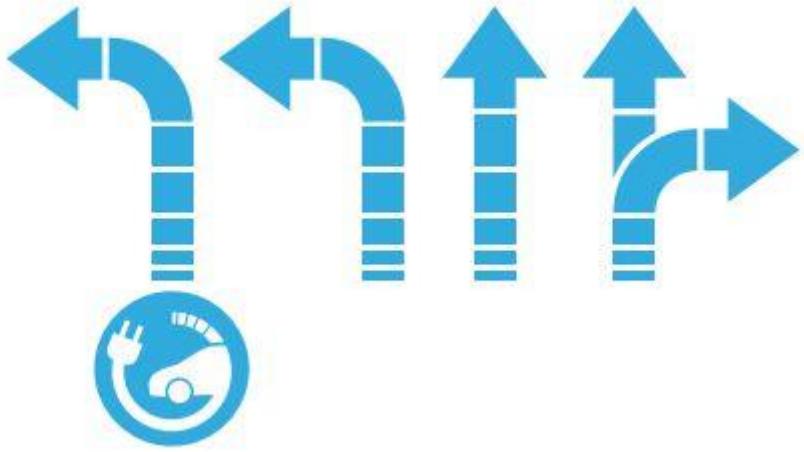
داخل ایستگاه و خارج آن می‌بایست کاملا روشن بوده تا دید کافی را برای رانندگان به وجود آورد. اطراف دستگاه شارژر نیز باید کاملا روشن باشد تا رانندگان بتوانند به راحتی مراحل وصل کردن پریز و شارژ کردن وسیله نقلیه را انجام دهند. همچنین در پارکینگ‌ها باید تابلویی وجود داشته باشد که بر روی آن نوشته شود. «فقط جهت پارک وسایل نقلیه الکتریکی برای شارژ شدن» و اینکه «پارک کردن وسایل نقلیه غیر برقی در این مکان ممنوع بوده و در صورت پارک کردن جریمه خواهند شد»

پس از نصب دستگاه مولد برق جهت شارژ خودرو و موتورسیکلت الکتریکی، لازم است که شرکت نصب کننده طبق یک برنامه منظم از تمام دستگاه‌های مربوطه بازدید به عمل آورد و در صورت وجود هرگونه مشکلی، نسبت به رفع آن اقدام نماید. همچنین نظافت و پاکیزگی ایستگاه باید مورد توجه قرار گیرد. در صورتی که بر روی دیوار یا دیگر تجهیزات

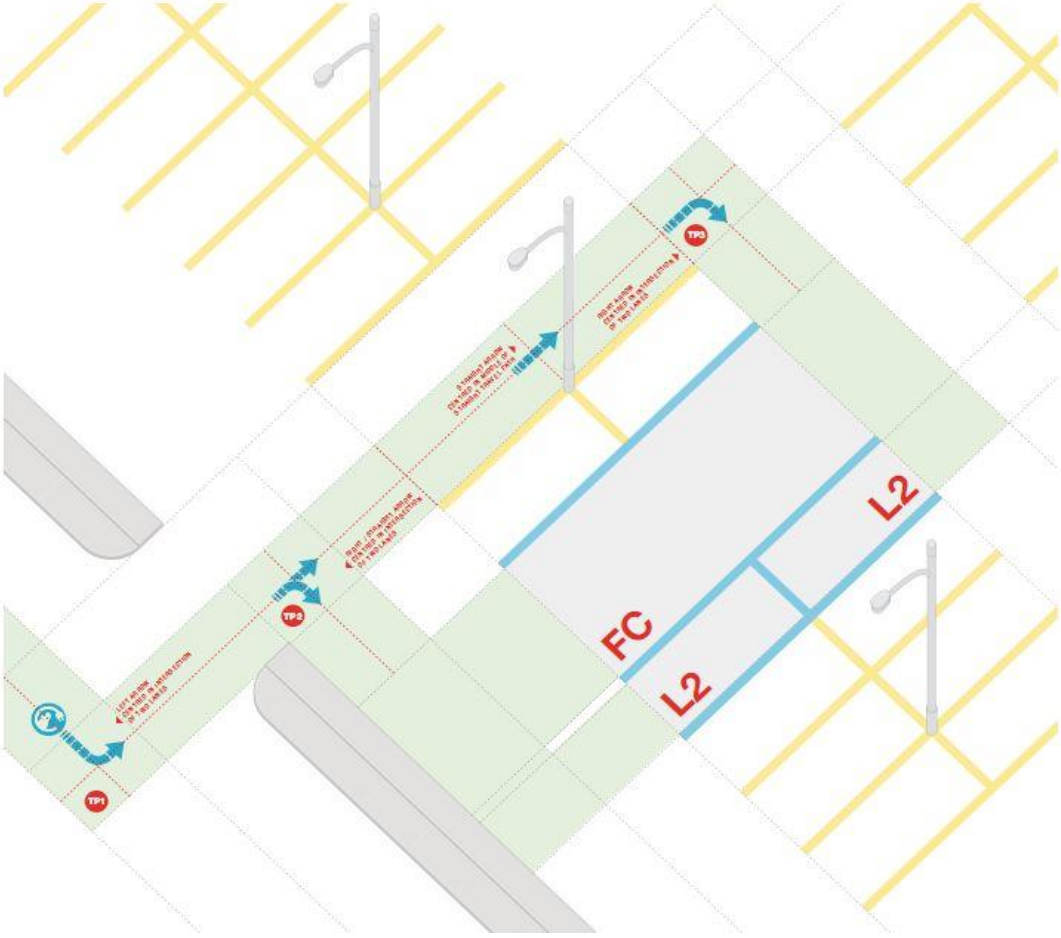
آلودگی گرد و خاک وجود دارد حتماً باید تمیز شود. نمونه‌های از محل قرارگیری خودروها در پارکینگ شارژ، پیکان‌های ترسیمی و مسیریابی در شکل ۶-۸ تا شکل ۶-۱۰ آورده شده است.



شکل ۶-۸: قرارگیری خودروهای برقی در محل پارکینگ شارژ



شکل ۶-۹: پیکان‌های ترسیمی جهت تعیین مسیر



شکل ۶-۱۰: نمونه قرارگیری تجهیزات، محل پارک خودروها و پیکان‌های مسیریابی

۶-۶- جمع‌بندی و نتیجه گیری

در این فصل از ضابطه در گام اول مشخصات محل مورد استفاده جهت نصب و راه‌اندازی ایستگاه شارژ خودرو و موتورسیکلت برقی و فرآیند کلی اجرای ایستگاه شارژ مورد بحث و بررسی قرار گرفت. در گام بعدی انواع سایت‌ها و پارکینگ‌ها معرفی شد. در ادامه ابعاد و اندازه‌های الزامی پارکینگ شارژ خودروبرقی برای افراد عادی و معلول مشخص گردید و نمونه‌هایی از معماری پارکینگ‌های شارژ خودرو برقی ارائه گردید. در پایان نیز توصیه‌های کلی و عمومی مرتبط با سازه و مکان ایستگاه شارژ مطرح شد.

فصل ۷

بررسی و مطالعه در خصوص سایر تجهیزات و قطعات مورد استفاده در ایستگاه‌های شارژ

مقدمه

در این فصل از ضابطه به مطالعه و بررسی سایر تجهیزات مورد استفاده در ایستگاههای عمومی شارژ خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی با توجه به تجارب موجود و استانداردهای مربوطه پرداخته می‌شود. با توجه به این مهم، رئوس مطالب به چهار بخش اصلی شامل انواع آتش و آتش‌خاموش‌کن[1]، نورپردازی[2] ایستگاههای شارژ، باتری و تجهیزات ذخیره‌ساز ذخیره‌ساز انرژی[3] با استفاده از منابع تجدیدپذیر نظیر برق-بادی و برق-خورشیدی و سیستم تبلیغات ایستگاههای عمومی شارژ وسایل نقلیه برقی[4] طبقه‌بندی می‌شود.

۷-۱- انواع آتش و راهکار مقابله با آن

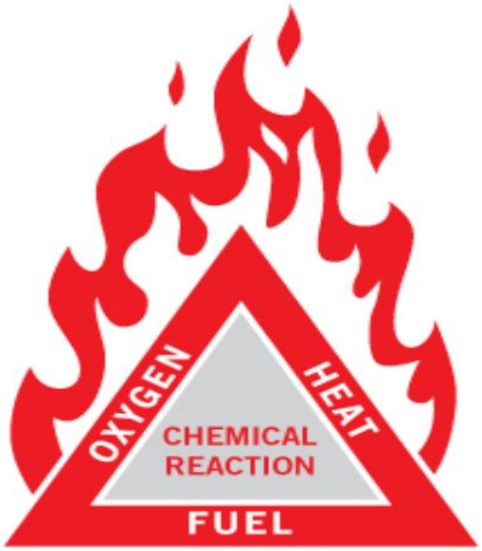
در این بخش به بررسی انواع آتش و تجهیزات آتش‌خاموش‌کن با محوریت ایمنی ایستگاههای عمومی شارژ خودرو و موتورسیکلت الکتریکی پرداخته خواهد شد. به طورکلی می‌توان گفت در ایستگاههای عمومی شارژ خودرو و موتورسیکلت الکتریکی، احتمال وقوع آتش نوع E نسبت به سایر انواع آتش بیشتر است. لذا ضمن معرفی و تشریح آتش نوع E، راه‌کار مقابله و مبارزه با این نوع آتش در ایستگاههای شارژ مورد بررسی و تحلیل قرار خواهد گرفت [۱۷۹].

۷-۱-۱-آتش، مثلث آتش

آتش یک واکنش شیمیایی سریع است که طی آن یک ماده قابل سوختن با اکسیژن ترکیب می‌شود و سبب بروز گرما و روشنایی می‌گردد. این واکنش شیمیایی نتیجه ترکیب اکسیژن، حرارت و ماده قابل اشتعال خواهد بود. هرگاه این سه عامل به مقیاس مشخصی در یک‌جا جمع شوند آتش به وجود می‌آید. به این طریق که اکسیژن با کربن ترکیب می‌شود و دی‌اکسید کربن یا مونوکسید کربن تولید می‌نماید و در اثر این فعل و انفعال، روشنایی و حرارت و گاهی دود به وجود می‌آید. شکل ۷-۱، تصویری از مثلث آتش را نشان می‌دهد.

---

[1] Fire Extinguishers or Fire Fighting Equipments
[2] Lighting
[3] Battery or Energy Storage System
[4] Advertisement in EV Charging Stations



شکل ۷-۱: مثلث آتش

۷-۱-۲- روش‌های خاموش کردن آتش (اطفاء حریق)

هرگاه یکی از سه عامل تشکیل‌دهنده مثلث آتش حذف شود، عمل احتراق متوقف خواهد شد. برای این کار به سه طریق می‌توان عمل کرد:

۷-۱-۲-۱- کاهش درجه حرارت

با سرد کردن ماده سوختنی از به وجود آمدن گازهای قابل اشتعال جلوگیری می‌شود. این بهترین روش در اطفای آتش‌سوزی جامدات است. با وجود امکان دست‌یابی به تکنیک‌های جدید، آب هنوز هم مؤثرترین و ارزان‌ترین وسیله اطفای حریق در آتش‌سوزی‌هاست. آب قدرت نفوذ، سردکنندگی و ضریب جذب حرارتی بالایی دارد. روش‌های بکارگیری از آب برای اطفای حریق پیشرفت قابل‌ملاحظه‌ای نموده است. در استفاده از آب، باید سود و زیان‌های آن بررسی شود. آب، هادی جریان الکتریسیته است و خطر برق‌گرفتگی وجود دارد و در آتش‌سوزی مایعات سبب گسترش حریق می‌گردد.

۷-۱-۲-۲- کاهش درصد هوا (اکسیژن)

مقدار اکسیژن موجود در هوا ۲۱ درصد، نیتروژن ۷۸ درصد و گازهای دیگر یک درصد است. کاهش درصد اکسیژن به طرق مختلف انجام می‌گیرد. این روش‌ها عبارتند از:

الف - جایگزین کردن گازهای سنگین‌تر از هوا

گازهای مورد استفاده اطفای حریق بین ۲ تا ۵ برابر سنگین‌تر از هوا هستند و پس از ریخته شدن بر روی آتش، جانشین هوا می‌شوند و از تماس هوا با آتش جلوگیری می‌کنند. مهم‌ترین این گازها دی‌اکسید کربن است که در حدود ۱/۵ برابر هوا وزن دارد.

ب - ایجاد یک‌لایه عایق بین هوا و آتش

در این روش از کف مخصوص مقاوم به آتش استفاده می‌شود. کف با ایجاد یک‌لایه عایق بین هوا و آتش، از رسیدن اکسیژن به بخارهای قابل اشتعال متصاعد شده جلوگیری می‌کند و عمل خنک کردن نیز انجام می‌دهد.

ج - قطع یا دور کردن مواد سوختنی

بهترین روش در بعضی آتش‌سوزی‌ها مانند حریق گازها یا مایعات قابل اشتعال، قطع یا دور نمودن مواد سوختنی است. به عنوان مثال اگر آتش‌سوزی ناشی از گاز باشد، باید جریان و منشا گاز شناسایی و قطع گردد. بنابراین، در استفاده از این روش، ماده سوختنی باید از آتش جدا شود یا میان آنها فاصله و عایق ایجاد شود.

۷-۱-۳- طبقه‌بندی انواع آتش و راه‌حل مقابله با آنها

آتش‌سوزی‌ها از نظر نوع مواد و طریقه مبارزه با حریق به پنج دسته طبقه‌بندی می‌شوند که عبارت‌اند از:

۷-۱-۳-۱- جامدات (گروه A)

این نوع آتش‌سوزی‌ها که «آتش‌سوزی خشک» نیز نامیده می‌شوند، موادی را شامل می‌شود که پس از سوختن، از خود خاکستر باقی می‌گذارند (مانند فرآورده‌های چوبی، پنبه‌ای، پشمی، پلاستیکی، لاستیکی و انواع مختلف پارچه‌های مصنوعی، حبوبات، غلات و غیره).

برای خاموش نمودن این نوع آتش‌سوزی‌ها بهترین طریقه، سرد کردن و مؤثرترین وسیله آب است.

۷-۱-۳-۲- مایعات قابل اشتعال (گروه B)

مایعات قابل اشتعال در اثر دریافت حرارت از محیط یا یک منبع حرارتی دیگر تبخیر می‌شوند و گاز کافی را برای ترکیب با هوا و تولید مخلوط قابل اشتعال یا انفجار مهیا می‌سازند (مانند الکل، فرآورده‌های نفتی و روغنی). بهترین خاموش‌کننده برای این گروه، اگر حریق در سطح کوچک باشد پودر شیمیایی و در سطح بزرگ‌تر استفاده از کف است. برای اطفای حریق مایعات می‌توان از روش‌های قطع نمودن منبع سوختی، کاهش رسیدن اکسیژن و سرد نمودن (جهت جلوگیری از تبخیر شدن آن) به‌طور جداگانه یا توأم استفاده نمود.

۷-۱-۳-۳- گازها (گروه C)

گازهای قابل اشتعال مانند متان، اتان، بوتان، پروپان و هیدروژن می‌توانند بسیار خطرناک باشند و موجب آتش‌سوزی شوند. در مناطقی که گاز لوله‌کشی وجود دارد نیز سیلندرهای گازی استفاده می‌شود که در صورت حمل و استفاده ناصحیح خطرآفرین می‌شوند.

در این نوع آتش‌سوزی‌ها ابتدا باید جریان گاز نشتی شناسایی و سپس قطع شود و برای خاموش کردن آتش از روش خنک کردن به وسیله آب یا مواد خفه‌کننده (مانند پودرهای شیمیایی) استفاده می‌شود.

۷-۱-۳-۴- فلزات قابل اشتعال (گروه D)

این‌گونه آتش‌سوزی‌ها از سوختن عناصری مثل سدیم، پتاسیم، لیتیوم، منیزیم و ... به وجود می‌آید. این فلزات دارای خاصیت اشتعال شدید هستند و در موقع آتش‌سوزی با نور خیره‌کننده‌ای می‌سوزند. این نوع آتش‌سوزی‌ها غالبا در آزمایشگاه‌ها و مراکز تهیه مواد شیمیایی روی می‌دهد.

استفاده از آب برای اطفای این آتش‌سوزی‌ها خطرناک است، زیرا این مواد با مولکول‌های آب واکنش نشان می‌دهند و گاز هیدروژن همراه با گرما تولید می‌کنند و باعث گسترش دامنه حریق می‌شوند. در غالب آتش‌سوزی‌های مربوط به فلزات، به کار بردن پودر تالک یا ماسه خشک معمولا مفید خواهد بود.

۷-۱-۳-۵- وسایل الکتریکی (گروه E)

در اثر خراب شدن عایق‌ها، معیوب بودن اتصالات و نامناسب بودن کلیدها و پریزها ممکن است جرقه به وجود آید و آتش‌سوزی حاصل از آن به اطراف سرایت کند. عایق‌بندی سیم ممکن است براثر حرارت، خسارت مکانیکی، عوامل محیطی مثل رطوبت و یا نامناسب بودن سیم‌کشی آسیب ببیند.

در صورت آتش گرفتن وسایل برقی هنگام وصل بودن به برق، باید از خاموش‌کننده‌هایی مثل CO_2 جهت اطفا استفاده نمود و به هنگام قطع برق، می‌توان از خاموش‌کننده‌های گروه A و B کمک گرفت.

۷-۱-۴- آتش در ایستگاه عمومی شارژ خودرو و موتورسیکلت برقی و راهکار مقابله با آن

محتمل‌ترین نوع آتش‌بر اساس طبقه‌بندی انجام‌شده در بخش ۷-۲-۳ در ایستگاههای عمومی شارژ خودرو و موتورسیکلت الکتریکی، آتش الکتریکی یا نوع E می‌باشد. همان‌طور که اشاره شد این آتش بر اساس خطای الکتریکی رخ می‌دهد و موجب شکسته شدن عایق و سطوح حفاظت می‌گردد. البته باید اشاره کرد حضور خودرو و موتورسیکلت الکتریکی با وجود همراه داشتن باتری و همچنین مخزن سوخت (خودروهای PHEV) به ترتیب ریسک احتمال آتش‌های نوع D (فلزات اشتعال‌زا نظیر لیتیوم) و B (مایعات اشتعال‌زا نظیر بنزین و گاز مایع و گازوئیل) در ایستگاههای عمومی شارژ الکتریکی را افزایش می‌دهد[۱۸۱-۱۸۰]. در جدول ۷-۱، به‌طور خلاصه انواع آتش محتمل در ایستگاه عمومی شارژ خودرو و موتورسیکلت برقی و روش مقابله با آن آورده شده است.

جدول ۷-۱: انواع آتش محتمل در ایستگاه‌های عمومی شارژ خودرو و موتوسیکلت برقی با در نظر گرفتن روش‌های مقابله با آنها

ردیف	نوع آتش	طبقه‌بندی	مکان‌های احتمالی جهت وقوع	علت احتمالی آتش	راهکار مقابله
۱	الکتریکی	E	ایستگاه شارژ	وقوع خطای الکتریکی (احتمال وقوع آتش نوع E نسبت به D و B بیشتر می‌باشد)	استفاده از آتش‌خاموش‌کن مناسب گروه E نظیر CO_2، قطع جریان الکتریکی، استفاده از آتش‌خاموش‌کن‌های گروه A و B
۲	فلزات اشتعال‌زا	D	خودرو و موتورسیکلت برقی	لیتیم، پلیمر و سایر فلزات آتش‌زا در باتری EV	استفاده از آتش‌خاموش‌کن گروه D، استفاده از پودر تالک و ماسه
۳	مایعات اشتعال‌زا	B	خودرو و موتورسیکلت برقی	مخزن سوخت وسایل نقلیه هیبریدی (PHEV)	استفاده از کپسول‌های آتش‌نشانی برای گروه آتش D، اگر حریق در سطح کوچک باشد استفاده از پودر شیمیایی و در سطح بزرگ‌تر استفاده از کف مناسب است. قطع منبع سوخت، کاهش رسیدن اکسیژن و سرد نمودن آتش به‌صورت توأم

۷-۲- نورپردازی در ایستگاه‌های عمومی شارژ خودرو و موتورسیکلت برقی

طراحی مناسب روشنایی و نورپردازی در ایستگاههای عمومی شارژ خودرو و موتورسیکلت الکتریکی از دیگر موارد مهمی است که سازندگان و طراحان ایستگاه به آن توجه ویژه دارند. به‌طورکلی در هر ایستگاه شارژ بر روی شارژرهای EV سیستم روشنایی و نورپردازی مناسب تعبیه‌شده می‌شود، اما گاهی اوقات به‌منظور تامین نور مورد نیاز ایستگاه، علاوه بر روشنایی موجود بر روی شارژرها از نورپردازی بیشتری استفاده خواهد شد. همان‌طور که در شکل ۷-۲ مشخص است، در ایستگاه شارژ خودرو و موتورسیکلت برقی و در قسمت فوقانی شارژر EV سیستم نورپردازی وجود دارد تا کاربران بتوانند با وجود نور کافی عملیات شارژ، پرداخت و استفاده از تجهیزات EVSE را انجام دهند. اما در شکل ۷-۳، ایستگاه شارژ به‌گونه‌ای است که سیستم نورپردازی اصلی به‌صورت چراغ‌های ستونی طراحی‌شده است و نور محیط را برای عملیات شارژ مهیا می‌سازد [۱۸۲].

شکل ۷-۲: نورپردازی داخلی ایستگاه عمومی شارژ خودرو و موتورسیکلت الکتریکی

در حالت کلی طراحی روشنایی ایستگاه با توجه به موقعیت و کاربری آن متفاوت خواهد بود. به عنوان مثال اگر ایستگاه‌های شارژ به صورت واحد و در کنار خیابان مستقر شده باشند، عموماً ضمن روشنایی داخلی بر روی خود ایستگاه، از چراغ‌های ستونی نیز استفاده می‌شود (همانند شکل ۷-۳). همچنین در سایت‌هایی که چندین ایستگاه و شارژر برای خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی وجود دارد، سیستم طراحی روشنایی متناسب با شاخص‌های تعریف شده و مطابق استانداردهای معتبر بین‌المللی صورت می‌گیرد. برخی از مهم‌ترین شاخص‌هایی که در طراحی روشنایی مؤثر هستند عبارتند از شار نوری لامپ، ضریب بهره چراغ، طول و عرض محیط طراحی، شدت روشنایی، ضریب کاهش نور بر اثر کار کردن، ضریب کاهش نور بر اثر کثیف شدن، ضریب کاهش نور براثر فرسودگی لامپ، ضریب یکنواختی، ضریب نگهداری، درخشندگی متوسط سطح و غیره[۱۸۲].

شکل ۷-۳: طراحی سیستم روشنایی اصلی ایستگاه شارژ خودرو و موتورسیکلت برقی توسط چراغ‌های ستونی

در حال حاضر سیستم طراحی روشنایی ایستگاههای عمومی شارژ خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی بر اساس سلیقه سازندگان و استانداردهای عمومی طراحی روشنایی انجام می‌شود و تاکنون استاندارد جامعی مختص به ایستگاههای عمومی شارژ EV تدوین نشده است. مهمترین استانداردهای روشنایی در جدول ۷-۲ آورده شده است.

جدول ۷-۲: مهم‌ترین استانداردهای مرتبط با نور و روشنایی

ردیف	نام استاندارد	عنوان استاندارد	کشور تدوین‌کننده استاندارد
۱	BS	British Standards	اروپا
۲	EN	European Standards (ENs)	اروپا
۳	CIE	International Commission on Illumination (usually abbreviated CIE for its French name)	اروپا
۴	DIN	Deutsches Institut für Normung (German Institute for Standardization)	اروپا
۵	IES	Illuminating Engineering Society	ایالات‌متحده آمریکا
۶	AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials	ایالات‌متحده آمریکا
۷	IEC	International Electrotechnical Commission	اروپا

در جدول ۷-۳ به برخی از استانداردهای مربوط به طراحی، نصب و بهره‌برداری سیستم‌های روشنایی معابر اشاره شده است.

جدول ۷-۳: استانداردهای مربوط به طراحی، نصب و بهره‌برداری سیستم‌های روشنایی معابر

ردیف	عنوان استاندارد
۱	BS 5489-1:2003+A1:2008, "Code of Practice for the Design of Road Lighting- Lighting of Road and Public Amenity Areas."
۲	BS 5489-2:2003+A1:2008, "Code of Practice for the Design of Road Lighting- Lighting of Tunnels."
۳	BS EN 13201-1:2004, "Road Lighting- Selection of Lighting Class."
۴	BS EN 13201-2:2003, "Road Lighting- Performance Requirement."
۵	BS EN 13201-3:2003, "Road Lighting- Calculation of Performance."
۶	CIE 01, "Guide Lines for Minimizing Urban Sky Glow Near Astronomical Observatories."
۷	CIE 47, "Road Lighting For Wet Condition."
۸	CIE 66, "Road Surface and Lighting."
۹	CIE 126, "Guidelines for Minimizing Sky Glow."
۱۰	CIE 144, "Road Surface and Road Marking Reflection Characteristics."
۱۱	CIE 150, "Guid on the Limitation of Effect of Obtrusive Light from Outdoor Lighting Installation."
۱۲	CIE 154, "The Maintenance of Outdoor Lighting System."
۱۳	CIE 180, "Road Transport Lighting For Developing Countries."
۱۴	IES Lighting handbook :2000
۱۵	American Association of State Highway and Transportation Officials, "Roadway Lighting Design Guide", 2005
۱۶	Electrical and Traffic Engineering Design Guidelines, "Lighting design" , 2003
۱۷	Texas Department of Transportation, "Highway Illumination Manual", 2003
۱۸	Minnesota Department of Transportation, "Roadway Lighting Design Manual", 2003
۱۹	California Department of Transportation, "CDOT Lighting Design Guide", 2006
۲۰	New Jersey Department of Transportation, "Roadway Design Manual", 2007
۲۱	Alberta Transportation, "Highway Lighting Guide", 2003
۲۲	Florida Power and Light Company, "Coastal Roadway Lighting Manual",2002

لیست برخی از استانداردهای مربوط به اندازه‌گیری روشنایی معابر در جدول ۷-۴ آورده شده است و در جدول ۷-۵ برخی از مهم‌ترین استانداردهای تجهیزات روشنایی معابر معرفی‌شده است.

جدول ۷-۴: استانداردهای مربوط به اندازه‌گیری روشنایی معابر

ردیف	عنوان استاندارد
۱	BS EN 13201_4:2003, " Road Lighting-method of measuring lighting performance"
۲	CIE 69-1987, "Methods of characterizing illuminance meters and luminance meters: Performance, characteristics and specifications "
۳	DIN 5032-7, "Photometry: Classification of Illuminance Meters andLuminance Meters"
۴	DIN 5032-8, "Photometry; Data-Sheet for Illuminance-Meters"

جدول ۷-۵: استانداردهای تجهیزات روشنایی معابر

ردیف	عنوان استاندارد
۱	EN 40-1, "Lighting Columns –Part 1: Definitions and Terms"
۲	EN 40-2, "Lighting Columns- Part 2: General Requirements and Dimensions"
۳	EN 40-3-1, "Lighting Columns- Part 3-1: Design and Verification, Specification for Characteristic Loads"
۴	EN 40-3-2, "Lighting Columns- Part 3-2: Design and Verification, Verification by Testing"
۵	EN 40-3-3, "Lighting Columns - Part 3-3: Design and Verification, Verification byCalculation"
۶	EN 40-4, "Lighting Columns - Part 4: Requirements for Reinforced and Prestressed Concrete Lighting Columns"
۷	EN 40-5, "Lighting Columns- Part 5: Requirements for Steel Lighting Columns"
۸	EN 40-6, "Lighting Columns- Part 6: Requirements for Aluminum Lighting Columns"
۹	EN 40-7, "Lighting Columns- Part 7: Requirements for Fibre Reinforced Polymer Composite Lighting Columns"
۱۰	IEC 60662, "High-pressure Sodium Vapour Lamps"
۱۱	IEC 60061-4/3/2/1, " Lamp Caps and Holders together with Gauges for Control of Interchangeability and Safety "
۱۲	IEC 60923, "Auxiliaries for lamps - Ballasts for discharge lamps (excluding tubular fluorescent lamps) - Performance requirements"
۱۳	IEC 61374-1, "Lamp Control Gear-Part 1: General and Safety Requirements"
۱۴	IEC 61374-2-1, "Lamp Control Gear-Part 2: Particular Requirements for Starting Devices (Other than Glow Starters)"
۱۵	IEC 61374-2-9, "Lamp Control Gear-Part 2-9: Particular Requirements for Ballasts for Discharge Lamps (Excluding fluorescent Lamps)"
۱۶	IEC 60927, "Auxiliaries for Lamps - Starting Devices (Other than Glow Starters) - Performance Requirements"
۱۷	IEC 61048, "Auxiliaries for Lamps - Capacitors for Use in Tubular Fluorescent and other Discharge Lamps Circuits - General and Safety Requirements"
۱۸	IEC 61049, "Auxiliaries for Lamps - Capacitors for Use in Tubular Fluorescent and other Discharge Lamps Circuits – Performance Requirements"
۱۹	IEC 60838, "Miscellaneous Lamp Holders- Part1: General Requirements and Tests"
۲۰	IEC 60598-1, "Luminaires- Part 1: General Requirements and Tests "
۲۱	IEC 60598-2-3, "Luminaires- Part 2-3: "
۲۲	IEC60570, "Testing and Measuring Equipment/Allowed Subcontracting"
۲۳	IEC 60432-2, "Incandescent Lamps-Safety Specifications"
۲۴	IEC 62031, "LED Modules for General Lighting Safety Specifications"

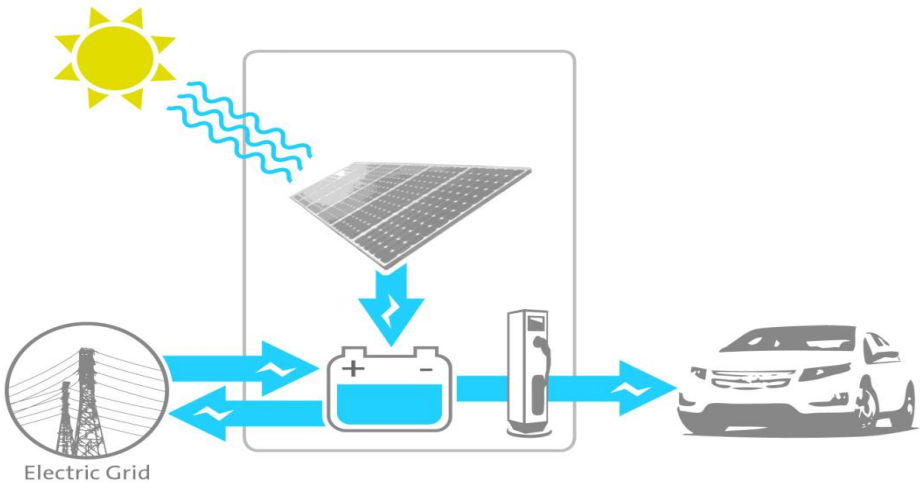
در جدول ۷-۶ برخی از استانداردهای مربوط به اندازه‌گیری پارامترهای نوری تجهیزات روشنایی معابر بیان‌شده است.

جدول ۷-۶: استانداردهای مربوط به اندازه‌گیری پارامترهای نوری تجهیزات روشنایی معابر

ردیف	عنوان استاندارد
۱	CIE 084, " Measurment of luminous flux "
۲	CIE 070, " The measurment of absolate luminous intensity distributions "
۳	CIE 121, " The photometry and goniophotometry of luminaires "
۴	CIE 153, " Report on intercomparison of measurements of the luminous flux of high-pressure sodium lamps "

۷-۳-استفاده از سیستم ذخیره‌ساز انرژی در ایستگاه‌های عمومی شارژ مبتنی بر منابع تجدیدپذیر

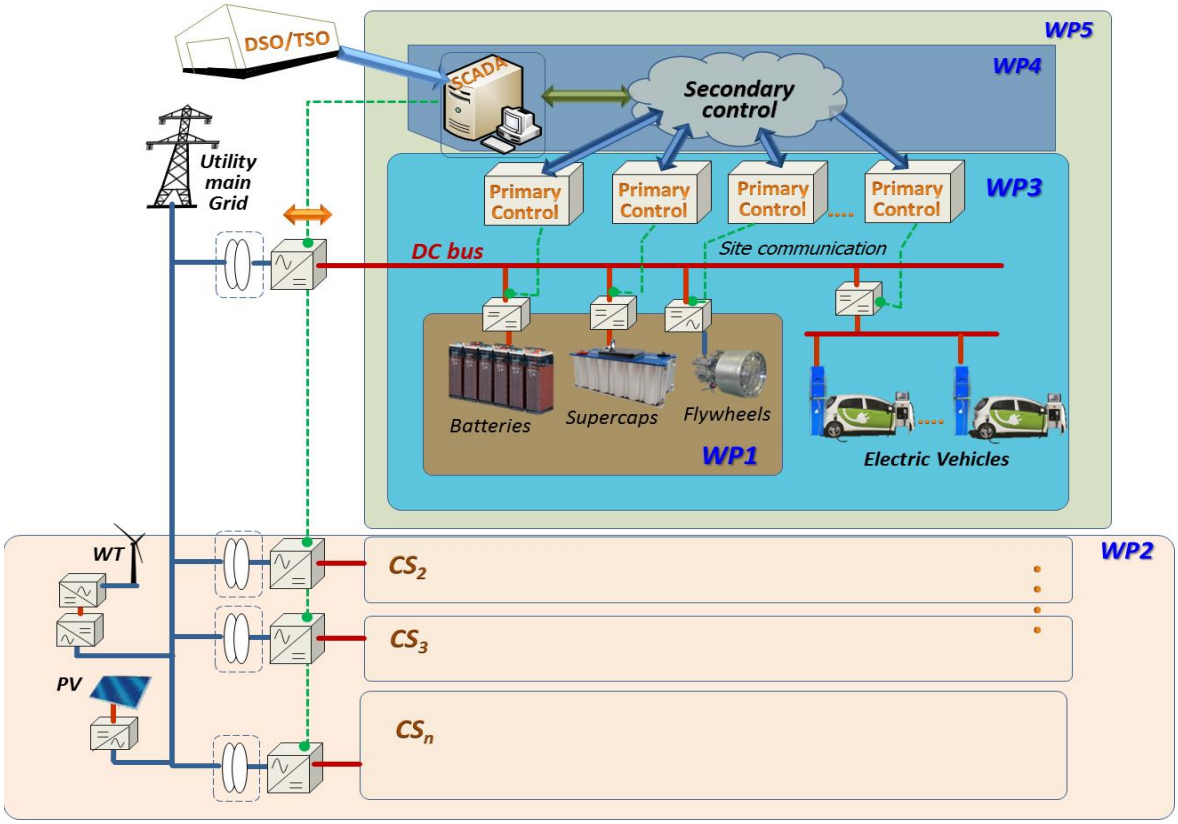
در فصل دوم ضابطه، در مورد انواع ایستگاههای عمومی شارژ خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی بحث شد. همان‌طور که گفته شد برخی ایستگاههای عمومی شارژ EV از منابع تجدید پذیر نظیر فتوولتائیک و توربین‌های بادی به‌عنوان منابع کمکی برای تامین انرژی الکتریکی موردنیاز خود بهره می‌برند. از آنجائی که منابع باد و یا خورشید ممکن است در تمامی ساعات شبانه‌روز در دسترس نباشد، لذا استفاده از سیستم ذخیره‌ساز انرژی[1] و یا اتصال به شبکه سراسری برق برای آنها ضروری می‌باشد. همان‌طور که در شکل ۷-۴ ساده‌سازی شده است، از باتری به‌عنوان ذخیره‌ساز انرژی میان پانل‌های خورشیدی، ایستگاه شارژ و شبکه برق استفاده شده است. به این صورت که باتری وظیفه ذخیره‌سازی انرژی پانل‌های خورشیدی را بر عهده دارد و اتصال ایستگاه شارژ به باتری موجب می‌شود تا انرژی مورد نیاز وسایل نقلیه الکتریکی از سوی باتری تامین گردد. لذا با انجام این فرآیند ایستگاه قادر است در تمامی ساعات شبانه‌روز انرژی مورد نیاز وسایل نقلیه الکتریکی را تامین نماید، چرا که باتری پیش از این انرژی الکتریکی مورد نیاز ایستگاه را در خود ذخیره نموده است. همچنین ارتباط دوطرفه باتری و شبکه موجب شده است تا درصورتی‌که انرژی الکتریکی به‌صورت مازاد وجود دارد به شبکه تزریق شود و یا در صورت کمبود، انرژی الکتریکی مورد نیاز از طریق شبکه تامین شده و ایستگاه شارژ در تامین بار مشکل نداشته‌باشد[۱۸۴-۱۸۳].



شکل ۷-۴: فرآیند تامین انرژی الکتریکی ایستگاه شارژ با حضور باتری، **PV** و شبکه برق

در شکل ۷-۵ [۱۸۶]، بهره‌گیری از منابع انرژی خورشیدی و بادی در کنار شبکه سراسری برق به‌منظور تامین انرژی خودروهای الکتریکی نمایان شده است. همان‌طور که پیداست استفاده از باتری، ابر خازن و چرخ طیار[2] به‌عنوان ذخیره‌ساز انرژی استفاده شده است [۱۸۶].

[1] Energy Storage System (ESS)
[2] Flywheel



شکل ۷-۵: بلوک دیاگرام ایستگاه شارژ**ESS** (باتری، ابر خازن و چرخ طیار)، منابع **PV** ، **WT** و شبکه برق

تبادل توان و بالانس انرژی به‌عنوان کلیدی‌ترین رویکرد در فرآیندهای قابل انجام میان ایستگاه شارژ EV، ذخیره‌ساز انرژی محلی (نظیر باتری) و منبع تجدید پذیر (نظیر فتوولتائیک) می‌باشد. عموما در این فرآیند سه حالت با در نظر گرفتن سطوح توان فتولتائیک (P_{PV}) و ایستگاه شارژ EV (P_{EV}) رخ می‌دهد [۱۸۵]:

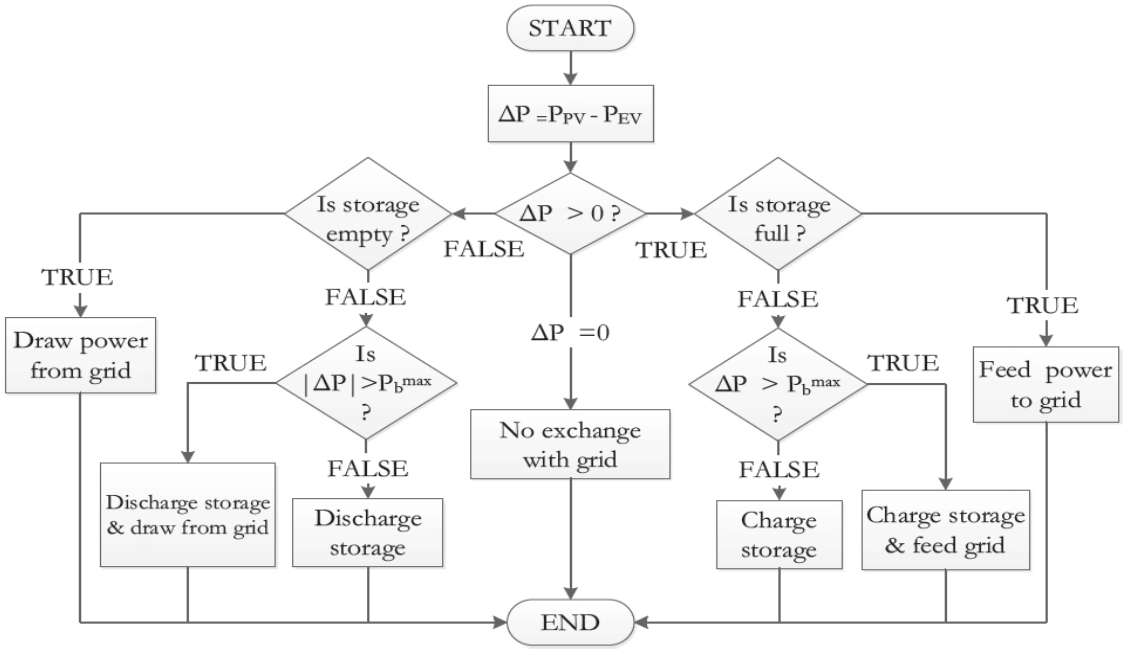
۱. سطح توان فتوولتائیک بیشتر از توان ایستگاه شارژ باشد. $\Delta P = P_{PV} - P_{EV} > 0$

۲. سطح توان فتوولتائیک کمتر از توان ایستگاه شارژ باشد. $\Delta P = P_{PV} - P_{EV} < 0$

۳. سطح توان فتوولتائیک برابر با توان ایستگاه شارژ باشد. $\Delta P = P_{PV} - P_{EV} = 0$

در حالت اول درصورتی‌که ظرفیت باتری پر باشد، توان به شبکه تزریق می‌شود، در غیر این صورت اگر اختلاف سطح توان PV و ایستگاه شارژ، بزرگ‌تر از توان ماکزیمم باتری باشد، مازاد آن به شبکه تزریق می‌شود، در غیر این صورت تنها ذخیره‌ساز شارژ خواهد شد (مادامی‌که پانل‌های خورشیدی پاسخگوی بار وسایل نقلیه الکتریکی بوده و مازاد آن را در باتری ذخیره می‌نمایند تا توان PV به‌طور کامل منتقل شود). در حالت دوم اگر باتری خالی باشد، توان مورد نیاز از شبکه دریافت می‌گردد. در غیر این صورت اگر $|\Delta P| > P_B^{max}$ باشد، انرژی ذخیره‌ساز تخلیه شده و توان مورد نیاز از شبکه دریافت می‌شود و اگر این‌طور نباشد تنها انرژی ذخیره‌ساز تخلیه خواهد شد. در حالت سوم درصورتی‌که $\Delta P = 0$ باشد، تبادلی با شبکه برق صورت نخواهد گرفت. این بدان معناست که دقیقا توان تولیدی فتوولتائیک توسط وسیال نقلیه الکتریکی ایستگاه شارژ مصرف خواهد شد [۱۸۵].

در شکل ۷-۶، فرآیند صدرالذکر به‌صورت کامل و در قالب فلوچارت نمایش داده شده است. ارتباط میان ایستگاه شارژ یا به عبارتی انرژی مورد نیاز وسایل نقلیه الکتریکی همچنین ذخیره‌ساز انرژی و منبع فتوولتائیک در این تصویر فلوچارت مشخص شده است.



شکل ۷-۶: فلوچارت ایستگاه شارژ وسایل نقلیه الکتریکی با منبع خورشیدی و ذخیره‌ساز انرژی محلی

۷-۴- تبلیغات در ایستگاه‌های عمومی شارژ خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی

تبلیغات در ایستگاههای عمومی شارژ خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی از دیگر ابزارهایی است که عموما با دو هدف اصلی تشویق و جذب رانندگان به استفاده از خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی و یا به‌عنوان ابزار تجاری برای کسب درآمد می‌باشد. در ایستگاههایی که هزینه‌ای بابت شارژ وسیله نقلیه الکتریکی از کاربران دریافت نمی‌گردد، مالکین سایت بخشی از درآمد خود را از طریق تبلیغات به دست می‌آورند. از طرفی، هدف و رویکرد تبلیغات می‌تواند آشنایی عموم مردم از نحوه و کارکرد وسایل نقلیه الکتریکی باشد تا بتواند مخاطبین بیشتری را به جمع دارندگان وسایل نقلیه الکتریکی اضافه نماید. به عنوان مثال شرکت ولتا از این فرصت استفاده نموده است و پایانه‌های شارژ وسایل نقلیه الکتریکی را با قابلیت شارژ رایگان مهیا ساخته است و در مقابل فضاهای ایستگاه عمومی شارژ را برای تبلیغات اجاره می‌دهد و از این راه کسب درآمد می‌نماید [۱۸۷].

در حالت کلی تبلیغات یکی از ابزارهای سودمند برای افزایش و توسعه خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی به شمار می‌رود. مطابق [۱۸۸] استفاده از وسایل نقلیه الکتریکی در سال ۲۰۱۵ از ۷۵۰ هزار به ۱٫۳ میلیون دستگاه افزایش یافته است. بی‌شک تبلیغات از ابزارهای پرکاربرد و مؤثر در ایجاد این جهش بوده است.

اخیراً شرکت Volta در اقدامی دیگر، با طراحی مانیتورهایی در ایستگاههای عمومی شارژ برای کاربران و رانندگان وسایل نقلیه الکتریکی این امکان را مهیا ساخته است تا با مشاهده کردن تبلیغات نمایش داده شده در مانیتور، شارژ رایگان برای وسایل نقلیه الکتریکی خود دریافت کنند [۱۸۹]. درواقع این شرکت با اجاره ایستگاههای شارژ به‌عنوان مکانی پرتردد برای تبلیغات به سایر شرکت‌های دیگر، کسب درآمد می‌کند. شکل ۷-۷، یکی از ایستگاههای شرکت ولتا را نشان می‌دهد که با نصب مانیتور تبلیغاتی بر روی شارژر، امکان مشاهده و شارژ الکتریکی رایگان را برای وسایل نقلیه الکتریکی کاربران مهیا می‌سازد.

شکل ۷-۷: ایستگاه شارژ رایگان **Volta** با نصب مانیتورهای تبلیغاتی بر روی شارژر

:

مراجع

مراجع

[1]. “Today in Technology History”, www.arquivo.pt
[2]. “Sibrandus Stratingh (1785-1841)”, www.rug.nl
[3]. Gordon William, "The Underground Electric", Our Home Railways, London.
[4]. Ian McNeil, "Davidson, Robert", Biographical dictionary of the history of technology, London.
[5]. Mary Bellis, “A History of Electric Vehicles”, www.thoughtco.com
[6]. “Electric traction: A Vital Development in the History of the Railway”, www.mikes.railhistory.railfan.net
[7]. “Plante Battery”, National High Magnetic Field Laboratory, December 2014.
[8]. "Development of the Motor Car and Bicycle", Travel Smart Teacher Resource Kit, Government of Australia, 2003.
[9]. “Timeline: History of the Electric Car”, www.pbs.org
[10]. “The Electric/Hybrid Car", Solution: Alternative energy for passenger vehicles, University of Minnesota, 2008.
[11]. "World's first electric car built by Victorian inventor in 1884", The Daily Telegraph, London, 2009.
[12]. Fuller, John, “What is the history of electric cars?” 2009.
[13]. “Cub Scout Car Show”, January 2008.
[14]. “Hailing the History of New York's Yellow Cab”, 2007, http://www.npr.org.
[15]. www.earlyelectric.com
[16]. Valdes-Dapena, Peter, "Hybrid cars are so last century", CNN, 2007.
[17]. “Automobile”, www.britannica.com
[18]. Matthe, Eberle, "The Voltec System - Energy Storage and Electric Propulsion", 2014.
[19]. McMahon "Some EV History / History of Electric Cars and Other Vehicles", 2009.
[20]. “Yale History”, www.yale.com
[21]. “History: lektro is just as much a story as it is a company”, www.lectro.com
[22]. Schiffer, Michael Brian, “Taking Charge: The Electric Automobile in America”, 2003.
[23]. “Rearview Mirror”, 2002, www.wardsauto.com
[24]. Goodstein, Judith, "Godfather of the Hybrid", Engineering & Science, California Institute of Technology, 2011.
[25]. Carr, Richard, "In search of the town car", Council of Industrial Design, 1966.
[26]. Westbrook, Michael Hereward, “The Electric Car. Institute of Engineering & Technology”, 2001.
[27]. "GM's long road back to electric cars", CNN, 2009.
[28]. Sperling, Daniel and Deborah Gordon, “Two billion cars: driving toward sustainability”, Oxford University Press, New York, 2009.
[29]. “Who Killed the Electric Car?” www.wikipedia.com
[30]. Yoney, Domenick, "REVA Electric Car Company offering lithium ion option", Autobloggreen.com, 2009.
[31]. "Mahindra REVA: Petrol-free REVA", REVA Electric Car Company, 2012.
[32]. Danny King, "Neighborhood Electric Vehicle Sales to Climb", 2011, www.Edmunds.com
[33]. Saranow, Jennifer, "The Electric Car Gets Some Muscle", Pittsburgh Post-Gazette, 2006.
[34]. Dave Hurst and Clint Wheelock, "Executive Summary: Neighborhood Electric Vehicles – Low Speed Electric Vehicles for Consumer and Fleet Markets", Pike Research, 2011.
[35]. "Think Begins Production of New think City EV", Green Car Congress, 2007.

[36]. Scott Doggett, "Think Announces $36,495 MSRP for City EV", 2011, www.Edmunds.com
[37]. "We have begun regular production of the Tesla Roadster", Tesla Motors, 2008, www.tesla.com
[38]. Shahan, Zachary, "Electric Car Evolution", Clean Technica, 2015.
[39]. Danny King, "Tesla continues Roadster sales with tweaks in Europe, Asia and Australia", Autoblog Green, 2012.
[40]. Friend, Tad, "Elon Musk and electric cars", The New Yorker, 2009.
[41]. "Nissan LEAF Smashes 50,000 Global Sales Milestone", Nissan Media Room, 2013, www.nissannews.com
[42]. "First Pure-Electric Vehicle now available for Consumers in China", BYD Energy, 2011, www.bydenergy.com
[43]. Richard Lord, "Autolib' electric car sharing service launches in Paris, France", Sustainable Guernsey, 2011.
[44]. UC Irvine Press Release, "UC Irvine's car-sharing program charges ahead", University of California, Irvine, 2013.
[45]. Alan Ohnsman, "Tesla Posts First Quarterly Profit on Model S Deliveries", Bloomberg L.P, 2013.
[46]. Reuters, "Nissan Leaf tops Norway Oct. car sales, beats Toyota Auris, VW Golf", Automotive News Europe, 2013.
[47]. Renault Media, "Renault-Nissan sells its 100,000th electric car", Green Car Congress, 2013.
[48]. Jeff Cobb, "Tesla Model S Crossed 100,000 Sales Milestone This Month", 2015, www.hybridCars.com
[49]. Krok, Andrew, "By the numbers: Tesla Model3 vs. Chevrolet Bolt EV", 2017, www.cnet.com
[50]. Dave Carly, "The Electric Vehicle Experience: The Beginner Guide to Electric Vehicles (EV)", EMOTIVE, Aug. 2014.
[51]. "Battery Electric Vehicle", www.wikipedia.com
[52]. "Hybrid Electric Vehicle", www.wikipedia.com
[53]. "Plug-in Hybrid Electric Vehicle", www.wikipedia.com
[54]. "Fuel Cell Vehicle", www.wikipedia.com
[55]. "Fuel Cell Electric Vehicles: The Road Ahead", Fuel Cell Today, 2013.
[56]. Andrew Hawkins, "Everything you need to know about Tesla Model 3, which is starting production today", 2017.
[57]. Andrew Krok, "By the numbers: Tesla Model3 vs. Chevrolet Bolt EV", 2017.
[58]. Lienert, Sage, "Exclusive: Suppliers question Tesla's goals for Model 3 output", 2016, www.reuters.com
[59]. "Model S & Model 3 Comparison", Tesla Inc., 2017.
[60]. "Tesla Model 3 to get performance version in 2018", 2017, www.autocar.co.nz
[61]. "Chevrolet Bolt, Honda Ridgeline, Chrysler Pacifica Named 2017 North American Car, Truck and Utility Vehicle of the Year", www.naias.com
[62]. Jeff Cobb, "2017 Chevy Bolt's Trophy Case Is Filling Up", www.hybridars.com
[63]. Migliore Greg, "Chevy ramps up development of Bolt EV", 2015, www.autoblog.com
[64]. Brian Thevenot and Jerry Hirsch, "Chevy Bolt electric car targets Tesla with low price, long range", The Los Angeles Times, 2015.
[65]. Roberto Baldwin, "Chevy is getting the Bolt EV ready for production", 2016.
[66]. "Chevrolet Bolt EV", www.chevrolet.com

[67]. Benjamin Preston, "BMW Unveils i3 Electric Car", The New York Times, 2013.
[68]. Jeff Cobb, "2014's Top-10 Global Best-Selling Plug-in Cars", 2015, www.hybridcars.com
[69]. Jim Henry, "New York Auto Show: BMWi3 is The 2014 World Green Car of the Year", 2014, www.forbes.com
[70]. "BMW i3 Technical Data: BMW eDrive", 2015, www.bmw.ie
[71]. Nikki Gordon-Bloomfield, "U.S. Spec BMW i3 REX: Smaller Gas Tank, No Range Hold, Limited Speed?" 2014, www.transportevolved.com
[72]. "The BMW i3 with Range Extender – Features & Specs", 2014, www.bmwusa.com
[73]https://energy.kashanu.ac.ir/.
[74]. https://evchargeplus.com/electric-motorcycles/.
[75]. "Global EV Outlook 2017", IEA.
[76]. "Electric Vehicle Charging Technology Analysis And Standards"; Doug Kettles; Florida Solar Energy Center; Electric Vehicle Transportation Center (EVTC); February 2015; FSEC Report Number: FSEC-CR-1996-15
[77]. "Technologies for Smart Grids: a brief review", M.C. Falvo, L. Martirano, D. Sbordone, and E. Bocci, Proc. IEEE EEEIC 2013, 12th Int. Conf. on Environment and Electrical Engineering.
[78]. "EV Charging Station", AtsawinSALEE, PTT Research and Technology Institute, April 2017
[79]. "Dessign Guidelines and Standards BC Public Electric Vehicle Charging Stations", Prepared for BC Hydro and the Province of BC, TIPS Laberatory, August 2013
[80]. WiTricity Automotive, "http://witricity.com/applications/ automotive/"
[81]. "Charging Speeds & Connectors", Zap-Map, electric vehicles, EV charging, and EV costs, 2016. Online Address: "https://www.zap-map.com/"
[82]. "EV infrastructure and standardization in China", State Grid Corporation of China, Oct 2013
[83]. "The Electric Vehicle and the Burden of History", Kirsch, David A, New Brunswick, New Jersey, and London: Rutgers University Press, 2013
[84]. "Electric Vehicle Charging Stations Technical Installation Guide", Hydro Quebec, Second Edition-August 2015
[85]. IEC 61851 Electric vehicle conductive charging system, 2010.
[86]. "IEC 61851 compliant electric vehicle charging control in Smartgrids", A. Di Giorgio, F. Liberati, and S. Canale, Proc. IEEE MED13, Chania, GR, June 2013
[87]: International Electrotechnical Commission (IEC), IEC 62196 Plugs, socket-outlets, vehicle couplers and vehicle inlets – Conductive charging of electric vehicles
[88]: http:chademo.com/
[89]: SAE Electric Vehicle and Plug-in Hybrid Electric Vehicle Conductive Charge Coupler, SAE J1772, Jan. 2010.
[90]: "EV Charging Standards", Thomas Bräunl, the University of Western Australia, Technical Director WA Electric Vehicle Trial, 2015
[91]: "Electric Vehicle charging stations", By Mary Fitzpatrick, Office of Legislative Research
[92]: "Electric vehicle conductive DC charging system", ARAI, AIS-138 (Part 2)/D1, Aug 2016
[93]: "Electric Vehicle Charging Station Guidebook, Planning for Installation and Operation", Vermont Energy Investment Corporation, June 2014
[94]: "Siting and Design Guidelines for Electric Vehicle Supply Equipment", Prepared for New York State Energy Research and Development Authority and Transportation and Climate Initiative, November 2012

[95]: "Recommended Electric Vehicle Charging Infrastructure Deployment Guidelines for the Greater Houston Area", October 2010
[96]. "Plug-In Electric Vehicle Handbook for Public Charging Station Hosts", E.S. Department of Energy, Energy Efficiency & Renewable Energy, Clean Cites, DOE/GO-102012-3275, April 2012
[97]. "Solar-powered Electric Vehicle Charging Stations sprout up nationally", An Online Exclusive Article from Photovoltaics World, November 2011, By Michael Gorton, CEO and chairman, Principal Solar, "http://www.renewableenergyworld.com"
[98]. "E-Move Charging Station", Solar Mobility in the City, a project by MM Design, Domus, Sep 2009, online Address: "https://www.domusweb.it"
[99]. SAE releases global standard for wireless charging, January 2017 by Charles Morris & filed under Newswire, The Infrastructure
[100]. "The Ultimate Guide to EVs with Wireless EV Charging, including Tesla", Plugless, 2017, Online Address: "https://www.pluglesspower.com"
[101]. “European electricity industry views on charging Electric Vehicles”, Eurelectric, April 2011.
[102]. “International Electrotechnical Commission”, www.wikipedia.com
[103]. “About the IEC”, www.iec.ch
[104]. “IEC 61851-1”, IEC, Edition 3, 2017.
[105]. “IEC 61851-21-1”, IEC, Edition 1, 2017.
[106]. “IEC 61851-23”, IEC, Edition 1, 2014.
[107]. “IEC 61851-24”, IEC, Edition 1, 2014.
[108]. “IEC 62196-1”, IEC, Edition 3, 2014.
[109]. “IEC 62196-2”, IEC, Edition 2, 2016.
[110]. “IEC 62196-3”, IEC, Edition 1, 2014.
[111]. “SAE International”, www.wikipedia.com
[112]. “About the SAE”, www.sae.org
[113]. “Surface Vehicle Standard”, SAE J2293-1, 2014.
[114]. “Underwriters Laboratories (UL)”, www.northwestern.edu
[115]. “About UL”, www.ulstandards.ul.com
[116]. “UL 62, Standard for Safety: Flexible Cords and Cables”, UL, 2014.
[117]. “UL 2202, Standard for Electric Vehicle (EV) Charging System Equipment”, www.standardscatalog.ul.com
[118]. “UL 2231-1, Personnel Protection Systems for Electric Vehicle (EV) Supply Circuits: General Requirements”, www.standardscatalog.ul.com
[119]. “UL 2231-2, Personnel Protection Systems for Electric Vehicle (EV) Supply Circuits: Particular Requirements for Protection Devices for Use in Charging Systems”, www.standardscatalog.ul.com
[120]. “UL 2251, Plugs, Receptacles, and Couplers for Electric Vehicles”, www.standardscatalog.ul.com
[121]. “National Electric Code”, www.wikipedia.com
[122]. “Article 625: Electric Vehicle Charging System”, National Electric Code Handbook, 2017
[123]: EVSE Credit Card Payment Module & RFID; Integrated Solutions for Charging Stations; Smart Charging Solutions for Electric Vehicles; www.EVSEllc.com
[124]: Smart management systems for electric vehicles recharge; Communication Dept. - CIRCUTOR, SA; www.chargedrive.se

[125]: Plug-In Electric Vehicle Handbook for Public Charging Station Hosts; Prepared by the National Renewable Energy Laboratory (NREL), a national laboratory of the U.S. Department of Energy, Office of Energy Efficiency and Renewable Energy; operated by the Alliance for Sustainable Energy, LLC; DOE/GO-102012-3275; April 2012
[126]: https://www.autoevolution.com/
[127]:http://www.popularmechanics.com/cars/hybrid-electric/a23730/tesla-supercharger-station-no-longer-free/
[128]: http://www.beamcharging.com/
[129]: ELECTRIC VEHICLE CHARGING STATIONS; By: Mary Fitzpatrick, Legislative Analyst II; Office of Legislative Research; 2016-R-0302; November 29, 2016
[130]: https://www.semaconnect.com/5-ways-to-charge/
[131]: ELECTRIC VEHICLE CHARGING STATIONS NETWORK MANAGEMENT SYSTEM (NMS); www.criticalsoftware.com
[132]: Electric Vehicle Charging Stations Information and Instructions; http://www.chargepoint.com/library/ChargePass-User-Guide
[133]: Electric Vehicle Charging Technology Analysis And Standards; Doug Kettles, Florida Solar Energy Center; FSEC Report Number: FSEC-CR-1996-15; February 2015
[134]: A guide to electric vehicle infrastructure; www.beama.org.uk
[135]: EVlink™ Electric Car Charging Stations; Powering the Future of Sustainable Mobility; Schneider Electric™ and EVlink™; 2015; www.schneider-electric.us
[136]: Electric Vehicle Charging Infrastructure; An evaluator's guide to DC fast charging stations; Copyright 2016 ABB; 9AKK106713A2435; www.abb.com/evcharging
[137]: Dynamic Load Management; Make simultaneous EV charging easier, faster and cheaper; www.circontrol.com
[138]: Charging Infrastructure; ABB Connected Services Platform; Copyright 2013-2016 ABB; 4EVC300103-BREN; www.abb.com/evcharging
[139]: INNOVATION OUTLOOK – TRANSPORT SERIES; EV-smart grid integration; January 2015; www.lgi-consulting.com
[140]: The importance of open protocols; http://www.openchargealliance.org/protocols/
[141]: https://www.iso.org/standard/70172.html
[142]: https://www.iso.org/standard/39695.html
[143]: https://www.iso.org/standard/31432.html
[144]: http://evsolutions.avinc.com/services/subscriber_network
[145]: http://www.blinknetwork.com
[146]: http://www.chargepoint.com
[147]: http://www.lecircuitelectrique.com/index.en.html
[148]: http://www.evgonetwork.com/
[149]: https://www.gewattstation.com/
[150]: http://greenlots.com/
[151]: http://www.semaconnect.com
[152]: http://www.shorepowerconnect.com
[153]: http://www.teslamotors.com/supercharger
[154]. Burns, Matt, "A Brief History of Tesla", 2014, www.techcrunch.com

[155]. Hirsch, Jerry, "Elon Musk: Model S not a car but a 'sophisticated computer on wheels", Los Angeles Time, 2015, www.latimes.com
[156]. Bartlett, Jeff S., "Which Car Brands Make the Best Vehicles?" Consumer Reports, 2017, www.consumerreports.org
[157]. www.tesla.com
[158]. Mia Yamauchi, "Tesla charging: the complete guide to charging at home, in public and autonomously", www.pluglesspower.com
[159]. www.chargepoint.com
[160]. "About Us", GE, www.ge.com
[161]. "GE 2013 Annual Report", GE, 2013.
[162]. "Wattstation Pedestal Fact Sheet", GE, 2014.
[163]. "Wattstation Wall Mount Fact Sheet", GE, 2011.
[164]. "Durastation Fact Sheet", GE, 2014.
[165]. www.abb.com
[166]:"Schneider Electric Electric Vehicle (EV) Charging Station"; Online Address: "static.schneider-electric.us"
[167]: https://energycenter.org
[168]: https://www.driveelectricvt.com
[169]: https://www.afdc.energy.gov
[170]: https://www.documents.dgs.ca.gov
[171]: https://www.nyserda.ny.gov
[172]: https://energycenter.org
[173]: "Guidelines for the installation of electric vehicle charging stations at state facilities"
[174]: "Site Design for EV-Charging Stations"
[175]: "Siting EV Charging-Stations"
[176]: "Siting and design guidelines for electric vehicle supply equipment "
[177]: "Design guidelines and standards – BC public Electric Vehicle charging station 2013-TIPS LAB"
[178]: "2016 California Building Code-Excerpt"
[179]: https://www.marsden-fire-safety.co.uk/resources/fire-extinguishers
[180]: Wayne Zheng; "Water Supply and extinguishing installation for fire fighiting"; GB 50966-2014; Translated English of Chinese Standard; GB50966-2014.
[181]: Samuel Iannucci; "Industry Exposure, Business Risks, Electric Vehicle Charging Stations"; Risk Conversation; April 2015
[182]: http://www.eluminocity.com/
[183]: Ahmad Hamidi, Luke Weber, and Adel Nasiri; Department of Electrical and Computer Engineering University of Wisconsin–Milwaukee "EV Charging Station Integrating Renewable Energy and Second–Life Battery"; International Conference on Renewable Energy Research and Applications; Madrid, Spain, 20-23 October 2013
[184]: Tinton Dwi Atmajaa, Amina; "Energy storage system using battery and ultracapacitor on mobile charging station for electric vehicle"; 2nd International Conference on Sustainable Energy Engineering and Application, ICSEEA 2014; Energy Procedia 68 (2015) 429 – 437
[185]: G.R. Chandra Mouli, P. Bauer, M. Zeman; "System design for a solar powered electric vehicle charging station for workplaces"; Applied Energy 168 (2016) 434–443

[186]: http://flexchev.com/
[187]: http://voltacharging.com/
[188]: https://www.iea.org/
[189]: http://www.ubergizmo.com/2015/06/volta-free-electric-car-charging/

خواننده گرامی

امور نظام فنی و اجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور ،با گذشت بیش از چهل سال فعالیت تحقیقاتی و مطالعاتی خود، افزون بر هفتصد عنوان ضابطه تخصصی- فنی، در قالب آیین‌نامه، ضابطه، معیار، دستورالعمل، مشخصات فنی عمومی و مقاله، به‌صورت تالیف و ترجمه، تهیه و ابلاغ کرده است. ضابطه حاضر در راستای موارد یاد شده تهیه شده، تا در راه نیل به توسعه و گسترش علوم در کشور و بهبود فعالیت‌های عمرانی به کار برده شود. فهرست نشریات منتشرشده در سال‌های اخیر در سایت اینترنتی **nezamfanni.ir** قابل دستیابی می‌باشد.

Specifications for the Design, Installation and Operation of Public Electric Vehicle and Motorcycle Charging Stations

Ninth Part: Ducumentation and Studies of Public Electric Vehicle and Motorcycle Charging Stations

[No. 797-9]

Implementation	Niroo research institute	
Project Manager	Omid Shahhosseini	M.Sc. of Electrical engineering

Authors & Contributors Committee:

Abbasali Amirfakhrian	Niroo research institute	M.Sc. of Electrical Eng.
Saeed Mahmoudi	Niroo research institute	M.Sc. of Electrical Eng.
Seyyed Bahman Mahdavi	Niroo research institute	B.Sc. of Civil Eng.
Behnaz Safari	Niroo research institute	M.Sc. of Electrical Eng

Confirmation Committee:

Parviz Ramazanpour	Niroo research institute	PHD of Electrical Eng
Niki Moslemi	Niroo research institute	M.Sc. of Electrical Eng
Zahra Madihi Bidgoli	Niroo research institute	M.Sc. of Electrical Eng

Steering Committee(Plan and Budget Organization):

Alireza Totonchi	Deputy of Technical and Executive Affairs Department
Farzaneh Agharamzanali	Head Group of Technical and Executive Affairs Departmen
Mohamad reza talaakoob	Expert Engineering, Technical and Executive Affairs Department
Seyed Vahidedin Rezvani	Expert Engineering, Technical and Executive Affairs Department
Alireza Fakhrrahimi	Expert Engineering, Technical and Executive Affairs Department

Abstract:

Today the role of energy has become a strategic and determinant role in different countries. Development of industry and economy depends on the use of energy resources. Electrical energy, due to high transmission speed and cleanly, are among the types of energy that are increasingly being used. The high pollution of fossil fuels has reduced the use of these fuels to protect the environment and lead different countries to replace these fuels. Electrical vehicle and motorcycle are a proper solution to replace vehicles and motorcycle with combustion engines. Electric vehicle and motorcycle because of adaptability with environment, have users around the world. Thus, the position of electric vehicle and motorcycle in the future of transportation of countries will be an undeniable.

The production of electric vehicle and motorcycles and need for long-distance travel capability have let to need to expand electric charging stations. These stations should be able to provide the necessary amount of electrical energy for vehicles and motorcycles. Considering the use of electric vehicles in worldwide and consequently Iran, there will be a need to operation of charging stations in the near future. It is natural that one of the required measures to provide the conditions for the optimal and universal use of public charging stations is provide technical documentation consist of technical characteristic and requirements for use of this systems. Considering this issue, the specifications for design, installation and operation of public electric vehicle and motorcycle charging stations have been provided.

Islamic Republic of Iran
Plan and Budget Organization

Specifications for the Design, Installation and Operation of Public Electric Vehicle and Motorcycle Charging Stations

Ninth Part: Ducumentation and Studies

No.797-9

Last Edition: 09-06-2020

Deputy of Technical and Infrastructure Development Affairs	Ministry of Energy
Department of Technical and Executive Affairs	Niroo Research Institute
nezamfanni.ir	**Nri.ac.ir**

2020

این ضابطه با عنوان « مستندات و مطالعات ایستگاه‌های عمومی شارژ خودرو و موتورسیکلت برقی» به تفکیک در بردارنده پیشینه خودروها و موتورسیکلت‌های برقی در کشورهای مختلف، انواع ایستگاه‌های عمومی شارژ خودرو و موتورسیکلت برقی، استانداردهای مرتبط با ایستگاه‌های شارژ خودرو و موتورسیکلت برقی و سازمان‌های توسعه‌دهنده آنها، انواع روش‌های استفاده از ایستگاه شارژ خودرو و موتورسیکلت برقی، تجارب شرکت‌های سازنده ایستگاه‌های شارژ خودرو و موتورسیکلت برقی، تجارب موجود در خصوص مکان و الزامات سازه‌ای ایستگاه شارژ و سایر تجهیزات و قطعات مورد استفاده در ایستگاه شارژ می‌باشد.